

**KLASIFIKASI DAN VISUALISASI ENAM KELAS
ABNORMALITAS JANTUNG JANIN
MENGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK* DAN GRAD-CAM**

SKRIPSI

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



OLEH:

YUNI TRI LESTARI

09011181924154

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
TAHUN 2023**

HALAMAN PENGESAHAN

**KLASIFIKASI DAN VISUALISASI ENAM KELAS
ABNORMALITAS JANTUNG JANIN MENGGUNAKAN
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DAN GRAD-CAM**

SKRIPSI

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

Oleh:

YUNI TRI LESTARI

09011181924154

Palembang, April 2023

Mengetahui

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 lulus pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 06 April 2023

Tim Penguji :

1. Ketua : Rossi Passarella, M.Eng. (.....)
2. Sekretaris : Iman Saladin B. Azhar M.MSL. (.....)
3. Penguji Sidang : Dr. Firdaus, M.Kom (.....)
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 : Yuni Tri Lestari

NIM : 09011181924154

Judul : Klasifikasi dan Visualisasi Enam Kelas Abnormalitas Jantung Janin
Menggunakan *Convolutional Neural Network* Dan Grad-Cam

Hasil pengecekan *Software Turnitin*: 5%

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 tidak dipaksakan.



Palembang, 07 April 2023



Yuni Tri Lestari

09011181924154

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat, taufik, dan hidayah-Nya yang sangat besar dan tidak pernah berhenti kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul "Klasifikasi dan Visualisasi Enam Kelas Abnormalitas Jantung Janin Menggunakan Convolutional Neural Network dan Grad-Cam".

Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak atas bantuan, bimbingan, dan saran yang telah diberikan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, antara lain:

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 seluruh keluarga 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 Rossi Passarella, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Akademik jurusan Sistem Komputer.
7. Mbak Reni selaku admin Jurusan Sistem Komputer

8. Kak Naufal Rachmatullah, S.Kom., M.T., dan Mbak Annisa Darmawahyuni, M.Kom yang telah memberikan semangat serta arahan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik,
9. Mbak Ade Iriani Safitri, M.Kom. yang selalu memberikan bantuan, saran dan motivasi untuk penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
10. Kepada grup riset (isysrg) yang sudah mengizinkan untuk menggunakan laboratorium dan infrastruktur yang di ada.
11. Anggita Putri Anti, Gita Cahyani, Jumiati dan Sri Nadhila yang selalu memberikan bantuan dan juga semangat selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
12. Teman-teman seperjuangan di Intelligent System Research Group Batch 4 yang selalu menyemangati satu sama lain dan saling membantu agar dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
13. Teman-teman seperjuangan di Sistem Komputer 2019 Indralaya

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, 07 April 2023

Penulis,



Yuni Tri Lestari
NIM 09011181924154

Classification and Visualization of Six Classes of Fetal Cardiac Abnormalities Using the Convolutional Neural Network and Grad-Cam

YUNI TRI LESTARI (09011181924154)

Department of Computer Engineering, Faculty of Computer Science, Sriwijaya University

Email: cyuni383@gmail.com

Abstract

The use of Artificial Intelligence (AI) technology in healthcare has brought significant changes in recent years, particularly in disease diagnosis. Deep learning is a popular AI technique used in various fields, including healthcare, due to its ability to process complex data and recognize patterns that are difficult for humans to identify, potentially aiding in disease diagnosis. The methods used in this study were Convolutional Neural Network methods such as MobileNetV2, ResNet50, ResNet101, DenseNet101, and DenseNet201, as well as Explainable Artificial Intelligence method Grad-Cam. The dataset used was fetal echo image data from Dr. Mohammad Hoesin Central General Hospital. The study focused on finding the best Convolutional Neural Network model for classifying fetal heart disease abnormalities. After classification using the Convolutional Neural Network architecture, image visualization was applied using Grad-Cam. The main parameters used in this study were accuracy, sensitivity, and specificity. The results of the classification process showed that the DenseNet101 architecture had the best evaluation values, with an accuracy of 88.5%, sensitivity of 60%, and specificity of 93.3%. For the Grad-Cam implementation, the model was effective in visualizing abnormal images, but not as effective in normal images as the heatmap was still detected.

Keywords: *Artificial Intelligence, Deep Learning, Classification, Fetal Echo, CNN*

Klasifikasi dan Visualisasi Enam Kelas Abnormalitas Jantung Janin Menggunakan Convolutional Neural Network Dan Grad-Cam

YUNI TRI LESTARI (09011181924154)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email: cyuni383@gmail.com

Abstrak

Teknologi *Artificial Intelligence* dalam kesehatan telah memberikan banyak perubahan dalam beberapa tahun terakhir, terutama dalam mendiagnosis penyakit. *Deep learning* adalah salah satu teknik AI yang semakin populer di berbagai bidang, termasuk kesehatan, karena kemampuannya memproses data kompleks dan menemukan pola yang sulit dikenali manusia, sehingga berpotensi membantu dalam mendiagnosis penyakit. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Convolutional Neural Network* seperti MobileNetV2, ResNet50, ResNet101, DenseNet101 dan DenseNet201 serta metode *Explainable Artificial Intelligence* yaitu Grad-Cam. Dataset yang digunakan adalah data citra *fetal echo* dari Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Mohammad Hoesin. Penelitian yang dilakukan berfokus pada mencari model *Convolutional Neural Network* terbaik untuk kasus mengklasifikasikan penyakit jantung janin abnormalitas, setelah proses klasifikasi dengan menggunakan arsitektur *Convolutional Neural Network* maka akan diterapkan pemvisualisasian citra dengan metode Grad-Cam. Parameter utama yang digunakan pada penelitian ini adalah akurasi, sensitivitas dan spesifisitas. Hasil dari proses klasifikasi didapatkan arsitektur DenseNet101 memiliki nilai evaluasi terbaik yaitu dengan nilai akurasi 88.5%, sensitivitas 60% dan spesifisitas 93.3%. Untuk penerapan Grad-Cam didapatkan bahwa model cukup baik dalam memvisualisasikan citra kelas abnormal namun belum cukup baik pada kelas normal karena *heatmap* masih terdeteksi.

Kata Kunci: *Artificial Intelligence, Deep Learning, Klasifikasi, Fetal Echo, CNN*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan dan Batasan Masalah.....	2
1.2.1 Perumusan Masalah.....	2
1.2.2 Batasan Masalah.....	3
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.3.1 Tujuan Penelitian.....	3
1.3.2 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Metode Penelitian.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Computer Vision</i>	6
2.2 Klasifikasi citra.....	6
2.3 <i>Supervised learning</i>	6
2.4 <i>Unsupervised learning</i>	7
2.5 <i>Artificial Intelligence</i>	7
2.6 <i>Machine Learning</i>	8
2.7 <i>Deep Learning</i>	8
2.8 <i>Convolutional Neural Network</i>	9
2.9 MobileNetV2.....	9
2.10 ResNet50.....	10
2.11 ResNet101.....	10
2.12 DenseNet201.....	11

2.13	DenseNet121	11
2.14	<i>Explainable AI</i>	12
2.15	Grad-Cam	12
2.16	<i>Hyperparameter</i>	12
2.16.1	Epoch.....	13
2.16.2	Batch size	13
2.16.3	Optimizer.....	13
2.16.4	Fungsi aktivasi	13
2.16.5	SoftMax.....	14
2.17	Evaluasi kinerja	14
2.17.1	Akurasi	15
2.17.2	Sensitivitas	15
2.17.3	Spesifisitas.....	15
2.18	Jantung Janin	15
2.19	Penyakit Jantung Janin Abnormalitas	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		17
3.1	Pendahuluan	17
3.2	Kerangka kerja.....	17
3.3	Studi Literatur.....	19
3.4	Persiapan data.....	19
3.5	Pra-pengolahan data	21
3.5.1	<i>Splitting Data</i>	21
3.5.2	Data Unseen	23
3.5.3	Resize Citra.....	24
3.5.4	Augmentasi Data.....	24
3.6	Training data.....	25
3.6.1	Menentukan model arsitektur CNN	25
3.7	Evaluasi	26
3.8	Analisa dan Hasil.....	26
3.9	Visualisasi Grad-Cam.....	26
3.10	Kesimpulan.....	26
3.11	Lingkungan Perangkat Keras Dan Perangkat Lunak.....	26

BAB IV HASIL DAN ANALISA	28
4.1 Pendahuluan	28
4.2 Hasil Tuning Hyperparameter	28
4.2.1 MobileNetV2.....	28
4.2.2 Epoch 50 Batch Size 8 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam	28
4.2.3 Epoch 50 Batch Size 16 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam	29
4.2.4 Epoch 100 Batch Size 8 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam	30
4.2.5 Epoch 100 Batch Size 16 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam	30
4.2.6 Tabel Grafik Performa Tuning Hyperparameter MobileNetV2.....	31
4.2.7 Hasil Confusion Matrix Model Arsitektur MobileNetV2.....	32
4.2.8 Hasil dan Analisa Tuning Hyperparameter Model Arsitektur Mobilenetv2.....	33
4.2.9 DenseNet201	33
4.2.10 Epoch 50 Batch Size 8 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam	33
4.2.11 Epoch 50 Batch Size 16 Fungsi Aktivasi Softmax dan Optimizer Adam	34
4.2.12 Epoch 100 Batch Size 8 Fungsi Aktivasi Softmax dan Optimizer Adam	35
4.2.13 Epoch 100 Batch Size 16 Fungsi Aktivasi Softmax dan Optimizer Adam	35
4.2.14 Tabel Grafik Performa Tuning Hyperparameter DenseNet201	36
4.2.15 Hasil Confusion Matrix Model Arsitektur DenseNet201	37
4.2.16 Hasil dan Analisa tuning hyperparameter model arsitektur DenseNet201.....	38
4.2.17 ResNet50.....	38
4.2.18 Epoch 50 Batch Size 8 Fungsi Aktivasi Softmax dan Optimizer Adam	38

4.2.19	Epoch 50 Batch Size 16 Fungsi Aktivasi Softmax dan Optimizer Adam	39
4.2.20	Epoch 100 Batch Size 8 Fungsi Aktivasi Softmax dan Optimizer Adam	40
4.2.21	Epoch 100 Batch Size 16 Fungsi Aktivasi Softmax dan Optimizer Adam	40
4.2.22	Tabel Grafik Performa Tuning Hyperparameter ResNet50	41
4.2.23	Hasil Confusion Matrix Model Arsitektur ResNet50	42
4.2.24	Hasil dan Analisa Tuning Hyperparameter Model Arsitektur Resnet50.....	43
4.2.25	ResNet101	43
4.2.26	Epoch 50 Batch Size 8 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam	43
4.2.27	Epoch 50 Batch Size 16 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam	44
4.2.28	Epoch 100 Batch Size 8 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam	45
4.2.29	Epoch 100 Batch Size 16 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam	45
4.2.30	Tabel Grafik Performa Tuning Hyperparameter ResNet101	46
4.2.31	Hasil Confusion Matrix Model Arsitektur ResNet101	47
4.2.32	Hasil dan Analisa Tuning Hyperparameter Model Arsitektur Resnet101.....	48
4.2.33	DenseNet121	48
4.2.34	Epoch 50 Batch Size 8 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam	48
4.2.35	Epoch 50 Batch Size 16 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam	49
4.2.36	Epoch 100 Batch Size 8 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam	50
4.2.37	Epoch 100 Batch Size 16 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam	50

4.2.38	Tabel Grafik Performa Tuning Hyperparameter DenseNet121	51
4.2.39	Hasil Confusion Matrix Model Arsitektur DenseNet121	52
4.2.40	Hasil dan Analisa Tuning Hyperparameter Model Arsitektur DenseNet121.....	53
4.3	Hasil dan Analisa Tuning Hyperparameter Lima Model Arsitektur CNN.	53
4.4	Uji Data Testing/Unseen	54
4.4.1	Confusion Matrix Uji Data Unseen Arsitektur MobileNetV2	55
4.4.2	Confusion Matrix Uji Data Unseen Arsitektur DenseNet201.....	57
4.4.3	Confusion Matrix Uji Data Unseen Arsitektur ResNet50.....	59
4.4.4	Confusion Matrix Uji Data Unseen Arsitektur ResNet101.....	61
4.4.5	Confusion Matrix Uji Data Unseen Arsitektur DenseNet121.....	63
4.5	Hasil dan Analisa Uji Unseen Lima Model Arsitektur CNN	65
4.6	Visualisasi Grad-Cam.....	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		68
5.1	Pendahuluan	68
5.2	Kesimpulan.....	68
5.3	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA		69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur MobileNetV2	9
Gambar 2. 2 Model Arsitektur ResNet50	10
Gambar 2. 3 Model Arsitektur DenseNet201	11
Gambar 2. 4 Fungsi Aktivasi Pada Jaringan Syaraf Sederhana	14
Gambar 2. 5 Skrining Jantung Janin	16
Gambar 3. 1 Kerangka Kerja Penelitian	18

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Citra Data Jantung Janin	19
Tabel 3. 2 Tabel Jumlah Data Pasien Jantung Janin	22
Tabel 3. 3 Jumlah Data Penelitian Jantung Janin.....	22
Tabel 3. 4 Pembagian Data Training dan Data Validation	23
Tabel 3. 5 Data Unseen Jantung Janin	23
Tabel 3. 6 Data Citra Hasil Augmentasi	25
Tabel 3. 7 Spesifikasi Perangkat Keras.....	27
Tabel 3. 8 Spesifikasi Perangkat Lunak.....	27
Tabel 4. 1 Hasil Training MobileNetV2 Epoch 50 Batch 8 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam.....	29
Tabel 4. 2 Hasil Training MobileNetV2 Epoch 50 Batch Size 16 Fungsi Aktivasi Softmax dan Optimizer Adam	29
Tabel 4. 3 Hasil Training MobileNetV2 Epoch 100 Batch Size 8 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam.....	30
Tabel 4. 4 Hasil Training MobileNetV2 Epoch 100 Batch Size 16 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam.....	30
Tabel 4. 5 Grafik Akurasi dan Loss Model Arsitektur MobileNetV2	31
Tabel 4. 6 Confusion Matrix Arsitektur MobileNetV2.....	32
Tabel 4. 7 Hasil dan Analisa Tuning Hyperparameter MobileNetV2	33
Tabel 4. 8 Hasil Training DenseNet201 Epoch 50 Batch Size 8 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam.....	34
Tabel 4. 9 Hasil Training DenseNet201 Epoch 50 Batch Size 16 Fungsi Aktivasi Softmax Dan Optimizer Adam.....	34
Tabel 4. 10 Hasil Training DenseNet201 Epoch 100 batch size 8 Fungsi Aktivasi Softmax dan Optimizer Adam	35
Tabel 4. 11 Hasil Training DenseNet201 Epoch 100 Batch Size 16 Fungsi Aktivasi Softmax dan Optimizer Adam.....	35
Tabel 4. 12 Grafik Performa Model Arsitektur DenseNet201	36
Tabel 4. 13 Confusion Matrix Arsitektur DenseNet201	37
Tabel 4. 14 Hasil dan Analisa Tuning Hyperparameter DenseNet201	38

Tabel 4. 15 Hasil Training ResNet50 Epoch 50 Batch Size 8 Fungsi Aktivasi Softmax dan Optimizer Adam	39
Tabel 4. 16 Hasil Training ResNet50 Epoch 50 Batch Size 16 Fungsi Aktivasi Softmax dan Optimizer Adam	39
Tabel 4. 17 Hasil Training ResNet50 Epoch 100 Batch Size 8 Fungsi Aktivasi Softmax dan Optimizer Adam	40
Tabel 4. 18 Hasil Training ResNet50 Epoch 100 Batch Size 16 Fungsi Aktivasi Softmax dan Optimizer	40
Tabel 4. 19 Grafik Performa Model Arsitektur ResNet50.....	41
Tabel 4. 20 Confusion Matrix Arsitektur ResNet50	42
Tabel 4. 21 Hasil dan Analisa Tuning Hyperparameter ResNet50.....	43
Tabel 4. 22 Hasil Training ResNet101 Epoch 50 Batch Size 8 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam.....	44
Tabel 4. 23 Hasil Training ResNet101 Epoch 50 Batch Size 8 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam.....	44
Tabel 4. 24 Hasil Training ResNet101 Epoch 50 Batch Size 8 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam.....	45
Tabel 4. 25 Hasil Training ResNet101 Epoch 100 Batch Size 16 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam.....	45
Tabel 4. 26 Grafik Performa Model Arsitektur ResNet101	46
Tabel 4. 27 Confusion Matrix ArsitekturResNet101	47
Tabel 4. 28 Hasil dan Analisa Tuning Hyperparameter ResNet101	48
Tabel 4. 29 Hasil Training DenseNet121 Epoch 50 Batch Size 8 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam.....	49
Tabel 4. 30 Hasil Training DenseNet121 Epoch 50 Batch Size 16 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam.....	49
Tabel 4. 31 Hasil Training DenseNet121 Epoch 100 Batch Size 8 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam.....	50
Tabel 4. 32 Hasil Training DenseNet121 Epoch 100 Batch Size 16 Fungsi Aktivasi SoftMax dan Optimizer Adam	50
Tabel 4. 33 Grafik Performa Model Arsitektur DenseNet121	51
Tabel 4. 34 Confusion Matrix Arsitektur DenseNet121	52

Tabel 4. 35 Hasil dan Analisa Tuning Hyperparameter DenseNet121	53
Tabel 4. 36 Hasil dan Analisa Tuning Hyperparameter Lima Model Arsitektur CNN	54
Tabel 4. 37 Confusion Matrix Uji Unseen MobileNetV2.....	55
Tabel 4. 38 Hasil dan Analisa Uji Unseen MobileNetV2.....	56
Tabel 4. 39 Confusion Matrix Uji Unseen DenseNet201	57
Tabel 4. 40 Hasil dan Analisa Uji Unseen DenseNet201	58
Tabel 4. 41 Confusion Matrix Uji Unseen ResNet50	59
Tabel 4. 42 Hasil dan Analisa Uji Unseen ResNet50	60
Tabel 4. 43 Confusion Matrix Uji Unseen ResNet101	61
Tabel 4. 44 Hasil dan Analisa Uji Unseen ResNet101	62
Tabel 4. 45 Confusion Matrix Uji Unseen DenseNet121	63
Tabel 4. 46 Hasil dan Analisa Uji Unseen DenseNet121	64
Tabel 4. 47 Tabel Hasil dan Analisa Uji Unseen Model Terbaik	65
Tabel 4. 48 Visualisasi Citra Menggunakan Grad-Cam Arsitektur DenseNet121	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengembangan teknologi kecerdasan buatan (AI) telah memberikan banyak perubahan pada berbagai bidang, termasuk dalam bidang kesehatan. Di beberapa tahun terakhir, teknologi AI dalam kesehatan menunjukkan hasil yang menjanjikan, terutama dalam bidang mendiagnosis penyakit [1]. Teknologi AI dapat memproses data dalam jumlah besar dan mengenali pola-pola yang sulit dikenali oleh manusia. Oleh karena itu, teknologi ini dapat membantu dokter dalam mendiagnosis penyakit secara lebih cepat dan akurat [2].

Deep learning adalah salah satu teknik dalam kecerdasan buatan (AI) yang semakin populer dan banyak digunakan di berbagai bidang, termasuk di bidang kesehatan. Keunggulan *deep learning* terletak pada kemampuannya dalam memproses data yang kompleks dan menemukan pola yang sulit dikenali oleh manusia, sehingga teknologi ini menjanjikan untuk membantu mendiagnosis penyakit [3]. Studi-studi terbaru menunjukkan bahwa DL mampu memberikan diagnosis dengan akurasi yang lebih baik dibandingkan manusia. Oleh karena itu, pengembangan teknologi DL di bidang kesehatan perlu terus dieksplorasi dan ditingkatkan [4].

Saat ini berbagai diagnosis penyakit pada dunia telah menggunakan teknologi, salah satunya menggunakan AI dengan menggunakan metode *Deep Learning*. Metode yang sering digunakan adalah CNN (*Convolutional Neural Network*). Berdasarkan paper yang berjudul "*Deep Learning for Improving the Effectiveness of Routine Prenatal Screening for Major Congenital Heart Diseases*", didapatkan bahwa penggunaan teknologi DL dapat meningkatkan efektivitas dari skrining prenatal rutin untuk penyakit jantung bawaan yang serius.

Penelitian ini menggunakan data ultrasonografi janin dari 18.000 kasus untuk melatih model *deep learning* dalam mengidentifikasi adanya penyakit jantung bawaan pada janin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model DL mampu memperbaiki keakuratan deteksi penyakit jantung bawaan pada janin dengan tingkat sensitivitas 93,9% dan spesifisitas 92,3% dan menunjukkan bahwa DL

dapat menjadi alat bantu yang efektif dalam meningkatkan efektivitas skrining prenatal rutin untuk penyakit jantung bawaan, dan dapat membantu mengurangi risiko dan dampak negatif dari penyakit jantung bawaan pada janin [5].

Dalam membangun model (AI) yang digunakan dalam kasus jantung janin abnormalitas, penting untuk mempertimbangkan interpretasi dan penjelasan model tersebut. Interpretasi merujuk pada kemampuan manusia dalam memahami alasan di balik keputusan yang diambil oleh model AI/ML. Sementara itu, explainability mencakup kemampuan model untuk menjelaskan mengapa jantung janin diklasifikasikan sebagai normal atau abnormal. Oleh karena itu, untuk memastikan interpretasi dan penjelasan yang akurat, diperlukan penggunaan metode-metode XAI (Explainable Artificial Intelligence) seperti Grad-Cam, Occulusion, dan *Local Interpretable Model-agnostic Explanations* (LIME). Metode-metode tersebut dapat membantu memahami bagaimana model AI/ML melakukan klasifikasi pada kasus jantung janin abnormalitas secara lebih jelas dan mudah dipahami [6] [7].

Penelitian ini dilakukan untuk membangun sistem klasifikasi jantung janin abnormalitas dengan menggunakan metode CNN berbasis XAI yaitu Grad-Cam. Penelitian yang berjudul "Klasifikasi Enam Kelas Jantung Janin Abnormalitas Menggunakan *Convolutional Neural Network* dan Grad-Cam" bertujuan untuk memberikan hasil terbaik dalam membantu ahli medis dalam mendiagnosa pasien jantung janin abnormalitas. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat membantu mengendalikan kasus penyakit jantung janin abnormalitas dan meningkatkan peluang hidup pasien.

1.2 Rumusan dan Batasan Masalah

1.2.1 Perumusan Masalah

Kematian bayi yang disebabkan oleh kelainan bawaan merupakan hal yang sering terjadi. Sayangnya sarana dan prasarana pemeriksaan ini belum tersedia luas di Indonesia. Sementara itu berbagai diagnosis penyakit pada dunia telah menggunakan teknologi seperti penggunaan AI. Saat ini ahli medis dalam mengklasifikasikan penyakit jantung janin bawaan dilakukan secara manual dan membutuhkan waktu yang lama. Masalah ini memicu sebuah pertanyaan yang penting untuk dijawab, yakni bagaimana cara membantu ahli medis dalam

mendiagnosa penyakit jantung janin abnormalitas lebih cepat dengan bantuan AI agar dapat meningkatkan efisiensi pencegahan dan penyelamatan pasien yang di diagnosa mengidap penyakit jantung abnormalitas pada janin?

1.2.2 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan yang perlu diperhatikan. Berikut adalah beberapa batasan yang harus diperhatikan:

1. Penelitian dilakukan mencakup permasalahan *Convolutional Neural Network* dan Grad-Cam.
2. Penelitian ini menggunakan data jantung janin atau fetal.
3. Penelitian ini menggunakan 6 data abnormalitas jantung janin yaitu ASD, VSD, AVSD, EA, TOF, AOS dan 1 data jantung janin NORMAL.
4. Penelitian ini hanya membatasi pada simulasi program menggunakan bahasa pemrograman python dengan tujuan untuk melakukan pemrosesan menggunakan metode (CNN) dan Grad-Cam.
5. Output yang dihasilkan dari penelitian ini hanya berupa nilai akurasi, nilai sensitivitas, dan nilai spesifisitas yang digunakan sebagai tolak ukur untuk melihat seberapa tepat model dapat mengelaskan data yang sesuai dengan label yang digunakan.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan hasil klasifikasi dan visualisasi citra jantung janin abnormalitas dengan menggunakan metode CNN dan Grad-Cam.
2. Membandingkan beberapa arsitektur CNN yang digunakan agar mengetahui arsitektur mana yang memiliki tingkat akurasi, sensitivitas dan spesifisitas yang baik.

1.3.2 Manfaat Penelitian

Manfaat dari tugas akhir ini, yaitu:

1. Dapat digunakan sebagai sumber acuan khususnya dalam peningkatan klasifikasi dan visualisasi citra.

2. Membantu dan memberikan kemudahan pada ahli medis dan peneliti dalam bidang kesehatan dalam proses mendiagnosa dan mengklasifikasikan penyakit jantung abnormalitas pada janin.

1.4 Metode Penelitian

Metodologi yang akan diterapkan pada tugas akhir ini akan melalui serangkaian tahapan berikut:

1. Metode Pertama (Persiapan Data)

Pada metode ini akan dilakukannya analisa serta memahami data yang digunakan pada topik penelitian ini.

2. Metode Kedua (Pra Pengolahan Data)

Pada metode ini, peneliti akan melakukan pra-pengolahan data sebelum menuju ke tahapan selanjutnya.

3. Metode Ketiga (Pelatihan Data)

Pada metode ini, data yang telah diproses pada tahap sebelumnya akan dimasukkan ke dalam tahap pelatihan atau training. Pada tahap ini, sebuah model akan dihasilkan dan digunakan pada tahap berikutnya.

4. Tahapan Keempat (Evaluasi)

Pada metode ini, keluaran dari pelatihan akan dihasilkan dan kemudian dievaluasi menggunakan grafik akurasi dan kerugian, serta matriks kebingungan.

5. Metode Kelima (Visualisasi)

Pada metode ini akan diterapkan model XAI yaitu Grad-Cam pada data yang sudah dilatih pada metode sebelumnya.

1.5 Sistematika Penulisan

Berikut ini adalah alur penulisan yang digunakan untuk menulis tugas akhir:

BAB I PENDAHULUAN

Bab pertama akan menjelaskan tentang pendahuluan dari penelitian, di mana pembaca dapat memperoleh informasi mengenai latar belakang, tujuan, rumusan masalah, serta struktur penulisan secara keseluruhan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab kedua, akan mencari dan mengumpulkan referensi dari berbagai sumber yang relevan dengan penelitian yang dilakukan. Tujuannya adalah untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dalam menyelesaikan permasalahan yang ditemukan selama penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ketiga, akan menjelaskan tahapan penelitian yang dilakukan, mulai dari persiapan dataset hingga analisis dan kesimpulan yang dihasilkan.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Pada bab keempat, akan memaparkan analisis dan evaluasi dari hasil penelitian, termasuk penjelasan mengenai hasil yang berhasil dicapai.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab kelima, akan menyajikan hasil kesimpulan dari penelitian dan memberikan saran berdasarkan temuan yang ditemukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Esteva *et al.*, “A guide to deep learning in healthcare,” *Nat. Med.*, vol. 25, no. 1, pp. 24–29, 2019, doi: 10.1038/s41591-018-0316-z.
- [2] A. Rajkomar, J. Dean, and I. Kohane, “Machine Learning in Medicine,” *N. Engl. J. Med.*, vol. 380, no. 14, pp. 1347–1358, 2019, doi: 10.1056/nejmra1814259.
- [3] P. Lakhani and B. Sundaram, “Deep learning at chest radiography: Automated classification of pulmonary tuberculosis by using convolutional neural networks,” *Radiology*, vol. 284, no. 2, pp. 574–582, 2017, doi: 10.1148/radiol.2017162326.
- [4] Y. Liu *et al.*, “Detecting Cancer Metastases on Gigapixel Pathology Images,” pp. 1–13, 2017, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1703.02442>
- [5] S. Nurmaini *et al.*, “Deep Learning for Improving the Effectiveness of Routine Prenatal Screening for Major Congenital Heart Diseases,” *J. Clin. Med.*, vol. 11, no. 21, 2022, doi: 10.3390/jcm11216454.
- [6] R. R. Selvaraju, M. Cogswell, A. Das, R. Vedantam, D. Parikh, and D. Batra, “Grad-CAM: Visual Explanations from Deep Networks via Gradient-Based Localization,” *Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Vis.*, vol. 2017-Octob, pp. 618–626, 2017, doi: 10.1109/ICCV.2017.74.
- [7] J. E. Luján-García, C. Yáñez-Márquez, Y. Villuendas-Rey, and O. Camacho-Nieto, “A transfer learning method for pneumonia classification and visualization,” *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 8, 2020, doi: 10.3390/AP10082908.
- [8] P. Gavali and J. S. Banu, *Deep Convolutional Neural Network for Image Classification on CUDA Platform*. Elsevier Inc., 2019. doi: 10.1016/b978-0-12-816718-2.00013-0.
- [9] W. Jin, “Research on Machine Learning and Its Algorithms and Development,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1544, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1544/1/012003.
- [10] M. Ziyad, “Artificial Intelligence Definition, Ethics and Standards,” *Artif. Intell. Defin. Ethics Stand.*, pp. 1–11, 2019.
- [11] A. Roihan, P. A. Sunarya, and A. S. Rafika, “Pemanfaatan Machine Learning

- dalam Berbagai Bidang: Review paper,” *IJCIT (Indonesian J. Comput. Inf. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 75–82, 2020, doi: 10.31294/ijcit.v5i1.7951.
- [12] W. J. Zhang, G. Yang, Y. Lin, C. Ji, and M. M. Gupta, “On Definition of Deep Learning,” *World Autom. Congr. Proc.*, vol. 2018-June, pp. 232–236, 2018, doi: 10.23919/WAC.2018.8430387.
- [13] M. R. Alwanda, R. P. K. Ramadhan, and D. Alamsyah, “Implementasi Metode Convolutional Neural Network Menggunakan Arsitektur LeNet-5 untuk Pengenalan Doodle,” *J. Algoritm.*, vol. 1, no. 1, pp. 45–56, 2020, doi: 10.35957/algoritme.v1i1.434.
- [14] M. Sandler, A. Howard, M. Zhu, and A. Zhmoginov, “Sandler_MobileNetV2_Inverted_Residuals_CVPR_2018_paper.pdf,” pp. 4510–4520, 2018.
- [15] Q. Ji, J. Huang, W. He, and Y. Sun, “Optimized deep convolutional neural networks for identification of macular diseases from optical coherence tomography images,” *Algorithms*, vol. 12, no. 3, pp. 1–12, 2019, doi: 10.3390/a12030051.
- [16] L. Tariciotti *et al.*, “A Deep Learning Model for Preoperative Differentiation of Glioblastoma, Brain Metastasis and Primary Central Nervous System Lymphoma: A Pilot Study,” *Front. Oncol.*, vol. 12, no. February, 2022, doi: 10.3389/fonc.2022.816638.
- [17] E. Mocsari and S. S. Stone, “Colostrum IgA, IgG, and IgM-IgA fractions as fluorescent antibody for the detection of the coronavirus of transmissible gastroenteritis,” *Am. J. Vet. Res.*, vol. 39, no. 9, pp. 1442–1446, 1978.
- [18] Q. Wang *et al.*, “A Two-Stage Low-Altitude Remote Sensing Papaver Somniferum Image Detection System Based on YOLOv5s+DenseNet121,” *Remote Sens.*, vol. 14, no. 8, 2022, doi: 10.3390/rs14081834.
- [19] H. Nori, S. Jenkins, P. Koch, and R. Caruana, “InterpretML: A Unified Framework for Machine Learning Interpretability,” pp. 1–8, 2019, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1909.09223>
- [20] R. R. Selvaraju, M. Cogswell, A. Das, R. Vedantam, D. Parikh, and D. Batra, “Grad-CAM: Visual Explanations from Deep Networks via Gradient-Based Localization,” *Int. J. Comput. Vis.*, vol. 128, no. 2, pp. 336–359, 2020, doi:

10.1007/s11263-019-01228-7.

- [21] J. Wu, X. Y. Chen, H. Zhang, L. D. Xiong, H. Lei, and S. H. Deng, "Hyperparameter optimization for machine learning models based on Bayesian optimization," *J. Electron. Sci. Technol.*, vol. 17, no. 1, pp. 26–40, 2019, doi: 10.11989/JEST.1674-862X.80904120.
- [22] M. Wasil, H. Harianto, and F. Fathurrahman, "Pengaruh Epoch pada Akurasi menggunakan Convolutional Neural Network untuk Klasifikasi fashion dan Furniture," *Infotek J. Inform. dan Teknol.*, vol. 5, no. 1, pp. 53–61, 2022, doi: 10.29408/jit.v5i1.4393.
- [23] I. Kandel and M. Castelli, "The effect of batch size on the generalizability of the convolutional neural networks on a histopathology dataset," *ICT Express*, vol. 6, no. 4, pp. 312–315, 2020, doi: 10.1016/j.ict.2020.04.010.
- [24] dkk Indrasetianigsih, "Aplikasi Metode Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Data Indeks Harga Saham," *Statistik*, vol. 4, no. 2, pp. 2–7, 2016.
- [25] R. Sameni, "Extraction of Fetal Cardiac Signals from an Array of Reza Sameni To cite this version : HAL Id : tel-00373361 Extraction of Fetal Cardiac Signals from an Array of Maternal Abdominal Recordings," 2009.
- [26] E. Rodríguez *et al.*, "We are IntechOpen , the world ' s leading publisher of Open Access books Built by scientists , for scientists TOP 1 %," *Intech*, vol. 32, no. tourism, pp. 137–144, 1989, [Online]. Available: <https://www.intechopen.com/books/advanced-biometric-technologies/liveness-detection-in-biometrics>
- [27] L. Liu *et al.*, "Prenatal echocardiographic classification and prognostic evaluation strategy in fetal pulmonary atresia with intact ventricular septum," *Medicine (Baltimore)*, vol. 98, no. 42, p. e17492, 2019, doi: 10.1097/MD.00000000000017492.
- [28] L. Hapuoja, O. Kretschmar, V. Rousson, H. Dave, N. Naef, and B. Latal, "Somatic growth in children with congenital heart disease at 10 years of age: Risk factors and longitudinal growth," *Early Hum. Dev.*, vol. 156, p. 105349, 2021, doi: 10.1016/j.earlhumdev.2021.105349.
- [29] N. P. Wirantari, E. Gunawijaya, and N. P. V. K. Yantie, "Cost analysis of

congenital heart disease patients who underwent diagnostic catheterization,”
Paediatr. Indones. Indones., vol. 60, no. 5, pp. 244–252, 2020, doi:
10.14238/pi60.5.2020.244-52.