

**RANCANG BANGUN SISTEM MEKANIK TEROPONG
FUNDUS KAMERA *SMARTPHONE* UNTUK MENDETEKSI
PENYAKIT KATARAK**

SKRIPSI

Aldi Maulana
20210110056



**FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA
2025**

**RANCANG BANGUN SISTEM MEKANIK TEROPONG
FUNDUS KAMERA *SMARTPHONE* UNTUK MENDETEKSI
PENYAKIT KATARAK**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh
Gelar Sarjana Teknik Mesin*

Aldi Maulana
20210110056



**FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA
2025**

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL: **RANCANG BANGUN SISTEM MEKANIK TEROPONG FUNDUS**

KAMERA *SMARTPHONE* UNTUK MENDETEKSI PENYAKIT

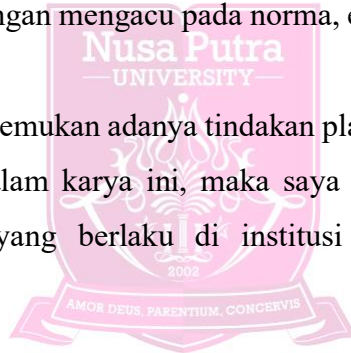
KATARAK

Nama : Aldi Maulana

NIM : 20210110056

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul, **“Rancang Bangun Sistem Mekanik Teropong Fundus Kamera Smartphone Untuk Mendeteksi Penyakit Katarak** adalah benar-benar hasil karya saya sendiri. Seluruh sumber informasi, data, kutipan, maupun pendapat yang digunakan dalam penulisan skripsi ini telah saya cantumkan dengan mengacu pada norma, etika, dan kaidah penulisan ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari ditemukan adanya tindakan plagiarisme atau pelanggaran terhadap etika akademik dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di institusi tempat saya menempuh pendidikan.



Sukabumi, Agustus 2025

Aldi Maulana
Penulis

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

JUDUL : **RANCANG BANGUN SISTEM MEKANIK TEROPONG
FUNDUS KAMERA *SMARTPHONE* UNTUK MENDETEKSI
PENYAKIT KATARAK**

NAMA : ALDI MAULANA

NIM : 20210110056

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui

Sukabumi, Agustus 2025

Ketua Program Studi S1
Teknik Mesin



Pembimbing Utama

Lazuardi Akmal Islami, M.Si
NIDN: 0415039402

Ir. Dani Mardiyana, S.Pd., M.T
NIDN: 0429038703

PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : **RANCANG BANGUN SISTEM MEKANIK TEROPONG
FUNDUS KAMERA *SMARTPHONE* UNTUK MENDETEKSI
PENYAKIT KATARAK**

NAMA : ALDI MAULANA

NIM : 20210110056

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi tanggal Agustus 2025. Menurut pandangan kami, Skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan Gelar Sarjana Teknik Mesin.

Sukabumi, Agustus 2025

Pembimbing Utama

Ketua Penguji 1

Ir. Dani Mardiyana, S.Pd., M.T
NIDN: 0429038703

Ir. Anang Suryana, S.Pd., M.Si.
NIDN: 0407098009

Penguji 2

Ketua Program Studi S1 Teknik
Mesin



Lazuardi Akmal Islami, M.Si
NIDN: 0415039402

Lazuardi Akmal Islami, M.Si
NIDN: 0415039402

Dekan Fakultas *Engineering, Computer
and Design* (FECD)

Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIDN: 0402037401

MOTTO

“Hiduplah Seperti Pohon Kelapa”

"Setiap Nafas Adalah Ibadah, Setiap Langkah Adalah Bekal Menuju Surga, dan
Setiap Amal Adalah Manfaat Bagi Sesama, Semua Demi Ridha Allah."

(Aldi Maulana)



Skripsi Ini Dipersembahkan Untuk:

“Alm.Kakek, Nenek dan Kedua Orang Tua

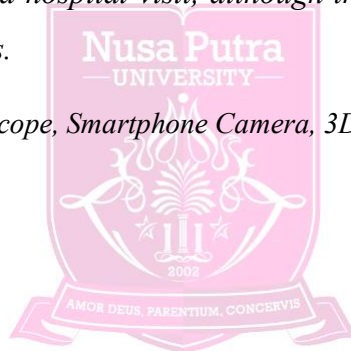
Yang sangat saya cintai’



ABSTRACT

Cataracts are a leading cause of blindness worldwide, including in Indonesia, requiring early detection for more effective treatment. Eye examinations using conventional medical devices tend to be expensive and unaffordable. Therefore, this study aims to design and build a smartphone-based fundus scope mechanical system as an affordable, easy-to-use, and portable alternative for cataract diagnosis. The method used was Design Thinking, with the stages of empathize, define, ideate, prototype, and test. The prototype was created using Autodesk Inventor software and printed using a 3D printer. The results showed that this device is capable of producing fairly clear retinal images, is lightweight at 232 grams, is easy to use by medical personnel, and is affordable. In conclusion, this fundus scope is effective as a cataract detection tool for early screening in various locations without requiring a hospital visit, although there are still shortcomings in the image capture process.

Keywords: *Cataract, Fundus Scope, Smartphone Camera, 3D Printing*



ABSTRAK

Katarak merupakan penyebab utama kebutaan di dunia, termasuk di Indonesia, yang memerlukan deteksi dini untuk penanganan lebih efektif. Pemeriksaan mata dengan perangkat medis konvensional cenderung mahal dan kurang terjangkau. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem mekanik teropong fundus kamera berbasis smartphone sebagai alternatif diagnosis penyakit katarak yang murah, mudah digunakan, dan portabel. Metode yang digunakan adalah Design Thinking, melalui tahapan empathize, define, ideate, prototype, dan test. Prototipe alat dibuat dengan software Autodesk Inventor dan dicetak menggunakan mesin 3D printer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat ini mampu menghasilkan gambar retina yang cukup jelas, ringan dengan bobot 232 gram, mudah digunakan oleh tenaga medis, dan terjangkau secara biaya produksi. Kesimpulannya, teropong fundus ini efektif sebagai alat bantu deteksi katarak untuk skrining awal di berbagai lokasi tanpa harus ke rumah sakit, walaupun masih ada kekurangan dalam pengambilan gambarnya.

Kata kunci: Katarak, Teropong Fundus, Kamera *Smartphone*, *3D Printing*



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "Rancang Bangun Sistem Mekanik Teropong Fundus Kamera Smartphone untuk mendeteksi penyakit Katarak". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik mesin.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa keberhasilan ini tidak lepas dari dukungan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. H. Kurniawan, S.T, M.Si, MM. Selaku Rektor Universitas Nusa Putra Sukabumi.
2. Bapak Samsul Pahmi, S.Pd., M.Pd. Selaku Wakil Rektor I Bidang Akademik Universitas Nusa Putra Sukabumi.
3. Bapak Lazuardi Akmal Islami, M.Si. Selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Nusa Putra Sukabumi.
4. Bapak Ir. Dani Mardiyana, S.Pd., M.T. Selaku Dosen Pembimbing, dalam penyusunan skripsi ini
5. Bapak Ir. Anang Suryana, S.Pd., M.Si. Selaku Ketua Penguji yang sudah memberikan masukan dan saran terhadap skripsi yang saya buat.
6. Bapak Lazuardi Akmal Islami, M.Si selaku anggota Penguji, yang sudah memberikan masukan dan saran terhadap skripsi yang saya buat.
7. Para Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Nusa Putra yang sudah banyak memberikan ilmu dan pengetahuan dalam proses pembelajaran di dalam ruangan kelas maupun diluar ruangan kelas selama 4 tahun.
8. Kepada Ayah tercinta, "Uyan", sosok inspiratif yang tak pernah lelah berkorban dan mencurahkan kasih sayangnya. Terima kasih atas setiap tetes keringat, doa tulus, dan kepercayaan yang tiada batas, menjadikanku pribadi yang pantang menyerah.

9. Dengan segala kerendahan hati, saya menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada Ibunda tercinta, ‘Karmilah”, atas segala pengorbanan, kasih sayang, dan bimbingan yang tak ternilai harganya. Beliau adalah sumber inspirasi dan kekuatan terbesar dalam hidup saya.
10. Rasa syukur tak terhingga saya panjatkan juga untuk almarhum kakek. (Didim), Meskipun raganya telah tiada akan tetapi kasih sayang dan semangatnya akan selalu hidup dalam setiap lembar skripsi ini. Beliau adalah salah satu alasan saya untuk terus berjuang.
11. Ucapan terimakasih saya persembahkan untuk nenek trcinta, Iroh, yang sudah merawat penulis dari umur 2 tahun sampai dengan saat ini beliau masih terus mmberikan kasih sayang dan doa.
12. Ucapan terimakasih kepada keluarga besar yang sudah memberikan dukungan dan doa kepada penulis agar bisa sampai ke titik saat ini. Segala dukungan yang sudah diberikan sangat berharga bagi penulis dalam menjalankan pendidikan ini.
13. Kepada seseorang yang paling special dalam hidup saya Alfiatussa’adah yang telah menemani dan membantu dalam proses penyusunan skripsi ini serta orang yang paling berharga dala hidup saya, terimakasih sudah mau menemani dalam suka maupun duka. Terimakasih juga telah sabar menemani, mendengarkan setiap keluh kesah, dan tetap ada meskipun tidak selalu dalam keadaan mudah. Kehadiranmu membuat perjalanan ini terasa lebih ringan, hingga akhirnya penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Penulis menyadari bahwa skripisi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat kami harapkan demi perbaikan. Amin Yaa Rabbal ’Alamiin.

Sukabumi, Agustus 2025

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aldi Maulana

NIM : 20210110056

Program Studi : Teknik Mesin

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Royalti Non eksklusif (Non-exclusive Royalty- Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“RANCANG BANGUN SISTEM MEKANIK TEROPONG FUNDUS KAMERA *SMARTPHONE* UNTUK MENDETEKSI PENYAKIT KATARAK”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non eksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (data Base), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Sukabumi

Pada Tanggal : Agustus 2025

Yang Menyatakan

Aldi Maulana

DAFTAR ISI

JUDUL SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN PENULIS.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
PENGESAHAN SKRIPSI	iv
MOTTO.....	v
ABSTRACT.....	vii
ABSTRAK.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
2.1 Rumusan Masalah.....	2
3.1 Batasan Masalah	3
4.1 Tujuan Penelitian	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Mata dan Katarak.....	4
2.1.1. Mata.....	4
2.1.2. Katarak	6
2.2. Lensa.....	8
2.2.1. Lensa Cekung	9
2.2.2. Lensa Cembung.....	9

2.3.	Kamera Fundus.....	10
2.3.1.	Kamera Fundus	10
2.3.2.	Cara Kerja Kamera <i>Fundus</i>	13
2.3.3.	Desain Fundus Kamera.....	14
2.4.	Perancangan Dan Desain	16
2.4.1.	Perancangan.....	16
2.4.2.	Desain.....	16
2.4.3.	<i>Metode Design Thinking</i>	16
2.5.	<i>Prototyping</i>	18
2.5.1.	<i>Software Autodesk Inventor</i>	19
2.5.2.	<i>Software Ultimaker Cura</i>	20
2.5.3.	3D Printer	20
BAB III		21
METODOLOGI PENELITIAN		21
3.1.	Diagram Alir Penelitian.....	21
3.2.	Studi Literatur	22
3.3.	<i>Emphatize</i>	22
3.4.	<i>Define</i>	22
3.5.	<i>Ideate</i>	22
3.6.	Perhitungan Optik Teropong Fundus Kamera	23
3.6.1.	Perhitungan Kekuatan Lensa.....	23
3.6.2.	Perhitungan Pembesaran Bayangan	23
3.6.3.	Perhitungan Jarak Lensa Ke Kamera Smartphone	24
3.6.4.	Perhitungan Jarak Lensa Objektif Ke Kamera	24
3.7.	Desain Teropong <i>Fundus</i> Kamera	25
3.7.1.	Proses Pembuatan.....	25
3.7.2.	Proses 3D Modeling	25
3.7.3.	Proses Slicer Menggunakan <i>Software Ultimaker Cura</i>	28
3.7.4.	Proses 3D Printer.....	30
3.8.	Peralatan Dan Bahan.....	30
3.8.1.	Alat	30
3.8.2.	Bahan.....	31
3.9.	<i>Test</i> Teropong Fundus Kamera.....	32
3.9.1.	Portabilitas	32
3.9.2.	Kemudahan Penggunaan	32

3.9.3.	Keterjangkauan	33
3.9.4.	Kualitas Gambar	33
BAB IV		34
HASIL PEMBAHASAN		34
4.1.	Hasil Identifikasi Masalah	34
4.2.	<i>Emphatize</i>	34
4.3.	<i>Define</i>	36
4.4.	<i>Ideate</i>	36
4.4.1.	Konsep Fungsional	37
4.4.2.	Mekanisme Gerak Lensa	37
4.5.	Spesifikasi Dan Prinsip Kerja Komponen Utama Sistem.....	37
4.5.1.	Spesifikasi Lensa.....	38
4.5.2.	Spesifikasi <i>Smartphone</i>	38
4.5.3.	Prinsip Kerja Sistem Optik Teropong Fundus.....	39
4.6.	Perhitungan Optik Teropong Fundus Kamera	39
4.6.1.	Perhitungan Kekuatan Lensa.....	40
4.6.2.	Perhitungan Pembesaran Bayangan	41
4.6.3.	Perhitungan Jarak Bayangan Lensa Ke Kamera.....	42
4.6.4.	Perhitungan Jarak Lensa Objektif Ke Kamera	43
4.7.	Hasil Desain Mekanik Teropong Fundus Kamera.....	44
4.8.	Pembuatan <i>Prototype</i> Menggunakan Mesin 3D Printer	46
4.8.1.	<i>Assembly</i> Teropong <i>Fundus</i> Kamera.....	48
4.8.2.	Persiapan Komponen.....	48
4.8.3.	Perakitan Komponen	48
4.9.	Hasil Pengujian Alat	54
4.9.1.	Petunjuk Penggunaan Teropong.....	54
4.9.2.	Portabilitas	56
4.9.3.	Kemudahan Penggunaan	57
4.9.4.	Keterjangkauan	58
4.9.5.	Kualitas Gambar	60
4.9.6.	Hasil Expert Judgment	62
BAB V		65
PENUTUP		65
5.1.	Kesimpulan	65

5.2. Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	67
DAFTAR LAMPIRAN	70



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Anatomi Mata [8]	4
Gambar 2. 2 Mata Normal dan Mata Dengan Penyakit Katarak.....	6
Gambar 2. 3 Klasifikasi Lensa Fokus.....	8
Gambar 2. 4 Lensa Cekung (Divergen)	9
Gambar 2. 5 Lensa Cembung (Convergen)	10
Gambar 2. 6 <i>Auto Refraktor Keratometer</i>	11
Gambar 2. 7 Fundus <i>Fluorescein Angiography</i>	11
Gambar 2. 8 <i>Optical Coherence Tomography</i> (OCT).....	12
Gambar 2. 9 <i>Slit Lamp</i> [16]	13
Gambar 2. 10 Prinsip kerja Indirek Oftalmoskopi dan Kamera Fundus <i>Smartphone</i> [17]	13
Gambar 2. 11 Tahapan <i>Metode Design Thinking</i> [25]	17
Gambar 2. 12 Langkah Langkah <i>Prototyping</i> [26].....	19
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 3. 2 Desain Mekanik Teropong <i>Fundus</i> Kamera.....	25
Gambar 3. 3 <i>Cover</i> Teropong Fundus	26
Gambar 3. 4 <i>Mechanical Lens Bracket</i>	26
Gambar 3. 5 <i>Lens Focal Distance</i>	27
Gambar 3. 6 <i>Focusing Threaded Rod</i>	27
Gambar 3. 7 Holder <i>Cover</i> Teropng	27
Gambar 3. 8 Komponen <i>Assembly</i> Teropong Fundus Kamera	28
Gambar 3. 9 <i>Assembly</i>	28
Gambar 3. 10 Proses Slicer 3D Printer	29
Gambar 3. 11 Proses Slicer Ultimaker Cura.....	30
Gambar 3. 12 Proses Mencetak Bodi Teropong Fundus Dengan 3D Printer	30
Gambar 3. 13 PLA+ (Polylactic Acid Plus)	32
Gambar 4. 1 Survey dan Wawancara Mengeni Kebutuhan Perancangan Teropong <i>Fundus</i> Kamera <i>Smartphone</i>	35
Gambar 4. 2 Prinsip Kerja Teropong Fundus.....	39
Gambar 4. 3 Desain Teropong Fundus Kamera	44

Gambar 4. 4 Dimensi Teropong Fundus Kamera.....	45
Gambar 4. 5 Komponen-Komponen Teropong <i>Fundus</i> Kamera	45
Gambar 4. 6 <i>Cover</i> Teropong Fundus	46
Gambar 4. 7 Holder Cover Teropong dan <i>Focusing Threaded Rod</i>	47
Gambar 4. 8 <i>Lens Focal Distance</i>	47
Gambar 4. 9 <i>Mechanical Lens Bracket</i>	47
Gambar 4. 10 Komponen-Komponen Teropong <i>Fundus</i> Kamera	48
Gambar 4. 11 <i>Cover</i> Teropong Fundus Kamera	49
Gambar 4. 12 Ulir Cacing dan <i>Hendle</i>	49
Gambar 4. 13 Hasil Penggabungan <i>Cover</i> Teropong dan Ulir Cacing	50
Gambar 4. 14 Hasil Penggabungan Handle dan Poros Ulir Cacing	50
Gambar 4. 15 Proses Pengencangan Baud Pada <i>Cover</i> Teropong	50
Gambar 4. 16 Proses Pengencangan Baud Handel dengan Poros Ulir Cacing	51
Gambar 4. 17 Hasil Penggabungan <i>Mechanical Lens Bracket</i> dan Lensa 2D	51
Gambar 4. 18 Hasil Penggabungan <i>Mechanical Lens Bracket, Lens Focal Distance</i> dan Lensa 2D	52
Gambar 4. 19 Hasil Penggabungan Komponen Pertama dan Kedua	52
Gambar 4. 20 Hasil Penggabungan Tripod dan <i>Bracket Cover</i> Teropong Fundus	53
Gambar 4. 21 Hasil Penggabungan Komponen Pertama, Dan Komponen Ketiga	53
Gambar 4. 22 Hasil Penggabungan <i>Holder Smartphone</i> Dengan <i>Cover</i> Teropong	53
Gambar 4. 23 Hasil Rancang Bangun Teropong Fundus Kamera Isometrik	54
Gambar 4. 24 Petunjuk Penggunaan Teropong	55
Gambar 4. 25 Berat Teropong Fundus Kamera Tanpa Menggunakan Lensa	56
Gambar 4. 26 Ukuran Teropong	57

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Alat Pembuatan Teropong Fundus Kamera	31
Tabel 3. 2 Data Indikator Portabilitas.....	32
Tabel 3. 3 Pertanyaan Kemudahan Penggunaan	33
Tabel 4. 1 Komponen-Komponen Teropong Fundus Kamera	46
Tabel 4. 2 Hasil Wawancara Tenaga Medis Mengenai Kemudahan Penggunaan	57
Tabel 4. 3 Harga Pokok Produksi Yang Dihitung Berdasarkan <i>Metode Full Costing</i> [33].....	60
Tabel 4. 4 Dokumentasi Pengambilan Citra Fundus Menggunakan Teropong Kamera Smartphone	61
Tabel 4. 5 Rekap Penilaian Responden Terhadap Teropong Fundus Kamera	62
Tabel 4. 6 Hasil Penilaian Ahli Berdasarkan Kriteria	64



DAFTAR LAMPIRAN

<i>Lampiran 1.</i> Surat Survei Prodi.....	70
<i>Lampiran 2.</i> Validasi Alat Teropong Fundus Kamera	71
<i>Lampiran 3.</i> Surat Izin Survei Penelitian RSI Sultan Agung Semarang	72
<i>Lampiran 4.</i> Dokumentasi Survei.....	74
<i>Lampiran 5.</i> Dokumentasi Wawancara dan Proses Wawancara	75
<i>Lampiran 6.</i> Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	83
<i>Lampiran 7.</i> Desain Teropong Fundus Kamera	84



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mata merupakan aspek yang sangat penting untuk mendukung produktivitas manusia dalam berinteraksi di lingkungan-nya, apalagi mata sebagai bagian dari panca indera yang membuat manusia semakin percaya diri dalam melaksanakan segala aktivitas. Pada dasarnya kesehatan mata adalah aspek penting bagi kesejahteraan manusia meski demikian, banyak orang mengabaikan perawatan mata karena biaya tes kesehatan yang tinggi, kebutuhan akan perawatan mata menjadi semakin penting karena risiko kebutaan, yang sering kali disebabkan oleh penyakit seperti katarak, glaukoma, dan retinopati diabetik terus meningkat secara global [1].

Katarak adalah kondisi mata yang umum terjadi, menyebabkan penurunan ketajaman penglihatan dan dapat mengakibatkan kebutaan jika tidak diobati dengan tepat, Menurut *World Health Organization (WHO)* ada sekitar 50% penyebab kebutaan yang diakibatkan oleh katarak [2]. Menurut para dokter PERDAMI (Perhimpunan Dokter Spesialis Mata Indonesia) terdapat 1.5% yang mengalami kebutaan dikarenakan katarak, Indonesia merupakan negara yang tertinggi di asia tenggara yang menderita kebutaan [3].

Penggunaan teknologi medis untuk mendiagnosis penyakit katarak dapat menggunakan sinyal hambatan ultrasonik, tomografi koherensi optik, dan biomikroskop ultrasonik untuk skrining katarak [4]. Namun, pemeriksaan tersebut sangat mahal dan sulit terjangkau bagi kalangan menengah. Dengan perkembangan dunia medis sekarang, proses mendiagnosis penyakit katarak dapat menggunakan oftalmoskopi atau kamera fundus yang dilengkapi oleh *smartphone* untuk skrining gambar retina pada mata [5].

Kamera fundus *smartphone* telah memberikan kontribusi signifikan dalam diagnosis dini berbagai penyakit mata, termasuk katarak [6]. Namun, terdapat beberapa kendala dalam proses pengaplikasiannya. Salah satu masalah utama adalah desain alat yang kurang sesuai dengan bentuk anatomi mata pasien, sehingga menyulitkan dokter spesialis mata dalam menggunakan alat tersebut secara efektif. Meskipun telah dilakukan pengembangan kamera fundus berbasis *smartphone*,

masih terdapat tantangan dalam deteksi otomatis penyakit mata [7]. Faktor jarak antara kamera *smartphone* dan lensa yang tidak akurat dapat mengakibatkan kegagalan dalam proses pengambilan gambar retina. Kualitas gambar yang dihasilkan sangat bergantung pada posisi dan stabilitas kamera, yang sering kali sulit dicapai dalam praktik klinis. Oleh karena itu, diperlukan suatu inovasi dalam bentuk alat yang dapat memudahkan dan mengefisiensikan proses pendagnosis dini penyakit katarak. Dengan demikian, mengusulkan judul: **“Rancang Bangun Sistem Mekanik Teropong Fundus Kamera Smartphone Untuk Mendeteksi Penyakit Katarak”**.

Rancang bangun alat teropong fundus kamera ini merupakan terobosan yang dapat digunakan untuk mendiagnosis penyakit katarak yang banyak diderita oleh masyarakat diseluruh dunia, terutama di negara indonesia. Alat ini dirancang agar mudah dibawa dan digunakan di berbagai lokasi, termasuk fasilitas perawatan primer. Alat ini dapat melakukan skrining dengan mudah tanpa harus mengunjungi rumah sakit atau klinik khusus. Alat ini sangat murah dalam proses pembuatannya kan memiliki ketahanan yang sangat lama karena proses pembuatannya menggunakan mesin 3D printer. Penggunaan alat teropong fundus menggunakan kamera *smartphone* yang sudah umum digunakan oleh banyak orang. Penggunaannya hanya perlu mengarahkan kamera *smartphone* ke mata pasien dan mengambil gambar fundus. Dengan adanya rancangan alat teropong fundus kamera ini, dokter dapat mengefisiensikan waktu dan pengaplikasian karena rancangan yang dibuat sudah disesuaikan dengan situasi, kondisi pasien.

2.1 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang terdapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang teropong fundus kamera *smartphone* untuk mendeteksi penyakit katarak yang bisa digunakan dengan mudah?
2. Bagaimana merancang teropong fundus kamera *smartphone* untuk mendeteksi penyakit katarak agar dapat menghasilkan gambar retina yang jelas?
3. Bagaimanan membuat teropong fundus kamera *smartphone* yang murah dalam proses pembuatannya?

3.1 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang terdapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Desain fundus kamera berfokus untuk mendeteksi penyakit katarak.
2. *Prototype* teropong fundus kamera dibuat menggunakan mesin *3D printer*.
3. Jenis lensa yang digunakan ialah lensa 20D.
4. Fokus utama penelitian ini adalah perancangan dan pembuatan sistem mekanik teropong fundus kamera yang dapat digunakan bersama kamera *smartphone*.
5. Uji coba hanya berfokus pada fungsi sistem mekanik teropong tersebut untuk menghasilkan gambar fundus yang bisa dipakai mendeteksi katarak secara visual. Penelitian ini tidak mencakup perbandingan akurasi dengan alat medis profesional.

4.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang terdapat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk membuat rancangan desain teropong fundus kamera *smartphone* yang bisa gunakan dengan mudah.
2. Untuk mengetahui rancangan teropong fundus kamera *smartphone* untuk mendeteksi penyakit katarak agar dapat menghasilkan gambar retina yang jelas.
3. Mengetahui biaya produksi yang dikeluarkan dalam proses pembuatan teropong fundus kamera *smartphone*.

BAB V

PENUTUP

Berdasarkan hasil Rancang Bangun Sistem Mekanik Teropong Fundus Kamera Smartphone untuk Mendeteksi Penyakit Katarak, dapat disimpulkan beberapa hal diantaranya:

1. Teropong fundus kamera *smartphone* memiliki dimensi panjang keseluruhan 20 Cm, dan memiliki lebar $\varnothing$ 47 mm dan memiliki berat tanpa lensa sebesar 296,10 Gram, sehingga teropong tersebut dapat digenggam dengan mudah, teropong fundus kamera dalam hal kemudahan penggunaan memiliki waktu perakitan komponen 1 menit sedangkan pada proses pengambilan gambar membutuhkan waktu 1 menit ketika pasien gampang untuk di arahkan, dan waktu yang dibutuhkan untuk memahami teropong membutuhkan waktu 3-5 menit.
2. Berdasarkan hasil pemotretan gambar mata dari 3 pasien sukarelawan menggunakan teropong fundus kamera *smartphone* dan sudah mendapatkan Judgment dari para dokter dan perawat dari RS Islam Sultan Agung Semarang menunjukkan bahwa alat ini mampu menghasilkan citra retina yang tajam dan akurat untuk mendukung diagnosis katarak. Walaupun ada bagian yang *overexposure* dan *blur*, yang mengindikasikan bahwa teknik penggunaan dan pencahayaan alat masih perlu ditingkatkan untuk memperoleh hasil gambar yang optimal secara konsisten.
3. Biaya pokok produksi pembuatan Teropong Fundus Kamera Smartphone sebesar Rp. 2.644.369,4 per unit, jauh lebih murah dibandingkan alat medis konvensional, sehingga dapat memperluas akses deteksi dini katarak di masyarakat, terutama di daerah terpencil.

5.2. Saran

Untuk hasil yang lebih baik dalam pembuatan teropong fundus kamera smartphone ada beberapa saran untuk pengembangannya diantaranya:

1. Pengujian lebih lanjut pada populasi pasien yang lebih besar dan beragam untuk menguji efektivitas alat terhadap berbagai jenis penyakit mata.
2. untuk menyempurnakan mekanisme pengaturan fokus lensa agar lebih presisi agar user, tidak kesulitan dalam proses menangkap citra optikal disk pada mata pasien.

3. Memeberikan pencahayaan tambahan supaya area mata dapat terlihat jelas.
4. Peningkatan pelatihan dan pembuatan panduan penggunaan terstandarisasi bagi tenaga kesehatan guna memaksimalkan manfaat dari penggunaan alat ini di lapangan.
5. Tambahkan dan desainudukan smartphone yang memposisikan kamera dan flash kamera mengarah ke lensa objektif.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Ismandari, "Infodatin Situasi Gangguan Penglihatan," *Kementrian Kesehat. RI Pus. Data dan Inf.*, p. 11, 2018, [Online]. Available: <https://pusdatin.kemkes.go.id/download.php?file=download/pusdatin/infodatin/infodatin-Gangguan-penglihatan-2018.pdf>
- [2] F. W. H. Assembly, "Elimination of avoidable blindness Report by the Secretariat," no. April 2003, pp. 2003–2006, 2003.
- [3] F. W. Aprilia and D. Kuswanto, "Desain Alat Periksa Mata Fundus Portable Berbasis Rapid Prototyping untuk Mendukung Diagnosa Secara Telemedicine di Indonesia," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 7, no. 1, 2018, doi: 10.12962/j23373520.v7i1.29933.
- [4] Y. Elloumi, "Cataract grading method based on deep convolutional neural networks and stacking ensemble learning Yaroub Elloumi To cite this version : HAL Id : hal-03974553 Cataract Grading Method Based on Deep Convolutional Neural Networks and Stacking Ensemble Learni," 2023.
- [5] F. Oktavia, D. Andreswari, and B. Susilo, "Segmentasi Citra Diaretdb1 Pada Area Hemorrhages Diabetic Retinopathy Menggunakan Metode Region Growing," *Rekursif J. Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–11, 2022, doi: 10.33369/rekursif.v10i1.20669.
- [6] R. Raenida and Z. Zukhri, "Sistem Pakar Diagnosis Dini Penyakit Katarak Menggunakan Metode Rule Based Reasoning," *Semin. Nas. Inform. Medis 2019*, vol. 4, pp. 52–58, 2019.
- [7] C. Umam Wiranda, "Pengembangan Aplikasi Mobile Android untuk Deteksi Otomatis Mata Katarak Menggunakan CNN dan Tensorflow," *J. Kendali Tek. dan Sains*, vol. 2, no. 3, pp. 128–140, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.59581/jkts-widyakarya.v2i3.3722>
- [8] A. Nugroho, "Terdiri dari Banyak Bagian, Ini 13 Anggota Anatomi Mata Manusia," *Grid Kids*. Accessed: Aug. 25, 2024. [Online]. Available: <https://kids.grid.id/read/474034039/terdiri-dari-banyak-bagian-ini-13-anggota-anatomi-mata-manusia?page=all>
- [9] M. Safaat, A. Sahari, and D. Lusiyanti, "Implementasi Metode K-Nearest Neighbor Untuk Mengklasifikasi Jenis Penyakit Katarak," *J. Ilm. Mat. Dan Terap.*, vol. 17, no. 1, pp. 92–99, 2020, doi: 10.22487/2540766x.2020.v17.i1.15184.
- [10] G. A. Hodge, "Lensa dan Katarak," *עלון הנטע*, vol. 66, no. April, 2018.
- [11] A. A. Nurhaniefah, G. T. Putri, U. Lampung, B. Biokimia, F. Kedokteran, and U. Lampung, "Tinjauan Pustaka : Diagnosis Dan Tatalaksana Katarak Kongenital Literature Review : Diagnosis And Management of Congenital Cataract," vol. 14, 2024.
- [12] I. A. A. M. Dewi, "Asuhan Keperawatan Ansietas pada Anak dengan

- Katarak Pra Fakoemulsifikasi di Ruang Rawat Inap RS Mata Bali Mandara Tahun 2022,” *Poltekkes Kemenkes Denpasar Jur. Keperawatan Prodi Profesi Ners*, vol. 1, no. 3, pp. 10–38, 2022, [Online]. Available: [http://repository.poltekkes-denpasar.ac.id/id/eprint/8910%0Ahttp://repository.poltekkes-denpasar.ac.id/8910/3/BAB 2 Tinjauan Pustaka.pdf](http://repository.poltekkes-denpasar.ac.id/id/eprint/8910%0Ahttp://repository.poltekkes-denpasar.ac.id/8910/3/BAB%20Tinjauan%20Pustaka.pdf)
- [13] L. K. FITRIYAH, “PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT UKUR DIOPTRI KACAMATA DENGAN MENGGUNAKAN METODE DUA LENSEA BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51,” vol. 49, pp. 69–73, 2008, [Online]. Available: [https://www.bertelsmannstiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/MT_Globalization_Report_2018.pdf%0Ahttp://eprints.lse.ac.uk/43447/1/India_globalisation_society_and_inequalities\(lsero\).pdf%0Ahttps://www.quora.com/What-is-the](https://www.bertelsmannstiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/MT_Globalization_Report_2018.pdf%0Ahttp://eprints.lse.ac.uk/43447/1/India_globalisation_society_and_inequalities(lsero).pdf%0Ahttps://www.quora.com/What-is-the)
- [14] M. Muhammad *et al.*, “Sosialisasi Pengenalan Penggunaan Alat Optik Pada Peralatan Diagnostik Mata Di Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Zainoel Abidin Banda Aceh,” *JAMAS J. Abdi Masy.*, vol. 1, no. 2, 2023, doi: 10.62085/jms.v1i2.28.
- [15] Dr.Iwan Sovani SpM, “angiografi_fluoresin.pdf,” 1998.
- [16] I. Fungani, “Koleksi Unggulan Museum Dr.Yap Prawirohusodo : Slit Lamp Super IA,” DINAS KEBUDAYAAN (KUNDHA KABUDAYAN) DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA. Accessed: Aug. 25, 2024. [Online]. Available: <https://budaya.jogjapro.go.id/berita/detail/1521-koleksi-unggulan-museum-dr-yap-prawirohusodo-slit-lamp-super-ia>
- [17] U. Iqbal, “Smartphone fundus photography: a narrative review,” *Int. J. Retin. Vit.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–12, 2021, doi: 10.1186/s40942-021-00313-9.
- [18] Y. K. Gan and A. Samsudin, “Verification of 3D-printed universal smartphone retinal imaging adapter against conventional fundus camera imaging for diabetic retinopathy screening,” *Malaysian J. Ophthalmol.*, vol. 2, no. 3, pp. 190–202, 2020, doi: 10.35119/myjo.v2i3.124.
- [19] B. Raju, N. S. D. Raju, J. Akkara, and A. Pathengay, “Do it yourself smartphone fundus camera - DIYretCAM,” *Indian J. Ophthalmol.*, vol. 64, no. 9, pp. 663–667, 2016, doi: 10.4103/0301-4738.194325.
- [20] A. Russo, F. Morescalchi, C. Costagliola, L. Delcassi, and F. Semeraro, “A Novel Device to Exploit the Smartphone Camera for Fundus Photography,” *J. Ophthalmol.*, vol. 2015, pp. 1–5, 2015, doi: 10.1155/2015/823139.
- [21] A. Sharma, S. D. Subramaniam, K. I. Ramachandran, C. Lakshmikanthan, S. Krishna, and S. K. Sundaramoorthy, “Smartphone-based fundus camera device (MII Ret Cam) and technique with ability to image peripheral retina,” *Eur. J. Ophthalmol.*, vol. 26, no. 2, pp. 142–144, 2015, doi: 10.5301/ejo.5000663.
- [22] Hanadhito Riswanto, “Perancangan Prosedur Pengeluaran Kas Pada Mini

- Market Syar'e Mart," *Peranc. Sist. Inf. Terpadu Pemerintah Drh. Kabupaten Paser*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019, [Online]. Available: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://dspace.u ii.ac.id/bitstream/handle/123456789/10087/04.2%2520BAB%25202.pdf%3 Fsequence%3D5%26isAllowed%3Dy&ved=2ahUKEwjehMmkypv4AhXk 1TgGH a_XB0YQFnoECAUQAQ&usg=AOvVaw1Iu90bd51U2wDzhgnh R08w
- [23] R. S. Tiara Dewi, Muhammad Amir Masruhim, "Landasan Teori Desain," *Lab. Penelit. dan Pengemb. FARMAKA Trop. Fak. Farm. Univ. Muallawarman, Samarinda, Kalimantan Timur*, no. April, pp. 5–24, 2013.
- [24] S. J. Tjandra and E. C. Yuwono, "Perbandingan teori dan praktik perancangan desain grafis pada proyek internship di studio grafis," *J. DKV Adiwarna*, vol. 1, no. 0, p. 11, 2022, [Online]. Available: <https://publication.petra.ac.id/index.php/dkv/article/view/12276>
- [25] Restyasari. N., "Redesain Dan Analisis Ui/Ux Aplikasi Smart Home Universitas Pendidikan Indonesia (Sh-Upi) Dengan Menggunakan Metode Design Thinking Pada Perangkat Android," *Univ. Pendidik. Indones.*, pp. 23–36, 2023.
- [26] D. Purnomo, "Model Prototyping Pada Pengembangan Sistem Informasi," vol. 2, no. 2, pp. 54–61, 2017.
- [27] M. Rivki, A. M. Bachtiar, T. Informatika, F. Teknik, and U. K. Indonesia, *Merancang Komponen Roket 3D Dengan Autodesk Inventor 2017*, no. 112.
- [28] P. Study and C. Program, "Study Completion Program," no. 20180100017, 2020.
- [29] D. Wicaksono and F. Setiawan, "Penerapan Metode Manufaktur Terbaru Pada Body Drone Uav Skywalker," *Tek. STTKD J. Tek. Elektron. Engine*, vol. 9, no. 1, pp. 201–208, 2023, doi: 10.56521/teknika.v9i2.964.
- [30] D. Mardiyana, Z. Sulaiman, S. Ihsan, F. Ridha, and T. Rahman, "Rancang Bangun 3D Printer FDM Model Cartesian Berbasis Arduino," *JMPM (Jurnal Mater. dan Proses Manufaktur)*, vol. 7, no. 1, pp. 63–72, 2023, doi: 10.18196/jmpm.v7i1.16866.
- [31] R. A. Wicaksono, E. Kurniawan, M. K. Syafrianto, R. F. Suratman, and M. R. Sofyandi, "Rancang Bangun dan Simulasi 3D Printer Model Cartesian Berbasis Fused Deposition Modelling," *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 5, no. 2, p. 53, 2021, doi: 10.30588/jeemm.v5i2.895.
- [32] I. F. Ginocchio, *Clinical Optics*, vol. 13, no. Ii. 2006., vol. 13, no. Ii. 2006.
- [33] P. R. A. Harefa, S. Zebua, and A. Bawamenewi, "Analisis Biaya Produksi Dengan Menggunakan Metode Full Costing Dalam Perhitungan Harga Pokok Produksi," *J. Akuntansi, Manaj. dan Ekon.*, vol. 1, no. 2, pp. 218–223, 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/10.56248/jamane.v1i2.36>