



SKRIPSI

IMPLEMENTASI *MASK-RCNN* DENGAN *IMAGE ENHANCEMENT* UNTUK DETEKSI DAN SEGMENTASI *VENTRICULAR SEPTAL DEFECT* PADA ANAK BERDASARKAN VIDEO EKO KARDIOGRAFI

DWI AMALIA PUTRI
NPM 22083010042

DOSEN PEMBIMBING
Amri Muhaimin, S.Stat., M.Stat., M.S.
Muhammad Nasrudin, S.Stat., M. Stat.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI SAINS DATA
SURABAYA
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI MASK-RCNN DENGAN IMAGE ENHANCEMENT UNTUK DETEKSI DAN SEGMENTASI VENTRICULAR SEPTAL DEFECT PADA ANAK BERDASARKAN VIDEO EKO KARDIOGRAFI

Oleh:
DWI AMALIA PUTRI
NPM 22083010042

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Tim Penguji Sidang Skripsi Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur pada Tanggal 25 Juni 2026:

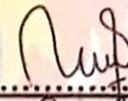
Menyetujui,

Amri Muhalmin, S.Stat., M.Stat., MS.
NIP. 199507232024061002



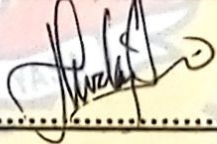
(Pembimbing I)

Muhammad Nasrudin, M. Stat.
NIP. 199609092024061002



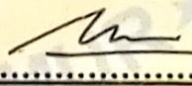
(Pembimbing II)

Wahyu Syaifullah J. S., S.Kom., M.Kom
NIP. 198608252021211003



(Ketua Penguji)

Andri Fauzan Adziima, M. Si.
NIP. 199505122024061001



(Penguji I)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer



Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT.

NIP. 196811261994032001

LEMBAR PERSETUJUAN

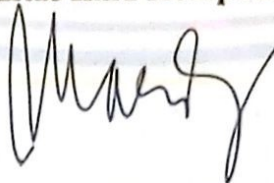
**IMPLEMENTASI *MASK-RCNN* DENGAN *IMAGE ENHANCEMENT*
UNTUK DETEKSI DAN SEGMENTASI *VENTRICULAR SEPTAL*
DEFECT PADA ANAK BERDASARKAN VIDEO EKO KARDIOGRAFI**

Oleh:
DWI AMALIA PUTRI
NPM 22083010042

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi

Menyetujui,

Plt. Koordinator Program Studi Sains Data
Fakultas Ilmu Komputer



Dr. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST., MT.

NIP. 197006192021211009

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Dwi Amalia Putri
NPM : 22083010042
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Sains Data
Fakultas : Fakultas Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila di kemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Surabaya, 25 Juni 2026
Yang Membuat Pernyataan,



DWI AMALIA PUTRI
NPM 22083010042

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Dwi Amalia Putri / 22083010042
Judul Skripsi : Implementasi *Mask-RCNN* dengan *Image Enhancement* untuk Deteksi dan Segmentasi *Ventricular Septal Defect* pada Anak berdasarkan Video Ekokardiografi
Dosen Pembimbing : 1. Amri Muhaimin, S.Stat., M.Stat., M.S.
2. Muhammad Nasrudin, S.Stat., M. Stat.

Di Indonesia, kasus Penyakit Jantung Bawaan (PJB) diperkirakan terjadi pada sekitar 9 bayi per 1000 kelahiran hidup dan lebih dari 20% total kasus PJB pada anak berjenis *Ventricular Septal Defect* (VSD). Anak dengan kelainan VSD beresiko mengalami kondisi yang lebih buruk apabila terlambat diidentifikasi. Minimnya jumlah dokter spesialis jantung anak dan bervariasinya kualitas video hasil ekokardiografi karena *spekle noise* akibat pergerakan jantung, merupakan salah dua hambatan dalam mendiagnosis VSD. Metode *Mask-RCNN* yang diintegrasikan dengan *preprocessing* FNLM-CLAHE untuk mengurangi *noise* dan memperjelas struktur objek pada jantung, diusulkan dalam mengembangkan model prediksi objek ventrikel jantung. Model *Mask-RCNN* mampu memprediksi *multi task* yaitu klasifikasi, deteksi, dan segmentasi, sehingga memungkinkan identifikasi VSD, septum, dan ventrikel secara menyeluruh. Dengan video ekokardiografi pada tampilan *apical four chamber*, penelitian ini mengkaji keefektifan model *Mask RCNN* dalam berbagai konfigurasi parameter dan kombinasi skenario *image enhancement*. Performa model diukur menggunakan metrik *Average Precision* (AP), *Intersection over Union* (IoU), dan *Dice Similarity Coefficient* (DSC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *Mask-RCNN* dengan *backbone* ResNet101 dan *image enhancement* FNLM-CLAHE memberikan performa terbaik, dengan nilai tertinggi *bbox/mAP50* sebesar 78,97% dan *segm/mAP50* sebesar 76,16%. FNLM-CLAHE memberikan pengaruh perubahan positif dalam prediksi spasial objek VSD, dengan IoU sebesar 64,061% dan DSC sebesar 72,508%. Evaluasi tersebut menunjukkan jika model mampu memprediksi dengan cukup tepat lokasi dan bentuk setiap objek pada ventrikel, termasuk kelas VSD. Temuan ini mengindikasikan pentingnya komponen *backbone* dalam ekstraksi fitur gambar dan metode *preprocessing* peningkatan kualitas citra, untuk meningkatkan akurasi prediksi. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pengembangan model prediksi VSD berdasarkan citra *ultrasound* pada anak dalam identifikasi struktur ventrikel pada pergerakan jantung.

Kata Kunci: *Ventricular Septal Defect* (VSD), Ekokardiografi, *Mask Region based Convolutional Neural Network* (MRCNN), *Deteksi, Segmentasi*

ABSTRACT

Student Name / NPM : Dwi Amalia Putri / 22083010042
Undergraduate thesis title : *Implementation of Mask-RCNN with Image Enhancement for Detection and Segmentation of Ventricular Septal Defects in Children based on Echocardiography Video*
Advisors : 1. Amri Muhaimin, S.Stat., M.Stat., M.S.
2. Muhammad Nasrudin, S.Stat., M. Stat.

In Indonesia, cases of Congenital Heart Disease (CHD) are estimated to occur in approximately 9 babies per 1000 live births and more than 20% of total cases of CHD in children are Ventricular Septal Defect (VSD). Children with VSD abnormalities are at risk of experiencing worse conditions if identified late. The limited number of pediatric cardiologists and the varying quality of echocardiography videos due to speckle noise from heart movement are two obstacles in diagnosing VSD. The Mask-RCNN method integrated with FNLM-CLAHE preprocessing to reduce noise and clarify object structures in the heart, is proposed in the development of a prediction model for cardiac ventricular objects. The Mask-RCNN model is capable of predicting multi-tasks, namely classification, detection, and segmentation, thus enabling comprehensive identification of VSD, septum, and ventricles. Using echocardiography videos in the apical four-chamber view, this study examines the effectiveness of the Mask RCNN model in various parameter configurations and combinations of image enhancement scenarios. Model performance is measured using the Average Precision (AP), Intersection over Union (IoU), and Dice Similarity Coefficient (DSC) metrics. The results showed that the Mask-RCNN model with ResNet101 backbone and FNLM-CLAHE image enhancement provided the best performance, with the highest bbox/mAP50 value of 78.97% and segm/mAP50 of 76.16%. FNLM-CLAHE had a positive effect on spatial prediction of VSD objects, with an IoU of 64.061% and a DSC of 72.508%. The evaluation demonstrates that the model is capable of accurately predicting the location and shape of each object within the ventricle, including the VSD class. These findings indicate the importance of backbone components in image feature extraction and image quality improvement preprocessing methods, to improve prediction accuracy. The results of this study can be a reference for the development of VSD prediction models based on ultrasound images in children in identifying ventricular structures in heart movement.

Keywords: *Ventricular Septal Defect (VSD), Echocardiography, Mask Region based Convolutional Neural Network (MRCNN), Detection, Segmentation*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga proposal skripsi dengan judul **“Implementasi *Mask-RCNN* dengan *Image Enhancement* untuk Deteksi dan Segmentasi *Ventricular Septal Defect* pada Anak berdasarkan Video Ekokardiografi”** dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Amri Muhaimin selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Muhammad Nasrudin selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis. Selain itu, selama penyusunan proposal skripsi penulis juga banyak menerima bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Bapak Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, ST., MT., IPU. selaku Koordinator Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
3. Bapak Ibu Dosen Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Kedua orang tua saya, Bapak Misbachul Munir dan Ibu Aniswatin, atas doa, pengorbanan, semangat, dan dorongan positif kepada penulis.
5. Kedua saudara penulis, Wahyu Fathin Khoiriyah dan Muhammad Aqil Ubaidillah yang selalu menghibur, memberikan semangat, dan doa kepada penulis.
6. Teman-teman mahasiswa Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, utamanya teman seperjuangan angkatan 2022, yang telah memberi dukungan, bantuan, serta motivasi selama proses penyusunan skripsi ini.
7. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan kontribusi dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat kekurangan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya, dengan segala keterbatasan yang penulis miliki semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Batasan Masalah.....	6
1.4. Tujuan Penelitian.....	6
1.5. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1. Penelitian Terdahulu	9
2.2. Kerangka Teori.....	20
2.2.1. Ventricular Septal Defect	20
2.2.2. Ekokardiografi.....	22
2.2.3. Pengolahan Citra Digital	23
2.2.4. Fast Non-Local Means (FNLN)	25
2.2.5. Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE).....	28
2.2.6. Convolutional Neural Network (CNN)	32
2.2.7. Mask Region based Convolutional Neural Network (MRCNN)	37
2.2.8. Transfer Learning.....	42

2.2.9. Metrik Evaluasi.....	43
2.2.9. Flask.....	48
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	51
3.1. Variabel Penelitian dan Sumber Data.....	51
3.2. Langkah Analisis	53
3.3. Desain Sistem	62
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	69
4.1. Karakteristik Data	69
4.2. <i>Preprocessing</i> Data.....	71
4.2.1. Ekstraksi Frame	71
4.2.2. Split Data	71
4.2.3. Labeling Data.....	72
4.2.4. Image Enhancement.....	75
4.2.5. Konversi format Anotasi.....	80
4.3. Membangun Model <i>Mask</i> -RCNN.....	82
4.3.1. Tuning Parameter dan Backbone.....	82
4.3.2. Evaluasi Model Ablation Study.....	89
4.3.3. Pelatihan Final Model.....	90
4.4. Evaluasi Prediksi <i>Final Model</i>	97
4.5. Prediksi VSD dengan Model <i>Mask</i> RCNN	100
4.6. Tampilan Aplikasi	103
BAB V PENUTUP	111
5.1. Kesimpulan	111
5.2. Saran Pengembangan.....	112
DAFTAR PUSTAKA	113
LAMPIRAN	121

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Jantung Normal dan VSD [36]	21
Gambar 2.2. Posisi Transduser pada Ekokardiografi dan Hasil Tampilan [15]....	23
Gambar 2.3. Ekokardiografi Four apical chamber	23
Gambar 2.4. Mekanisme Kerja NLM [47]	26
Gambar 2.5. Arsitektur CNN [49]	33
Gambar 2.6. Simulasi Kalkulasi Tahap Konvolusi Gambar Inputan [51].....	35
Gambar 2.7. Arsitektur <i>Mask</i> RCNN [53].....	38
Gambar 2.8. Arsitektur <i>Backbone</i> -FPN [55]	39
Gambar 2.9. Arsitektur RPN[55].....	40
Gambar 2.10. <i>RoI Align</i> [53]	41
Gambar 2.11. IoU pada Deteksi Objek [62]	46
Gambar 2.12. IoU pada Segmentasi Gambar [62].....	47
Gambar 3.1. Data Citra Penelitian dengan VSD	51
Gambar 3.2. Diagram Alir Tahapan Penelitian	54
Gambar 3.3. <i>Mask</i> Ventrikel oleh Dokter.....	55
Gambar 3.4. <i>Label Mask Polygon</i>	56
Gambar 3.5. Diagram Alir Pengembangan Sistem.....	62
Gambar 3.6. <i>Wireframe</i> Web “CorNadi”	63
Gambar 3.7. <i>Activity Diagram</i> Fitur Segmentasi Web CorNadi	65
Gambar 4.1. <i>Labeling</i> dengan Labelme	72
Gambar 4.2. <i>Frame Ultrasound</i> dengan <i>Ground Truth</i>	73
Gambar 4.3. <i>Boxplot</i> Perbandingan Lebar dan Tinggi Objek Ventrikel	74
Gambar 4.4. <i>Barplot</i> Perbandingan Jumlah Objek Ventrikel pada Data <i>Split</i>	75
Gambar 4.5. Barplot Perbandingan Parameter Metode <i>Image Enhancement</i>	78
Gambar 4.6. <i>Barplot</i> Perbandingan Evaluasi Backbone <i>Mask</i> -RCNN	88
Gambar 4.7. <i>Bar Plot</i> Pengaruh <i>Image Enhancement</i> terhadap Prediksi VSD..	90
Gambar 4.8. <i>Line Plot Loss Training Model</i>	94
Gambar 4.9. <i>Line Plot</i> Performa Model (<i>Task</i> Deteksi).....	95
Gambar 4.10. <i>Line Plot</i> Performa Model (<i>Task</i> Segmentasi)	96

Gambar 4. 11. <i>Confusion Metric</i> Klasifikasi Video Prediksi	98
Gambar 4.12. <i>Bar Plot</i> Evaluasi Prediksi Objek Ventrikel	98
Gambar 4.13. Halaman <i>Home</i>	104
Gambar 4.14. Tampilan Halaman <i>Hospital</i>	104
Gambar 4.15. Tampilan Halaman <i>News</i>	105
Gambar 4.16. Halaman <i>Log In</i>	105
Gambar 4.17. Output Halaman <i>Log In</i>	106
Gambar 4.18. Halaman <i>Prediction</i>	106
Gambar 4.19. Tampilan Daftar Riwayat Prediksi Pasien	107
Gambar 4.20. Tampilan Dashboard Hasil Prediksi.....	108

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu.....	9
Tabel 2.2. <i>Confusion Metric</i> untuk Deteksi Objek.....	45
Tabel 3.1. Variabel Penelitian	52
Tabel 3.2. Skenario Pemilihan Parameter <i>Image Enhancement</i>	57
Tabel 3.3. Interval Nilai Parameter untuk <i>Tuning</i> Model	58
Tabel 3.4. Jenis <i>Backbone</i> untuk Tuning Model	60
Tabel 3.5. Skenario Pelatihan Model (<i>Ablation Study</i>)	61
Tabel 4.1. Karakteristik Video Data Penelitian.....	69
Tabel 4.2. Jumlah Frame Hasil <i>Labeling</i>	73
Tabel 4.3. Evaluasi <i>Tuning</i> Parameter Model <i>Mask-RCNN</i>	86
Tabel 4.4. Performa Model <i>Ablation Study</i>	89
Tabel 4.5. Visualisasi Hasil Prediksi pada <i>Data Validation</i>	100

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. *Code Script* Pemrosesan Data

Lampiran 2. *Code Script* GUI

Lampiran 3. LoA Publikasi Artikel

DAFTAR NOTASI

$FM_{i,j}$	: Feature map atau nilai hasil konvolusi pada posisi (i,j)
b	: bias
(a, c) :	: Posisi elemen kernel
w	: Kernel (filter) ukuran $A \times C$
O	: Matriks <i>feature map</i> hasil konvolusi
N	: Panjang atau tinggi gambar inputan
P	: <i>Zero padding</i>
F	: Panjang atau tinggi filter
S	: jumlah pergeseran filter
MAX_1	: Nilai maksimum piksel (biasanya 255 untuk 8-bit image)
MSE	: <i>Mean Squared Minimum</i>
$PNSR$	: <i>Peak Signal to Noise Ratio</i> (dB)
$f(i, j)$	: Nilai piksel pada citra asli
$g(i, j)$	: Nilai piksel pada citra hasil pemrosesan
H	: Tinggi Citra (piksel)
W	: Lebar Citra (piksel)
IoU_{det}	: <i>Intersection Over Union task</i> deteksi
B_p	: <i>Bounding box</i> hasil prediksi
B_{gt}	: <i>Bouding box</i> hasil pelabelan (<i>ground truth</i>)
$B_p \cap B_{gt}$	: Area irisan hasil prediksi dan <i>ground truth</i>
$B_p \cup B_{gt}$	: Area gabungan hasil prediksi dan <i>ground truth</i>
P	: <i>Precision</i>
R	: <i>Recall</i>
N	: Total gambar yang diprediksi
P_{interp}	: Interpolasi dari Precision
$P(\tilde{R})$	: Perhitungan presisi pada Recall $\tilde{R}$
IoU_{seg}	: <i>Intersection over Union task</i> segmentasi
IoU_c	: <i>Intersection over Union task</i> untuk kelas c

$mean IoU$	: <i>Mean Intersection over Union</i>
C	: Jumlah kelas
DSC	: <i>Dice Similarity Coefficient</i>
A_{seg}	: Area hasil segmentasi prediksi model
A_{gt}	: Area <i>ground truth</i>
$ A_{seg} \cap A_{gt} $	: Jumlah piksel yang beririsan (<i>overlap</i>) antara A_{seg} dan A_{gt}
$ A_{seg} + A_{gt} $	: Jumlah total piksel pada masing-masing <i>mask</i>
$X_{v,f}$	: Variabel independen penelitian (video ke-o dan frame ke f)
$x_{i,j,c}$	: Intensitas piksel pada posisi i, j dengan kanal tertentu
$Y_{v,f}$	: Variabel dependen penelitian (video ke-o dan frame ke f)
i	: Indeks baris matriks citra
j	: Indeks kolom matriks citra
C	: <i>Channel</i> citra
fps	<i>Frame per second</i> atau kecepatan bingkai video
t_v	Durasi video (detik)