

**KLASIFIKASI DAN VISUALISASI ENAM KELAS  
ABNORMALITAS JANTUNG JANIN  
MENGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL  
NETWORK* DAN *GUIDED BACKPROPAGATION***

**SKRIPSI**

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



**OLEH:**

**DEWA PURNAMA HIDAYATULLAH**

**09011181924009**

**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 GUIDED  
BACKPROPAGATION**

**SKRIPSI**

**Program Studi Sistem Komputer**

**Jenjang S1**

**Oleh:**


**DEWA PURNAMA HIDAYATULLAH**

**09011181924009**

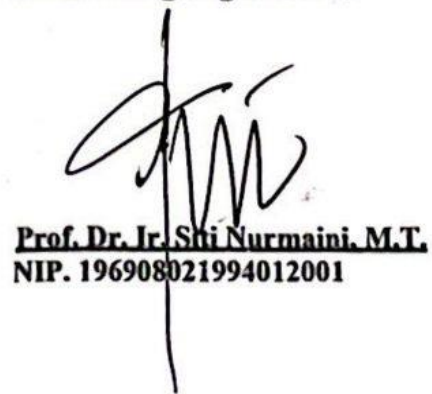
**Palembang, <sup>25/7</sup>10 Juni 2023**

**Mengetahui**

**Ketua Jurusan Sistem Komputer**

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

**Pembimbing Tugas Akhir,**

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

## HALAMAN PERSETUJUAN

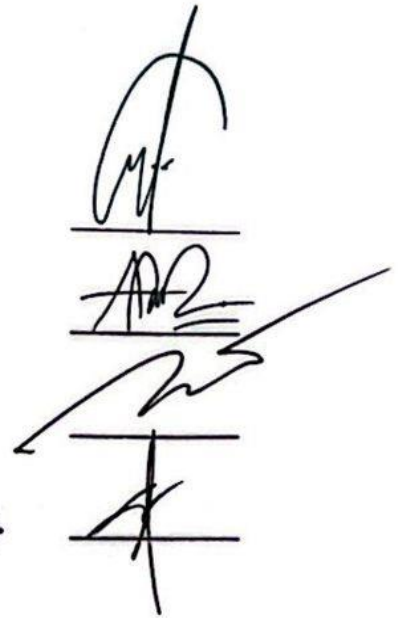
Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 6 Juli 2023

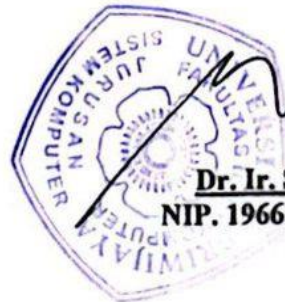
Tim Penguji :

1. Ketua : Dr. Ahmad Zarkasi, M.T.
2. Sekretaris : Aditya Putra Perdana P., M.T.
3. Penguji : Rossi Passarella, M. Eng.
4. Pembimbing : Prof. Ir. Siti Nurmaini, M.T., Ph.D.



Mengetahui, 2/7/23

Ketua Jurusan Sistem Komputer



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

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dewa Purnama Hidayatullah

NIM : 09011181924009

Judul : Klasifikasi dan Visualisasi Enam Kelas Abnormalitas Jantung Janin  
Menggunakan *Convolutional Neural Network* dan *Guided Backpropagation*

Hasil Pengecekan Software Turnitin : 11%

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.



Palembang, Juli 2023



**Dewa Purnama Hidayatullah**

**NIM. 09011181924009**

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahilahirabbil'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 *Guided Backpropagation*".

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 maupundukungan lainnya.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. M. Said, M. Sc, selaku Plt. Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Ir. Sukemi M.T. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Prof. Ir. Siti Nurmaini, M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing, memberikan saran dan motivasi serta bimbingan terbaik untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Ahmad Fali Oklilas, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik jurusan Sistem Komputer.
7. Mbak Ade Iriani Sapitri, M.Kom. yang selalu memberikan bantuan, saran dan motivasi untuk penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
8. Seluruh mentor di laboratorium Intelligent System Research Group

(ISysRG) Unsri.

9. Terima kasih kepada Intelligent System Research Group (ISysRG) atas bantuan infrastruktur dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
10. Robi Afriansya, M. Hafizh Permana, Icha Dwi Marsella, Widya Rohadatul Ais'sy, Siti Luthfia Unigha, Rayhan Dzaki Fadhlurrahman, M. Alana, M. Hadyan Qodri, M. Andika Maulana yang senantiasa menghibur, memberikan warna, dukungan, dan motivasi untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Teman-teman seperjuangan di Intelligent System Research Group yang selalu menyemangati satu sama lain dan saling membantu agar dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

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

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

Palembang, 10 Juni 2023

Penulis,

Dewa Purnama Hidayatullah  
Nim. 09011181924009

**Klasifikasi dan Visualisasi Enam Kelas Abnormalitas Jantung Janin  
Menggunakan *Convolutional Neural Network* dan *Guided Backpropagation***

**Dewa Purnama Hidayatullah (09011181924009)**

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : [dewapurnama009@gmail.com](mailto:dewapurnama009@gmail.com)

**ABSTRAK**

Penelitian ini menyajikan dan menganalisa teknik deep learning untuk melakukan klasifikasi abnormalitas pada citra jantung janin. Penelitian ini membandingkan empat arsitektur convolutional neural network (CNN) untuk memilih arsitektur terbaik dengan hasil yang memuaskan, serta melakukan visualisasi menggunakan metode guided backpropagation untuk memberikan wawasan terkait bagian citra yang berperan dalam proses klasifikasi. Arsitektur Xception memiliki performa klasifikasi terbaik dengan akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas pada data validasi yaitu 100%, 100%, dan 100%, secara berurutan dan 90,2%, 65,7%, dan 94,2% pada data unseen, secara berurutan. Model yang diusulkan menghasilkan hasil yang memuaskan, yang berarti bahwa model ini dapat mendukung ahli jantung janin untuk menginterpretasikan keputusan untuk meningkatkan diagnostik abnormalitas pada citra jantung janin.

**Kata Kunci :** *Convolutional Neural Networks (CNN), Guided Backpropagation, Classification, Citra Jantung Janing, Abnormalitas.*

***Classification and Visualization of Six Class Fetal Heart Abnormalities Using Convolutional Neural Network and Guided Backpropagation***

**Dewa Purnama Hidayatullah (09011181924009)**

*Computer System Department, Computer Science Faculty, Sriwijaya University*

Email : [dewapurnama009@gmail.com](mailto:dewapurnama009@gmail.com)

***ABSTRACT***

*This study presents and analyzes deep learning techniques to classify abnormalities in fetal heart images. This research compares four convolutional neural network (CNN) architectures to choose the best architecture with satisfactory results, and performs visualization using the guided backpropagation method to provide insight regarding the part of the image that plays a role in the classification process. Xception architecture has the best classification performance with accuracy, sensitivity and specifications on validation data were 100%, 100%, and 100%, respectively and 90.2%, 65.7%, and 94.2% on unseen data, respectively. The proposed model yields satisfactory results, which means this model can support fetal cardiologists to interpret decisions to improve diagnostic abnormalities on fetal heart images.*

***Keywords :*** *Convolutional Neural Networks (CNN), Guided Backpropagation, Classification, Fetal Heart Images, Abnormalities.*



# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.1 Rumusan dan Batasan Masalah.....	2
1.1.1 Perumusan Masalah .....	2
1.1.1 Batasan Masalah .....	2
1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	3
1.2.1 Tujuan Penelitian .....	3
1.2.2 Manfaat Penelitian .....	3
1.3 Metode Penelitian .....	3
1. Metode Pertama (Persiapan Data).....	3
2. Metode Kedua (Pra Pengolahan Data).....	3
3. Metode Ketiga (Pelatihan Data).....	3
4. Tahapan Keempat (Evaluasi) .....	4
5. Metode Kelima (Visualisasi) .....	4
6. Metode Keenam (Analisis dan Kesimpulan) .....	4
1.4 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II</b> .....	<b>5</b>
2.1 Klasifikasi Citra .....	5
2.2 <i>Machine Learning</i> .....	5
2.3 <i>Deep Learning</i> .....	6
2.4 <i>Convolutional Neural Network</i> .....	6
2.5 <i>Explainable AI</i> .....	7
2.6 <i>Guided Backpropagation</i> .....	8
2.8 Evaluasi kinerja.....	9
<b>BAB III</b> .....	<b>11</b>
3.1 Pendahuluan.....	11
3.2 Kerangka kerja .....	11

3.3	Studi Literatur .....	12
3.4	Persiapan data .....	13
3.5	Pra-pengolahan data .....	16
3.6	Training Data .....	18
3.6.1	Menentukan Arsitektur CNN .....	19
3.6.2	ResNet50.....	19
3.6.3	VGG16.....	19
3.6.4	Xception.....	19
3.6.5	DenseNet121 .....	20
3.7	Tuning hyperparameter .....	20
3.8	Evaluasi.....	20
3.9	Analisa dan Hasil .....	21
3.10	Visualisasi <i>Guided Backpropagation</i> .....	21
3.11	Visualisasi <i>Guided Gradcam</i> .....	21
3.12	Kesimpulan .....	21
3.13	Lingkungan Perangkat Keras Dan Perangkat Lunak .....	22
<b>BAB IV</b>	<b>.....</b>	<b>23</b>
4.1.	Pendahuluan.....	23
4.2.	Hasil Tuning Hyperparameter .....	23
4.2.1	ResNet50.....	23
4.2.2	Tabel Performa Akurasi dan Loss Hyperparameter Tuning ResNet50.....	41
4.2.3	Tabel Evaluasi Kinerja Hyperparameter Tuning ResNet50.....	45
4.2.4	VGG16.....	46
4.2.5	Tabel Performa Akurasi dan Loss Hyperparameter Tuning VGG16.....	64
4.2.6	Tabel Evaluasi Kinerja Hyperparameter Tuning VGG16.....	68
4.2.7	Xception.....	69
4.2.8	Tabel Performa Akurasi dan Loss Hyperparameter Tuning Xception.....	87
4.2.9	Tabel Evaluasi Kinerja Hyperparameter Tuning Xception.....	90
4.2.10	DenseNet121 .....	92
4.2.11	Tabel Performa Akurasi dan Loss Hyperparameter Tuning DenseNet121 110	
4.2.12	Tabel Evaluasi Kinerja Hyperparameter Tuning DenseNet121.....	114
4.3.	Hasil Hyperparameter Tuning Model CNN.....	115
4.4.	Visualisasi Guided Backpropagation .....	116
4.5.	Visualisasi Guided Gradcam.....	118
4.6.	Hasil Klasifikasi Data Unseen pada Kelas Abnormalitas Jantung Janin ....	120
4.6.1	Uji Unseen Menggunakan Model ResNet50.....	120
4.6.2	Tabel Performa Uji Unseen ResNet50.....	138

4.6.3	Uji Unseen Menggunakan Model VGG16.....	139
4.6.4	Tabel Performa Hyperparameter Tuning VGG16.....	148
4.6.5	Uji Unseen Menggunakan Model Xception.....	149
4.6.6	Tabel Evaluasi Kinerja Hyperparameter Tuning Xception.....	163
4.6.7	Uji Unseen Menggunakan Model DenseNet121.....	164
4.6.8	Tabel Evaluasi Kinerja Uji Unseen Model DenseNet121 .....	182
4.7.	Hasil Uji Unseen Model CNN .....	183
4.8.	Visualisasi Data Unseen Menggunakan Model Terbaik.....	184
<b>BAB V</b>	.....	<b>187</b>
5.1	Kesimpulan .....	187
5.2	Saran .....	187
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>188</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Kerangka Kerja Penelitian.....	12
Gambar 4.1 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 50 BS8 LR 0.01.....	24
Gambar 4.2 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 50 BS8 LR 0.001.....	26
Gambar 4.3 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 50 BS8 LR 0.0001.....	27
Gambar 4.4 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 100 BS8 LR 0.01.....	29
Gambar 4.5 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 100 BS8 LR 0.001.....	30
Gambar 4.6 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 100 BS8 LR 0.0001.....	32
Gambar 4.7 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 50 BS16 LR 0.01.....	33
Gambar 4.8 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 50 BS16 LR 0.001.....	35
Gambar 4.9 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 50 BS16 LR 0.0001.....	36
Gambar 4.10 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 100 BS16 LR 0.01.....	38
Gambar 4.11 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 100 BS16 LR 0.001.....	39
Gambar 4.12 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 100 BS16 LR 0.0001.....	41
Gambar 4.13 Confusion Matrix VGG16 Epoch 50 BS8 LR 0.01.....	47
Gambar 4.14 Confusion Matrix VGG16 Epoch 50 BS8 LR 0.001.....	49
Gambar 4.15 Confusion Matrix VGG16 Epoch 50 BS8 LR 0.0001.....	50
Gambar 4.16 Confusion Matrix VGG16 Epoch 100 BS8 LR 0.01.....	52
Gambar 4.17 Confusion Matrix VGG16 Epoch 100 BS8 LR 0.001.....	53
Gambar 4.18 Confusion Matrix VGG16 Epoch 100 BS8 LR 0.0001.....	55
Gambar 4.19 Confusion Matrix VGG16 Epoch 50 BS16 LR 0.01.....	56
Gambar 4.20 Confusion Matrix VGG16 Epoch 50 BS16 LR 0.001.....	58
Gambar 4.21 Confusion Matrix VGG16 Epoch 50 BS16 LR 0.0001.....	59
Gambar 4.22 Confusion Matrix VGG16 Epoch 100 BS16 LR 0.01.....	61
Gambar 4.23 Confusion Matrix VGG16 Epoch 100 BS16 LR 0.001.....	62
Gambar 4.24 Confusion Matrix VGG16 Epoch 100 BS16 LR 0.0001.....	64
Gambar 4.25 Confusion Matrix Xception Epoch 50 BS8 LR 0.01.....	70
Gambar 4.26 Confusion Matrix Xception Epoch 50 BS8 LR 0.001.....	72
Gambar 4.27 Confusion Matrix Xception Epoch 50 BS8 LR 0.0001.....	73
Gambar 4.28 Confusion Matrix Xception Epoch 100 BS8 LR 0.01.....	75
Gambar 4.29 Confusion Matrix Xception Epoch 100 BS8 LR 0.001.....	76
Gambar 4.30 Confusion Matrix Xception Epoch 100 BS8 LR 0.0001.....	78

Gambar 4.31 Confusion Matrix Xception Epoch 50 BS16 LR 0.01.....	79
Gambar 4.32 Confusion Matrix Xception Epoch 50 BS16 LR 0.001.....	81
Gambar 4.33 Confusion Matrix Xception Epoch 50 BS16 LR 0.0001.....	82
Gambar 4.34 Confusion Matrix Xception Epoch 100 BS16 LR 0.01.....	84
Gambar 4.35 Confusion Matrix Xception Epoch 100 BS16 LR 0.001.....	85
Gambar 4.36 Confusion Matrix Xception Epoch 100 BS16 LR 0.0001.....	87
Gambar 4.37 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 50 BS8 LR 0.01.....	93
Gambar 4.38 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 50 BS8 LR 0.001.....	95
Gambar 4.39 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 50 BS8 LR 0.0001.....	96
Gambar 4.40 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 100 BS8 LR 0.01.....	98
Gambar 4.41 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 100 BS8 LR 0.001.....	99
Gambar 4.42 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 100 BS8 LR 0.0001.....	101
Gambar 4.43 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 50 BS16 LR 0.01.....	102
Gambar 4.44 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 50 BS16 LR 0.001.....	104
Gambar 4.45 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 50 BS16 LR 0.0001.....	105
Gambar 4.46 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 100 BS16 LR 0.01.....	107
Gambar 4.47 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 100 BS16 LR 0.001.....	108
Gambar 4.48 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 100 BS16 LR 0.0001.....	110
Gambar 4.49 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 50 BS8 LR 0.01.....	121
Gambar 4.50 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 50 BS8 LR 0.001.....	123
Gambar 4.51 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 50 BS8 LR 0.0001.....	124
Gambar 4.52 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 100 BS8 LR 0.01.....	126
Gambar 4.53 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 100 BS8 LR 0.001.....	127
Gambar 4.54 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 100 BS8 LR 0.0001.....	129
Gambar 4.55 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 50 BS16 LR 0.01.....	130
Gambar 4.56 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 50 BS16 LR 0.001.....	132
Gambar 4.57 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 50 BS16 LR 0.0001.....	133
Gambar 4.58 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 100 BS16 LR 0.01.....	135
Gambar 4.59 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 100 BS16 LR 0.001.....	136
Gambar 4.60 Confusion Matrix ResNet50 Epoch 100 BS16 LR 0.0001.....	138
Gambar 4.61 Confusion Matrix VGG16 Epoch 50 BS8 LR 0.001.....	140
Gambar 4.62 Confusion Matrix VGG16 Epoch 50 BS8 LR 0.0001.....	142

Gambar 4.63 Confusion Matrix VGG16 Epoch 100 BS8 LR 0.0001.....	143
Gambar 4.64 Confusion Matrix VGG16 Epoch 50 BS16 LR 0.0001.....	145
Gambar 4.65 Confusion Matrix VGG16 Epoch 100 BS16 LR 0.001.....	146
Gambar 4.66 Confusion Matrix VGG16 Epoch 100 BS16 LR 0.0001.....	148
Gambar 4.67 Confusion Matrix Xception Epoch 50 BS8 LR 0.01.....	150
Gambar 4.68 Confusion Matrix Xception Epoch 50 BS8 LR 0.001.....	152
Gambar 4.69 Confusion Matrix Xception Epoch 50 BS8 LR 0.0001.....	153
Gambar 4.70 Confusion Matrix Xception Epoch 100 BS8 LR 0.01.....	155
Gambar 4.71 Confusion Matrix Xception Epoch 100 BS8 LR 0.001.....	156
Gambar 4.72 Confusion Matrix Xception Epoch 50 BS16 LR 0.01.....	157
Gambar 4.73 Confusion Matrix Xception Epoch 50 BS16 LR 0.0001.....	159
Gambar 4.74 Confusion Matrix Xception Epoch 100 BS16 LR 0.01.....	160
Gambar 4.75 Confusion Matrix Xception Epoch 100 BS16 LR 0.001.....	162
Gambar 4.76 Confusion Matrix Xception Epoch 100 BS16 LR 0.0001.....	163
Gambar 4.77 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 50 BS8 LR 0.01.....	166
Gambar 4.78 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 50 BS8 LR 0.001.....	167
Gambar 4.79 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 50 BS8 LR 0.0001.....	169
Gambar 4.80 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 100 BS8 LR 0.01.....	170
Gambar 4.81 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 100 BS8 LR 0.001.....	172
Gambar 4.82 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 100 BS8 LR 0.0001.....	173
Gambar 4.83 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 50 BS16 LR 0.01.....	175
Gambar 4.84 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 50 BS16 LR 0.001.....	176
Gambar 4.85 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 50 BS16 LR 0.0001.....	178
Gambar 4.86 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 100 BS16 LR 0.01.....	179
Gambar 4.87 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 100 BS16 LR 0.001.....	181
Gambar 4.88 Confusion Matrix DenseNet121 Epoch 100 BS16 LR 0.0001.....	182

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Jantung Janin.....	13
Tabel 3.2 Data Rekam Medis Jantung Janin.....	15
Tabel 3.3 Jumlah Data Unseen.....	17
Tabel 3.4 Jumlah Data Penelitian Jantung Janin.....	18
Tabel 3.5 Pembagian Data Training dan Testing.....	18
Tabel 3.6 Spesifisitas Perangkat Keras.....	22
Tabel 3.7 Spesifisitas Perangkat Lunak.....	22
Tabel 4.1 Hasil Validasi ResNet50 Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.01...	23
Tabel 4.2 Hasil Validasi ResNet50 Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.001.	25
Tabel 4.3 Hasil Validasi ResNet50 Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.0001.....	26
Tabel 4.4 Hasil Validasi ResNet50 Epoch 100 Batch Size 8 Learning Rate 0.01.	28
Tabel 4.5 Hasil Validasi ResNet50 Epoch 100 Batch Size 8 Learning Rate 0.001.....	29
Tabel 4.6 Hasil Validasi ResNet50 Epoch 100 Batch Size 8 Learning Rate 0.0001.....	30
Tabel 4.7 Hasil Validasi ResNet50 Epoch 50 Batch Size 16 Learning Rate 0.01.	32
Tabel 4.8 Hasil Validasi ResNet50 Epoch 50 Batch Size 16 Learning Rate 0.001.....	33
Tabel 4.9 Hasil Validasi ResNet50 Epoch 50 Batch Size 16 Learning Rate 0.0001.....	35
Tabel 4.10 Hasil Validasi ResNet50 Epoch 100 Batch Size 16 Learning Rate 0.01.....	36
Tabel 4.11 Hasil Validasi ResNet50 Epoch 100 Batch Size 16 Learning Rate 0.001.....	38
Tabel 4.12 Hasil Validasi ResNet50 Epoch 100 Batch Size 16 Learning Rate 0.0001.....	40
Tabel 4.13 Performa Akurasi dan Loss Hyperparameter Tuning ResNet50.....	41
Tabel 4.14 Evaluasi Kinerja Hyperparameter Tuning ResNet50.....	45
Tabel 4.15 Hasil Training VGG16 Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.01....	46

Tabel 4.16 Hasil Training VGG16 Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.001..	48
Tabel 4.17 Hasil Training VGG16 Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.0001.....	49
Tabel 4.18 Hasil Training VGG16 Epoch 100 Batch Size 8 Learning Rate 0.01..	50
Tabel 4.19 Hasil Training VGG16 Epoch 100 Batch Size 8 Learning Rate 0.001.....	52
Tabel 4.20 Hasil Training VGG16 Epoch 100 Batch Size 8 Learning Rate 0.0001.....	54
Tabel 4.21 Hasil Training VGG16 Epoch 50 Batch Size 16 Learning Rate 0.01..	55
Tabel 4.22 Hasil Training VGG16 Epoch 50 Batch Size 16 Learning Rate 0.001.....	57
Tabel 4.23 Hasil Training VGG16 Epoch 50 Batch Size 16 Learning Rate 0.0001.....	58
Tabel 4.24 Hasil Training VGG16 Epoch 100 Batch Size 16 Learning Rate 0.01.....	59
Tabel 4.25 Hasil Training VGG16 Epoch 100 Batch Size 16 Learning Rate 0.001.....	61
Tabel 4.26 Hasil Training VGG16 Epoch 100 Batch Size 16 Learning Rate 0.0001.....	62
Tabel 4.27 Performa Akurasi dan Loss Hyperparameter Tuning VGG16.....	64
Tabel 4.28 Evaluasi Kinerja Hyperparameter Tuning VGG16.....	68
Tabel 4.29 Hasil Training Xception Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.01..	69
Tabel 4.30 Hasil Training Xception Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.001.....	71
Tabel 4.31 Hasil Training Xception Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.0001.....	72
Tabel 4.32 Hasil Training Xception Epoch 100 Batch Size 8 Learning Rate 0.01.....	74
Tabel 4.33 Hasil Training Xception Epoch 100 Batch Size 8 Learning Rate 0.001.....	75
Tabel 4.34 Hasil Training Xception Epoch 100 Batch Size 8 Learning Rate 0.0001.....	77



Tabel 4.35 Hasil Training Xception Epoch 50 Batch Size 16 Learning Rate 0.01.....	78
Tabel 4.36 Hasil Training Xception Epoch 50 Batch Size 16 Learning Rate 0.001.....	80
Tabel 4.37 Hasil Training Xception Epoch 50 Batch Size 16 Learning Rate 0.0001.....	81
Tabel 4.38 Hasil Training Xception Epoch 100 Batch Size 16 Learning Rate 0.01.....	83
Tabel 4.39 Hasil Training Xception Epoch 100 Batch Size 16 Learning Rate 0.001.....	84
Tabel 4.40 Hasil Training Xception Epoch 100 Batch Size 16 Learning Rate 0.0001.....	86
Tabel 4.41 Performa Akurasi dan Loss Hyperparameter Tuning Xception.....	87
Tabel 4.42 Evaluasi Kinerja Hyperparameter Tuning Xception.....	91
Tabel 4.43 Hasil Training DenseNet121 Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.01.....	92
Tabel 4.44 Hasil Training DenseNet121 Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.001.....	94
Tabel 4.45 Hasil Training DenseNet121 Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.0001.....	95
Tabel 4.46 Hasil Training DenseNet121 Epoch 100 Batch Size 8 Learning Rate 0.01.....	97
Tabel 4.47 Hasil Training DenseNet121 Epoch 100 Batch Size 8 Learning Rate 0.001.....	98
Tabel 4.48 Hasil Training DenseNet121 Epoch 100 Batch Size 8 Learning Rate 0.0001.....	100
Tabel 4.49 Hasil Training DenseNet121 Epoch 50 Batch Size 16 Learning Rate 0.01.....	101
Tabel 4.50 Hasil Training DenseNet121 Epoch 50 Batch Size 16 Learning Rate 0.001.....	103
Tabel 4.51 Hasil Training DenseNet121 Epoch 50 Batch Size 16 Learning Rate 0.0001.....	104

Tabel 4.52 Hasil Training DenseNet121 Epoch 100 Batch Size 16 Learning Rate 0.01.....	106
Tabel 4.53 Hasil Training DenseNet121 Epoch 100 Batch Size 16 Learning Rate 0.001.....	107
Tabel 4.54 Hasil Training DenseNet121 Epoch 100 Batch Size 16 Learning Rate 0.0001.....	109
Tabel 4.55 Performa Akurasi dan Loss Hyperparameter Tuning DenseNet121..	110
Tabel 4.56 Evaluasi Kinerja Hyperparameter Tuning DenseNet121 .....	114
Tabel 4.57 Hasil Hyperparameter Tuning Model CNN.....	115
Tabel 4.58 Visualisasi Guided Backpropagation.....	116
Tabel 4.59 Visualisasi Guided Gradcam.....	118
Tabel 4.60 Jumlah Data Unseen Setiap Kelas Penyakit.....	120
Tabel 4.61 Hasil Uji Unseen ResNet50 Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.01.....	120
Tabel 4.62 Hasil Uji Unseen ResNet50 Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.001.....	122
Tabel 4.63 Hasil Uji Unseen ResNet50 Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.0001.....	123
Tabel 4.64 Hasil Uji Unseen ResNet50 Epoch 100 Batch Size 8 Learning Rate 0.0.....	125
Tabel 4.65 Hasil Uji Unseen ResNet50 Epoch 100 Batch Size 8 Learning Rate 0.001.....	126
Tabel 4.66 Hasil Uji Unseen ResNet50 Epoch 100 Batch Size 8 Learning Rate 0.0001.....	127
Tabel 4.67 Hasil Uji Unseen ResNet50 Epoch 50 Batch Size 16 Learning Rate 0.01.....	129
Tabel 4.68 Hasil Uji Unseen ResNet50 Epoch 50 Batch Size 16 Learning Rate 0.001.....	130
Tabel 4.69 Hasil Uji Unseen ResNet50 Epoch 50 Batch Size 16 Learning Rate 0.0001.....	132
Tabel 4.70 Hasil Uji Unseen ResNet50 Epoch 100 Batch Size 16 Learning Rate 0.01.....	133

Tabel 4.71 Hasil Uji Unseen ResNet50 Epoch 100 Batch Size 16 Learning Rate 0.001.....	135
Tabel 4.72 Hasil Uji Unseen ResNet50 Epoch 100 Batch Size 16 Learning Rate 0.0001.....	136
Tabel 4.73 Evaluasi Kinerja Uji Unseen ResNet50.....	138
Tabel 4.74 Hasil Uji Unseen VGG16 Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.001.....	139
Tabel 4.75 Hasil Uji Unseen VGG16 Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.0001.....	141
Tabel 4.76 Hasil Uji Unseen VGG16 Epoch 100 Batch Size 8 Learning Rate 0.0001.....	142
Tabel 4.77 Hasil Uji Unseen VGG16 Epoch 50 Batch Size 16 Learning Rate 0.0001.....	144
Tabel 4.78 Hasil Uji Unseen VGG16 Epoch 100 Batch Size 16 Learning Rate 0.001.....	145
Tabel 4.79 Hasil Uji Unseen VGG16 Epoch 100 Batch Size 16 Learning Rate 0.0001.....	146
Tabel 4.80 Hasil dan Analisa Uji Unseen VGG16.....	148
Tabel 4.81 Hasil Uji Unseen Xception Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.01.....	149
Tabel 4.82 Hasil Uji Unseen Xception Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.001.....	150
Tabel 4.83 Hasil Uji Unseen Xception Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.0001.....	152
Tabel 4.84 Hasil Uji Unseen Xception Epoch 100 Batch Size 8 Learning Rate 0.01.....	153
Tabel 4.85 Hasil Uji Unseen Xception Epoch 100 Batch Size 8 Learning Rate 0.001.....	155
Tabel 4.86 Hasil Uji Unseen Xception Epoch 50 Batch Size 16 Learning Rate 0.01.....	156
Tabel 4.87 Hasil Uji Unseen Xception Epoch 50 Batch Size 16 Learning Rate 0.00.....	158

Tabel 4.88 Hasil Uji Unseen Xception Epoch 100 Batch Size 16 Learning Rate 0.01.....	159
Tabel 4.89 Hasil Uji Unseen Xception Epoch 100 Batch Size 16 Learning Rate 0.001.....	161
Tabel 4.90 Hasil Uji Unseen Xception Epoch 100 Batch Size 16 Learning Rate 0.0001.....	162
Tabel 4.91 Evaluasi dan Analisa Data Unseen Xception.....	164
Tabel 4.92 Hasil Uji Unseen DenseNet121 Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.01.....	165
Tabel 4.93 Hasil Uji Unseen DenseNet121 Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.001.....	166
Tabel 4.94 Hasil Uji Unseen DenseNet121 Epoch 50 Batch Size 8 Learning Rate 0.0001.....	167
Tabel 4.95 Hasil Uji Unseen DenseNet121 Epoch 100 Batch Size 8 Learning Rate 0.01.....	169
Tabel 4.96 Hasil Uji Unseen DenseNet121 Epoch 100 Batch Size 8 Learning Rate 0.001.....	170
Tabel 4.97 Hasil Uji Unseen DenseNet121 Epoch 100 Batch Size 8 Learning Rate 0.0001.....	172
Tabel 4.98 Hasil Uji Unseen DenseNet121 Epoch 50 Batch Size 16 Learning Rate 0.01.....	173
Tabel 4.99 Hasil Uji Unseen DenseNet121 Epoch 50 Batch Size 16 Learning Rate 0.001.....	175
Tabel 4.100 Hasil Uji Unseen DenseNet121 Epoch 50 Batch Size 16 Learning Rate 0.0001.....	177
Tabel 4.101 Hasil Uji Unseen DenseNet121 Epoch 100 Batch Size 16 Learning Rate 0.01.....	181
Tabel 4.102 Hasil Uji Unseen DenseNet121 Epoch 100 Batch Size 16 Learning Rate 0.001.....	183
Tabel 4.103 Hasil Uji Model CNN.....	184
Tabel 4.104 Visualisasi Data Unseen .....	184

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Machine Learning* (ML) merupakan sebuah metode kecerdasan buatan yang banyak diterapkan dalam mengatasi berbagai permasalahan. *Machine learning* merupakan konsep dimana komputer diprogram untuk belajar mengenai tugas-tugas tertentu sehingga komputer bisa membuat komputer mengenali pola-pola tertentu untuk membuat sebuah keputusan [1]. Salah satu contoh penerapan machine learning yaitu digunakan untuk melakukan klasifikasi pada objek untuk mempercepat pengambilan keputusan. Selain itu, *machine learning* banyak digunakan pada bidang yang lain seperti keuangan, perdagangan, transportasi, dan lain-lain. Penerapan *machine learning* tidak hanya sebatas pada klasifikasi, namun juga pada penerapan lain seperti objek deteksi dan segmentasi [2].

Pada penelitian kali ini, penerapan *machine learning* akan dilakukan untuk melakukan klasifikasi pada citra medis jantung janin. Pada beberapa tahun terakhir ini, *machine learning* sudah marak digunakan dalam melakukan klasifikasi objek karena kemampuannya yang akurat. Algoritma *machine learning* sangat tepat dalam melakukan proses seperti deteksi dan klasifikasi [3] [4]. Tujuan dari pekerjaan ini adalah untuk memberikan kerangka kerja otomatis untuk klasifikasi jantung janin apakah termasuk ke dalam kelas abnormalitas atau tidak [5]. Adapun algoritma yang digunakan pada proses klasifikasi ini adalah Convolutional Neural Network (CNN). Algoritma ini merupakan jenis neural network yang biasa digunakan pada data citra [6][7]. Convolutional Neural Network atau singkatnya CNN, adalah jenis model jaringan saraf khusus yang dirancang untuk bekerja dengan data gambar dua dimensi, meskipun mereka dapat digunakan dengan data satu dimensi dan tiga dimensi. CNN ini umumnya digunakan dengan menggunakan data dengan jumlah yang besar untuk menghasilkan akurasi yang lebih maksimal.

Saat melakukan klasifikasi citra menggunakan *machine learning*, diperlukan sebuah *explainable artificial intelligence* untuk menjelaskan model yang telah dibangun dalam bentuk visualisasi. *Explainable artificial intelligence* (XAI) bertujuan untuk membuat hasil yang telah diperoleh dari penerapan *machine*

*learning* lebih dapat dipahami oleh manusia dengan memberikan penjelasan berupa visualisasi [8][9].

Berdasarkan permasalahan yang telah dijabarkan, maka penelitian ini mengangkat judul “Klasifikasi dan Visualisasi Enam Kelas Abnormalitas Jantung Janin Menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) dan *Guided Backpropagation*”. Pada penelitian ini juga akan dilakukan visualisasi menggunakan *Guided-Gradcam* sebagai perbandingan dengan visualisasi *Guided-BP*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan hasil terbaik untuk membantu ahli medis dalam mengetahui kondisi jantung janin pasien dengan cepat sehingga kasus penyakit jantung janin abnormalitas bisa dikendalikan dan menambah peluang masa hidup pasien.

## **1.1 Rumusan dan Batasan Masalah**

### **1.1.1 Perumusan Masalah**

Masalah yang akan diangkat pada penelitian ini adalah banyaknya penderita penyakit jantung bawaan yang tidak terdeteksi gejala awalnya.. Pendeteksian penyakit jantung bawaan menggunakan teknologi sederhana ini juga merupakan proses yang sangat memakan waktu dan kurang sesuai untuk dilakukan dalam jumlah yang besar. Oleh karenanya diperlukan proses pembangunan model klasifikasi menggunakan *machine learning* untuk mempercepat proses pengecekan sehingga para penderita penyakit jantung bawaan pun bisa didiagnosis lebih awal sebelum penyakit yang diderita bertambah parah.

### **1.1.1 Batasan Masalah**

Pada penelitian terdapat berbagai Batasan-batasan masalah, berikut diuraikan Batasan-batasan masalah:

1. Penelitian dilakukan menggunakan metode *Convolutional Neural Network* dan *Guided Backpropagation* (*Guided-BP*).
2. Penelitian yang dilakukan menggunakan data jantung janin atau fetal.
3. Penelitian hanya menggunakan enam data abnormalitas jantung janin yaitu ASD, VSD, AVSD, EA, TOF, AOS dan satu data jantung janin NORMAL.
4. Penelitian ini hanya sebatas simulasi program dengan bahasa pemrograman python untuk melakukan pemrosesan dengan menggunakan metode

Convolutional Neural Network (CNN) dan Guided-BP.

5. Output yang dihasilkan dari penelitian ini hanya berupa nilai akurasi, nilai sensitivitas, dan nilai spesifisitas.

## **1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

### **1.2.1 Tujuan Penelitian**

1. Mendapatkan hasil klasifikasi dan visualisasi citra jantung janin abnormalitas dengan menggunakan metode Convolutional Neural Network dan Guided-BP.
2. Membandingkan beberapa arsitektur Convolutional Neural Network yang digunakan agar mengetahui arsitektur mana yang memiliki tingkat akurasi, sensitivitas dan spesifisitas yang baik.
3. Membandingkan hasil visualisasi *Guided-BP* dengan metode visualisasi *Guided-Gradcam*.

### **1.2.2 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 mengklasifikasikan kelainan pada citra jantung janin.

## **1.3 Metode Penelitian**

Metodologi yang akan digunakan dalam tugas akhir ini akan melewati tahapan sebagai 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 sudah diolah pada tahap sebelumnya akan masuk

pada tahapan pelatihan atau training, pada tahapan ini akan mendapatkan model yang digunakan untuk tahapan selanjutnya.

#### **4. Tahapan Keempat (Evaluasi)**

Pada metode ini, hasil dari training di generate dan dilakukan evaluasi menggunakan grafik, Confusion Matrix, dan Classification Report.

#### **5. Metode Kelima (Visualisasi)**

Pada metode ini akan diterapkan model XAI yaitu Guided Backpropagation pada data yang sudah dilatih pada metode sebelumnya.

#### **6. Metode Keenam (Analisis dan Kesimpulan)**

Pada metode ini, memperoleh hasil dari evaluasi untuk dilakukan Analisa performa dan kesimpulan.

### **1.4 Sistematika Penulisan**

Adapun alur kepenulisan yang digunakan dalam menulis tugas akhir yaitu sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab pertama, menjelesan awal dari penelitian, dimana pembaca dapat mengkapat informasi latar belakang, tujuan, rumusan masalah dan sistematika penulisan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab kedua, penulis akan mengumpulkan dari berbagai sumber untuk dijadikan sebagai acuan dalam penelitian. Penulis juga mencari banyaknya sumber informasi dalam menyelesaikan permasalahan yang didapat selama penelitian berlangsung.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ketiga, penulis akan menjelaskan bagaimana proses penelitian. Dimulai dari persiapan citra medis sampai ke tahap analisa dan kesimpulan.

#### **BAB IV HASIL DAN ANALISA**

Pada bab keempat, penulis akan menjelaskan analisa serta evaluasi hasil selama penelitian dan penulis akan menjelaskan dari hasil yang diperoleh.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab kelima, penulis menarik hasil kesimpulan pada penelitian yang diperoleh dan memberikan saran dari hasil penelitian yang dilewati.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. L. Fitriyani, M. Syafrudin, G. Alfian, and J. Rhee, “HDPM: An Effective Heart Disease Prediction Model for a Clinical Decision Support System,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 133034–133050, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3010511.
- [2] J. Algoritme *et al.*, “Implementasi Metode Convolutional Neural Network Menggunakan Arsitektur LeNet-5 untuk Pengenalan Doodle,” vol. 1, no. 1, 2020.
- [3] A. Iriani *et al.*, “Informatics in Medicine Unlocked Deep learning-based real time detection for cardiac objects with fetal ultrasound video,” *Informatics Med. Unlocked*, vol. 36, no. December 2022, p. 101150, 2023, doi: 10.1016/j.imu.2022.101150.
- [4] M. N. Rachmatullah, S. Nurmaini, A. I. Sapitri, A. Darmawahyuni, and B. Tutuko, “Convolutional neural network for semantic segmentation of fetal echocardiography based on four-chamber view,” vol. 10, no. 4, pp. 1987–1996, 2021, doi: 10.11591/eei.v10i4.3060.
- [5] M. Aamir *et al.*, “An Adoptive Threshold-Based Multi-Level Deep Convolutional Neural Network for Glaucoma Eye Disease Detection and Classification,” *Diagnostics*, vol. 10, no. 8, 2020, doi: 10.3390/diagnostics10080602.
- [6] K. Aprianto, “Brain Tumors Detection By Using Convolutional Neural Networks and Selection of Thresholds By Histogram Selection,” vol. 2, pp. 83–89, 2021.
- [7] B. Tutuko, F. Firdaus, R. U. Partan, and N. Bernolian, “Congenital Heart Defects Detection,” 2021.
- [8] 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,” pp. 618–626, 2017, doi:

10.1109/ICCV.2017.74.

- [9] J. Eduardo, Y. Cornelio, and Y. Villuendas-rey, “applied sciences A Transfer Learning Method for Pneumonia Classification and Visualization,” 2020.
- [10] S. Wang and Z. Su, “Metamorphic Testing for Object Detection Systems,” 2019, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1912.12162>
- [11] P. Gavali and M. E. 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.
- [12] K. A. Philbrick *et al.*, “What does deep learning see? Insights from a classifier trained to predict contrast enhancement phase from CT images,” *Am. J. Roentgenol.*, vol. 211, no. 6, pp. 1184–1193, 2018, doi: 10.2214/AJR.18.20331.
- [13] A. I. Sapitri, S. Nurmaini, M. N. Rachmatullah, and A. Darmawahyuni, “Segmentation atrioventricular septal defect by using convolutional neural networks based on U-NET architecture,” vol. 10, no. 3, pp. 553–562, 2021, doi: 10.11591/ijai.v10.i3.pp553-562.
- [14] J. Wiens and E. S. Shenoy, “Machine Learning for Healthcare: On the Verge of a Major Shift in Healthcare Epidemiology,” *Clin. Infect. Dis.*, vol. 66, no. 1, pp. 149–153, 2018, doi: 10.1093/cid/cix731.
- [15] A. Roihan, P. A. Sunarya, and A. S. Rafika, “Pemanfaatan Machine Learning dalam Berbagai Bidang : Review paper,” vol. 5, no. April, pp. 75–82, 2020.
- [16] Y. Jadhav and A. B. Farimani, “Dominant motion identification of multi-particle system using deep learning from video,” *2018 Fourth Int. Conf. Comput. Commun. Control Autom.*, pp. 1–6, 2021, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2104.12722>
- [17] S. Nurmaini *et al.*, “Deep Learning for Improving the Effectiveness of Routine Prenatal Screening for Major Congenital Heart Diseases,” 2022.

- [18] H. Almubarak, Y. Bazi, and N. Alajlan, "Two-stage mask-RCNN approach for detecting and segmenting the optic nerve head, optic disc, and optic cup in fundus images," *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 11, 2020, doi: 10.3390/app10113833.
- [19] L. Li, M. Xu, X. Wang, L. Jiang, and H. Liu, "A Large-scale Database and CNN Model," pp. 1–11, 2019, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1903.10831>
- [20] B. J. Bhatkalkar, D. R. Reddy, S. Prabhu, and S. V. Bhandary, "Improving the Performance of Convolutional Neural Network for the Segmentation of Optic Disc in Fundus Images Using Attention Gates and Conditional Random Fields," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 29299–29310, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2972318.
- [21] S. Nurmaini *et al.*, "Automated Detection of COVID-19 Infected Lesion on Computed Tomography Images Using Faster-RCNNs," vol. 28, no. 4, 2020.
- [22] T. C. Yu *et al.*, "Machine Learning-based Structural Pre-route Insertability Prediction and Improvement with Guided Backpropagation\*," *Proc. Asia South Pacific Des. Autom. Conf. ASP-DAC*, pp. 678–683, 2021, doi: 10.1145/3394885.3431564.
- [23] A. I. Sapitri, "Detection of Fetal Cardiac Chamber Three Vessel Trachea View using Deep Learning".
- [24] J. Wu, X. C. Hao, Z. L. Xiong, and H. Lei, "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.
- [25] A. Madani, R. Arnaout, M. Mofrad, and R. Arnaout, "Fast and accurate view classification of echocardiograms using deep learning," *npj Digit. Med.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2018, doi: 10.1038/s41746-017-0013-1.