



INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

JALAN GANESHA NO. 10 Gedung Labtek V Lantai 2 ☎ (022)2508135-36, 📠 (022)2500940
BANDUNG 40132

Dokumentasi Produk Tugas Akhir

Lembar Sampul Dokumen

Judul Dokumen	TUGAS AKHIR TEKNIK ELEKTRO: Pengembangan Sistem Deteksi Dini Retinopathy Diabetes Dengan Smartphone
Jenis Dokumen	DESAIN <small>Catatan: Dokumen ini dikendalikan penyebarannya oleh Prodi Teknik Elektro ITB</small>
Nomor Dokumen	B300-01-TA1617.01.068
Nomor Revisi	01
Nama File	B300
Tanggal Penerbitan	17 June 2017
Unit Penerbit	Prodi Teknik Elektro - ITB
Jumlah Halaman	22 (termasuk lembar sampul ini)

Data Pemeriksaan dan Persetujuan				
Ditulis Oleh	Nama	Amalia Lupitasari	Jabatan	Anggota
	Tanggal	2 Desember 2016	Tanda Tangan	
	Nama	Yongky Purnomo	Jabatan	Anggota
	Tanggal	2 Desember 2016	Tanda Tangan	
	Nama	Lutfi Bukhari	Jabatan	Anggota
	Tanggal	2 Desember 2016	Tanda Tangan	
Disetujui Oleh	Nama	Dr. Hasballah Zakaria S.T., M.Sc.	Jabatan	Pembimbing
	Tanggal	2 Desember 2016	Tanda Tangan	

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	2
CATATAN SEJARAH PERBAIKAN DOKUMEN	3
1 PENGANTAR	4
1.1 RINGKASAN ISI DOKUMEN	4
1.2 TUJUAN PENULISAN DAN APLIKASI/KEGUNAAN DOKUMEN	4
1.3 REFERENSI	4
1.4 DAFTAR SINGKATAN	4
2 DESKRIPSI UMUM.....	6
2.1 SKENARIO PENGGUNAAN SISTEM	6
2.1.1 Penggunaan Awal Sistem.....	6
2.1.2 Penggunaan Sistem	7
2.2 SPESIFIKASI DAN PERFORMA FUNGSI	9
3 DESAIN.....	10
3.1 <i>HARDWARE</i>	10
3.1.1 Spesifikasi Kamera <i>Smartphone</i>	10
3.1.1.1 Resolusi (Megapixel).....	10
3.1.2 Spesifikasi <i>Hardware</i>	11
3.1.2.1 Lensa Fundus.....	11
3.1.2.2 Rangkaian Pencahayaan.....	12
3.1.3 Desain <i>Casing</i>	17
3.2 <i>SOFTWARE</i>	18
3.2.1 Gambaran Sistem	18
3.2.2 Pemrograman <i>Software</i>	19
3.2.2.1 OpenCV	19
3.2.2.2 Android Studio.....	21

Catatan Sejarah Perbaikan Dokumen

VERSI,	TANGGAL	OLEH	PERBAIKAN
01			

Proposal Proyek Pengembangan Sistem Deteksi Dini Retinopathy Diabetes Dengan Smartphone

1 Pengantar

1.1 RINGKASAN ISI DOKUMEN

Secara garis besar, dokumen B300 ini terdiri dari tiga bab:

- Bab 1 yaitu Pengantar, berisi ringkasan isi dokumen, tujuan penulisan, referensi, serta daftar singkatan yang digunakan.
- Bab 2 yaitu Deskripsi Umum, menggambarkan penggunaan sistem dengan lebih detail, seperti bagaimana setiap pihak dalam sistem saling terhubung.
- Bab 3 yaitu Desain, menggambarkan desain lebih rinci baik untuk perangkat *hardware* maupun *software*. Bab ini berisi spesifikasi serta pertimbangan pemilihan keputusan untuk desain yang akan dibuat.

1.2 Tujuan Penulisan dan Aplikasi/Kegunaan Dokumen

Tujuan penulisan dokumen B300 adalah sebagai penjelas terhadap desain sistem yang akan dikembangkan, baik desain secara fisik maupun desain cara kerja. Termasuk di dalamnya pertimbangan-pertimbangan dalam pemilihan keputusan. Dokumen B300 ini dapat dikatakan menjadi pedoman bagi penulis dalam membuat sistem yang akan dikembangkan nantinya.

1.3 REFERENSI

1. <http://fotografidesain.com/resolusi-gambar-digital/>
2. <http://easybasicphotography.com/image-resolution-pixels-print-sizes.html>
3. <http://belfot.com/piksel-megapixel-resolusi-foto/>
4. http://www.focusnusantara.com/article/artikel_fotografi/sensor_kamera_dan_resolusi.html
5. http://docs.opencv.org/2.4/doc/tutorials/introduction/android_binary_package/android_dev_intro.html
6. <https://en.wikipedia.org/wiki/OpenCV>
7. <http://cs-fundamentals.com/tech-interview/java/differences-between-java-and-cpp.php>
8. https://en.wikipedia.org/wiki/Android_Studio
9. https://en.wikipedia.org/wiki/Integrated_development_environment

1.4 DAFTAR SINGKATAN

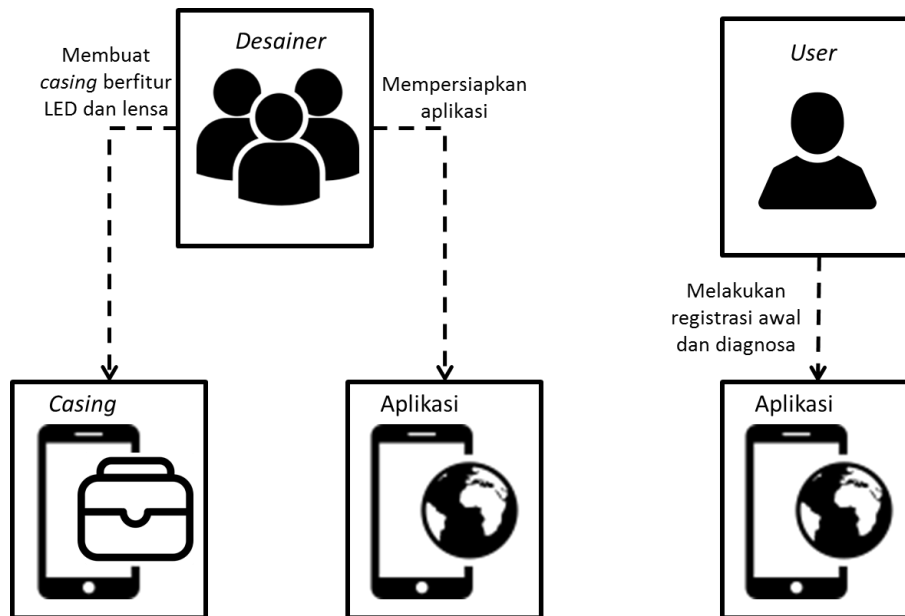
SINGKATAN	ARTI
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
DM	<i>Diabetes Mellitus</i>
DFD	<i>Data Flow Diagram</i>
DPI	<i>Dots Per Inch</i>
MP	Mega Pixel

SINGKATAN	ARTI
CCD	<i>Charged Coupled Device</i>
CMOS	<i>Complementary Metal Oxide Semiconductor</i>
OpenCV	<i>Open Source Computer Vision</i>
iOS	<i>iPhone Operating System</i>
OS	<i>Operating System</i>
JNI	<i>Java Native Interface</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
ADT	<i>Android Development Tools</i>
UI	<i>User Interface</i>
GNOME	<i>GNU Network Object Model Environment; GNU: GNU's Not Unix!</i>
KDE	<i>K Desktop Environment</i>
RAM	<i>Random Access Memory</i>
SDK	<i>Software Development Kit</i>
JDK	<i>Java Development Kit</i>
APK	<i>Android Package Kit</i>
NDK	<i>Native Development Kit</i>

2 DESKRIPSI UMUM

2.1 Skenario Penggunaan Sistem

2.1.1 Penggunaan Awal Sistem

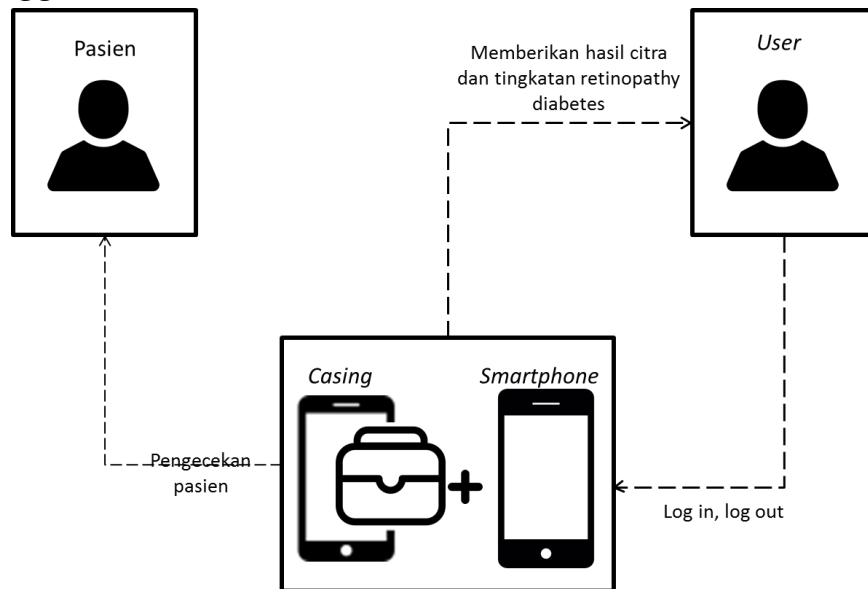


Gambar 2.1 Diagram Penggunaan Awal Sistem

Diagram di atas menggambarkan skenario penggunaan awal sistem deteksi dini retinopathy diabetes dengan *smartphone*. Secara umum terdapat empat bagian yang berperan dalam penggunaan awal sistem ini yaitu *user*, *desainer*, *casing smartphone*, dan aplikasi. Adapun penjelasan rinci dari skenario sistem adalah sebagai berikut :

1. Perancang menginisiasi pembuatan *casing* yang terdiri dari lensa fokus dan lensa 20D yang disejajarkan serta LED yang dikoneksikan dengan button.
2. Perancang melakukan persiapan pada aplikasi untuk disediakan di layanan digital toko daring seperti *google play store*.
3. Pengguna melakukan registrasi awal pada aplikasi di *smartphone* dengan memasukkan identitas yang terdiri dari identitas pengguna, *username*, *password*, dan *email google*.
4. Pengguna melakukan diagnosa dengan cara mengarahkan posisi kamera *smartphone* kearah mata penyandang DM, LED ditekan untuk menyala, kalibrasi dengan memaju dan mundurkan posisi *smartphone*, ambil citra mata dan kemudian akan diproses serta ditampilkan tingkatan retinopati diabetes.

2.1.2 Penggunaan Sistem

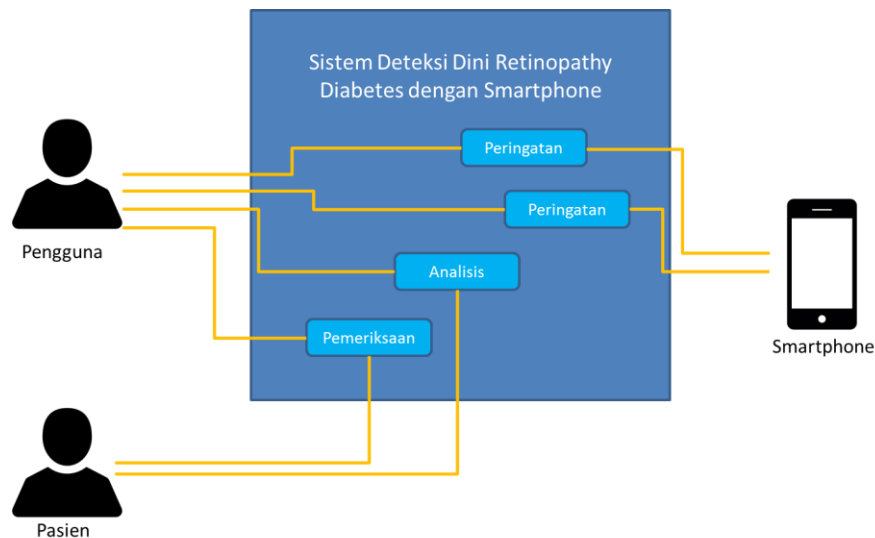


Gambar 2.2 Diagram Penggunaan Sistem

Pada diagram di atas digambarkan skenario penggunaan sistem deteksi dini retinopathy diabetes dengan *smartphone*. Secara umum terdapat empat bagian yang berperan dalam penggunaan sistem ini yaitu pengguna, aplikasi, dan pasien. Adapun penjelasan rinci dari skenario sistem adalah sebagai berikut :

1. Saat awal, *smartphone* pengguna dipasangkan *casing* tambahan yang memiliki fitur lensa dan LED terhubung *button*.
2. Pengguna melakukan *log in* pada aplikasi yang sudah dibuat.
3. *Smartphone* diarahkan ke mata pasien.
4. Lakukan kalibrasi dengan memaju atau mundurkan *smartphone* sehingga didapat citra retina yang tepat.
5. Tekan tombol *scan* sehingga citra akan diproses dan kemudian ditampilkan tingkatan retinopathy diabetes.
6. Hasil disimpan dalam bentuk gambar dan dapat dikonsultasikan ke dokter untuk solusi lebih lanjut

Sesuai dengan skenario yang telah dijelaskan sebelumnya, dibuatlah *use case* diagram seperti pada Gambar 2.3. Pada diagram ini terdapat empat aktor yang terlibat dengan sistem, yaitu pemilik, pasien, *aplikasi*, dan *casing*. Berikut merupakan diagram *Use-case* dari sistem deteksi retinopathy diabetes dengan *smartphone* :



Gambar 2.3 *Use-case* Sistem Deteksi

Deskripsi dan penjelasan lebih lanjut terhadap perilaku pengguna aplikasi dapat dilihat pada tabel *Use-case* berikut :

<i>Use-case</i>	Penyimpanan
Aktor	Pengguna, <i>smartphone</i>
Deskripsi	<i>Use-case</i> ini terjadi ketika pemilik ingin menyimpan citra retina yang sudah didapat sebelumnya. Akan ditampilkan tulisan yang mempertanyakan untuk disimpannya citra atau tidak. Jika disimpan maka akan dijadikan gambar yang disimpan di dalam <i>gallery</i> . Jika tidak maka gambar akan dihapus.
Stimulus	Pemilik mendapatkan hasil tingkatan retinopathy diabetes.
Respon	Pada aplikasi ditampilkan pertanyaan untuk menyimpan citra retina

Tabel 2.1 *Use-case* Penyimpanan

<i>Use-case</i>	Peringatan
Aktor	Pengguna, <i>smartphone</i>
Deskripsi	<i>Use-case</i> ini terjadi ketika kondisi internet tidak tersambung. Aplikasi pada <i>smartphone</i> akan memberikan notifikasi dalam bentuk tampilan tulisan dan ikon.
Stimulus	Kondisi sinyal atau internet yang tidak ada.
Respon	Aplikasi memberikan notifikasi pada pengguna dalam bentuk tampilan tulisan dan ikon.

Tabel 2.2 *Use-case* Peringatan

<i>Use-case</i>	Analisis
Aktor	Pengguna, <i>smartphone</i> , pasien
Deskripsi	<i>Use-case</i> ini terjadi ketika citra retina sudah didapatkan. Citra akan diproses melalui aplikasi dan kemudian akan ditampilkan hasil tingkatan retinopathy diabetes berdasarkan citra tadi.
Stimulus	Pemilik melakukan penekanan tombol <i>scan</i> .

Respon	Pemilik menerima tampilan hasil tingkatan retinopathy diabetes.
--------	---

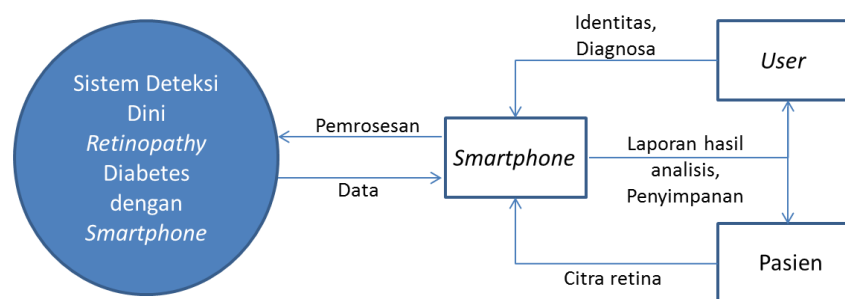
Tabel 2.3 Use-case Analisis

Use-case	Pemeriksaan
Aktor	Pengguna, <i>smartphone</i> , pasien
Deskripsi	<i>Use-case</i> ini terjadi ketika pengguna telah menyematkan <i>casing</i> pada <i>smartphone</i> serta telah membuka aplikasi. Setelah aplikasi terbuka akan menampilkan citra dari kamera <i>smartphone</i> . Tombol <i>button</i> pada <i>casing</i> ditekan untuk proses pencahayaan. Kemudian dilakukan kalibrasi dengan memaju-mundurkan <i>smartphone</i> sehingga didapatkan citra retina yang tepat.
Stimulus	Pemilik melakukan pemasangan <i>casing</i> , menyalakan lampu LED, dan membuka aplikasi.
Respon	Pemilik menerima tampilan citra dari kamera <i>smartphone</i> .

Tabel 2.4 Use-case Pemeriksaan

2.2 Spesifikasi dan Performa Fungsi

Spesifikasi dari sistem akan dijelaskan melalui *Data Flow Diagram* (DFD) di bawah ini. DFD untuk sistem di bawah ini merupakan DFD level 0.



Gambar 2.4 DFD Level 0

DFD level 0 di atas menggambarkan batasan sistem dan lingkungan yang terlibat dengan sistem ini. Pada sistem ini terdapat tiga bagian yang terlibat yaitu *smartphone*, pengguna, dan pasien. *Smartphone* menerima input dari pengguna berupa identitas pasien serta citra retina pasien yang diperiksa. Sistem kemudian menerima input untuk memproses citra retina pasien. Sistem mengambil citra retina yang kemudian diproses. Setelah diproses sistem akan memberikan data ke *smartphone*. Hasil analisis berupa gambar dan tulisan tingkatan retinopathy diabetes akan ditampilkan di layar *smartphone*. Pasien dan pengguna dapat menentukan untuk menyimpan hasil gambar atau tidak.

3 DESAIN

3.1 Hardware

3.1.1 Spesifikasi Kamera Smartphone

Kamera *smartphone* merupakan sebuah *sub system* dari sistem besar yang dirancang. Peran dari kamera *smartphone* adalah sebagai pengambil citra retina mata, untuk selanjutnya dilakukan pengolahan citra. Diperlukan batas minimum atau spesifikasi kamera yang harus dipenuhi dalam merancang sistem deteksi dini retinopathy diabetes, yaitu sebagai berikut:

Parameter	Ketentuan
Resolusi (Megapixel)	8 MP

Tabel 3.1 Spesifikasi Kamera *Smartphone*

Resolusi dari citra yang didapatkan sangat berpengaruh pada kualitas dan spesifikasi minimum input pemrosesan citra. Apabila resolusi citra yang didapatkan lebih rendah maka hasil deteksi tidak sesuai. Beberapa kesalahan yang sering terjadi ketika resolusi dibawah spesifikasi pengolahan adalah kesalahan penentuan *optical disk* dan bentuk retina.

3.1.1.1 Resolusi (Megapixel)

Suatu citra digital terbentuk atas sebuah kotak-kotak yang disebut dengan pixel. pixel adalah suatu susunan titik pada citra digital yang memberikan informasi yang menentukan warna (*hue*), kekuatan warna (*saturation*), dan terang warna (*brightness*). Jumlah pixel yang terdapat pada kamera tentu berbeda-beda berdasarkan spesifikasi kameranya, dalam hal ini besar resolusi kamera. 1 megapixel setara dengan 2^{20} pixel, yang dapat pula merepresentasikan format dimensi panjang pixel x lebar pixel (*width x height*). Berikut disajikan tabel resolusi kamera dan ukuran cetak maksimum pada 200 DPI dan 300 DPI:

File Size (Pixels)	Megapixels	Maximum Print Size @ 200 DPI	Maximum Print Size @ 300 DPI
1,600 x 1,200	2MP	8.0 X 6.0	5.3 X 4.0
2,048 x 1536	3MP	10.2 X 7.6	6.8 X 5.1
2,592 x 1944	5MP	12.9 X 9.7	8.6 X 6.4
3,072 x 2304	7MP	15.3 X 11.5	10.2 X 7.6
3,264 x 2,448	8MP	16.3 X 12.2	10.8 X 8.1
3,648 x 2,736	10MP	18.2 X 13.6	12.1 X 9.1
4,000 x 3,000	12MP	20.0 X 15.0	13.3 X 10

4,288 x 3,216

14MP

21.4 X 16.8

14.2 X 10.7

Tabel 3.2 Spesifikasi Kamera *Smartphone*

3.1.2 Spesifikasi Hardware

Metode *indirect* merupakan salah satu metode pada oftalmologi. Metode ini menggunakan lensa tambahan untuk mendapatkan citra retina. Terdapat 2 buah lensa yang digunakan yaitu lensa fokus dan lensa fundus. Selain lensa, perangkat yang akan dirancang memiliki rangkaian tambahan berupa rangkaian pencahayaan yang terdiri dari baterai dan rangkaian LED.

3.1.2.1 Lensa Fundus

Sistem deteksi dini retinopathy diabetes yang dirancang menggunakan metode *indirect*, sehingga *hardware* yang dirancang memiliki prinsip yang sama dengan sebuah mikroskop. *Hardware* terdiri dari 2 buah lensa okuler dan objektif. Lensa pada *smartphone* akan mempunyai fungsi sama dengan lensa okuler, sedangkan fungsi lensa fundus pada sistem ini akan sama dengan lensa objektif.

Dalam dunia medis, terdapat sebuah lensa standar yang digunakan dalam pemeriksaan mata yang dinamakan lensa fundus. Lensa ini merupakan lensa positif bikonveks (cembung-cembung). Lensa positif digunakan karena memiliki sifat diantaranya:

- Bersifat mengumpulkan cahaya, karena sinar yang datang melewati lensa selalu dibiaskan menuju suatu titik;
- Tempat berpotongan sinar bias selalu terletak di belakang lensa cembung sehingga dapat dikatakan menghasilkan fokus sejati (positif);
- Sifat bayangan yang dihasilkan berupa diperbesar pada peletakan di titik fokus, di antara fokus dengan jari-jari, dan di antara titik pusat dengan titik fokus.

Dari sifat-sifat ini, lensa fundus dikatakan merupakan lensa positif. Terutama dari sifat ketiga, pengambilan citra retina akan semakin optimal dengan citra yang lebih besar karena akan memudahkan pengamatan, pengolahan gambar, dan diagnosis penyakit pada mata.

Terdapat beberapa jenis kamera fundus yang sering digunakan dalam dunia medis yang dibedakan berdasarkan kekuatan lensa tersebut. Di antaranya adalah lensa 20D, 78D, dan 90D. Perbedaan kekuatan lensa (dioptri) ini mempengaruhi perhitungan jarak dan perbesaran yang dihasilkan. Karakteristik fisik dari lensa ini adalah semakin besar dioptri maka semakin kecil diameter lensa tersebut. Pada perancangan subsistem *hardware* ini, terdapat beberapa pertimbangan:

- Perbesaran lensa
Perbesaran lensa dipengaruhi oleh 2 hal yaitu kekuatan mata dan kekuatan lensa yang digunakan. Mata manusia memiliki kekuatan lensa sebesar 60 dioptri.

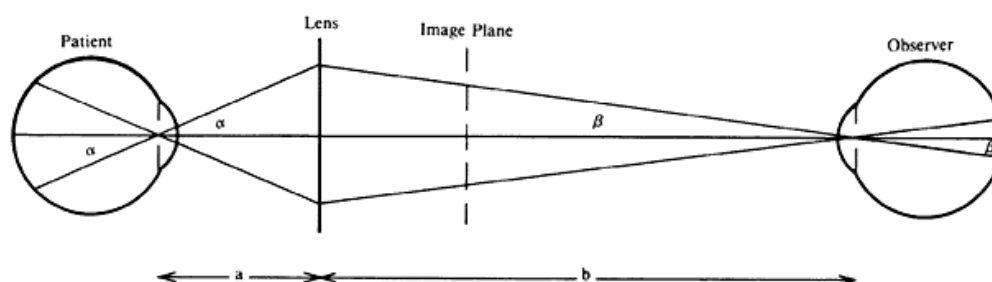
$$\frac{\text{Aerial Image}}{\text{Fundus Detil}} = \frac{F_{\text{lens}} \times \sin \alpha}{F_{\text{eye}} \times \sin \alpha}$$

$$\frac{F_{\text{lens}}}{F_{\text{eye}}} = \frac{D_{\text{eye}}}{D_{\text{lens}}} = \frac{60}{\text{Lens Power}}$$

Maka ketika kita menggunakan lensa fundus 20D, kita akan mendapatkan perbesaran sebesar 60/20, atau setara dengan 3 kali lipat perbesaran. Dengan cara yang sama maka kita dapat mencari perbesaran yang dihasilkan oleh lensa fundus 78D dan 90D.

b. Perhitungan jarak

Dengan menggunakan prinsip dasar lensa tipis, jarak yang perlu diperhitungkan adalah jarak antara mata dengan lensa sebagai jarak nyaman dan pemenuhan sifat dasar lensa agar mendapatkan hasil diperbesar. Peletakan objek terhadap lensa fundus adalah di antara titik fokus dan jari-jari. Parameter jarak antara objek dengan pengamat dapat dicari merujuk gambar 3.1 dan tabel 3.3.



Gambar 3.1 Jarak antara Objek dengan Lensa

Lensa	Jarak Fokus (cm)	Jarak Mata dengan Lensa (a) (cm)	Dioptri jarak (a) (Dioptri)	Dioptri Jarak (b) (Dioptri)	Jarak Lensa Dengan Smartphone (cm)
20D	5	6	16.67	3.33	30
		7	14.28	5.71	17.5
		8	12.5	7.5	13.33
		9	11.11	8.89	11.25
78D	1.28	1.4	71.43	6.57	15.21
		1.6	62.5	15.5	6.45
		1.8	55.56	22.44	4.45
		2	50	28	3.57
		2.2	45.45	32.54	3.07
		2.4	41.67	36.33	2.75
90D	1.1	1.2	83.33	6.67	15
		1.5	66.67	23.33	4.28
		1.8	55.56	34.44	2.91
		2.1	47.62	42.38	2.36

Tabel 3.3 Perhitungan Jarak antara Objek dengan Lensa pada Beberapa Kekuatan Lensa

3.1.2.2 Rangkaian Pencahayaan

Pada *hardware* yang dirancang terdapat sebuah sub-komponen yaitu rangkaian pencahayaan. Rangkaian pencahayaan merupakan rangkaian elektrik sederhana yang

terdiri dari baterai, resistor variabel, dan LED. Pada bagian ini akan dibahas satu persatu komponen-komponen yang digunakan.

3.1.2.2.1 Baterai Lithium CR2032

Sumber tegangan merupakan komponen yang dibutuhkan untuk memasok energi ke setiap komponen yang digunakan. Sumber tegangan yang digunakan berasal dari battery CR2032 atau sering disebut dengan baterai kancing. Baterai ini mempunyai besar tegangan sebesar 3V. Baterai lithium dipilih karena memiliki sifat yang lebih baik daripada jenis baterai lainnya. Baterai ini dapat menghasilkan energi yang besar, sebagai perbandingan, baterai Ni/Cd hanya memiliki energi sekitar 50 Watt.hour (Wh) dengan daya maksimum 1.2 V sedangkan baterai lithium-ion memiliki sekitar 150 Wh dengan daya 3.7 V untuk tiap 1 kg-nya. Dari segi volume, tiap dm^3 baterai lithium-ion memiliki 500 Wh energi sedangkan Ni/Cd hanya sekitar 150 Wh. Dengan kelebihan tersebut, alat elektronik menjadi semakin ringan dan kecil. Sedangkan pemilihan lithium CR2032 berdasarkan dimensi dari baterai yang digunakan, dimana CR2032 memiliki ketebalan sebesar 3,2 mm. Dimensi yang kecil dapat membantu dalam ruang penyimpanan pada *hardware*.

Jika dibandingkan dengan jenis baterai lain, baterai lithium memiliki kelebihan sebagai berikut:

- Lebih ringan. Elektroda baterai lithium-ion terbuat dari lithium yang ringan dan karbon. Lithium adalah elemen yang sangat reaktif, artinya lithium memiliki banyak energi yang bisa disimpan dalam ikatan atomnya.
- Lebih bertenaga. Satu kilogram baterai lithium-ion bisa menampung 150 Ah/kg, sementara satu kilogram baterai NiMH bisa menampung 100 Ah/kg.
- Lebih kuat. Sebuah baterai lithium-ion hanya kehilangan 5% isinya setiap bulan, dibandingkan dengan baterai NiMH yang kehilangan 20% isinya per bulan.
- Lebih awet. Baterai lithium-ion bisa menangani ratusan kali siklus isi/kuras (*charge/discharge*).
- Tidak ada efek memori, itu artinya tidak harus menunggu baterai benar-benar kosong untuk melakukan isi ulang.
- Mudah ditemukan di pasaran.
- Perawatan lebih mudah.
- Lebih cocok baterai gadget portabel.

Terdapat arti dari kode baterai yang memuat spesifikasi dari baterai tersebut. Kode yang digunakan pada baterai kancing adalah XX-YY-ZZ, akan dijelaskan sebagai berikut:

- Kode XX
Kode XX merupakan kode yang digunakan untuk membedakan jenis material baterai. Jenis-jenis material baterai beserta nilai tegangannya dijelaskan pada tabel 3.4:

XX	Nama Umum	Elektroda Positif (+)	Elektroda Negatif (-)	Tegangan Nominal (V)	Batas Tegangan akhir (V)
L	Alkaline	Manganese Dioxide	Zinc	1,5	1,0
S	Silver	Silver Oxide	Zinc	1,55	1,2
P	Zinc-air	Oxygen	Zinc	1,4	1,2
C	Lithium	Manganese Dioxide	Lithium	3	2,0

B	-	Carbon Monofluoride	Lithium	3	2,0
G	-	Copper Oxide	Zinc	1,5	1,2

Tabel 3.4 Pembacaan Kode XX Battery

- YY

Kode ini memuat informasi besar diameter baterai. Pada tabel 3.5 dijelaskan *datasheet* ukuran diameter beserta toleransinya:

Kode Angka	Diameter (mm)	Toleransi (mm)
4	4,8	+/- 0,15
5	5,8	+/- 0,15
6	6,8	+/- 0,15
7	7,9	+/- 0,15
9	9,5	+/- 0,15
10	10,0	+/- 0,20
11	11,6	+/- 0,20
12	12,5	+/- 0,25
16	16	+/- 0,25
20	20	+/- 0,25
23	23	+/- 0,50
24	24,5	+/- 0,50

Tabel 3.5 Diameter Baterai Kode YY Beserta Toleransinya

- ZZ

Kode ini merupakan kode untuk menentukan besar dimensi ketebalan baterai. Satuan yang digunakan adalah $\frac{1}{10}$ mm. Jika kode ZZ menunjukkan nilai 32, maka ketebalan baterai sebesar 3,2 mm.

3.1.2.2.2 LED (Light-Emitting Diode)

Light Emitting Diode atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Warna-warna cahaya yang dipancarkan oleh LED tergantung pada jenis bahan semikonduktor yang dipergunakannya.

Dalam perancangan ini, syarat utama jenis LED yang akan digunakan ada pada dimensi dan tegangan. LED secara umum menggunakan tegangan kerja 3V. Bila tegangan yang diberikan pada LED lebih besar dari 3 V, akibat adanya zener internal maka meskipun diberi tegangan 12 V, selama arusnya tidak melebihi spesifikasi LED (misal 20 mA), maka tegangan pada LED akan tetap digenggam pada tegangan 3 V. Bila arus dinaikan menjadi 40 mA maka LED akan berubah warna menuju kuning selanjutnya terbakar.

Spesifikasi macam-macam LED yang berada dipasaran akan dijelaskan pada tabel 3.6 sebagai berikut:

NO	DIAMETER LED	TEGANGAN (V)	ARUS (mA)	DAYA (watt)
1	3 mm	3	20	0,06
2	5 mm	3	25	0,075
3	8 atau 10 mm	3	30	0,09
4	SMD	3	20	0,06
5	Desain khusus	3	330	1

Tabel 3.6 *Datasheet* Jenis LED

Bila menggunakan LED dengan diameter 3 mm, maka arus optimal yang dapat diberikan adalah 20 mA. Bila arus melebihi nilai tersebut maka umur LED dapat berkurang dari ketentuan semula. Misalkan LED memiliki *life time* 100.000 jam pada arus 20 mA, maka bila arus lebih kecil dari nilai tersebut umur LED menjadi semakin panjang, sedangkan bila lebih besar dari 20 mA umur LED bisa kurang bahkan bisa hanya dalam beberapa detik.

Variasi jenis warna LED turut digunakan dalam pengujian guna membandingkan keoptimalan *hardware* yang dirancang. Dalam pengujian, digunakan 4 warna LED (putih, merah, biru, dan hijau) dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Warna-warna LED (*Light Emitting Diode*)






Jenis warna pada LED bergantung pada panjang gelombang dan senyawa semikonduktor yang dipergunakan. Tabel 3.7 merupakan tabel senyawa semikonduktor yang digunakan untuk menghasilkan variasi warna pada LED.

Bahan Semikonduktor	Wavelength	Warna
Gallium Arsenide Phosphide (GaAsP)	630-660nm	Merah
Aluminium Gallium Phosphide (AlGaP)	550-570nm	Hijau
Silicon Carbide (SiC)	430-505nm	Biru
Gallium Indium Nitride (GaInN)	450nm	Putih
Gallium Arsenide Phosphide Nitride (GaAsP:N)	585-595nm	Kuning

Tabel 3.7 Bahan LED dan Panjang Gelombang LED

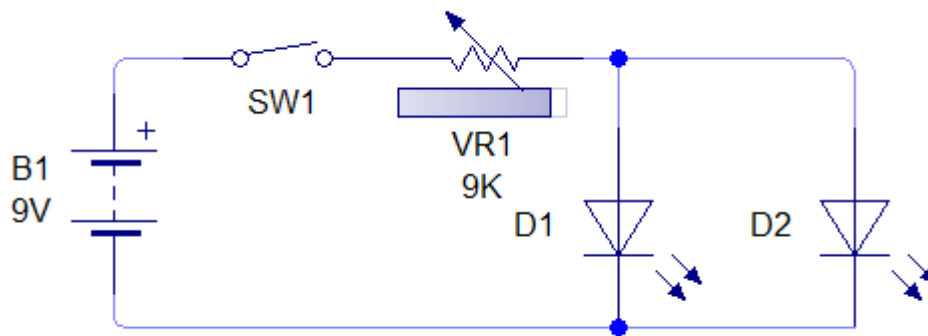
Panjang gelombang LED perlu diperhatikan karena mata sebagai objek pengamatan memiliki batasan-batasan dalam menerima panjang gelombang cahaya yang masuk ke dalam mata. Rentang panjang gelombang yang aman diterima oleh mata adalah pada rentang cahaya tampak. Apabila kita menggunakan cahaya inframerah dengan panjang gelombang yang besar dapat memicu munculnya penumpukan kabut putih melapisi retina sehingga mata mengalami ketajaman penglihatan dan katarak pada lensa mata.

Setiap LED memiliki spesifikasi tegangan yang berbeda-beda untuk menyalakannya. Tegangan maju untuk LED tersebut tergolong rendah sehingga memerlukan sebuah resistor untuk membatasi arus dan tegangannya agar tidak merusak LED yang bersangkutan. Adapun spesifikasi LED yang akan digunakan dijelaskan pada tabel 3.8.

LED	Spesifikasi
	<ul style="list-style-type: none"> • 2.0-2.4 VDC forward drop • Max current: 20mA • Suggested using current: 16-18mA • Luminous Intensity: 40-100mcd
	<ul style="list-style-type: none"> • 2.0-2.4VDC forward drop • Max current: 20mA • Suggested using current: 16-18mA • Luminous Intensity: 40-100mcd
	<ul style="list-style-type: none"> • 2.0-2.4 VDC forward drop • Max current: 20mA • Suggested using current: 16-18mA • Luminous Intensity: 40-100mcd
	<ul style="list-style-type: none"> • 1.8-2.2VDC forward drop • Max current: 20mA • Suggested using current: 16-18mA • Luminous Intensity: 150-200mcd
	<ul style="list-style-type: none"> • 2.0-2.4VDC forward drop • Max current: 20mA • Suggested using current: 16-18mA • Luminous Intensity: 40-100mcd

Tabel 3.8 Spesifikasi LED warna

3.1.2.2.3 Rangkaian



Gambar 3.2 Skematik Rangkaian Pencahayaan

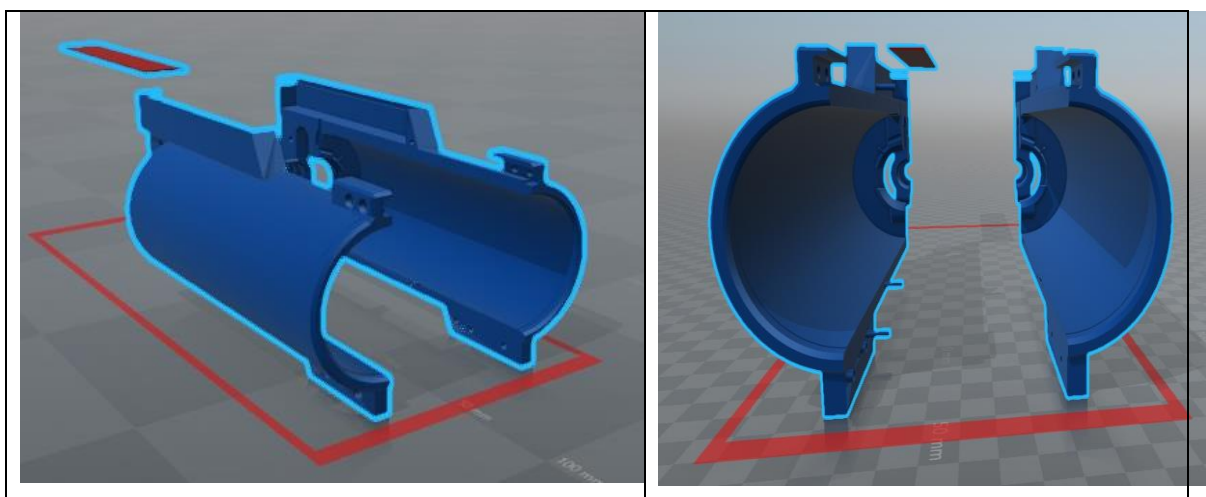
Pada rangkaian ini terdapat sebuah resistor variabel sebesar 10 K Ω . Resistor ini digunakan untuk mengatur jumlah arus yang masuk pada LED. Besar nilai tegangan LED bergantung pada jenis LED yang digunakan.

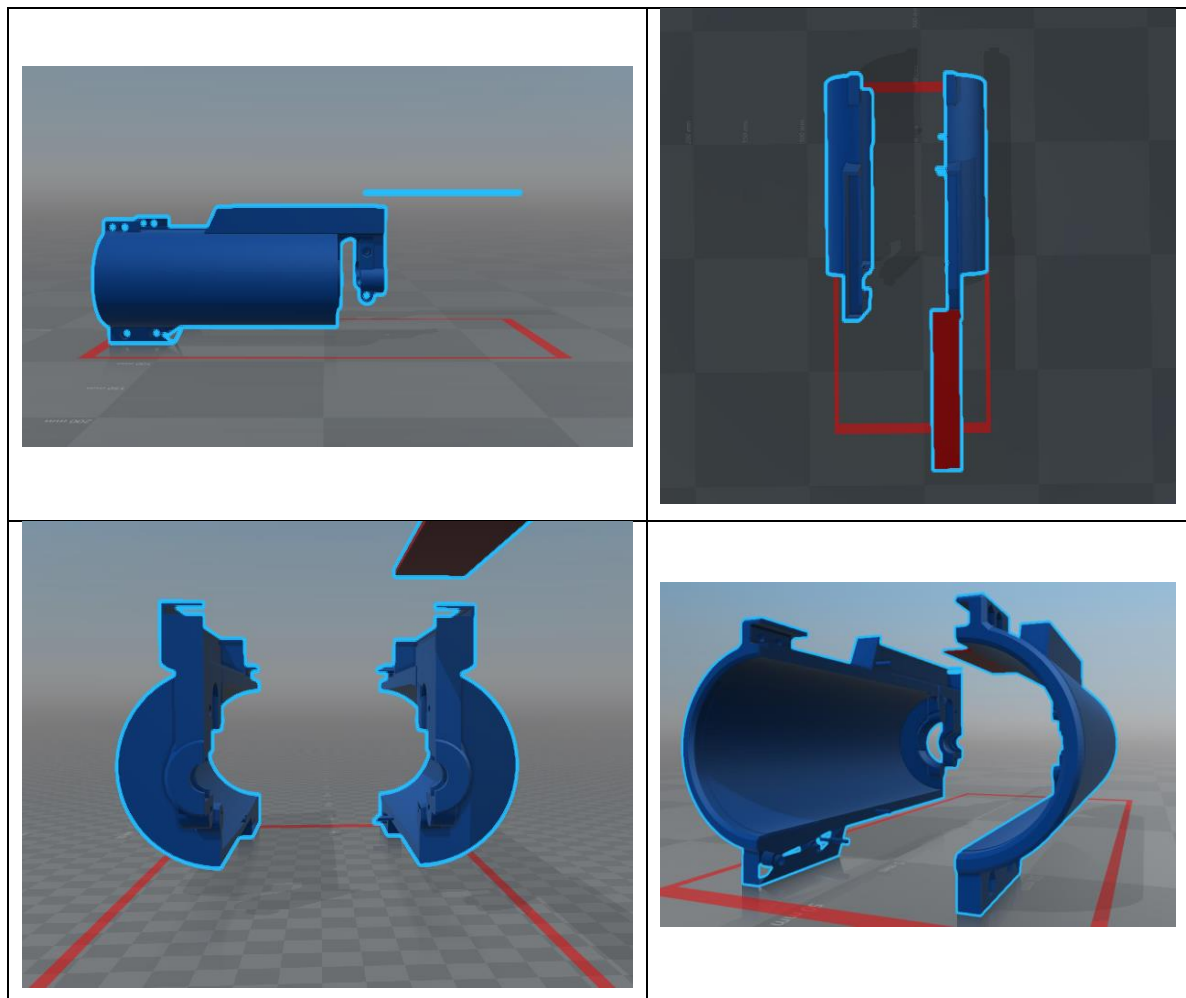
Hubungan antara besar resistansi dengan intensitas cahaya adalah semakin besar nilai resistansi maka semakin redup intensitas cahaya. Besar dari resistansi sendiri tidak ada patokan yang pasti, hal ini disebabkan intensitas cahaya yang dikeluarkan haruslah menyesuaikan kenyamanan pasien atau subjek dalam menerima cahaya ketika dilakukan pengamatan.

3.1.3 Desain Casing

Parameter yang telah ditentukan sebelumnya kemudian digabungkan menjadi satu melalui sebuah *casing*. *Casing* merupakan implementasi dari perhitungan-perhitungan jarak pada lensa dan rangkaian pencahayaan. *Casing* yang dirancang memiliki bentuk hampir menyerupai teropong. Fungsi dari bentuk ini adalah menghalangi adanya cahaya berlebih ke lensa fundus dari lingkungan sekitar. Sedangkan *holder smartphone* pada *casing* didesain dengan model pengait. Cara pemasangannya adalah dengan menyatukan smartphone dengan pengait pada bagian atas *smartphone*.

Rancangan desain *casing* akan pada tabel 3.9:





Tabel 3.9 Desain *Casing*

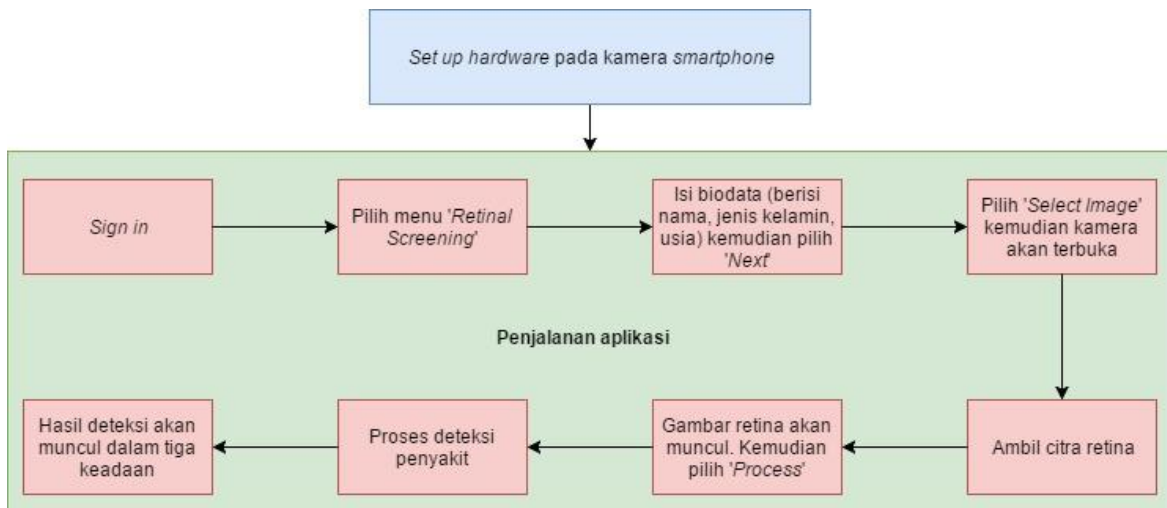
3.2 Software

3.2.1 Gambaran Sistem

Sistem yang akan dikembangkan nantinya akan memiliki perangkat *software* berupa sebuah aplikasi di *smartphone* dengan spesifikasi sebagai berikut:

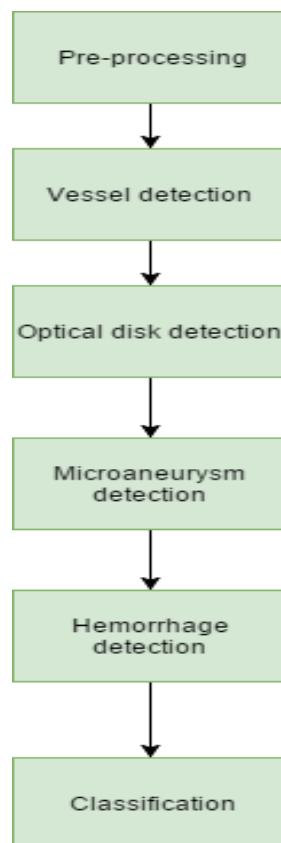
- Dapat mengambil citra fundus retina pasien setelah perangkat *hardware* dipasangkan ke kamera *smartphone*;
- Dapat mendeteksi ada tidaknya retinopathy diabetes pada pasien dan mendeteksi *grading*-nya serta menampilkan hasilnya kepada pengguna atau pasien;
- Dapat menyimpan hasil deteksi penyakit yang mencakup citra fundus retina pasien, data diri pasien, waktu pengambilan, serta hasil deteksi penyakit;

Gambaran penggunaan sistem secara umum dapat dijelaskan dengan alir sebagai berikut:



Gambar 3.3 Alir Penggunaan Sistem

Sistem deteksi citra retina mata seperti yang telah disampaikan di dokumen sebelumnya, secara garis besarnya adalah sebagai berikut.



Gambar 3.4 Diagram Alir Pengolahan Data (Pemrosesan Gambar)

3.2.2 Pemrograman Software

3.2.2.1 OpenCV

Untuk sistem deteksi yang dikembangkan ini, data pada sistem adalah citra fundus retina mata pasien. Untuk melakukan pengolahan citra retina pada *smartphone* digunakan OpenCV, lebih tepatnya OpenCV *for Android*. OpenCV (*Open Source Computer Vision*) merupakan suatu *library* pemrograman yang dikhususkan kepada pengolahan *real-time*

computer vision. *Library* ini bersifat *cross-platform* dan *open-source* sehingga dapat digunakan secara gratis. Sebagai bahasa pemrogramannya, OpenCV menggunakan C++, namun tersedia juga *interface* untuk Phyton, C#, Java, serta Ruby.

Sekalipun OpenCV juga kompatibel untuk iOS, namun pengembangan sistem deteksi dini akan berfokus pada OS Android. Hal ini dikarenakan Android dirasa lebih umum pemakaiannya bagi masyarakat. Selain itu, harga *smartphone* iOS pada umumnya cenderung lebih tinggi dibanding *smartphone* Android, dengan demikian dapat diambil kesimpulan penggunaan *smartphone* Android lebih luas di masyarakat.

Pada dasarnya, Android merupakan OS berbasis Linux. Pengembangan Android cukup berbeda dengan pengembangan *platform* lainnya. Karena itu, sebelum memulai pemrograman untuk Android, perlu diperhatikan beberapa poin berikut:

1. Mengetahui bahasa pemrograman yang digunakan untuk OS Android yaitu Java.
2. Mengetahui *Java Native Interface* (JNI) yang merupakan teknologi untuk menjalankan *native code* pada Java.
3. Mengetahui aktivitas Android dan *lifecyclenya*.
4. Pengembangan dengan OpenCV akan membutuhkan pengetahuan mengenai spesifikasi kamera Android.

Dalam pengembangan Android, dapat digunakan bahasa pemrograman Java maupun C++, walaupun pada dasarnya Android menggunakan Java. Namun berdasarkan beberapa forum diskusi, sebagian besar menyarankan agar menggunakan Java. Di antara perbandingan antara bahasa Java dan C++ dapat dilihat pada tabel berikut.

Java	C++
Tidak men- <i>support pointer, template, union, operator overloading, structure</i> .	Men- <i>support template, union, operator overloading, structure, pointer</i> dan <i>pointer arithmetic</i> .
Men- <i>support automatic garbage collection</i> , tidak men- <i>support destructor</i> .	Men- <i>support destructor</i> , yang secara otomatis diminta ketika suatu obyek dihancurkan.
Tidak men- <i>support</i> kompilasi dan inklusi kondisional.	Inklusi kondisional (<i>#ifdef #ifndef type</i>) merupakan salah satu fitur utama C++.
Memiliki <i>built in support</i> untuk <i>thread</i> .	Tidak memiliki <i>built in support</i> untuk <i>thread</i> . Untuk <i>thread support</i> digunakan bahasa lain yang tidak standar.
Tidak men- <i>support</i> argumen <i>default</i> . Tidak ada operator <i>scope resolution (::)</i> . Pendefinisian harus selalu dilakukan dalam suatu <i>class</i> .	Men- <i>support</i> argumen <i>default</i> . Terdapat operator <i>scope resolution</i> yang digunakan untuk mendefinisikan metode di luar suatu <i>class</i> dan untuk mengakses variabel global dari <i>scope</i> di mana terdapat variabel local dengan nama yang sama.
Tidak ada <i>statement goto</i> .	Terdapat <i>statement goto</i> , walaupun penggunaannya tidak terlalu disukai.
Tidak men- <i>support multiple inheritance</i> , atau dengan cara yang berbeda dengan C++.	Men- <i>support multiple inheritance</i> .
Pengecualian dilakukan dengan berbeda karena tidak ada <i>destructor</i> . <i>Try/catch</i> harus didefinisikan bila menggunakan pengecualian.	Tidak perlu menambahkan <i>try/catch</i> bila terdapat pengecualian.

Memiliki <i>method overloading</i> namun tidak memiliki <i>operator overloading</i> .	Men-support baik <i>method overloading</i> maupun <i>operator overloading</i> .
Memiliki <i>built in support</i> untuk komentar (<i>/** ... */</i>).	Tidak men-support komentar.
Diinterpretasikan untuk sebagian besar bagian dan karenanya independen.	Menghasilkan <i>object code</i> . Kode yang sama mungkin tidak berjalan pada <i>platform</i> yang berbeda.

Tabel 3.9 Perbandingan Bahasa Pemrograman Java dan C++

3.2.2.2 Android Studio

Untuk melakukan pengembangan Android, diperlukan suatu aplikasi yang menyajikan fasilitas untuk melakukan pengembangan *software* yang disebut *Integrated Development Environment* (IDE). Normalnya, suatu IDE terdiri dari *source code editor*, *build automation tools*, dan *debugger*. Sedangkan pada sistem yang akan dikembangkan ini, IDE yang akan digunakan yaitu Android Studio. Android Studio menggunakan bahasa pemrograman Java dalam penggunaannya.

Android Studio merupakan IDE khusus untuk pengembangan Android. Sejak 16 Mei 2013, Android Studio tersedia gratis di bawah Apache License 2.0. IDE ini kompatibel untuk Windows, Mac OS X, dan Linux. Android Studio menggantikan *Eclipse Android Development Tools* (ADT) sebagai IDE Google untuk aplikasi pengembangan Android.

Fitur-fitur yang tersedia pada Android Studio yaitu:

- *Gradle-based build support*.
- *Android-specific refactoring* dan *quick fixes*.
- *Lint tools* untuk menarik performa, kegunaan, kompatibilitas, dan masalah lainnya.
- Integrasi ProGuard dan kapabilitas *app-signing*.
- *Template-based wizards* untuk membuat desain dan komponen Android.
- *Layout editor* yang memungkinkan pengguna untuk men-*drag-and-drop* komponen UI (*user interface*), pilihan untuk melihat kembali *layout* pada konfigurasi layar *multiple*.
- *Support* untuk mem-*build* aplikasi Android Wear.
- *Built-in support* untuk Google Cloud Platform, memungkinkan integrasi dengan Google Cloud Messaging dan App Engine.

Sedangkan spesifikasi untuk masing-masing *platform* yang dapat dipasang Android Studio adalah sebagai berikut.

- Versi 2.x:

	Windows	OS X/macOS	Linux
OS version	Microsoft Windows 10/8/7 (32- or 64-bit)	Mac OS X 10.9.5 or higher, up to 10.11.6 (El Capitan) or 10.12.1 (Sierra)	GNOME or KDE desktop
RAM	3 GB RAM minimum, 8 GB RAM recommended		
Disk space	500 MB disk space for Android Studio, at least 1.5 GB for Android SDK, emulator system images, and caches		
Java version	Java Development Kit (JDK) 8		
Screen resolution	1280x800 minimum screen resolution		

Tabel 3.10 Spesifikasi *Platform* untuk Android Studio Versi 2.x

- Versi 1.x:

	Windows	OS X/macOS	Linux
OS version	Microsoft Windows 10/8.1/8/7/Vista/2003/XP (32 or 64 bit)	Mac OS X 10.8.5 or higher, up to 10.10 to up 10.10.2 up 10.10.3 or 10.10.5 (Yosemite)	GNOME or KDE or Unity desktop on Ubuntu or Fedora or GNU/Linux Debian
RAM	2 GB RAM minimum, 4 GB RAM recommended		
Disk space	500 MB disk space		
Space for Android SDK	At least 1 GB for Android SDK, emulator system images, and caches		
JDK version	Java Development Kit (JDK) 7 or higher		
Screen resolution	1280x800 minimum screen resolution		

Tabel 3.11 Spesifikasi *Platform* untuk Android Studio Versi 1.x

Sedangkan perbandingan antara Android Studio dengan Eclipse ADT yaitu:

Fitur	Android Studio	Eclipse ADT	Eclipse dan Selanjutnya
<i>Build system</i>	Gradle	Apache Ant	Gradle/Maven/Ant
<i>Maven-based build dependencies</i>	Ya	Ya	Ya
Varian <i>build</i> dan <i>multiple-APK generation</i>	Ya	Ya	Ya
Penyempurnaan kode Android yang lebih <i>advanced</i> dan <i>refactoring</i>	Ya	Ya	Ya
<i>Graphical layout editor</i>	Ya	Ya	Ya
<i>APK signing</i> dan <i>keystore management</i>	Ya	Ya	Ya
<i>NDK support</i>	Ya	Ya	Ya

Tabel 3.12 Perbandingan Android Studio dengan Eclipse ADT