



TUGAS AKHIR - DP 141530

**DESAIN ALAT PERIKSA MATA FUNDUS *PORTABLE*
BERBASIS *RAPID PROTOTYPING* UNTUK
MENDUKUNG DIAGNOSA SECARA *TELEMEDICINE*
DI INDONESIA**

**FAUZZIYAH WAHYU APRILIA
3413100124**

Dosen Pembimbing
Djoko Kuswanto, ST, MBiotech

Departemen Desain Produk
Fakultas Arsitektur, Desain dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2018



TUGAS AKHIR – DP 141530



**DESAIN ALAT PERIKSA MATA FUNDUS *PORTABLE* BERBASIS
RAPID PROTOTYPING UNTUK MENDUKUNG DIAGNOSA SECARA
TELEMEDICINE DI INDONESIA**

Mahasiswa :

Fauzziyah Wahyu Aprilia

NRP: 3413100124

Dosen Pembimbing :

Djoko Kuswanto ST, Mbiotech

NIP. 19700912 199702 1 002

**DEPARTEMEN DESAIN PRODUK INDUSTRI
FAKULTAS ARSITEKTUR, DESAIN DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



FINAL PROJECT – DP 141530



**DESIGN OF PORTABLE FUNDUS EYE BASED EXAMINATION BY
RAPID PROTOTYPING TO SUPPORT TELEMEDICINE DIAGNOSTICS
IN INDONESIA**

Student :

Fauzziyah Wahyu Aprilia

NRP: 3413100124

Conselor Lecture :

Djoko Kuswanto ST, Mbiotech

NIP. 19700912 199702 1 002

**DEPARTMENT OF INDUSTRIAL PRODUCT DESIGN
FACULTY OF ARCHITECTURE, DESIGN AND PLANNING
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

**DESAIN ALAT PERIKSA MATA FUNDUS *PORTABLE* BERBASIS *RAPID*
PROTOTYPING UNTUK MENDUKUNG DIAGNOSA SECARA *TELEMEDICINE* DI
INDONESIA**

TUGAS AKHIR (DP 141530)

Diajukan untuk Memenuhi Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Program Studi S-1 Departemen Desain Produk Industri

Fakultas Arsitektur Desain dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Fauzziyah Wahyu Aprilia

NRP. 3413100124

Surabaya, 31. Januari 2018

Periode Wisuda 117 (Maret 2018)

Mengetahui,

Kepala Departemen Desain Produk Industri



Ellya Zulaikha, S.T., M.Sn., Ph.D.

NIP. 197510 14200312 2001

Disetujui,

Dosen Pembimbing



Djoko Kuswanto, S.T., M.Biotech

NIP. 19700912 199702 1 002

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertandatangan di bawah ini Mahasiswa Departemen Desain Produk.
Fakultas Arsitektur, Desain dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh
Nopember Surabaya.

Nama : Fauzziyah Wahyu Aprilia

NRP : 3413100124

Dengan ini menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang saya buat
dengan judul **DESAIN ALAT PERIKSA MATA FUNDUS *PORTABLE***
BERBASIS *RAPID PROTOTYPING* UNTUK MENDUKUNG DIAGNOSA
SECARA *TELEMEDICINE* DI INDONESIA adalah :

1. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi dicantumkan sebagai kutipan/referensi dengan cara yang semestinya.
2. Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan data-data hasil pelaksanaan tugas akhir dalam proyek tersebut.

Demikian pernyataan ini saya buat dan jika terbukti tidak memenuhi apa yang telah dinyatakan di atas, maka saya bersedia laporan tugas akhir ini dibatalkan.

Surabaya, Januari 2018

Yang membuat pernyataan



Fauzziyah Wahyu Aprilia

3413100124

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik. Salawat serta salam kepada junjungan kami bagina Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wassalam. Penulisan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Desain Alat Periksa Mata Fundus *Portable* Berbasis *Rapid Prototyping* untuk Mendukung Diagnosa Secara *Telemedicine* di Indonesia”** ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Desain Produk Industri, Fakultas Arsitektur, Desain dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun agar menjadi lebih baik di masa mendatang. Penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak.

Surabaya, Januari 2018

Fauzziyah Wahyu Aprilia

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

UCAPAN TERIMA KASIH

Tugas Akhir ini tidak mungkin dapat diselesaikan oleh penulis tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak selama perancangan Tugas Akhir ini berlangsung. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua yang sangat saya cintai, Mama Ibu Nuning dan Papa Hernowo yang selalu sabar dan senantiasa mendukung, serta tiada hentinya mendoakan. Juga kepada Yangkong yang juga selalu mendukung dan tiada henti nya mendoakan. Dan juga kepada adik-adik saya

2. Ketua Jurusan Desain Produk Industri, Ibu Ellya Zulaikha, ST, M.Sn

3. Dosen Pembimbing, Bapak Djoko Kuswanto, ST, M.Biotech yang telah dengan sabar mendukung, memotivasi, dan membimbing serta memberikan ilmu yang sangat bermanfaat

4. Para Dosen Penguji, Bapak Taufik Hidayat MT, Bapak Arie Dwi Krisbianto ST., MDs., dan Bapak Dr. Tri Herdianto SPTHTKL atas segala kritik, saran dan masukan yang membangun selama perancangan, serta memberikan ilmu yang bermanfaat bagi perancangan

5. Semua dosen Desain Produk Industri ITSs yang telah banyak sekali memberikan ilmu baru yang bermanfaat

6. Dokter Muhammad Firmansyah Sp.M (K), selaku Dokter Spesialis Mata yang telah memberikan rekomendasi judul berupa alat periksa mata fundus berbasis *rapid prototyping* yang dioperasikan dengan *smartphone*

7. Para Dokter spesialis mata yang telah bersedia untuk melakukan *interview*, sharing ilmu mengenai oftalmologi, peminjaman lensa *aspheric*, dan *usability test*, yaitu Dr. Dwi Ahmad Yani, Sp.M, Prof. Dr. Diany Yogiantoro SpM (K) di RS

Siloam Surabaya, Dr. Empi Sp.M di RSAL Dr. Ramelan Surabaya, dan Dr. Asti Sp.M di RSUD Dr. Soetomo Surabaya

8. Namandco.3D, HUCED ITS, dan Beiergo atas segala bantuan dan jasa dalam pembuatan dan proses produksi prototype 3D *print*

9. Semua teman-teman Ruang TA #117 yang senantiasa mendukung, membantu, memotivasi dan menghibur, Christin, Lia, Dhana, mba Dinna, mba Faiqoh, mba Anda, Vero, Caca, mba Ninik, Annas, mas Pranaz, mas Bill, Agung, mas Mo, mas Ristan, Ichsan, Saka, Hafidz, Agusta, Mas Fany, mas Naufal, mas Fathur, mas Josafat, mas Jeje

10. Dila, Achie, Fitra, Nadia, mas Maulana, Andre, mas Arga, yang telah membantu dan memotivasi dalam penyelesaian Tugas Akhir, dan berkenan untuk direpoti

Penulis ucapkan terimakasih sekali lagi untuk semua pihak yang telah membantu, mendukung, memotivasi dan mendoakan hingga Tugas Akhir ini selesai. Semoga segala kebaikan dan keikhlasan dibalas dengan kebaikan pula yang berlipat oleh Allah Subhanahu Wa Ta'ala, serta dimudahkan segala urusannya. Aamiin.

**DESAIN ALAT PERIKSA MATA FUNDUS *PORTABLE* BERBASIS
RAPID PROTOTYPING UNTUK MENDUKUNG DIAGNOSA SECARA
TELEMEDICINE DI INDONESIA**

Nama Mahasiswa : Fauzziyah Wahyu Aprilia
NRP : 3413100124
Departemen : Desain Produk Industri
Fakultas : Arsitektur, Desain dan Perencanaan
Dosen Pembimbing : Djoko Kuswanto, ST., M.Biotech

ABSTRAKSI

Mata merupakan salah satu anggota tubuh yang paling penting sebagai penglihatan manusia. Karena tanpa indera penglihatan, kebebasan, kepercayaan diri, dan produktivitas manusia akan terganggu. Menurut data Perdami dan Kemenkes, terdapat 3 juta orang menderita kebutaan (1,5 % dari populasi), dimana setiap tahun terdapat 210.000 orang mengalami kebutaan di Indonesia. Dimana Indonesia merupakan negara dengan angka kebutaan tertinggi di Asia Timur, dan penderita katarak 15 tahun lebih cepat dibanding negara berkembang lainnya. Maka dari itu diperlukan adanya pencegahan dini dan pengobatan terhadap penyakit mata dengan melakukan pemeriksaan mata. Salah satunya dengan menggunakan oftalmoskopi atau funduskopi, khususnya funduskopi indirek dengan medan periksa yang lebih luas. Namun Alat tersebut tidak dapat dibawa maupun dipindah dengan mudah, mengingat ukurannya yang cukup besar dan berat. Selain itu, harga jual produk mencapai puluhan hingga ratusan juta rupiah per unit nya. Peralatan kesehatan mata yang ada di Indonesia saat ini merupakan produk impor, dimana selain membutuhkan biaya tambahan, pendistribusian produk pun cukup beresiko. Adapun tujuan dari perancangan ini adalah menghasilkan alat periksa mata fundus (funduskopi) *portable* dengan harga yang lebih terjangkau, mudah dalam pendistribusian produk, serta aman dan nyaman dalam mengoperasionalkannya. Funduskopi akan terkoneksi langsung dengan *smartphone* sehingga pelayanan dapat dilakukan secara *Telemedicine*. Teknologi *3D printing* dipilih sebagai metode yang paling tepat dalam produksi produk karena dapat memangkas biaya menjadi jauh lebih terjangkau, dapat diproduksi di Indonesia sehingga meminimalisir biaya impor, perawatan dan operasional mesin yang mudah, serta sudah banyak diterapkan sebagai alternatif produksi alat kesehatan dan medis.

Kata Kunci : Funduskopi, Telemedicine, dan 3D Printing

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DESIGN OF PORTABLE FUNDUS EYE BASED EXAMINATION BY RAPID PROTOTYPING TO SUPPORT TELEMEDICINE DIAGNOSTICS IN INDONESIA

Name : Fauzziyah Wahyu Aprilia
NRP : 3413100124
Department : Desain Produk Industri
Faculty : Arsitektur, Desain dan Perencanaan
Conselor Lecture : Djoko Kuswanto, ST., M.Biotech

ABSTRACT

Eye is one of the most important members of the body as a human vision. Because without the senses of vision, freedom, confidence, and human productivity will be disrupted. According to Perdami and Kemenkes data, there are 3 million people suffering from blindness (1.5% of the population), where every year there are 210,000 people suffering from blindness in Indonesia. Where Indonesia is the country with the highest rates of blindness in East Asia, and cataract patients 15 years faster than other developing countries. Therefore it is necessary for early prevention and treatment of eye disease by doing eye examination. One of them is by using ophthalmoscopy or funduscopy, especially indirect funduscopy with a wider checking field. But the tool can not be brought or moved easily, because of the size is large and heavy. In addition, the selling price of the product reaches tens to hundreds of millions of rupiah per unit. The existing eye health equipment in Indonesia is currently an imported product, which in addition to additional costs, the distribution of products is quite risky too. The purpose of this design is to produce a fundus eye examiner (funduscopy) portable with a more affordable price, easy in the distribution of products, as well as safe and comfortable to operationalize it. Funduscopy will connect directly with smartphone so that service can be done by Telemedicine. 3D printing technology is chosen as the most appropriate method in production because it can cut costs more affordable, can be produced in Indonesia as well to minimize the import cost, maintenance and easy operation of machinery, and has been widely applied as an alternative production of biomedical and medical equipment.

Keywords : Funduscopy, Telemedicine, and 3D Printing

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

SAMPUL TUGAS AKHIR.....	i
SAMPUL FINAL PROJECT.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	ix
UCAPAN TERIMAKASIH.....	xi
ABSTRAKSI	xiii
ABSTRACT.....	xv
DAFTAR ISI.....	xvii
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL.....	xxv
BAB 1	1
1. 1 Latar Belakang	1
1. 1. 1 Ganguan Penglihatan	1
1. 1. 2 Pemeriksaan Mata	3
1. 2 Permasalahan	6
1. 3 Batasan masalah.....	7
1. 4 Tujuan	7
1. 5 Manfaat	8
BAB 2	11
2. 1 Anatomi Mata Manusia.....	11
2. 1. 1 Bagian Luar Mata.....	11
2. 1. 2 Bagian Dalam Mata	11
2. 2 Oftalmoskopi.....	13
2. 2. 1 Oftalmoskopi Indirek <i>Portable</i>	14
2. 3 Produk Setara Yang Sudah Ada Di Lapangan	16
2. 3. 1 Cara Kerja Produk.....	19
2. 3. 2 Lensa yang digunakan.....	20
2. 3. 3. Hasil Diagnosa	23
2. 4 Produk Eksisting	25
2. 5 Teknologi 3D <i>printing</i>	28

2. 6 Tinjauan Material 3D <i>print</i>	29
2. 7 Spesifikasi <i>Smartphone</i>	33
2. 7. 1 Ukuran <i>Smartphone</i>	33
2. 7. 2 <i>User Manual Smartphone</i>	34
2. 7. 3 Perbandingan Posisi Kamera dan <i>Flash</i> pada <i>Smartphone</i>	35
2. 8 <i>Telemedicine</i>	36
2. 8. 1 Aplikasi dan Pelayanan <i>Telemedicine</i>	37
BAB 3	39
3. 1 Skema Penelitian.....	39
3. 2 Metode Pengumpulan Data.....	40
3. 2. 1 Literatur.....	40
3. 2. 2 Observasi.....	40
3. 2. 3. <i>Interview</i>	42
3. 2. 4. <i>Shadowing</i>	43
3. 2. 5 <i>Usability Test</i> dan <i>Review Ahli</i>	45
3. 3 <i>Affinity Diagram</i>	45
BAB 4	47
4. 1 Analis Pengguna	47
4. 1. 1 <i>Quadran Persona</i>	47
4. 1. 2 <i>Calon Pengguna</i>	47
4. 2 Analisis Pasar.....	50
4. 2. 1 Analisis <i>Benchmarking</i>	50
4. 2. 2 Analisis <i>Positioning</i>	52
4. 3 <i>Affinity Diagram</i>	52
4. 4 Studi Aktivitas	54
4. 5 Analisis Pemilihan Fitur pada Produk	57
4. 6 Studi Acuan Produk	59
4. 7 Studi dan Analisis Produk <i>Open Source</i>	62
4. 7. 1 Studi <i>Part</i> Komponen Produk <i>Open Source</i>	62
4. 7. 2 Studi <i>Assembly</i> Produk <i>Open Source</i>	64
4. 7. 3 Studi Pengukuran Dimensi Produk	67
4. 8 Studi Kebiasaan Pengguna.....	68
4. 9 Studi Fiksasi Jarak Lensa ke Mata.....	69
4. 9. 1 Operasional	69

4. 8. 2 Fiksasi jarak pada lensa mata.....	70
4. 10 Analisis posisi <i>Arm</i>	71
4. 11 Genggaman Tangan Terhadap <i>Smartphone</i>	72
4. 12 Studi Analisis <i>Smartphone</i>	74
4. 12. 1 Dimensi <i>Smartphone</i>	74
4. 12. 2 Tombol Eksternal pada <i>Smartphone</i>	75
4. 13. Analisis Bentuk <i>Adjuster</i> Terhadap Kamera <i>Smartphone</i>	75
BAB 5	78
5. 1 Konsep Desain	78
5. 1. 1 <i>Portable</i>	78
5. 1. 2 Universal	78
5. 1. 3 <i>Easy to Use</i>	78
5. 1. 4 <i>Space Saving</i>	78
5. 1. 5 <i>Less Joining</i>	78
5. 2. Pengembangan Alternatif Desain.....	79
5. 2. 1 <i>Thumbnail Sktech</i>	79
5. 2. 2 Alternatif Desain 1	79
5. 2. 3 Alternatif Desain 2	80
5. 2. 4 Alternatif Desain 3	81
5. 2. 5 Alternatif Desain 4.....	82
5. 3 Analisia <i>Trial</i> dan <i>Error</i> Alternatif Desain.....	83
5. 4 Analisa Konfigurasi Alternatif Desain.....	87
5. 5 Analisia Simulasi Digital	92
5. 6 Pengembangan Alternatif Desain Terpilih.....	92
5. 6. 1 Pengembangan Desain 1	93
5. 6. 2 Pengembangan Desain 2	93
5. 6. 3 Pengembangan Desain 3	94
5. 6. 4 Alternatif Warna	95
5. 7. <i>Usability Testing</i>	95
5. 8 Desain Final	96
5. 8. 1 Varian 1.....	97
5. 8. 2 Varian 2.....	98
5. 8. 3 Varian 3.....	99
5. 9 Konsep <i>Branding</i>	101

5. 9. 1 Nama dan Logo Produk	101
5. 9. 2 Kemasan Produk	102
5. 9. 3 <i>Manual Instruction</i>	102
BAB 6	106
6. 1 Kesimpulan	106
6. 2 Saran	107
DAFTAR PUSTAKA	110
LAMPIRAN.....	114
BIODATA PENULIS	128

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Distribusi Penyebab Kebutaan Estimasi Global Tahun 2010	1
Gambar 1. 2 Distribusi Penyebab Kebutaan Estimasi Global Tahun 2010	2
Gambar 1. 3 Kondisi status kesehatan mata di Indonesia, gambar bagan presentasi kebutaan di negara South East Asia di Indonesia	3
Gambar 1. 4 Anatomi mata	3
Gambar 1. 5 Beberapa macam oftalmoskopi indirek.....	4
Gambar 1. 6 3D <i>printed</i> kamera fundus.....	4
Gambar 1. 7 3D <i>printed</i> kamera fundus.....	5
Gambar 1. 8 <i>Smartphone</i> yang digunakan	6
Gambar 1. 9 Sistem penjepit pada <i>smartphone</i>	7
Gambar 2. 1. Bagian luar mata.....	11
Gambar 2. 2 Anatomi Mata.....	12
Gambar 2 . 3 Oftalmoskopi atau fundusjopi indirek.....	13
Gambar 2. 4 <i>iExaminer</i>	15
Gambar 2. 5 Retinal camera fundus	15
Gambar 2. 6 Nidek Portable.....	16
Gambar 2. 7 oDocs Fundus	16
Gambar 2. 8 oDocs VisoScope	17
Gambar 2. 9 3D <i>Printed Smartphone Indirect Lens Adapter</i>	18
Gambar 2. 10 <i>Ray tracing</i> dari optik lensa <i>adapter</i>	19
Gambar 2. 11 Aplikasi Filmic proo yang dapat mengontrol intensitas sinar, eksposur, dan fokus ketika merekam	20
Gambar 2. 12 Lensa <i>Aspheric</i> 30D	21
Gambar 2. 13 Lensa <i>Aspheric</i> 20D	21
Gambar 2. 14 Lensa <i>Aspheric</i> 28D	22
Gambar 2. 15 Lensa <i>Aspheric</i> 15D	22
Gambar 2. 16 Normal Retina	23
Gambar 2. 17 <i>Branch retinal vein occlusion</i>	24
Gambar 2. 18 <i>Diabetic macular edema</i>	24

Gambar 2. 19 <i>RPE hypertrophy</i>	24
Gambar 2. 20 <i>Superior horseshoe retinal tear after laser retinopexy</i>	24
Gambar 2. 21 <i>Acute papillitis in a patient with ocular syphilis</i>	25
Gambar 2. 22 <i>Smart Ophthalmology Tips Funduscopy Adapter</i>	25
Gambar 2. 23 <i>Fundus Photographs with 3D printers and smartphones</i>	26
Gambar 2. 24 <i>Smartphone Fundus Camera</i>	27
Gambar 2. 25 <i>Mesin 3D print</i>	28
Gambar 2. 26 <i>Diagram proses prototyping</i>	29
Gambar 2. 27 <i>Perbandingan material</i>	30
Gambar 2. 28 <i>PLA</i>	30
Gambar 2. 29 <i>ABS</i>	31
Gambar 2. 30 <i>PET</i>	31
Gambar 2. 31 <i>Nylon</i>	31
Gambar 2. 32 <i>TPU</i>	32
Gambar 2. 33 <i>PC</i>	32
Gambar 2. 34 <i>Perbandingan Smartphone, Phablets, dan Tablets</i>	33
Gambar 2. 35 <i>Penggunaan smartphone</i> dibedakan berdasarkan ukuran layar nya	33
Gambar 2. 36 <i>Pertumbuhan Smartphone</i>	34
Gambar 2. 37 <i>User Manual Smartphone</i>	35
Gambar 2. 38 <i>Perbandingan Posisi Kamera dan Flash pada Smartphone</i>	36
Gambar 2. 39 <i>Mobile teleradiology</i> sedang digunakan untuk berkomunikasi dengan <i>radiologist</i> yang berada di pusat kota	37
 Gambar 3. 1 <i>Skema Penelitian</i>	 39
Gambar 3. 2 <i>Dalam ruangan poli mata RSAL Dr. Ramelan</i>	40
Gambar 3. 3 <i>Depan ruangan poli mata RSAL Dr. Ramelan</i>	41
Gambar 3. 4 <i>Dalam ruangan poli mata RSAL Dr. Ramelan</i>	41
Gambar 3. 5 <i>Depan ruangan poli mata RS Siloam</i>	42
Gambar 3. 6 <i>Dalam ruangan poli mata RS Siloam</i>	42
Gambar 3. 7 <i>Interview dokter spesialis mata RSAL Dr. Ramelan Surabaya</i>	43
Gambar 3. 8 <i>Shadowing 1 RS Siloam Surabaya</i>	44
Gambar 3. 9 <i>Shadowing 2 RS Siloam Surabaya</i>	44

Gambar 3. 10 <i>Shadowing</i> 3 RS Siloam Surabaya	44
Gambar 3. 11 <i>Shadowing</i> 4 RS Siloam Surabaya	44
Gambar 4. 1 Quadran Persona	47
Gambar 4. 2 <i>Positioning</i> produk	52
Gambar 4. 3 <i>Affinity Diagram</i>	53
Gambar 4. 4 Bagian <i>arm</i> dapat dilipat	58
Gambar 4. 5 <i>oDocs VisoScope</i>	59
Gambar 4. 6 <i>oDocs Eye</i>	60
Gambar 4. 7 Tongkat Narsis Bluetooth Kabel	60
Gambar 4. 8 3D <i>Printed Ophthalmoscope</i> oleh Drs. Taufik Hidayat, MT	61
Gambar 4. 9 <i>Part-part</i> produk <i>open source</i>	63
Gambar 4. 10 <i>Part</i> 1.....	63
Gambar 4. 11 <i>Part</i> 2.....	63
Gambar 4. 12 <i>Part</i> 3.....	64
Gambar 4. 13 <i>Part</i> 4.....	64
Gambar 4. 14 Langkah 1	64
Gambar 4. 15 Langkah 2	65
Gambar 4. 16 Langkah 3.....	65
Gambar 4. 17 Langkah 4, clip sisi kanan	65
Gambar 4. 18 Langkah 4, sisi kiri	65
Gambar 4. 19 Langkah 5	66
Gambar 4. 20 Langkah 6	66
Gambar 4. 21 Pengukuran Dimensi Produk <i>Open Source</i>	67
Gambar 4. 22 Kebiasaan Pengguna 1	67
Gambar 4. 23 Kebiasaan Pengguna 2	68
Gambar 4. 24 Operasional funduskopi indirek	68
Gambar 4. 25 Operasional 3d <i>printed</i> funduskopi indirek.....	68
Gambar 4. 26 Fiksasi mata ke lensa.....	69
Gambar 4. 27 Tampak Depan Genggaman Tangan Kanan.....	71
Gambar 4. 28 Tampak atas genggaman tangan	72
Gambar 4. 29 Tampak Depan Genggaman Tangan Kiri.....	72

Gambar 4. 30 Posisi jempol dan kontur telapak tangan ketika menekan <i>capture</i>	72
Gambar 4. 31 Komparasi ketiga ukuran <i>smartphone</i> terpilih.....	73
Gambar 4. 33 Tombol Eksternal pada <i>smartphone</i>	74
Gambar 4. 34 Pengelompokkan posisi kamera dengan <i>flash</i>	75
Gambar 4. 35 Bentuk <i>adjuster</i>	75
Gambar 5. 1 <i>Thumbnail Sketch</i>	78
Gambar 5. 2 3D Digital Model Alternatif Desain 1.....	78
Gambar 5. 3 Studi Model Alternatif Desain 1	79
Gambar 5. 4 3D Digital Model Alternatif Desain 2.....	79
Gambar 5. 5 Studi Model Alternatif Desain 2	79
Gambar 5. 6 3D Digital Model Alternatif Desain 3.....	80
Gambar 5. 7 Studi Model Alternatif Desain 3	80
Gambar 5. 8 3D Digital Model Alternatif Desain 4.....	81
Gambar 5. 9 Pengembangan Desain 1	92
Gambar 5. 10 Pengembangan Desain 2	92
Gambar 5. 11 Pengembangan Desain 3	93
Gambar 5. 12 Alternatif warna.....	94
Gambar 5. 13 <i>Usability Testing</i> 1	94
Gambar 5. 14 <i>Usability Testing</i> 2	95
Gambar 5. 15 Varian 1	96
Gambar 5. 16 Varian 2.....	98
Gambar 5. 17 Varian 3.....	99
Gambar 5. 18 Nama produk.....	100
Gambar 5. 19 Proses desain logo	100
Gambar 5. 20 Nama dan logo produk	101
Gambar 5. 21 Sketsa kemasan produk	101
Gambar 5. 22 Manual <i>Instruction</i>	102

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ragam produk Oftalmoskopi Indirek	15
Tabel 2. 2 Produk Setara Yang Sudah Ada Di Lapangan	16
Tabel 2. 3 Lensa yang digunakan.....	21
Tabel 2. 4 Hasil diagnosa	23
Tabel 2. 5 Produk Eksisting	25
Tabel 2. 6 Tinjauan Material	30
Tabel 3. 1 Observasi.....	40
Tabel 3. 2 Interview	43
Tabel 3. 3 <i>Shadowing</i>	44
Tabel 4. 1 Demografi Dokter (Pria)	47
Tabel 4. 2 <i>Lifestyle</i> AIO Dokter (Pria).....	48
Tabel 4. 3 Demografi Dokter (Wanita)	49
Tabel 4. 4 <i>Lifestyle</i> AIO Dokter (Wanita).....	49
Tabel 4. 5 <i>Benchmarking</i>	50
Tabel 4. 6 <i>Shadowing</i> 1	55
Tabel 4. 7 <i>Shadowing</i> 2.....	56
Tabel 4. 8 <i>Highlight</i> Aktivitas dan Potensi Desain	56
Tabel 4. 9 Analisa Pemilihan Fitur pada Produk	57
Tabel 4. 10 Produk Acuan.....	59
Tabel 4. 11 Studi <i>Part</i> Komponen Produk <i>Open Source</i>	62
Tabel 4. 12 Studi <i>Assembly</i> Produk <i>Open Source</i>	64
Tabel 4. 13 Hasil Pengukuran Produk <i>Open Source</i>	67
Tabel 4. 14 Kebiasaan pengguna	67
Tabel 4. 15 Operasional funduskopi indirek dengan 3D <i>printed</i> funduskopi indirek	68
Tabel 4. 16 Posisi <i>arm</i>	70
Tabel 4. 17 Genggaman tangan pada <i>smartphone</i>	71
Tabel 5. 1 Analisa <i>Trial</i> dan <i>Error</i> Percobaan Model 1	883

Tabel 5. 2 Analisa <i>Trial</i> dan <i>Error</i> Percobaan Model 2	82
Tabel 5. 3 Analisa <i>Trial</i> dan <i>Error</i> Model Alternatif Desain 1	83
Tabel 5. 4 Analisa <i>Trial</i> dan <i>Error</i> Model Alternatif Desain 2	85
Tabel 5. 5 Analisa <i>Trial</i> dan <i>Error</i> Model Alternatif Desain 3	86
Tabel 5. 6 Analisa Konfigurasi Model Alternatif Desain 1	86
Tabel 5. 7 Analisa Konfigurasi Model Alternatif Desain 2	88
Tabel 5. 8 Analisa Konfigurasi Model Alternatif Desain 3	89
Tabel 5. 9 Analisa Simulasi	91

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

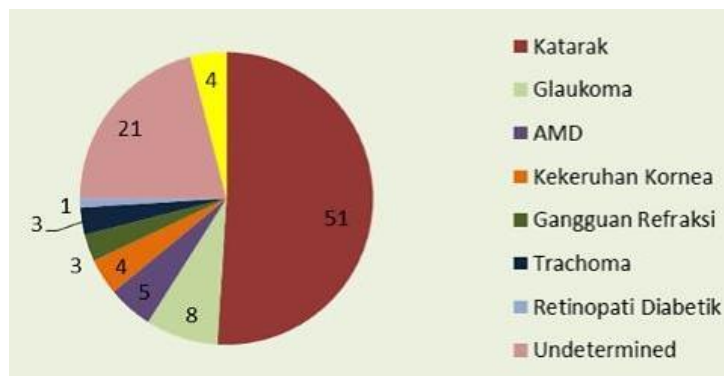
BAB 1

PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang

1. 1. 1 Gangguan Penglihatan

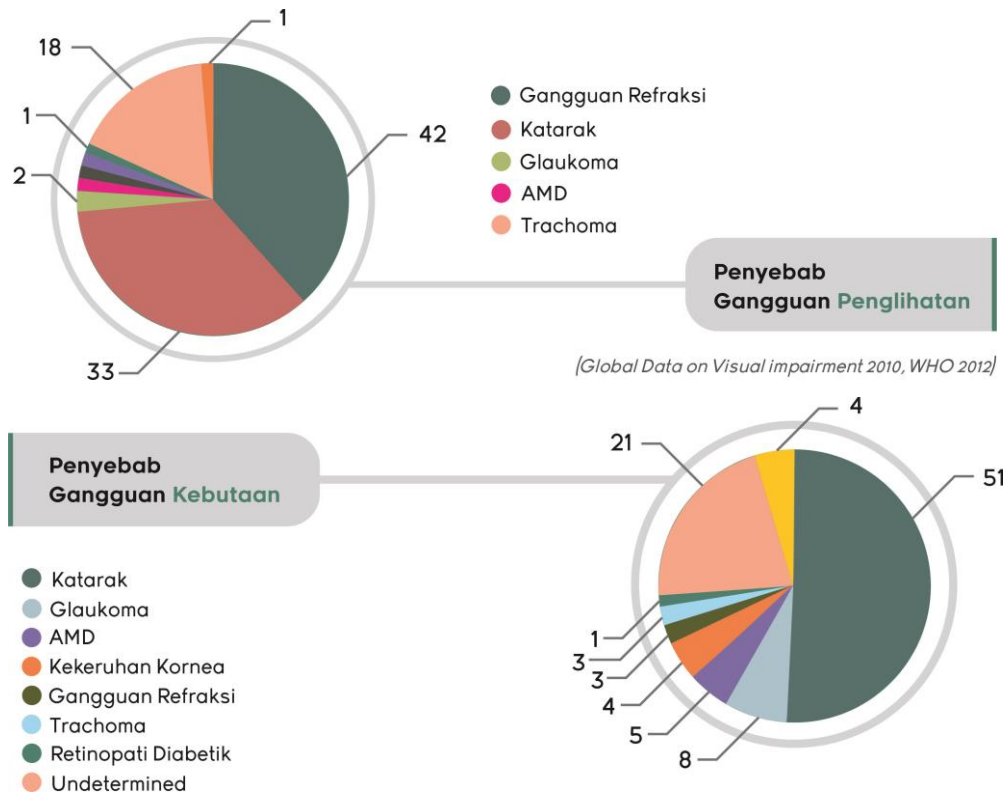
Mata merupakan salah satu panca indera manusia yang penting sebagai penglihatan manusia. Karena tanpa indera penglihatan, maka kebebasan, kepercayaan diri, dan produktivitas manusia akan terganggu. Mata merupakan harta yang sangat berharga, karena hampir 85% kehidupan manusia bergantung pada mata (Dr. Rumita Spesialis Mata, 2016). Penglihatan yang jelas melibatkan proses yang kompleks dan rumit dalam mengumpulkan, memusatkan dan merubah cahaya menjadi gambar. Walaupun mata merupakan jendela hati dan jendela dunia, mata juga jendela penyakit (Prof. Dr. Diany Yogiantoro, SpM (K), 2017). Karena melalui pemeriksaan pada mata, penyakit dalam tubuh manusia dapat dideteksi. Seiring dengan bertambahnya usia, mata dan mekanisme kepekaannya makin rentan terhadap kerusakan dan penyakit. Waspada terhadap perubahan dalam penglihatan penting untuk mendeteksi penyakit mata (*Singapore National Eye Centre*, 2013).



Gambar 1. 1 Distribusi Penyebab Kebutaan Estimasi Global Tahun 2010

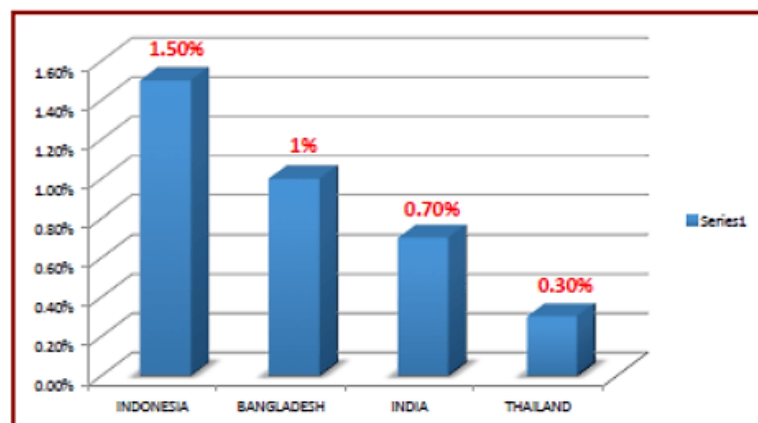
(Sumber : *Global Data on Visual Impairment 2010, WHO 2012*)

Berdasarkan gambar 1.1 diatas menunjukkan bahwa penyebab kebutaan terbanyak di seluruh dunia adalah katarak, diikuti oleh glaukoma dan *Age related Macular Degeneration* (AMD). Orang-orang dengan usia lanjut merupakan kelompok usia dengan gangguan penglihatan dan kebutaan paling tinggi. Sekitar 65% dari penderita gangguan penglihatan, dan 82% kebutaan terjadi pada usia lanjut (Kemenkes RI, 2014).



Gambar 1. 2 Distribusi Penyebab Kebutaan Estimasi Global Tahun 2010
(Diolah dari : *Global Data on Visual Impairment 2010, WHO 2012*)

Berdasarkan gambar 1.2 *World Health Organization* (WHO) telah mengumpulkan data distribusi penyebab gangguan penglihatan terbanyak yaitu refraksi dan katarak. Sedangkan penyebab gangguan kebutaan terbanyak yaitu katarak. Keduanya (gangguan penglihatan dan kebutaan) dapat ditangani dengan hasil yang baik dan *cost-effective* (biaya yg lebih efektif) di berbagai negara. Estimasi yang telah dilakukan oleh WHO yaitu 285 juta orang dengan gangguan penglihatan pada tahun 2010, dimana sebesar 39 juta orang menderita kebutaan, dan 246 juta orang mengalami *low vision* (penglihatan lemah).



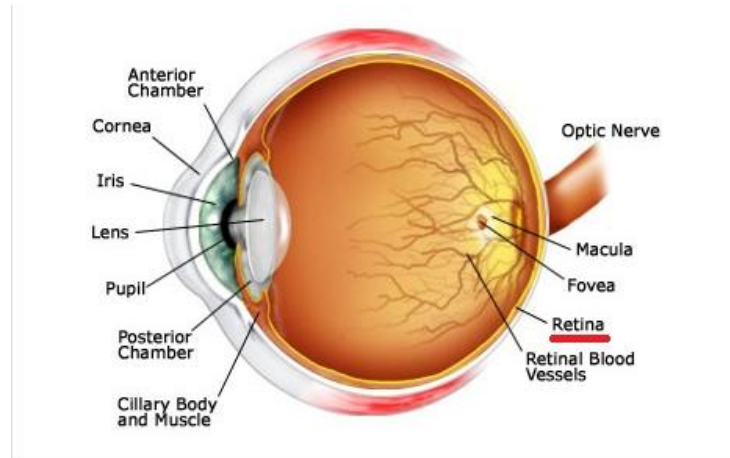
Gambar 1. 3 Kondisi status kesehatan mata di Indonesia, gambar bagan presentasi kebutaan di negara South East Asia di Indonesia

(Sumber : www.perdami.id, diakses tanggal 11 Desember 2107)

Berdasarkan gambar 1. 3 oleh Perdami (Persatuan Dokter Mata Indonesia) diatas menunjukkan bahwa terdapat 1,5% dari populasi (3 juta orang) menderita kebutaan, dimana Indonesia merupakan negara tertinggi dibanding dengan negara Asia Tenggara lainnya. Selain itu, setiap tahun nya terdapat 210.000 orang mengalami kebutaan. Dapat diketahui bahwa kebutaan dan gangguan penglihatan mata masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia hingga saat ini (Kemenkes RI, 2014).

1. 1. 2 Pemeriksaan Mata

Adapun diantara sebab gangguan penglihatan yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia yaitu ketersediaan sarana dan prasana di Indonesia (Kemenkes RI, 2014). Salah satunya yaitu kebutuhan akan peralatan kesehatan mata guna menunjang pemeriksaan. Tanpa peralatan kesehatan yang memadai, tentu dokter tidak dapat memeriksa, mendiagnosa, serta mengambil tindakan lanjut bagi pasien dengan baik.



Gambar 1. 4 Anatomi mata

(Sumber : www.sneec.com.sg, diakses tanggal 14 Februari 2016)

Salah satu peralatan kesehatan mata yang penting guna memeriksa bagian retina mata yaitu Oftalmoskopi. Oftalmoskopi atau disebut juga funduskopi adalah cara untuk memeriksa bagian dalam bola mata terutama untuk memeriksa arsitektur retina dan diskus optik (Dr. Hartono, SpM (K), 2007), seperti ditunjukkan pada gambar 1.4 diatas. Selain itu, oftalmoskopi juga berfungsi untuk memeriksa adanya kelainan pada retina seperti diabetik retinopati, degenerasi

retina, dsb. Oftalmoskopi terdiri dari dua jenis yaitu, oftalmoskopi direk dan indirek. Adapun perbedaannya terletak pada luas medan periksa. Medan periksa pada oftalmoskopi indirek lebih luas, sehingga kelainan pada mata dapat diketahui lebih detil dan jelas. Sedangkan pada oftalmoskopi direk medan yang diperiksa lebih kecil (Dr. Hartono SpM (K), 2007).



Gambar 1. 5 Beberapa macam oftalmoskopi indirek

(Sumber : www.ebay.com/bhp/fundus-camera, diakses tanggal 13 Februari 2017)

Untuk harga produk oftalmoskopi indirek atau yang biasa disebut dengan kamera fundus, dibanderol dengan kisaran harga 50 juta rupiah untuk model *portable* dan 100 juta rupiah untuk model *fix*. Semua kamera fundus yang ada di pasaran saat ini merupakan produk buatan luar Indonesia (produk impor), sehingga harga tersebut belum termasuk dengan biaya pengiriman, pajak, asuransi (perawatan), perizinan, dan biaya tambahan lainnya. Sehingga tidak menutup kemungkinan biaya produk akan semakin mahal.



Gambar 1. 6 3D printed kamera fundus

(Sumber : www.3dprintingindustry.com, diakses tanggal 4 Juni 2017)

Oftalmoskopi indirek dengan berbasis *Rapid Prototyping* yaitu 3D *printing* kini pun tengah dikembangkan. Dengan tidak melupakan fungsi dasarnya, teknologi manufaktur ini pun sudah sering digunakan dalam bidang medis (*biomedical*) modern. Teknologi *Rapid Prototyping* dengan metode lapisan memungkinkan pembuatan prototip produk secara langsung (Zulkifi Amin, 2007). Adapun biaya yang dibutuhkan dalam produksi oftalmoskopi indirek berbasis 3D

printing lebih terjangkau, yaitu hanya membutuhkan ±500 ribu rupiah untuk satu unit produk.

Oftalmoskopi indirek 3D *printing* dapat diaplikasikan pada semua lembaga kesehatan di Indonesia, seperti Rumah Sakit Daerah/Swasta, Klinik Mata, Puskesmas, Balai Kesehatan Mata Masyarakat, dsb. Khususnya bagi para dokter maupun pihak medis dengan aktivitas padat yang tidak hanya berdiam di satu tempat baik dalam maupun luar ruangan. Sehingga membutuhkan alat yang ringan, mudah dibawa kemanapun (*portable*), mudah dalam penggunaan dan penyimpanan, serta dapat digunakan di dalam maupun luar ruangan.



Gambar 1. 7 3D *printed* kamera fundus

(Sumber : www.instructables.com, diakses tanggal 4 Juni 2017)

Oftalmoskopi indirek 3D *printing* dioperasikan dengan *smartphone* untuk menghasilkan gambar kondisi mata secara langsung melalui kamera. Maka dari itu desain harus memperhatikan keamanan produk ketika disematkan *smartphone*, agar layar dan fisik *smartphone* tidak mengalami cacat/kerusakan. Selain itu produk juga harus bersifat universal, yaitu tidak hanya spesifik pada satu merek *smartphone*.

Dengan terhubungnya produk dengan *smartphone*, maka kian memudahkan dokter dalam mengirim data atau hasil diagnosa menuju dokter lain/pihak Rumah Sakit/lembaga kesehatan lainnya. Teknologi ini biasa disebut dengan *Telemedicine*, yaitu dengan memanfaatkan jaringan komunikasi seperti *multimedia message*, *chat messenger*, atau *e-mail* dalam bidang kesehatan. Sehingga dimanapun posisi/lokasi nya, dokter tetap dapat terhubung dengan dokter/lembaga kesehatan lain untuk mendapatkan informasi/hasil diagnosa yang lebih efektif dan efisien.

Oleh karena itu, berdasarkan permasalahan dan kebutuhan yang telah dijelaskan pada latar belakang diatas, maka perlu adanya pengembangan terhadap oftalmoskopi indirek *portable* dengan berbasis *Rapid Prototyping* yaitu 3D *printing*, yang mendukung diagnosa secara *Telemedicine* di Indonesia.

1. 2 Permasalahan

Berdasarkan Latar Belakang yang telah dijelaskan, dihasilkan beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

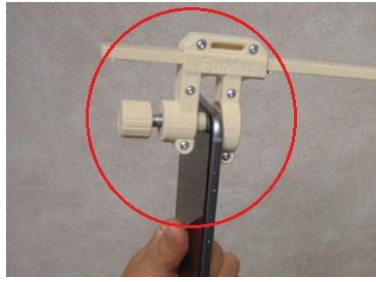
1. Oftalmoskopi indirek yang digunakan saat ini berukuran besar dan berat sehingga tidak memungkinkan bila dibawa ke tempat lain dengan cepat, mudah, dan ringkas
2. Harga alat periksa mata yang kini diterapkan pada banyak lembaga kesehatan, dibanderol dengan harga yang mahal, sehingga dikhawatirkan tidak semua lembaga kesehatan dapat menggunakannya
3. Alat periksa mata yang kini banyak digunakan oleh lembaga kesehatan di Indonesia merupakan produk impor. Selain akan menambah biaya kirim, proses pendistribusian produk pun cukup sulit dan berisiko, mengingat ukuran dan volume produk yang besar dan berat
4. Oftalmoskopi indirek *portable* yang saat ini sedang berkembang, hanya spesifik pada satu merek *smartphone* saja (tidak universal)



Gambar 1. 8 *Smartphone* yang digunakan

(Sumber : <http://www.instructables.com>, diakses tanggal 10 Mei 2017)

5. *Phone holder/clamp smartphone* menggunakan sistem jepit. Yaitu *smartphone* dijepit oleh mur, baut, dan tension screw cap, dimana hal tersebut berisiko pada keamanan layar *smartphone*. Apabila terlalu kencang saat menjepit nya, dikhawatirkan layar *smartphone* dapat rusak/cacat.



Gambar 1. 9 Sistem penjepit pada *smartphone*

(Sumber : www.eyeworld.org/article-the-wiki-of-ophthalmology, diakses tanggal 10 Mei 2017)

1. 3 Batasan masalah

Adapun batasan masalah untuk menyelesaikan masalah yang telah dijabarkan sebagai berikut :

1. Alat periksa mata dengan konsep *portable*, sehingga lebih mudah untuk dibawa ke luar ruangan
2. Harga jual produk dibanderol dengan harga yang lebih terjangkau. Sehingga semua lembaga kesehatan dapat menggunakannya, khususnya bagi lembaga kesehatan skala kecil dan menengah kebawah
3. Produk di produksi di dalam negeri sehingga proses pendistribusian produk menjadi lebih mudah, dapat mengurangi risiko terjadinya benturan atau deformasi produk, dan mengurangi biaya ongkos kirim, pajak, dsb
4. Produk dapat digunakan oleh semua merek *smartphone*
5. *Phone holder* menjepit *smartphone* pada bagian fisik kanan-kiri (*horizontally*) atau atas-bawah (*vertically*).

1. 4 Tujuan

Adapun tujuan perancangan ini yaitu :

1. Menghasilkan alat periksa kesehatan mata yang dapat diterapkan pada semua Lembaga Kesehatan baik Pemerintah maupun Swasta, seperti Rumah Sakit, Klinik Mata, Puskesmas, dsb
2. Menghasilkan produk alat kesehatan medis dengan harga jual terjangkau dan tetap dapat diterapkan pada lembaga kesehatan di Indonesia
3. Memberikan kemudahan bagi pengguna, yaitu dokter spesialis mata dalam memeriksa pasien melalui produk yang terintegrasi dengan semua merek dan tipe *smartphone*

4. Menghasilkan produk yang aman dan sesuai dengan ukuran dan bobot dari lensa optikal yang akan digunakan
5. Menghasilkan produk yang di produksi dengan menggunakan teknologi 3D *printing* yang sudah banyak diterapkan dan aman digunakan dalam bidang alat kesehatan medis.

1. 5 Manfaat

1. Bagi Lembaga Kesehatan :
Sebagai solusi dan alternatif baru dalam menggunakan alat kesehatan medis dengan harga yang jauh lebih murah dan tetap aman
2. Bagi Dokter :
Sebagai alternatif media dengan menggunakan teknologi baru, serta membantu memudahkan alur atau proses dalam memeriksa dan mendiagnosa pasien
3. Bagi Masyarakat :
Sebagai solusi untuk lebih memperhatikan dan sesegera mungkin memeriksakan kesehatan mata tanpa perlu khawatir akan biaya yang mahal.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

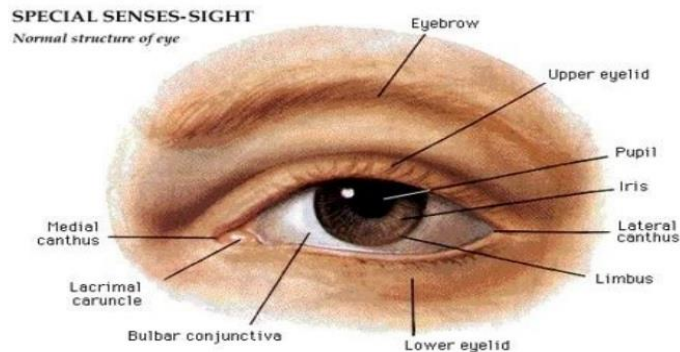
BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2. 1 Anatomi Mata Manusia

Menurut ilmu anatomi mata manusia terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian luar dan bagian dalam.

2. 1. 1 Bagian Luar Mata



Gambar 2. 1. Bagian luar mata

(Sumber : <http://repo.iain-tulungagung.ac.id/>, diakses tanggal 10 Mei 2017)

a. Bulu Mata

Bulu mata yaitu rambut-rambut halus yang terdapat ditepi kelopak Mata.

b. Alis Mata

Alis yaitu rambut-rambut halus yang terdapat diatas mata.

c. Kelopak Mata

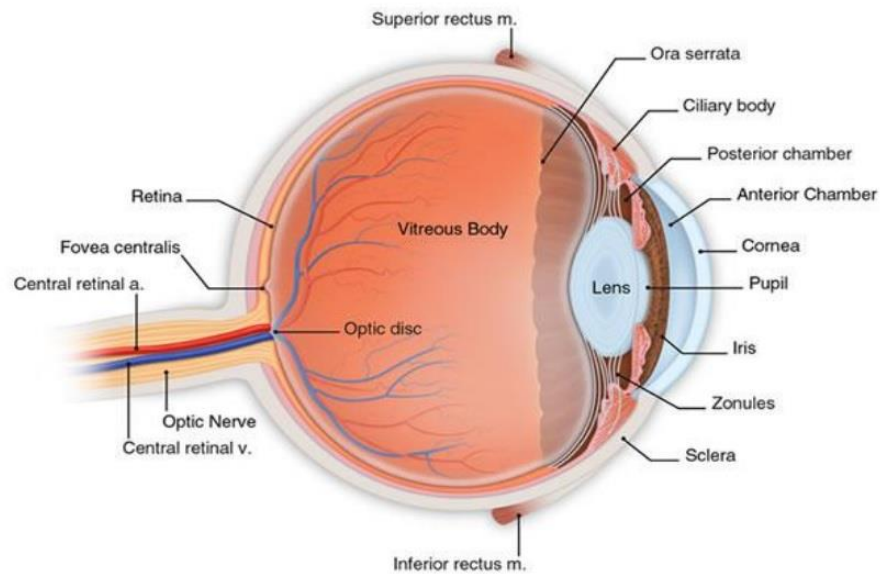
Kelopak mata merupakan 2 buah lipatan atas dan bawah kulit yang terletak di depan *bulbus okuli*.

d. Kelenjar Air mata

e. Kelenjar *Meibom* (Syaifuddin, 2003: 326)

2. 1. 2 Bagian Dalam Mata

Mata adalah organ penglihatan yang mendeteksi cahaya. Yang dilakukan mata yang paling sederhana tak lain hanya mengetahui apakah lingkungan sekitarnya adalah terang atau gelap. Mata yang lebih kompleks dipergunakan untuk memberikan pengertian visual. Mata terletak di dalam orbita, mata merupakan organ penglihatan dengan fungsi utama memfokuskan cahaya ke dalam retina. Retina terdiri dari jaringan syaraf yang mengirim sinyal yang dihasilkan cahaya ke otak (Roger Watson, 2002 : 108).



Gambar 2. 2 Anatomi Mata

(Sumber : <http://digilib.unila.ac.id/20756/>, diakses tanggal 14 Februari 2017)

a. Konjungtiva

Konjungtiva adalah membran tipis bening yang melapisi permukaan bagian dalam kelopak mata dan menutupi bagian depan sklera (bagian putih mata), kecuali kornea

b. Sklera

Sklera merupakan selaput jaringan ikat yang kuat dan berada pada lapisan terluar mata yang berwarna putih

c. Kornea

Kornea merupakan selaput yang tembus cahaya, melalui kornea kita dapat melihat membran pupil dan iris

d. Koroid

Koroid adalah selaput tipis dan lembab merupakan bagian belakang tunika vaskulosa (lapisan tengah dan sangat peka oleh rangsangan)

e. Iris

Iris merupakan diafragma yang terletak diantara kornea dan mata

f. Pupil

Dari kornea, cahaya akan diteruskan ke pupil. Pupil menentukan kuantitas cahaya yang masuk ke bagian mata yang lebih dalam. Pupil mata akan melebar jika kondisi ruangan yang gelap, dan akan menyempit jika kondisi ruangan terang

g. Lensa

Lensa adalah organ focus utama, yang membiaskan berkas-berkas cahaya yang terpantul dari benda-benda yang dilihat, menjadi bayangan yang jelas pada retina

h. Retina

Retina merupakan lapisan bagian dalam yang sangat halus dan sangat sensitif terhadap cahaya. Pada retina terdapat reseptor(fotoreseptor)

i. Aqueous humor

Aqueous humor atau cairan berair terdapat dibalik kornea. Strukturnya sama dengan cairan sel, mengandung nutrisi bagi kornea dan dapat melakukan difusi gas dengan udara luar melalui kornea

j. Vitreous humor

Badan bening ini terletak dibelakang lensa. Bentuknya berupa zat transparan seperti jeli(agar-agar) yang jernih. Zat ini mengisi pada mata dan membuat bola mata membulat. (Evelyn Pearce, 2012: 318)

2. 2 Oftalmoskopi



Gambar 2 . 3 Oftalmoskopi atau fundusjopi indirek

(Sumber : www.sarvgyan.com, diakses tanggal 21 Desember 2017)

Oftalmoskopi atau disebut juga funduskopi adalah cara untuk memeriksa bagian dalam bola mata terutama untuk memeriksa arsitektur retina dan diskus optik. Sejak diperkenalkan oftalmoskop pertama kali pada tahun 1851 oleh Hermann von Helmholtz maka pemahaman penyakit mata terutama penyakit bagian dalam bola mata (fundus okulus) makin berkembang. Istilah yang dilontarkan oleh Descartes mengenai mata sebagai “*windows of the soul*” adalah sangat sejalan dengan penemuan-penemuan kelainan mata terutama kelainan fundus okulus yang mencerminkan kesehatan tubuh pada umumnya (dr. Hartono SpM(K), 2007: h. 1).

Fundus sendiri adalah permukaan dalam dinding bola mata yang tampak dengan oftalmoskop. Dinding bola mata terdiri atas tunika eksterna, tunika media, dan tunika interna. Tunika eksterna adalah sklera dan kornea; tunika media adalah koroid, badan silinder, dan iris; sedangkan tunika interna adalah retina. Diantara ketiga tunika ini di dalam funduskopi atau oftalmoskopi yang paling penting adalah retina. Dengan demikian bolehlah dikatakan bahwa funduskopi atau oftalmoskopi adalah suatu cara untuk menilai retina (dr. Hartono SpM(K), 2007: h. 26).

Adapun oftalmoskopi dibedakan menjadi oftalmoskopi direk dan indirek. Perbedaan antara oftalmoskop direk dan indirek adalah sebagai berikut :

Pada oftalmoskopi direk :

1. Bayangan tegak sehingga disebut oftalmoskopi bayangan tegak
2. Medan yang bisa diperiksa lebih kecil
3. Perbesaran lebih tinggi, yaitu kira-kira 14 kali
4. Tidak ada stereoskopi karena hanya tampak luasnya saja (2D)

Pada oftalmoskopi indirek :

1. Bayangan terbalik; atas bawah dan kanan kiri (inversed dan reversed)
2. Medan lebih luas, dengan pelebaran pupil dan indentasi, dapat mencapai ora serrata
3. Perbesaran lebih kecil, hanya 2-4 kali
4. Tampak stereoskopi (dr. Hartono SpM(K), 2007: h. 22)

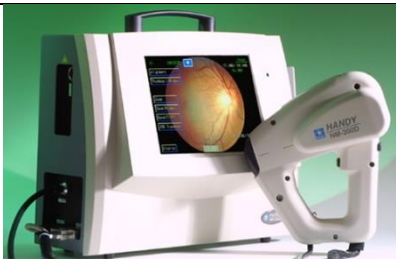
2. 2. 1 Oftalmoskopi Indirek *Portable*

Hasil yang dapat ditampilkan dalam foto yaitu pusat dan peripheral retina, disk optik, dan macula. Teknologi dan desain oftalmoskopi indirek telah berkembang sangat pesat, terutama oftalmoskopi indirek dengan sistem *portable* yang mudah dibawa berpindah-pindah tempat, ringan, praktis dan lebih terjangkau bila dibanding dengan oftalmoskopi indirek dengan sistem *fix* yang berukuran besar, dan tidak memungkinkan untuk dibawa berpindah-pindah tempat.

Adapun beberapa ragam produk oftalmoskopi indirek yaitu :

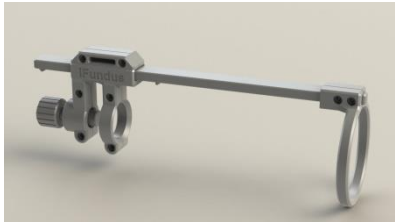
Tabel 2. 1 Ragam produk Oftalmoskopi Indirek

No.	Gambar	Nama	Keterangan
1.	 Gambar 2. 4 iExaminer (Sumber : www.distributor-kursi-roda.blogspot.co.id , diakses tanggal 13 Februari 2017)	<i>iExaminer Pan Optic Ophtalmoscope</i>	<i>iExaminer</i> merupakan pengembangan dari <i>Pan Optic Ophtalmoscope</i> menjadi sebuah alat yang dapat melihat dan mengambil gambar mata. Adapter terhubung satu garis pada <i>Pan Optic Ophtalmoscope</i> untuk memvisualisasikan axis ke kamera <i>iPhone</i> untuk mengambil gambar foto fundus dan saraf retina.
2.	 Gambar 2. 5 Retinal camera fundus (Sumber : www.ebay.com/bhp/fundus-camera , diakses tanggal 13 Februari 2017)	<i>Retinal camera fundus – Camera Non Mydratic</i>	Kamera medis <i>portable</i> untuk menggambarkan fundus, diagnosa, dan khususnya memeriksa adanya penyakit pada fundus. Harga : USD 5,950

No.	Gambar	Nama	Keterangan
3.	 Gambar 2. 6 Nidek Portable (Sumber : www.ebay.com/bhp/fundus-camera, diakses tanggal 13 Februari 2017)	<i>Nidek Portable Fundus Camera</i>	Fundus Kamera yang terdiri dari 2 alat terpisah yaitu alat untuk menangkap kondisi mata, dan monitor untuk menampilkan hasil foto mata. Harga : USD 3,995.00

2. 3 Produk Setara Yang Sudah Ada Di Lapangan

Tabel 2. 2 Produk Setara Yang Sudah Ada Di Lapangan

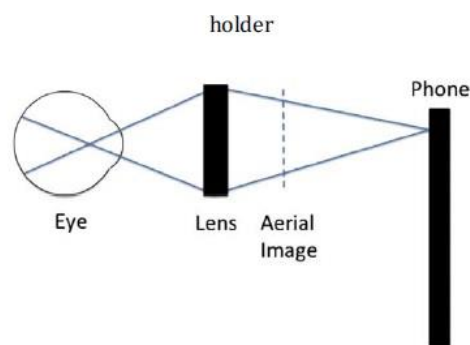
No.	Gambar	Keterangan
1.	<i>oDocsEye</i>  Gambar 2. 7 oDocs Fundus (Sumber : www.odocstech.com/fundus/, diakses tanggal 21 Oktober 2017)	Sebuah alat yang mampu menggambarkan retina, dicetak secara <i>3D printed</i> yang dapat digunakan secara terintegrasi dengan <i>smartphone</i> untuk memotret atau mengambil gambar retina. Untuk membuatnya dapat diakses secara global, maka data (<i>soft file</i>) dari alat ini disediakan online secara gratis (<i>open source</i>), sehingga pihak medis dimanapun dapat mengunduh dan mencetak secara mandiri. Alat ini dapat digunakan sebagai dokumentasi foto okular segmen anterior. Daripada menghabiskan ribuan dolar untuk menggambarkan okular, bahkan alat ini berharga kurang dari ratusan dollar (Hong Sheng Chiong, 2015: 1).

No.	Gambar	Keterangan	
		Kelebihan	Kekurangan
		- Merupakan file <i>open source</i> produk yang dapat diakses secara gratis - Biaya yang dikeluarkan untuk mencetak cukup terjangkau, ± \$50 - Waktu pencetakan relatif singkat, ± 4 jam.	- Terdiri dari beberapa <i>part</i> terpisah, memerlukan mur dan baut untuk merakitnya, dimana hal itu membutuhkan waktu dan cukup menyulitkan pengguna.
2.	<i>oDocs Viso Scope</i>  Gambar 2. 8 <i>oDocs Viso Scope</i> (Sumber : www.odocs-tech.com/visoscope/ , diakses tanggal 21 Oktober 2017)	<i>oDocs visoScope</i> memberikan kemampuan untuk menggambarkan retina langsung pada <i>iPhone</i>. Didesain secara khusus sebuah optik sebagai anti reflektif superior dan area pandangan yang jelas hingga 50°. Pengambilan yang mudah dapat dilakukan dengan aplikasi iOS <i>oDocs Capture</i>. Kini hadir dengan permukaan yang lebih halus, mudah untuk membersihkan dan merawatnya. Dengan teknik cetak yang berbasis 3D <i>print</i> yang unik membuat produk ini lebih kuat, awet, dan tahan air. Kamera retina yang terhubung dengan smartphone didesain sebagai pendamping portable yang andal. Adapun alat ini direkomendasikan untuk yang tidak dapat keluar dari ranjang (<i>bed-bound</i>), pasien	

No.	Gambar	Keterangan	
		anak-anak, dan pasien yang tidak sesuai/cocok dengan peralatan konvensional (www.odocstech.com/visoscope. <i>oDocs VisoScope – Smartphone Retinal Camera</i>, diakses tanggal 29 Oktober 2017.).	
		Kelebihan - Dirancang simpel dan intuitif yang bertujuan untuk lebih meminimalisir - Memberikan pandangan 50° retina setara dengan kamera fundus profesional. Memiliki diameter 50 mm dan panjang 200 mm, jarak kerja 30 mm.	Kekurangan - Tidak <i>open source</i> - Dibanderol dengan harga tinggi yaitu Rp. 4.333.225,- - Produk hanya <i>compatible</i> kepada iPhone 5, 5s, 6, 6plus, 6s, 6s plus dan SE saja.
3.	<i>EyeGo</i>  Gambar 2. 9 3D Printed Smartphone Indirect Lens Adapter (Sumber : www.med.stanford.edu.)	Pengembangan sebuah alat tambahan 3D <i>printed</i> yang ringan, kompak, dan mudah digunakan yang memungkinkan untuk menghasilkan foto fundus yang berkualitas tinggi dengan menghubungkan <i>smartphone</i> secara langsung kepada lensa <i>aspheric</i>. Alat tambahan tersebut didesain untuk menahan lensa pada jarak yang tertentu namun dapat disesuaikan dari lensa kamera, serta dapat menggunakan lampu	

	diakses tanggal 21 Oktober 2017)		
No.	Gambar	Keterangan	
		flash dari smartphone tersebut maupun sumber cahaya koaksial lainnya, dan berpotensi untuk dioperasikan dengan satu tangan (David Myung, Alexandra jais, Lingmin He, Blumenkranz, dan Robert T. Chang, 2012).	
		Kelebihan	Kekurangan
		- Desain terdiri dari 1 part yang terhubung, sehingga tidak kesulitan dalam perakitan - Tidak ada tambahan asesoris seperti mur dan baut, serta tidak memerlukan bantuan obeng atau alat bantu lainnya.	- Produk compatible pada iPhone 5 saja - Phone holder bersifat fix, tidak dapat diatur sesuai dengan ukuran smartphone, sehingga hanya terbatas pada smartphone tertentu.

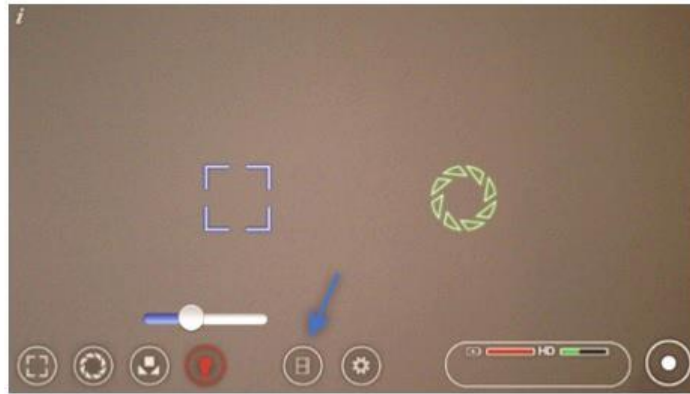
2. 3. 1 Cara Kerja Produk



Gambar 2. 10 Ray tracing dari optik lensa adapter
(Sumber : Myung, 2014)

Gambar fundus pada *smartphone* diambil dengan iPhone 4 atau 5 (Apple Inc., Cupertino, CA, USA) dan lensa 20D (VolkOpticalInc.,Mentor,OH,USA)

dengan atau tanpa lensa Koepe (OcularInstruments,Bellevue, WA,USA). Dengan menggunakan sinar koaksial pada *smartphone*, sistem ini bekerja sebagai oftalmoskopi indirek yang mengambil gambar digital fundus dari kamera *smartphone*.



Gambar 2. 11 Aplikasi Filmic proo yang dapat mengontrol intensitas sinar, eksposur, dan fokus ketika merekam

(Sumber : Luis J. Haddock, 2013)

Terdapat aplikasi yang digunakan yaitu *Filmic pro* (Cinegenix LLC, Seattle, WA, USA; <http://filmicpro.com/>) yang telah digunakan karena *software* tersebut dapat mengontrol fokus, eksposur, dan sinar selama proses perekaman video. Dengan aplikasi ini, video kualitas tinggi dan konsistensi gambar akan mudah didapatkan.

Ketika area yang dituju sedang direkam, galeri video diakses dan perekaman video telah dipilih dan di ekspor ke dalam *roll* kamera. Gambar yang diam telah diekstrak dari video lewat *screenshot*. Video dimabil pada resolusi 1080 p 24 fps, dengan tipikal durasi 10 detik, ukran file berkisar 50 MB, *screenshot* 1-2 MB dengan resolusi maksimal. Namun bisa dikecilkan kembali hingga 100 kB untuk keperluan klinis (Luis Haddock David Y. Kim, dan Shizuo Mukai, 2013: 2).

2. 3. 2 Lensa yang digunakan

Hubungan penggunaan *smartphone* dalam lensa kondensasi oftalmoskopi indirek, sebuah teknik pemeriksaan standar bagi semua penyedia perawatan mata. Adapun hal yang perlu diingat dalam lensa oftalmoskop indirek yaitu :

- Pembesaran lensa = kekuatan dioptri /4.
- Pembesaran retina = kekuatan dioptri mata/ kekuatan dioptri lensa

- Stereopsis = pembesaran/4
- Bidang pandang = (kekuatan dioptri lensa x 2)

Terdapat beberapa jenis lensa oftalmoskopi indirek, ditunjukkan pada gambar berikut :

Tabel 2. 3 Lensa yang digunakan

No.	Gambar dan Keterangan	Kekuatan Lensa (D)	Pembe- saran	Bidang Pandang	Stereo psis	Jarak Kerja dari retina
1.	 Gambar 2. 12 Lensa Aspheric 30D (Sumber : www.slideshare.net/ayatgZR, diakses tanggal 17 Februari 2017) Digunakan untuk mendapatkan tampilan panorama ketika detail dan stereopsis tidak begitu penting, dan digunakan dengan pupil kecil	+30 D	2x	60°	1/2	26 mm
2	 Gambar 2. 13 Lensa Aspheric 20D (Sumber : www.slideshare.net/ayatgZR, diakses tanggal 17 Februari 2017)	+20 D	3.25x	40°	3/4	47 mm

No.	Gambar	Kekuatan Lensa (D)	Pembesaran	Bidang Pandang	Stereopsis	Jarak Kerja dari retina
	Banyak yang menggunakan lensa ini karena memberikan bidang pandang yang memadai, stereopsis dan pembesaran					
3.	 Gambar 2. 14 Lensa Aspheric 28D (Sumber : www.slideshare.net/ayatgZR, diakses tanggal 17 Februari 2017) Baik untuk diagnosis pupil kecil	+28 D	2.27x	53/69°		33 mm
4.	 Gambar 2. 15 Lensa Aspheric 15D (Sumber : www.slideshare.net/ayatgZR, diakses tanggal 17 Februari 2017) Digunakan untuk tampilan detail macula atau disk optik atau menentukan	+14/+15 D	4.17x	30°	1	72-75 mm

	ketinggian retina					
--	-------------------	--	--	--	--	--

2. 3. 3. Hasil Diagnosa

Kita akan dapat melihat fundus pasien (dinding bola mata bagian dalam) apabila : (1) cahaya yang kita gunakan cukup kuat, dan (2) tidak timbul bayangan pemeriksa di retina pasien dengan cara menyorotkan cahaya ke mata pasien (dr. Hartono, SpM(K), 2007: h. 8).

Adapun yang di deteksi yaitu meliputi evaluasi diskus optikus, pembuluh darah retina, karakteristik retina, area macula, dan humor vitreus; diskus, melihat bentuk mangkuk fisiologis dan proporsi ukurannya; pembuluh darah, melihat ukuran , distribusi, penyilangan, dan warna pantulan; fundus retina, melihat warna umum dan pendarahan ,cairan, dan perlengketannya; macula dan fovea sentralis melihat warna (merah gelap) dan pantulan sentral. Humor vitreus dapat berkabut dan mengandung larva, benda asing, struktur okuler lain, seperti fragmen lensa dan retina, dan bercak. Semua ini dapat mengganggu transmisi impuls visual atau kemampuan untuk melihat retina dengan jelas (David Myung, Alexandra jais, Lingmin He, Blumenkranz, Robert T. Chang, 2014: 4).

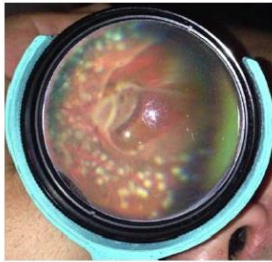
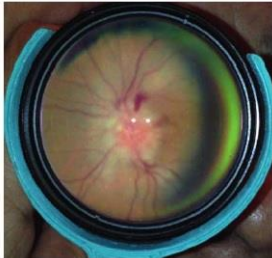
Banyak penyakit sistemik yang memberikan gambaran kelainan fundus okuli, misalnya diabetes mellitus dengan retinopati diabetiknya, hipertensi dengan retinopati hipertensinya, kenaikan tekanan intrakranial dengan papiledemnya, toksemia gravidarum dengan ablasio serosanya, dsb (dr. Hartono SpM(K), 2007: h. 2).

Beberapa hasil diagnosa foto ditunjukkan pada tabel dibawah. Namun untuk menghasilkan hasil diagnosa yang sesuai, berat adapter, jarak antara smartphone dan lensa, serta sistem autofokus pada smartphone pun bisa menjadi salah satu faktor kualitas hasil foto yang akan didapat.

Tabel 2. 4 Hasil diagnosa

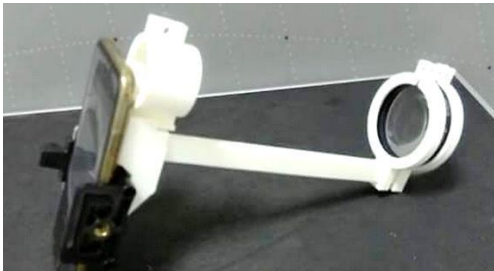
No.	Gambar	Keterangan
-----	--------	------------

1.	 Gambar 2. 16 Normal Retina (Sumber : Myung, 2014)	Normal retina
No.	Gambar	Keterangan
2.	 Gambar 2. 17 Branch retinal vein occlusion (Sumber : Myung, 2014)	<i>Branch retinal vein occlusion</i>
3.	 Gambar 2. 18 Diabetic macular edema (Sumber : Myung, 2014)	<i>Diabetic macular edema</i>
4.	 Gambar 2. 19 RPE hypertrophy (Sumber : Myung, 2014)	<i>RPE hypertrophy</i>

5.	 Gambar 2. 20 Superior horseshoe retinal tear after laser retinopexy (Sumber : Myung, 2014)	<i>Superior horseshoe retinal tear after laser retinopexy</i>
No.	Gambar	Keterangan
6.	 Gambar 2. 21 Acute papillitis in a patient with ocular syphilis (Sumber : Myung, 2014)	<i>Acute papillitis in a patient with ocular syphilis</i>

2. 4 Produk Eksisting

Tabel 2. 5 Produk Eksisting

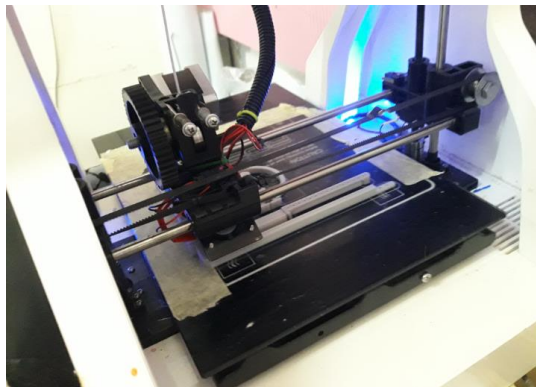
No.	Gambar	Keterangan
1.	<i>Smart Ophthalmology Tips Funduscopy Adapter</i>  Gambar 2. 22 Smart Ophthalmology Tips	Merupakan <i>smart ophtahalmology adapter</i> yang dapat diaplikasikan pada <i>smartphone</i> dan <i>slit lamp</i>. Adapun <i>adapter</i> ini untuk mengambil gambar <i>anterior segment</i> pada mata. Produk ini karya Ahmed Ateya, dan tersedia di Mesir (Ahmad Ateya, 2017, <i>Smart Ophthalmology tips Slit Lamp Adapter Assembly</i>. https://www.youtube.com/watch?v=V4Y_Xk

	<i>Funduscopy Adapter</i> (Sumber : m.facebook.com/smart.ophth.tips/, diakses tanggal 30 Oktober 2017)	O14os , diakses tanggal 30 Oktober 2107).	
		Kelebihan	Kekurangan
		- Dapat diaplikasikan tidak hanya pada <i>smartphone</i> , tapi juga pada slit lamp.	- Tidak ada part <i>phone holder</i> . Sehingga untuk menyematkan <i>smartphone</i> , user harus
No	Gambar	Keterangan	
		Kelebihan	Kekurangan
			menggunakan/mengambil part tongis atau holder produk lain.
2.	<i>Fundus Photographs with 3D printers and smartphones</i>  Gambar 2. 23 <i>Fundus Photographs with 3D printers and smartphones</i> (Sumber : www.madeinneverland.tistory.com, diakses tanggal 30 Oktober 2017)	Merupakan pengembangan desain dari oDocsEye oleh madeinneverland.com yang berasal dari Korea Selatan. Dengan penambahan eye cup pada sekitar eye piece di bagian depan, serta pengaturan jarak yang semakin mudah antara mata dengan lensa optik, menjadikannya lebih stabil ketika pengambilan gambar (Made in Never Land ,2016, <i>Take Fundus Photographs with 3D Printers and Smartphones</i>. http://madeinneverland.tistory.com/m/entry/3D프린터와-스마트폰으로-안저사진-촬영하기, diakses tanggal 30 Oktober 2017).	
		Kelebihan	Kekurangan
		- Terdapat <i>eye-cup</i> di	- Terbatas untuk

		bagian depan, agar mata pasien lebih menempel. - Pengaturan jarak antara mata dengan lensa optik mudah dioperasikan, karena sistem <i>adjustable</i> menggunakan <i>metal rod</i> sepanjang 200mm.	beberapa smartphone, khususnya untuk posisi kamera yang berada di ujung kanan atas. - Membutuhkan banyak asesoris
No	Gambar	Keterangan	
3.	<i>Smartphone Fundus Camera</i>  Gambar 2. 24 <i>Smartphone Fundus Camera</i> (Sumber : www.instructables.com/id/Smartphone-Fundus-Camera/ , diakses tanggal 30 Oktober 2017)	<i>Smartphone Fundus Camera</i> menggunakan 3D <i>printing</i>. Terdiri dari 1 bagian/<i>part</i> saja berbentuk balok dengan sudut-sudut setengah melingkar (<i>rounded</i>). Adapun di bagian dalam nya terdapat lensa optik, sehingga di dalam ruangan kecil tertutup tersebut, cahaya yang dikeluarkan lebih intens dan terang. Menggunakan aplikasi <i>filmic pro</i> untuk fokus dan eksposur. Merekam gambar dengan 30fps (Zacharyanhoward, 2015, <i>Smartphone Fundus Camera</i>. http://www.instructables.com/id/Smartphone-Fundus-Camera/, diakses tanggal 30 Oktober 2107.	
		Kelebihan	Kekurangan
		- Hanya terdiri 1 bagian/<i>part</i> utuh, lebih ringkas - Hasil foto lebih	- Susah untuk membongkar bagian dalam produk - Terkesan berat

		maksimal karena lensa dan cahaya berada dalam ruangan tertutup <i>part</i> .	- Tidak ada penyemat antara produk dengan <i>smartphone</i> .
--	--	--	---

2. 5 Teknologi 3D printing



Gambar 2. 25 Mesin 3D print

(Sumber : dokumentasi pribadi)

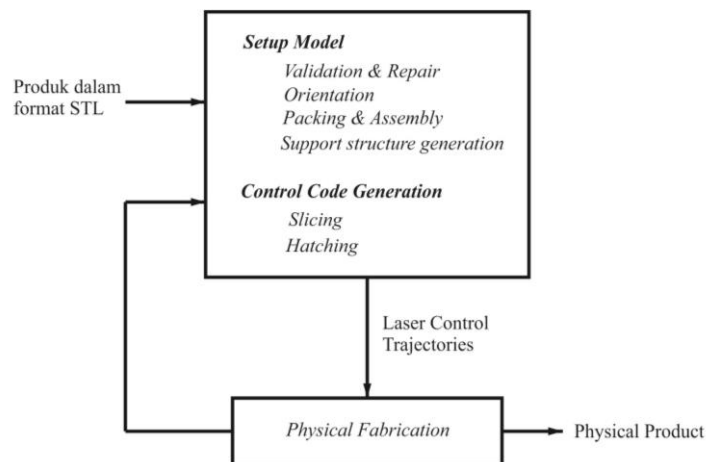
Rapid Prototyping (RP) atau *Layered Manufacturing* (LM) merupakan proses fabrikasi suatu produk dengan *layer by layer*. Prosesnya melibatkan penambahan material mentah berturut-turut pada *layer*, sampai terbentuk produk yang sesuai. Cara ini berbeda dengan teknik yang digunakan pada proses pembentukan dan proses pemesinan. RP memberikan keuntungan pada tahap permulaan dari proses perancangan produk. Dengan menggunakan model CAD tiga dimensi yang disimpan dalam file dengan format CAD tiga dimensi seperti STL (*Stereo Lithography*), memungkinkan sebuah komponen dengan bentuk yang kompleks untuk dibuat tanpa menggunakan peralatan dan alat bantu (*tool* dan *fixture*) yang spesial.

Ada 4 klasifikasi utama pada RP atau LM yaitu :

1. *Photopolymer-based*
2. *Deposition-based*
3. *Powder-based*
4. *Lamination-based*

Berdasarkan website resmi www.3dprinting.com, tidak semua 3D print menggunakan teknologi yang sama. Beberapa diantaranya menggunakan metode *melting* atau *softening* material pada tahap *layering*. Selektif Laser *Sintering*

(SLS) dan *Fused Deposition Modeling* (FDM) adalah teknologi yang umum digunakan dalam 3D Print.



Gambar 2. 26 Diagram proses prototyping

(Sumber : Kholil, 2008)

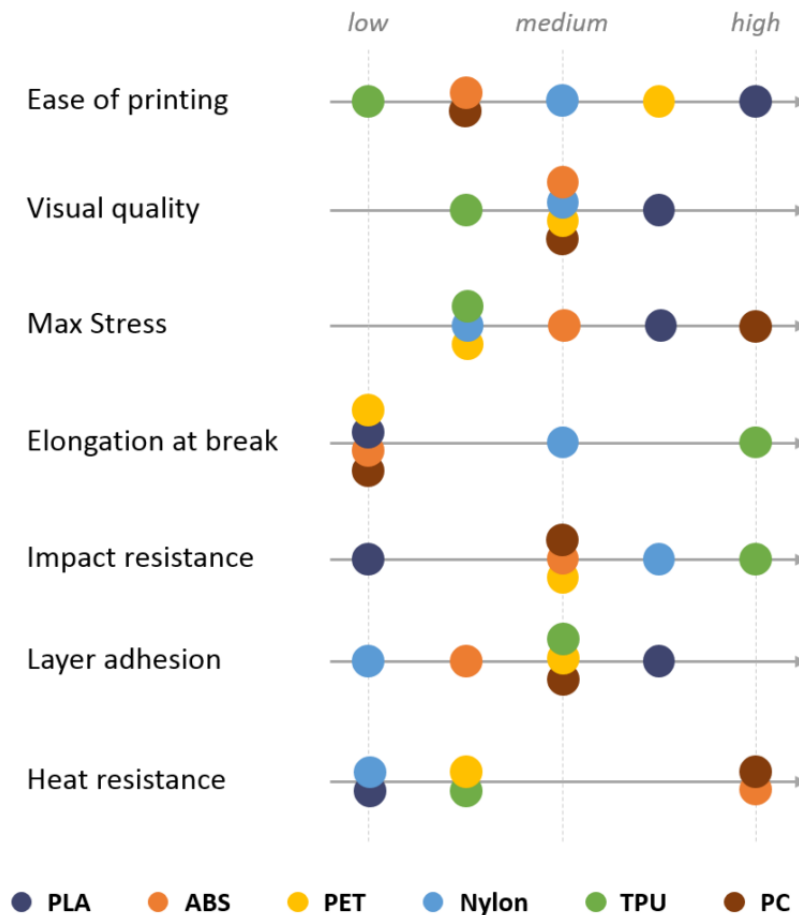
Perencanaan proses dilakukan untuk memilih parameter proses dan pembuatan instruksi kontrol untuk fabrikasi produk. Umumnya desainer menyelesaikan perencanaan proses dengan mempelajari produk dan persyaratan kualitas, yang tentunya sangat memakan waktu (Ahmad Kholil, 2008: BAB II).

2. 6 Tinjauan Material 3D print

Memilih jenis material yang tepat untuk mencetak benda tertentu menjadi semakin sulit karena pasar percetakan 3D melihat kemunculan material baru yang radikal. Dalam pencetakan FDM 3D, PLA dan ABS secara historis merupakan dua polimer utama (jenis plastik) yang digunakan, namun dominasi awal mereka sebagian besar kebetulan. Jadi tidak boleh ada blok jalan utama bagi polimer lain untuk memainkan peran kunci di masa depan FDM. Kita sekarang melihat produk baru menjadi lebih populer, baik polimer murni maupun komposit. Adapun polimer murni utama yang ada di pasaran saat ini: PLA, ABS, PET, Nylon, TPU (Fleksibel) dan PC.

Kami memberi peringkat masing-masing bahan di sepanjang setiap kriteria pada skala 1 (= rendah) sampai 5 (= tinggi). Ini adalah nilai relatif untuk proses FDM, mereka mungkin akan terlihat sangat berbeda jika teknologi manufaktur lain diperhitungkan. Dengan menggunakan data dari OptiMatter, maka didapat peringkat pada polimer sesuai kriteria yang berbeda yang perlu untuk

dipertimbangkan (3D Matter, 2016, *What is the best type of plastic for my 3D printing application?*, www.my3dmatter.com/what-is-the-best-type-of-plastic-for-my-3D-printing-application/#, diakses tanggal 26 november 2017.).



Gambar 2. 27 Perbandingan material
(Sumber : 3D Matter, 2016)

Tabel 2. 6 Tinjauan Material

No.	Material	Keterangan	
1.	PLA  Gambar 2. 28 PLA (Sumber : www.innofill3d.com , diakses tanggal 21 Januari 2017)	PLA adalah polimer termudah untuk dicetak dan memberikan kualitas visual yang baik. Ini sangat kaku dan sebenarnya cukup kuat, tapi sangat rapuh.	
		Kelebihan	Kekurangan
		- Mudah dalam pencetakan	- Daya tahan kelembapan

		- Tidak berbau	rendah
No.	Gambar	Keterangan	
		Kelebihan	Keurangan
		- Dapat di daur ulang	
2.	ABS  Gambar 2. 29 ABS (Sumber : www.innofill3d.com , diakses tanggal 21 Januari 2017)	ABS biasanya mengambil alih PLA saat ketahanan suhu lebih tinggi dan ketangguhan yang lebih tinggi diperlukan.	
		Kelebihan	Kekurangan
		- Tahan panas - Dapat dilapisi aseton untuk <i>finishing</i> yang mengkilat	- Sensitif Terhadap sinar UV
3.	PET  Gambar 2. 30 PET (Sumber : www.innofill3d.com , diakses tanggal 21 Januari 2017)	PET adalah polimer yang sedikit lebih lembut yang dibulatkan dengan baik dan memiliki sifat tambahan yang menarik dengan beberapa kekurangan utama.	
		Kelebihan	Kekurangan
		- Daya tahan kelembapan tinggi - Tekanan abrasi baik - Dapat di lem	
4.	Nylon  Gambar 2. 31 Nylon	Nylon memiliki sifat mekanik yang hebat, dan khususnya ketahanan benturan terbaik untuk filamen non-fleksibel. Lapisan adhesi bisa menjadi masalah.	

	(Sumber : www.innofill3d.com , diakses tanggal 21 Januari 2017)	Keterangan	
		Gambar	
		Kelebihan	Kekurangan
		- Ketahanan zat kimia yang baik - Lembut	- Daya tahan terhadap kelembapan rendah - Emisi asap tinggi
5.	TPU  Gambar 2. 32 TPU (Sumber : www.makeshaper.com , diakses tanggal 21 Januari 2017)	TPU banyak digunakan untuk aplikasi yang fleksibel, namun ketahanan benturannya sangat tinggi bisa membuka aplikasi lain.	
		Kelebihan	Kekurangan
		- Tekanan abrasi baik - Ketahanan yang baik terhadap minyak dan lemak	- Sulit untuk di proses kembali setelah dicetak - Susah untuk di lem
6.	PC  Gambar 2. 33 PC (Sumber : www.ziro3d.com , diakses tanggal 21 Januari 2017)	PC adalah bahan terkuat dari semua, dan bisa menjadi alternatif yang menarik bagi ABS karena sifatnya sangat mirip.	
		Kelebihan	Kekurangan
		- Dapat disterilisasi - Mudah untuk <i>finishing</i>	- Sensitif sinar UV.

2. 7 Spesifikasi *Smartphone*

Spesifikasi *smartphone* merupakan hal yang perlu dipehertikan dalam perancangan produk 3D kamera fundus *portable*, karena produk tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya bila *smartphone* yang digunakan kurang sesuai.

2. 7. 1 Ukuran *Smartphone*

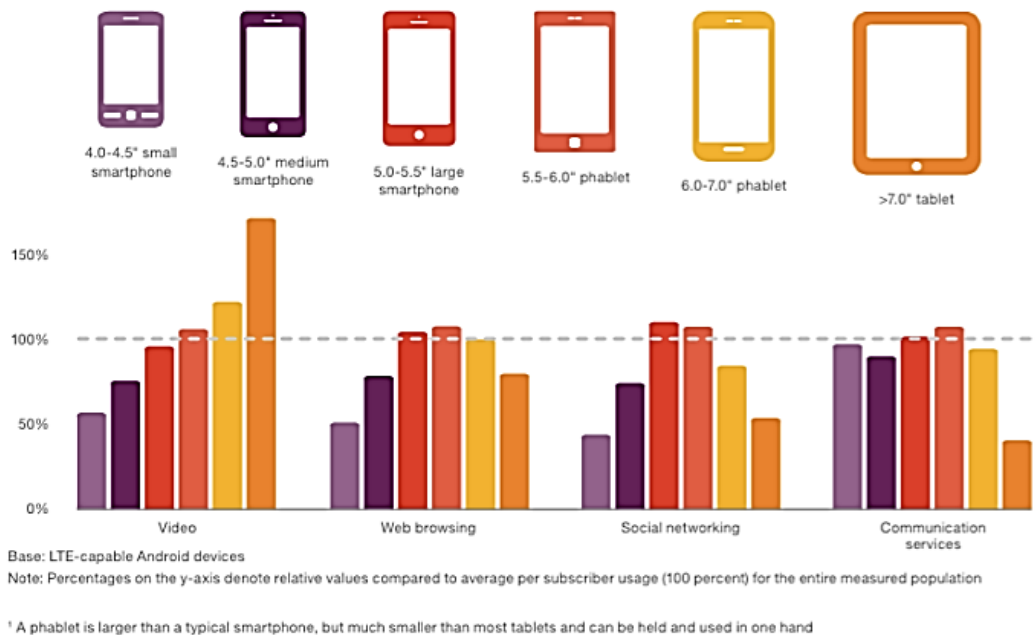
Penggunaan *smartphone* pada era ini sudah merupakan hal yang wajar. Brand/merek *smartphone* pun beragam. Demikian pula ukuran/dimensi *smartphone* pun berbeda-beda setiap tipe nya. Adapun hal yang perlu diketahui perbedaan antara *smartphone*, phablet dan tablet yaitu;



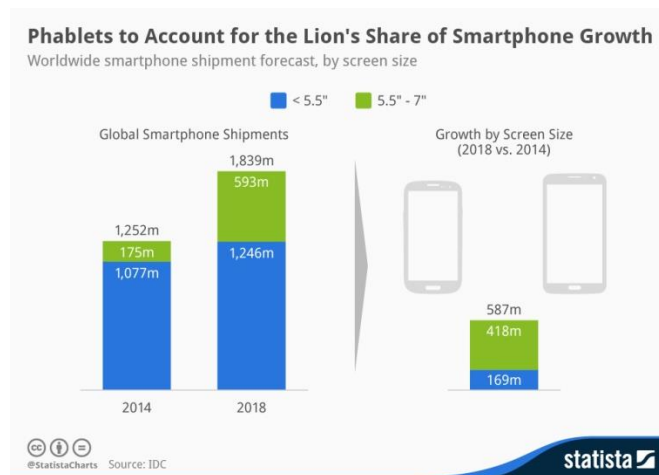
Gambar 2. 34 Perbandingan *Smartphone*, *Phablets*, dan *Tablets*

(sumber : www.i2mag.com, diakses tanggal 26 November 2017)

Adapun berdasarkan gambar diatas, maka *smartphone* berukuran berkisar 4-5 inchi dan *phablets* berkisar 5-7 inci, sehingga dalam pembuatan produk perlu mempertimbangkan dimensi tersebut agar sesuai saat diaplikasikan pada *smartphone*.



Gambar 2. 35 Penggunaan *smartphone* dibedakan berdasarkan ukuran layar nya
(sumber : www.techcrunch.com, diakses tanggal 22 Januari 2018)



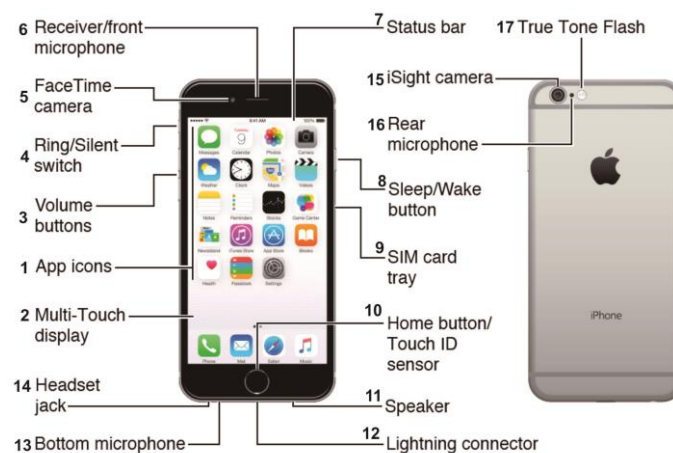
Gambar 2. 36 Pertumbuhan *Smartphone*

(sumber : www.statista.com, diakses tanggal 22 Januari 2018)

Berdasarkan gambar 2. 35 presentase penggunaan *smartphone* dan *phablet* tertinggi di dominasi oleh *large smartphone* dengan 5.0"-5.5" dan medium *phablets* 5.5"-6.0". Berdasarkan gambar 2. 36 diatas, dapat diketahui pula bahwa pertumbuhan dan keinginan pasar akan *smartphone* dengan layar lebih besar semakin meningkat. Large smartphone dan medium phablets berkisar antara 5.0"-6.0" tetap dapat menampilkan gambar yang jelas namun juga mudah untuk di genggam dan di bawa dalam waktu yang lama.

2. 7. 2 User Manual *Smartphone*

User Manual Smartphone (Penggunaan Manual/Dasar *Smartphone* bagi pengguna) merupakan hal mendasar untuk mengetahui dan mempelajari fitur *smartphone*. Hal ini penting untuk dipelajari guna mengetahui batasan dalam mendesain sebuah produk yang berkaitan dengan penggunaan *smartphone*. Khususnya pada batasan-batasan yang harus diperhatikan dan tidak boleh dilampaui agar tidak merusak fisik *smartphone* dan tetap nyaman saat menggunakan aplikasi.



Gambar 2. 37 *User Manual Smartphone*

(Sumber : www.youtube.com/manualtutorialuserguide, diakses tanggal 26 November 2017)

Keterangan gambar :

- | | |
|-------------------------|----------------------------------|
| 1. Ikon Aplikasi | 10. Tombol <i>Home</i> (beranda) |
| 2. Layar Sentuh | 11. <i>Speaker</i> |
| 3. Tombol Volume | 12. Konektor daya listrik |
| 4. Tombol bunyi/diam | 13. Mikrofon bawah |
| 5. Kamera Depan | 14. Lubang <i>Headset</i> |
| 6. Mikrofon depan | 15. Kamera belakang |
| 7. Status <i>bar</i> | 16. Mikrofon belakang |
| 8. Tombol hidup/nyala | 17. Lampu <i>Flash</i> |
| 9. Slot <i>sim card</i> | |

2. 7. 3 Perbandingan Posisi Kamera dan *Flash* pada *Smartphone*

Tiap merek dan tipe *smartphone* memiliki spesifikasi yang berbeda-beda. Adapun yang perlu diperhatikan yaitu mengetahui posisi kamera dan *flash smartphone*. Dengan membandingkan beberapa *smartphone*, maka dapat dengan mudah pula untuk menyesuaikan dan menentukan desain yang dapat digunakan

pada semua jenis *smartphone* walaupun posisi kamera dan flash tiap yang berbeda-beda.



Gambar 2. 38 Perbandingan Posisi Kamera dan *Flash* pada *Smartphone*

Dari gambar 2. 29. diatas dapat diketahui bahwa posisi kamera dan flash saling berdampingan dan berada pada jarak yang dekat. Selain itu, posisi kamera pada masing-masing merek/tipe *smartphone* berbeda-beda. Namun secara garis besar dapat dikelompokkan menjadi 2 posisi yaitu, kamera terletak di tengah dan kamera terletak di kanan-atas.

2. 8 *Telemedicine*

Telemedicine adalah pelayanan kesehatan dimana jarak merupakan faktor penting oleh semua profesional perawatan kesehatan yang menggunakan teknologi informasi dan komunikasi untuk pertukaran informasi yang valid untuk diagnosis, pengobatan, serta pencegahan penyakit dan cedera, penelitian dan evaluasi, dan juga untuk melanjutkan pendidikan penyedia layanan kesehatan, semua demi kemajuan kesehatan individu dan komunitas (*World Health Organization*, 2010: h. 10-11).

Adapun tinjauan pendekatan *telemedicine* yang paling sering digunakan di seluruh dunia juga merupakan sebagai solusi baru dan inovatif. Mendorong pertumbuhan dan perkembangan *telemedicine* secara global, terutama di negara berkembang (*World Health Organization*, 2010: h. 31).

Adapun empat elemen *Telemedicine* yang perlu diperhatikan, yaitu :

1. Tujuannya adalah untuk memberikan dukungan klinis

2. Dimaksudkan untuk mengatasi hambatan geografis, menghubungkan pengguna yang tidak berada dalam lokasi fisik yang sama.
3. Melibatkan penggunaan berbagai jenis Teknologi Informasi.
4. Tujuannya adalah untuk meningkatkan hasil kesehatan (diagnosa).



Gambar 2. 39 Mobile teleradiology sedang digunakan untuk berkomunikasi dengan radiologist yang berada di pusat kota

(Sumber: WHO Global Observatory eHealth, 2010)

2. 8. 1 Aplikasi dan Pelayanan Telemedicine

Aplikasi *telemedicine* dapat dikelompokkan menjadi dua tipe yaitu, sesuai dengan waktu informasi yang ditransmisikan, dan interaksi antara individu yang terlibat, baik itu antara pihak profesional ke pihak profesional, maupun pihak profesional ke pasien.

Telemedicine melibatkan pertukaran data pra-rekaman antara dua atau lebih individu pada waktu yang berbeda. Sebagai contoh, pasien atau pihak profesional yang merujuk mengirimkan sebuah *e-mail* tentang kasus medis kepada ahli kemudian mengirimkan kembali pendapat mengenai diagnosis dan manajemen yang optimal. Sebaliknya, *real time* atau *synchronous*, *telemedicine* membutuhkan individu yang terlibat untuk hadir bersama bertukar informasi, seperti kasus *video conference*. Informasi yang relevan dapat ditransmisikan di berbagai media, seperti teks, audio, video, maupun gambar/foto (World Health Organization, 2010: h. 12).

Untuk mendapatkan sebuah impresi dari kondisi terkini penyediaan layanan *telemedicine* saat ini, terdapat empat bidang *telemedicine* yang paling

banyak digunakan dan telah di survei secara khusus. Survei tersebut menguji 4 bidang *telemedicine* yaitu :

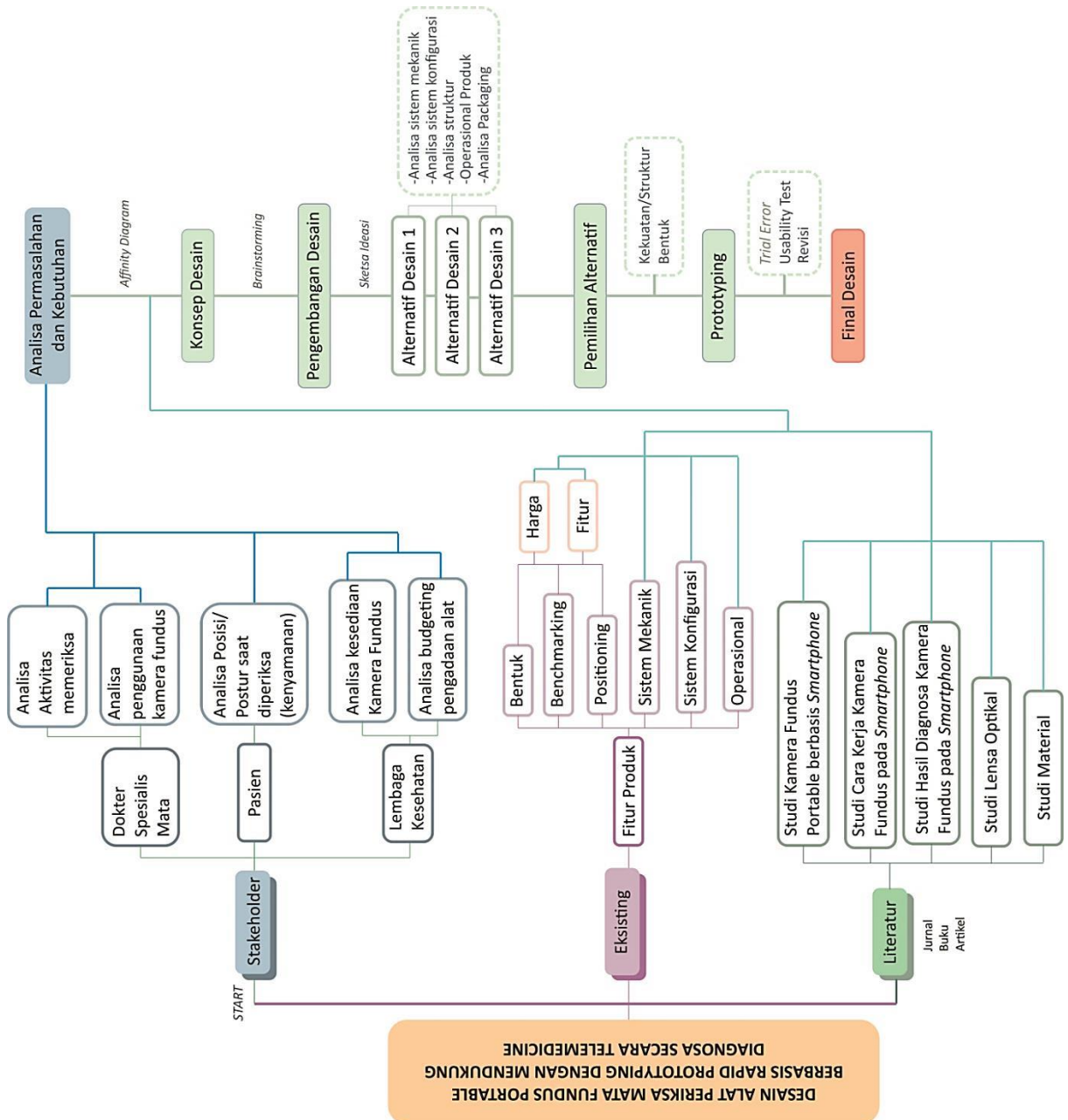
1. *Teleradiology* : penggunaan teknologi informasi untuk mengirimkan gambar radiologis digitak (misalnya gambar rongent) dari satu lokasi ke lokasi lain untuk tujuan interpretasi dan/ konsultasi.
2. *Telepathology* : penggunaan teknologi informasi untuk mengirimkan hasil patologis digital (misalnya gambar mikroskopis sel) untuk tujuan interpretasi dan/ konsultasi.
3. *Teledermatology* : penggunaan teknologi informasi untuk mengirimkan informasi medis mengenai kondisi kulit (misalnya tumor kulit) untuk tujuan interpretasi dan/ konsultasi.
4. *Telepsikiatri* : penggunaan teknologi informasi untuk evaluasi kejiwaan dan/ konsultasi melalui video dan telepon (*World Health Organization*, 2010: h. 36-37).

BAB 3

METODOLOGI DESAIN

3. 1 Skema Penelitian

Skema penelitian merupakan tahapan-tahapan yang diperlukan untuk menjadi landasan dalam proses merancang. Adapun alur tahapannya sebagai berikut.



Gambar 3. 1 Skema Penelitian

3. 2 Metode Pengumpulan Data

Dalam sebuah proses perancangan dibutuhkan data-data sebagai dasar untuk menemukan solusi yang akan diambil dan diaplikasikan. Dalam mendesain alat periksa mata fundus yang berangkat dari desain eksisiting akan didapat permasalahan dan kebutuhan, dimana akan ditemukan peluang yang akan diterapkan dalam desain alat periksa mata selanjutnya. Selain itu dibutuhkan pula data primer yang berasal langsung dari lapangan, serta data sekunder yang berasal dari literatur-literatur terpercaya. Adapun metode-metode pengumpulan data yang digunakan beserta penjelasannya sebagai berikut :

3. 2. 1 Literatur

Data literatur merupakan metode pengumpulan data yang berasal dari berbagai literatur terpercaya seperti buku, jurnal, artikel terpercaya, dsb. Adapun data literatur yang dibutuhkan yaitu mengenai anatomi mata, gangguan penglihatan, teori terkait mengenai indirect oftalmoskop, pengaplikasiannya pada metode 3D print, serta studi yang mendukung lainnya.

3. 2. 2 Observasi

Metode observasi digunakan untuk mengetahui, serta mengumpulkan data dengan mengamati secara langsung. Observasi diperlukan guna memperoleh data mengenai sarana dan prasarana yang tersedia, aktivitas atau alur pemeriksaan, dan pola interaksi dokter dengan pasien, dsb. Observasi telah dilakukan pada RSAL Dr. Ramelan Surabaya dan RS Siloam Surabaya. Pada RSAL Dr, Ramelan dilakukan observasi sebanyak 1 kali, dan pada RS Siloam sebanyak 4 kali.

Tabel 3. 1 Observasi

Gambar	Keterangan
 Gambar 3. 2 Dalam ruangan poli mata RSAL Dr. Ramelan	Observasi dilakukan pada Poli Mata RSAL Dr. Ramelan Surabaya. Ruang Praktek Dokter terdiri dari 2 ruangan terpisah yang di dalamnya terdapat beberapa peralatan yaitu, 2 buah slit lamp, TV, ARK, funduskopi, dsb.

Gambar	Keterangan
 Gambar 3. 3 Depan ruangan poli mata RSAL Dr. Ramelan	
 Gambar 3. 4 Dalam ruangan poli mata RSAL Dr. Ramelan	

Gambar	Keterangan
 Gambar 3. 5 Depan ruangan poli mata RS Siloam   Gambar 3. 6 Dalam ruangan poli mata RS Siloam	Observasi dilakukan pada Poli Mata RS Siloam Surabaya. Ruang Praktek Dokter terdiri dari 1 ruangan yang di dalamnya terdapat beberapa peralatan untuk pemeriksaan mata, seperti 1 buah slit lamp, TV, ARK, <i>Refracting Unit</i>, <i>Snellen Card</i> Proyektor, funduskopi, dsb.

3. 2. 3. Interview

Interview atau wawancara secara mendalam dengan ahli, atau disini yang dimaksud adalah dokter spesialis mata. Metode dilakukan untuk mengetahui pengalaman penggunaan produk, memahami masalah dan hambatan, mengetahui kebutuhan, serta peluang dalam pengembangan produk kedepan. *Interview*

dilakukan kepada dokter spesialis mata pada Rumah Sakit untuk mengetahui lebih detail mengenai produk dan teori terkait, serta review terhadap produk setara dan eksisting sehingga dapat dijadikan sebagai landasan dalam mengembangkan produk di masa mendatang. *Interview* telah dilakukan kepada 2 dokter spesialis mata di RSAL Dr. Ramelan Surabaya dan RSUD Dr. Soetomo Surabaya.

Tabel 3. 2 Interview

Gambar	Keterangan
 Gambar 3. 7 Interview dokter spesialis mata RSAL Dr. Ramelan Surabaya	Nama : Dokter Empi Profesi : Dokter Spesialis Mata RSAL Dr. Ramelan Surabaya Lokasi Interview : Poli Mata RSAL Dr. Ramelan Surabaya
	Nama : Dokter Asti Profesi : Dokter Spesialis Mata PPDS RSUD Dr. Soetomo Surabaya Lokasi Interview : Kediaman narasumber, di daerah Rungkut, Surabaya.

3. 2. 4. Shadowing

Kegiatan *shadowing* telah dilakukan sebanyak 4 kali di Poli Mata RS Siloam Surabaya. *Shadowing* dilakukan ketika dokter melakukan pemeriksaan langsung terhadap pasien. *Shadowing* dilakukan dengan Prof. Dr. Diany Yogiantoro dan Dr. Muhammad Firmansyah sebagai dokter spesialis mata.

Tabel 3. 3 Shadowing

No.	Gambar	Keterangan
1.	 Gambar 3. 8 Shadowing 1 RS Siloam Surabaya	Dokter : Prof. Dr. Diany Yogiantoro, SpM(K) Profesi : Dokter Spesialis Mata dan Konnsultan Lokasi : Poli Mata RS Siloam Surabaya Tanggal : 13 Maret 2017 Waktu : 10.00 WIB
2.	 Gambar 3 9 Shadowing 2 RS Siloam Surabaya	Lokasi : Poli Mata RS Siloam Surabaya Tanggal : 3 April2017 Waktu : 09.30 WIB
3.	 Gambar 3. 10 Shadowing 3 RS Siloam Surabaya	Lokasi : Poli Mata RS Siloam Surabaya Tanggal : 12 April 2017 Waktu : 09.30 WIB

4.	 Gambar 3. 11 <i>Shadowing 4</i> RS Siloam Surabaya	Dokter : Dr. Muhammad Firmansyah, SpM Profesi : Dokter Spesialis Mata Lokasi : Poli Mata RS Siloam Surabaya Tanggal : 12 September 2017 Waktu : 18.00 WIB
----	---	---

3. 2. 5 *Usability Test* dan *Review Ahli*

Usability Test dilaksanakan dengan cara melakukan tes secara langsung kepada target *user*. Dengan menggunakan metode *design requirement and objective*, serta memberikan arahan kepada pengguna untuk melakukan tugas sesuai dengan produk yang akan diuji tersebut. Adapun tujuannya yaitu untuk mendapatkan *review* langsung dari ahli (dokter spesialis mata), sehingga dapat tercapainya desain akhir yang selanjutnya akan menjadi *prototype*.

3. 3 *Affinity Diagram*

Metode *affinity diagram* digunakan untuk mengidentifikasi poin-poin permasalahan, untuk selanjutnya dijadikan sebagai solusi dan konsep desain. Setelah terkumpulnya data-data yang dijadikan sebagai poin-poin permasalahan, setelah itu dilakukan pengidentifikasian dan pemilahan isu-isu yang menarik ataupun permasalahan. Lalu isu-isu yang telah diortir tersebut akan dikelompokkan berdarakan kemiripan latar belakang, untuk kemudian dimasukkan ke dalam satu kategori. Tiap-tiap kategori memiliki subjek yang berbeda.

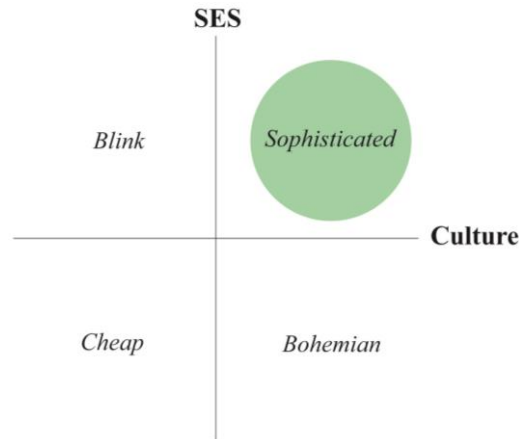
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 4

STUDI DAN ANALISIS

4. 1 Analiis Pengguna

4. 1. 1 Quadran Persona



Gambar 4. 1 Quadran Persona

Target konsumen diklasifikasikan dalam kategori *Sophisticated*, yaitu konsumen dengan SES yang berada pada kelas menengah keatas dan memiliki culture yang tinggi. Adapun calon pengguna yaitu dokter spesialis mata, baik pria maupun wanita.

4. 1. 2 Calon Pengguna

Analisa terhadap Dokter Spesialis Mata, baik pria maupun wanita dilakukan untuk mengidentifikasi kecenderungan dalam menentukan atau memilih produk atau peralatan kesehatan. Selain itu juga untuk mengetahui kisaran harga produk untuk selanjutnya akan dianalisa kembali dalam *positioning* produk.

Adapun Tabel mengenai Demografi, AIO (*Activity, Interest, Opinion*), dan Quadran *Pleasure* sebagai berikut :

a. Dokter Spesialis Mata (Pria)

Tabel 4. 1 Demografi Dokter (Pria)

	Demografi
	Nama : Dr. Umar Dwi Wedya, SpM (K) Usia : 51 tahun Gender : Pria Pekerjaan : Dokter Spesialis Mata

	Pendidikan : Kedokteran Status : Menikah Deskripsi singkat : Seorang Dokter Spesialis Mata senior, sibuk, berdedikasi, mengikuti perkembangan teknologi, dan memiliki pengalaman yang banyak.
---	---

Tabel 4. 2 Lifestyle AIO Dokter (Pria)

<i>Lifestyle (AIO)</i>		
<i>Activity</i>	<i>Interest</i>	<i>Opinion</i>
Bekerja dari pagi hingga sore, terkadang sampai malam	Membaca buku-buku medis, agama, dan genre lainnya.	Berdedikasi terhadap pekerjaannya
Melayani pasien diluar tempat praktek, seperti via whatsapp.	Kumpul bersama kolega dan rekan kerja	Cerdas dan berwawasan luas
Meluangkan waktu untuk berlibur bersama keluarga.	Mendengarkan dan bermain alat musik.	Ramah terhadap pasien, rekan kerja dan staf lainnya
Kerap mengajar atau <i>teaching</i> kepada dokter junior.	Mengikuti kemajuan teknologi, seperti <i>smartphone</i> atau <i>tablet</i> .	Menjadi panutan dokter

b. Dokter Spesialis Mata (Wanita)

Tabel 4. 3 Demografi Dokter (Wanita)

	Demografi
	Nama : Dr. Lailus Prastyani SpM Usia : 34 tahun Gender : Wanita Pekerjaan : Dokter Spesialis Mata Pendidikan : Kedokteran Status : Menikah Deskripsi Singkat : Seorang Dokter Spesialis Mata junior, memiliki jadwal praktek pada hari tertentu setiap minggunya, mobilitas tinggi, mengikuti perkembangan teknologi.

Tabel 4. 4 Lifestyle AIO Dokter (Wanita)

Lifestyle (AIO)		
Activity	Interest	Opinion
Bekerja dari pagi hingga sore pada hari tertentu sesuai dengan jadwal praktek	Membaca buku medis, biografi, dan genre lainnya	Ramah dan perhatian kepada pasien
Mengurus keperluan Rumah Tangga ketika selesai bekerja	Perawatan wajah dan badan di klinik kecantikan secara rutin	Cerdas dan rasa ingin tahu tinggi

Meluangkan waktu untuk keluarga saat tidak ada jadwal.	Menerapkan pola hidup sehat dengan memasak makanan sendiri daripada membeli di luar.	Selalu semangat saat bekerja
--	--	------------------------------

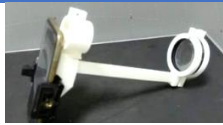
4. 2 Analisis Pasar

Analisa pasar dilakukan untuk mengetahui kebutuhan dan gambaran *user* terhadap produk yang akan dirancang. Analisa pasar yang dilakukan yaitu analisa benchmarking, dan positioning.

4. 2. 1 Analisis *Benchmarking*

Tabel 4. 5 *Benchmarking*

	 <i>oDocs Eye</i>	 <i>oDocs Viso Scope</i>	 <i>EyeGo</i>
Harga	≤ Rp. 1.000.000,- (belum termasuk lensa optik)	Rp. 4.333.225,-	≤ Rp. 1.000.000,- (belum termasuk lensa optik)
Material	PLA/Nylon <i>Plastic</i>	Nylon <i>Plastic</i>	PLA
Panjang	200 mm	200 mm	± 150 mm
Parts	4 <i>parts</i>	3 <i>parts</i>	2 <i>parts</i>
Asesoris	Mur dan Baut	Tidak ada	Tidak ada
Kuncian Smartphone (Phone Holder)	Menggunakan <i>tension screw cap</i> 	Menggunakan <i>screw</i>	<i>Phone holder fix</i> , tidak dapat di <i>adjustable</i> dan hanya bisa digunakan <i>iphone 5</i>
Kuncian Lensa Optik	Menggunakan mur dan baut	Menggunakan <i>lense ring</i>	Menggunakan penjepit lensa
Pengatur	Sistem <i>retractable</i>	Tidak ada sistem	Sistem <i>Adjustable</i>

Jarak		<i>adjustbale (fix)</i>	
	 <i>Fundus Photographs with 3D printers and smartphones</i>	 <i>Smart Ophthalmology Tips Funduscopy Adapter</i>	 <i>Smartphone Fundus Camera</i>
Harga	≤ Rp. 1.000.000,- (belum termasuk lensa optik)	≤ Rp. 1.000.000,- (belum termasuk lensa optik)	≤ Rp. 1.000.000,- (belum termasuk lensa optik)
Material	ABS/PLA	ABS	ABS/PLA
Panjang	± 200 mm	± 200 mm	± 200 mm
Parts	5 parts	4 parts	2 parts
Asesoris	Mur dan baut, metal rod	Mur dan baut	Mur dan baut
Kuncian Smartphone (Phone Holder)	Phone holder fix, hanya bisa digunakan <i>iphone 5</i>	<i>Phone holder</i> mengambil dari produk lain	Tidak ada
Kuncian Lensa Optik	Lensa disematkan pada metal rod	Menggabungkan 2 part, yaitu lensa dijepit oleh 2 part tersebut	Lensa disematkan pada bagian dalam body
Pengatur Jarak	Menggunakan metal rod sebagai sistem <i>adjustable</i>	Tidak ada sistem <i>adjustbale (fix)</i>	Tidak ada sistem <i>adjustbale (fix)</i>

4. 2. 2 Analisis *Positioning*

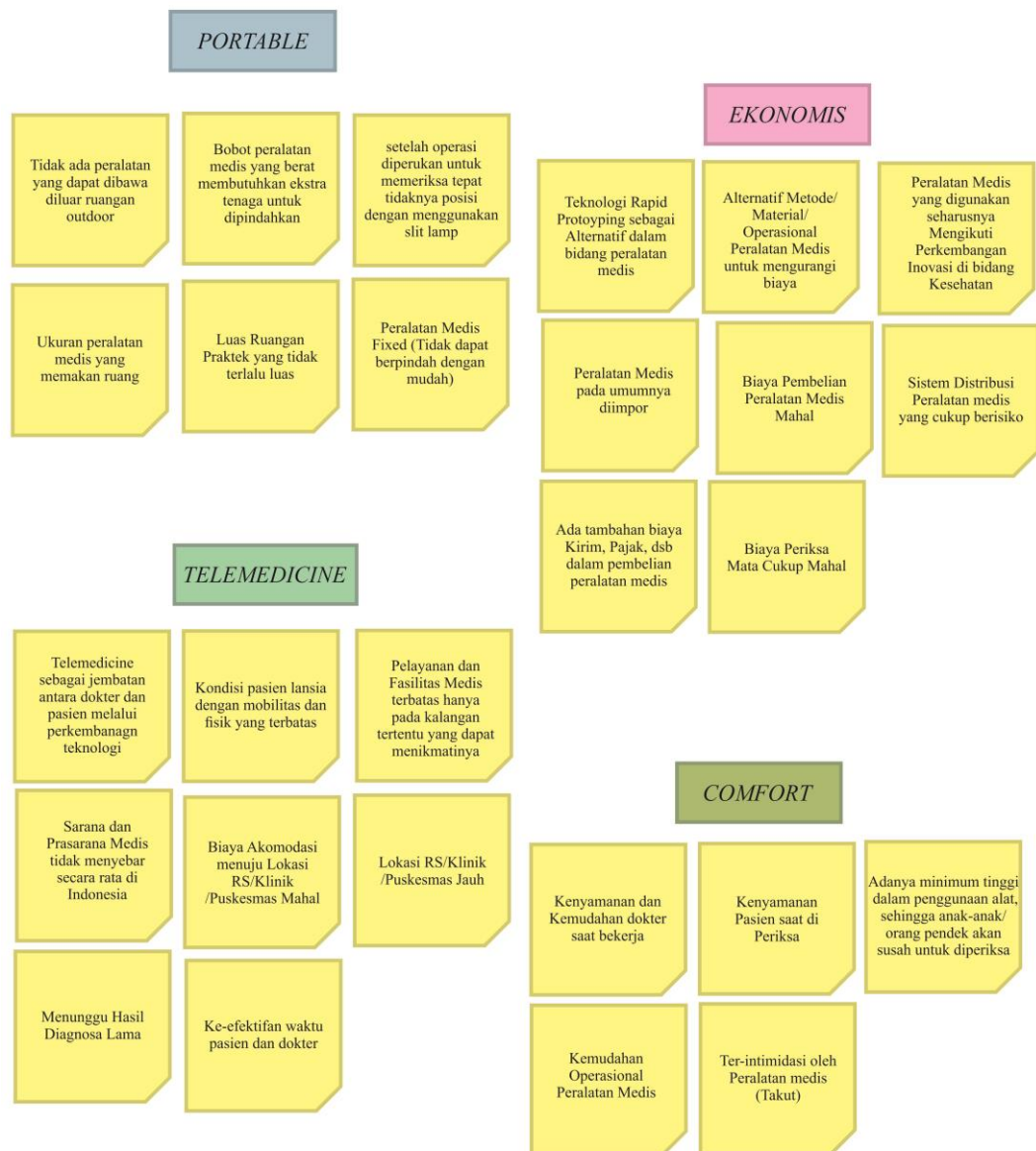


Gambar 4. 2 *Positioning* produk

Pada gambar 4. 2 diatas menunjukkan bahwa posisi brand dari produk yang akan didesain merupakan produk yang diproduksi menggunakan mesin 3D *printing* dan skala produksi terbatas (*small factory*). Selain itu harga yang dipatok pun berkisar antara Rp. 1.200.000 – 2.000.000, lebih terjangkau dibanding produk yang ada di pasar lainnya.

4. 3 *Affinity Diagram*

Berdasarkan data hasil observasi, dapat diidentifikasi masalah atau isu-isu menarik sebagai tinjauan pola perilaku dan kecenderungan. Lalu selajnutnya akan diolah kembali menjadi beberapa kategori yang dapat dijadikan sebagai ide konsep desain.



Gambar 4. 3 Affinity Diagram

Setelah dilakukan pengkategorian berdasarkan isu-isu sejenis, maka dihasilkan 4 kategori, yaitu *Portable*, *Ekonomis*, *Telemedicine*, dan *Comfort*.

1. Portable

Dengan sistem *portable* peralatan medis yang berukuran besar dan berat tersebut dapat disederhanakan menjadi lebih ringan dan kecil sehingga mudah dibawa kemana pun

2. Ekonomis

Dengan peralatan medis yang lebih ekonomis maka diharapkan biaya periksa dan berobat pun akan lebih murah, sehingga dapat diaplikasikan pada

semua lembaga dan sektor kesehatan, khususnya di daerah yang jauh dari perkotaan

3. *Telemedicine*

Penerapan teknologi *telemedicine* sebagai jembatan penghubung antara dokter dan pasien melalui kemajuan teknologi saat ini, seperti penggunaan *smartphone*/tablet/laptop jinjing. Selain itu, dengan teknologi ini dapat meminimalkan waktu dan jarak

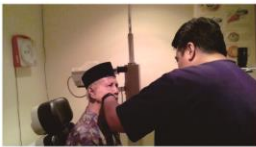
4. *Comfort*

Kenyamanan dokter saat memeriksa pasien dapat mempengaruhi hasil diagnosa. Demikian pula kenyamanan pasien. Guna memperoleh hasil diagnosa yang tepat, kenyamanan dokter dan pasien saat terlibat dengan peralatan medis perlu diperhatikan.

4. 4 Studi Aktivitas

Studi Aktivitas didapat melalui observasi dan *shadowing*. Adapun aktivitas yang ditinjau yaitu berupa aktivitas dokter ketika memeriksa pasien, hasil foto, interaksi antara dokter-pasien dan alat medis yang digunakan, dsb. Berikut tabel yang memaparkan aktivitas awal ketika dokter menerima pasien hingga selesai pemeriksaan.

Tabel 4. 6Shadowing 1

1		Dokter melihat secara langsung mata pasien menggunakan tangan	8		Setelah itu, dokter menyiapkan <i>ARK</i> , serta menyesuaikan dengan posisi pasien
2		Memasangkan <i>phoropter</i> pada pasien untuk mengetahui refraksi mata pasien sembari mengatur/mengganti lensa yang sesuai untuk pasien	9		Dokter memulai untuk mengoperasikan <i>ARK</i> untuk mengukur kekuatan bola mata pasien
3		Dokter menyalakan tombol untuk mengaktifkan <i>snellen chart</i> melalui proyektor	10		Ketika mengoperasikan <i>ARK</i> , dokter mengontrol pergerakan lensa yang menuju pada mata pasien menggunakan <i>controller</i> guna mendapatkan gambar mata yang jelas
4		Dokter mengontrol <i>snellen chart</i> menggunakan remot	11		Setelah itu dokter menggunakan <i>Slit Lamp</i> . Dokter mengatur ketinggian <i>slit lamp</i> menyesuaikan dengan pasien
5		Tampilan <i>snellen chart</i> yang ditampilkan melalui proyektor	12		Dokter melihat dan mengecek apakah posisi lensa sudah sesuai dengan menggunakan <i>controller</i> ke arah kanan-kiri maupun ke arah depan-belakang
6		Untuk mengetes penglihatan pasien kembali, dokter mengisyaratkan jari dengan angka 5 kepada pasien dari jarak cukup jauh	13		Setelah posisi sesuai, dokter memeriksa bilik mata depan pasien secara bergantian antara mata kanan dan kiri
7		Dokter menggunakan <i>direct ophthalmoscopy</i> untuk memeriksa kejernihan refraksi pasien	14		Setelah semua tahap selesai, dokter menjelaskan secara ringkas mengenai penyakit mata yang diderita pasien sembari menuliskan resep.

Tabel 4. 7 Shadowing 2

1		Dokter sedang memeriksa mata pasien menggunakan alat <i>direct ophthalmoscopy</i> . Dokter menyesuaikan jarak dengan pasien	4		Penampakan lebih dekat cahaya yang disinarkan pada pasien
2		Dokter memerintahkan pasien untuk fokus melihat lurus kepada cahaya yang dikeluarkan oleh alat tersebut	5		Setelah itu, pemeriksaan mata menggunakan <i>slit lamp</i>
3		Pasien melihat lurus ke arah sumber cahaya	6		Hasil foto bilik mata depan pasien yang ditangkap oleh <i>slit lamp</i> , ditampilkan melalui layar TV sembari dokter menjelaskan kondisi mata kepada pasien.

Kesimpulan :

Berdasarkan studi aktivitas yang telah dilakukan pada tabel 4. 2 dan 4. 3 diatas, adapun *highlight* dan potensi desain yang di dapat, khususnya ketika dokter menggunakan alat oftalmoskopi direk, yaitu :

Tabel 4 8 *Highlight* Aktivitas dan Potensi Desain

<i>Highlight</i> Aktivitas	Potensi Desain
Jarak antara dokter dengan pasien cukup dekat	Desain oftalmoskopi yang mampu memberika kenyamanan dalam jarak antara dokter dengan pasien
Adanya kontak fisik (bersentuhan) dengan pasien	Memberikan rasa aman dan nyaman bagi pasien, serta mengurangi kontak fisik antara dokter dengan pasien, khususnya apabila berlawanan jenis
Dokter lebih banyak berdiri ketika memeriksa pasien, sehingga lebih mudah lelah	Memberikan ruang bagi dokter untuk memeriksa secara nyaman, mudah, serta tidak menimbulkan kelelahan

4. 5 Analisis Pemilihan Fitur pada Produk

Tabel 4. 9 Analisis Pemilihan Fitur pada Produk

Parameter	Kompetitor				
	Kompetitor 1	Kompetitor 2	Kompetitor 3	Kompetitor 4	Kompetitor 5
					
<i>Universal</i> , dapat digunakan oleh semua merek dan tipe <i>smartphone</i>	✓	✗	✓	✓	✗
Menggunakan asesoris sebagai <i>joining system</i> antar <i>parts</i>	✗	✗	✓	✓	✓
Memakan waktu lebih singkat dalam assembly	✓	✓	✗	✗	✗
Keamanan asesoris terhadap user	✓	✓	✗	✓	✗
Mudah untuk menyematkan dan melepas <i>smartphone</i> pada produk atau <i>phone holder</i>	✓	✓	✓	✗	✓
Keamanan sistem penguncian (<i>locking system</i>) antara <i>smartphone</i> dengan produk	✗	✗	✗	✓	✓
Terdapat sistem <i>adjustable</i> untuk mengatur jarak	✗	✓	✓	✗	✓
Dapat dilipat	✗	✗	✗	✗	✗
Kemudahan untuk bongkar pasang <i>parts</i>	✓	✓	✗	✗	✗

Keterangan :
 Warna ✗ : Fitur belum ada pada produk lain
 Warna ✗ : Sebagian kecil fitur sudah ada pada produk lain

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui fitur yang menjadi potensi desain untuk pengembangan fitur yang sudah ada maupun yang belum ada.

- Fitur yang belum ada pada produk lain, dimana hal ini dapat menjadi peluang dalam perancangan, yaitu :

1. Dapat dilipat.

Yaitu, bagian *arm* dapat dilipat kearah bawah (secara vertikal). Adapun tujuan nya yaitu, agar pengguna dapat menyimpan dengan mudah dan lebih ringkas ketika produk tidak digunakan. Ketika produk dilipat maka ruang untuk penyimpanan-pun lebih efisien, serta lebih mudah dibawa kemana-pun mengingat produk menjadi lebih ramping.



Gambar 4. 4 Bagian *arm* dapat dilipat

- Fitur yang sebagian kecil sudah ada pada produk lain, namun sebagian besar juga belum ada pada produk lain, dimana hal ini dapat menjadi peluang dalam perancangan, yaitu :

1. Menghabiskan waktu lebih singkat dalam perakitan (*assembly*).

Adapun maksudnya yaitu, penggunaan asesoris untuk menggabungkan antara part tidak menghabiskan waktu yang terlalu lama. Waktu yang lama dikarenakan banyaknya jumlah part yang harus digabungkan atau jumlah asesoris yang digunakan cukup banyak, sehingga teknisi berkesulitan cukup lama dalam pemasangan. Untuk mengurangi hal tersebut, produk dirancang dengan jumlah *part* yang tidak terlalu banyak dan penggunaan asesoris yang lebih sedikit. Maka diharapkan waktu yang dihabiskan pun lebih singkat dan dapat mengurangi kelelahan.

2. Keamanan sistem penguncian (*locking system*) antara *smartphone* dengan produk.

Adapun yang dimaksud yaitu *phone holder* atau asesoris yang berfungsi untuk menyatukan/menyematkan *smartphone* dengan produk. Hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan mekanisme *phone holder* atau asesoris yaitu keamanan fisik *smartphone* ketika produk disematkan. *Holder* atau asesoris yang digunakan haruslah tidak merusak fisik *smartphone*, khususnya fitur yang rentan terhadap tekanan seperti layar dan tombol. Penambahan material spons/karet eva pun menjadi pilihan yang bagus sebagai pengaman tambahan bagi fisik *smartphone* pada holder. Selain itu, kemudahan pengguna dalam menyematkan *smartphone* pada produk pun haruslah mudah dan cepat.

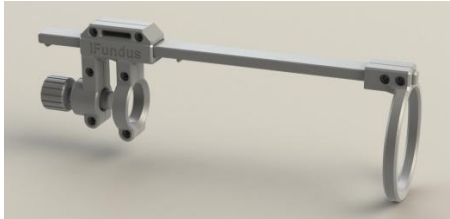
3. Kemudahan untuk membongkar dan memasang *parts*.

Adapun yang dimaksud yaitu, pengguna dapat dengan mudah apabila membongkar-pasang *parts*, dan dalam waktu yang relatif singkat. Hal ini merujuk kembali pada nomor 1 diatas. Terdapat bagian dimana pengguna perlu untuk membongkar *part* lensa, dimana efisiensi waktu dan keamanan lensa dibutuhkan, yaitu dengan meminimalisir asesoris yang digunakan namun tetap mengunci rapat lensa. Selain itu kenyamanan dan kemudahan bagi pengguna pun juga perlu diperhatikan, yaitu dengan meminimalisir penggunaan alat perkakas tambahan seperti obeng, dsb.

4. 6 Studi Acuan Produk

Tabel 4. 10 Produk Acuan

No.	Gambar	Keterangan
1.	 Gambar 4. 5 oDocs VisoScope (Sumber : http://eyeop3.com/product/tieussa/, diakses tanggal 30 Oktober 2017)	<i>oDocs visoScope</i> memberikan kemampuan untuk menggambarkan retina langsung kepada <i>iPhone</i> anda. Kini hadir dengan permukaan yang lebih halus, mudah untuk membersihkan dan merawatnya.
		Yang Diacu
		• Penutup/penjepit lensa optik dengan sistem ulir untuk menjepit lensa agar lebih mudah 
2.	<i>oDocs Eye</i>	Sebuah alat yang mampu menggambarkan retina, dicetak secara 3D <i>printed</i> yang dapat digunakan secara terintegrasi dengan <i>smartphone</i> untuk memotret atau

No.	Gambar	Keterangan
	 Gambar 4. 6 oDocs Eye (Sumber : http://eyeop3.com/product/tieussa/, diakses tanggal 30 Oktober 2017)	mengambil gambar retina. Untuk membuatnya dapat diakses secara global, maka data (<i>soft file</i>) dari alat ini disediakan online secara gratis (<i>open source</i>). Yang Diacu • Penutup/penjepit lensa optik dengan sistem penjepit menggunakan mur baut sebagai <i>joining</i>. 
3.	<i>Monopod</i> atau Tongkat Narsis Bluetooth Kabel  Gambar 4. 7 Tongkat Narsis Bluetooth Kabel	Anda bisa mengambil foto di mana saja hanya dengan menekan tombol yang tersedia di tongkatnya. Tongsis <i>wireless</i> ini kompatibel terhadap iPhone maupun Android. Anda hanya perlu memastikan bahwa konektivitas <i>bluetooth</i> di ponsel Anda bekerja dengan baik. <i>Holder</i> yang tersedia di setiap tongsis berfungsi untuk mencengkeram ponsel atau kamera.

No.	Gambar	Keterangan
		Yang Diacu
		Sistem pengunci antara <i>phone holder</i> dengan <i>stick</i> atau tongkat untuk menggenggam. Sistem pengunci menggunakan mur dan baut, dimana pada bagian kepala mur terdapat penutup yang berfungsi untuk memutar/mengunci agar lebih mudah dan nyaman. 
4.	3D Printed Ophthalmoscope oleh Drs. Taufik Hidayat, MT  Gambar 4. 8 3D Printed Ophthalmoscope oleh Drs. Taufik Hidayat, MT	Portable 3D printed oftalmoskop karya Drs. Taufik Hidayat, MT. Merupakan pengembangan desain dari <i>oDocs Eye</i>, yang di desain secara fungsional dan kompak. Dengan menggunakan sedikit asesoris sebagai joining sistem, struktur produk tetap kuat dan kokoh. Selain itu produk lebih aman dan ramah bagi fisik <i>smartphone</i>, karena meminimalisir kontak fisik antara produk dengan <i>smartphone</i>.

No.	Gambar	Ketereangan
		Yang Diacu
		- Sistem lipat antara part arm dengan <i>body</i>. Dapat dilipat secara vertikal dengan menggunakan join mur dan baut.  - Sistem <i>joining</i> dan penjepit <i>smartphone</i>

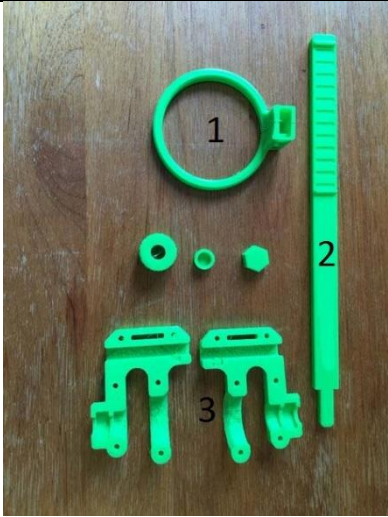
4. 7 Studi dan Analisis Produk *Open Source*

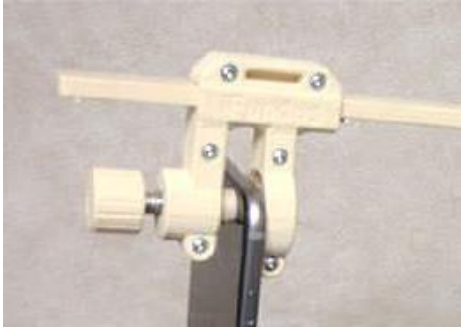
Odocs Eye karya Dr. Hong merupakan kamera fundus 3D *print* dimana data nya dapat diakses secara gratis dan dapat dicetak oleh siapa pun (*open source file*). Setelah produk selesai dicetak, langkah selanjutnya yaitu merangkai *parts* menggunakan mur dan baut, dibantu dengan obeng.

4. 7. 1 Studi *Part* Komponen Produk *Open Source*

Tabel 4. 11 Studi *Part* Komponen Produk *Open Source*

No.	Gambar	Keterangan
1.		Produk selesai dicetak menggunakan mesin 3D <i>printing</i> . Produk memiliki 3 bagian <i>part</i> . Yaitu <i>part</i> 1 untuk penempatan

		lensa indirek oftalmoskop. <i>Part 2</i> merupakan sebuah batang panjang
No.	Gambar	Keterangan
	 Gambar 4. 9 <i>Part-part produk open source</i>	sebagai penghubung antara part 1 dan 3. Dan <i>part 3</i> merupakan tempat untuk menyematkan <i>smartphone</i>, berupa penjepit menggunakan sekrup yang dilengkapi dengan pelindung. Untuk menyatukan ketiga <i>part</i> membutuhkan mur dan baut, serta obeng. Adapun mur dan baut yang digunakan yaitu, M2 x 25 mm Jumlah mur dan baut sebanyak 8 pasang.
2.	 Gambar 4. 10 <i>Part 1</i>	<i>Part mount</i> lensa, merupakan tempat untuk menyematkan lensa optik
3.	 Gambar 4. 11 <i>Part 2</i>	<i>Part clip body</i> , yang berfungsi sebagai penjepit <i>smartphone</i>

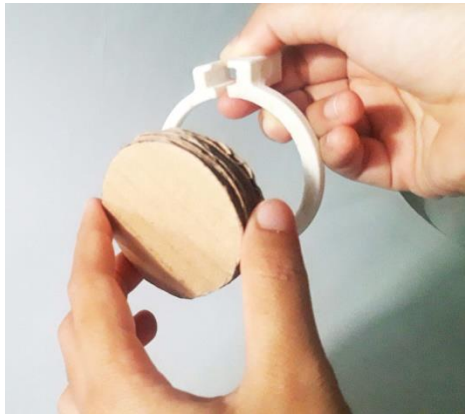
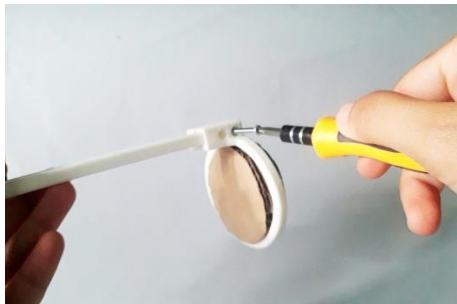
No.	Gambar	Keterangan
4.	 Gambar 4. 12 Part 3	<i>Part arm</i> , merupakan pengubung antara part lensa dengan <i>part phone holder</i> . Juga berfungsi sebagai pemberi jarak kenyamanan bagi dokter dengan pasien
5.	 Gambar 4. 13 Part 4	<i>Part tension screw cap</i> , merupakan pelindung yang terletak pada ujung-ujung asesoris agar fisik <i>smartphone</i> tidak tergores, serta memberi kenyamanan bagi pengguna.

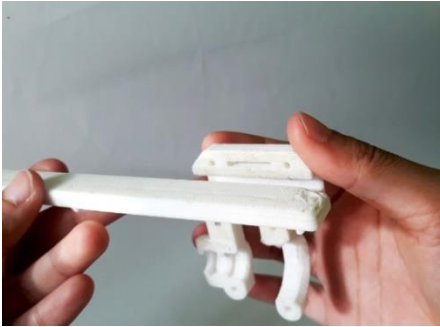
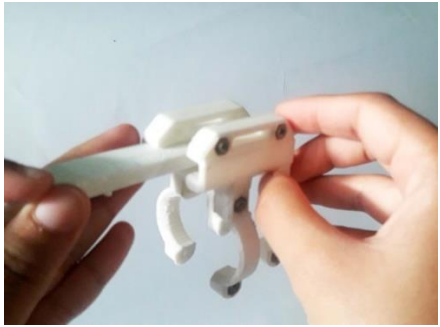
4. 7. 2 Studi Assembly Produk Open Source

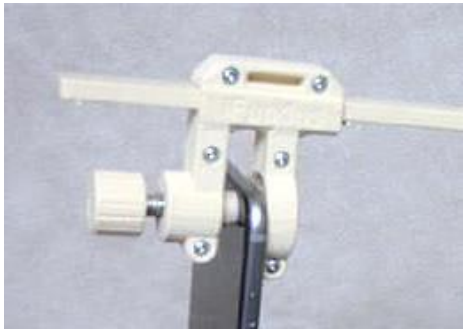
Adapun detail *parts* dan langkah perangkaian hingga produk utuh dijelaskan pada tabel dibawah :

Tabel 4. 12 Studi Assembly Produk Open Source

Langkah	Gambar	Keterangan
---------	--------	------------

1	 Gambar 4. 14 Langkah 1	Menyematkan lensa optik pada part lensa dengan cara menggunakan 2 jari untuk melebarkan part lensa, sehingga lensa optik dapat dimasukkan secara tepat
Langkah	Gambar	Keterangan
2	 Gambar 4. 15 Langkah 2	Menggabungkan <i>part</i> lensa dengan <i>part adjustable arm</i> secara tepat.
3	 Gambar 4. 16 Langkah 3	<i>Joining</i> menggunakan mur baut, dibantu dengan obeng

4	 Gambar 4. 17 Langkah 4, clip sisi kanan  Gambar 4. 18 Langkah 4, sisi kiri	Menggabungkan <i>clip body</i> secara tepat pada part <i>adjustable arm</i>
Langkah	Gambar	Keterangan
5	 Gambar 4. 19 Langkah 5	Mengunci <i>clip body</i> menggunakan mur baut, dibantu dengan obeng

6	 Gambar 4. 20 Langkah 6	Menyematkan <i>tension screw cap</i> sebagai pengunci <i>smartphone</i> .
---	---	---

Kesimpulan :

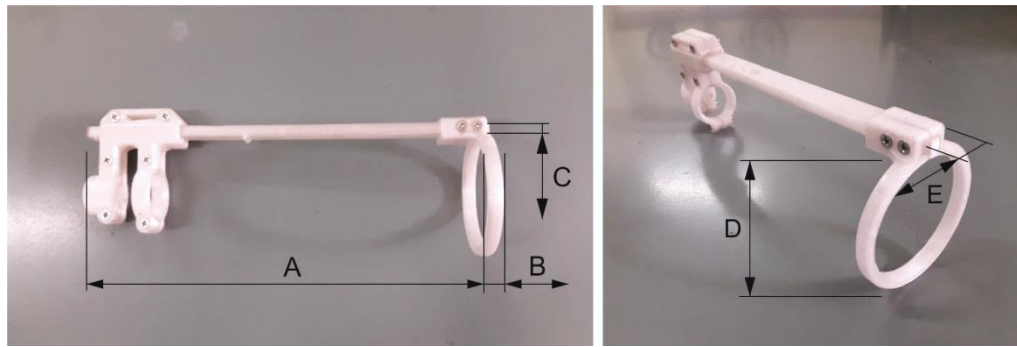
Untuk merakit *oDocs Eye* memerlukan 6 langkah. *Joining* yang dibutuhkan yaitu mur dan baut M2 x 25mm sebanyak 8 pasang.

Namun jumlah *joining* yang diperlukan cukup banyak untuk merakit produk, sehingga dalam proses nya menghabiskan waktu yang cukup lama, dan menimbulkan kelelahan karena untuk menguncinya menggunakan obeng. Selain itu, sistem penguncian *smartphone* menggunakan *clamp* atau penjepit berupa *tension screw cap* pada bagian atas layar *smartphone*. Hal tersebut cukup beresiko terjadinya retak pada layar *smartphone*, khususnya yang tidak dilengkapi *screen guard* (pelindung layar).

Untuk lebih menghemat waktu, mengurangi kelelahan, dan meningkatkan keamanan fisik *smartphone*, maka pada pengembangan produk selanjutnya penggunaan *joining* akan diminimalisir, dan untuk menguncinya tidak menggunakan obeng maupun alat lainnya. Serta, sistem penguncian *smartphone* (*phone holder*) tidak menjepit layar *smartphone*, namun menjepit pada bagian sisi luar badan *smartphone*, di kanan-kiri atau atas-bawah.

4. 7. 3 Studi Pengukuran Dimensi Produk

Pengukuran dimensi produk dimulai dari pengukuran pada produk *open source* yang telah di cetak, yaitu *oDocs Eye*. Dari *oDocs Eye* yang telah di cetak, dapat diketahui ukuran tiap *part* sehingga dapat dijadikan sebagai acuan dan pertimbangan dalam menentukan ukuran produk. Adapun hal ini dapat dijadikan acuan dimensi karena *oDocs Eye* telah menjalani riset dan *usability test* pasar lebih dahulu.



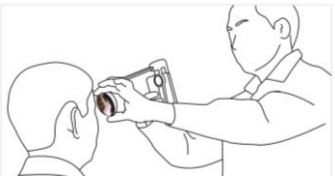
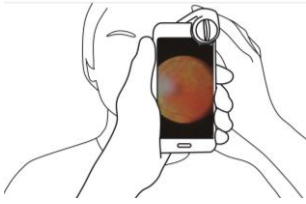
Gambar 4. 21 Pengukuran Dimensi Produk *Open Source*

Tabel 4. 13 Hasil Pengukuran Produk *Open Source*

A	Panjang <i>Part adjustable arm</i>	220 mm
B	Lebar <i>Part Lensa</i>	7 mm
C	Tinggi <i>Part adjustable arm</i>	6 mm
D	Diameter Dalam <i>Part Lensa</i>	55 mm
E	Lebar <i>Part adjustable arm</i>	13 mm

4. 8 Studi Kebiasaan Pengguna

Tabel 4. 14 Kebiasaan pengguna

Gambar	Kebiasaan Pengguna	Potensi Desain
 Gambar 4. 22 Kebiasaan Pengguna 1	Dokter secara manual memaju-mundurkan lensa <i>aspheric</i> dari mata pasien hingga menemukan jarak yang pas, dengan meletakkan jari manis dan kelingking tangan kiri pada kening pasien sebagai tumpuan	Menerapkan sistem <i>adjustable</i> pada arm, sehingga dapat dimaju-mundurkan dengan atau tanpa bantuan jari manis dan kelingking. Selain itu dapat menimbulkan kenyamanan bagi dokter dan pasien yang
Gambar	Kebiasaan Pengguna	Potensi Desain
 Gambar 4. 23 Kebiasaan Pengguna 2	Posisi genggam <i>smartphone</i> agak kebawah, dimana telapak tangan bersentuhan langsung dengan permukaan	Diberikan <i>phone holder</i> pada permukaan luar <i>smartphone</i> yang mengikuti kontur telapak tangan, yaitu dengan

	<i>smartphone</i> yang datar. Terdapat kerenggangan pada lekukan telapak tangan saat menggenggam, sehingga posisi menggenggam kurang nyaman, dan <i>smartphone</i> beresiko jatuh.	menerapkan <i>rounded edge</i>. Sehingga dokter dapat lebih nyaman ketika menggenggam, dan pergerakan jempol untuk menekan <i>capture</i> atau mengatur fokus pada layar <i>smartphone</i> tidak terganggu.
--	---	--

4. 9 Studi Fiksasi Jarak Lensa ke Mata

4. 9. 1 Operasional

Tabel 4. 15 Operasional funduskopi indirek dengan 3D *printed* funduskopi indirek

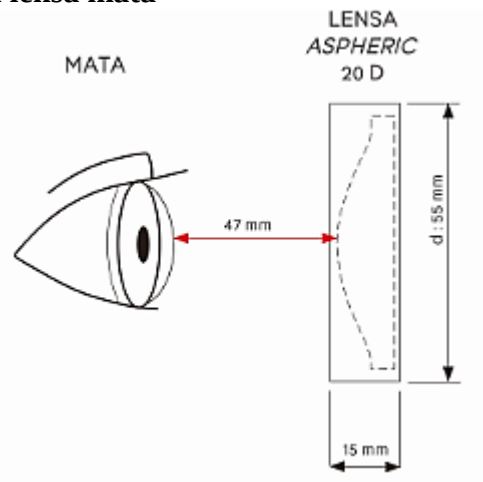
Funduskopi Indirek	
 Gambar 4. 24 Operasional funduskopi indirek	Dokter mengatur jarak secara manual antara sumber cahaya dengan lensa <i>aspheric</i>, dengan memaju-mundurkan lensa <i>aspheric</i> secara manual
3D printed Funduskopi Indirek	
 Gambar 4. 25 Operasional 3d <i>printed</i> funduskopi indirek	Jarak lensa <i>aspheric</i> dengan sinar <i>flash</i> sudah di tentukan ukurannya sesuai dengan ukuran cetak maksimal mesin 3D <i>print</i>. Maka untuk mengatur jarak, dokter dapat menggunakan sistem <i>adjustable</i> pada <i>arm</i>.

Adapun alasan mengapa dokter memaju-mundurkan lensa secara manual karena, kekuatan bola mata setiap orang berbeda-beda.

Kesimpulan :

Berdasarkan operasional funduskopi indirek dengan 3D *printed* funduskopi indirek, dapat diketahui pada keduanya bahwa pengaturan jarak dari sumber cahaya ke lensa *aspheric* merupakan hal yang penting. Jarak dapat berubah-ubah tergantung kondisi mata pasien. Maka pada 3D *printed* funduskopi indirek, pengaturan jarak perlu diterapkan pada bagian *arm* dengan sistem *adjustable*, sehingga dokter tetap dapat mengatur jarak secara manual dengan tidak mengganggu proses pengambilan foto/video dari mata pasien.

4. 8. 2 Fiksasi jarak pada lensa mata



Gambar 4. 26 Fiksasi mata ke lensa

Jarak lensa *aspheric* ke mata tergantung dengan tipe lensa nya. Pada gambar diatas merupakan jarak lensa 20D ke mata yaitu ± 47 mm. Adapun jarak tersebut tidak dapat dijadikan sebagai patokan, karena tergantung dengan kondisi mata dan pencahayaan.

Maka dokter mengatur secara manual dengan menyesuaikan kondisi mata pasien dibantu dengan jari tangan kiri yang ditempel atau diletakkan pada kening pasien.

Kesimpulan :

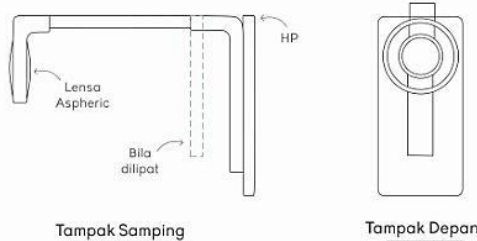
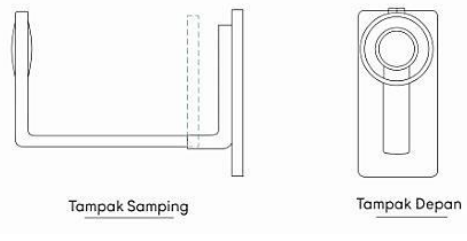
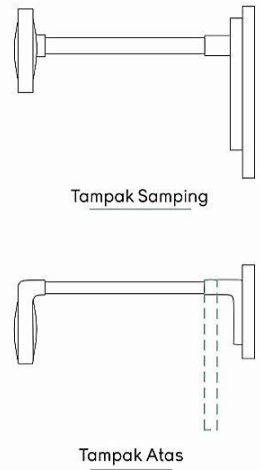
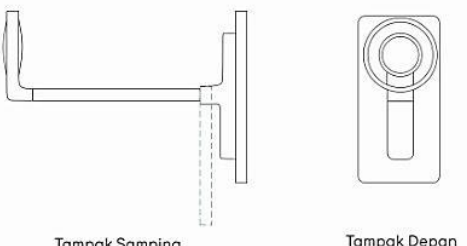
Yang dapat dan harus mengoperasikan funduskopi indirek adalah dokter ahli retina, yaitu tidak dapat sembarang orang untuk mengoperasikannya.

Adapun komponen tambahan pada depan *part* lensa tidak diperlukan, karena jarak lensa *aspheric* ke mata pasien dapat berbeda-beda (sekali pun dengan tipe sama). Dokter akan mengatur secara manual jarak dibantu dengan tangan kirinya dalam waktu yang relatif singkat.

Karena tangan kiri yang digunakan untuk menggenggam lensa dan menempelkan sebagian jari pada kening pasien, maka penambahan part *handle* tidak diperlukan karena dikhawatirkan akan memberikan kesulitan dan kebingungan dokter ketika memeriksa pasien.

4. 10 Analisis posisi *Arm*

Tabel 4. 16 Posisi *arm*

Arm Atas	Arm Bawah
 Tampak Samping Tampak Depan	 Tampak Samping Tampak Depan
Arm Kanan	Arm Tengah
 Tampak Samping Tampak Atas	 Tampak Samping Tampak Depan

Kesimpulan :

Berdasarkan visualisasi 4 posisi *arm* berbeda diatas, dan pertimbangan visualisasi ketika produk dilipat, maka didapat hasil akhir yang akan diterapkan pada perancangan yaitu , posisi *arm* atas dan tengah. Adapun pertimbangan dalam pemilihannya yaitu :

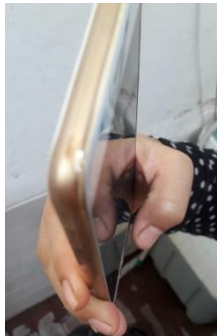
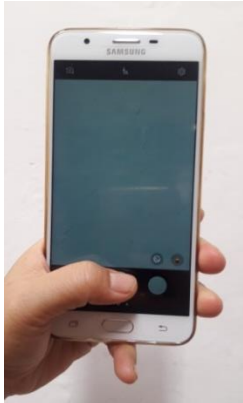
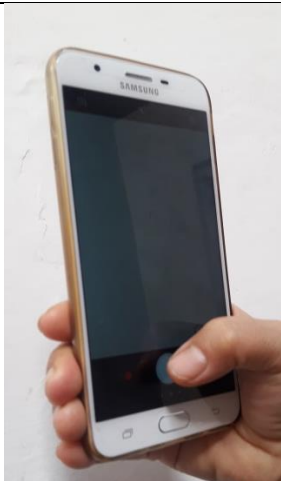
1. *Arm* mudah untuk dilipat
2. Orientasi ketika *arm* dilipat tetap mudah dalam penyimpanannya
3. Tidak menghalangi genggam tangan pengguna
4. Efisiensi material

4. 11 Genggaman Tangan Terhadap *Smartphone*

Genggaman tangan terhadap *smartphone*, khususnya posisi genggaman tangan ketika mengambil foto/video saat proses pemeriksaan, pergerakan jempol pada layar dengan kontur telapak tangan saat menggenggam *smartphone* perlu diperhatikan untuk mengetahui kenyamanan genggaman pengguna. Karena kelak genggaman tidak hanya pada *smartphone* saja, namun genggaman terhadap *smartphone* dan juga terhadap produk.

Tabel 4. 17 Genggaman tangan pada *smartphone*

No.	Gambar	Keterangan
1.	 Gambar 4. 27 Tampak Depan Genggaman Tangan Kanan	Telapak tangan kanan menggenggam <i>smartphone</i> dengan posisi agak kebawah karena tombol <i>capture</i> pada layar <i>smartphone</i> berada dibawah
No.	Gambar	Keterangan

	 Gambar 4. 28 Tampak atas genggam tangan	
2.	 Gambar 4. 29 Tampak Depan Genggaman Tangan Kiri	Telapak tangan kiri menggenggam <i>smartphone</i>, karena tidak semua pengguna menggunakan tangan kanan untuk menggenggam <i>smartphone</i>
3.	 Gambar 4. 30 Posisi jempol dan kontur telapak tangan ketika menekan <i>capture</i>	Pergerakan jempol pada layar <i>smartphone</i> terhadap kontur telapak tangan. Ketika jempol berpindah untuk menekan <i>flash</i> dengan ketika menekan <i>capture</i> pun berbeda. Kontur telapak tangan ketika bergerak untuk menekan <i>flash</i> maupun mengatur fokus, kontur telapak tangan menjadi sedikit renggang, sehingga genggamannya menjadi kurang kokoh atau <i>smartphone</i> rentan jatuh.

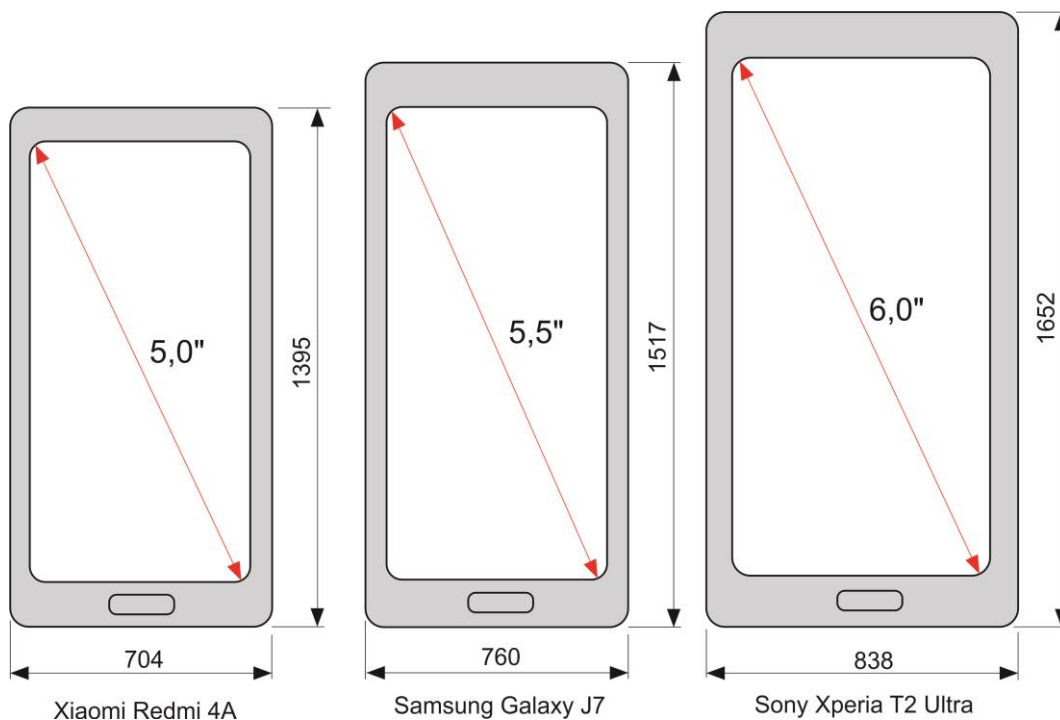
Namun tidak menutup kemungkinan, tangan kiri/kanan yang sedang tidak dalam posisi menggenggam, dapat digunakan untuk menekan flash maupun mengatur fokus karena dalam menekan flash maupun mengatur fokus, waktu yang diperlukan hanya sebentar saja.

4. 12 Studi Analisis *Smartphone*

Studi analisis *smartphone* dibutuhkan untuk menentukan batasan tipe *smartphone* atau *phablet* yang akan digunakan. Khususnya pada dimensi layar dan tombol eksternal *smartphone* yang akan dijadikan sebagai batasan dalam mendesain.

4. 12. 1 Dimensi *Smartphone*

Smartphone dibedakan atas ukuran layar nya, dapat dilihat pada BAB 2 halaman 39. Adapun *smartphone* yang saat ini banyak digunakan yaitu *large smartphone* dan *medium phablet* dengan kisaran layar 5.0"-6.0", atau yang kurang sedikit dari 5.0" atau yang lebih sedikit dari 6.0". Ukuran tersebut dipilih karena dapat menampilkan gambar yang jelas baik dalam pengambilan gambar, *web browsing*, *social networking*, dsb (BAB 2, halaman 39). Berikut komparasi ketiga ukuran :



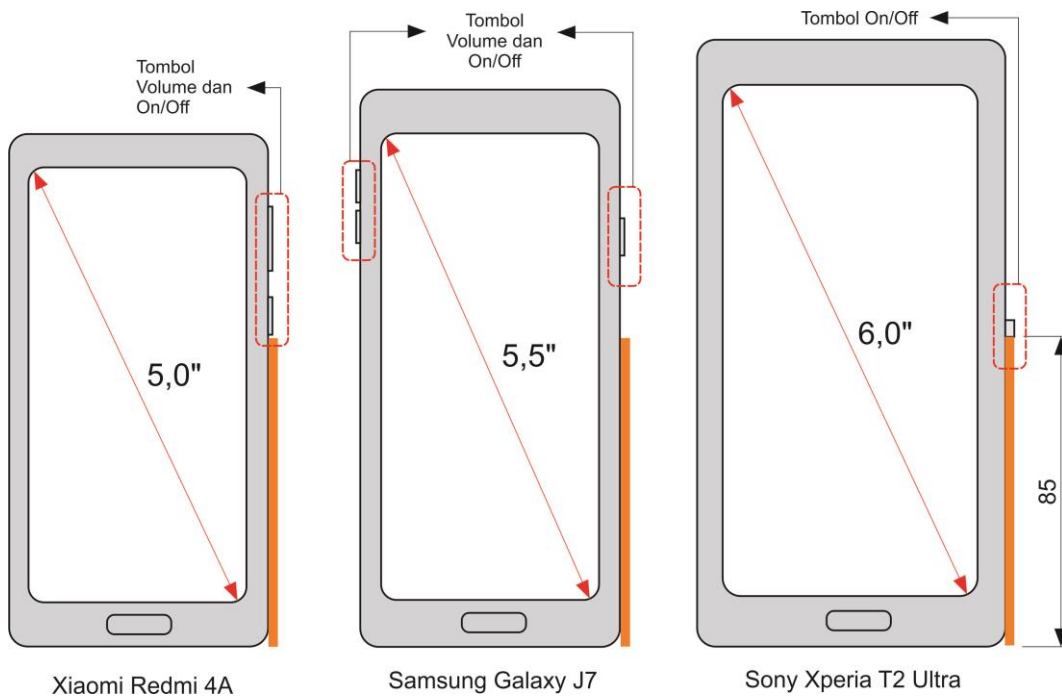
Gambar 4. 31 Komparasi ketiga ukuran *smartphone* terpilih

Kesimpulan :

Ukuran *smartphone* yang terpilih untuk digunakan pada produk yaitu 5.0" – 6.0" karena kedua ukuran tersebut yang banyak digunakan masyarakat saat ini. Selain itu, dengan pertimbangan ukuran layar yang cukup besar tersebut, maka pada proses pengambilan gambar pun akan lebih maksimal .

4. 12. 2 Tombol Eksternal pada *Smartphone*

Hal yang perlu diperhatikan dalam proses mendesain produk yang akan dirancang yaitu tidak mengganggu maupun menghalangi kinerja tombol eksternal pada *smartphone*. Adapun tombol eksternal tersebut pada beberapa *smartphone* yaitu :



Gambar 4. 32 Tombol Eksternal pada *smartphone*

Kesimpulan :

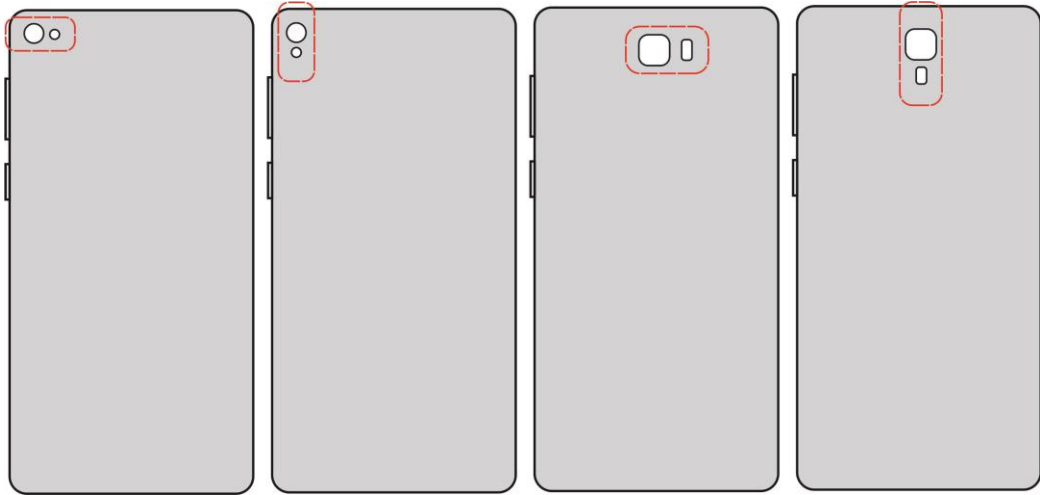
Berdasarkan pertimbangan posisi tombol eksternal pada ketiga merek diatas, maka pertimbangan panjang *phone holder* agar tidak mengganggu kinerja tombol adalah ± 85 mm dengan mengacu pada posisi tombol paling bawah. Adapun 85 mm tersebut diukur dari permukaan bawah hingga bawah tombol.

4. 13. Analisis Bentuk *Adjuster* Terhadap Kamera *Smartphone*

Adjuster berfungsi sebagai penentu jika kamera *smartphone* dengan lensa *aspheric* telah berada pada satu garis lurus. Bentuk *adjuster* di tentukan berdasarkan posisi kamera dengan *flash*, dimana posisi kamera dengan *flash* pada

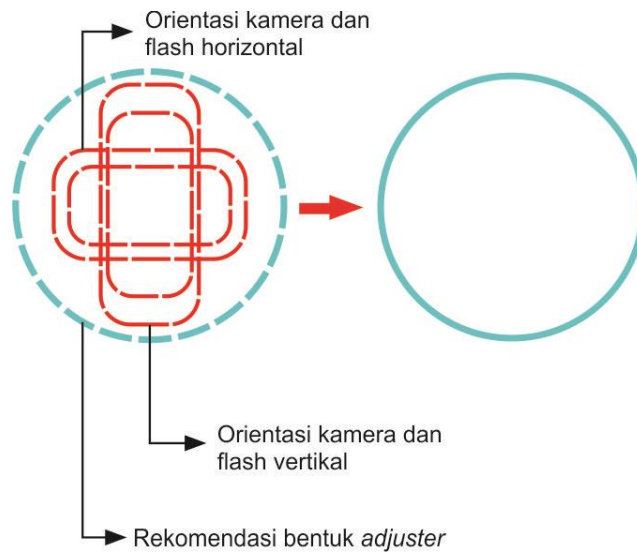
tiap tipe dan merek *smartphone* dapat berbeda-beda. Adapun posisi nya dapat dikelompokkan menjadi 2 orientasi yaitu,

1. Kamera dan *flash* berada pada 1 garis horizontal
2. Kamera dan *flash* berada pada 1 garis vertikal.



Gambar 4. 33 Pengelompokkan posisi kamera dengan *flash*

Adapun untuk penentuan bentuk *adjuster* sebagai berikut :



Gambar 4. 34 Bentuk *adjuster*

Kesimpulan :

Berdasarkan posisi kamera dan *flash* diatas maka didapatkan rekomendasi bentuk *adjuster* yang dapat diterapkan oleh semua posisi kamera yaitu, bentuk lingkaran. Selain itu, bentuk lingkaran juga lebih organis bagi pengguna untuk di sentuh atau di geser.

(Halaman sengaja dikosongkan)

BAB 5

HASIL DESAIN DAN PEMBAHASAN

5. 1 Konsep Desain

Berdasarkan hasil analisa aktivitas, affinity diagram, dan analisa lainnya yang telah dilakukan, adapun konsep desain yang akan diaplikasikan dalam perancangan yaitu *Portable*, *Less Parts*, *Less Joining System*, *Easy to Use*, dan *Space Saving*.

5. 1. 1 *Portable*

Adapun maksud dari *portable* yaitu, produk mudah di bawa dan ringan. Maka dalam ukuran produk pun cenderung kecil, sehingga pengguna dapat lebih leluasa untuk membawanya dalam situasi apapun. Berat produk pun juga dipertimbangkan agar tidak terlalu berat. Selain itu, produk dapat digunakan di dalam dan luar ruangan.

5. 1. 2 *Universal*

Adapun maksud dari universal yaitu, produk dapat digunakan oleh semua merek *smartphone*, dengan posisi kamera dan *flash* yang berbeda-beda pada tiap tipe nya. Terdapat *adjustable* berupa mur dan baut pada bagian *phone holder* sehingga dapat diatur sesuai dengan posisi kamera.

5. 1. 3 *Easy to Use*

Easy to use atau mudah dalam pengoperasian. Pengguna dapat mengoperasionalkan produk dengan mudah, aman, nyaman, dan mengurangi keletihan. Penggunaan alat perkakas seperti obeng pun tidak digunakan dalam penguncian produk karena selain kurang praktis, juga dapat menimbulkan keletihan bagi pengguna. Penggunaan produk pun lebih mudah, yaitu pengguna cukup menyematkan lensa optik pada penutup/penjepit lensa dan produk pun siap digunakan pada pasien.

5. 1. 4 *Space Saving*

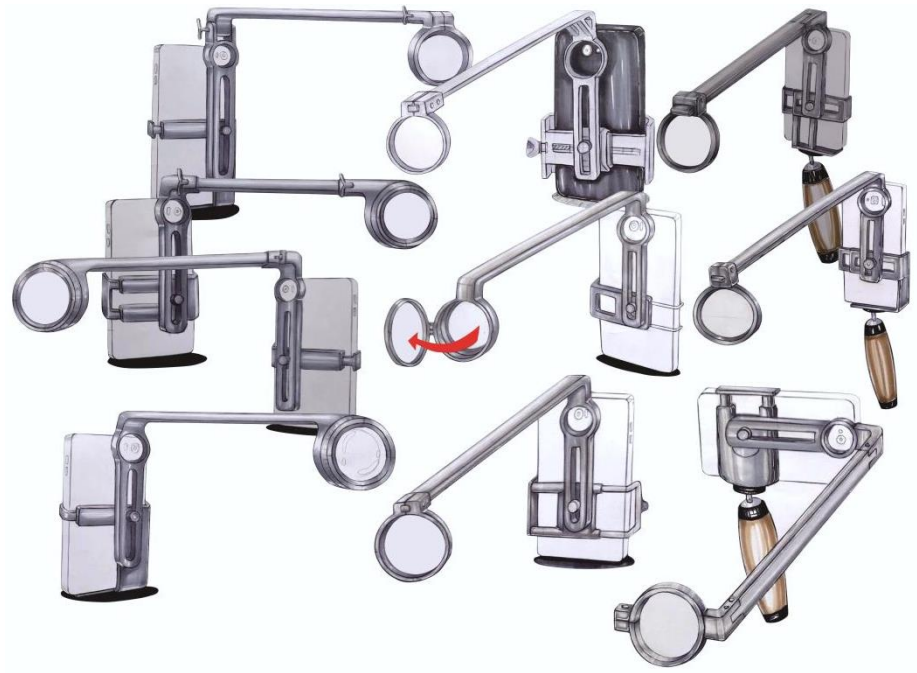
Space saving atau menghemat penggunaan ruang penyimpanan produk. Ketika produk sedang tidak digunakan, pengguna dapat menyimpan produk pada sebuah kantung/tas kecil agar produk tetap aman dan terlindungi. Maka agar tidak menghabiskan banyak ruang, produk dapat dilipat agar lebih ramping dan praktis.

5. 1. 5 *Less Joining*

Less joining atau meminimalisir penggunaan aksesoris untuk menggabungkan tiap *part*. Dengan menggunakan aksesoris yang lebih sedikit, maka proses pemasangan maupun pembongkaran produk dapat lebih efisien, efektif, dan tidak menimbulkan kebingungan pada pengguna.

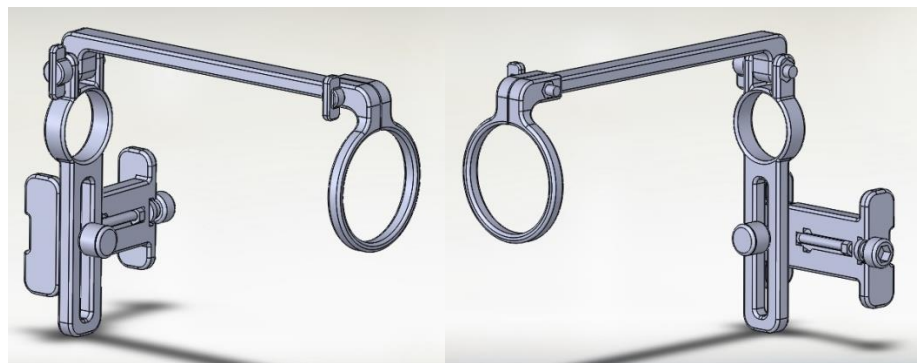
5. 2. Pengembangan Alternatif Desain

5. 2. 1 *Thumbnail Sktech*



Gambar 5. 1 *Thumbnail Sketch*

5. 2. 2 Alternatif Desain 1



Gambar 5. 2 3D Digital Model Alternatif Desain 1

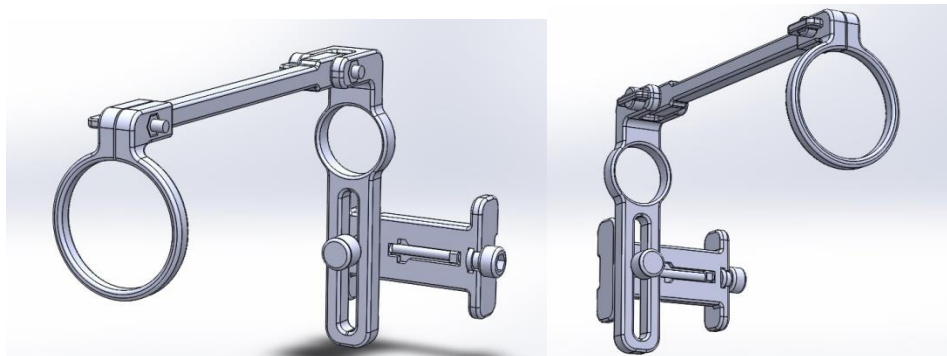


Gambar 5. 3 Studi Model Alternatif Desain 1

Pembahasan :

Part arm dapat dilipat dengan menggunakan 2 kunci mur dan baut yang menggunakan *tension screw cap* agar pengguna mudah dalam mengoperasionalkannya. Part lensa menggunakan sistem kunci. Arm berbentuk “L”, dikhawatirkan struktur kurang kuat.

5. 2. 3 Alternatif Desain 2



Gambar 5. 4 3D Digital Model Alternatif Desain 2

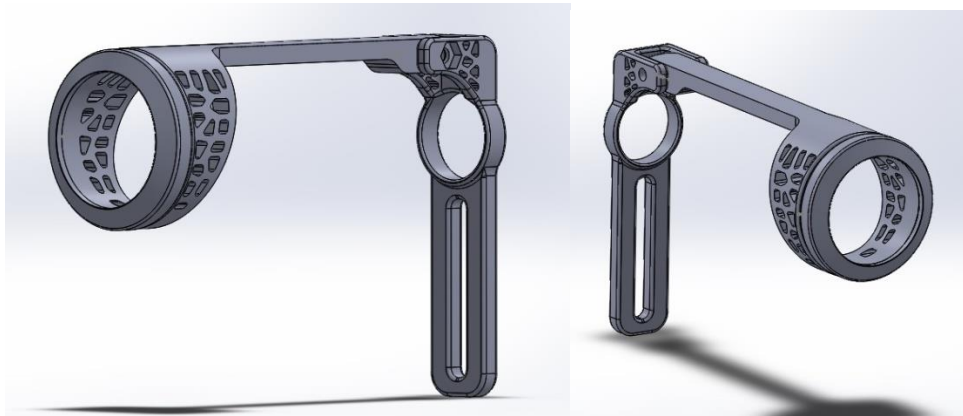


Gambar 5 5 Studi Model Alternatif Desain 2

Pembahasan :

Part *arm* dapat dilipat dengan menggunakan kunci mur dan baut yang menggunakan *tension screw cap* agar pengguna mudah dalam mengoperasionalkannya. Part lensa menggunakan sistem kunci, sama dengan alternatif desain 1, namun dikhawatirkan keamanan lensa *aspheric* karena tidak ada pelindung tambahan, dan lensa dapat beresiko jatuh.

5. 2. 4 Alternatif Desain 3



Gambar 5. 6 3D Digital Model Alternatif Desain 3



Gambar 5. 7 Studi Model Alternatif Desain 3

Pembahasan :

Part *arm* dapat dilipat dengan menggunakan kunci mur dan baut yang menggunakan *tension screw cap* agar pengguna mudah dalam mengoperasionalkannya. Part lensa menggunakan sistem penutup. Sehingga untuk memasukkan lensa cukup dengan memasukkannya dan menutupnya kembali dengan penutup lensa. Dibagian depan dan belakang *part* lensa juga terdapat penahan agar lensa tidak jatuh bila produk diletakkan posisi vertikal. Pola voronoi dikhawatirkan akan membiaskan sinar *flash*, dan asen tersebut juga dirasa kurang berpengaruh.

5. 2. 5 Alternatif Desain 4



Gambar 5. 8 3D Digital Model Alternatif Desain 4

Pembahasan :

Part arm dapat dilipat dengan menggunakan kunci mur dan baut yang menggunakan *tension screw cap* agar pengguna mudah dalam mengoperasionalkannya. *Part* lensa menggunakan sistem penutup. Sehingga untuk memasukkan lensa cukup dengan memasukkannya dan menutupnya kembali dengan penutup lensa. Dibagian depan dan belakang *part* lensa juga terdapat penahan agar lensa tidak jatuh bila produk diletakkan posisi vertikal. Komponen tambahan yang berfungsi untuk memepkuat struktur memberikan kesan menakutkan bagi pasien, dan penggunaan part akan semakin banyak.

Kesimpulan :

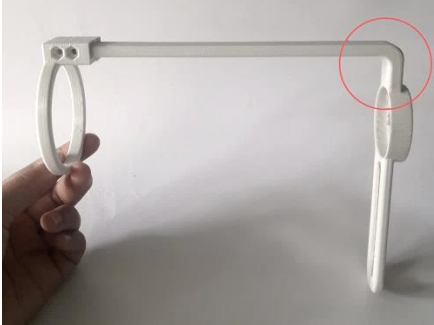
Berdasarkan keempat alternatif tersebut, maka alternatif desain 4 dijadikan sebagai desain terpilih yang akan dikembangkan ke dalam beberapa pengembangan desain dengan mengacu pada sutau sistem pada part alternatif desain 4 tersebut.

Adapun alasan pemilihan desain alternatif 4 adalah :

1. Genggaman tangan pengguna lebih nyaman, yaitu tidak ada nya tambahan berupa part lain (tidak mengganjal)
2. Struktur yang lebih kuat, mengantisipasi deformasi *arm*, dan sekaligus meminimalisir material pada *part arm* dengan menerapkan profil “U”
3. Sistem kunci lensa yang lebih sederhana dibandingkan dengan alternatif desain 1 dan 2 yang memerlukan mur dan baut dalam pengunciannya

5. 3 Analisa *Trial* dan *Error* Alternatif Desain

Tabel 5. 1 Analisa *Trial* dan *Error* Percobaan Model 1

No.	Gambar	Permasalahan	Penyelesaian
1.		Sudut siku dikhawatirkan kurang kokoh	<i>Fillet</i> pada sudut siku diubah menjadi <i>chamfer</i>

Tabel 5. 2 Analisa *Trial* dan *Error* Percobaan Model 2

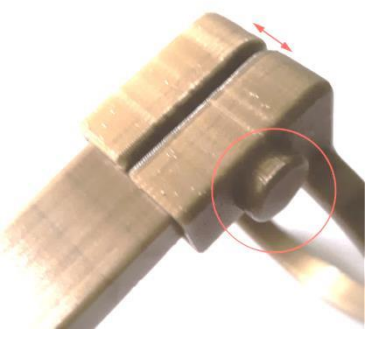
No.	Gambar	Permasalahan	Penyelesaian
1.		Sudut siku sudah diubah menjadi chamfer, namun penempatan produk menjadi kurang praktis, karena terlalu panjang	Sudut siku dijadikan terpisah dengan part adjuster, yaitu menerapkan sistem lipat. Sehingga produk menjadi lebih kokoh dan praktis
2.		<i>Phone holder</i> merupakan file <i>open source</i> dari www.thingiverse.com . Diberikan part tambahan pada <i>phone holder</i> untuk menempatkan baut. Namun penempatan kurang pas dengan produk.	<i>Phone holder</i> di desain ulang agar penempatan baut dapat menyatu.

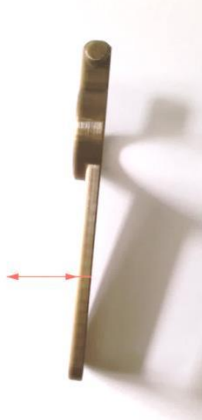
Kesimpulan :

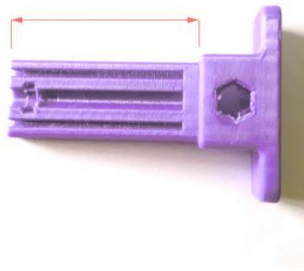
Dari kedua percobaan model yang telah dijelaskan pada tabel 4. 11 dan 4. 12 diatas, bahwa kedua model tersebut di desain kembali khususnya pada bagian part arm yang menyambung langsung dengan part *adjuster*. Adapun desain ulang dilakukan karena dikhawatirkan struktur kurang kuat, khususnya dibagian arm dan adjuster yang rentan patah ketika diberikan beban lensa. Apabila produk sedang tidak digunakan, penyimpanannya pun susah karena akan menghabiskan ruang banyak, dan kurang praktis.

Adapun perubahan desain model akan dijelaskan pada ketiga tabel dibawah.

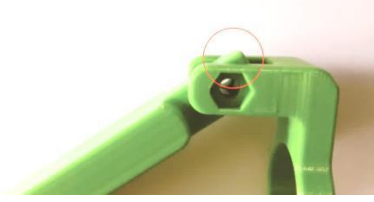
Tabel 5. 3 Analisa Trial dan Error Model Alternatif Desain 1

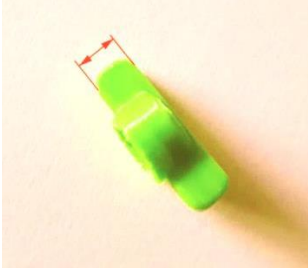
No.	Gambar	Permasalahan	Penyelesaian
1.		Tebal arm terlalu tipis, dikhawatirkan kurang kokoh	Ditambah ketebalan nya 3-4 mm
2.		Ketika part lensa di sematkan part arm, part lensa kurang tertutup secara rapat sehingga terlihat masih ada celah	Bagian dalam part lensa yang berfungsi untuk mengunci part arm, di kecilkan hingga 4-5 mm
		Bagian lubang menonjol sebagai tempat mur dan baut kurang panjang, sehingga mur tidak dapat masuk dengan pas	Bagian menonjol tersebut dihilangkan

No.	Gambar	Pemasalahan	Penyelesaian
3.		Ketebalan tempat untuk menempatkan mur dan baut kurang tebal, sehingga baut tidak dapat disematkan secara pas	Ditambah ketebalan nya 3-4 mm
		Bagian menonjol tempat untuk menempatkan mur dan baut	Bagian menonjol tersebut dihilangkan
4.		Ketebalan bagian adjuster kurang tebal, dikhawatirkan kurang kokoh	Ditambah ketebalan nya 5-6 mm
5.		Jarak arm ketika dilipat terlalu dekat dengan adjuster, dikhawatirkan kurang kuat	Ketinggian part arm ditambah 5-7 mm, agar ketika dilipat tidak terlalu berdekatan dan menambah kekuatan

No.	Gambar	Permasalahan	Penyelesaian
6.		Panjang tempat untuk meletakkan mur dan baut terlalu panjang.	Panjang nya dikurangi 5-8 mm.

Tabel 5. 4 Analisa *Trial* dan *Error* Model Alternatif Desain 2

No.	Gambar	Permasalahan	Penyelesaian
1.		Lebar part arm terlalu lebar	Lebar dikurangi hingga 4-5 mm
2.		Tebal part arm terlalu tebal, dikhawatirkan terlalu berat	Tebal dikurangi hingga 4-5 mm
3.		Ketika part arm dilipat, terdapat bagian yang menonjol	Bagian yang menonjol tersebut dihilangkan dengan <i>fillet</i> (setengah lingkaran) 7-8 mm
4.		Ketinggian bagian depan part lensa terlalu tinggi	Ketinggian dikurangi hingga 5-6 mm

No.	Gambar	Permasalahan	Penyelesaian
5.		Ketinggian tension screw cap terlalu pendek, sehingga kurang nyaman saat digunakan.	Ketinggian ditambahkan hingga 4-5 mm.

Tabel 5. 5 Analisa *Trial* dan *Error* Model Alternatif Desain 3

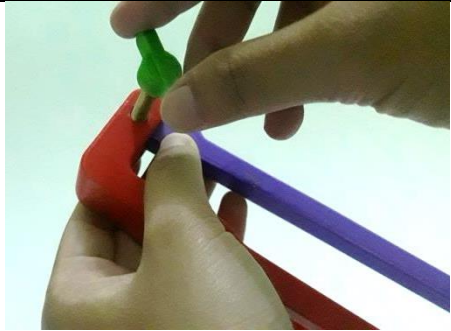
No.	Gambar	Permasalahan	Penyelesaian
1.		Lubang-lubang pada sisi kanan kiri part lensa dikhawatirkan akan mengganggu sinar <i>(flash)</i> <i>smartphone</i>	Lubang-lubang pada sisi kanan dan kiri akan dihilangkan

5. 4 Analisa Konfigurasi Alternatif Desain

Model yang telah dihasilkan berupa part-part yang terpisah, akan di susun menjadi satu untuk mengetahui tampilan akhir produk

Tabel 5. 6 Analisa Konfigurasi Model Alternatif Desain 1

Langkah	Gambar	Keterangan
1		Renggangkan part lensa untuk menyematkan lensa optik

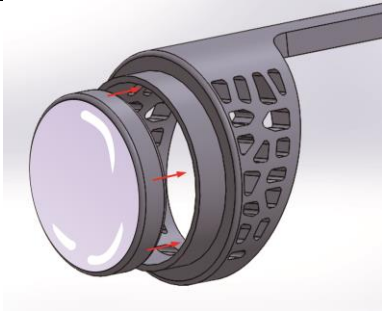
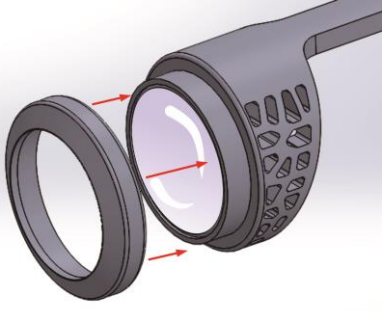
No.	Gambar	Keterangan
2		Sematkan <i>arm</i> pada bagian atas part lensa
3		Kunci dengan menggunakan tension screw cap
4		Sematkan dan sesuaikan part adjuster pada bagian ujung arm
5		Kunci dengan menggunakan tension screw cap
6		Sematkan <i>smartphone</i> pada penjepit (<i>phone holder</i>), lalu masukkan <i>tension screw cap</i> , sesuaikan dengan posisi kamera. Kencangkan hingga <i>body adjuster</i> tidak goyang.

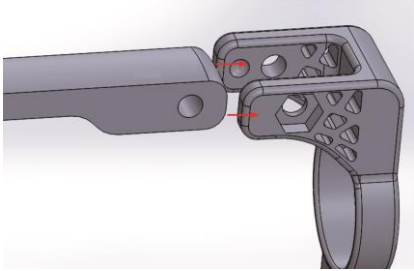
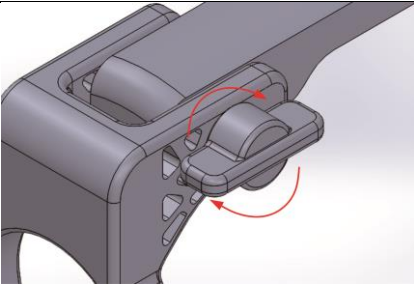
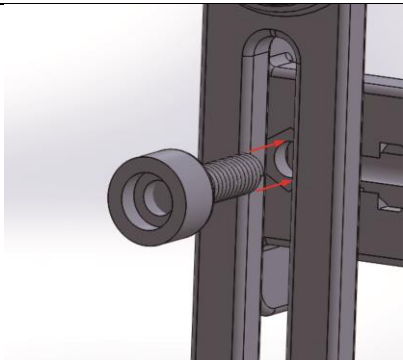
Tabel 5. 7 Analisa Konfigurasi Model Alternatif Desain 2

Langkah	Gambar	Keterangan
1		Renggangkan part lensa untuk menyematkan lensa optik
2		Sematkan arm pada bagian atas part lensa
3		Kunci dengan menggunakan tension screw cap
4		Sematkan dan sesuaikan part adjuster pada bagian ujung arm

Langkah	Gambar	Keterangan
5		Kunci dengan menggunakan tension screw cap
6		Sematkan <i>smartphone</i> pada penjepit (<i>phone holder</i>), lalu masukkan <i>tension screw cap</i> , sesuaikan dengan posisi kamera. Kencangkan hingga <i>body adjuster</i> tidak goyang.

Tabel 5. 8 Analisa Konfigurasi Model Alternatif Desain 3

Langkah	Gambar	Keterangan
1		Sematkan lensa optik pada part lensa
2		Tutup dengan menggunakan penutup lensa dengan langsung memasukkan/menyematkannya

Langkah	Gambar	Keterangan
3		Sematkan dan sesuaikan part adjuster pada bagian ujung body arm
4		Kunci dengan menggunakan tension screw cap
5		Sematkan tension screw cap adjuster dengan melewati celah panjang sembari dicocokkan dengan lubang baut pada phone holder

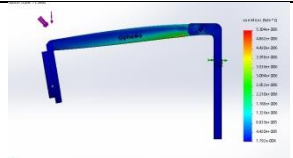
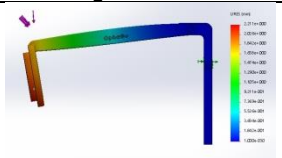
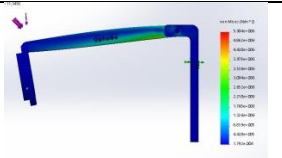
Kesimpulan :

Untuk mengkonfigurasi model 1 dan model 2, langkah perakitan yang dilakukan sama dan jumlah *part* nya pun sama. Sedangkan untuk model 3 berbeda, karena langkah perakitan dan jumlah *part* nya lebih sedikit.

Untuk merakit model 1 dan model 2 memerlukan 6 langkah, sedangkan untuk model 3 memerlukan 5 langkah. Maka model 3 terpilih untuk dikembangkan kembali karena langkah perakitan nya yang lebih ringan, mudah, dan nyaman.

5. 5 Analisa Simulasi Digital

Tabel 5. 9 Analisa Simulasi

No.	Uraian	Uji		
		Stress	Displacement	Strain
1.	Gambar Hasil Uji			
2.	Gaya	0.2 kg/ 200 gr/2 N	0.2 kg/ 200 gr/2 N	0.2 kg/ 200 gr/2 N
3.	Bahan	ABS	ABS	ABS
4.	Keterangan	Pada hasil uji stress, dapat diketahui bahwa bagian yang rentan adalah belakang-bawah arm, tepatnya pada akhir profil “U”. Perubahan maksimal mencapai 5 mm, dan minimal 1.8 m	Pada hasil uji str1in, dapat diketahui bahwa bagian yang rentan adalah belakang-bawah arm, tepatnya pada akhir profil “U”. Perubahan maksimal mencapai 1,9 mm, dan minimal 1.15 mm	Pada hasil uji displacement, dapat diketahui bahwa bagian yang rentan adalah bagian ujung depan arm. khususnya tempat untuk meletakkan lensa. Perubahan mencapai maksimal 2 mm hingga minimal 1 mm.

Kesimpulan :

Pada simulasi digital model alternatif desain 4 yang telah dilakukan di atas dapat diketahui bahwa, ketika produk diberikan beban sebesar 2 N/ 0.2 kg/ 200 gr, terjadi pembengkokan pada bagian ujung depan arm. Dikhawatirkan pembengkokan akan merubah struktur dan mengurangi kekuatan produk. Maka dibutuhkan panjang profil “U” yang lebih pendek dan tidak terlau pas dan mepet dengan ujung bawah arm.

5. 6 Pengembangan Alternatif Desain Terpilih

Alternatif desain 4 terpilih untuk dikembangkan kembali ke dalam beberapa varian desain untuk kemudian dilakukan *prototyping*, yang pada tahap selanjutnya akan dilaukan *usability testing*.

5. 6. 1 Pengembangan Desain 1



Gambar 5. 9 Pengembangan Desain 1

Pembahasan :

- Terdapat sistem *adjustable* pada *arm* , sehingga part lensa dapat di majumundurkan pada jarak tertentu
- Sistem pengunci/penutup lensa berupa ulir, yaitu ketika akan meletakkan lensa *aspheric*, maka penutup lensa dibuka dahulu dengan cara diputar

5. 6. 2 Pengembangan Desain 2



Gambar 5. 10 Pengembangan Desain 2

Pembahasan :

- Terdapat sistem adjustable pada arm , sehingga part lensa dapat di majumundurkan pada jarak tertentu
- Sistem pengunci/penutup lensa tanpa ulir, yaitu ketika akan meletakkan lensa aspheric, maka penutup lensa dibuka dahulu dengan langsung membuka nya
- Arm berada di tengah dengan pertimbangan struktur yang lebih kuat

5. 6. 3 Pengembangan Desain 3



Gambar 5. 11 Pengembangan Desain 3

Pembahasan :

- *Part adjuster* kamera *smartphone* dapat digeser ke kanan dan kiri menyesuaikan letak kamera *smartphone*. Terdapat *rail adjustable* pada bagian bawahnya sehingga dapat digeser.
- Terdapat sistem *adjustable* pada *arm*, sehingga *part* lensa dapat di maju-mundurkan pada jarak tertentu
- Sistem pengunci/penutup lensa tanpa ulir, yaitu ketika akan meletakkan lensa *aspheric*, maka penutup lensa dibuka dahulu dengan langsung membuka nya
- Phone holder mengitari sisi kanan HP, dan berupa rounded edge dengan pertimbangan kontur tangan ketika menggenggam HP

5. 6. 4 Alternatif Warna



Gambar 5. 12 Alternatif warna

Pemberian warna menjadi pembeda antara part, adapun part yang diberi warna yaitu :

1. *Part penutup lensa*
2. *Tension screw cap*
3. *Gear*
4. *Phone holder adjuster*

Material penutup lensa adalah akrilik warna, sedangkan selainnya adalah filamen PLA/ABS

5. 7. Usability Testing

Usability testing atau uji coba langsung prototip kepada calon pengguna, yaitu dokter spesialis mata guna mengetahui kekurangan produk dan untuk mendapatkan *review* produk langsung dari pengguna.



Gambar 5. 13 Usability Testing 1

Pembahasan :

Uji coba varian 2 dengan menggunakan lensa, langsung kepada pasien. Dokter menggenggam HP menggunakan tangan kanan sembari mengatur fokus dan menekan tombol capture. Sedangkan tangan kiri untuk mengatur jarak lensa dengan pasien.



Gambar 5. 14 Usability Testing 2

Pembahasan :

Genggaman tangan antara produk dengan smartphone, dokter menyampaikan bahwa jarak kamera smartphone ke lensa perlu diperhatikan agar dapat menghasilkan gambar retina dengan jelas.

5. 8 Desain Final

Berdasarkan *usability testing* yang telah dilakukan, dapat diketahui desain yang kelak akan dijadikan sebagai desain final. Pengembangan desain 3 dipilih sebagai desain final yang akan dikembangkan sesuai dengan hasil *usability testing*.

Adapun pertimbangan pemilihan pengembangan desain 3 adalah, kenyamanan genggaman pengguna terhadap produk. Selain itu juga terdapat perbaikan yang perlu diubah dalam pengembangan desain 3, yaitu perihal sistem *phone holder* vertikal, penjepit atas-bawah *smartphone*, dan *adjustable arm*. Sistem penutup lensa berupa ulir juga akan diterapkan pada pengembangan desain.

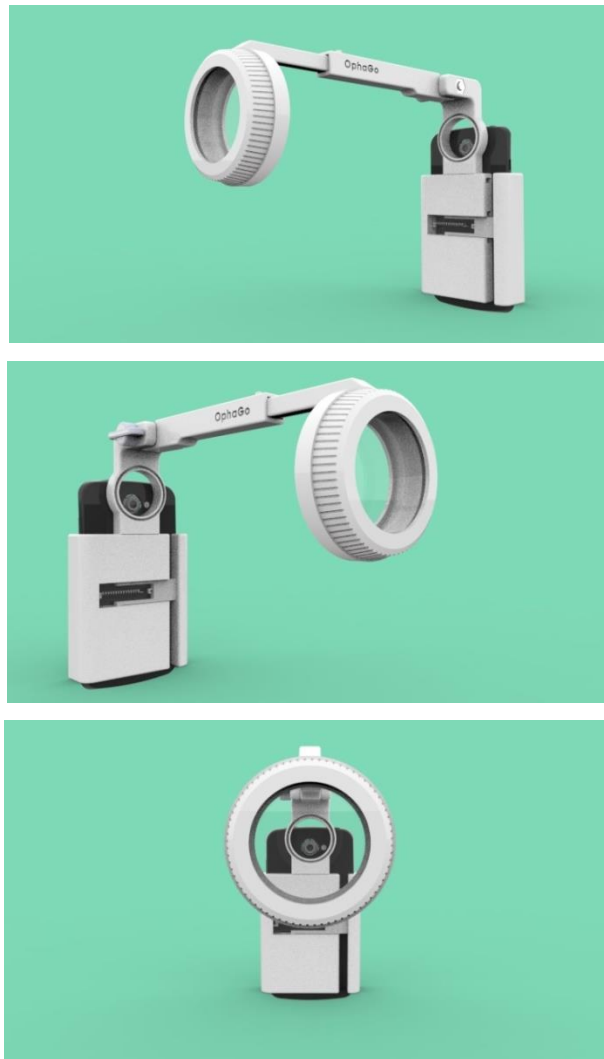
Phone holder vertikal diubah menjadi horizontal dengan pertimbangan :

1. Genggaman dapat dilakukan pada sisi kanan atau kiri *smartphone*
2. Penjepit *smartphone* secara horizontal dan sudah menjadi satu dengan *phone holder*
3. Meminimalisir penggunaan *joining* (mur-baut)

Adjustable arm akan diterapkan pada pengembangan desain selanjutnya dengan perbaikan pada panjang *arm* dan panjang *rail adjustable*.

Desain akan dikembangkan ke dalam 3 varian desain, dengan perbedaan pada posisi *arm*, namun dengan tetap memperhatikan sistem lipat produk. Dan pada semua varian menerapkan sistem *phone holder* dan *adjustable arm* yang sama.

5. 8. 1 Varian 1

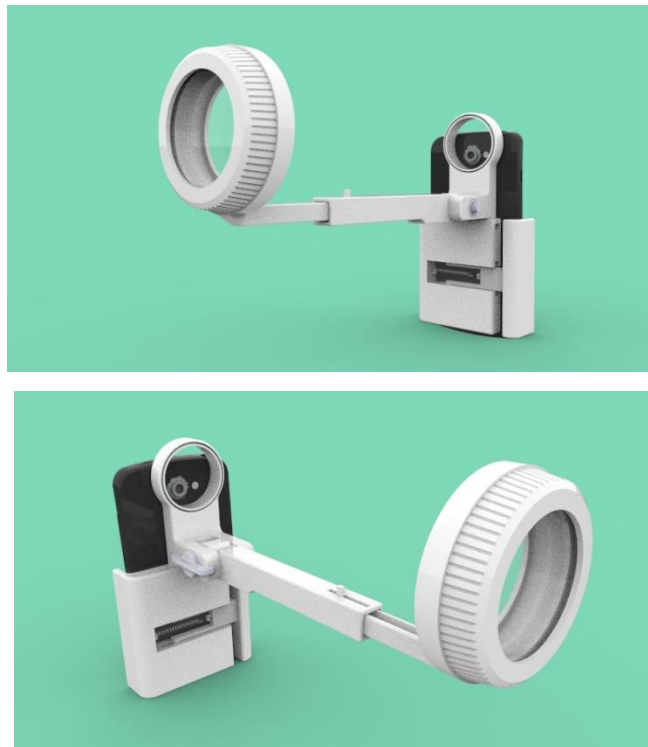


Gambar 5. 15 Varian 1

Pembahasan :

- Sistem pengunci/penutup lensa berupa ulir, yaitu ketika akan meletakkan lensa *aspheric*, maka penutup lensa dibuka dahulu dengan cara diputar
- *Part adjuster* kamera *smartphone* dapat digeser ke kanan dan kiri menyesuaikan letak kamera *smartphone*. Terdapat *rail adjustable* pada bagian bawahnya sehingga dapat digeser, sehingga bukan *smartphone* yang bergeser untuk menyesuaikan, namun *adjuster* yang digeser untuk menyesuaikan dengan lensa *aspheric*
- Posisi *arm* diatas *adjuster*, yaitu disangga oleh *adjuster*
- Terdapat sistem *adjustable* pada *arm*, sehingga *part* lensa dapat di maju-mundurkan pada jarak tertentu
- *Phone holder* mengitari sisi kanan *smartphone*, dan berupa *rounded edge* dengan pertimbangan kontur tangan ketika menggenggam
- Sistem *phone holder* menggunakan pir tarik

5. 8. 2 Varian 2





Gambar 5. 16 Varian 2

- Sistem pengunci/penutup lensa berupa ulir, yaitu ketika akan meletakkan lensa *aspheric*, maka penutup lensa dibuka dahulu dengan cara diputar
- *Part adjuster* kamera *smartphone* dapat digeser ke kanan dan kiri menyesuaikan letak kamera *smartphone*. Terdapat *rail adjustable* pada bagian bawahnya sehingga dapat digeser, sehingga bukan *smartphone* yang bergeser untuk menyesuaikan, namun *adjuster* yang digeser untuk menyesuaikan dengan lensa *aspheric*
- Posisi *arm* dibawah *adjuster*, yaitu *arm* menyangga *adjuster*
- Terdapat sistem *adjustable* pada *arm*, sehingga *part* lensa dapat di maju-mundurkan pada jarak tertentu
- *Phone holder* mengitari sisi kanan *smartphone*, dan berupa *rounded edge* dengan pertimbangan kontur tangan ketika menggenggam
- Sistem *phone holder* menggunakan pir tarik

5. 8. 3 Varian 3





Gambar 5. 17 Varian 3

- Sistem pengunci/penutup lensa berupa ulir, yaitu ketika akan meletakkan lensa *aspheric*, maka penutup lensa dibuka dahulu dengan cara diputar
- *Part adjuster* kamera *smartphone* dapat digeser ke kanan dan kiri menyesuaikan letak kamera *smartphone*. Terdapat *rail adjustable* pada bagian bawahnya sehingga dapat digeser, sehingga bukan *smartphone* yang bergeser untuk menyesuaikan, namun *adjuster* yang digeser untuk menyesuaikan dengan lensa *aspheric*
- Posisi *arm* tepat di atas *rail adjuster*, tidak ada lingkaran *adjuster* seperti varian 1 dan 2
- Terdapat sistem *adjustable* pada *arm*, sehingga *part* lensa dapat di maju-mundurkan pada jarak tertentu
- *Phone holder* mengitari sisi kanan *smartphone*, dan berupa *rounded edge* dengan pertimbangan kontur tangan ketika menggenggam
- Sistem *phone holder* menggunakan pir tarik

5. 9 Konsep *Branding*

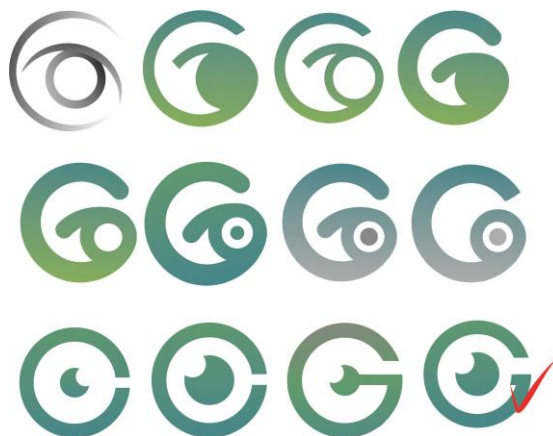
5. 9. 1 Nama dan Logo Produk

Identitas *branding* diawali dengan pembuatan nama dan logo produk. Setelah ideasi nama produk, terpilihlah nama “OphaGo” yang merupakan singkatan dari “*Ophthalmoscope, rady to go*”. Adapun maksudnya yaitu, produk oftalmoskop yang siap untuk dibawa kemana pun, kapan pun, dan dalam situasi apa pun.

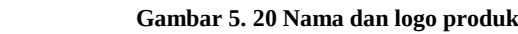


Gambar 5. 18 Nama produk

Kesan yang ingin ditampilkan dari visual logo adalah menyerupai lensa optik yang berbentuk bundar, dan ilustrasi bola mata pada bagian tengah. Selain itu bila dilihat pada satu kesatuan, akan tampak seperti huruf “G” kapital, dimana mengacu pada nama produk “OphaGo”. Adapun pemilihan warna toska (*turquoise*) adalah untuk mengimplikasikan *healing* atau penyembuhan, dan *calmness* atau ketenangan.



Gambar 5. 19 Proses desain logo



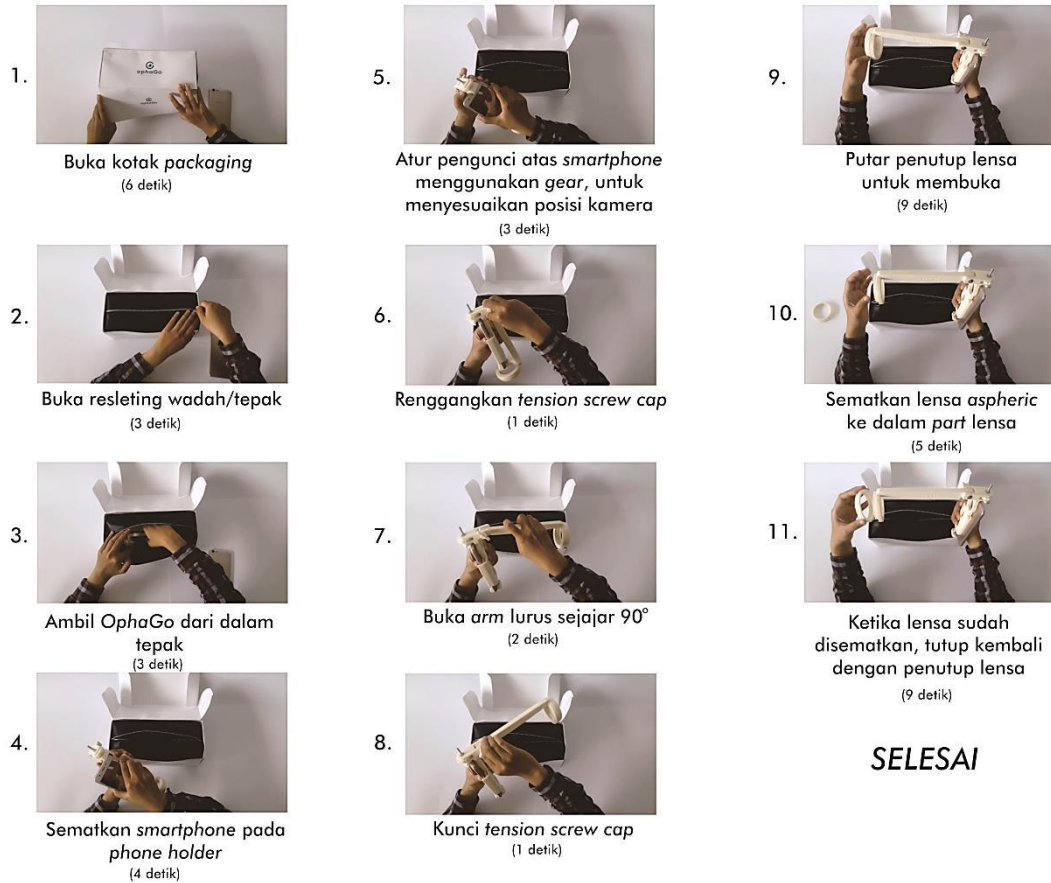
Packaging atau kemasan produk diperlukan sebagai penyimpanan produk yang berupa *pouch*/wadah dengan material kulit sintetis dengan sistem pembuka berupa resleting. Dalam pengemasannya, produk dimasukkan ke dalam wadah, dan wadah tersebut diletakkan ke dalam kotak persegi dengan material karton tebal. Pada bagian atas kemasan karton tersebut terdapat logo dan nama produk.



Manual instructuion atau instruksi manual penggunaan produk bagi calon pengguna, mulai dari membuka kemasan produk hingga produk siap digunakan.

Manual instruksi diperlukan bagi calon pengguna agar mengetahui langkah penggunaan produk dengan benar.

MANUAL INSTRUCTION



Gambar 5. 22 *Manual Instruction*

Langkah yang diperlukan untuk merakit produk mulai dari membuka *packaging* hingga ketika lensa *aspheric* sudah disematkan yaitu sebanyak 11 langkah.

Total waktu yang dibutuhkan untuk mengoperasikan produk adalah 46 detik berdasarkan gambar diatas, dimulai dari membuka kemasan hingga menyematkan lensa *aspheric*.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6. 1 Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan dari perancangan alat periksa mata fundus portable berbasis *rapid prototyping*. Kesimpulan didapatkan setelah dihasilkan beberapa *prototype* dan dilakukan *usability testing* kepada dokter spesialis mata di RS Siloam Surabaya serta dilakukan *interview* kepada beberapa dokter spesialis mata. Adapun kesimpulannya sebagai berikut :

1. Desain alat periksa mata dapat mencapai tujuan perancangan yang telah dijelaskan pada BAB 1, sebagai berikut :
 - a. Alat periksa kesehatan mata dapat diterapkan pada semua lembaga kesehatan seperti Rumah Sakit, Klinik Mata, serta Puskesmas, maupun kegiatan sosial kesehatan lainnya
 - b. Harga jual produk terjangkau dengan proses produksi berbasis *Rapid Prototyping*, yaitu *3D Printing*
 - c. Produk dapat digunakan oleh semua merek *smartphone*, namun hanya untuk ukuran tertentu, yaitu *smartphone* dengan ukuran layar 5,0” – 6,0”
 - d. Produk dapat disematkan lensa *aspheric* dengan menyesuaikan dimensi. Serta aman ketika produk disematkan lensa *aspheric* dengan beban sebesar ± 200 gr, dengan melakukan simulasi digital menggunakan aplikasi *solidworks*
 - e. Produk aman digunakan dalam bidang alat kesehatan medis dengan menggunakan teknologi *3D printing*
2. Adapun temuan atau pengembangan fitur-fitur baru yang diterapkan pada produk yang mengacu pada produk lain (Acuan Produk, BAB 4) untuk memberikan kemudahan operasional, efektifitas dan efisiensi waktu dalam perakitan maupun ketika produk digunakan oleh target *user*, sebagai berikut :
 - a. Penutup lensa *aspheric* berupa ulir, sehingga lebih aman dan mudah dalam penempatan lensa *aspheric*

- b. *Adjuster* sistem geser terhadap *phone holder*, sehingga bukan *smartphone* yang bergeser untuk menyesuaikan, namun *adjuster* yang digeser untuk menyesuaikan dengan lensa *aspheric*
- c. Sistem lipat pada bagian *arm*, sehingga apabila produk sedang tidak digunakan, dapat disimpan pada sebuah wadah atau *pouch* dengan tidak menghabiskan banyak ruang dalam penyimpanannya
- d. Sistem *adjustable* pada *arm*, sehingga jarak antara lensa *aspheric* dengan kamera *smartphone* dapat diatur secara fleksibel (jarak tidak *fix*)
- e. Genggaman *phone holder rounded*, yang menyesuaikan dengan kontur telapak tangan yang *curvy*, sehingga genggaman dapat lebih nyaman

6. 2 Saran

Berikut merupakan saran dari produk yang telah dihasilkan untuk pengembangan selanjutnya yaitu :

1. Pada penelitian selanjutnya diharapkan sistem lipat dapat menggunakan metode yang lebih sederhana dan cepat, yaitu menerapkan *stopper ring*
2. Sistem *adjustable arm* dapat menerapkan sistem pengatur jarak pada kunci pipa ledeng. Sehingga pengaturan jarak dapat lebih stabil dan halus
3. Sistem *phone holder* dapat mengunci *smartphone* dari sisi kanan-kiri dan atas-bawah
4. Ulir pada *part* lensa dapat dipersingkat kembali putarannya, sehingga membutuhkan waktu yang lebih cepat ketika memutar penutup lensa.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Ateya, A. (2017). *Smart Ophthalmology tips Slit Lamp Adapter Assembly*. Dipetik Oktober 30, 2017, dari Youtube: https://www.youtube.com/watch?v-V4Y_XkO14os
- Ayat Abujazar, N. A. (2016). *Slit lamp bio microscope and indirect ophthalmoscope lenses*. Dipetik Februari 17, 2017, dari Slideshare: www.slideshare.net/ayatgzs
- Chamidah, D. A. (t.thn.). *Ophthalmologi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- David Myung, A. J. (2014). *3D Printed Smartphone Indirect Lens Adapter for Rapid, High Quality Retinal Imaging*. California: Stanford University.
- Haddock Luis J, D. Y. (2013). *Simple, Inexpensive Technique for High Quality Smartphone Fundus Photography in Human and Animal Eyes*. Boston: Harvard Medical School.
- Hong, S. C. (2015). *3D Printing and Ophthalmology for the Community*. Gisborne.
- Kholil, A. (2008). *Rapid Prototyping*. Depok: Universitas Indonesia.
- Land, M. i. (2016). *Take Fundus Photographs with 3D Printers and Smartphones*. Dipetik Oktober 30, 2017, dari Made in Never Land: <http://madeinneverland.tistory.com/m/entry/3D프린터와-스마트폰으로-안저사진-촬영하기>
- Matter, 3. (2016). *What is the best type of plastic for my 3D printing application?* Dipetik November 26, 2017, dari 3D Matter, Unlocking Material Properties: www.my3dmatter.com/what-is-the-best-type-of-plastic-for-my-3D-printing-application/#
- oDocs VisoScope - Smartphone retinal Camera. (t.thn.). Dipetik Oktober 29, 2017, dari www.odocs-tech.com/visoscope

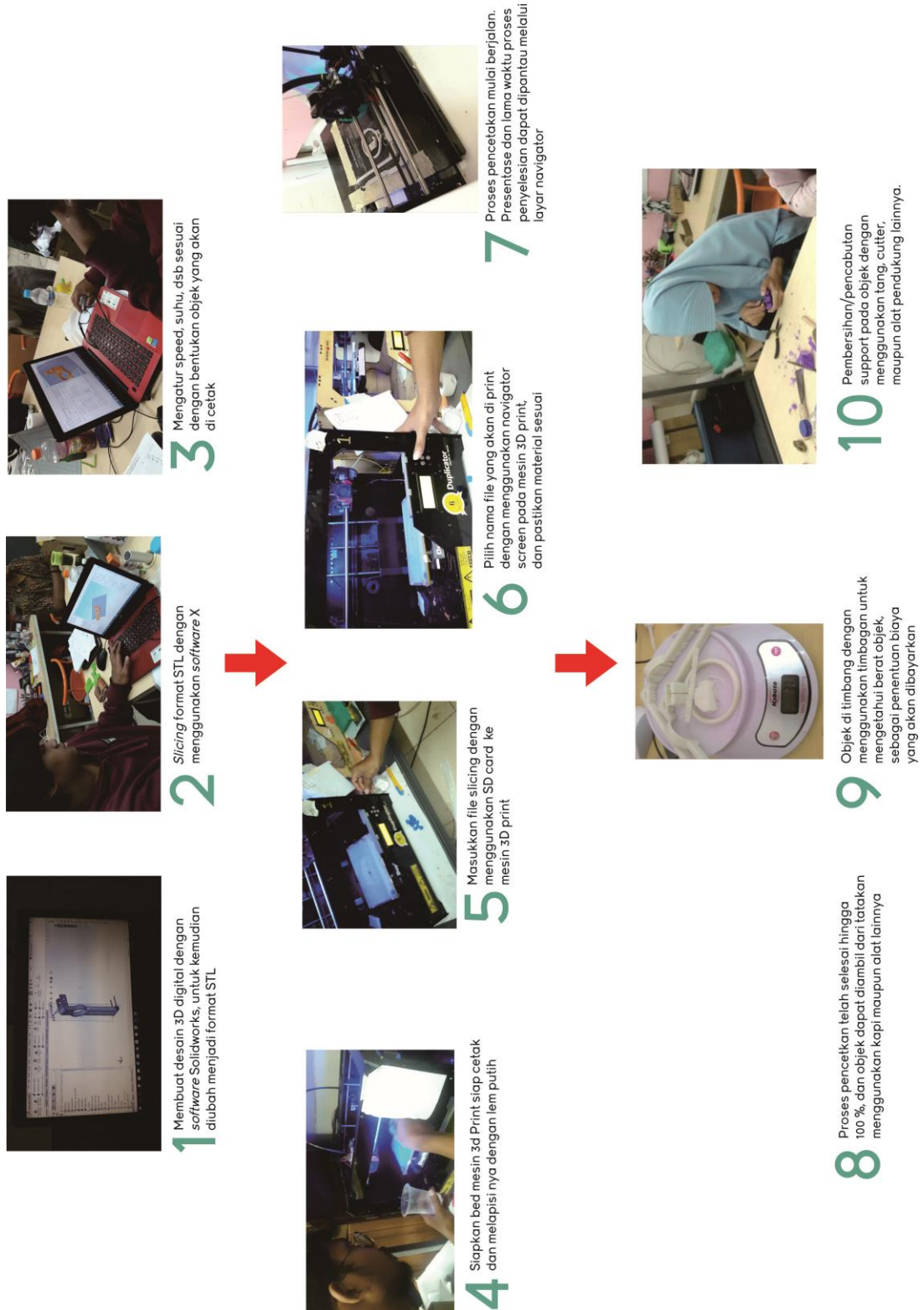
- Organization, W. H. (2010). *Telemedicine, Opportunities and Development in Member States*. Geneva: WHO Press.
- Pearce, E. C. (2012). *Anatomi dan fisiologi untuk paramedic*. Jakarta: Gramedia.
- SpM(K), dr. Hartono. (2007). *Oftalmoskopi, Dasar dan Klinis*. Yogyakarta: Pustaka Cendekia Press.
- Sudibjo, D. P. (t.thn.). *Anatomi Mata*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Syaifuddin. (2003). *Anatomi Fisiologi untuk Mahasiswa Keperawatan*. Jakarta: Buku kedokteran EGC Edisi 3.
- Zacharyanhoward. (2015). *Smartphone Fundus Camera*. Dipetik Oktober 30, 2017, dari Instructables: <https://www.instructables.com/id/Smartphone-Fundus-Camera/>

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

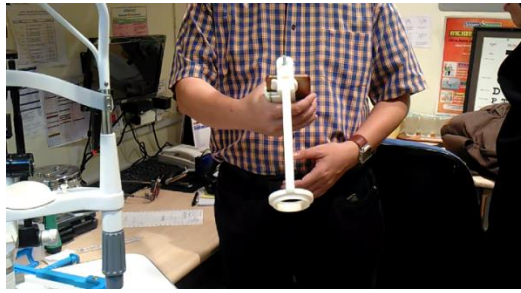
Proses Produksi



Usability Testing

No.	Gambar	Keterangan
1.		<i>Usability test prototype</i> dari pengembangan desain 2 kepada Dr. Dwi Ahmad Yani selaku Dokter Spesialis Mata di RS Siloam Surabaya. <i>Usability test</i> menggunakan lensa <i>aspheric</i> dan kamera <i>smartphone</i>.

2.



Usability test prototype dari pengembangan desain 3 kepada Dr. Dwi Ahmad Yani selaku Dokter Spesialis Mata di RS Siloam Surabaya.

Usability test genggaman tangan terhadap *smartphone*, dan jarak kamera *smartphone* ke lensa *aspheric* (panjang arm).

Deep Interview



Nama : Dr. Empi

Pekerjaan : Dokter Spesialis Mata

Usia : 48 tahun

Lokasi Wawancara : RS Angkatan Laut (RSAL) Surabaya

Waktu Wawancara : 11.00 WIB

Durasi Wawancara : 20 menit

Pertanyaan	Jawaban
Apa saja pelayanan dan fasilitas periksa mata yang ada?	Banyak. Ada direct & indirect oftalmoskop, biometry, CT scan, ARK, slit lamp, mikroskop operasi, dan masih banyak lagi
Apa saja fungsi dan yang dapat dideteksi dari tiap alat?	Macam-macam. Kalau ini (menunjuk direct oftalmoskop) untuk melihat pandangan pada segmen posterior. Letaknya ada di belakang bola mata. Kalau ini seperti disenterin, jadi kelihatan dari luar. Yang ini (menunjuk gambar indirect oftalmoskop) nggak bisa kelihatan dari

	luar. Jadi pupil mata orang dilebarkan dulu, jadi kita bisa lihat. Tapi ini kan Cuma 10 derajat. Kalau yang konvensional, biasanya untuk yang indirect oftalmoskop kan dengan lensa itu terus ada mirror nya, jadi gambar nya terbalik, yang kanan ke kiri, yang atas ke bawah begitu. Atau pakai ini (mengambil 3 mirror lens) ini juga untuk melihat segmen posterior. Kalau untuk indirect oftalmoskop ada lagi, kondensing lens, hasilnya lebih lebar. Kalau 3 mirror lens lebih ke tepi lagi. Tapi kan nggak enak, soalnya ditempelin di mata pasien.
Digunakan ketika apa indirect oftalmoskop?	Indirect ini dipake untuk melihat lebih lebar. Sehingga pada saat operasi, misalnya ada kelainan segmen posterior pada operasi, misalnya terjadi ketidakpastian pada retina, apakah sudah nyambung atau belum? Yang bisa dibawa portable kan ini (menunjuk gambar indirect oftalmoskop portable), kalau yang lain nya kan ini (menunjuk slit lamp), sehingga lebih gampang dipake. Jadi pada saat sudah dikerjakan betul nggak posisinya. Jadi penggunaannya setelah operasi dan diagnostic, untuk lihat hasil setelah operasi betul tidak.
Bagaimana menurut anda mengenai portable indirect oftalmoskop?	Portable itu bagus kalau fungsi nya ada dua. Alat itu (slit lamp) untuk melihat

	segmen anterior dihubungkan dengan monitor. Tadinya kan enggak, dulu pake itu (menunjuk sebuah kotak). Kalau kita pakai monitor kita bisa lihat segemen anterior nya gimana. Kenapa kita pake monitor? Karena untuk teaching (memberikan penjelasan) lebih gampang. Gambarnya bisa di freeze (dihentikan), kita ambil capture gambar itu sehingga berhenti. Jadi kita bisa jelaskan. Kalau nggak ada itu, pasien akan dilihat oleh 5 orang mahasiswa, dimana nantinya akan menimbulkan persepsi dan sudut pandang yang berbeda-beda tiap orang. Nah kalau untuk alat itu (menunjuk gambar portable oftalmoskop), jadi bisa dirubah-rubah dia bis auntuk anterior sebagai pengganti slitlamp, sama untuk lihat segen posterior. Cuma tinggal yang anterior ada pembesaranny apa tidak, kalau ini kan (menunjuk direct oftalmoskop) jelas ada pembesarannya, jadi fokusnya itu dnegan maju mundur, terus dibesarkan itu dilihat lebar atau tidak.
Jadi alat portable tersebut digunakan pasca operasi dan outdoor saja?	Tergantung. Jadi sampai sejauh mana dia bisa lihat. Kan ada 80, 60 dioptri dan masih banyak lagi kan, kondensing lensa nya sampai berapa. Yang dilihat bukan diamter nya, tapi berapa derajat.
Apa saja kira-kira yang mampu di	Banyak kelainan, macam-macam retinal.

deteksi melalui kondensing lens tersebut?	Ada ablesin retinal, ada perdarahan apa nggak, misalnya diabetic retinal banyak pendarahan. Tapi kan lebih simpe apa tidak, enak buat pasien apa tidak. Untuk mata minus kaya mbak juga bisa. Jadi dilihat degenerasi retina nya. Jadi orang minus itu cenderung terjadi degenerasi retina, mungkin ablasio sehingga di laser dia, supaya nggak lepas. Nah kalau mata minus sampe besar minus nya gitu karena dari kecil nggak pernah dikoreksi biasanya.
Bagaimana dengan direct oftalmoskop?	Kalau direct oftalmoskop ini, dipake selama media refraksi nya bening, jernih dibagian depan mata sehingga bisa dilihat. Kalau ini nggak bisa dilihat berarti ini nggak bisa kan, maksudnya kalau ini (bagian depan mata) nggak bening, ini (direct oftalmoskop) nggak bisa. Maka kita memakai USG. Berlaku buat direct dan indirect. Kedua, kalau pasiennya nggak kooperatif ya susah. Misalnya anak kecil yang masuk inkubator yang mengalami kelainan retina. Anakkecil baru lahir umur seminggu kita ingin memeriksa. Kita datang sudah tidur, kalau bangun pun dia tidur, selain itu mereka nggak bisa stay, jadi kita menunggu. Ini (menunjuk direct oftalmoskop) fungsinya bisa macam-macam. Jadi ini ada sinarnya, ada lebarnya, diatur tergantung

	besar pupilnya. Terus ini ada dioptri nya. Tidak semua sama, orang yang minus bola mata nya panjang. Harus diatur agar bisa terang, ada fokusnya, dan tergantung posisinya. Pernah lihat fundus reflect? Kalao di mata orang ada kuningnya berarti media refraksi mata nya jernih pada saat tegak lurus. Selama mata nya bening ada oranye nya, kalau ngak bening nggak ada oranye nya.
Dari hasil foto di layar monitor, apakah dapat dilihat penyakit yang diderita pasien?	Iya bisa. Bisa dilihat disini (menunjukkan gambar penderita katarak dan diabetic retinoplathy, menjelaskan secara singkat)
Apakah ada hambatan saat memeriksa pasien?	Kalau yang slit lamp, ketika pasien itu terlalu pendek susah jadinya. Kan itu ada batasnya. Untuk anak kecil nggak pas dia (bagain penopang dagu). Walaupun kursinya ditinggiin juga susah karena mereka juga nggak kooperatif. Kalau alat itu (menunjuk gambar portable indirect oftalmoskop) kan Cuma ditempelin gini aja, yaudah selesai. Jadi untuk outdoor lebih menguntungkan.
Menurut anda mengenai Telemedicine?	Saya ini juga sering menerima konsul by WA (Whatsapp caht meseenger), tuh (menunjukkan gambar yang dikirimkan oleh pasien melalui WA), ini katarak ya. Sama kan ya. Pernah ada satu yang slah, dia mabil gambar begini, sinar nya dari arah

	sini terang, tapi ada motor lewat, jadi jepret, yang kelihatan gambar motor deh
Menurut anda seberapa penting pemeriksaan mata?	Kalau untuk yang udah tua seperti saya ini penting. Jadi gini lho, kalau dibilang penting tergantung kasusnya dan pekerjaannya. Ada orang yang penglihatannya tinggal 1 meter, dia bilang nggak terganggu karena kerja nya Cuma manjat kelapa. Jadi tergantung pekerjaannya, tergantung tingkat pendidikannya. Kalau dosen itu beda, rewel nya lebih. Karena dia butuh penglihatan terang. Nah pengemudi juga sama
Idealnya mulai usia berapa dilakukan pemeriksaan mata?	Kalau menurut saya nggak ada. Sekarang kaya diabetic retinoplthy, dulu kan orang diatas 50, sekarang banyak yang diabetic orang muda. 5 tahun setelah diabetic dia harus diperiksa, karena mulai muncul pendarahan di dalam sini (menunjuk gambar posterior segmen) dilihat pakai ini (menunjuk oftalmoskop) kelihatan ada bintik-bintik pendarahannya, dsb. Nah dari situ bisa dilakukan laser. Terus struk sekarang, dulu kan orang tua, sekarang nggak, masih muda-muda suda struk. Jadi nggak ada kapan batasnya, nggak ada. Nah pertama sekarang tinggal orang merasa terganggu atau tidak, yang kedua butuh nggak matanya terang atau tidak, itu kan

	masing-masing orang berbeda-beda kepentingannya. Orang buat menurut WHO kan 3 meter dihitung jari, kurang dari itu dianggap buta sudah.
--	---

Observasi

Gambar	Keterangan
	Lokasi wawancara dilakukan di Poli Mata RSAL Surabaya, pukul 11.00 WIB. Foto pertama merupakan ruangan untuk memeriksa refraksi mata yang dikaukan oleh perawat. Di ruangan tersebut hanya terdapat 1 hingga 2 alat saja. Foto kedua merupakan Ruang pemeriksaan mata. Terlihat dalam foto ketiga terdapat beberapa peralatan periksa mata, diantaranya yaitu 3 buah slit lamp. Namun hanya 1 slit lamp yang dapat langsung diproyeksikan ke layar monitor. Kegiatan pemeriksaan di ruang ini dilakukan langsung oleh dokter spesialis mata. Foto keempat merupakan alat periksa mata direct oftalmoskop, salah satu dari pelayanan dan peralatan yang tersedia di ruang tersebut.





(Halaman ini sengaja dikosongkan)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Fauzziyah Wahyu Aprilia, lahir pada 24 April 1995 di Kota Surabaya, adalah anak pertama dari 3 bersaudara. Setiap pendidikan formal penulis mulai dari TK hingga SMA dilalui di Kota Surabaya. Penulis memulai jenjang pendidikan formal di TK Tadika Puri, SDN Kertajaya, SMPN 37, dan SMA Muhammadiyah 2 Surabaya. Sedari kecil penulis menyukai menggambar dan mewarnai, yaitu dimulai dari SD kelas 4 menjadi salah satu perwakilan lomba menggambar dan mewarnai di Pemprov Surabaya.

Ketertarikan pada bidang seni dan desain terus berkembang hingga SMA, dengan mengikuti lomba-lomba yang berkaitan dengan desain, estetika dan prakarya. Hingga pada akhirnya, penulis diterima menjadi mahasiswa Desain Produk Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2013 melalui jalur UMDESAIN.

Selama masa perkuliahan, penulis tertarik dengan bidang furnitur dan *appliance*. Oleh karena itu penulis tertarik untuk membuat Tugas Akhir yang berhubungan dengan *appliance*, dengan menerapkan teknologi produksi yang tengah berkembang saat ini, yaitu *rapid prototyping* menggunakan mesin 3D *printing*. Kedepannya diharapkan penulis dapat berguna bagi masyarakat dengan memberikan desain dan kontribusi yang bermanfaat baik di dunia maupun akhirat.

E-mail : fauzziyahwa@gmail.com

Phone : 081232542484