

**EYE-R : AUGMENTED REALITY SEBAGAI APLIKASI
HELPER BUTA WARNA BERBASIS MOBILE**



Disusun Oleh:

N a m a : Naufal Herma Irfansyah
NIM : 19523070

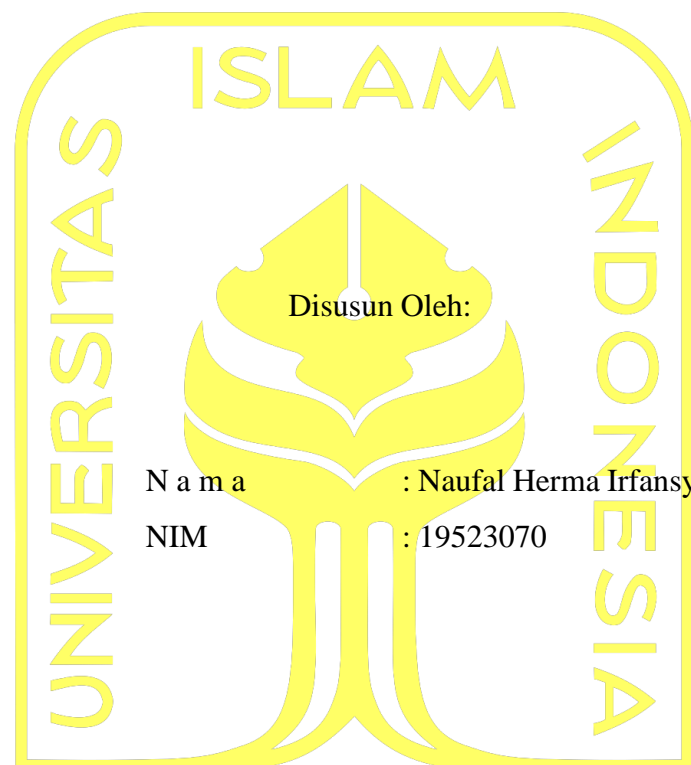
**PROGRAM STUDI INFORMATIKA – PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

2024

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**EYE-R : AUGMENTED REALITY SEBAGAI APLIKASI
HELPER BUTA WARNA BERBASIS MOBILE**

TUGAS AKHIR



Yogyakarta, 23 Desember 2023

Pembimbing,

(Rahadian Kurniawan, S.Kom, M.Kom)

HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**EYE-R : AUGMENTED REALITY SEBAGAI APLIKASI
HELPER BUTA WARNA BERBASIS MOBILE****TUGAS AKHIR**

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer dari Program Studi Informatika – Program Sarjana di Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 10 Januari 2024

Tim Penguji

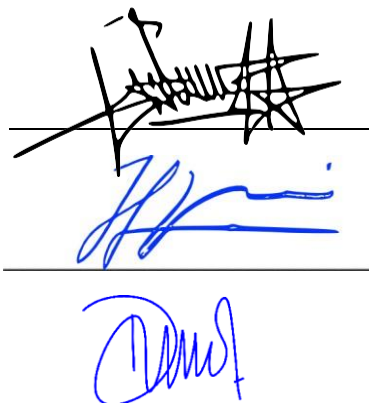
Rahadian Kurniawan, S.Kom., M.Kom

Penguji 1

Hari Setiaji, S.Kom., M.Eng.

Penguji 2

Kurniawan Dwi Irianto, S.T., M.Sc.



Mengetahui,

Ketua Program Studi Informatika – Program Sarjana

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



(Dhomas Hatta Fudholi, S.T., M.Eng., Ph.D.)

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Naufal Herma Irfansyah
NIM : 19523070

Tugas akhir dengan judul:

EYE-R : AUGMENTED REALITY SEBAGAI APLIKASI HELPER BUTA WARNA BERBASIS MOBILE

Menyatakan bahwa seluruh komponen dan isi dalam tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, tugas akhir yang diajukan sebagai hasil karya sendiri ini siap ditarik kembali dan siap menanggung risiko dan konsekuensi apapun.

Demikian surat pernyataan ini dibuat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 23 Desember 2023



(Naufal Herma Irfansyah)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kemudahan serta kelancaran dalam pengerjaan penelitian dan skripsi ini. Terimakasih banyak juga saya sampaikan kepada semua orang yang telah membantu pengerjaan skripsi ini. Oleh karena itu saya ucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan karunianya dan izinnya dalam pembuatan skripsi ini.
2. Bapak dan Ibu, Dwi Heru Sucipto dan Sumarningsih yang telah selalu memberikan semangat serta do'anya sehingga penelitian ini berhasil dibuat
3. Adik-adik saya Andika Herma Octavian dan Davina Herma Afryliani yang telah membantu menyemangati dalam pembuatan skripsi
4. Bapak dosen pembimbing Rahadian Kurniawan yang membantu memberikan saran, doa dan dukungan sehingga peneliti ini dapat terselesaikan
5. Terimakasih kepada Verina Julieta yang telah membantu peneliti secara moral dan selalu memberikan motivasi

HALAMAN MOTO

“Keep moving forward”

(Walt Disney)

“Maka sesungguhnya dibalik kesulitan ada kemudahan”

(Q.S Al-Insyirah: 5)

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Alhamdulillah, Segala puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunianya sehingga peneliti dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “EYE-R: AR Sebagai Aplikasi Helper Buta Warna Berbasis Mobile”. Shalawat serta salam kita ucapkan kepada Rasulullah SAW yang senantiasa kita nantikan syafaatnya pada akhir zaman.

Tujuan utama dari penyusunan tugas akhir ini adalah untuk meneliti dan membuat sebuah system yang dapat digunakan sebagai pembantu orang-orang yang menderita penyakit buta warna agar bisa lebih mudah dalam kesehariannya. Tujuan lainnya adalah untuk memenuhi tugas akhir sebagai syarat menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Sarjana Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Pada proses

Penyelesaian tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan banyak pihak yang membantu peneliti dalam menghadapi berbagai halangan dalam proses pengembangan sistem aplikasi dan penyusunan laporan. Namun berkat bantuan bimbingan dari pembimbing dan bantuan moral dari keluarga, laporan tugas akhir ini bisa terselesaikan.

Masih terdapat beberapa kekurangan dalam penelitian ini karena keterbatasan kemampuan dan pengalaman peneliti, oleh karena itu peneliti sangat terbuka atas kritik dan saran sebagai bahan evaluasi dan pembelajaran untuk kemudian hari. Harapan untuk kedepannya adalah semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk semua pihak.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 23 Desember 2023



(Naufal Herma Irfansyah)

SARI

Kemampuan mengidentifikasi warna dengan tepat adalah kemampuan dasar seorang manusia untuk hidup dengan mudah. Sayangnya tidak semua manusia memiliki penglihatan yang normal, ada juga manusia yang memiliki penyakit buta warna. Buta warna adalah sebuah kelainan pada mata yang mempengaruhi pengidapnya dalam melihat maupun membedakan warna pada kehidupan sehari-hari sehingga para pengidapnya memerlukan sebuah alat pembantu untuk mengidentifikasi warna. Dalam dunia kesehatan, penggunaan Augmented Reality masih baru sebatas edukasi untuk praktisi kesehatan sehingga penerapan AR sebagai alat pembantu pasien masih minim digunakan. Penelitian Augmented Reality Sebagai Aplikasi Helper Buta Warna Berbasis Mobile ini bertujuan untuk mencari tahu seberapa efektif sistem deteksi warna dominan pada benda menggunakan teknologi AR sebagai alat untuk memudahkan penderita buta warna dalam identifikasi warna dalam sebuah aplikasi yang bernama "EYE-R". Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian dan pengembangan aplikasi ini adalah metode Waterfall yang terdiri dari tahap *Requirements*, *Design*, *Programming*, *Testing*, dan *Implementation*. Fitur utama aplikasi EYE-R diambil menggunakan survey yaitu Deteksi Warna *Real time*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mayoritas pengguna bisa mengoperasikan sistem Deteksi Warna *Real time* secara akurat. Hasil kepuasan pengguna yang direkam menggunakan *USE Questionnaire* menunjukkan bahwa sistem Deteksi Warna *Real time* milik EYE-R sangat membantu keseharian pengguna dan dapat digunakan dengan baik.

Kata kunci: Android, *Augmented Reality*, Buta Warna, *Unity Engine*, *Mobile Development*.

GLOSARIUM

Aplikasi	Sebuah program yang dibuat untuk mempermudah keseharian manusia
<i>Augmented Reality</i>	Teknologi yang mengkombinasikan dunia nyata dan virtual
<i>Black box testing</i>	Metode pengujian perangkat lunak yang menguji fungsionalitas aplikasi tanpa mengintip ke dalam struktur atau cara kerja internalnya
<i>Button</i>	Tombol yang tampak pada layar komputer pada sebuah program yang jika diklik akan terkait dengan perintah tertentu
Bahasa C#	Salah satu tipe bahasa pemrograman
<i>Database</i>	Kumpulan data yang dikelola berdasarkan kebutuhan tertentu yang disimpan dalam berbagai media elektronik
Hue	Corak warna
HSV	Kombinasi dari corak warna, saturasi, dan nilai warna untuk menentukan warna
<i>Image processing</i>	Suatu metode yang digunakan untuk memproses atau memanipulasi gambar dalam bentuk 2 dimensi
<i>Library</i>	Pustaka perangkat lunak yang ditujukan untuk pengolahan citra dinamis secara real-time.
Metode <i>Ishihara</i>	Mendeteksi gangguan persepsi warna, berupa tabel warna khusus berupa lembaran pseudoisokromatik (plate) yang disusun oleh titik-titik dengan kepadatan warna berbeda yang dapat dilihat dengan mata normal, tapi tidak bisa dilihat oleh mata yang mengalami defisiensi
Perangkat <i>Mobile</i>	Sebuah perangkat yang mudah untuk digenggam
Persentase <i>Usability</i>	Ukuran sejauh mana suatu produk dapat digunakan oleh pengguna tertentu untuk mencapai tujuan tertentu dengan efektivitas, efisiensi dan kepuasan dalam konteks tertentu
<i>Saliency</i>	Metode yang dapat mengambil bagian penting dari suatu gambar
<i>Scroll List</i>	Gabungan dari serangkaian <i>item</i> yang terdapat pada antarmuka yang memungkinkan untuk menggerakkan teks ke atas maupun kebawah.
<i>Smartphone</i>	Telepon genggam yang mempunyai kemampuan dengan penggunaan dan fungsi yang menyerupai komputer.
<i>Software</i>	Perangkat lunak
<i>Testing</i>	Tahap pengujian sistem
<i>Unity Editor</i>	perangkat lunak pengembangan yang menjadi inti dari ekosistem pengembangan game yang sangat populer
VTOC	Mencantumkan daftar kumpulan data yang ada di dalam volumenya, bersama dengan informasi tentang lokasi dan ukuran setiap kumpulan data, dan atribut kumpulan data lainnya.
<i>Waterfall</i>	Metode pengembangan perangkat lunak.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
HALAMAN MOTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
SARI	viii
GLOSARIUM.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Metodologi Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
2.1 Augmented Reality.....	6
2.2 Buta Warna.....	6
2.3 Aplikasi	7
2.4 Aplikasi <i>Mobile</i>	7
2.5 <i>Functional Testing</i>	7
2.6 <i>Black Box Testing</i>	8
2.7 <i>Usability Testing</i>	8
2.8 Tinjauan Pustaka	8

BAB III METODE PENELITIAN	11
3.1 Metode Waterfall	11
3.2 Pengumpulan Data / Tahap <i>Requirements</i>	12
3.2.1 Studi Literatur	12
3.2.2 Survey Fitur Aplikasi	13
3.2.3 Analisis Kebutuhan	13
3.3 Desain Sistem Perangkat	14
3.3.1 HIPO (Hierarchy plus Input-Process-Output)	15
3.3.2 VTOC (Visual Table of Content)	15
3.3.3 Overview Diagram VTOC	15
3.3.4 Detail Diagram VTOC	16
3.3.5 Rancangan Antarmuka Aplikasi	17
2.4 Tahap <i>Programming</i>	24
3.4.1 Penentuan Batasan Deteksi Warna	24
3.5 Tahap <i>Testing</i>	25
3.5.1 <i>Functional Testing</i>	25
3.5.2 <i>Black Box Testing</i>	27
3.5.3 <i>Usability Testing</i>	27
3.5.4 Kuesioner <i>Usability</i> Aplikasi	28
3.6 Tahap Implementation	30
BAB IV HASIL, IMPLEMENTASI, DAN PENGUJIAN	31
4.1 Hasil Implementasi Aplikasi	31
4.1.1 Implementasi Menu Utama	31
4.1.2 Implementasi Menu Deteksi Warna	32
4.1.3 Implementasi Menu Tes Buta Warna	33
4.1.4 Implementasi Menu Hasil Tes	34
4.1.5 Implementasi Menu Informasi Buta Warna	35
4.1.6 Implementasi Menu Tentang Aplikasi	36

	xii
4.1.7 Implementasi Menu Scan Plat Ishihara.....	37
4.2 Pengujian Sistem.....	38
4.2.1 Hasil Pengujian Fungsional	38
4.2.2 Hasil Pengujian Black Box Aplikasi.....	39
4.2.3 Pengujian <i>Usability</i> Testing	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait	9
Tabel 3.1 <i>Overview</i> VTOC.....	15
Tabel 3.2 <i>Detail</i> Diagram VTOC	16
Tabel 3.3 Nilai HSV	25
Tabel 3.4 Rancangan Pengujian Deteksi Plat Ishihara	25
Tabel 3.5 Rancangan Pengujian Deteksi Warna	26
Tabel 3.6 Skenario <i>Black Box Testing</i>	27
Tabel 3.7 Pernyataan Kuesioner.....	28
Tabel 3.8 Tabel Kategori Kelayakan.....	29
Tabel 4.1 Hasil pengujian Scan Plat Ishihara.....	38
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Scan Plat Ishihara.....	38
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Scan Plat Ishihara.....	39
Tabel 4.4 Hasil <i>Black box testing</i>	39
Tabel 4.5 Data Responden.....	40
Tabel 4.6 Hasil Rekapitulasi Kuesioner	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Tahapan Metode <i>Waterfall</i>	11
Gambar 3.2 Hasil Survey Fitur	13
Gambar 3.3 Diagram VTOC	15
Gambar 3.4 Rancangan Menu Utama	17
Gambar 3.5 Rancangan Menu Deteksi Warna	18
Gambar 3.6 Rancangan Menu Tes Buta Warna	19
Gambar 3.7 Rancangan Menu Hasil Tes.....	20
Gambar 3.8 Rancangan Menu Informasi Buta Warna	21
Gambar 3.9 Rancangan Menu Tentang Aplikasi	22
Gambar 3.10 Rancangan Menu Scan Plat Ishihara	23
Gambar 3.11 Skala Warna HSV	24
Gambar 4.1 Menu Utama	31
Gambar 4.2 Menu Deteksi Warna.....	32
Gambar 4.3 Menu Tes Buta Warna.....	33
Gambar 4.4 Menu Hasil Tes	34
Gambar 4.5 Menu Informasi Buta Warna	35
Gambar 4.6 Menu Tentang Aplikasi	36
Gambar 4.7 Menu Scan Plat Ishihara.....	37
Gambar 4.8 Dokumentasi Pengujian <i>Usability</i>	40

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Color Vision Deficiency (CVD) atau yang biasa kita kenal dengan buta warna adalah sebuah kelainan pada mata yang mengganggu kemampuan pasien dalam membedakan warna yang menimbulkan hambatan pada kehidupan sehari-harinya (Alam dkk., 2022). Buta Warna merupakan sebuah kondisi di mana terpengaruhnya *cone* yang ada di mata, bisa jadi melalui keturunan maupun didapatkan sendiri dan dianggap sebagai kecacatan tingkat sedang yang mempengaruhi sebanyak 8,5% populasi dunia dan pada umumnya ada pada anak kecil (Cesar dkk., 2020). Buta warna merah-hijau adalah sifat umum yang mempengaruhi paling tidak 10% pria dan hanya 1% wanita (Basta & Pandya, 2022). Tidak sedikit dari anak-anak yang telah menginjak usia 18 bulan tetapi masih kesulitan dalam mengenali warna dasar, contohnya ketika anak diperintah untuk mengelompokkan dan menyebutkan warna yang ditunjuk oleh gurunya (Nityanasari, 2020). Dalam sebuah penelitian yang dilakukan di 11 sekolah dasar yang terletak di Kabupaten Badung, didapatkan prevalensi 2% penderita buta warna dari 900 sampel, dengan frekuensi gen yang lebih banyak terletak pada jenis kelamin laki-laki (Karolina dkk., 2019).

Dalam 3 tahun kebelakang, pengembangan inovasi digital dalam setiap sektor industri sangat berkembang pesat, tidak terkecuali pada sektor kesehatan yang terkena dampak langsung dari *digitalisasi* (Li dkk., 2021). Beberapa dari teknologi yang bisa dikembangkan untuk membantu pasien buta warna dalam membedakan corak warna diantaranya adalah *Augmented Reality / AR*, Aplikasi Android, filter perubah warna, dan *image processing* (Baswaraju Swathi dkk., 2020; Cesar dkk., 2020; Gurusurthy dkk., 2019; Li dkk., 2020; M. A. Martínez-Domingo dkk., 2019; M. Á. Martínez-Domingo dkk., 2020). Dari banyaknya teknologi yang telah disebutkan, *Augmented Reality* atau *AR* merupakan salah satu teknologi modern yang secara perlahan meningkat penggunaannya untuk hiburan hingga kebutuhan medis (Aydoğan dkk., 2021). *Augmented Reality* adalah sebuah tipe aplikasi atau pengalaman yang menggabungkan dunia digital dengan dunia nyata yang bertujuan untuk memperlebar dan mengintegrasikan dunia milik pengguna secara digital (Arena dkk., 2022). Penerapan *AR* dalam terapi efek buta warna adalah dengan menggabungkan informasi digital dengan dunia nyata yang mana *AR* mengambil data dan mengubahnya menjadi penanda atau simbol dalam terapi (Cesar dkk., 2020).

Penderita buta warna pada umumnya mengalami kesulitan dalam membedakan beberapa nuansa warna pada kehidupan sehari-harinya (Alam dkk., 2022). Hal-hal tersebut disebabkan oleh sel *cone* mata yang mengalami kelainan hingga menyebabkan berkurangnya hingga tidak berfungsinya penerimaan warna dengan tingkat keparahan tertentu. Pada umumnya, penyandang buta warna memiliki kekurangan dalam penerimaan spektrum cahaya tertentu sehingga menimbulkan perbedaan persepsi dalam membedakan warna (M. A. Martínez-Domingo dkk., 2019). Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem di mana penyandang buta warna bisa terbantu dalam membedakan beberapa corak warna tertentu di kehidupan sehari-hari, karena pada umumnya penyandang buta warna memiliki kekurangan dalam membedakan corak warna (Gurumurthy dkk., 2019). Buta warna terbagi menjadi 2 tipe, yaitu buta warna total dan parsial, buta warna parsial juga memiliki beberapa kategori, yaitu buta warna merah-hijau yang terdiri dari protanopia dan deuteranopia dimana mayoritas pengidapnya akan kesusahan dalam membedakan warna dominan merah dan hijau, dan satu tipe lagi yaitu buta warna biru-kuning dimana pengidapnya akan memiliki kesusahan dalam melihat corak warna biru dan kuning (Husain dkk., 2020)

Dari data yang telah terpapar diatas mengenai kebutuhan penyandang penyakit buta warna, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem AR yang dipadukan dengan perangkat *smartphone* yang mayoritas masyarakat sudah memiliki agar penggunaan aplikasi bisa digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan dalam waktu jangka panjang. Berdasarkan penelitian penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, penggunaan alat bantu yang mudah digunakan dalam kehidupan sehari-hari terbukti sangat membantu untuk penyandang buta warna baik total maupun parsial. Minimnya implementasi AR sebagai alat pembantu pasien buta warna dalam kehidupan sehari-hari juga menjadi salah satu alasan pemilihan AR untuk digunakan dalam penelitian ini karena potensi kegunaan dari AR yang tinggi dalam dunia medis, karena tidak hanya untuk memudahkan praktisi medis dalam memudahkan mereka dalam penanganan maupun rehabilitasi pasien, tapi AR juga bisa mulai digunakan untuk pasien sendiri dalam kehidupan sehari-hari sehingga pasien bisa lebih mudah dalam kesehariannya jika sewaktu-waktu sudah tidak dalam penanganan praktisi medis.

Dengan mengimplementasikan teknologi AR pada perangkat mobile, alat bantu bagi penyandang buta warna bisa menjadi lebih terjangkau dan bisa mempermudah keseharian pasien penyandang buta warna. Dengan aplikasi "EYE-R" pengguna yang mengidap buta warna juga dapat lebih mudah dalam membedakan warna dari benda tertentu dalam kesehariannya. Dengan demikian penelitian aplikasi ini bisa menjadi dampak positif dalam

memberikan langkah awal dalam dunia teknologi medis untuk mempermudah aksesibilitas pasien buta warna baik parsial maupun total dalam mengidentifikasi warna.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan, berikut adalah rumusan masalah yang dapat diambil:

- a. Bagaimana cara memanfaatkan *Augmented Reality* sebagai sarana pembantu pasien buta warna
- b. Bagaimana cara untuk mempermudah pengguna buta warna dalam mengenali warna umum

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus pada penelitian ini, berikut adalah beberapa batasan masalah yang ada, yaitu:

- a. Sistem ini difokuskan untuk membantu pasien buta warna dalam mengenali warna utama/*primer* objek
- b. Penggunanya adalah pengidap buta warna baik parsial maupun total
- c. Responden target adalah pengguna yang menggunakan *Android Mobile*

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengembangkan sebuah aplikasi *Augmented Reality* sederhana yang dapat memberikan informasi warna kepada penggunanya
- b. Mengembangkan sebuah aplikasi pembantu yang mudah digunakan pada kehidupan sehari-hari

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang sudah dijelaskan, penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat yang diantaranya adalah:

- a. Mempermudah pasien buta warna dalam mengidentifikasi warna pada kehidupan sehari-harinya
- b. Melihat potensi penggunaan aplikasi *helper* buta warna untuk penggunanya

1.6 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian aplikasi *helper* buta warna ini adalah metode Waterfall yang terdiri dari:

a. *Requirements*

Pada tahap ini akan dilakukan penentuan kebutuhan yang dilakukan dengan berbagai macam metode, salah satu diantaranya adalah dengan metode survey. Pada tahap ini, semua kebutuhan harus bisa dikumpulkan dan dianalisis untuk digunakan sebagai pedoman dalam pengembangan aplikasi

b. *Design*

Tahap ini merupakan tahap untuk merancang desain pengembangan yang bertujuan untuk menyiapkan desain software berdasarkan informasi dan data yang telah dikumpulkan pada tahap *Requirements*

c. *Programming*

Tahap ini merupakan tahap pemrograman dimana programmer memproses kebutuhan dan spesifikasi yang telah dikumpulkan dan juga melakukan penulisan, pengujian dan pemeriksaan fungsionalitas kode yang telah dibuat

d. *Testing*

Tahap ini merupakan tahap pengujian sistem secara keseluruhan dengan melakukan metode *black box testing*

e. *Implementation*

Tahap terakhir merupakan tahap implementasi sistem yang dilakukan dengan cara mengujikan aplikasi kepada pengguna buta warna umum lalu melakukan evaluasi berdasarkan hasil penggunaan pengguna.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bagian yang mencakup gambaran dari keseluruhan masalah dan penyelesaiannya. Berikut ini sistematika penulisan yang terbagi dalam 5 bab

a. **BAB I PENDAHULUAN**

Bab pendahuluan berisi pembahasan mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

b. **BAB II LANDASAN TEORI**

Bab ini berisi pembahasan mengenai definisi utama dan teori dasar dari penelitian mengenai penggunaan teknologi AR pada buta warna dan penelitian yang berhubungan dengan penelitian yang akan dirancang dan diimplementasikan untuk mengembangkan sistem AR untuk buta warna

c. **BAB III METODOLOGI**

Bab ini berisi penjelasan mengenai analisis, desain, dan pengembangan sistem AR untuk pasien

d. **BAB IV HASIL, IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN**

Bab ini akan membahas evaluasi dan pengujian sistem lalu membahas hasil penelitian dan implementasinya pada pengujian

e. **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini merupakan bab terakhir dan akan membahas kesimpulan dan saran terhadap penelitian yang telah dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Augmented Reality

Teknologi *Augmented Reality* (AR) adalah sebuah teknologi yang mengkombinasikan sistem informasi virtual dengan dunia nyata menggunakan berbagai sistem informasi dengan tujuan untuk menambahkan informasi virtual ke dunia nyata (Chen dkk., 2019). AR bekerja dengan cara memindai gambar/objek sekitar yang selanjutnya ditambahkan kedalam sistem untuk ditampilkan pada layar *device* pengguna untuk melengkapi informasi objek yang dipindai. Dalam penerapannya, AR memiliki sebuah sistem yang bernama *Augmented Reality Markup Language* atau ARML yang menjembatani penerapan objek virtual pada objek yang ada di dunia nyata (Arena dkk., 2022). Pemanfaatan AR sebagai salah satu sarana dalam membantu pasien buta warna pernah diteliti oleh Ananto pada tahun 2011 yang mengimplementasikan system transformasi warna untuk mengganti warna pada plate Ishihara agar bisa lebih mudah terlihat oleh penyandang buta warna dengan tingkat keberhasilan 74% (Ananto dkk., 2011)

2.2 Buta Warna

Buta warna adalah sebuah keadaan medis dimana seseorang tidak dapat membedakan warna tertentu. Buta warna merupakan penyakit bawaan atau genetik sehingga sebagian besar pasiennya telah memilikinya sejak kecil. Walaupun buta warna umumnya adalah penyakit genetik, ada beberapa keadaan dimana penggunaanya bisa terpapar buta warna ketika sudah menginjak usia lanjut sehingga diperlukan sebuah aplikasi yang bermanfaat untuk pengidap buta warna (Husain dkk., 2020)

Buta warna terbagi menjadi beberapa tipe, Diantaranya adalah Merah-Hijau, Biru-Kuning, dan Buta warna total. Buta warna merah-hijau terbagi menjadi 4, yaitu *Deuteranomaly* (warna hijau tidak berfungsi semestinya), *Protanomaly* (Warna merah tidak berfungsi semestinya), *Protanopia* (Warna merah tidak berfungsi), dan *Deuteranopia* (Warna hijau tidak berfungsi). Buta warna biru-kuning terbagi menjadi dua, yaitu *Tritanomaly* (warna biru tidak berfungsi semestinya), dan *Tritanopia* (Warna biru tidak berfungsi). Buta warna total biasa dikenal dengan Monokromasi dimana seseorang tidak bisa melihat warna sehingga warna terlihat dalam warna hitam, putih, dan abu-abu. (Makarim, 2023).

2.3 Aplikasi

Aplikasi merupakan sebuah sistem yang dirancang untuk memudahkan kehidupan masyarakat (Yulianto & Mulyani, 2019). Pada beberapa pengertian lain, aplikasi juga dapat disebut sebagai dengan “Penerapan”, yang secara istilah dapat diartikan sebagai program siap pakai yang dibangun untuk melakukan sebuah fungsi bagi pengguna (Azis dkk., 2020). Aplikasi juga merupakan sebuah sistem yang disediakan untuk membuat setiap penggunanya memiliki pengalaman yang sama dalam menikmati layanannya dengan contoh layanan aplikasi *streaming video* yang memiliki sebuah system untuk memberikan warna tertentu kepada penggunanya yang memiliki kelainan buta warna (Soegoto dkk., 2019)

2.4 Aplikasi *Mobile*

Aplikasi *mobile* adalah sebuah teknologi yang dianggap sangat berharga untuk masyarakat dalam kehidupan dan pada penerapannya, aplikasi *mobile* telah digunakan dalam penyebaran informasi, pengambilan keputusan, dan dianggap sangat efektif dalam dunia kesehatan (Kondylakis dkk., 2020). Dalam dunia teknologi yang semakin cepat berkembang ini, aplikasi *mobile* juga berperan penting sebagai alat untuk memberikan informasi kepada penggunanya sehingga aplikasi *mobile* dianggap sebagai berpotensi sebagai alat yang menawarkan skill yang diperlukan untuk menyelesaikan kebutuhan sehari-hari kepada penggunanya (Sala-González dkk., 2021). Pada sebuah penelitian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan AR dalam aplikasi *mobile* dapat dikembangkan sebagai sebuah alat yang dapat digunakan untuk memudahkan penggunanya dalam edukasi (Gamboa-Ramos dkk., 2021)

2.5 *Functional Testing*

Pengujian fungsional merupakan sebuah pengujian yang bertujuan untuk menjamin kualitas perangkat lunak berdasarkan spesifikasi kebutuhan perangkat yang diuji dengan cara menilai bagaimana sistem memproses data *input* dan melihat apakah *output* sistem merupakan *output* yang diharapkan dari perangkat lunak tersebut (Sianturi dkk., 2021). Salah satu contoh dari pengujian fungsional dilakukan pada penelitian yang dilakukan oleh Rosada pada tahun 2022 yang dilakukan untuk mencari tahu jarak maksimal deteksi sistem AR dengan cara secara bertahap menjauhkan objek dari kamera *smartphone* penguji (Rosada, 2022)

2.6 Black Box Testing

Metode pengujian *black box* merupakan sebuah metode pengujian yang dilakukan untuk mengetahui apakah keseluruhan fungsi dari perangkat lunak sudah berjalan sesuai dengan kebutuhannya. Metode pengujian dilaksanakan dengan cara membuat rancangan skenario yang bertujuan untuk memastikan apakah sistem yang diuji bisa berjalan sesuai dengan kebutuhannya dan menghasilkan *output* yang sesuai dengan *output* yang diinginkan (Fahrezi dkk., 2022)

2.7 Usability Testing

Usability testing merupakan sebuah metode pengujian sistem yang digunakan untuk mengukur tingkat dimana sistem bisa digunakan oleh pengguna untuk mencapai tujuan dengan efektif, efisien, dan memuaskan. Pengukuran pengujian *Usability* pada umumnya dilakukan dengan memanfaatkan kuesioner, diantaranya adalah kuesioner PUEU yang berisi 12 item, CSUQ yang berisi dari 19 item, dan USE yang terdiri dari 30 item (Putra & Tanamal, 2020).

Kuesioner USE merupakan sebuah metode kuesioner yang memiliki 30 pernyataan yang terbagi dalam 4 parameter yang mewakili penilaian pengguna, yaitu *Satisfaction*, *Usefulness*, *Ease of Use*, dan *Ease of Learning*. Berdasarkan dari 30 pernyataan yang melingkupi 4 faktor tersebut, dapat dibuat sebuah kuesioner singkat yang bisa berisi beberapa poin yang dianggap penting untuk menilai *usability* sebuah system (Lund, 2001).

2.8 Tinjauan Pustaka

Pada penelitian ini, dilakukan peninjauan kepada beberapa penelitian yang sudah dilakukan dengan tujuan yang berkaitan untuk menggali informasi berdasarkan judul yang diangkat pada skripsi ini. Berikut adalah beberapa referensi yang menjadi pertimbangan dalam menyusun penelitian ini. yaitu:

Penelitian yang dilakukan oleh Husain pada tahun 2020 membahas pengembangan aplikasi alat bantu pasien buta warna berbasis android sederhana yang bekerja menggunakan data training untuk mengenali beberapa tipe warna yang susah untuk dikenali oleh pasien buta warna (Husain dkk., 2020). Sistem ini dikembangkan dengan bantuan *library OpenCV* dalam pengimplementasian HSV untuk mendeteksi warna objek. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk membantu orang yang memiliki gangguan buta warna dalam mengenali warna dan mengidentifikasi kategori buta warnanya.

Penelitian yang dilakukan oleh Cesar pada tahun 2020 adalah sebuah penelitian yang bertujuan untuk memberikan sistem bantuan bagi penyandang buta warna melalui pewarnaan ulang objek yang dituju (Cesar dkk., 2020). Cara kerja dari sistem yang diteliti pada penelitian ini adalah dengan membuat sistem yang bisa mengidentifikasi warna objek lalu mengubah warna objek tersebut dengan menyesuaikan tipe buta warna pengguna. Kelebihan penelitian ini dalam pemanfaatan teknologi AR adalah dengan mencampurkan dunia nyata dengan dunia virtual (2D, 3D, audio, dan multimedia).

Penelitian yang dilakukan oleh Gurumurthy pada tahun 2019 bertujuan untuk merubah saturasi objek secara langsung menjadi warna yang bisa dilihat oleh penyandang buta warna dan menampilkan warna yang telah disaturasi ulang tersebut secara *realtime* kepada penyandang buta warna (Gurumurthy dkk., 2019). Sistem aplikasi yang diteliti dibuat untuk perangkat android yang dibuat menggunakan Unity dan Vuforia. Cara kerja sistemnya adalah dengan menerapkan filter yang mengubah sedikit *hue* sehingga pengguna buta warna bisa membaca warna yang disisipkan dalam tes buta warna (Ishihara Color Blind Test).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Li pada tahun 2020, yang bertujuan untuk merubah warna pada objek yang ada pada gambar menggunakan teknologi image processing sehingga dapat membantu orang yang memiliki buta warna untuk memahami warna objek dan membedakan beberapa warna (J. Li dkk., 2020). Dapat disimpulkan bahwa sistem tersebut bekerja dengan cara menggambar outline objek yang ada pada gambar menggunakan metode *saliency* berdasarkan tipe buta warna pengguna, lalu melakukan *inverse* warna dasar pada warna yang ada di dalam *outline* gambar, lalu menampilkannya kepada pengguna.

Tabel 2.1 Penelitian Terkait

No	Judul	Penulis	Tujuan	Teknologi	Target	Metodologi
1	Augmented Reality as a Tool to Support the Inclusion of Colorblind People	(Cesar dkk., 2020)	Identifikasi tipe buta warna pada pengguna	AR	Anak kecil pasien Buta Warna	Agile

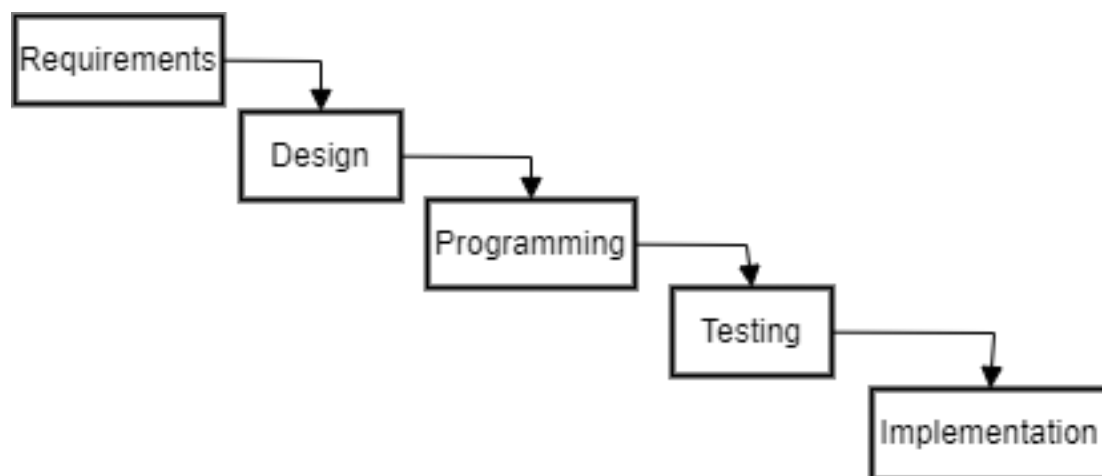
2	Color Blindness Correction using Augmented Reality	(Gurumurthy dkk., 2019)	Mengurangi efek buta warna	AR	Pasien Buta Warna	Scrum
3	Aplikasi Bantu Buta Warna Berbasis Android	(Husain dkk., 2020)	Mengidentifikasi tipe buta warna dan mengidentifikasi warna objek	AR, Android	Pasien Buta Warna	HIPO
4	Saliency-based image correction for colorblind patients	(J. Li dkk., 2020)	Merubah warna objek pada gambar	Image Processing	Pasien Buta Warna	Kualitatif dan Kuantitatif

Berdasarkan tinjauan pustaka diatas, dapat diambil beberapa kesimpulan mengenai penelitian sebelumnya yang dijadikan sebagai referensi bagi rencana awal desain aplikasi pada penelitian ini. Secara garis besar, penelitian terdahulu yang telah masuk pada tinjauan pustaka memiliki tujuan yang mirip, yaitu membuat sebuah sistem *helper* bagi orang yang memiliki kelainan buta warna. Persamaan lainnya adalah pada dasarnya luaran dari keempat penelitian tersebut adalah sistem yang dapat memetakan lokasi objek dan menampilkan warna aslinya baik hanya dengan menaruh label, sampai merubah warna objek . Perbedaannya terletak pada yang digunakan dimana Li menggunakan metode *saliency* pada *image processing*, sementara tiga sisanya menggunakan teknologi AR.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Waterfall

Metode penelitian yang digunakan oleh peneliti adalah metode *Waterfall*. Metode *Waterfall* adalah metodologi terstruktur dimana setiap tahapnya memiliki hubungan satu sama lain karena output dari tahap pertama adalah input untuk tahap selanjutnya (Rumetna dkk., 2022). Penggunaan metode *waterfall* pada penelitian ini didasari pada penelitian yang dilakukan oleh Elvis Pawan (Elvis Pawan dkk., 2021). Dimana pada penelitian tersebut disebutkan bahwa dengan digunakannya metode *waterfall*, kesalahan dalam pengembangan dapat diminimalisir karena setiap tahap proses dilakukan secara bertahap, dimulai dari proses analisis, desain, pembuatan sistem, pengujian dan implementasi.



Gambar 3.1 Tahapan Metode *Waterfall*

a. Tahap *Requirements*

Tahap pertama ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari dan menganalisis kebutuhan spesifikasi sistem agar sistem bisa bekerja. Untuk mencapai hal tersebut, dilakukan penyebaran survey kepada responden yang memiliki buta warna untuk menentukan fitur aplikasi.

b. Tahap *Design*

Tahap desain dilaksanakan berdasarkan data yang telah didapatkan dan dianalisis pada tahap sebelumnya. Prosesnya adalah dengan merancang HIPO dan membuat desain awal *Interface* aplikasi dengan aplikasi Figma.

a. Tahap *Programming*

Tahap ketiga adalah tahap dimana tujuannya adalah untuk menerjemahkan hasil dari analisis dan desain ke dalam struktur program yang dibuat menggunakan bahasa C# pada *Unity Editor*

b. Tahap *Testing*

Setelah setiap menu program telah berhasil dibuat, program digabungkan dan diuji sebagai sebuah program lengkap untuk mencari tahu apakah ada masalah pada sistem sekaligus untuk memastikan setiap menu maupun fitur bisa berfungsi dengan baik

c. Tahap *Implementation*

Tahap terakhir dilakukan dengan memperbolehkan pengguna menggunakan aplikasi hasil penelitian untuk menyelesaikan masalah secara praktis.

3.2 Pengumpulan Data / Tahap *Requirements*

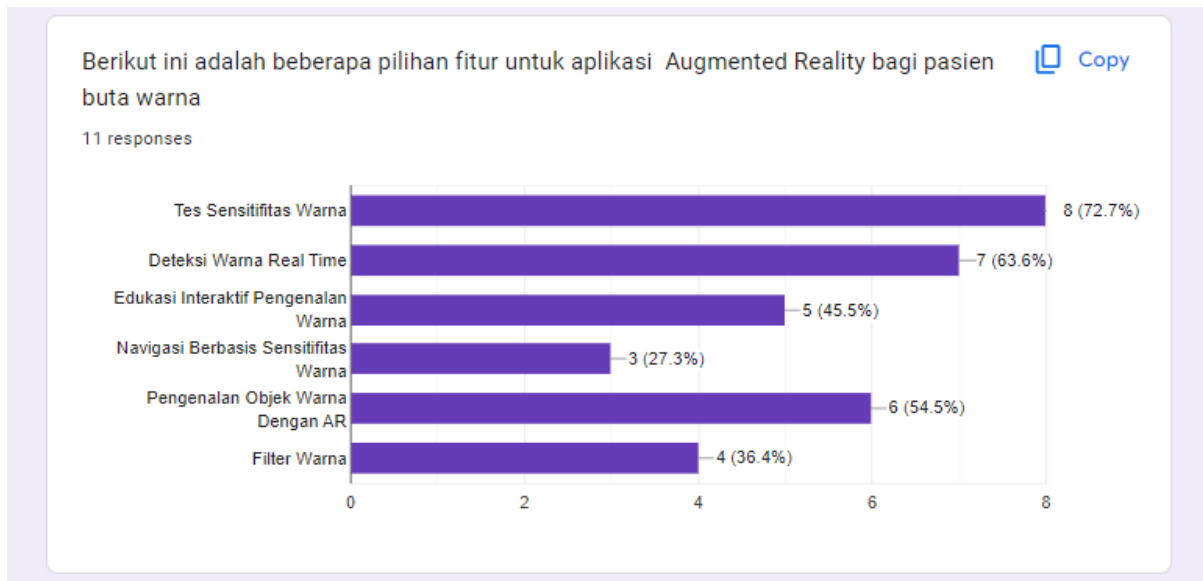
Pengumpulan data untuk penelitian ini dilakukan untuk mencari preferensi fitur apa yang paling cocok untuk diterapkan pada aplikasi pembantu bagi orang dengan penyakit buta warna. Pengumpulan data dilakukan dengan cara survey menggunakan sarana *Google Forms* dan dengan Studi Literatur.

3.2.1 Studi Literatur

Dari studi literatur yang telah dilakukan, ditemukan beberapa pilihan fitur yang cocok untuk dikembangkan pada aplikasi untuk penderita buta warna berbasis mobile, salah satunya adalah sistem deteksi warna menggunakan *ColorADD* (Cesar dkk., 2020). Sistem identifikasi tipe buta warna parsial dengan menggunakan blok warna dan deteksi warna dengan nilai HSV (Husain dkk., 2020). Merubah corak warna (*Hue*) gambar secara *real time* menggunakan slider (Gurumurthy dkk., 2019). *Color Correction* menggunakan metode *saliency* yang diterapkan pada gambar menggunakan *image processing* (J. Li dkk., 2020).

3.2.2 Survey Fitur Aplikasi

Survey ini diadakan dengan tujuan untuk mengetahui fitur mana yang dianggap paling berguna untuk diimplementasikan dari sudut pandang pengguna. Survey fitur aplikasi dilakukan menggunakan *Google Forms*. Berdasarkan batasan masalah yang telah ditentukan, maka target responden survey adalah pengguna *smartphone* android yang memiliki kelainan buta warna. berikut adalah hasil dari survey yang telah dilakukan.



Gambar 3.2 Hasil Survey Fitur

Berdasarkan hasil survey, didapatkan 2 hasil tertinggi yaitu Tes Sensitivitas Warna dan Deteksi Warna *Realtime*. Namun, dari hasil wawancara diketahui juga bahwa fitur edukasi interaktif pengenalan warna dan filter warna dianggap penting untuk dikembangkan. Oleh karena itu, tes sensitivitas warna, deteksi warna *real time*, edukasi interaktif pengenalan warna dan filter warna dipilih sebagai fitur yang akan dikembangkan.

3.2.3 Analisis Kebutuhan

Sebelum memulai tahap desain sistem, dilakukan tahap analisis kebutuhan agar dapat mengidentifikasi hal-hal yang diperlukan dalam membangun aplikasi.

Analisis Kebutuhan Input

Input merupakan masukan data agar perangkat lunak dapat memulai proses untuk mendapatkan *output*, berikut adalah kebutuhan *input* dari sistem yang akan dikembangkan, yaitu:

1. Gambar yang ditangkap oleh pengguna melalui kamera.
2. Soal buta warna berdasarkan metode *Ishihara*.
3. Video seputar buta warna
4. Gambar plat Ishihara sebagai marker

Analisis Kebutuhan Proses

Berikut adalah kebutuhan proses dari sistem ini, yaitu:

1. Membaca informasi objek yang ada di kamera.
2. Sistem menghitung nilai total pengguna ketika melakukan tes buta warna.
3. Sistem mengganti video
4. Sistem membaca dan mencocokkan image dengan plat (marker)

Analisis Kebutuhan Output

Berikut adalah kebutuhan *output* dari sistem ini, yaitu:

1. Tampilan *outline* dan warna utama objek.
2. Informasi nilai total hasil tes *Ishihara*.
3. Tampilan video yang dipilih pengguna
4. Tampilan plat Ishihara dengan filter

Analisis Kebutuhan Interface

Berikut adalah kebutuhan antarmuka yang diperlukan oleh aplikasi ini, yaitu:

1. Rancangan Menu Utama.
2. Rancangan Menu Deteksi Warna.
3. Rancangan Menu Tes Buta Warna.
4. Rancangan Menu Hasil Tes.
5. Rancangan Menu Informasi Buta Warna
6. Rancangan Menu Tentang Aplikasi.
7. Rancangan Menu Scan Plat Ishihara

3.3 Desain Sistem Perangkat

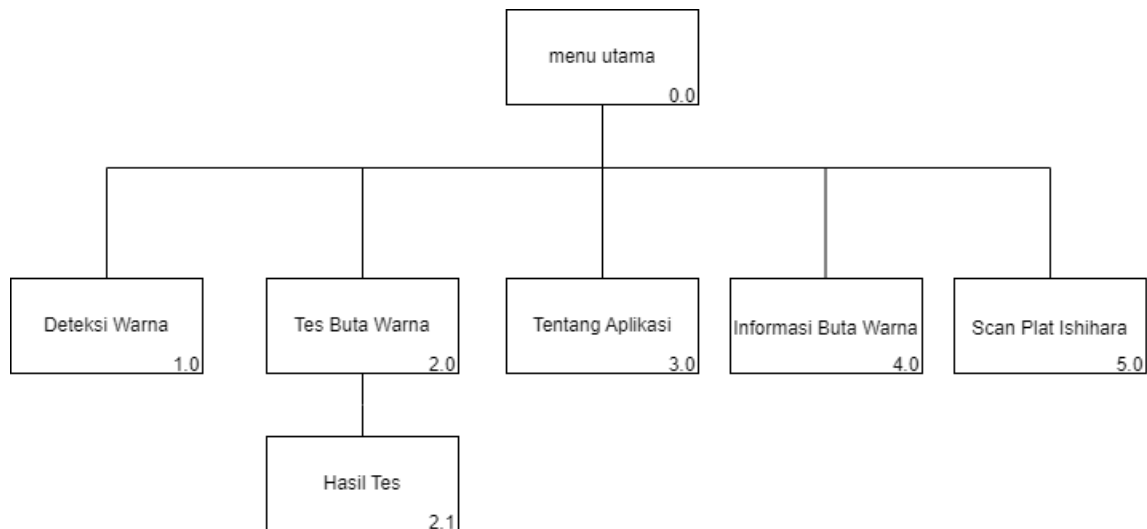
Berdasarkan hasil dari analisis kebutuhan sistem, terlebih dahulu dilakukan pemodelan proses sistem menggunakan diagram HIPO. Setelah diagram HIPO dibuat, baru dimulai pemodelan rancangan awal antarmuka dan menu aplikasi.

3.3.1 HIPO (Hierarchy plus Input-Process-Output)

HIPO adalah sebuah alat dalam perancangan dan sebuah teknik dokumentasi dalam sebuah siklus pengembangan sistem dimana dengan diagram HIPO, pengembang dapat memahami struktur fungsi yang terdapat pada program (Putri Wihartati dkk., 2021). Diagram HIPO akan dijelaskan menggunakan diagram hierarki VTOC.

3.3.2 VTOC (Visual Table of Content)

VTOC terdiri dari diagram yang menggambarkan hubungan antar fungsi secara berjenjang. VTOC digunakan untuk menampilkan seluruh program HIPO secara terstruktur berdasarkan nomor dari setiap menu dan juga dijelaskan keterangan masing-masing fungsi.



Gambar 3.3 Diagram VTOC

3.3.3 Overview Diagram VTOC

Tabel 3.1 *Overview VTOC*

Menu Utama 0.0	Halaman utama dan halaman awal aplikasi. Ada 3 tombol yaitu “Mulai Scan”, “Ambil Tes” dan “?”
Deteksi Warna 1.0	Halaman fitur deteksi warna yang berisi Layar deteksi warna, tombol “Back”, “Pause”, dan “Play”
Tes Buta Warna 2.0	Berisi pertanyaan dan 4 pilihan jawaban

Hasil Tes 2.1	Halaman yang berisi skor hasil tes, dan juga penjelasan mengenai tes buta warna
Tentang Aplikasi 3.0	Berisi penjelasan singkat mengenai aplikasi
Informasi Buta Warna 4.0	Berisi pilihan video seputar buta warna
Scan Plat Ishihara 5.0	Halaman fitur pindai plat Ishihara untuk tes buta warna

3.3.4 Detail Diagram VTOC

Tabel berikut merupakan tabel yang menerangkan proses input, proses, dan output pada program.

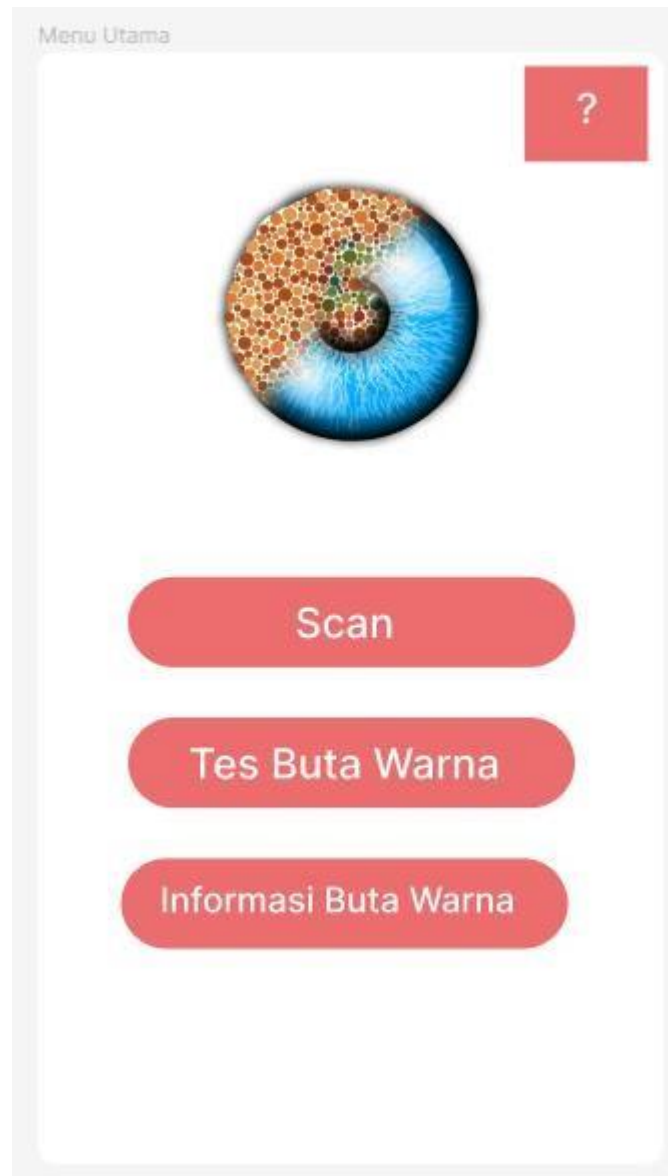
Tabel 3.2 *Detail* Diagram VTOC

MENU	INPUT	PROSES	OUTPUT
Menu Utama 0.0	Tombol menu yang akan dipilih	Berpindah menu ke menu yang dituju	Berpindah ke halaman tujuan
Deteksi Warna 1.0	Gambar yang ditangkap kamera <i>smartphone</i>	Sistem merubah warna objek dari RGB menjadi HSV dan mencocokkan HSV objek dengan range warna utama dalam HSV	Tampilan outline dan warna utama objek
Tes Buta Warna 2.0	10 soal ujian buta warna acak	Sistem menyimpan jawaban benar/salah	Berpindah ke halaman selanjutnya
Hasil Tes 2.1	Skor tes buta warna pengguna	Penghitungan hasil dari ujian sebelumnya	Tampilan skor total
Tentang Aplikasi 3.0	Berisi penjelasan singkat aplikasi	Tidak ada proses	Penjelasan singkat aplikasi
Informasi Buta Warna 4.0	Berisi video singkat tentang buta warna	Sistem menampilkan video yang dipilih pengguna	Video berjalan ketika dipilih oleh pengguna
Scan Plat Ishihara 5.0	Gambar plat ishihara	Sistem membaca dan mencocokkan image dengan plat (marker)	Sistem menampilkan plat buta warna yang sudah terpasang filter warna

3.3.5 Rancangan Antarmuka Aplikasi

Rancangan antarmuka aplikasi merupakan hasil rancangan yang dibuat berdasarkan kebutuhan antarmuka yang telah dijelaskan dan menjadi sebuah gambaran bagaimana tampilan sistem akan dibangun.

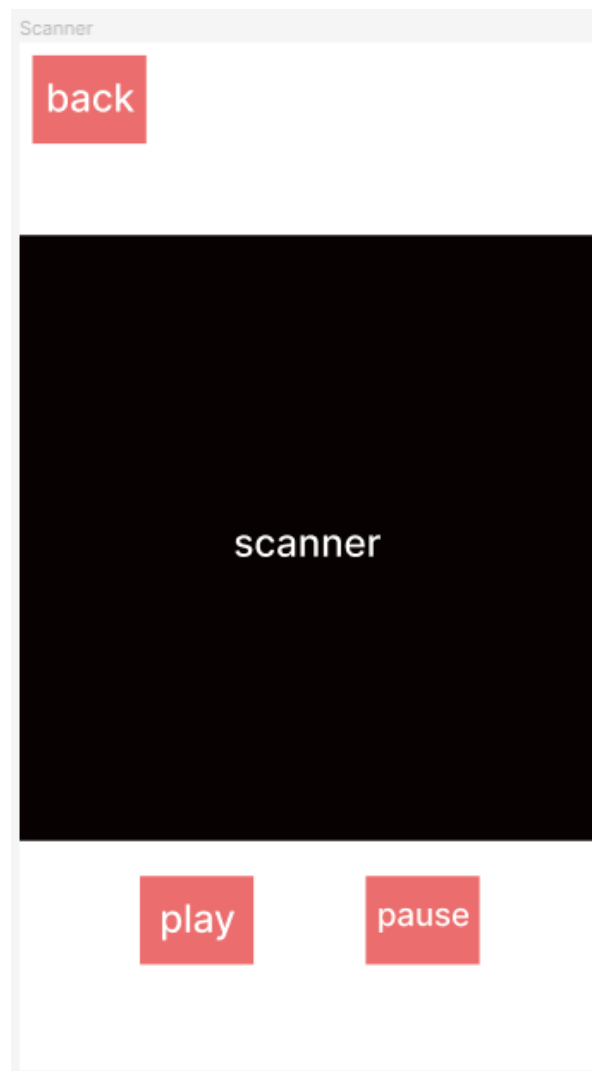
Rancangan Menu Utama



Gambar 3.4 Rancangan Menu Utama

Gambar 3.4 Menunjukkan desain awal menu utama yang memiliki 3 tombol yaitu scan, tes buta warna, dan tombol tentang aplikasi.

Rancangan Menu Deteksi Warna



Gambar 3.5 Rancangan Menu Deteksi Warna

Gambar 3.5 Menunjukkan desain awal menu Deteksi warna yang memiliki tombol pause untuk menghentikan proses deteksi warna, play untuk melanjutkan proses deteksi warna, dan tombol back untuk kembali ke menu utama.

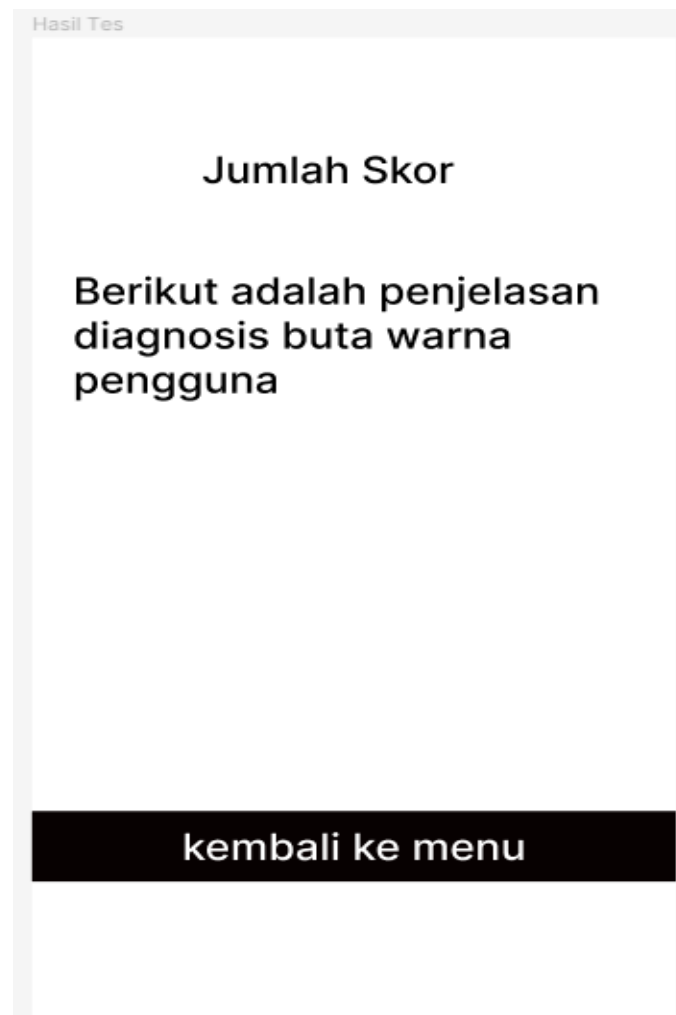
Rancangan Menu Tes Buta Warna



Gambar 3.6 Rancangan Menu Tes Buta Warna

Gambar 3.6 Menunjukkan desain awal menu tes buta warna yang memiliki 4 tombol sebagai cara untuk pengguna menjawab soal ujian.

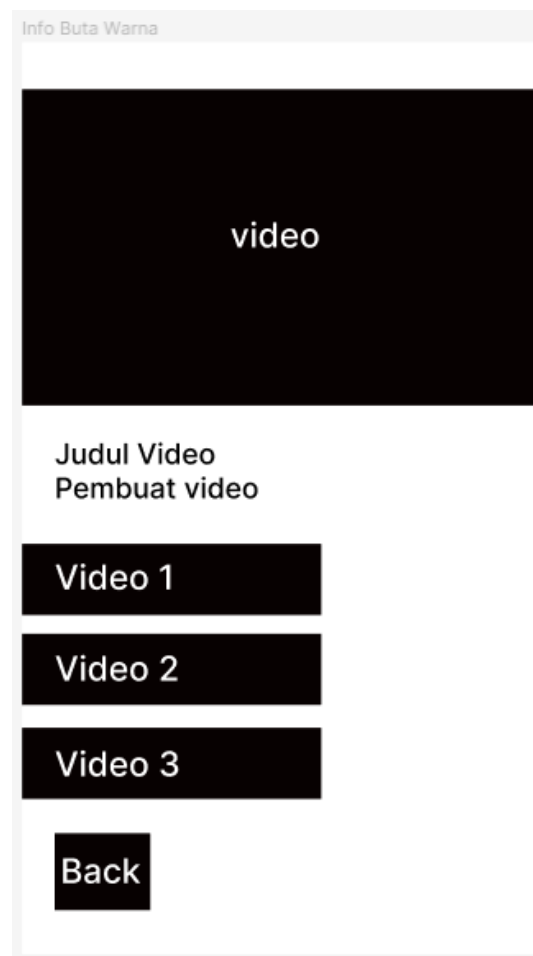
Rancangan Menu Hasil Tes



Gambar 3.7 Rancangan Menu Hasil Tes

Gambar 3.7 Menunjukkan desain awal menu hasil tes buta warna dimana hasil skor pengguna akan tampil di bagian atas, sementara penjelasan dari tes buta warna akan tampil sebagai *scroll list* pada bagian tengah layar. Menu ini memiliki satu tombol untuk kembali ke menu utama.

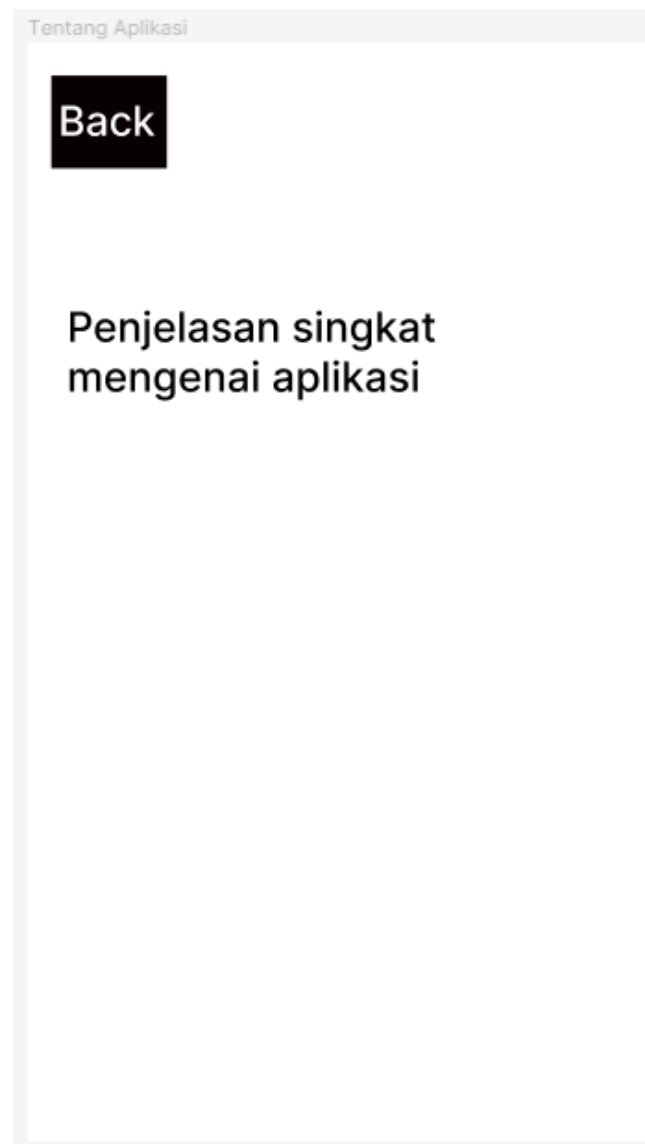
Rancangan Menu Informasi Buta Warna



Gambar 3.8 Rancangan Menu Informasi Buta Warna

Gambar 3.8 Menunjukkan desain awal menu informasi buta warna yang menampilkan layar untuk pemutaran video edukasi seputar buta warna. Pada menu ini juga tersedia *button* untuk memilih video lainnya.

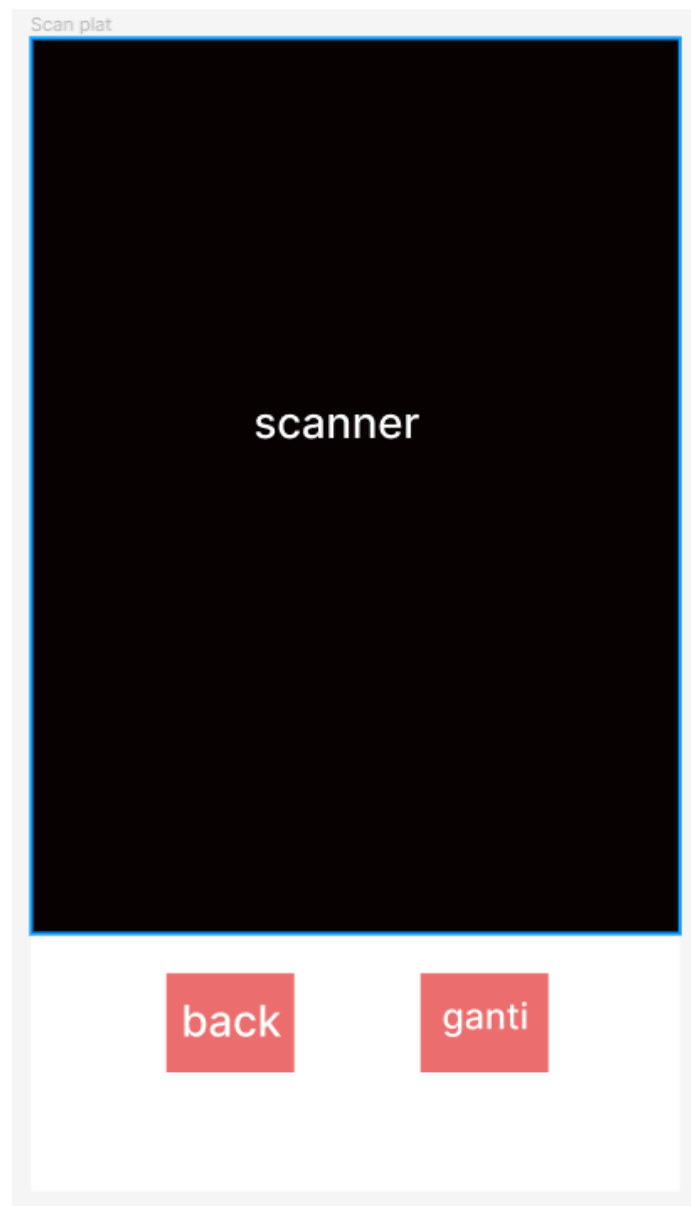
Rancangan Menu Tentang Aplikasi



Gambar 3.9 Rancangan Menu Tentang Aplikasi

Gambar 3.9 Menunjukkan desain awal menu tentang aplikasi yang berisi penjelasan singkat mengenai aplikasi.

Rancangan Menu Scan Plat Ishihara



Gambar 3.10 Rancangan Menu Scan Plat Ishihara

Gambar 3.10 Menunjukkan desain awal menu scan plat Ishihara yang memiliki layer ditengah untuk melihat tampilan pindaian plat Ishihara, dan 2 tombol yaitu “back” dan “ganti” untuk mengganti filter warna

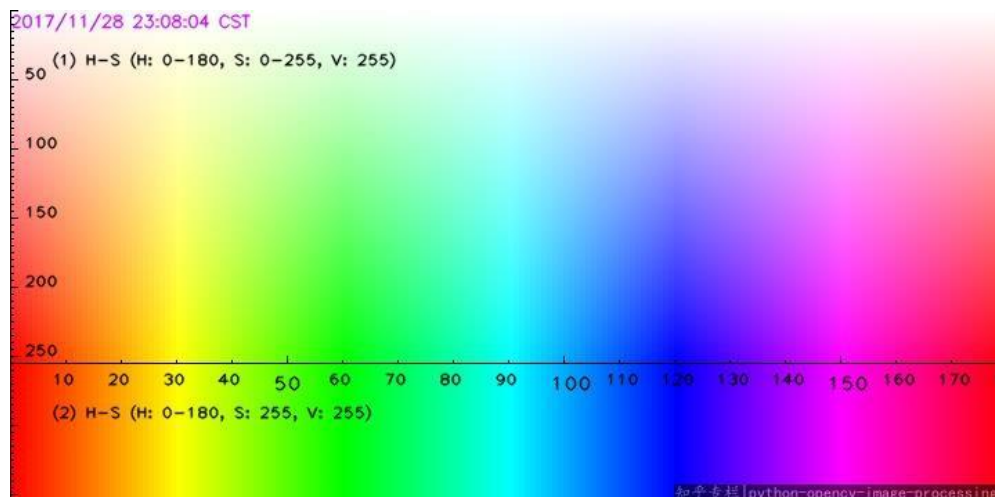
3.4 Tahap *Programming*

Tahap programming adalah tahap dimana rancangan sistem diterjemahkan menjadi aplikasi final. Tahap ini merupakan tahap dimana *code* pada sistem mulai ditulis dan dipasangkan ke dalam aplikasi. Pembangunan sistem aplikasi dibuat menggunakan *software Unity Editor* dimana pada *software* tersebut, digunakan bahasa C# untuk menulis kodenya.

Pembangunan sistem deteksi warna akan dilakukan dengan bantuan plugin yang bernama *OpenCV for Unity*. Pada plugin tersebut, dilakukan modifikasi kode pada plugin agar sistem deteksi warna dapat berjalan sesuai tujuan yaitu dapat membaca warna objek dan dapat *men-tracking* bentuk objek dengan lancar. Modifikasi kode yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Modifikasi jumlah maksimal objek dan ukuran minimal objek yang dibaca dan menambahkan ukuran maksimal objek yang dibaca
2. Penambahan 3 warna baru dan modifikasi batasan warna pada database HSV
3. Modifikasi ukuran dari *outline* objek agar lebih mudah terlihat oleh pengguna

3.4.1 Penentuan Batasan Deteksi Warna



Gambar 3.11 Skala Warna HSV

Pada modifikasi penentuan batasan warna pada database HSV, modifikasi dibuat berdasarkan skala warna HSV. Batasan *range* warna dibuat secara spesifik agar sistem bisa lebih spesifik dalam mendeteksi warna objek. Berikut adalah tabel yang berisi nilai dari warna yang masuk kedalam *database* sistem:

Tabel 3.3 Nilai HSV

Warna	Nilai Maksimal	Nilai Minimal
Biru	124, 256, 255	100, 95, 0
Hijau	88, 220, 150	39, 65, 50
Kuning	39, 256, 255	26, 124, 100
Merah	14, 256, 255	0, 200, 0
Orange	29, 255, 255	14, 100, 20
Putih	255, 15, 230	0, 0, 100
Hitam	255, 20, 150	0, 0, 0

3.5 Tahap Testing

Tahap testing merupakan tahap keempat dimana pada tahap ini akan dilakukan pengujian sebelum aplikasi digunakan oleh responden. Pengujian yang dilakukan pada tahap ini yaitu pengujian fungsional, pengujian menggunakan metode *black box testing* dan pengujian menggunakan metode *usability testing* menggunakan metode kuesioner berdasarkan *USE Questionnaire*.

3.5.1 Functional Testing

Pengujian fungsional ini dilakukan sebelum melakukan pengujian *black box* dan *usability* dengan tujuan untuk menguji tingkat akurasi dari sistem deteksi warna dan sistem pemindai plat Ishihara. Pengujian fungsional ini dilakukan berdasarkan metode pengujian yang digunakan pada penelitian yang dilakukan oleh Rosada pada tahun 2022 yang menggunakan jarak dan gelap terang untuk menguji apakah sistem dapat membaca dan menghasilkan hasil yang diinginkan (Rosada, 2022). Metode pengujian fungsional ini dilakukan dengan menyesuaikan fitur, pada fitur deteksi plat Ishihara, plat yang akan dipindai diprint pada kertas berukuran A4 dan diuji berdasarkan jarak, sementara pada fitur deteksi warna dilakukan pengujian kepada benda yang memiliki warna yang ada pada *database* sistem berdasarkan ketahanan sistem dalam menjaga outline objek. Berikut adalah tabel yang berisi skenario yang digunakan untuk pengujian deteksi warna dan deteksi plat Ishihara:

Tabel 3.4 Rancangan Pengujian Deteksi Plat Ishihara

No	Jarak	Hasil Tampilan	Terang		Gelap	
			Berhasil	Gagal	Berhasil	Gagal
1	30 cm					
2	45 cm					
3	50 cm					

4	55 cm					
5	60 cm					
6	65 cm					
7	70 cm					
8	75 cm					
9	80 cm					
10	85 cm					
11	90 cm					
12	95 cm					
13	100 cm					
14	105 cm					
15	110 cm					

Tabel 3.5 Rancangan Pengujian Deteksi Warna

No	Waktu	Hasil Tampilan	Merah		Kuning		Hijau		Biru	
			Berhasil	Gagal	Berhasil	Gagal	Berhasil	Gagal	Berhasil	Gagal
1	5 detik									
2	10 detik									
3	15 detik									
4	20 detik									
5	25 detik									
6	30 detik									
7	35 detik									
8	40 detik									
9	45 detik									
10	50 detik									
11	55 detik									
12	60 detik									

No	Waktu	Hasil Tampilan	Orange		Hitam		Putih	
			Berhasil	Gagal	Berhasil	Gagal	Berhasil	Gagal
1	5 detik							
2	10 detik							
3	15 detik							
4	20 detik							
5	25 detik							
6	30 detik							
7	35 detik							
8	40 detik							
9	45 detik							
10	50 detik							
11	55 detik							
12	60 detik							

3.5.2 Black Box Testing

Pengujian menggunakan metode *black box* ini digunakan untuk mencari tahu apakah aplikasi sudah dapat berjalan dengan baik pada perangkat. Selain itu, metode ini juga digunakan untuk menguji fungsi dan tombol yang tersedia pada aplikasi. Pengujian metode *black box* ini dilakukan sebelum dilakukan implementasi untuk memastikan apakah aplikasi sudah layak pakai secara keseluruhan. Berikut adalah tabel yang berisi skenario yang akan dilakukan pada sesi *black box testing*.

Tabel 3.6 Skenario *Black Box Testing*

No	Skenario Testing	Hasil Tes	
		Berhasil	Gagal
1	Pada menu Deteksi Scan, Sistem dapat mengidentifikasi 3 warna berbeda		
2	Pada menu Deteksi Scan, Sistem dapat mengikuti outline benda yang ada di depan kamera		
3	Pada menu Tes buta warna, Sistem dapat mengacak soal sehingga setiap pengguna mengakses tes buta warna, urutan soal selalu berbeda		
4	Pada menu utama, ketika pengguna menekan tombol “Mulai Scan”, sistem langsung memulai scan ketika melakukan perpindahan menu ke menu Deteksi Warna		
5	Pada menu Hasil Tes, nilai akhir pengguna dapat ditampilkan		

3.5.3 Usability Testing

Usability Testing merupakan metode pengujian yang dilakukan untuk mengidentifikasi dan memperbaiki kekurangan daya guna aplikasi sebelum dilakukan perilisasi (Salvendy, 2012). Pada pengembangan aplikasi yang dibuat berdasarkan preferensi pengguna, pengujian *Usability* merupakan pengujian yang bermanfaat untuk mengumpulkan *feedback* yang didapatkan dari pengguna untuk melakukan pengembangan aplikasi lebih lanjut. Untuk

mengetahui penilaian dari pengujian sistem yang telah dikembangkan, penelitian ini akan menggunakan kuesioner yang dibuat berdasarkan *USE Questionnaire*.

3.5.4 Kuesioner *Usability* Aplikasi

Untuk mengetahui tingkat daya guna aplikasi, pengguna/responden diharuskan untuk mengisi kuesioner yang mengacu pada pernyataan yang ada pada *tool USE Questionnaire*. Dari tool tersebut, dibuat 12 pernyataan yang berkaitan dengan 4 faktor *USE Questionnaire* yaitu *usefulness*, *satisfaction*, *ease of use*, dan *ease of learning* untuk menyimpulkan tingkat *Usability* aplikasi (Lund, 2001). tabel berikut berisi pernyataan yang ada pada kuesioner

Tabel 3.7 Pernyataan Kuesioner

Faktor	Nomor	Pernyataan
<i>Usefulness</i>	1	Aplikasi ini membantu saya untuk lebih produktif
	2	Aplikasi ini sangat berguna
	3	Aplikasi ini mempermudah keseharian saya
	4	Aplikasi ini memenuhi kebutuhan saya
	5	Aplikasi ini sesuai ekspektasi saya
<i>Ease of Use</i>	6	Aplikasi ini mudah digunakan
	7	Aplikasi ini ramah pengguna
	8	Penggunaan aplikasi tidak ribet
	9	Aplikasi bisa digunakan tanpa instruksi tertulis
	10	Aplikasi ini bisa beroperasi dengan baik setiap digunakan
<i>Ease of Learning</i>	11	Aplikasi ini mudah dipelajari untuk digunakan
	12	Saya merekomendasikan aplikasi ini untuk

<i>Satisfaction</i>		penyandang buta warna lainnya
	13	Saya perlu memiliki aplikasi ini

Dari pernyataan yang ada pada tabel 3.4, dilakukan pengambilan nilai yang dilaksanakan menggunakan skala Likert dimana setiap pernyataan memiliki poin penilaian antara 1 sampai 7, dimana angka 1 berarti nilai paling rendah, dan angka 7 menandakan nilai paling tinggi. Hasil nilai kontribusi responden akan diproses untuk mengetahui persentase *usability* aplikasi menggunakan rumus berikut (Ningtiyas dkk., 2021). Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menghitung persentase *usability*:

$$k(\%) = \frac{s \times y \times d}{s \times y \times ha} \times 100\% \quad (3.1)$$

keterangan :

$k(\%)$: Tingkat *usability* dalam persen

s : skor skala

y : jumlah pernyataan

d : jumlah responden

ha : jumlah maksimal

Data persentase yang diperoleh dari penghitungan tingkat *Usability* nantinya akan menentukan seberapa layak aplikasi berdasarkan tabel kategori kelayakan yang ada pada tabel 3.5.

Tabel 3.8 Tabel Kategori Kelayakan

Persentase (%)	Klasifikasi
< 20	Sangat tidak layak
21 - 40	Tidak layak
41 - 60	Cukup
61 - 80	Layak
81 - 100	Sangat layak

3.6 Tahap Implementation

Tahap *implementation* merupakan tahap terakhir dimana aplikasi yang telah diuji pada tahap sebelumnya diberikan kepada pengguna untuk digunakan . Tahap ini dilakukan untuk mengetahui apakah ditemukan kesulitan bagi pengguna dalam mengoperasikan sistem. Setelah responden mengoperasikan sistem, responden diharapkan untuk mengisi kuesioner *usability* yang telah dibuat berdasarkan *USE Questionnaire*.

BAB IV

HASIL, IMPLEMENTASI, DAN PENGUJIAN

4.1 Hasil Implementasi Aplikasi

Pada bagian hasil pengembangan ini akan ditampilkan hasil pengembangan sistem berdasarkan desain yang sebelumnya setelah dijelaskan.

4.1.1 Implementasi Menu Utama



Gambar 4.1 Menu Utama

Pada gambar 4.1 Menunjukkan hasil dari menu utama aplikasi yang digunakan sebagai menu awal ketika pengguna memulai aplikasi. Pengguna dapat menekan tombol “Mulai Scan” untuk berpindah ke menu deteksi warna dan memulai deteksi warna, pengguna bisa menekan Tombol “Test Buta Warna” untuk memulai tes buta warna, dan pengguna dapat menekan tombol “?” untuk berpindah ke menu tentang aplikasi.

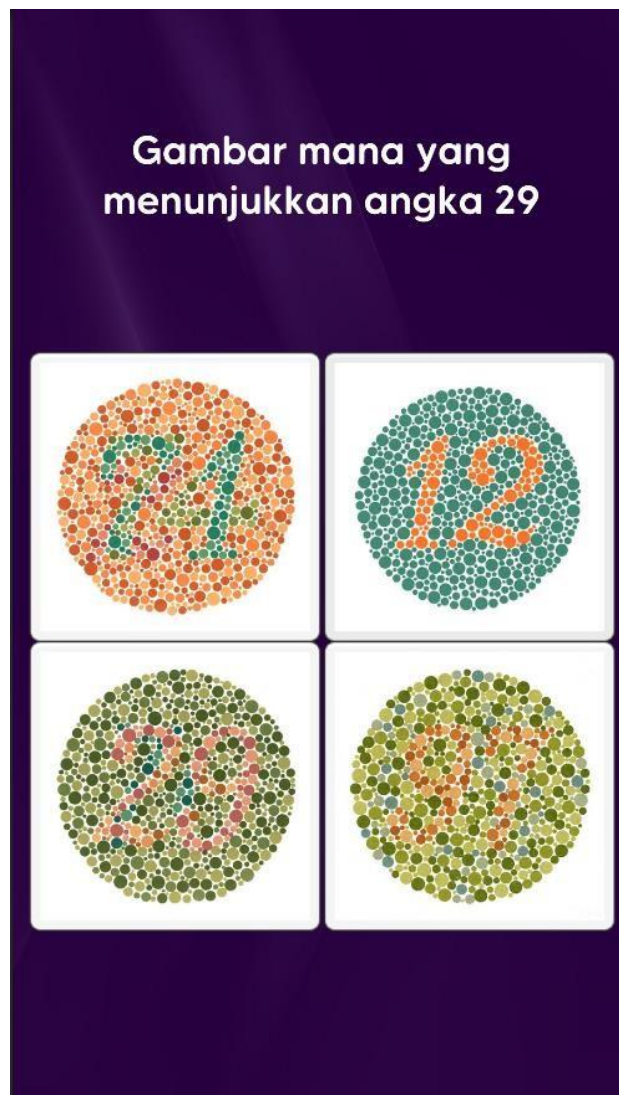
4.1.2 Implementasi Menu Deteksi Warna



Gambar 4.2 Menu Deteksi Warna

Gambar 4.2 Menunjukkan hasil dari menu deteksi warna yang dapat menampilkan informasi mengenai warna yang terdeteksi pada *input* gambar yang direkam oleh kamera. pada tampilan tersebut, ada 3 tombol yang tersedia yaitu “Play”, ”Pause”, dan”Back”. Tombol “Play” dan “Pause” dapat digunakan pengguna untuk menghentikan dan mengaktifkan kembali sistem deteksi warna ketika dibutuhkan, dan tombol “Back” digunakan untuk kembali ke menu utama.

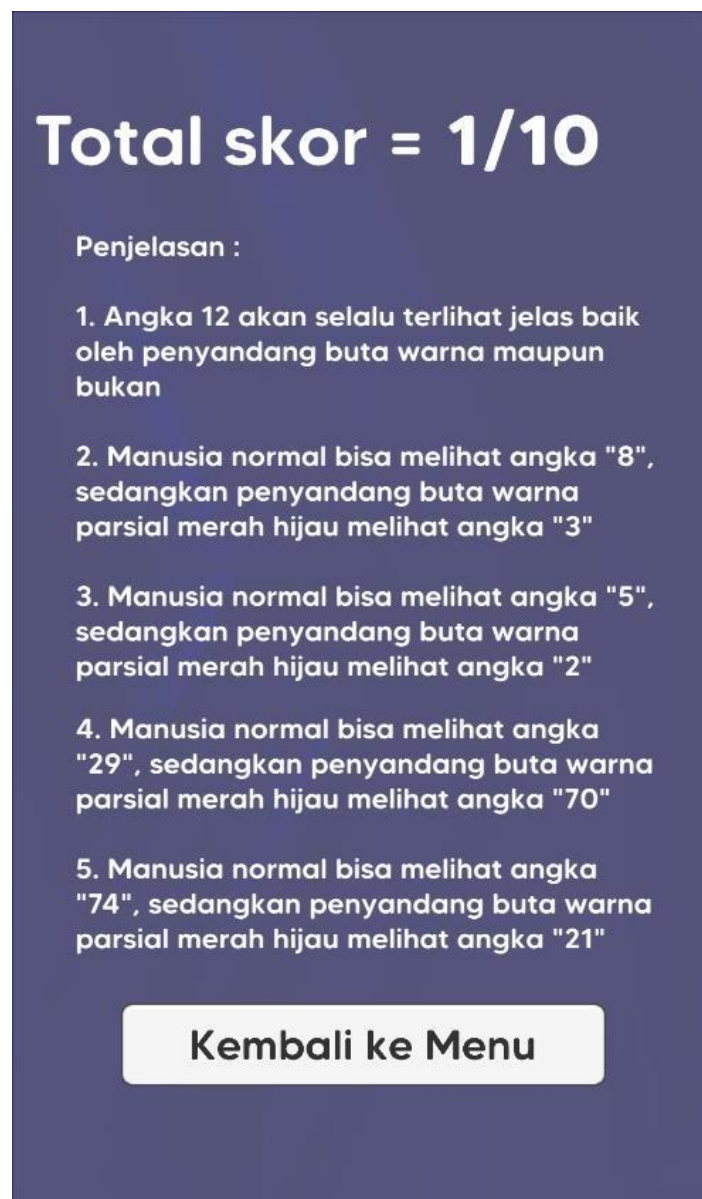
4.1.3 Implementasi Menu Tes Buta Warna



Gambar 4.3 Menu Tes Buta Warna

Pada gambar 4.3, pengguna dapat melakukan tes buta warna dengan cara menekan gambar jawaban yang dianggap tepat. Setiap pengguna mengakses menu tes buta warna, sistem akan mengacak soal sehingga pengguna tidak akan mendapatkan urutan tes yang sama. Setelah pengguna selesai melakukan tes, layar akan secara otomatis berpindah ke menu hasil tes.

4.1.4 Implementasi Menu Hasil Tes



Gambar 4.4 Menu Hasil Tes

Pada gambar 4.4 ditampilkan menu hasil tes yang menjadi tempat penghitungan nilai hasil tes. Pada bagian penjelasan dapat di *scroll* untuk melihat informasi mengenai cara menyimpulkan tipe buta warna berdasarkan soal dan jawaban yang telah diberikan pada ujian yang telah dilaksanakan sebelumnya.

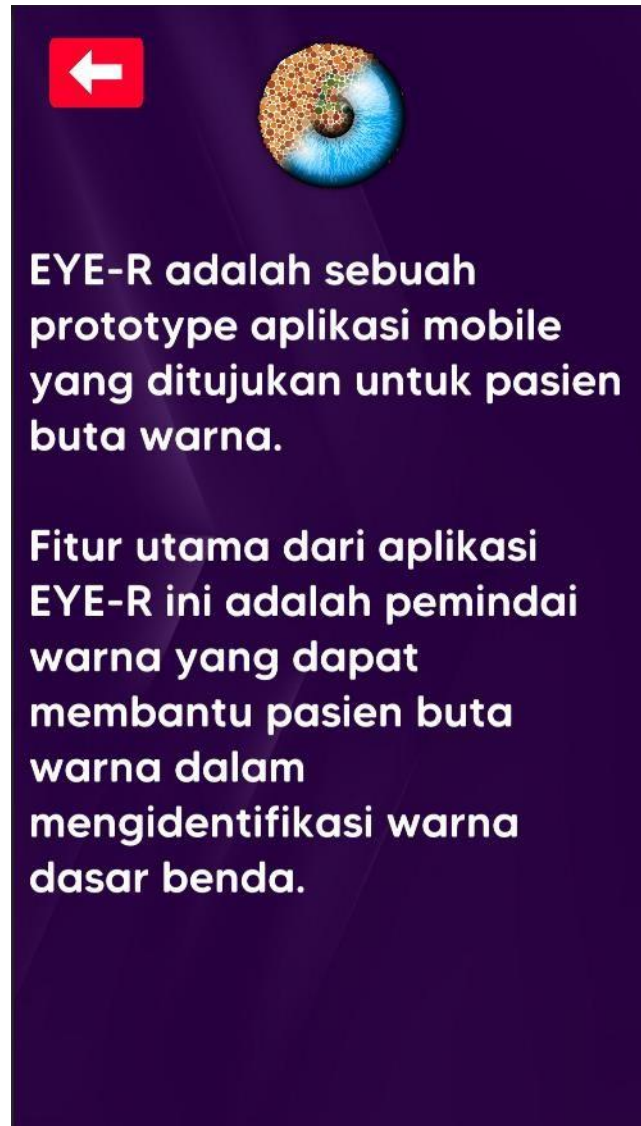
4.1.5 Implementasi Menu Informasi Buta Warna



Gambar 4.5 Menu Informasi Buta Warna

Pada gambar 4.5 ditampilkan menu Informasi Buta Warna yang berisi video edukatif yang berpusat pada tema buta warna.

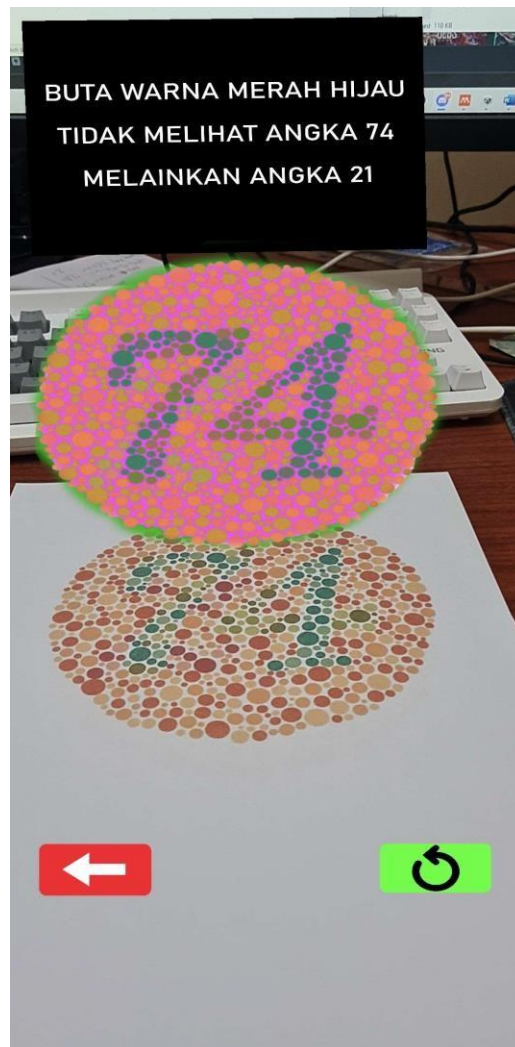
4.1.6 Implementasi Menu Tentang Aplikasi



Gambar 4.6 Menu Tentang Aplikasi

Pada menu Tentang Aplikasi yang ditampilkan pada gambar 4.6, terdapat informasi singkat mengenai aplikasi “EYE-R”.

4.1.7 Implementasi Menu Scan Plat Ishihara



Gambar 4.7 Menu Scan Plat Ishihara

Pada menu Scan plat ishihara yang ditampilkan pada gambar 4.6, ditampilkan hasil pindaian scan plat Ishihara dengan 2 tombol “back” yang berwarna merah dan tombol “ganti” yang berwarna hijau

4.2 Pengujian Sistem

Tahap pengujian sistem ini merupakan tahap pengujian yang dilaksanakan menggunakan 2 metode, yang pertama adalah pengujian menggunakan metode *black box* dan metode kedua adalah pengisian kuesioner berdasarkan pernyataan yang diambil dari *USE Questionnaire* setelah responden telah mengoperasikan aplikasi.

4.2.1 Hasil Pengujian Fungsional

Berdasarkan pada pemaparan yang dijelaskan pada tahap perancangan metode testing, pengujian fungsional ini dilakukan oleh peneliti untuk menguji ketepatan dari fitur scan plat Ishihara dan deteksi warna. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.1 Hasil pengujian Scan Plat Ishihara

No	Jarak	Hasil Tampilan	Terang		Gelap	
			Berhasil	Gagal	Berhasil	Gagal
1	30 cm	<i>Image found</i>	v		v	
2	45 cm	<i>Image found</i>	v		v	
3	50 cm	<i>Image found</i>	v		v	
4	55 cm	<i>Image found</i>	v		v	
5	60 cm	<i>Image found</i>	v		v	
6	65 cm	<i>Image found</i>	v		v	
7	70 cm	<i>Image found</i>	v		v	
8	75 cm	<i>Image found</i>	v		v	
9	80 cm	<i>Image found</i>	v		v	
10	85 cm	<i>Image found</i>	v		v	
11	90 cm	<i>Image found</i>	v		v	
12	95 cm	<i>Image found</i>	v		v	
13	100 cm	<i>Image found</i>	v		v	
14	105 cm	<i>Image found</i>	v		v	
15	110 cm	<i>Image found</i>	v		v	

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Scan Plat Ishihara

No	Waktu	Merah		Kuning		Hijau		Biru	
		Berhasil	Gagal	Berhasil	Gagal	Berhasil	Gagal	Berhasil	Gagal
1	5 detik	v		v		v		v	
2	10 detik	v		v		v		v	
3	15 detik	v		v		v		v	
4	20 detik	v		v		v		v	
5	25 detik	v		v		v		v	
6	30 detik	v		v		v		v	
7	35 detik	v		v			v	v	

8	40 detik	v		v			v	v	
9	45 detik	v		v			v		v
10	50 detik	v			v		v		v
11	55 detik	v			v		v		v
12	60 detik	v			v		v		v

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Scan Plat Ishihara

No	Waktu	Orange		Hitam		Putih	
		Berhasil	Gagal	Berhasil	Gagal	Berhasil	Gagal
1	5 detik	v		v		v	
2	10 detik	v		v		v	
3	15 detik	v		v		v	
4	20 detik	v		v		v	
5	25 detik	v			v	v	
6	30 detik	v			v		v
7	35 detik	v			v		v
8	40 detik	v			v		v
9	45 detik		v		v		v
10	50 detik		v		v		v
11	55 detik		v		v		v
12	60 detik		v		v		v

4.2.2 Hasil Pengujian Black Box Aplikasi

Berdasarkan pada pemaparan yang dijelaskan pada tahap perancangan metode testing, Pengujian dengan metode *black box* ini dilakukan berdasarkan rancangan skenario *black box testing*. Hasil dari pengujian sistem ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.4 Hasil *Black box testing*

No	Skenario Testing	Hasil Tes	
		Berhasil	Gagal
1	Pada menu Deteksi Scan, Sistem dapat mengidentifikasi 3 warna berbeda	v	
2	Pada menu Deteksi Scan, Sistem dapat mengikuti outline benda yang ada di depan kamera	v	
3	Pada menu Tes buta warna, Sistem	v	

	dapat mengacak soal sehingga setiap pengguna mengakses tes buta warna, urutan soal selalu berbeda		
4	Pada menu utama, ketika pengguna menekan tombol “Mulai Scan”, sistem langsung memulai scan ketika melakukan perpindahan menu ke menu Deteksi Warna	v	
5	Pada menu Hasil Tes, nilai akhir pengguna dapat ditampilkan	v	

4.2.3 Pengujian *Usability Testing*



Gambar 4.8 Dokumentasi Pengujian *Usability*

Pada tabel berikut, ditampilkan data responden kuesioner pada penelitian ini:

Tabel 4.5 Data Responden

Nama	Tipe Buta Warna	Umur	Jenis Kelamin
Bagas	Parsial	22	Laki-Laki

Anjasta	Parsial	23	Laki-Laki
Rafly	Parsial	21	Laki-Laki
Depi	Parsial	20	Laki-Laki
Riyan	Parsial	25	Laki-Laki
Kelvin	Parsial	22	Laki-Laki
Yuri	Parsial	23	Laki-Laki

Setelah responden mencoba menggunakan aplikasi dan mengisi kuesioner yang telah dibuat, hasil skor pengisian kuesioner direkapitulasi dan disajikan dalam tabel 4.3

Tabel 4.6 Hasil Rekapitulasi Kuesioner

Faktor	Nomor	Pernyataan	Nilai
<i>Usefulness</i>	1	Aplikasi ini membantu saya untuk lebih produktif	7
	2	Aplikasi ini sangat berguna	6.8
	3	Aplikasi ini mempermudah keseharian saya	6.7
	4	Aplikasi ini memenuhi kebutuhan saya	6.8
	5	Aplikasi ini sesuai ekspektasi saya	6.7
Total <i>Usefulness</i>			34
<i>Ease of Use</i>	6	Aplikasi ini mudah digunakan	7
	7	Aplikasi ini ramah pengguna	6.8
	8	Penggunaan aplikasi tidak ribet	7
	9	Aplikasi bisa digunakan tanpa instruksi tertulis	6.8
	10	Aplikasi ini bisa beroperasi dengan baik setiap digunakan	7

Total Ease of Use			34.6
Ease of Learning	11	Aplikasi ini mudah dipelajari untuk digunakan	7
Total Ease of Learning			7
Satisfaction	12	Saya merekomendasikan aplikasi ini untuk penyandang buta warna lainnya	6.8
	13	Saya perlu memiliki aplikasi ini	6.8
Total Satisfaction			13.6
Total Keseluruhan			89.2

Perhitungan nilai persentase total persentase *usability* merujuk pada rumus yang dijelaskan oleh Ningtias pada penelitiannya menggunakan nilai total setiap faktor yang ada pada *USE Questionnaire*. Hasil perhitungan tiap faktornya dapat dilihat secara berurutan pada operasi penghitungan dibawah ini:

Aspek pertama adalah aspek *Usefulness*

$$k1 = \frac{34 \times 7}{7 \times 5 \times 7} \times 100\% = 97.1\% \quad (4.1)$$

Aspek selanjutnya adalah aspek *Ease of Use*

$$k2 = \frac{34.6 \times 7}{7 \times 5 \times 7} \times 100\% = 98.8\% \quad (4.2)$$

Aspek selanjutnya adalah aspek *Ease of Learning*

$$k3 = \frac{7 \times 7}{7 \times 1 \times 7} \times 100\% = 100\% \quad (4.3)$$

Aspek terakhir adalah aspek *Satisfaction*

$$k4 = \frac{13.6 \times 7}{7 \times 2 \times 7} \times 100\% = 97.1\% \quad (4.4)$$

Setelah menghitung persentase setiap aspek yang ada pada *USE Questionnaire*, dilakukan juga penghitungan persentase total kuesioner

$$kTotal = \frac{89,2 \times 7}{7 \times 13 \times 7} \times 100\% = 98\% \quad (4.5)$$

Berdasarkan dari hasil penghitungan nilai setiap faktor *usability* pada kuesioner, dapat diambil kesimpulan bahwa dengan persentase 97.1%, factor *Usefulness* masuk kedalam kategori sangat layak. Faktor *Ease of Use* yang mendapatkan persentase 98.% masuk kedalam kategori sangat layak. Faktor *Ease of Learning* mendapat persentase 100% yang masuk kedalam kategori sangat layak. Faktor *Satisfaction* mendapatkan skor persentase 97.1% yang masuk ke dalam kategori sangat layak. Dan skor persentase terakhir yang dihitung adalah persentase keseluruhan kuesioner yang mendapatkan skor 98% sehingga masuk kedalam kategori sangat layak.

Selain mengisi kuesioner, beberapa responden juga memberikan saran untuk pengembangan aplikasi kedepannya, yaitu:

1. Diharapkan desain antarmuka dapat dibuat agar bisa lebih memudahkan dan menarik pengguna dalam menggunakan aplikasi
2. Tombol pada sistem deteksi warna perlu dibuat lebih ramah pengguna agar pengguna tidak salah tekan tombol.
3. Sistem deteksi warna dapat dibuat agar *outline* yang muncul lebih akurat dalam penggunaan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Sebuah sistem deteksi warna yang dapat bekerja secara efisien bisa membuat hidup pasien buta warna terasa lebih mudah. Setelah dilakukan pengujian dan perekapan hasil pada penelitian ini, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilaksanakan, AR dapat digunakan sebagai sarana pembantu pasien buta warna menggunakan fitur sistem deteksi warna yang berfungsi untuk mendeteksi warna pada objek yang ada di hadapan pengguna, fitur tes buta warna untuk membantu pengguna dalam mengetahui tipe buta warna yang diderita, fitur informasi buta warna untuk meningkatkan pemahaman pengguna mengenai buta warna, dan fitur scan plat Ishihara dapat membantu pengidap buta warna dalam memahami tes buta warna.
2. Berdasarkan penghitungan persentase *usability* berdasarkan pernyataan dari *USE Questionnaire*, aspek *Usefulness*, *Ease of Use*, *Ease of Learning*, dan *Satisfaction* yang ada pada aplikasi “EYE-R” masuk ke dalam kategori sangat layak. Berdasarkan penilaian *usability* aplikasi secara keseluruhan juga menunjukkan bahwa aplikasi “EYE-R” dianggap mudah digunakan oleh pengguna.

5.2 Saran

Berdasarkan dari implementasi dan pengujian sistem pada penelitian ini, masih ada beberapa fitur yang memiliki beberapa kekurangan. Berikut adalah saran yang dapat dijadikan pertimbangan dalam penelitian selanjutnya:

1. Untuk penelitian selanjutnya, desain antarmuka dapat dibuat agar bisa lebih memudahkan dan menarik pengguna dalam menggunakan aplikasi
2. Tombol pada sistem deteksi warna perlu dibuat lebih ramah pengguna agar pengguna tidak salah tekan tombol.
3. Sistem deteksi warna dapat dibuat agar *outline* yang muncul lebih akurat dalam penggunaan

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, F., Salih, A. E., Elsherif, M., & Butt, H. (2022). Development of 3D-Printed Glasses for Color Vision Deficiency. *Advanced Engineering Materials*, 24(10). <https://doi.org/10.1002/adem.202200211>
- Ananto, B. S., Sari, R. F., & Harwahyu, R. (2011). Color transformation for color blind compensation on augmented reality system. *Proceedings - 2011 International Conference on User Science and Engineering, i-USEr 2011*, 129–134. <https://doi.org/10.1109/iUSEr.2011.6150551>
- Arena, F., Collotta, M., Pau, G., & Termine, F. (2022). An Overview of Augmented Reality. Dalam *Computers* (Vol. 11, Nomor 2). MDPI. <https://doi.org/10.3390/computers11020028>
- Aydınođan, G., Kavaklı, K., Şahin, A., Artal, P., & Ürey, H. (2021). Applications of augmented reality in ophthalmology [Invited]. *Biomedical Optics Express*, 12(1), 511. <https://doi.org/10.1364/boe.405026>
- Azis, N., Pribadi, G., & Nurcahya, M. S. (2020). Analisa dan Perancangan Aplikasi Pembelajaran Bahasa Inggris Dasar Berbasis Android. *IKRA - ITH Informatika, Jurnal Komputer & Informatika*, 4(3).
- Basta, M., & Pandya, A. M. (2022). *Genetics, X-Linked Inheritance*. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL). <http://europepmc.org/books/NBK557383>
- Baswaraju Swathi, B., Roshan, V. J., & N, G. M. (2020). Color Blindness Algorithm Comparison for Developing an Android Application. *International Research Journal of Engineering and Technology*. www.irjet.net
- Cesar, J., Gallegos, P., Javier, F., Zapata, O., & Padilla Díaz, A. (2020). *Augmented Reality as a Tool to Support the Inclusion of Colorblind People*.
- Chen, Y., Wang, Q., Chen, H., Song, X., Tang, H., & Tian, M. (2019). An overview of augmented reality technology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1237(2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1237/2/022082>
- Elvis Pawan, st, Rosiyati Thamrin, nd H., Patmawati Hasan, rd, Sariyati Bei, th H., Paulisen Matu, th, Studi Teknik Informatika STIMIK Sepuluh Nopember Jayapura, P., & Jayapura Selatan Jayapura -Papua, P. (2021). Using Waterfall Method to Design Information

- System of SPMI STIMIK Sepuluh Nopember Jayapura. Dalam *International Journal of Computer and Information System (IJCIS) Peer Reviewed-International Journal* (Vol. 02). <https://ijcis.net/index.php/ijcis/index>
- Fahmi Amri Rosada, I. (2022). *KAMPUS MERDEKA (STUDI INDEPENDEN) PEMBUATAN BUSINESS CARD AUGMENTED REALITY DENGAN VUFORIA MARKER BERBASIS APPS KERJA PRAKTIK Program Studi SI Teknik Komputer Oleh.*
- Fahrezi, A., Salam, F. N., Ibrahim, G. M., Syaiful, R. R., & Saifudin, A. (2022). *Pengujian Black Box Testing pada Aplikasi Inventori Barang Berbasis Web di PT. AINO Indonesia.* <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic>
- Gamboa-Ramos, M., Gómez-Noa, R., Iparraguirre-Villanueva, O., Cabanillas-Carbonell, M., Luis Herrera Salazar, J., & Perú, del. (2021). Mobile Application with Augmented Reality to Improve Learning in Science and Technology. Dalam *IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications* (Vol. 12, Nomor 10). www.ijacsa.thesai.org
- Gurumurthy, S., Rajagopal, R. D., & AjayAshar, A. (2019). Color Blindness Correction using Augmented Reality. *Madridge Journal of Bioinformatics and Systems Biology*, 1(2), 31–33. <https://doi.org/10.18689/mjbsb-1000106>
- Husain, Z., Syarif, S., Latif Arda, A., & Aman, A. (2020). APLIKASI BANTU BUTA WARNA BERBASIS ANDROID. *Jurnal Informatika dan Komputer) Akreditasi KEMENRISTEKDIKTI*, 3(1). <https://doi.org/10.33387/jiko>
- Karolina, N. W., Pharmawati, M., & Setyawati, I. (2019). Prevalensi dan frekuensi gen buta warna siswa sekolah dasar di Kabupaten Badung, Bali, Indonesia. *Jurnal Biologi Udayana*, 23(2), 42. <https://doi.org/10.24843/jbiounud.2019.v23.i02.p01>
- Kondylakis, H., Katakakis, D. G., Kouroubali, A., Logothetidis, F., Triantafyllidis, A., Kalamaras, I., Votis, K., & Tzovaras, D. (2020). COVID-19 Mobile apps: A systematic review of the literature. Dalam *Journal of Medical Internet Research* (Vol. 22, Nomor 12). JMIR Publications Inc. <https://doi.org/10.2196/23170>
- Li, J., Feng, X., & Fan, H. (2020). Saliency-based image correction for colorblind patients. *Computational Visual Media*, 6(2), 169–189. <https://doi.org/10.1007/s41095-020-0172-x>
- Li, J. P. O., Liu, H., Ting, D. S. J., Jeon, S., Chan, R. V. P., Kim, J. E., Sim, D. A., Thomas, P. B. M., Lin, H., Chen, Y., Sakamoto, T., Loewenstein, A., Lam, D. S. C., Pasquale, L. R., Wong, T. Y., Lam, L. A., & Ting, D. S. W. (2021). Digital technology, tele-medicine and artificial intelligence in ophthalmology: A global perspective. Dalam *Progress in Retinal*

- and Eye Research* (Vol. 82). Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2020.100900>
- Lund, A. (2001). *Measuring Usability with the USE Questionnaire*.
<https://www.researchgate.net/publication/230786746>
- Makarim, R. F. (2023). *Buta Warna*. <https://www.halodoc.com/kesehatan/buta-warna>.
- Martínez-Domingo, M. A., Gómez-Robledo, L., Valero, E. M., Huertas, R., Hernández-Andrés, J., Ezpeleta, S., & Hita, E. (2019). Assessment of VINO filters for correcting red-green Color Vision Deficiency. *Optics Express*, 27(13), 17954.
<https://doi.org/10.1364/oe.27.017954>
- Martínez-Domingo, M. Á., Valero, E. M., Gómez-Robledo, L., Huertas, R., & Hernández-Andrés, J. (2020). Spectral filter selection for increasing chromatic diversity in CVD subjects. *Sensors (Switzerland)*, 20(7). <https://doi.org/10.3390/s20072023>
- Ningtiyas, A., Faizah, S. N., Mustikasari, M., & Bastian, I. (2021). *Pengukuran Usability Sistem Menggunakan USE Questionnaire pada Aplikasi OVO*.
<https://doi.org/10.32409/jikstik.20.1.2701>
- Nityanasari, D. (2020). *ALAT PERMAINAN EDUKATIF PASAK WARNA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN MENGENAL WARNA PADA ANAK USIA DINI*.
- Putra, Y. S. M., & Tanamal, R. (2020). Analisis Usability Menggunakan Metode USE Questionnaire Pada Website Ciputra Enterprise System. *Teknika*, 9(1), 58–65.
<https://doi.org/10.34148/teknika.v9i1.267>
- Putri Wihartati, A., Tino Feri Efendi, nd, Teknologi Bisnis AAS Indonesia Surakarta, I., & Slamet Riyadi No, J. (2021). Decision Support System for Share Investment Using The Capital Assetpricing Method (CAPM) 1 st. Dalam *International Journal of Computer and Information System (IJCIS) Peer Reviewed-International Journal* (Vol. 02).
www.idx.co.id
- Rumetna, M. S., Lina, T. N., Rajagukguk, I. S., Pormes, F. S., & Santoso, A. B. (2022). Payroll Information System Design Using Waterfall Method. *International Journal of Advances in Data and Information Systems*, 3(1). <https://doi.org/10.25008/ijadis.v3i1.1227>
- Sala-González, M., Pérez-Jover, V., Guilabert, M., & Mira, J. J. (2021). Mobile apps for helping informal caregivers: A systematic review. Dalam *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 18, Nomor 4, hlm. 1–17). MDPI AG.
<https://doi.org/10.3390/ijerph18041702>

- Salvendy, G. (2012). *HANDBOOK OF HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS Handbook of Human Factors and Ergonomics, Fourth Edition*. www.wiley.com/go/permissions.
- Sianturi, R. A., Sinaga, A. M., Pratama, Y., Simatupang, H., Panjaitan, J., & Sihotang, S. (2021). PERANCANGAN PENGUJIAN FUNGSIONAL DAN NON FUNGSIONAL APLIKASI SIAPPARA DI KABUPATEN HUMBANG HASUNDUTAN. *Jurnal Komputer dan Informatika*, 9(2), 133–141. <https://doi.org/10.35508/jicon.v9i2.4706>
- Soegoto, E. S., Fadhlurrahman, M. A., & Hermawan, Y. A. (2019). Video streaming application design for color blind users. *Journal of Physics: Conference Series*, 1402(6). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/6/066083>
- Taufik Yulianto, M., & Mulyani, A. (2019). *APLIKASI MOBILE DOKTER GIZI BERBASIS ANDROID*. 6(1).

LAMPIRAN