



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ELEKTRONIKA

**PENGEMBANGAN ALAT IDENTIFIKASI MATURITAS
KATARAK BERBASIS RASPBERRY PI DENGAN
ADAM OPTIMIZER UNTUK PROSES
PELATIHAN MODEL CNN**

**Dwangga Rizqia Meidyan Syahputra
1912055**

**Dosen pembimbing
Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT
Radimas Putra Muhammad Davi Labib, ST., MT**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2023**



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

SKRIPSI – TEKNIK ELEKTRONIKA
PENGEMBANGAN ALAT IDENTIFIKASI MATURITAS
KATARAK BERBASIS RASPBERRY PI DENGAN
ADAM OPTIMIZER UNTUK PROSES
PELATIHAN MODEL CNN

Dwangga Rizqia Meidyan Syahputra
1912055

Dosen pembimbing
Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT
Radimas Putra Muhammad Davi Labib, ST., MT

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Juli 2023

**PENGEMBANGAN ALAT IDENTIFIKASI MATURITAS
KATARAK BERBASIS RASPBERRY PI DENGAN
ADAM OPTIMIZER UNTUK PROSES
PELATIHAN MODEL CNN**

SKRIPSI

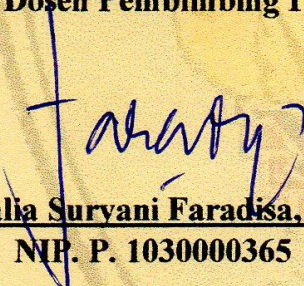
**Dwangga Rizqia Meidyan Syahputra
1912055**

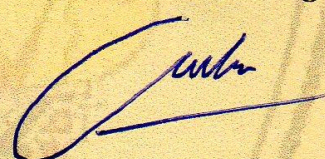
Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Elektro S-1
Peminatan Elektronika
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa Dan Disetujui:


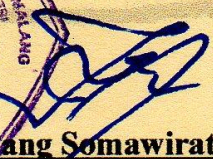
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT
NIP. P. 1030000365


Radimas Putra M. D. L, ST., MT
NIP. P. 1031900576

**Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1**



Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT
NIP. P. 1030100361

MALANG

Agustus, 2023



BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Dwangga Rizqia Meidyan Syahputra
NIM : 1921055
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Peminatan : Elektronika
Masa Bimbingan : Semester Genap 2022 – 2023
Judul Skripsi : PENGEMBANGAN ALAT IDENTIFIKASI
MATURITAS KATARAK BERBASIS
RASPBERRY PI DENGAN ADAM
OPTIMIZER UNTUK PROSES
PELATIHAN MODEL CNN

Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu
(S-1) pada:

Hari : Selasa
Tanggal : 25 Juli 2023
Nilai : **88.75**

Panitia Ujian Skripsi,

Majelis Ketua Penguji

Sekretaris Majelis Penguji

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.
NIP. P. 1030100361

Sotyohadi, ST., MT.
NIP. Y. 1039700309

Anggota Penguji,

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Dr. F. Yudi Limpraptono, ST., MT.
NIP. Y. 1039500274

M. Ibrahim Ashari, ST., MT.
NIP. P. 1030100358

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dwangga Rizqia Meidyan Syahputra
NIM : 1912055
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro S-1 / Elektronika
ID KTP / Paspor : 3507131205970001
Alamat : Jl. Bromo Gg.1 No.44 RT.08/RW.05 Sukun
Kepanjen, Kab. Malang
Judul Skripsi : PENGEMBANGAN ALAT IDENTIFIKASI
MATURITAS KATARAK BERBASIS
RASPBerry PI DENGAN ADAM
OPTIMIZER UNTUK PROSES PELATIHAN
MODEL CNN

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali dicantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) di batalkan, serta di proses sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, Agustus 2023
Yang Membuat Pernyataan



(Dwangga Rizqia Meidyan Syahputra)
1912055

ABSTRAK

PENGEMBANGAN ALAT IDENTIFIKASI MATURITAS KATARAK BERBASIS RASPBERRY PI DENGAN ADAM OPTIMIZER UNTUK PROSES PELATIHAN MODEL CNN

Dwangga Rizqia Meidyan Syahputra, 1912055

Pembimbing I: Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST. MT

Pembimbing II: Radimas Putra Muhammad Davi Labib, ST. MT

Berdasarkan maturitasnya katarak dibagi menjadi 4 yaitu Insipiens, Imatur, Matur, dan Hiper matur serta dapat disembuhkan dengan cara operasi pengangkatan katarak. Hanya saja hal tersebut hanya dapat dilakukan pada fase matur dan hiper matur serta alat yang digunakan memiliki harga yang sangat mahal. Dari masalah tersebut diperlukan alat sistem identifikasi maturitas katarak untuk proses klasifikasi maturitas penyakit katarak dengan biaya seminimal mungkin agar dapat dibeli oleh semua sarana Kesehatan baik dikota maupun diplosok desa. Alat ini menggunakan sistem Embedded dengan Teknik pengolahan citra yang dipadukan dengan proses pelatihan model Convolutional Neural Network (CNN) menggunakan sistem pengoptimalan data. Dari penelitian ini didapatkan hasil akurasi dan validasi dengan pelatihan 40 Epoch dan 0,0005 Learning Rate dari 3 optimizer yaitu Adagrad Optimizer, RMSprop Optimizer, dan Adam Optimizer. Didapatkan Hasil dari Adagrad Optimizer sebesar 58,25% akurasi dan 58,35% validasi, RMSprop Optimizer sebesar 97,85% akurasi dan 95,87% validasi, serta Adam Optimizer sebesar 99,67% akurasi dan 98,83% validasi. Dari hasil tersebut dapat kita lihat bahwa Adam Optimizer lebih efektif dibandingkan dengan RMSprop optimizer dan Adagrad Optimizer dikarenakan Adam Optimizer memiliki Akurasi dan Validasi lebih tinggi dibandingkan Optimizer lainnya.

Kata Kunci : Maturitas, Training Model CNN, Adam Optimizer

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF A RASPBERRY PI-BASED MATURITY IDENTIFICATION TOOL WITH ADAM OPTIMIZER FOR THE CNN MODEL TRAINING PROCESS

Dwangga Rizqia Meidyan Syahputra, 1912055

Supervisor I: Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST. MT

Supervisor II: Radimas Putra Muhammad Davi Labib, ST. MT

Based on the maturity, cataracts are divided into 4, namely insipiens, immature, mature, and hypermature and can be cured by surgical removal of cataracts. It's just that this can only be done in the mature and hypermature phases and the tools used are very expensive. From this problem, it is necessary to have a cataract maturity identification system for the process of classifying cataract maturity at a minimum cost so that it can be purchased by all health facilities, both in cities and in rural areas. This tool uses an Embedded system with image processing techniques combined with the Convolutional Neural Network (CNN) model training process using a data optimization system. From this study, the results of accuracy and validation were obtained with 40 Epoch training and 0.0005 Learning Rate from 3 optimizers, namely Adagrad Optimizer, RMSprop Optimizer, and Adam Optimizer. The results obtained from Adagrad Optimizer were 58.25% accuracy and 58.35% validation, RMSprop Optimizer was 97.85% accuracy and 95.87% validation, and Adam Optimizer was 99.67% accuracy and 98.83% validation. From these results we can see that Adam Optimizer is more effective than RMSprop optimizer and Adagrad Optimizer because Adam Optimizer has higher Accuracy and Validation than other optimizers.

Keywords: maturity, CNN training model, Adam optimizer

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Maksud dan tujuan penulisan skripsi ini untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, ITN Malang. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih memiliki kekurangan. Karenanya, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam rangka pembelajaran terus – menerus. Banyak pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Alla SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya,
2. Kedua orangtua yang senantiasa memanjatkan do'a dan memberikan dukungan baik berupa moriil dan materiil,
3. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1 ITN Malang,
4. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT. dan Bapak Radimas Putra Muhammad Davi Labib, ST., MT. Selaku Dosen Jurusan Teknik Elektro S-1 ITN Malang serta Dosen Pembimbing Skripsi yang senantiasa selalu membimbing dengan sepenuh penuh hati,
5. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Elektro S1 yang senantiasa membantu setiap kesulitan yang penulis temui.
6. Teman – teman Teknik Elektro S-1 ITN Malang yang selalu medukung satu sama lain,

Dan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini, namun tidak dapat disebutkan satu persatu. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat yang seluas-luasnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Malang, Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Pengolahan Citra.....	6
2.3 Convolutional Neural Network (CNN).....	7
2.4 Adam Optimizer	7
2.5 Raspberry Pi.....	9
2.6 ESP32–CAM	10
2.7 Arduino IDE	11
2.8 Raspberry LCD HDMI 5"	12
2.9 Kipas Angin DC 5V.....	13
2.10 Modul Boost Converter MT3608	13

2.11	LED (Light Emitting Diode).....	13
BAB III.	METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1	Metode Penelitian	15
3.2	Rancangan Hardware	16
3.2.1	Konsep Perancangan Alat	16
3.2.2	Skematik Rangkaian Pengolah Citra.....	17
3.2.3	Skematik Rangkaian Penangkap Gambar	18
3.2.4	Desain Fisik Alat.....	19
3.3	Rancangan Software	21
BAB IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1	Inisialisasi IP Address ESP32-CAM	27
4.2	Pelatihan Model dengan Adagrad Optimizer.....	28
4.2.1	Training Model dengan 20 Epoch dan 0,0001 Learning Rate.....	28
4.2.2	Training Model dengan 30 Epoch dan 0,0001 Learning Rate.....	29
4.2.3	Training Model dengan 40 Epoch dan 0,0001 Learning Rate.....	30
4.2.4	Training Model dengan 20 Epoch dan 0,0003 Learning Rate.....	31
4.2.5	Training Model dengan 30 Epoch dan 0,0003 Learning Rate.....	32
4.2.6	Training Model dengan 40 Epoch dan 0,0003 Learning Rate.....	33
4.2.7	Training Model dengan 20 Epoch dan 0,0005 Learning Rate.....	34
4.2.8	Training Model dengan 30 Epoch dan 0,0005 Learning Rate.....	35

4.2.9	Training Model dengan 40 Epoch dan 0,0005 Learning Rate.....	36
4.2.10	Hasil Training Model CNN dengan Adagrad Optimizer	37
4.3	Pelatihan Model dengan RMSprop Optimizer.....	38
4.3.1	Training Model dengan 20 Epoch dan 0,0001 Learning Rate.....	38
4.3.2	Training Model dengan 30 Epoch dan 0,0001 Learning Rate.....	39
4.3.3	Training Model dengan 40 Epoch dan 0,0001 Learning Rate.....	40
4.3.4	Training Model dengan 20 Epoch dan 0,0003 Learning Rate.....	41
4.3.5	Training Model dengan 30 Epoch dan 0,0003 Learning Rate.....	42
4.3.6	Training Model dengan 40 Epoch dan 0,0003 Learning Rate.....	43
4.3.7	Training Model dengan 20 Epoch dan 0,0005 Learning Rate.....	44
4.3.8	Training Model dengan 30 Epoch dan 0,0005 Learning Rate.....	45
4.3.9	Training Model dengan 40 Epoch dan 0,0005 Learning Rate.....	46
4.3.10	Hasil Training Model CNN dengan RMSprop Optimizer	47
4.4	Pelatihan Model dengan Adam Optimizer.....	48
4.4.1	Training Model dengan 20 Epoch dan 0,0001 Learning Rate.....	48
4.4.2	Training Model dengan 30 Epoch dan 0,0001 Learning Rate.....	49
4.4.3	Training Model dengan 40 Epoch dan 0,0001 Learning Rate.....	50

4.4.4 Training Model dengan 20 Epoch dan 0,0003 Learning Rate.....	51
4.4.5 Training Model dengan 30 Epoch dan 0,0003 Learning Rate.....	52
4.4.6 Training Model dengan 40 Epoch dan 0,0003 Learning Rate.....	53
4.4.7 Training Model dengan 20 Epoch dan 0,0005 Learning Rate.....	54
4.4.8 Training Model dengan 30 Epoch dan 0,0005 Learning Rate.....	55
4.4.9 Training Model dengan 40 Epoch dan 0,0005 Learning Rate.....	56
4.4.10 Hasil Training Model CNN Dengan Adam Optimizer	57
4.5 Hasil Perancangan Alat.....	58
4.6 Hasil Komunikasi Wireless	60
4.7 Hasil Proses Prediksi Dengan Gambar	62
4.8 Hasil Proses Prediksi Dengan Alat	67
BAB V. PENUTUP.....	73
5.1. Kesimpulan	73
5.2. Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN.....	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Stadium Maturasi Katarak	1
Gambar 2.1	Deteksi Mata Dengan Metode Ekstraksi Indeks Warna	5
Gambar 2.2	Pengolahan Citra Digital	6
Gambar 2.3	Arsitektur LeNet pada Convolutional Neural Network	7
Gambar 2.4	Bentuk Fisik Raspberry Pi	9
Gambar 2.5	Bentuk Fisik ESP32 – CAM	10
Gambar 2.6	Tampilan Awal Arduino IDE	11
Gambar 2.7	Bentuk Fisik LCD HDMI 5” Raspberry Pi	12
Gambar 2.8	Kipas Angin DC 5V	12
Gambar 2.9	Boost Converter MT3608	13
Gambar 2.10	LED COB (Chip On Board)	13
Gambar 3.1	Diagram Alir Proses Penelitian	15
Gambar 3.2	Diagram Blok Rangkaian	16
Gambar 3.3	Skematik Pengolah Citra	17
Gambar 3.4	Rangkaian Penangkap Gambar	18
Gambar 3.5	Desain Rancangan Penangkap Gambar	19
Gambar 3.6	Desain Rancangan Pengolah Citra	20
Gambar 3.7	Desain Arsitektur LeNet	21
Gambar 3.8	Flowchart Proses Training Model CNN	22
Gambar 3.9	Flowchart sistem dari alat	24
Gambar 4.1	Hasil Scan IP Address ESP32-CAM	27
Gambar 4.2	Grafik Adagrad 20 Epoch dan 0,0001 Learning Rate	28
Gambar 4.3	Grafik Adagrad 30 Epoch dan 0,0001 Learning Rate	29
Gambar 4.4	Grafik Adagrad 40 Epoch dan 0,0001 Learning Rate	30
Gambar 4.5	Grafik Adagrad 20 Epoch dan 0,0003 Learning Rate	31
Gambar 4.6	Grafik Adagrad 30 Epoch dan 0,0003 Learning Rate	32
Gambar 4.7	Grafik Adagrad 40 Epoch dan 0,0003 Learning Rate	33
Gambar 4.8	Grafik Adagrad 20 Epoch dan 0,0005 Learning Rate	34
Gambar 4.9	Grafik Adagrad 30 Epoch dan 0,0005 Learning Rate	35
Gambar 4.10	Grafik Adagrad 40 Epoch dan 0,0005 Learning Rate	36
Gambar 4.11	Grafik RMSprop 20 Epoch dan 0,0001 Learning Rate	38
Gambar 4.12	Grafik RMSprop 30 Epoch dan 0,0001 Learning Rate	39
Gambar 4.13	Grafik RMSprop 40 Epoch dan 0,0001 Learning Rate	40
Gambar 4.14	Grafik RMSprop 20 Epoch dan 0,0003 Learning Rate	41

Gambar 4.15	Grafik RMSprop 30 Epoch dan 0,0003 Learning Rate	42
Gambar 4.16	Grafik RMSprop 40 Epoch dan 0,0003 Learning Rate	43
Gambar 4.17	Grafik RMSprop 20 Epoch dan 0,0005 Learning Rate	44
Gambar 4.18	Grafik RMSprop 30 Epoch dan 0,0005 Learning Rate	45
Gambar 4.19	Grafik RMSprop 40 Epoch dan 0,0005 Learning Rate	46
Gambar 4.20	Grafik AdamOPT 20 Epoch dan 0,0001 Learning Rate....	48
Gambar 4.21	Grafik AdamOPT 30 Epoch dan 0,0001 Learning Rate....	49
Gambar 4.22	Grafik AdamOPT 40 Epoch dan 0,0001 Learning Rate....	50
Gambar 4.23	Grafik AdamOPT 20 Epoch dan 0,0003 Learning Rate....	51
Gambar 4.24	Grafik AdamOPT 30 Epoch dan 0,0003 Learning Rate....	52
Gambar 4.25	Grafik AdamOPT 40 Epoch dan 0,0003 Learning Rate....	53
Gambar 4.26	Grafik AdamOPT 20 Epoch dan 0,0005 Learning Rate....	54
Gambar 4.27	Grafik AdamOPT 30 Epoch dan 0,0005 Learning Rate....	55
Gambar 4.28	Grafik AdamOPT 40 Epoch dan 0,0005 Learning Rate....	56
Gambar 4.29	Bentuk Fisik Alat Penangkap Gambar	58
Gambar 4.30	Bentuk Fisik Alat Pengolah Citra.....	59
Gambar 4.31	Hasil Komunikasi Wireless web ESP32-CAM	60
Gambar 4.32	Hasil Komunikasi Wireless Raspberry Pi ESP32-CAM ...	61
Gambar 4.33	Tampilan Hasil Prediksi Pada Perangkat Pengolah Citra..	71

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Training Model Dengan Adagrad Optimizer	37
Tabel 4.2 Hasil Training Model Dengan RMSprop Optimizer	47
Tabel 4.3 Hasil Training Model Dengan Adam Optimizer	57
Tabel 4.4 Hasil Prediksi Data Mata Dengan Gambar	62
Tabel 4.5 Hasil Prediksi Data Mata Dengan Alat	67