

# PENGEMBANGAN APLIKASI PENDETEKSI KATARAK PADA MATA MEMANFAATKAN *TENSORFLOW* API DAN *OPENCV LIBRARY* BERBASIS ANDROID

Fakhrur Rozie<sup>1</sup>, Irawan Afrianto<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Informatika – Universitas Komputer Indonesia

Jl. Dipatiukur 112-114 Bandung

E-mail : [ozaygonjay@gmail.com](mailto:ozaygonjay@gmail.com)<sup>1</sup>, [irawan.afrianto@email.unikom.ac.id](mailto:irawan.afrianto@email.unikom.ac.id)<sup>2</sup>

## ABSTRAK

Katarak adalah kaburnya penglihatan pada lensa mata yang menyebabkan penurunan penglihatan. Katarak menjadi penyebab kebutaan nomor satu di Indonesia, namun masih banyak orang yang melupakan untuk periksa mata secara rutin. Pada penelitian sebelumnya yang berjudul “Pembangunan Aplikasi Smartphone Berbasis Android Membantu Menjaga Kesehatan Mata Dengan Memanfaatkan Sensor Smartphone” sudah mampu mendeteksi penyakit katarak pada satu mata. namun belum ada hasil akurasi yang diidentifikasi pada penelitian tersebut dan aplikasi tersebut masih dapat memproses gambar selain mata. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dikembangkan aplikasi deteksi katarak menggunakan metode *Convolutional Neural Network* untuk proses pengklasifikasian katarak. Pada aplikasi ini juga akan dikembangkan supaya dapat memvalidasi objek mata yang dideteksi dan dapat mendeteksi dua bola mata dalam satu kali proses. Aplikasi ini menggunakan *OpenCV Library* untuk melakukan *cropping* pada iris mata dan menggunakan *Tensorflow* API untuk proses pengklasifikasian. Dari hasil pengujian, aplikasi ini mampu mendeteksi katarak dengan akurasi keberhasilan sebesar 90% dan mendeteksi mata dengan akurasi 85% keberhasilan.

## 1. PENDAHULUAN

Katarak merupakan penyebab kebutaan nomor satu di Indonesia, menurut survey yang dilakukan departemen kesehatan RI angka prevalensi penderita katarak sebesar 1,5%. Namun masih banyak orang melupakan untuk pemeriksaan mata secara rutin. Pemeriksaan mata secara rutin adalah hal yang sebenarnya cukup penting untuk menjaga kesehatan mata. agar bila seseorang ternyata mengalami gejala penyakit mata yang cukup parah dapat langsung menghubungi dokter untuk melakukan tindakan preventif dan penanganan sebelum bertambah parah. Seiring bertambahnya usia mata menjadi lebih rentan akan kerusakan berbagai penyakit terutama penyakit katarak [1]. Katarak merupakan penyakit mata yang ditandai dengan mengeruhnya lensa mata, sehingga

membuat penglihatan kabur. Kondisi ini umumnya terjadi pada lansia, dan bisa terjadi pada salah satu atau kedua mata sekaligus. Meski demikian, katarak bukan jenis penyakit menular. Seiring bertambahnya usia, protein pada lensa akan menggumpal dan perlahan-lahan membuat lensa keruh dan berkabut [2].

Pada Penelitian sebelumnya yang berjudul “Pembangunan Aplikasi Smartphone Berbasis Android membantu Menjaga Kesehatan Mata Dengan Memanfaatkan Sensor Smartphone” [3] sudah mampu mendeteksi penyakit katarak pada mata menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN). Namun penelitian tersebut hanya mendeteksi satu mata dalam satu kali proses dan belum ada nilai akurasi KNN yang diidentifikasi pada penelitian tersebut. Pada penelitian ini penulis ingin mengimplementasikan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) menggunakan *Tensorflow* untuk mendapatkan nilai akurasi yang dihasilkan dari uji coba pendeteksian. Dalam penelitian ini penulis ingin menggunakan metode CNN karena metode tersebut banyak mendapatkan hasil akurasi yang cukup baik. Salah satunya pada penelitian [4] dengan rata-rata tingkat akurasi lebih dari 87%. Kemudian pada penelitian yang membandingkan CNN dengan *Extreme Learning Machine* (ELM), dimana hasil kinerja CNN mendapat hasil akurasi lebih tinggi mencapai 98,04%[5]. Penggunaan CNN pada *Tensorflow* mendapatkan nilai akurasi sebesar 100% yang dilakukan pada penelitian sidik jari [6]. Pada penelitian *OpenCV* deteksi lingkaran mendapatkan hasil akurasi sebesar 95,46% [7].

Solusi yang diusulkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan mengembangkan aplikasi deteksi katarak berbasis Android. Yang dimana akan menggunakan *tensorflow* API untuk memvalidasi objek mata kemudian dilakukan *cropping* untuk mendapatkan iris mata lalu dilakukan klasifikasi bahwa mata tersebut termasuk katarak atau normal menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN). Dari solusi yang diajukan, penulis berharap aplikasi deteksi katarak yang akan dikembangkan dapat mengatasi permasalahan yang ada. Oleh karena itu penulis ingin melakukan penelitian dengan judul “Pengembangan Aplikasi

Pendeteksi Penyakit Katarak Pada Mata Memanfaatkan *Tensorflow* API dan *OpenCV Library* Berbasis Android”.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Katarak

katarak adalah adalah salah satu kerusakan pada mata yang ditandai dengan adanya kekeruhan pada lensa mata. Variasi kekeruhan tergantung tingkat kerusakan akibat katarak. biasanya berlangsung perlahan-lahan dan menyebabkan gangguan penglihatan kabur bahkan berpotensi menyebabkan kebutaan jika kekeruhan pada lensa terlalu tebal sehingga menghalangi jalan masuknya cahaya [8].

### 2.2 Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah bidang ilmu yang mempelajari tentang bagaimana suatu citra itu dibentuk, diolah, dan dianalisis sehingga menghasilkan informasi yang dapat dipahami oleh manusia [9].

### 2.3 Jenis Citra

Nilai suatu pixel memiliki nilai dalam rentang tertentu, dari nilai minimum sampai nilai maksimum. Jangkauan yang digunakan berbeda-beda tergantung dari jenis warnanya. Namun secara umum jangkauannya adalah 0-255. Citra dengan penggambaran seperti ini digolongkan ke dalam citra integer. Berikut adalah jenis-jenis citra berdasarkan nilai pixelnya [10].

### 2.4 Citra Warna

Setiap piksel gambar berwarna (8 bit) hanya diwakili oleh 8 bit dengan jumlah warna maksimum yang dapat digunakan adalah 256 warna. Ada dua jenis gambar warna 8-bit. Pertama, gambar warna 8-bit menggunakan 256 palet warna dengan masing-masing palet dengan peta warna RGB tertentu. Model ini lebih sering digunakan. Kedua, setiap piksel memiliki format 8-bit berikut [10].

### 2.5 Citra Greyscale

Gambar skala abu-abu adalah gambar digital yang hanya memiliki satu nilai saluran di setiap piksel, dengan kata lain, nilai bagian merah = hijau = biru. Nilai ini digunakan untuk menunjukkan tingkat intensitas. Warna yang dimiliki adalah warna hitam, abu-abu dan putih. Tingkat abu-abu di sini adalah warna abu dengan beberapa tingkat hitam hingga hampir putih. Gambar skala abu-abu berikut memiliki kedalaman warna 8-bit (256 kombinasi warna abu-abu) [10].

### 2.6 Citra Biner

Gambar biner adalah gambar digital yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai piksel, yaitu hitam dan putih. Gambar biner juga disebut gambar hitam dan putih (hitam dan putih) atau monokrom. Hanya 1 bit yang diperlukan untuk mewakili nilai setiap

piksel dari gambar biner. Gambar biner sering muncul sebagai hasil dari pemrosesan, seperti segmentasi, flotasi, morfologi, atau penyaringan. [10].

### 2.7 Artificial Intelligence

Artificial Intelligence atau kecerdasan buatan juga bagian dari ilmu komputer untuk mengetahui mesin komputer dapat melakukan pekerjaan seperti manusia atau mungkin bisa lebih baik [11].

### 2.8 Convolutional Neural Network

Jaringan saraf convolutional adalah salah satu metode pembelajaran mesin untuk mengembangkan multilayer perceptron (MLP) yang dirancang untuk memproses data dua dimensi. CNN termasuk dalam jenis jaringan saraf yang dalam karena tingkat jaringannya yang dalam dan secara luas diimplementasikan dalam data gambar. CNN memiliki dua metode; yaitu, klasifikasi menggunakan feedforward dan tahapan pembelajaran menggunakan backpropagation. Cara CNN bekerja mirip dengan MLP, tetapi di CNN setiap neuron disajikan dalam dua dimensi, tidak seperti MLP, di mana masing-masing neuron memiliki ukuran hanya satu dimensi.

### 2.9 Metode Analisis Sistem

Metodologi pengembangan sistem adalah proses pengembangan sistem formal dan tepat yang mendefinisikan serangkaian metode, praktik terbaik, dan kegiatan alat untuk pengembang dan manajer. Sistem analisis adalah individu atau kelompok yang melakukan pengembangan sistem, analisis sistem mempelajari masalah dan kebutuhan suatu sistem dan sistem analisis juga merupakan orang yang bertanggung jawab untuk analisis dan desain sistem informasi.

#### 2.9.1 Object Oriented Programming (OOP)

OOP (Pemrograman Berorientasi Objek) atau lebih dikenal sebagai Pemrograman Berorientasi Objek adalah paradigma pemrograman berorientasi objek. Semua data dan fungsi dalam paradigma ini dibungkus dalam kelas atau objek.

#### 2.9.2 UML

Unified Modeling Language (UML) adalah bahasa yang telah menjadi standar industri untuk melihat, merancang dan mendokumentasikan sistem perangkat lunak. UML digunakan untuk mendesain\_model suatu sistem. Kita dapat membuat model untuk semua jenis aplikasi perangkat lunak, mereka dapat berjalan pada perangkat keras apa pun, sistem operasi dan jaringan, dan mereka ditulis dalam bahasa pemrograman apa pun. Karena UML menggunakan kelas dan operasi dalam konsep dasarnya, UML lebih cocok untuk menulis perangkat lunak dalam

bahasa berorientasi objek seperti C ++, Java, C # atau VB.NET [20].

### 2.10 Pengujian Sistem

Metode pengujian sistem untuk menentukan efektivitas perangkat lunak yang digunakan, selain memberikan kesempatan bagi pengguna untuk mengoperasikan dan memverifikasi laporan yang dihasilkan melalui perangkat lunak. Metode pengujian sistem terdiri dari tes kotak putih dan tes kotak hitam [12].

#### 2.10.1 Pengujian Blackbox

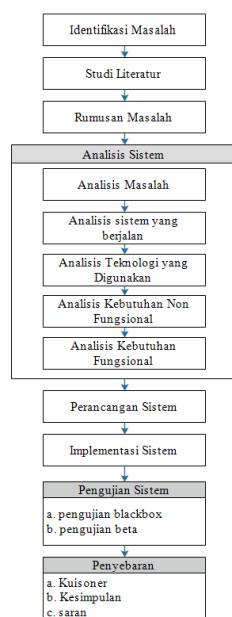
Pengujian yang dilakukan untuk antarmuka perangkat lunak, pengujian ini dilakukan untuk memperlihatkan bahwa fungsi-fungsi berkerja dengan baik dalam arti masukan yang telah diterima dengan benar dan keluaran yang dihasilkan benar tepat, pengintegrasian dari eksternal data berjalan secara baik.

#### 2.10.2 Pengujian User Acceptance Testing

Tes penerimaan pengguna dilakukan dalam aplikasi untuk mencari tahu jawaban dan evaluasi pengguna aplikasi, kemudian perhitungan dilakukan menggunakan skala Likert di mana data dianalisis dengan menghitung rata-rata tanggapan berdasarkan skor masing-masing tanggapan responden lalu dijumlahkan.

## 3. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian digunakan sebagai pedoman dalam pelaksanaan penelitian agar hasil yang dicapai tidak menyimpang dari tujuan yang dilakukan, dan dapat digunakan untuk memecahkan suatu masalah. Dalam penelitian ini metodologi yang digunakan memiliki tahapan yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

### 3.1 Identifikasi Masalah

Tahap ini adalah awal penelitian dengan merumuskan masalah yang terjadi pada topik penelitian. Dalam identifikasi masalah ini, peneliti menganalisis dan evaluasi permasalahan mengenai aplikasi pendeteksi katarak.

### 3.2 Studi Literatur

Tahap ini peneliti mengacu dari berbagai sumber baik dari buku maupun internet yang dijadikan referensi untuk memperoleh data dan teori-teori yang dibutuhkan untuk mendukung dalam melakukan penelitian selanjutnya.

### 3.3 Rumusan Masalah

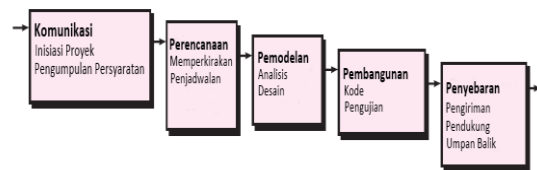
Tahap ini adalah melakukan perumusan masalah. Tahapan ini sangat penting dilakukan agar rumusan masalah menjadi jelas karena berdasarkan fakta dan data yang ada di lapangan serta sebagai bentuk awal bahwa dalam penelitian ilmiah tersebut memang membutuhkan pemecahan masalah melalui penelitian. Rumusan pada penelitian ini adalah bagaimana mengembangkan teknologi untuk aplikasi pendeteksi katarak.

### 3.4 Analisis Sistem

Pada tahap ini dimana terdapat tahap analisis masalah, analisis system yang berjalan, analisis teknologi, analisis kebutuhan nonfungsional dan analisis kebutuhan fungsional.

### 3.5 Pembangunan Perangkat Lunak

Metode yang digunakan untuk pembangunan perangkat lunak adalah metode waterfall pressman. Waterfall adalah sebuah contoh dari proses perencanaan, dimana semua proses kegiatan harus terlebih dahulu direncanakan dan dijadwalkan sebelum dikerjakan. Proses dari metode waterfall antara lain Communication, Planning, Modeling, Construction dan Deployment.



Gambar 2. Metode Pembangunan Aplikasi Waterfall Pressman

### 3.6 Pengujian

Tahap pengujian merupakan tahap pengetesan terhadap perangkat lunak yang dikembangkan. Pengujian yang akan dilakukan untuk aplikasi deteksi katarak bertujuan untuk menguji aplikasi yang telah dibangun dan mengamati apakah ada atau tidak kekurangan dalam aplikasi. Metode pengujian sistem menggunakan pendekatan BlackBox dan User Acceptance Testing.

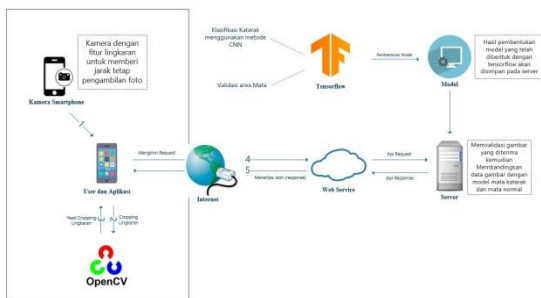
## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Pembahasan

Masalah pertama adalah lingkaran lain selain iris mata masih dapat di proses oleh system yang membuat sistem memproses objek lain selain tujuannya. Permasalahan kedua yaitu deteksi katarak pada aplikasi sebelumnya hanya untuk satu mata untuk satu kali proses. Masalah yang ketiga yaitu belum diidentifikasi tingkat akurasi yang dihasilkan dari hasil uji aplikasi sebelumnya.

### 4.2 Analisis Arsitektur

Analisis arsitektur sistem yang dibangun dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Arsitektur Sistem

Analisis arsitektur system merupakan analisis terhadap rancangan arsitektur pada aplikasi deteksi katarak. Aplikasi ini dapat mendeteksi katarak pada keadaan cahaya yang cukup. Aplikasi yang dibangun berbasis mobile, aplikasi ini berfungsi untuk membantu masyarakat dalam mendeteksi katarak mata. Dalam penggunaan aplikasi ini pengguna membutuhkan smartphone sebagai alat untuk menjalankan aplikasi deteksi katarak.

### 4.3 Pemodelan Sistem

#### 4.3.1 Analisis Kebutuhan Non Fungsional

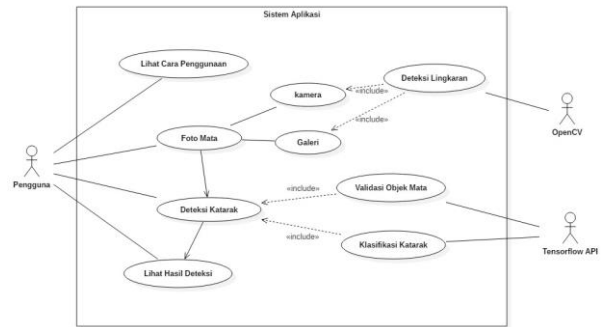
Analisis kebutuhan nonfungsional merupakan analisis kebutuhan di luar fungsi dari system, analisis ini terdiri dari analisis perangkat keras, analisis perangkat lunak, dan analisis pengguna.

#### 4.3.2 Analisis Kebutuhan Fungsional

Analisis kebutuhan fungsional merupakan proses menggambarkan kegiatan-kegiatan yang diperlukan oleh sebuah system agar system yang dibangun berjalan dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan. Pemodelan system dimodelkan dengan use case diagram.

##### 4.3.2.1 Use Case Diagram

Use case diagram menjelaskan fungsionalitas yang diharapkan dari suatu sistem. Dalam diagram use case, apa yang dilakukan sistem dan cara kerja sistem ditekankan. Sebuah use case mewakili interaksi antara aktor dan sistem. Diagram use case dalam sistem ini dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini:



Gambar 4. Use Case Diagram

##### 4.3.2.2 Definisi Aktor

Seorang aktor adalah orang lain, proses atau sistem yang berinteraksi dengan sistem yang akan dibangun. Ini adalah beberapa aktor dalam sistem yang akan dibangun yang dapat dilihat table 1:

Tabel 1. Definisi Aktor

| No | Aktor      | Deskripsi  |
|----|------------|--|
| 1  | Pengguna   | Pengguna adalah orang yang menggunakan aplikasi deteksi katarak              |
| 2  | Tensorflow | Tensorflow API sebagai system yang akan memvalidasi objek mata pada aplikasi |
| 3  | OpenCV     | OpenCV sebagai system yang akan melakukan cropping pada iris mata            |

##### 4.3.2.3 Identifikasi Use Case Diagram

Berikut adalah identifikasi Use Case yang terdapat pada sistem yang akan dibangun.

Tabel 2. Identifikasi Use Case Diagram

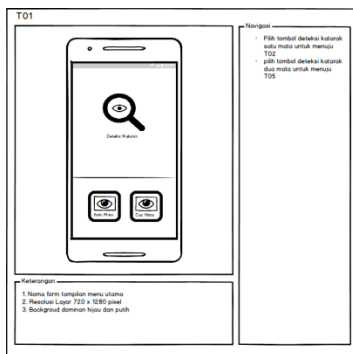
| No | Use Case              | Deskripsi   |
|----|-----------------------|---|
| 1  | Lihat Cara Penggunaan | Fungsionalitas bagi pengguna aplikasi untuk melihat bagaimana cara menggunakan aplikasi deteksi katarak |
| 2  | Foto Mata             | Fungsionalitas bagi pengguna aplikasi untuk mengambil foto mata yang akan di deteksi                    |
| 3  | Deteksi Katarak       | Fungsionalitas bagi pengguna aplikasi untuk melakukan deteksi katarak                                   |
| 4  | Lihat Hasil Deteksi   | Fungsionalitas bagi pengguna aplikasi untuk melihat hasil deteksi katarak                               |
| 5  | Deteksi Lingkaran     | Fungsionalitas yang dilakukan oleh system untuk melakukan deteksi dan cropping lingkaran iris mata      |
| 6  | Validasi Objek Mata   | Fungsionalitas yang dilakukan system untuk memvalidasi objek yang akan                                  |

|   |                     |  |
|---|---------------------|--|
|   |                     | di deteksi   |
| 7 | Klasifikasi Katarak | Fungsionalitas yang dilakukan system untuk mengklasifikasikan iris katarak dan iris normal |

#### 4.4 Perancangan Implementasi

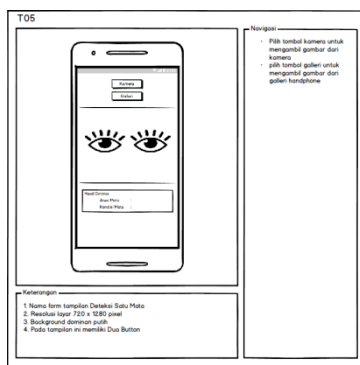
##### 4.4.1 Perancangan Antarmuka

Berikut adalah perancangan antarmuka menu utama dapat dilihat pada Gambar 5.



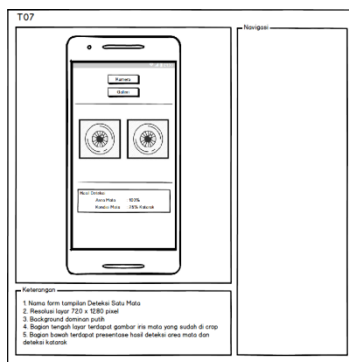
Gambar 5. Antarmuka Menu Utama

Berikut adalah perancangan antarmuka deteksi katarak dua mata dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Antarmuka Deteksi Katarak Dua Mata

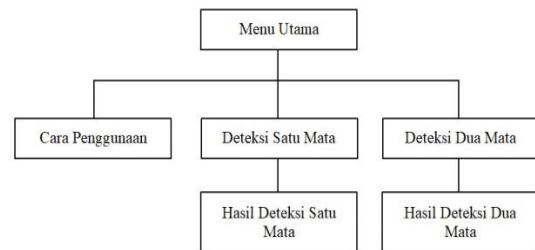
berikut ini adalah perancangan antarmuka hasil deteksi dua mata dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Antarmuka Hasil Deteksi Dua Mata

#### 4.4.2 Perancangan Struktur Menu

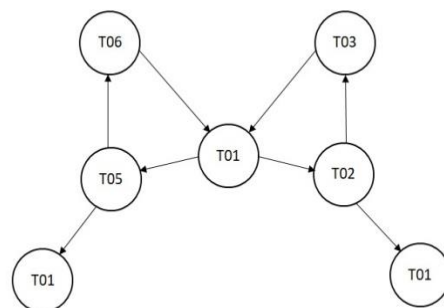
Berikut adalah perancangan struktur menu dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Struktur Menu

#### 4.4.3 Perancangan Semantik

Berikut adalah perancangan semantic dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Perancangan Semantik

#### 4.5 Pengujian dan Hasil Uji

##### 4.5.1 Pengujian Blackbox

Tes kotak hitam fokus pada persyaratan fungsional perangkat lunak yang sedang dibuat. Tahapan tes fungsional yang akan dilakukan meliputi skenario uji kotak hitam dan kasus uji dan hasil.

##### 4.5.1.1 Hasil Pengujian Blackbox

Bergantung pada hasil pengujian blackbox yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dibuat bekerja seperti yang diharapkan. Dari semua yang telah dilakukan dalam pengujian ini, diharapkan dapat mewakili pengujian fungsi-fungsi lain dalam sistem yang sedang dibangun.

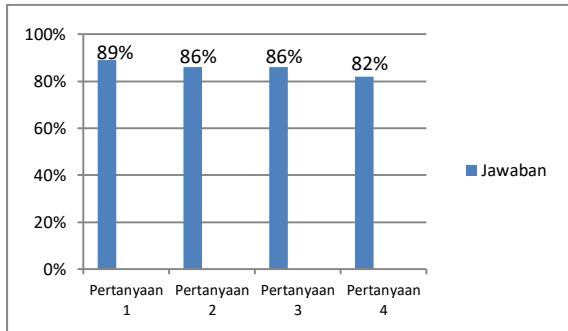
##### 4.5.2 Pengujian User Acceptance Testing

Tes penerimaan pengguna adalah tes objektif di mana tes ini dilakukan langsung ke pengguna yang tujuannya adalah untuk menentukan kualitas sistem dalam aplikasi deteksi katarak yang dibangun. Tes penerimaan pengguna dilakukan dengan menyelidiki responden atau calon pengguna aplikasi untuk menentukan kualifikasi pengguna aplikasi.



#### 4.3.2.4 Hasil Pengujian *User Acceptance Testing*

Berdasarkan hasil pengujian *user acceptance testing* yang dilakukan dengan kuesioner pengamatan maka dapat disimpulkan pada aplikasi deteksi katarak pada mata. berikut ini adalah hasil rekapitulasi hasil pengujian *user acceptance testing*.



Gambar 10. Grafik Hasil Pengujian UAT

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang didapat dari penelitian yang dilakukan dalam penyusunan tugas akhir ini serta mengacu pada tujuan penelitian yang telah dibuat, maka dapat disimpulkan bahwa:

- Aplikasi deteksi katarak pada mata ini dapat memvalidasi objek mata dengan nilai akurasi sebesar 86%.
- Aplikasi deteksi katarak ini dapat membantu pengguna dalam melakukan deteksi mata untuk satu pasang mata sekaligus.
- Metode CNN yang diimplementasikan pada aplikasi deteksi katarak ini mampu mendeteksi katarak dengan tingkat akurasi sebesar 90%.

Berdasarkan semua hasil yang telah dicapai dalam penyusunan tugas akhir ini. Adapun saran yang dapat dijadikan referensi untuk pengembangan aplikasi pendeteksi katarak pada mata di masa yang akan datang yaitu :

- Diharapkan aplikasi deteksi katarak ini dapat dikembangkan dengan adanya riwayat deteksi, sehingga pengguna dapat melakukan deteksi secara rutin.
- Diharapkan aplikasi deteksi katarak ini dapat dikembangkan dengan menambah jenis penyakit lain pada mata selain katarak.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] U. Mustafa Kamal. *Katarak Penyebab Kebutaan Nomor Satu Di Indonesia*, <https://www.goaceh.co/berita/baca/2016/04/26/rs-usu-katarak-penyebab-kebutaan-nomor-1-di-indonesia>, 26 April 2016.
- [2] Emc. *Inilah Alasan Mengapa Harus Periksa Mata Secara Rutin*, <https://www.emc.id/id/care-plus/inilah-alasan->

[mengapa-harus-periksa-mata-secara-rutinm](#), 27 Agustus 2018.

- [3] R. Dede Dari, "Pembangunan Aplikasi Smartphone Berbasis Android Membantu Menjaga Kesehatan Mata Dengan Memanfaatkan Sensor Smartphone". Universitas Komputer Indonesia. 2019.
- [4] Muhammad Zufar, Budi Setiyono, "Convolutional Neural Network Untuk Pengenalan Wajah Secara Real-Time", *Jurnal Sains dan Seni ITS*. Vol.5, No.2, pp.2337-3520, 2016.
- [5] Fitriati, Desti, "Perbandingan Kinerja CNN LeNet 5 dan Extreme Machine Learning Pada pengenalan Citra Tulisan Angka", *Jurnal Teknologi Terpadu*. Vol.2, No.1, pp.2477-0043, Juli.2016.
- [6] Nurfiti, Royani Darma, Gunawan Ariyanto. "Implementasi Deep Learning Berbasis Tensorflow Untuk Pengenalan Sidik Jari". Universitas Muhamadiyah Surakarta. 2018.
- [7] Kusuma, Andri Pratama, Koredianto Usman, Suryo Adhi Wibowo. "Analisis Algoritma Transformasi Hough Dalam Mendeteksi Lingkaran dan Elips Berbasis Pengolahan Citra Digital". Universitas Telkom. 2013
- [8] Dean Andhiwijaya, "Perancangan Media Persuasi mencegah Mata Dari Katarak". Universitas Komputer Indonesia, 2016.
- [9] Pamungkas, Adi. *Pemrograman Matlab Pengolahan Citra Digital*, <https://pemrogramanmatlab.com/2017/07/26/pengolahan-citra-digital/>, 26 Juli 2017.
- [10] Putra, Darma, "Pengolahan Citra Digital", Yogyakarta: Penerbit Andi, 2010.
- [11] Afrianto, Irawan, Maharani Dessy Wuryandari. "Perbandingan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation Dan Learning Vector Quantization Pada Pengenalan Wajah." *KOMPUTA: Jurnal Komputer dan Informatika* 1.1 (2012).
- [12] Fatta, H. A. "Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Untuk Keunggulan Bersaing Perusahaan dan Organisasi Modern", Yogyakarta: Penerbit Andi, 2007.