



**IMPLEMENTASI ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* DENGAN ARSITEKTUR RESNET-152 UNTUK
KLASIFIKASI PENYAKIT *RETINOPATHY OF*
PREMATURITY BERDASARKAN CITRA FUNDUS**

**HANA MUMTAZ
NIM. 2110511041**

**S1 INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAKARTA
2025**



**IMPLEMENTASI ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK DENGAN ARSITEKTUR RESNET-152 UNTUK
KLASIFIKASI PENYAKIT *RETINOPATHY OF*
PREMATURITY BERDASARKAN CITRA FUNDUS**

SKRIPSI

**DIAJUKAN SEBAGAI SALAH SATU SYARAT UNTUK MEMPEROLEH
GELAR SARJANA KOMPUTER**

Disusun Oleh:

HANA MUMTAZ

NIM. 2110511041

**S1 INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAKARTA
2025**

PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas akhir ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Hana Mumtaz

NIM : 2110511041

Tanggal : 30 Juni 2025

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 30 Juni 2025

Yang Menyatakan



Hana Mumtaz

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hana Mumtaz

NIM : 2110511041

Fakultas : Ilmu Komputer

Program Studi : S1 Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas skripsi saya yang berjudul:

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*
DENGAN ARSITEKTUR RESNET-152 UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT
RETINOPATHY OF PREMATURITY BERDASARKAN CITRA FUNDUS**

Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/memformatkan, mengelola dalam bentuk pengakalan data (basis data), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilih Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Jakarta

Pada tanggal: 30 Juni 2025

Yang Menyatakan



Hana Mumtaz

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Implementasi Algoritma *Convolution Neural Network* dengan Arsitektur ResNet-152 untuk Klasifikasi Penyakit *Retinopathy of Prematurity* Berdasarkan Citra Fundus

Nama : Hana Mumtaz

NIM : 2110511041

Program Studi : S1 Informatika

Disetujui oleh :

Penguji 1:

Ridwan Raafi'udin S.Kom., M.Kom.

Penguji 2:

Nurul Afifah Arifuddin, S. Pd., M.T.

Pembimbing 1:

Dr. Widya Cholil, M.I.T.

Pembimbing 2:

Neny Rosmawarni, S.Kom., M.Kom.

Diketahui oleh:

Koordinator Program Studi:

Dr. Widya Cholil, M.I.T

NIP. 221112080

Dekan Fakultas Ilmu Komputer:

Prof. Dr. Ir. Supriyanto, M.Sc., IPM.

NIP. 197605082003121002

Tanggal Ujian Tugas Akhir:

04 Juni 2025



IMPLEMENTASI ALGORITMA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN ARSITEKTUR RESNET-152 UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT *RETINOPATHY OF PREMATURITY* BERDASARKAN CITRA FUNDUS

Hana Mumtaz

ABSTRAK

Retinopathy of Prematurity (ROP) merupakan salah satu penyebab utama kebutaan permanen pada bayi prematur akibat paparan oksigen berlebih yang merusak retina yang belum berkembang sempurna. Di Indonesia, prevalensi ROP masih tergolong tinggi, sementara akses terhadap layanan deteksi dini yang akurat dan efisien masih terbatas, terutama di daerah dengan keterbatasan tenaga kesehatan. Oleh karena itu, diperlukan solusi teknologi berbasis kecerdasan buatan untuk mendukung deteksi dan klasifikasi tingkat keparahan ROP. Penelitian ini mengembangkan sistem klasifikasi otomatis menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan arsitektur ResNet-152. *Dataset* terdiri atas 1591 citra fundus yang diperoleh dari *Shenzhen Eye Hospital* dan Rumah Sakit Universitas Ostrava, yang diklasifikasikan ke dalam empat kelas, yaitu Normal, ROP *Stage 1*, *Stage 2*, dan *Stage 3*. Penelitian ini mencoba 24 skema percobaan dengan memvariasikan rasio pembagian *dataset*, jumlah data pelatihan baik tanpa augmentasi maupun dengan augmentasi, penggunaan CLAHE, serta penggunaan *dropout*, baik tanpa *fine-tuning* maupun dengan *fine-tuning*, untuk memahami pengaruh tiap kombinasi terhadap kinerja klasifikasi. Model dengan konfigurasi optimal menggunakan metode CLAHE, augmentasi mencapai 4000 data latih, penambahan *dropout* sebesar 0,3, serta *fine-tuning* 20 lapisan terakhir yang mampu mencapai akurasi 87,20%. Selain itu, integrasi model ke dalam antarmuka GUI mempermudah tenaga medis dalam melakukan klasifikasi ROP secara efisien. Penelitian ini menunjukkan potensi besar teknologi *deep learning* dalam mendukung deteksi dini ROP, terutama di daerah dengan keterbatasan tenaga ahli.

Kata Kunci: *Retinopathy of Prematurity*, *Deep learning*, *Convolutional Neural Network*, ResNet-152

IMPLEMENTATION OF CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK ALGORITHM WITH RESNET-152 ARCHITECTURE FOR CLASSIFICATION OF RETINOPATHY OF PREMATURITY BASED ON FUNDUS IMAGES

Hana Mumtaz

ABSTRACT

Retinopathy of Prematurity (ROP) is one of the leading causes of permanent blindness in premature infants due to excessive oxygen exposure that damages the immature retina. In Indonesia, the prevalence of ROP remains high, while access to accurate and efficient early detection services remains limited, particularly in areas with limited healthcare resources. Therefore, an artificial intelligence-based technological solution is needed to support the detection and classification of ROP severity. This study developed an automatic classification system using a Convolutional Neural Network (CNN) algorithm with a ResNet-152 architecture. The dataset consists of 1591 fundus images obtained from Shenzhen Eye Hospital and Ostrava University Hospital, classified into four classes: Normal, ROP Stage 1, Stage 2, and Stage 3. This study tested 24 experimental schemes by varying the dataset splitting ratio, the amount of training data with and without augmentation, the use of CLAHE, and the use of dropout, both with and without fine-tuning, to understand the effect of each combination on classification performance. The model with the optimal configuration uses the CLAHE method, augmentation reaching 4000 training data, the addition of dropout of 0,3, and fine-tuning of the last 20 layers, achieving an accuracy of 87,20%. Additionally, integrating the model into a GUI interface facilitates healthcare professionals in efficiently classifying ROP. This study demonstrates the significant potential of deep learning technology in supporting early ROP detection, particularly in areas with limited access to specialized expertise.

Keyword: Retinopathy of Prematurity, Deep learning, Convolutional Neural Network, ResNet-152

KATA PENGANTAR

Dengan segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya, penulis telah berhasil menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Ilmu Komputer pada Jurusan Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta. Skripsi ini berjudul “Implementasi Algoritma *Convolution Neural Network* dengan Arsitektur ResNet-152 untuk Klasifikasi Penyakit *Retinopathy of Prematurity* Berdasarkan Citra Fundus.” Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis tidak lepas dari bimbingan dan bantuan berbagai pihak, dan oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua penulis, Imam Suyadi dan Mutmainah Purwakasari, yang senantiasa mendoakan, memberikan dukungan baik secara moral maupun materi, serta menjadi sumber semangat dalam penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Supriyanto, S.T., M.Sc., IPM, selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.
3. Ibu Dr. Widya Cholil, M.I.T., selaku Ketua Program Studi S1 Informatika serta Dosen Pembimbing Pertama Skripsi.
4. Ibu Neny Rosmawarni, S.Kom., M.Kom, selaku Dosen Pembimbing Kedua Skripsi.
5. Bapak Indra Permana Solihin, M.Kom, selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Saudara penulis, Dhiya Az Zahra dan Hafizh Mumtaz, yang senantiasa mendoakan, memberikan dorongan, dan semangat dalam penyusunan skripsi ini.
7. Rekan-rekan yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah memberikan sumbangan pemikiran, dorongan, dan bantuan selama proses penelitian skripsi ini.

Akhir kata, kiranya Tuhan Yang Maha Esa selalu memberikan rahmat dan hidayah-Nya atas semua jasa baik dari semua pihak yang telah memberikan bantuan, dorongan, dan semangatnya. Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan sumbangsih bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi pembaca.

Jakarta, 7 Mei 2025



Hana Mumtaz

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR RUMUS	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Teori	6
2.1.1. Penyakit <i>Retinopathy of Prematurity</i>	6
2.1.2. Citra Fundus	8
2.1.3. Klasifikasi Citra	8
2.1.4. <i>Artificial Intelligence</i>	8
2.1.5. <i>Deep learning</i>	10
2.1.6. <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	11
2.1.7. Arsitektur ResNet-152	13
2.1.8. <i>Transfer Learning</i>	16
2.1.9. <i>Batch Normalization</i>	16
2.1.10. <i>Dropout</i>	17
2.1.11. <i>Fine-tuning</i>	18
2.1.12. <i>Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)</i>	18
2.1.13. Tensorflow	19
2.1.14. <i>Rapid Application Development (RAD)</i>	20
2.1.15. Python	20
2.1.16. <i>Confusion matrix</i>	21
2.2. Penelitian Terdahulu.....	22
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	25
3.1. Metode Penelitian.....	25
3.1.1. Identifikasi Masalah	25
3.1.2. Studi Literatur	26

3.1.3.	Pengumpulan Data	26
3.1.4.	Pembagian Data	27
3.1.5.	Implementasi CLAHE.....	27
3.1.6.	Praproses Data.....	27
3.1.7.	Pembuatan Model Arsitektur <i>Artificial Intelligence</i>	28
3.1.8.	Pengujian dan Evaluasi Model.....	29
3.1.9.	Pembuatan GUI.....	29
3.1.10.	Pembuatan Laporan.....	30
3.2.	Rancangan Solusi/Metode yang diusulkan.....	30
3.3.	Teknik Pengumpulan Data	35
3.4.	Metode Analisis.....	36
3.5.	Alat dan Bahan Penelitian	49
3.6.	Jadwal Penelitian	49
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	51
4.1.	Analisis Penelitian	51
4.1.1	Pengumpulan Data	51
4.1.2	Pembagian <i>Dataset</i>	52
4.1.3	Implementasi CLAHE.....	53
4.1.4	Praproses Citra	54
4.1.5	Pembuatan Model CNN ResNet-152	60
4.1.6	Pengujian dan Evaluasi Model.....	84
4.1.7	Pembuatan GUI (<i>Graphical User Interface</i>).....	105
4.2.	Hasil Rekomendasi.....	108
BAB 5.	PENUTUP	109
5.1.	Kesimpulan.....	109
5.2.	Saran	109
DAFTAR PUSTAKA		111
RIWAYAT HIDUP		117
LAMPIRAN		118

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Confusion matrix</i>	21
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu	22
Tabel 3.1 Distribusi kelas tiap <i>dataset</i>	35
Tabel 3.2 Hasil frekuensi intensitas setelah <i>clipping</i>	37
Tabel 3.3 Penjumlahan frekuensi setelah dilakukan redistribusi	37
Tabel 3.4 Frekuensi akhir setelah redistribusi.....	37
Tabel 3.5 Contoh perhitungan <i>Confusion matrix</i>	48
Tabel 3.6 Jadwal penelitian.....	50
Tabel 4.1 Jumlah data per kelas	51
Tabel 4.2 Contoh citra fundus per kelas.....	52
Tabel 4.3 Pembagian data 80:10:10	53
Tabel 4.4 Pembagian data 70:15:15	53
Tabel 4.5 Nilai parameter augmentasi	57
Tabel 4.6 Distribusi data 80:10:10 setelah augmentasi 2000 data	58
Tabel 4.7 Distribusi data 80:10:10 setelah augmentasi 4000 data	58
Tabel 4.8 Distribusi data 70:15:15 setelah augmentasi 2000 data	58
Tabel 4.9 Distribusi data 70:15:15 setelah augmentasi 4000 data	59
Tabel 4.10 Skema percobaan	60
Tabel 4.11 Hasil keseluruhan training model	84
Tabel 4.12 TP, TN, FP, FN percobaan 1 data training	85
Tabel 4.13 Ringkasan hasil skema percobaan 2.....	87
Tabel 4.14 Ringkasan hasil skema percobaan 3.....	88
Tabel 4.15 Ringkasan hasil skema percobaan 4.....	89
Tabel 4.16 Ringkasan hasil skema percobaan 5.....	90
Tabel 4.17 Ringkasan hasil skema percobaan 6.....	90
Tabel 4.18 Ringkasan hasil skema percobaan 7.....	91
Tabel 4.19 Ringkasan hasil skema percobaan 8.....	92
Tabel 4.20 Ringkasan hasil skema percobaan 9.....	93
Tabel 4.21 Ringkasan hasil skema percobaan 10.....	93
Tabel 4.22 Ringkasan hasil skema percobaan 11.....	94
Tabel 4.23 Ringkasan hasil skema percobaan 12.....	95
Tabel 4.24 Ringkasan hasil skema percobaan 13.....	96
Tabel 4.25 Ringkasan hasil skema percobaan 14.....	96
Tabel 4.26 Ringkasan hasil skema percobaan 15.....	97
Tabel 4.27 Ringkasan hasil skema percobaan 16.....	98
Tabel 4.28 Ringkasan hasil skema percobaan 17.....	98
Tabel 4.29 Ringkasan hasil skema percobaan 18.....	99
Tabel 4.30 Ringkasan hasil skema percobaan 19.....	100
Tabel 4.31 Ringkasan hasil skema percobaan 20.....	101
Tabel 4.32 Ringkasan hasil skema percobaan 21.....	101

Tabel 4.33 Ringkasan hasil skema percobaan 22.....	102
Tabel 4.34 Ringkasan hasil skema percobaan 23.....	103
Tabel 4.35 Ringkasan hasil skema percobaan 24.....	103
Tabel 4.36 Ringkasan hasil skema percobaan.....	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi mata normal (a) dan mata ROP (b)	6
Gambar 2.2 ROP Stage 1 (a), ROP Stage 2 (b), ROP Stage 3 (c), ROP Stage 4 (d) dan ROP Stage 5 (e).....	7
Gambar 2.3 Representasi relasi antara AI, ML dan <i>Deep learning</i>	10
Gambar 2.4 Ilustrasi arsitektur CNN	11
Gambar 2.5 Ilustrasi umum operasi konvolusi	12
Gambar 2.6 Arsitektur ResNet-152.....	13
Gambar 2.7 Standar lapisan jaringan (a), jaringan menggunakan <i>dropout</i> (b).....	17
Gambar 2.8 Alur metode RAD	20
Gambar 3.1 Kerangka Berpikir	25
Gambar 3.2 Contoh augmentasi pada citra fundus ROP.....	28
Gambar 3.3 Alur implementasi ResNet-152	29
Gambar 3.4 Tampilan <i>wireframe</i> GUI	30
Gambar 3.5 Alur pengumpulan data	31
Gambar 3.6 Alur pembagian data	32
Gambar 3.7 Alur praproses citra	33
Gambar 3.8 Alur skema dengan rasio data 70:15:15 (a), dan 80:10:10 (b).....	34
Gambar 4.1 Hasil pengujian <i>clip limit</i>	54
Gambar 4.2 Citra hasil pengujian <i>clip limit</i>	54
Gambar 4.3 Alur proses augmnetasi	55
Gambar 4.4 Visualisasi hasil augmentasi.....	56
Gambar 4.5 Kode implementasi <i>callback</i>	61
Gambar 4.6 Kode konfigurasi model	63
Gambar 4.7 Hasil model <i>summary</i>	65
Gambar 4.8 Kode program <i>compile</i> model	65
Gambar 4.9 Kode program pelatihan model	66
Gambar 4.10 Kode program <i>tuning</i> model	66
Gambar 4.11 Kode program <i>compile</i> model <i>tuning</i>	66
Gambar 4.12 Hasil <i>compile</i> model <i>tuning</i>	67
Gambar 4.13 Kode program pelatihan model <i>tuning</i>	67
Gambar 4.14 Hasil <i>epoch</i> percobaan 1	67
Gambar 4.15 Grafik akurasi dan loss percobaan 1	68
Gambar 4.16 Hasil <i>epoch</i> percobaan 2	68
Gambar 4.17 Grafik akurasi dan loss percobaan 2	69
Gambar 4.18 Hasil <i>epoch</i> percobaan 3	69
Gambar 4.19 Grafik akurasi dan loss percobaan 3	69
Gambar 4.20 Hasil <i>epoch</i> percobaan 4	70
Gambar 4.21 Grafik akurasi dan loss percobaan 4	70
Gambar 4.22 Hasil <i>epoch</i> percobaan 5	70
Gambar 4.23 Grafik akurasi dan loss percobaan 5	71
Gambar 4.24 Hasil <i>epoch</i> percobaan 6	71

Gambar 4.25 Grafik akurasi dan loss percobaan 6	71
Gambar 4.26 Hasil <i>epoch</i> percobaan 7	72
Gambar 4.27 Grafik akurasi dan loss percobaan 7	72
Gambar 4.28 Hasil <i>epoch</i> percobaan 8	72
Gambar 4.29 Grafik akurasi dan loss percobaan 8	73
Gambar 4.30 Hasil <i>epoch</i> percobaan 9	73
Gambar 4.31 Grafik akurasi dan loss percobaan 9	73
Gambar 4.32 Hasil <i>epoch</i> percobaan 10	74
Gambar 4.33 Grafik akurasi dan loss percobaan 10	74
Gambar 4.34 Hasil <i>epoch</i> percobaan 11	74
Gambar 4.35 Grafik akurasi dan loss percobaan 11	75
Gambar 4.36 Hasil <i>epoch</i> percobaan 12	75
Gambar 4.37 Grafik akurasi dan loss percobaan 12	75
Gambar 4.38 Hasil <i>epoch</i> percobaan 13	76
Gambar 4.39 Grafik akurasi dan loss percobaan 13	76
Gambar 4.40 Hasil <i>epoch</i> percobaan 14	76
Gambar 4.41 Grafik akurasi dan loss percobaan 14	77
Gambar 4.42 Hasil <i>epoch</i> percobaan 15	77
Gambar 4.43 Grafik akurasi dan loss percobaan 15	77
Gambar 4.44 Hasil <i>epoch</i> percobaan 16	78
Gambar 4.45 Grafik akurasi dan loss percobaan 16	78
Gambar 4.46 Hasil <i>epoch</i> percobaan 17	78
Gambar 4.47 Grafik akurasi dan loss percobaan 17	79
Gambar 4.48 Hasil <i>epoch</i> percobaan 18	79
Gambar 4.49 Grafik akurasi dan loss percobaan 18	79
Gambar 4.50 Hasil <i>epoch</i> percobaan 19	80
Gambar 4.51 Grafik akurasi dan loss percobaan 19	80
Gambar 4.52 Hasil <i>epoch</i> percobaan 20	80
Gambar 4.53 Grafik akurasi dan loss percobaan 20	81
Gambar 4.54 Hasil <i>epoch</i> percobaan 21	81
Gambar 4.55 Grafik akurasi dan loss percobaan 21	81
Gambar 4.56 Hasil <i>epoch</i> percobaan 22	82
Gambar 4.57 Grafik akurasi dan loss percobaan 22	82
Gambar 4.58 Hasil <i>epoch</i> percobaan 23	82
Gambar 4.59 Grafik akurasi dan loss percobaan 23	83
Gambar 4.60 Hasil <i>epoch</i> percobaan 24	83
Gambar 4.61 Grafik akurasi dan loss percobaan 24	83
Gambar 4.62 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 1	85
Gambar 4.63 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 2	87
Gambar 4.64 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 3	88
Gambar 4.65 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 4	89
Gambar 4.66 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 5	89

Gambar 4.67 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 6	90
Gambar 4.68 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 7	91
Gambar 4.69 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 8	92
Gambar 4.70 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 9	92
Gambar 4.71 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 10	93
Gambar 4.72 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 11	94
Gambar 4.73 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 12	95
Gambar 4.74 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 13	95
Gambar 4.75 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 14	96
Gambar 4.76 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 15	97
Gambar 4.77 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 16	97
Gambar 4.78 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 17	98
Gambar 4.79 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 18	99
Gambar 4.80 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 19	100
Gambar 4.81 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 20	100
Gambar 4.82 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 21	101
Gambar 4.83 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 22	102
Gambar 4.84 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 23	102
Gambar 4.85 <i>Confusion matrix</i> data <i>testing</i> percobaan 24	103
Gambar 4.86 Kode memasukan model pada GUI	105
Gambar 4.87 Tampilan awal GUI.....	105
Gambar 4.88 <i>Pop-up</i> galeri	106
Gambar 4.89 Tampilan setelah di <i>input</i>	106
Gambar 4.90 Kode praproses dan GUI.....	107
Gambar 4.91 Kode hasil klasifikasi citra	107
Gambar 4.92 Tampilan hasil klasifikasi citra	107
Gambar 4.93 Tampilan fitur <i>Reset</i>	108

DAFTAR RUMUS

2.1 Rumus perhitungan <i>output size</i>	15
2.2 Rumus perhitungan <i>fully connected layer</i>	15
2.3 Rumus perhitungan <i>softmax</i>	15
2.4 Rumus perhitungan rata-rata <i>batch</i>	16
2.5 Rumus perhitungan variansi <i>batch</i>	16
2.6 Rumus perhitungan normalisasi	17
2.7 Rumus perhitungan skala dan pergeseran	17
2.8 Rumus perhitungan operasi <i>dropout</i>	18
2.9 Rumus perhitungan operasi <i>dropout</i>	18
2.10 Rumus perhitungan operasi <i>dropout</i>	18
2.11 Rumus perhitungan operasi <i>dropout</i>	18
2.12 Rumus perhitungan nilai <i>clip limit</i>	19
2.13 Rumus perhitungan MSE	19
2.14 Rumus perhitungan PNSR	19
2.15 Rumus perhitungan akurasi	22
2.16 Rumus perhitungan presisi	22
2.17 Rumus perhitungan <i>recall</i>	22
2.18 Rumus perhitungan <i>F1-score</i>	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Dataset</i>	118
Lampiran 2. Surat Keterangan Validasi	120
Lampiran 3. Dokumentasi dan Instrumen Validasi.....	121
Lampiran 4. Data Diri Dokter Spesialis Mata.....	124