

# Pengembangan Alat Identifikasi Maturitas Katarak Berbasis Raspberry Pi Dengan Adam Optimizer Untuk Proses Pelatihan Model CNN

<sup>1</sup>Dwangga Rizqia Meidyana Syahputra, <sup>2</sup>Irmalia Suryani Faradisa

<sup>3</sup>Radimas Putra Muhammad Davi Labib

Institut Teknologi Nasional Malang, Malang, Indonesia

<sup>1</sup>dwanggarms@gmail.com, <sup>2</sup>irmaliafaradisa@yahoo.com, <sup>3</sup>radimas@lecturer.itn.ac.id

**Abstrak** — Berdasarkan maturitasnya katarak dibagi menjadi 4 yaitu *Insipiens*, *Imatur*, *Matur*, dan *Hiper matur* serta dapat disembuhkan dengan cara operasi pengangkatan katarak. Akan tetapi 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

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Mata termasuk dalam salah satu organ paling penting bagi manusia yang berfungsi sebagai sensor cahaya. Intensitas cahaya yang ditangkap akan masuk ke mata melalui pupil diatur diafragma, kemudian akan difokuskan melalui lensa mata agar cahaya tersebut tepat mengenai retina dan oleh otak dibentuk menjadi sebuah gambar. Lensa mata berfungsi sebagai pembias cahaya yang masuk dan memfokuskannya agar tepat jatuh pada retina. Salah satu gangguan mata yang umum terjadi di seluruh dunia adalah katarak. Katarak merupakan penyakit mata yang ditandai dengan kekeruhan pada lensa mata yang dapat

mengganggu proses masuknya cahaya ke mata[1]. Hal tersebut dapat mengakibatkan pandangan menjadi kabur bahkan bisa terjadi kebutaan. Katarak sendiri menempati posisi pertama didunia sebagai penyebab kebutaan mata menurut World Health Organization (WHO)[2]. Angka kebutaan didunia diperkirakan mengalami kenaikan yang signifikan di tahun 2020. Indonesia sendiri termasuk dalam urutan pertama di Asia tenggara bahkan pada urutan 3 di seluruh dunia[3].

Penyakit tersebut dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti usia, diabetes, hipertensi, dan kebiasaan merokok[4]. Umur merupakan salah satu faktor risiko terkena katarak yang sudah jelas, dimana 48% dari kasus kebutaan dunia diakibatkan oleh penyakit katarak yang diderita pada seseorang yang memiliki usia > 50 tahun[5]. Dari klasifikasi berdasarkan umur katarak dibagi menjadi 2 yaitu katarak *kongenital* dan katarak *sinilis*, sedangkan dari maturitasnya katarak dibagi menjadi empat bagian yaitu *Iminens/Insipiens*, *Imatur*, *Matur*, dan *Hiper matur*.

Katarak dapat disembuhkan dengan cara operasi pengangkatan katarak, namun operasi pengangkatan katarak tersebut hanya dapat dilakukan pada saat katarak berada di fase *matur* dan *hiper matur*. Sehingga perlu dilakukan terlebih dahulu proses klasifikasi terhadap maturitas katarak sebelum dilakukannya operasi pengangkatan katarak. Pemeriksaan katarak pada umumnya menggunakan alat bantu yaitu berupa *Slitlamp*[6]. Peralatan tersebut memiliki harga yang sangat mahal sehingga tidak semua prasarana kesehatan memilikinya. Hal tersebut dapat mengakibatkan terhambatnya proses penyembuhan pada penderita katarak dan juga dapat menyebabkan jumlah penderita katarak semakin banyak. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan alat sistem identifikasi maturitas katarak yaitu suatu alat yang dapat digunakan untuk proses klasifikasi terhadap maturitas penyakit katarak dengan biaya seminimal mungkin agar dapat dibeli oleh semua sarana Kesehatan yang berada dikota maupun diplosok – plosok desa. alat ini nantinya akan menggunakan sistem *embedded* dengan teknik pengolahan citra.

Pengolahan citra sendiri yaitu sebuah pemrosesan gambar melalui komputer digital, bisa juga diartikan sebagai teknik untuk memanipulasi dan memodifikasi gambar dua dimensi dengan banyak cara yang nantinya dapat diolah dengan mudah[7]. Agar dapat mengenali sebuah objek dan mengklasifikasikan sesuai dengan jenisnya, pengolahan citra ini nantinya akan dipadukan dengan proses pelatihan model *Convolutional Neural Network* (CNN). Sistem pengoptimalan data sangat dibutuhkan pada proses *training* model CNN karena berfungsi untuk mengurangi jumlah *error* antara *output* jaringan dan target[8]. Selain dapat mengurangi jumlah *error*, sistem pengoptimalan dalam proses *training* dapat membantu untuk mendapatkan akurasi yang sangat tinggi. Terdapat beberapa metode sistem pengoptimalan data dalam proses pelatihan model CNN yaitu *adadelta*, *Root Mean Square propagation* (RMSprop), *Stochastic Gradient Descent* (SGD), *AdaGrad*, *Adam Optimizer*, dan *Nesterov*. Sistem pengoptimalan yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu *Adam Optimizer* dikarenakan sistem pengoptimalan tersebut merupakan gabungan dari 2 teknik yaitu RMSprop dan momentum[9]. Penelitian ini diharapkan dapat membantu pengoptimalan proses *training* alat agar dapat mempermudah dalam mendiagnosa penyakit katarak dengan akurasi yang tinggi.

#### B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang sudah penulis jabarkan di atas, maka dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membangun sistem perangkat keras dari alat,
2. Bagaimana membangun algoritma untuk mengoptimalkan proses pelatihan pada model CNN menggunakan metode *Adam Optimizer* yang dapat digunakan untuk proses identifikasi maturitas katarak.

#### C. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Membangun algoritma pengoptimalan pada proses *training* model CNN menggunakan metode *Adam Optimizer* serta mengevaluasi tingkat efektifitas proses *training* model CNN yang dirancang,
2. Merancang alat pengklasifikasi maturitas katarak dengan menggunakan model CNN yang dilengkapi sistem pengoptimalan *training* dengan metode *Adam Optimizer*.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Convolutional Neural Network (CNN)

Merupakan pengembangan dari metode *Multi Layer Perceptron* (MLP) yang bekerja menyerupai proses kerja otak manusia. CNN bekerja dengan mengatur *neuron – neuron* yang akan membentuk

menjadi tiga dimensi (Lebar, Tinggi, dan Kedalaman), dan akhir *neuron* tersebut akan didefinisikan sebagai satu layer[10]. Metode ini lebih baik dari pada metode sebelumnya dikarenakan metode ini memiliki kedalaman jaringan yang tinggi dan sering diaplikasikan pada data pengenalan citra yang dapat menghasilkan tingkat akurasi tinggi serta hasil yang baik.

### B. Adam Optimizer

Optimizer adalah algoritma yang berfungsi untuk memperbarui bobot dan bias pada model training jaringan saraf tiruan untuk mengurangi error dan selisih antara output jaringan dan target [9]. Adaptive Moment Estimation (Adam Optimizer) adalah sebuah algoritma untuk pengoptimalan yang dapat digunakan sebagai ganti prosedur Stochastic Gradient Descent (SGD) klasik untuk memperbarui Weight Network secara iterative berdasarkan data training [11]. Adam Optimizer dapat dikatakan sebagai metode yang efisien karena hanya membutuhkan nilai gradien urutan pertama yang dapat diperoleh dari nilai turunan Loss function atau Cross entropy [12]. Adam Optimizer merupakan gabungan dari 2 teknik yaitu gradient descent moment dan RMSprop. Jadi Adam Optimizer menyimpan rata – rata yang menurun secara eksponensial dari gradien lama ( $a_t$ ) yang mewakili momen pertama (mean) dan gradien kuadrat lama ( $u_t$ ) yang mewakili momen kedua (varians). Masing – masing dapat dihitung melalui rumus:

$$a_t = \beta_1 a_{t-1} + (1 - \beta_1) d_t \quad (1)$$

$$u_t = \beta_2 u_{t-1} + (1 - \beta_2) d_t^2 \quad (2)$$

Rumus  $a_t$  dan  $u_t$  menunjukkan bias menuju nol ketika tingkat peruluan sangat kecil atau mendekati nol (yaitu  $\beta_1$  dan  $\beta_2$  mendekati nol) [13]. Untuk mengatasi situasi ini setiap momen dihitung dengan suku terkoreksi bias sebagai berikut:

$$\hat{a}_t = \frac{a_t}{1 - \beta_1^t} \quad (3)$$

$$\hat{u}_t = \frac{u_t}{1 - \beta_2^t} \quad (4)$$

Kemudian berdasarkan persamaan di atas, dapat dilakukan pembaruan dan mendapatkan persamaan sebagai berikut:

$$W_t = W_{t-1} - \eta \frac{\hat{a}_t}{\sqrt{\hat{u}_t + \epsilon}} \quad (5)$$

Parameter diatas diperbarui dengan memberi nilai step size yang memiliki nilai default sebesar  $\eta = 0.001$  dan epsilon  $\epsilon = 10^{-8}$ . Epsilon sendiri adalah nilai untuk mencegah pembagian nol.

### C. Pengolahan Citra

Pengolahan citra yaitu sebuah pemrosesan gambar melalui komputer digital, bisa juga diartikan sebagai teknik untuk memanipulasi dan memodifikasi gambar dua dimensi dengan banyak cara yang nantinya dapat diolah dengan mudah. Citra digital adalah citra di mana  $f(x, y)$  telah dibangkitkan pada koordinat spasial diskrit atau tingkat pengenalan. Pengolahan citra bertujuan untuk melakukan proses penarikan informasi dan pemilihan ciri dari citra serta kompresi atau reduksi data untuk penyimpanan data, transmisi data dan waktu pemrosesan data [7]. Gambar yang diproses diubah menjadi representasi digital untuk pemrosesan digital oleh komputer.

### D. Raspberry Pi

sebuah SBC (single board computer) yang berukuran seperti kartu debit. Raspberry Pi telah dilengkapi dengan semua fungsi layaknya sebuah komputer yang lengkap, menggunakan ARM SOC (System-on-a-Chip) yang dikemas dan terintegrasi pada PCB (circuit board). Raspberry Pi ini digunakan untuk menanam program yang telah dibuat agar rangkaian elektronik dapat membaca input, memproses input dan mengeluarkan hasil proses berupa output sesuai dengan program yang telah dibuat. Jadi Raspberry Pi bisa dikatakan sebagai otak dalam suatu rangkaian elektronika yang akan dibuat.

### E. ESP32-CAM

Merupakan perangkat mikrokontroler yang dikembangkan dari *board* ESP32 serta bersifat *open source* dan dilengkapi dengan Kamera, WiFi, Bluetooth, dan Antena eksternal [14]. Modul ini memiliki kamera berukuran kecil dengan diameter 27x40.5x4.5mm dan arus hingga 6mA yang dapat bekerja secara *independent* [15]. ESP32-CAM sangat cocok diaplikasikan sebagai perangkat IoT seperti *SmartHome*, CCTV jarak jauh, dan lainnya. Selain dapat menangkap gambar, modul ini juga bisa kita manfaatkan sebagai pendeteksi wajah (*Face Detection*), pengenalan wajah (*Face Recognition*), serta juga bisa digunakan sebagai modul WiFi untuk pengiriman data[16].

### F. Raspberry Pi LCD HDMI 5"

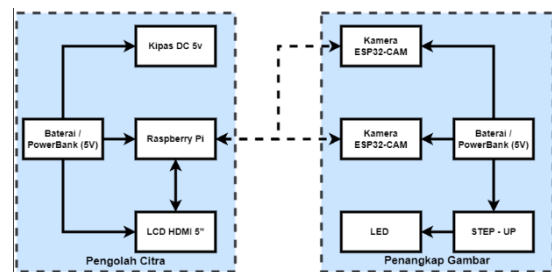
*Liquid Crystal Display* (LCD) adalah suatu perangkat elektronik yang berfungsi untuk menampilkan sebuah data berupa karakter, angka, huruf, serta gambar. LCD HDMI 5" merupakan salah satu LCD yang banyak digunakan pada *Raspberry Pi* yang sudah dibekali dengan layer sentuh resistif serta memiliki resolusi yaitu 800 x 480 [17].

## III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab metodologi penelitian ini akan membahas mengenai cara kerja sistem dari diagram blok hingga flowchart sistem. Serta akan membahas mengenai perancangan perangkat keras dan lunak.

### A. Diagram Blok

Konsep yang digunakan pada alat yaitu dengan menggunakan dua kamera ESP32-CAM sebagai komponen elektronika yang dapat menangkap sebuah gambar kondisi dari mata, lalu gambar tersebut akan diolah dan diproses oleh sebuah perangkat yaitu Raspberry Pi dan hasilnya akan ditampilkan pada sebuah LCD monitor. Alat ini menggunakan catu daya PowerBank berkapasitas 10000mAh dengan tegangan output sebesar 5V yang mampu bertahan berkisar 5jam, untuk mensuplay daya dari alat.

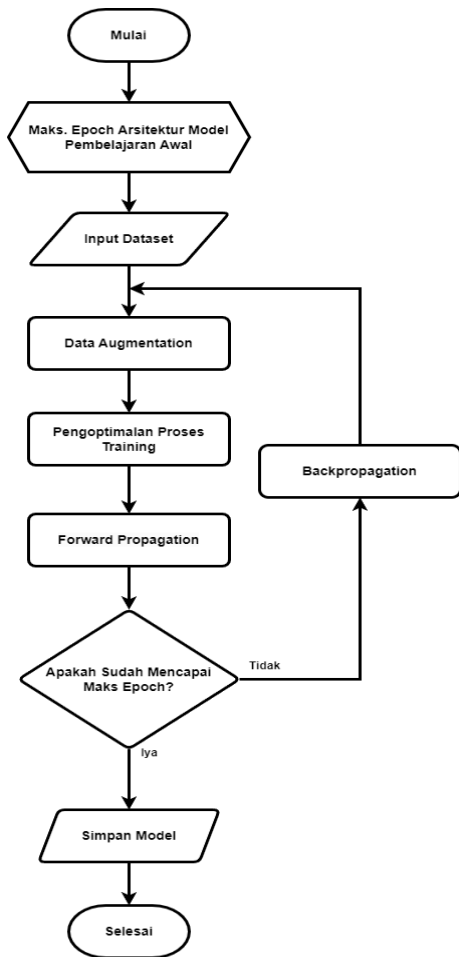


Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

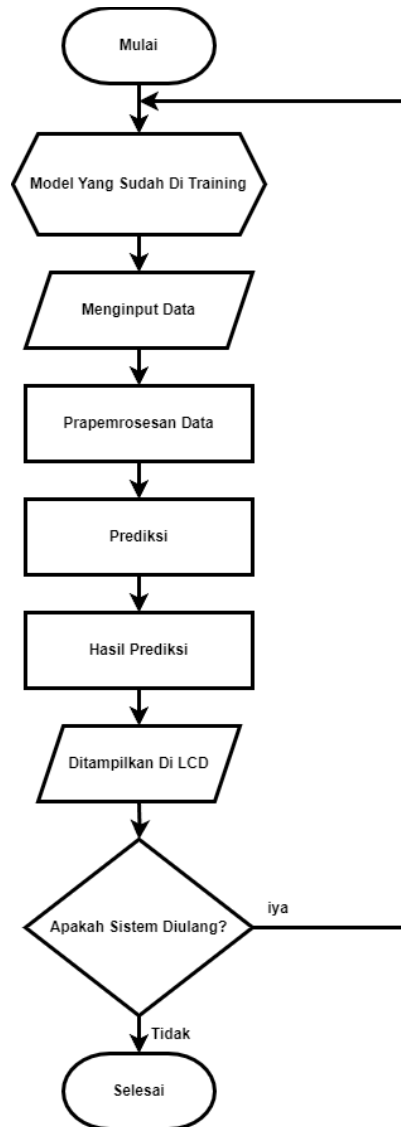
Cara kerja dari alat yaitu dengan memanfaatkan Dua kamera ESP32-CAM yang dapat menangkap gambar dari kondisi mata yang pencahayaannya disuplay oleh LED, setelah itu data yang ditangkap oleh kamera akan diolah dan diproses oleh *Raspberry Pi*. Hasil yang sudah diolah dan diproses nantinya akan ditampilkan langsung disebuah LCD yang sudah terintegrasi dalam satu alat.

### B. Flowchart Proses Training

*Neural Network* merupakan jaringan syaraf tiruan yang didesain menyerupai otak dari manusia dengan pemodelan yang sangat canggih dan dapat memodelkan fungsi dengan sangat kompleks[18]. Untuk dapat menghasilkan data yang kompleks maka dibutuhkan pelatihan model terlebih dahulu dengan tahapan – tahapan yang sudah disusun pada gambar 3.2. Tahapan awal yaitu dengan memasukkan maksimal *epoch* pembelajaran awal yang digunakan untuk pelatihan model CNN lalu selanjutnya menginputkan dataset yang akan dilatih. Data – data tersebut nantinya akan melalui proses *Data Augmentation* yang selanjutnya akan dilakukan pengoptimalan proses *training*. Sistem pengoptimalan data pada percobaan ini menggunakan tiga sistem pengoptimalan untuk perbandingan hasilnya yaitu *Adam Optimizer*, *RMSProp* dan *Adagrad*. Selanjutnya yaitu proses *forward propagation* dimana proses ini melakukan pendekatan untuk menentukan outputan dengan jumlah *neuron* pada masing – masing layer yang mendekati hasil optimal. Setelah itu masuk ke *decision* apakah *epoch* sudah terpenuhi atau akurasi sudah mencapai yang diinginkan. Jika belum maka akan masuk ke dalam *Backpropagation* dimana proses ini menentukan nilai *error* pada suatu *node* dengan sebuah target yang diinginkan.



Gambar 3.2 FlowChart proses Training

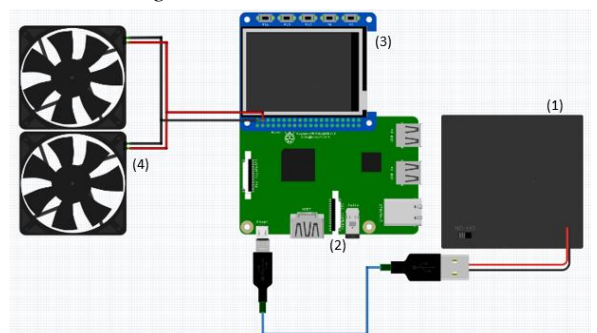


Gambar 3.3 FlowChart Proses Prediksi

### C. Flowchart Proses Prediksi

Setelah mendapatkan model training, proses selanjutnya yaitu prediksi yang digunakan untuk mengklasifikasikan data mata katarak atau inputan data. Berikut adalah tahapan – tahapan proses prediksi dari alat yang akan dibuat. Hal yang pertama dilakukan yaitu dengan memasukkan atau mengambil data model yang sudah dilatih terlebih dahulu. Setelah itu, menginputkan data yang akan diprediksi dengan memanfaatkan kamera ESP32-CAM. Data yang ditangkap oleh kamera nantinya akan diprapemrosesan terlebih dahulu untuk menyesuaikan standardisasi inputan pada jaringan syaraf. Jika sudah sesuai, akan dilakukan prediksi pada inputan data tersebut dengan cara mengklasifikasikan gambar menggunakan model yang sudah dilatih sebelumnya dan akan menghasilkan data prediksi. Data prediksi tersebut nantinya akan ditampilkan langsung disebuah layar LCD yang sudah terintegrasi dengan alat. Selanjutnya yaitu decision apakah alat tersebut ingin digunakan untuk memprediksi lagi. Jika alat tersebut masih digunakan untuk memprediksi maka alat tersebut akan mengulang ke awal sistem. Akan tetapi jika alat tersebut tidak digunakan lagi, maka alat tersebut bisa dimatikan.

### D. Skematik Pengolah Citra

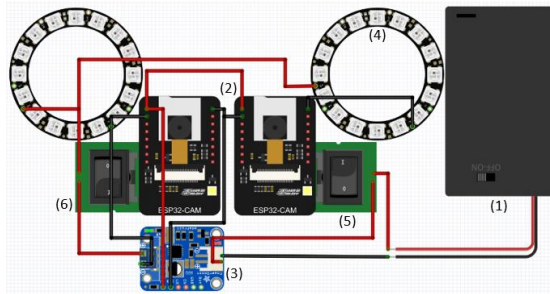


Gambar 3.4 Skematik Pengolah Citra

Didalam perangkat *Pengolah Citra* terdapat komponen – komponen berupa (1) baterai, (2) *Raspberry Pi*, (3) *LCD Raspberry Pi*, dan (4) kipas DC 5V. Perangkat *Pengolah Citra* ini berfungsi untuk memproses data yang dikirim oleh perangkat *Penangkap Gambar* melalui jalur komunikasi *Wireless*. Untuk menghubungkan *supply* Baterai / *PowerBank* (5v) dengan *Raspberry Pi* memerlukan sebuah kabel data micro. Untuk pemasangan LCD

HDMI 5” sudah terdapat socket plug and play untuk ditancapkan langsung kedalam pin *Raspberry Pi* dan untuk Kipas DC menggunakan *supply* 5v yang diambilkan dari pin di *Rapsberry Pi*.

#### E. Skematik Penangkap Gambar



Gambar 3.5 Skematik Penangkap Gambar

Dari skematik rangkaian Penangkap Gambar terdapat beberapa komponen yaitu (1) Baterai / *PowerBank* (5v) yang digunakan untuk mensupply perangkat, (2) ESP32-CAM terdapat 2 perangkat yang digunakan untuk menangkap gambar kondisi mata kanan dan kiri, (3) *Step Up* digunakan untuk menaikkan tegangan *supply* baterai / *powerbank* 5v menjadi ke tegangan 10v, (4) LED berjumlah 2 yang digunakan untuk menerangi saat pengambilan kondisi mata agar terlihat jelas oleh kamera. Adapun tambahan yaitu 2 saklar yang mempunyai fungsi berbeda, saklar (5) digunakan untuk menghidupkan atau menyalakan alat dan saklat (6) digunakan untuk menghidupkan lampu LED. Penangkap Gambar ini berfungsi untuk menangkap kondisi pada mata penderita yang nantinya gambar tersebut akan dikirim ke *Pengolah Citra* untuk diproses.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas hasil training model CNN dengan 3 sistem pengoptimalan data beserta hasil prediksi dan hasil analisa yang didapat dari setiap melakukan percobaan tersebut.

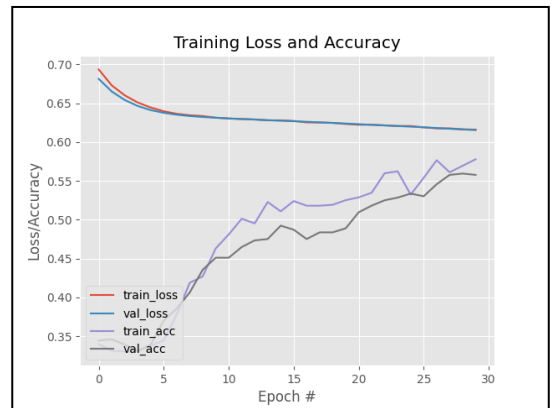
##### A. Proses Training Dengan Adagrad Optimizer

Pelatihan ini dilakukan untuk membentuk model Convolutional Neural Network (CNN) dengan menggunakan sistem pengoptimalan data berupa Adagrad Optimizer dalam proses pelatihannya. Proses ini akan dilakukan dengan mengganti nilai Epoch dan menggunakan 0,0005 Learning rate. Data yang digunakan pada proses pelatihan ini berjumlah 1.452 data sampel mata diantaranya yaitu 488 data mata Imatur, 479 data mata Matur, dan 485 data mata Normal. Hasil dari proses pelatihan nantinya akan ditampilkan menggunakan grafik untuk perbandingan nilai loss dengan akurasi berdasarkan proses training dan validasi.



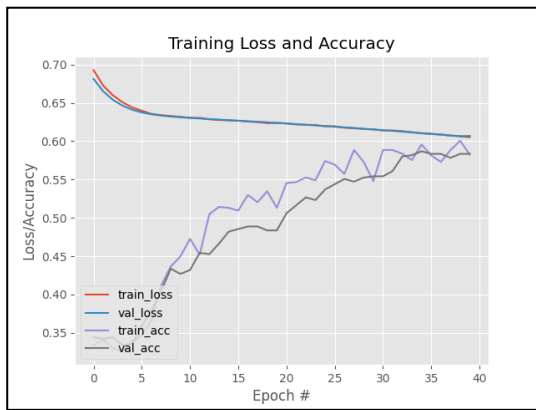
Gambar 4.1 Grafik Model Menggunakan 20 Epoch

Proses training model CNN pada percobaan ini menggunakan 20 Epoch dan 0,0005 Learning Rate. Hasil yang ditunjukkan pada gambar grafik 4.1 mengalami perubahan yang kecil pada nilai loss yaitu 0,6234 untuk *training* dan 0,6237 untuk validasi. Sedangkan pada hasil akurasi juga mengalami perubahan yang kecil dan didapatkan hasil 54,19% untuk *training* dan 49,57% untuk validasi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model tidak dapat digunakan untuk proses klasifikasi dikarenakan model yang dibuat menghasilkan akurasi yang kecil dan loss yang cukup besar.



Gambar 4.2 Grafik Model Menggunakan 30 Epoch

Proses training model CNN pada percobaan ini menggunakan 30 Epoch dan 0,0005 Learning Rate. Hasil yang ditunjukkan pada gambar grafik 4.2 mengalami perubahan pada nilai loss yang kecil yaitu 0,6159 untuk *training* dan 0,6154 untuk validasi. Sedangkan pada hasil akurasi juga mengalami perubahan dan didapatkan hasil sebesar 57,78% untuk *training* dan 55,77% untuk validasi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model tidak dapat digunakan untuk proses klasifikasi dikarenakan model yang dibuat menghasilkan akurasi yang kecil dan loss yang cukup besar.



Gambar 4.3 Grafik Model Menggunakan 40 Epoch

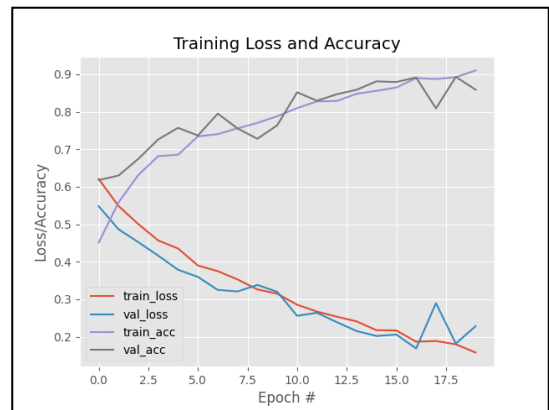
Proses training model CNN pada percobaan ini menggunakan 40 Epoch dan 0,0005 Learning Rate. Hasil yang ditunjukkan pada gambar grafik 4.3 mengalami perubahan pada nilai loss yang kecil yaitu 0,6069 untuk training serta 0,6052 untuk validasi. Sedangkan pada hasil akurasi juga mengalami perubahan dan didapatkan hasil sebesar 58,25% untuk training dan 58,35% untuk validasi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model tidak dapat digunakan untuk proses klasifikasi dikarenakan model yang dibuat menghasilkan akurasi yang kecil dan loss yang cukup besar.

Tabel 4.1 Hasil Percobaan Adagrad Optimizer

Keterangan	Leatning Rate 0,0005		
	20 Epoch	30 Epoch	40 Epoch
Training_Acc	54,19%	57,78%	58,25%
Validasi_Acc	49,57%	55,77%	58,35%
Training_Loss	0,6234	0,6159	0,6069
Validasi_Loss	0,6237	0,6154	0,6052

#### B. Proses Training Dengan RMSprop Optimizer

Pelatihan ini dilakukan untuk membentuk model Convolutional Neural Network (CNN) dengan menggunakan sistem pengoptimalan data berupa RMSprop Optimizer dalam proses pelatihannya. Proses ini akan dilakukan dengan mengganti nilai Epoch dan menggunakan 0,0005 Learning rate. Data yang digunakan pada proses pelatihan ini berjumlah 1.452 data sampel mata diantaranya yaitu 488 data mata Imatur, 479 data mata Matur, dan 485 data mata Normal. Hasil dari proses pelatihan nantinya akan ditampilkan menggunakan grafik untuk perbandingan nilai loss dengan akurasi berdasarkan proses training dan validasi.



Gambar 4.4 Grafik Model Menggunakan 20 Epoch

Proses training model CNN pada percobaan ini menggunakan 20 Epoch dan 0,0005 Learning Rate. Hasil yang ditunjukkan pada gambar grafik 4.4 mengalami perubahan pada nilai loss sebesar 0,1577 untuk *training* dan 0,2282 untuk validasi. Sedangkan pada hasil akurasi juga mengalami perubahan dan didapatkan hasil sebesar 91,03% untuk *training* dan 85,89% untuk validasi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model sudah dapat digunakan untuk proses klasifikasi. Akan tetapi, model yang dibuat masih memiliki nilai loss yang cukup tinggi. Hal tersebut dapat mempengaruhi tingkat keakurasian pada saat proses prediksi.



Gambar 4.5 Grafik Model Menggunakan 30 Epoch

Proses training model CNN pada percobaan ini menggunakan 30 Epoch dan 0,0005 Learning Rate. Hasil yang ditunjukkan pada gambar grafik 4.5 mengalami perubahan pada nilai loss sebesar 0,0976 untuk *training* dan 0,1088 untuk validasi. Sedangkan pada hasil akurasi juga mengalami perubahan dan didapatkan hasil sebesar 94,98% untuk *training* dan 94,15% untuk validasi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model sudah dapat digunakan untuk proses klasifikasi. Akan tetapi, model yang dibuat masih memiliki nilai validasi loss yang cukup tinggi. Hal tersebut dapat mempengaruhi tingkat keakurasian pada saat proses prediksi.





Gambar 4.6 Grafik Model Menggunakan 40 Epoch

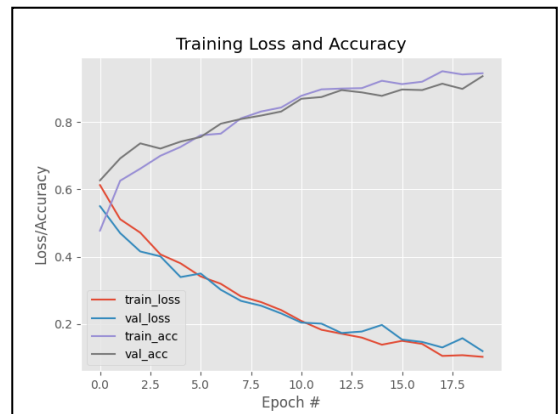
Proses training model CNN pada percobaan ini menggunakan 40 Epoch dan 0,0005 Learning Rate. Hasil yang ditunjukkan pada gambar grafik 4.6 mengalami perubahan pada nilai loss sebesar 0,0455 untuk training dan 0,0731 untuk validasi. Sedangkan pada hasil akurasi juga mengalami perubahan sebesar 97,85% untuk training dan 95,87% untuk validasi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model sudah dapat digunakan untuk proses klasifikasi.

Tabel 4.2 Hasil Percobaan RMSprop Optimizer

Leatning Rate 0,0005			
Keterangan	20 Epoch	30 Epoch	40 Epoch
Training_Acc	91,03%	94,98%	97,85%
Validasi_Acc	85,89%	94,15%	95,78%
Training_Loss	0,1577	0,0976	0,0455
Validasi_Loss	0,2282	0,1088	0,0731

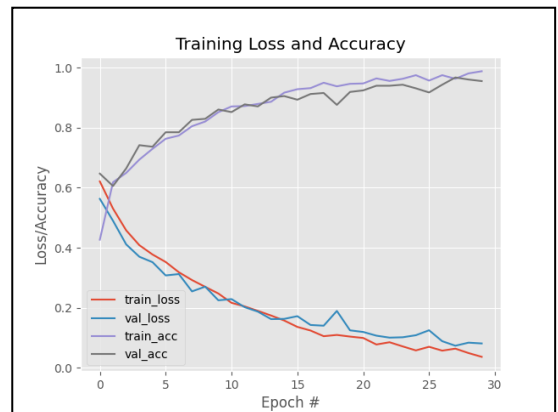
### C. Proses Training Dengan Adam Optimizer

Pelatihan ini dilakukan untuk membentuk model Convolutional Neural Network (CNN) dengan menggunakan sistem pengoptimalan data berupa Adam Optimizer dalam proses pelatihannya. Proses ini akan dilakukan dengan mengganti nilai Epoch dan menggunakan 0,0005 Learning rate. Data yang digunakan pada proses pelatihan ini berjumlah 1.452 data sampel mata diantaranya yaitu 488 data mata Imatur, 479 data mata Matur, dan 485 data mata Normal. Hasil dari proses pelatihan nantinya akan ditampilkan menggunakan grafik untuk perbandingan nilai loss dengan akurasi berdasarkan proses training dan validasi.



Gambar 4.7 Grafik Model Menggunakan 20 Epoch

Proses training model CNN pada percobaan ini menggunakan 20 Epoch dan 0,0005 learning rate. Hasil yang ditunjukkan pada gambar grafik 4.7 mengalami perubahan pada nilai loss sebesar 0,1024 untuk training dan 0,1194 untuk validasi. Sedangkan pada hasil akurasi juga mengalami perubahan dan didapatkan hasil sebesar 94,50% untuk training dan 93,63% untuk validasi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model sudah dapat digunakan untuk proses klasifikasi. Akan tetapi, model yang dibuat masih memiliki nilai loss yang cukup tinggi. Hal tersebut dapat mempengaruhi tingkat keakurasian pada saat proses prediksi.



Gambar 4.8 Grafik Model Menggunakan 30 Epoch

Proses training model CNN pada percobaan ini menggunakan 30 Epoch dan 0,0005 learning rate. Hasil yang ditunjukkan pada gambar grafik 4.8 mengalami perubahan pada nilai loss sebesar 0,0370 untuk training dan 0,0816 untuk validasi. Sedangkan pada hasil akurasi juga mengalami perubahan dan didapatkan hasil sebesar 98,80% untuk training dan 95,52% untuk validasi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model sudah dapat digunakan untuk proses klasifikasi.



Gambar 4.9 Grafik Model Menggunakan 40Epoch

Proses training model CNN pada percobaan ini menggunakan 40 Epoch dan 0,0005 learning rate. Hasil yang ditunjukkan pada gambar grafik 4.9 mengalami perubahan pada nilai loss sebesar 0,0235 untuk training dan 0,0377 untuk validasi. Sedangkan pada hasil akurasi juga mengalami perubahan dan didapatkan hasil sebesar 99,67% untuk training dan 98,83% untuk validasi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model sudah dapat digunakan untuk proses klasifikasi.

Tabel 4.3 Hasil Percobaan Adam Optimizer

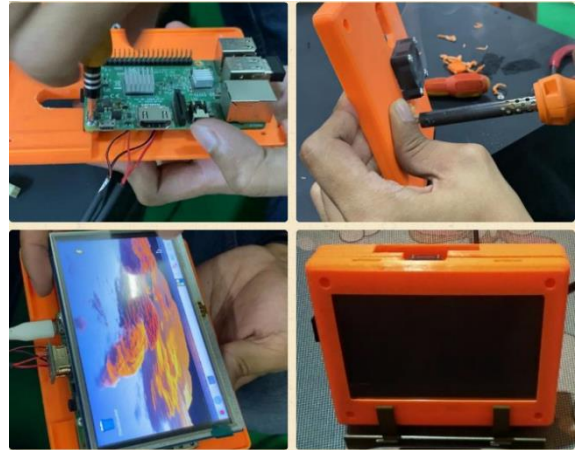
Keterangan	Leatning Rate 0,0005		
	20 Epoch	30 Epoch	40 Epoch
Training_Acc	94,50%	98,80%	99,67%
Validasi_Acc	93,63%	95,52%	98,83%
Training_Loss	0,1024	0,0370	0,0235
Validasi_Loss	0,1194	0,0816	0,0377

#### D. Hasil Perancangan Alat

Berikut adalah hasil perakitan hardware penangkap gambar dan pengolah citra. Untuk penangkap gambar memanfaatkan VR (Virtual Reality) Box yang hanya kita ambil lensa dan boxnya saja untuk tempat ESP32-CAM, Power Bank, Step up, dan LED. Sedangkan untuk Pengolah citra kita menggunakan 3D Printing untuk tempat Raspberry Pi, Power Bank, LCD, dan Kipas DC 5v.



Gambar 4.10 Perangkat Penangkap Gambar



Gambar 4.11 Perangkat Pengolah Citra

#### E. Hasil Inisialisasi IP Address ESP32-CAM

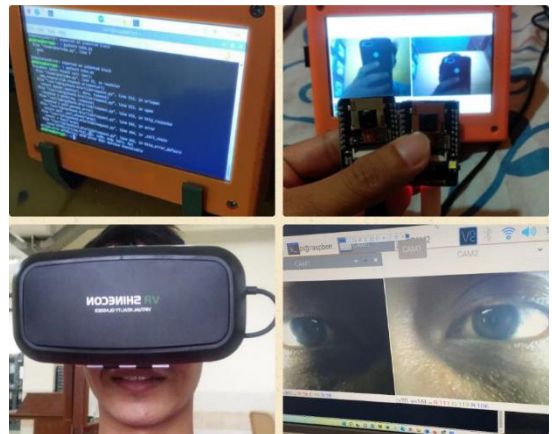
```

COM3
06:59:26.991 -> ets Jun 8 2016 00:22:57
06:59:26.991 ->
06:59:26.991 -> rst:0x1 (POWERON_RESET),boot:0x13 (SPI_FAST_FLASH_BOOT)
06:59:26.991 -> configisp: 0, SPIWP:0xee
06:59:27.037 -> clk_drv:0x00,q_drv:0x00,d_drv:0x00,cs0_drv:0x00,hd_drv:0x00,wp_drv:0x00
06:59:27.037 -> mode:DIO, clock div:1
06:59:27.037 -> load:0x3fff0030,len:1344
06:59:27.037 -> load:0x40078000,len:13924
06:59:27.037 -> ho 0 tail 12 room 4
06:59:27.037 -> Load:0x40080400,len:3600
06:59:27.037 -> entry 0x400805f0
06:59:28.551 -> ....
06:59:30.068 -> WiFi terkoneksi
06:59:30.068 -> Kamera siap digunakan! masuk ke: http://192.168.43.77

```

Gambar 4.12 Hasil Inisialisasi IP Address

Pada percobaan ini yang dilakukan yaitu memprogram kedua ESP32-CAM untuk dapat diakses melalui IP Address. Untuk IP Address yang digunakan oleh ESP32-CAM dapat berubah – ubah sesuai dengan jaringan yang akan digunakan. Sehingga perlu dilakukannya scanning IP Address terlebih dahulu agar bisa mengakses kamera ESP32-CAM tersebut. Fungsi dari IP Address tersebut nantinya akan digunakan untuk komunikasi wireless antara ESP32-CAM dengan Raspberry Pi.










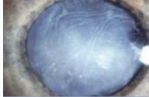



Gambar 4.13 Hasil Akses IP Address







### F. Hasil Proses Prediksi

Proses prediksi dilakukan untuk mengukur keakuratan pembacaan sistem yang sudah dibuat. Proses prediksi akan menggunakan 15 data yang tidak diikuti sertakan pada proses training. Data tersebut terdiri dari 5 data mata *Imatur*, 5 data mata *Matur*, dan 5 data mata Normal. Nantinya data tersebut akan digunakan untuk proses prediksi dari model CNN yang sudah dilatih. Model CNN tersebut diambil dari proses *training* yang memiliki *training* akurasi dan validasi akurasi tertinggi. Model CNN yang memenuhi kriteria tersebut yaitu proses *training* dengan *Adam Optimizer* menggunakan 40 *Epoch* dan 0,0005 *Learning Rate* yang mendapatkan hasil *Training* akurasi sebesar 99,67% dan Validasi akurasi sebesar 98,83%. Hasil prediksi tersebut dapat kita lihat pada tabel – tabel dibawah ini

Tabel 4.4 Hasil Prediksi Data Mata

No	Input	Kondisi	Prediksi	Ket
1		Imature	Imature	Sesuai
2		Imature	Imature	Sesuai
3		Imature	Imature	Sesuai
4		Imature	Imature	Sesuai
5		Imature	Imature	Sesuai
6		Mature	Mature	Sesuai
7		Mature	Mature	Sesuai
8		Mature	Mature	Sesuai
9		Mature	Mature	Sesuai
10		Mature	Mature	Sesuai
11		Normal	Normal	Sesuai

12		Normal	Normal	Sesuai
13		Normal	Normal	Sesuai
14		Normal	Normal	Sesuai
15		Normal	Normal	Sesuai

## V. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa menggunakan sistem pengoptimalan *Adam Optimizer* dalam proses *training* model *Convolutional Neural Network* (CNN) lebih efektif dibandingkan dengan *RMSprop* dan *Adagrad* dikarenakan *Adam Optimizer* pada percobaan *Epoch* 30 dan *Learning Rate* 0,0005 sudah dapat dijadikan sebagai model klasifikasi dan memiliki akurasi yang sudah mencapai 98,80% dengan nilai *loss* 0,0370. Sedangkan pada percobaan serupa menggunakan *Adagrad Optimizer* mendapatkan akurasi 57,78% dengan *loss* 0,6159 dan menggunakan *RMSprop Optimizer* mendapatkan akurasi 94,98% dengan nilai *loss* 0,0976. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan *epoch* dan *learning rate* yang kecil sistem pengoptimalan *Adam Optimizer* mampu melakukan *training* data secara efektif dan menghasilkan model *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan akurasi yang tinggi dibandingkan dengan *RMSprop* dan *Adagrad*. Dalam percobaan prediksi juga didapatkan hasil yang sesuai antara *Input* dan *Output* data yang digunakan, *input* data prediksi tersebut tidak termasuk dalam data *training*. Untuk proses perancangan sistem perangkat keras alat juga sudah berjalan dengan konsep sehingga alat sudah dapat digunakan untuk proses klasifikasi maturitas katarak dengan akurasi mencapai 99% yang diambil dari model CNN menggunakan sistem pengoptimalan *adam optimizer* dengan 40 *epoch* 0,0005 *learning rate*.

### B. Saran

Saran untuk kedepannya penelitian ini dapat dikembangkan di bagian interface agar familiar atau mudah digunakan oleh semua orang terutama orang awam. Serta dibagian kamera diganti dengan resolusi yang lebih tinggi agar gambar yang ditangkap lebih jernih dan memperbanyak data mata untuk proses trainingnya dikarenakan semakin banyak data semakin bagus pula hasil training serta validasinya.

## VI. REFERENSI

- [1] R. Hidayaturahmah, T. M. Andayani, and S. A.

- Kristina, "Analisis Faktor-Faktor Klinik yang Mempengaruhi Kualitas Hidup Pasien Katarak di Rumah Sakit Dr. YAP, Yogyakarta," *J. Farm. Dan Ilmu Kefarmasian Indones.*, vol. 8, no. 3, p. 207, 2021.
- [2] G. Awopi, T. D. Wahyuni, and Sulasmini, "Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kejadian Katarak Di Poliklinik Mata Puskesmas Dau Kabupaten Malang," *Nurs. News (Meriden)*, vol. 1, pp. 550–556, 2016.
- [3] R. Kemenkes, "Infodatin Situasi Gangguan Penglihatan," *Kementrian Kesehat. RI Pus. Data dan Inf.*, p. 11, 2018.
- [4] H. M. Harun, Z. Abdullah, and U. Salmah, "Pengaruh Diabetes, Hipertensi, Merokok dengan Kejadian Katarak di Balai Kesehatan Mata Makassar," *J. Kesehat. Vokasional*, vol. 5, no. 1, p. 45, 2020.
- [5] A. U. Detty, I. Artini, and V. R. Yulian, "Karakteristik Faktor Risiko Penderita Katarak," *J. Ilm. Kesehat. Sandi Husada*, vol. 10, no. 1, pp. 12–17, 2021.
- [6] P. Astari, "Katarak: Klasifikasi, Tatalaksana, dan Komplikasi Operasi," *Astari, Prilly*, vol. 45, no. 10, pp. 748–753, 2018.
- [7] Abdul kadir; Adhi Susanto, "Abdul Kadir Abd AdhiS dhiSusanto," *Pengolah. Citra*, pp. 1–700, 2012.
- [8] N. D. Miranda, L. Novamizanti, S. Rizal, F. T. Elektro, and U. Telkom, "Convolutional Neural Network Pada Klasifikasi Sidik Jari Menggunakan Resnet-50 Classification of Fingerprint Pattern Using Convolutional Neural Network in Clahe Image," *J. Tek. Inform.*, vol. 1, no. 2, pp. 61–68, 2020.
- [9] E. Hartati, "Klasifikasi Spesies Kupu Kupu Menggunakan Metode Convolutional Neural Network," *MDP Student Conf.*, pp. 569–577, 2022.
- [10] N. K. C. PRATIWI, N. IBRAHIM, Y. N. FU'ADAH, and S. RIZAL, "Deteksi Parasit Plasmodium pada Citra Mikroskopis Hapusan Darah dengan Metode Deep Learning," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 9, no. 2, p. 306, 2021.
- [11] ktavia N. Putri, "Implementasi Metode CNN Dalam Klasifikasi Gambar Jamur Pada Analisis Image Processing (Studi Kasus: Gambar Jamur Dengan Genus Agaricus Dan Amanita)," pp. 1–80, 2020.
- [12] I. M. Rahayu, "Prediksi kesiapan sekolah menggunakan Machine Learning berbasis kombinasi Adam dan Nesterov Momentum," 2021.
- [13] P. O. Sgd, D. Irfan, R. Rosnelly, M. Wahyuni, J.T. Samudra, and A. Rangga, "Menggunakan Cnn," vol. 4307, no. June, pp. 244–253, 2022.
- [14] D. Maulana, I. G. P. R. A. Agung, and I. P. E. D. Nugraha, "Sistem Monitor Budidaya Sarang Burung Walet Berbasis Esp32-Cam Dilengkapi Aplikasi Telegram," *Spektrum*, vol. 9, no. 1, pp. 143–150, 2022.
- [15] F. Abdurrokhman, "Implementasi Internet of Things (Iot) Untuk Meningkatkan Keamanan Pada Waret Tara Komputer," *Insa. Pembang. Sist. Inf. ...*, vol. 9, no. 1, pp. 23–31, 2021.
- [16] Y. Sari and A. Waliyuddin, "Alat Deteksi Polusi Udara Dalam Ruangan Berbasis Internet Of Things (IOT)," *Tekinfor*, vol. 22, no. 2, pp. 120–134, 2021.
- [17] I. Hidayat, I. Made, B. Suksmadana, and S. Ariessaputra, "Rancang Bangun Alat Informasi Tanggap Darurat Berbasis Raspberry Pi Untuk Keamanan Lingkungan Perumahan Design of Emergency Response Information Tool Based on Raspberry Pi for Residential Environment Security."
- [18] A. Jeanethe, M. Hukubun, and U. N. Manado, "Neural Network," no. November, 2022.
- [19] S. R. Suartika E. P, I Wayan, Wijaya Arya Yudhi, "Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network (Cnn) Pada Caltech 101," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 1, p. 76, 2016.

## VII. BIODATA PENULIS

Dwangga Rizqia Meidyan Syahputra, lahir di Malang 12 Mei 1997. Penulis menyelesaikan Pendidikan dasar di SD Negeri 1 Kepanjen 2010 dilanjutkan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Kepanjen 2013 dan Sekolah Menengah Kejuruan di SMK Negeri 1 Kepanjen tahun 2016. Kemudian penulis bekerja terlebih dahulu di PT. Indowire Prima Industrindo Selama kurang lebih 3,5 Tahun. Pada tahun 2019 penulis melanjutkan studi diperguruan tinggi swasta Institut Teknologi Nasional Malang prodi Teknik Elektro S-1 dengan memilih konsentrasi Teknik Elektronika. Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar – besarnya atas terselesaikannya skripsi ini yang berjudul "Pengembangan Alat Identifikasi Maturitas Katarak Berbasis Raspberry Pi Dengan Adam Optimizer Untuk Proses Pelatihan Model CNN".



Email penulis yaitu  
dwangarms@gmail.com

## LEMBAR PENGESAHAN

# “Pengembangan Alat Identifikasi Maturitas Katarak Berbasis Raspberry Pi Dengan Adam Optimizer Untuk Proses Pelatihan Model CNN”

JURNAL SKRIPSI



Program Studi Teknik Elektro S1  
Peminatan Elektronika – S1  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

Dwangga Rizqia Meidyan Syahputra  
19.12.055  
Semester 8 (Delapan)

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

(Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT.)  
NIP. P. 1030100365

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

MALANG  
2023