

**PENERAPAN METODE HOUGH TRANSFORM  
DALAM SEGMENTASI CITRA IRIS MATA UNTUK  
MENDETEKSI PENYAKIT KOLESTEROL  
BERDASARKAN IRIDOLOGI**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai syarat untuk menyelesaikan  
Program Studi Strata-1 Departemen Teknik Informatika

**Disusun oleh:**

**Arga Asasta**

**1112012**



INSTITUT  
TEKNOLOGI  
HARAPAN  
BANGSA

*School of Telematics*

**DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA  
INSTITUT TEKNOLOGI HARAPAN BANGSA  
BANDUNG**

**2016**



INSTITUT  
TEKNOLOGI  
HARAPAN  
BANGSA  
*School of Telematics*

**DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA**  
**INSTITUT TEKNOLOGI HARAPAN BANGSA**

---

## **LEMBAR PENGESAHAN**

# **PENERAPAN METODE HOUGH TRANSFORM DALAM SEGMENTASI CITRA IRIS MATA UNTUK MENDETEKSI PENYAKIT KOLESTEROL BERDASARKAN IRIDOLOGI**



**Disusun Oleh:**

**Arga Asasta**

**1112012**

Telah disetujui dan disahkan sebagai laporan tugas akhir  
Program Studi Strata-1 Departemen Teknik Informatika

**INSTITUT TEKNOLOGI HARAPAN BANGSA**

Bandung, Januari 2016

Pembimbing

Ken Ratri Retno Wardani, S.Kom, M.T.

NIK : 105033



---

## PERNYATAAN HASIL KARYA PRIBADI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Arga Asasta**

NIM : **1112012**

Dengan ini menyatakan bahwa laporan Tugas Akhir dengan judul “Penerapan Metode Hough Transform Dalam Segmentasi Citra Iris Mata Untuk Mendeteksi Penyakit Kolesterol Berdasarkan Iridologi” adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan pada saya.

Bandung, Januari 2016

Yang membuat pernyataan,

**Arga Asasta**

## ABSTRAK

Segmentasi citra merupakan salah satu proses dalam pengolahan citra. Dari hasil segmentasi yang baik dapat dilakukan pengenalan terhadap objek sesuai dengan bagian yang tersegmentasi. Salah satu contohnya adalah mendeteksi kolesterol melalui iris mata pada manusia. Jika citra tersegmentasi dengan baik maka dapat diketahui bagian iris mata. Salah satu algoritma yang dapat digunakan untuk melakukan segmentasi citra adalah algoritma Hough Transform. Algoritma Hough Transform digunakan untuk mendeteksi bentuk geometri pada citra dimana objek geometri tersebut berbentuk lingkaran. Penentuan kolesterol dilakukan melalui proses analisis histogram. Sebelum dilakukan proses ini dibutuhkan tahap *preprocessing* untuk mempermudah dalam segmentasi iris mata. Algoritma yang digunakan dalam *preprocessing* adalah deteksi tepi Laplacian of Gaussian. Nilai sigma dan kernel sangat mempengaruhi hasil segmentasi yang dihasilkan, segmentasi hough juga mampu mendeteksi iris mata dengan benar dan analisis histogram mampu untuk membedakan iris mata yang termasuk kolesterol tinggi atau normal.

**Kata Kunci:** Laplacian of Gaussian, Hough Transform, histogram, segmentasi citra

## ABSTRACT

*Image segmentation is one of the processes in the image processing .With a good segmentation results can be carried out in accordance with the recognition of objects segmented sections. One example is the detection of cholesterol through the iris in humans. If the image is segmented properly it can be seen part of the iris of the eye. One algorithm that can be used to perform image segmentation algorithm is the Hough Transform. Hough Transform algorithm is used to detect the geometric shapes in the image where the object is circular geometry. Determination of cholesterol carried through histogram analysis process. Before the preprocessing stage of this process is needed to facilitate the iris segmentation. The algorithm used in the preprocessing is a Laplacian of Gaussian edge detection. Sigma value and kernel greatly affect the results of the resulting segmentation, segmentation Hough also able to detect the iris correctly and histogram analysis was able to distinguish the iris including high cholesterol or normal.*

**Keywords:** *Laplacian of Gaussian, Hough Transform, histogram, image segmentation*

## **PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR**

Laporan Tugas Akhir yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Institut Teknologi Harapan Bangsa, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dan pembimbing Tugas Akhir. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang atau pembimbing Tugas Akhir dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Tidak diperkenankan untuk memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh laporan tugas akhir ini tanpa seizin dari pengarang atau pembimbing dari Tugas Akhir yang bersangkutan.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa. Karena atas berkat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Penerapan Metode Hough Transform Dalam Segmentasi Citra Iris Mata Untuk Mendeteksi Penyakit Kolesterol Berdasarkan Iridologi ”. Laporan ini merupakan laporan pelaksanaan tugas akhir yang disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Strata-1 Teknik Informatika di Institut Teknologi Harapan Bangsa.

Dalam kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih secara khusus kepada :

1. Ibu Ir. Inge Martina, M.T. selaku kepala departemen sekaligus penguji yang telah memberikan masukan dan revisi yang membangun selama pelaksanaan penelitian yang telah diselesaikan oleh penulis
2. Ibu Ken Ratri Retno Wardani, S.Kom., M.T. selaku pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam melaksanakan penelitian yang telah diselesaikan oleh penulis.
3. Ibu Elisafina Siswanto, M.T. selaku penguji 2 yang telah memberikan masukan dan revisi yang membangun kepada penulis.
4. Ibu Desti Sinuhaji, S.E. selaku staf dari departemen Teknik Informatika yang telah membantu penulis dalam mengatur jadwal seminar, pra-sidang, sidang Tugas Akhir ini serta mengurus surat rekomendasi penulis kepada kampus.
5. Rekan-rekan dan keluarga yang telah membantu serta memberi semangat kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tidak ada hal yang sempurna, begitu juga dengan laporan ini pun tidak terlepas dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang membangun. Selain itu penulis juga mengharapkan pengembangan yang lebih lanjut dari setiap orang yang

memiliki ketertarikan pada topik yang terdapat pada laporan tugas akhir ini. Akhirnya, penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Bandung, Januari 2016

**Penulis**



## DAFTAR ISI

|  |      |
|--|------|
| DAFTAR ISI.....                                      | viii |
| DAFTAR TABEL.....                                    | xi   |
| DAFTAR GAMBAR .....                                  | xii  |
| BAB I PENDAHULUAN .....                              | 1    |
| 1.1 Latar Belakang .....                             | 1    |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                            | 2    |
| 1.3 Batasan Masalah.....                             | 3    |
| 1.4 Tujuan Penelitian .....                          | 4    |
| 1.5 Kontribusi Penelitian.....                       | 4    |
| 1.6 Metode Penelitian.....                           | 4    |
| 1.7 Sistematika Penulisan .....                      | 5    |
| BAB II LANDASAN TEORI .....                          | 6    |
| 2.1 Tinjauan Pustaka .....                           | 6    |
| 2.1.1 Citra Digital.....                             | 6    |
| 2.1.2 Hough Transform .....                          | 7    |
| 2.1.3 Konversi citra ke <i>Grayscale</i> .....       | 9    |
| 2.1.4 Konvolusi Titik .....                          | 9    |
| 2.1.5 Gaussian <i>Smoothing</i> .....                | 10   |
| 2.1.6 Deteksi Tepi Laplacian Of Gaussian.....        | 11   |
| 2.1.7 Histogram.....                                 | 11   |
| 2.1.8 JFreeChart .....                               | 12   |
| 2.2 Tinjauan Studi .....                             | 12   |
| 2.2.1 State-of-the-Art dari rujukan penelitian ..... | 15   |
| 2.3 Tinjauan Obyek Penelitian.....                   | 16   |
| 2.3.1 Iris Mata .....                                | 16   |

|  |    |
|--|----|
| 2.3.2 Iridologi .....  | 18 |
| 2.3.3 Kolesterol .....   | 19 |
| BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN .....   | 21 |
| 3.1 Analisis Masalah .....   | 21 |
| 3.2 Data <i>Sampling</i> .....   | 22 |
| 3.3 Kerangka Pemikiran.....  | 23 |
| 3.4 Perancangan .....  | 25 |
| 3.4.1 Proses <i>Grayscale</i> .....  | 26 |
| 3.4.2 Proses Pembuatan Gaussian Kernel .....                                     | 26 |
| 3.4.3 Proses Deteksi Tepi Laplacian of Gaussian .....                            | 27 |
| 3.4.4 Proses Hough Transform.....  | 27 |
| 3.4.5 Proses Pembuatan Histogram.....  | 28 |
| 3.4.6 Proses Analisis Histogram .....  | 28 |
| 3.5 Analisis Kasus Manual.....   | 29 |
| BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN .....  | 34 |
| 4.1 Lingkungan Pengembangan .....  | 34 |
| 4.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras .....  | 34 |
| 4.1.2 Spesifikasi Perangkat Lunak .....  | 34 |
| 4.1.3 Implementasi aplikasi.....   | 34 |
| 4.1.4 Implementasi Perangkat Lunak.....  | 36 |
| 4.2 <i>Screenshot</i> Aplikasi.....  | 42 |
| 4.3 Pengujian.....   | 43 |
| 4.3.1 Pengujian <i>Preprocessing</i> .....                                       | 43 |
| 4.3.2 Pengujian Hough Transform .....  | 48 |
| 4.3.3 Pengujian Untuk Menemukan <i>Threshold</i> batas Kolesterol.....           | 49 |
| 4.3.5 Pengujian Segmentasi Hough dan <i>Threshold</i> pada Iris bukan hitam..... | 54 |
| 4.3.5 Pengujian Segmentasi Hough dan Manual .....                                | 54 |

|  |    |
|--|----|
| 4.3.6 Pengujian <i>Threshold</i> pada data ..... | 56 |
| BAB V PENUTUP.....                               | 60 |
| 5.1 Kesimpulan .....                             | 60 |
| 5.2 Saran.....                                   | 60 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                             | 62 |

## DAFTAR TABEL

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Tabel 2.1  | State of The Art.....  | 15 |
| Tabel 4.1  | Daftar Kelas dan metode yang terdapat di dalamnya .....            | 35 |
| Tabel 4.2  | Pengujian <i>Preprocessing</i> .....                               | 44 |
| Tabel 4.3  | Masalah dalam penentuan parameter .....                            | 47 |
| Tabel 4.4  | Hasil pada citra yang mengalami masalah .....                      | 48 |
| Tabel 4.5  | Pengujian Hough Transform .....                                    | 49 |
| Tabel 4.6  | Histogram Kolesterol Normal .....                                  | 50 |
| Tabel 4.7  | Histogram Kolesterol Tinggi .....                                  | 51 |
| Tabel 4.8  | Pengujian <i>Threshold</i> .....                                   | 53 |
| Tabel 4.9  | Pengujian Pada Mata dengan Warna Lain .....                        | 54 |
| Tabel 4.10 | Pengujian Segmentasi Manual dan Hough Transform .....              | 55 |
| Tabel 4.11 | Hasil Pengujian antara segmentasi Hough dan Segmentasi Manual ..   | 55 |
| Tabel 4.12 | Pengujian Algoritma Hough Tranform pada citra persegi panjang .... | 56 |
| Tabel 4.13 | Hasil Pengujian Program pada Citra Mata.....                       | 57 |

## DAFTAR GAMBAR

|   |    |
|---|----|
| Gambar 1.1 Contoh citra mata .....  | 3  |
| Gambar 2.1 Citra Digital.....   | 6  |
| Gambar 2.2 Metode Segmentasi Hough Transform .....                                  | 8  |
| Gambar 2. 3 Proses Konvolusi.....   | 10 |
| Gambar 2.4 Struktur permukaan mata. ....  | 17 |
| Gambar 2.5 Arcus Senilis pada mata .....  | 18 |
| Gambar 2.6 Tujuh Zona Topografi .....   | 19 |
| Gambar 3.1 Bagian iris mata yang menunjukkan kolesterol .....                       | 21 |
| Gambar 3.2 Contoh Derau pada citra ( <i>glare</i> /pantulan cahaya pada mata) ..... | 22 |
| Gambar 3.3 Kerangka Pemikiran.....  | 24 |
| Gambar 3.4 Urutan Proses Global .....   | 25 |
| Gambar 3.5 Hasil Histogram untuk Citra Iris Mata .....                              | 28 |
| Gambar 3.6 Citra iris mata yang tersegmentasi .....                                 | 33 |
| Gambar 4.1 Aplikasi Penerapan Hough Transform .....                                 | 42 |
| Gambar 4.2 Hasil Pengujian Citra .....  | 43 |

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

Dalam bab ini akan dibahas mengenai pendahuluan dalam penelitian yang dilakukan oleh penulis.

### **1.1 Latar Belakang**

Iris mata (selaput pelangi) merupakan daerah berbentuk gelang pada mata yang dibatasi oleh pupil dan sclera(bagian putih dari mata). Tekstur visual dari iris terbentuk dari proses “chaotic morphogenetic” selama proses perkembangan embrio [2].

Penggunaan iris mata untuk menyelidiki penyakit kolesterol seseorang didasari oleh ilmu Iridologi (Inggris: Iridology) yang mempelajari pola dan susunan serat pada iris mata. Selama jangka waktu ratusan tahun, banyak ahli Iridologi yang telah mempelajari pola-pola pada mata, dan menghubungkannya dengan problem-problem kesehatan tertentu, kekuatan dan kelemahan fisik seseorang, dan karakter kepribadiannya. Melalui iris mata juga dapat diketahui apakah seseorang memiliki kolesterol yang tinggi atau normal [4].

Kolesterol adalah zat yang fungsinya sangat penting bagi tubuh. Sebenarnya zat ini merupakan zat lemak yang dikenal sebagai lipid. Produsen utama zat ini adalah hati, namun lipid juga bisa berasal dari makanan. Kadar lipid yang terlalu tinggi, disebut dengan hiperlipidemia, dapat mempengaruhi kondisi kesehatan. Meski kolesterol tinggi tidak menyebabkan gejala apa pun, tapi tetap bisa membahayakan kesehatan [1].

Kadar kolesterol dalam darah yang disarankan bisa bervariasi, tergantung apakah orang tersebut memiliki risiko lebih tinggi atau lebih rendah untuk terkena penyakit arteri. Jumlah kolesterol dalam darah bisa diukur dengan melakukan tes darah.

Diagnosis gejala suatu penyakit yang diderita pasien pada umumnya dilakukan tes laboratorium, dimana tes ini cukup mahal dan terkadang menimbulkan luka serta hasilnya pun terkadang lama untuk diketahui. Diagnosis gangguan organ tubuh manusia dalam perkembangannya telah memunculkan berbagai cara, salah satunya dengan memanfaatkan organ tubuh manusia. Salah satu pemanfaatan organ tubuh untuk mendiagnosis adalah melalui iris mata. Iris mata menyimpan berbagai informasi segala perubahan dan ketidakseimbangan tubuh manusia.

Pemanfaatan pengolahan citra yang berkembang sedemikian pesat dapat digunakan sebagai salah satu metode yang dapat digunakan untuk mempermudah menentukan penyakit melalui iris mata. Metode Hough Transform merupakan teknik dalam pengolahan citra yang dapat digunakan untuk menentukan sebuah objek geometri sederhana seperti lingkaran dan garis yang terdapat dalam sebuah citra [3]. Dengan teknik ini diharapkan dapat digunakan untuk menentukan bagian iris mata dari citra mata yang didapat dari pengambilan dengan kamera digital.

Selain menggunakan metode segmentasi Hough dalam penentuan kolesterol berdasarkan iris mata, pada penelitian lain yang sejenis dapat digunakan segmentasi dengan deteksi tepi Canny dan untuk pengambilan kesimpulan digunakan *clustering*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari uraian latar belakang permasalahan di atas, maka hal-hal yang akan diteliti oleh penulis dirumuskan sebagai berikut:

1. Seberapa besar pengaruh nilai sigma dan kernel dalam Gaussian *Filtering* yang digunakan dalam proses deteksi tepi untuk membantu proses segmentasi Hough Transform?
2. Apakah teknik segmentasi Hough Transform yang dilakukan pada iris mata mampu untuk mensegmentasi bagian iris mata?

3. Berapakah nilai *Threshold* yang akan digunakan untuk menentukan apakah iris mata termasuk kolesterol tinggi atau kolesterol normal dalam proses analisis histogram ?

### 1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan masalah-masalah yang telah dikemukakan di atas, maka diperlukan suatu batasan masalah sebagai acuan dalam penyelesaian masalah supaya perancangan pembangunan sistem tidak menyimpang antara lain:

1. Citra yang akan diproses merupakan citra RGB 24 bit dengan objek mata dan memiliki ukuran minimal 100 x 200 pixel sampai 800 x 600 pixel.
2. Citra yang digunakan berupa citra mata yang didapat dari peneliti sebelumnya serta pengambilan manual dengan kamera digital.
3. Citra mata yang digunakan adalah citra iris mata hitam dan usia di bawah 50 tahun. Contoh citra mata yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 1.1 Contoh citra mata

4. Radius iris mengikuti panjang dan lebar citra yang dimasukkan karena ukuran citra yang dimasukkan tidak menentu.
5. Proses tidak menangani masalah derau seperti *glare* pada citra, jika terdapat *glare* pada citra maka letak *glare* tidak boleh berada pada bagian pinggir iris mata.
6. Kesimpulan yang didapat terbatas pada kesimpulan bahwa orang tersebut memiliki kolesterol yang tinggi atau normal dan sistem tidak mampu mendeteksi kolesterol sesaat.



## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah membuktikan apakah metode segmentasi Hough Transform mampu untuk mensegmentasi citra iris mata dengan baik dan membuktikan bahwa analisis histogram mampu untuk menarik kesimpulan kolesterol tinggi dan normal dengan benar pada hasil segmentasi iris mata . Tujuan penelitian ini juga untuk melihat seberapa besar pengaruh tahap *preprocessing* dalam proses segmentasi Hough Transform.

## 1.5 Kontribusi Penelitian

Penelitian ini memberikan kontribusi melalui percobaan penerapan serta implementasi algoritma Hough Transform pada citra mata untuk mensegmentasi bagian iris mata. Dalam penelitian ini terdapat pengujian mengenai seberapa besar pengaruh *preprocessing* dalam proses segmentasi Hough Transform. Penelitian ini juga menentukan batas *threshold* pada iris mata yang menunjukkan kolesterol tinggi serta kolesterol normal dimana hal tersebut tidak diketahui dalam penelitian sebelumnya. Perbedaan yang terdapat dari peneliti sebelumnya yang menjadi acuan yaitu Vikas Bhangdiya (2014), terletak pada proses normalisasi yang mengubah citra iris menjadi berbentuk persegi panjang dimana dalam penelitian ini tidak digunakan proses tersebut karena proses tersebut dapat memperlama penentuan kolesterol.

## 1.6 Metode Penelitian

Dalam penelitian mengenai segmentasi iris mata ini metodologi penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Observasi, melakukan penelitian tentang penyakit kolesterol yang dapat di deteksi melalui iris mata melalui *ebook* dan dokter spesialis mata
2. Studi literatur, mengunjungi situs-situs yang menyediakan informasi tentang Iridologi dan metode pengolahan citra yang tersedia serta buku yang membahas tentang proses pengolahan citra
3. Data *Sampling* didapat dari peneliti sebelumnya dan pengambilan manual menggunakan kamera digital

4. Implementasi metode Hough Transform dilakukan pada citra digital
5. Masalah yang diteliti adalah bagaimana segmentasi lanjutan dari iris mata karena tidak seluruh hasil dari Hough Transform digunakan untuk analisis histogram

## **1.7 Sistematika Penulisan**

### **BAB I Pendahuluan**

Berisi Latar belakang masalah, Perumusan masalah; Batasan masalah, Metodologi Penelitian, Sistematika penyusunan.

### **BAB II Landasan Teori**

Pada bab ini dibahas mengenai teori dasar yang digunakan pada penyusunan Tugas Akhir yang meliputi penjelasan mengenai *Iridiology*, *metode Hough Transform*, dan analisis histogram.

### **BAB III Analisis dan Perancangan**

Pada bab ini dibahas mengenai perancangan sistem yang meliputi perancangan aplikasi ‘Deteksi Kolesterol melalui Iris Mata’ berikut implementasi aplikasinya pada perangkat berbasis desktop.

### **BAB IV Implementasi dan Pengujian**

Pada bab ini dibahas mengenai analisis hasil Penelitian, apakah sesuai dengan tujuan yang diharapkan atau belum.

### **BAB V Penutup dan Saran**

Pada bab ini berisi kesimpulan dan saran dari seluruh kegiatan yang bisa digunakan sebagai masukan untuk pengembangan sistem informasi lebih lanjut yang nantinya akan di kembangkan.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai teori yang dipakai penulis dalam melakukan penelitiannya.

#### **2.1 Tinjauan Pustaka**

Pada bagian ini akan dijelaskan dasar teori berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan termasuk metode – metode yang digunakan dalam penelitian ini.

##### **2.1.1 Citra Digital**

Citra digital adalah sebuah citra  $f(x, y)$  yang telah diubah ke dalam bentuk angka untuk koordinat *spatial* dan tingkat kecerahan yang dimiliki dari citra tersebut [6]. Nilai- nilai tersebut direpresentasikan ke dalam bentuk *array* 2D untuk setiap warna yang ada pada citra. Salah satu contoh adalah citra RGB dimana setiap pixel dari citra menunjukkan nilai Red, Green, dan Blue dari pixel tersebut



Gambar 2.1 Citra Digital [4]

Pada umumnya, besar dari *array* yang digunakan tergantung dari ukuran pixel yang dimiliki oleh citra digital tersebut dan dari beberapa tingkat derajat keabuan yang dimiliki oleh citra digital tersebut.

### 2.1.2 Hough Transform

Hough Transform (HT) merupakan suatu teknik untuk menentukan lokasi suatu bentuk dalam citra. HT dicetuskan pertama kali oleh P.V.C Hough (1862). Dalam implementasinya, HT melakukan pemetaan terhadap titik-titik pada citra ke dalam rumus geometri matematika berdasar kan suatu fungsi yang mendefinisikan bentuk yang ingin di deteksi. HT umumnya digunakan untuk melakukan segmentasi bentuk - bentuk geometri seperti garis atau lingkaran pada citra, namun dalam perkembangannya, HT juga telah dapat digunakan untuk melakukan ekstraksi bentuk-bentuk yang lebih kompleks [4].

Hough Transform sendiri memilih 2 metode yaitu Linear Hough Transform dan Circular Hough Transform. Perbedaan dari 2 metode ini adalah objek yang di segmentasinya. Dalam Linear Hough Transform, objek yang akan di segmentasi merupakan objek yang berbentuk garis sedangkan dalam Circular Hough Transform, objek yang di segmentasi adalah lingkaran. Perbedaan dari kedua metode ini adalah dari objek yang dicari serta rumus matematika dari objek geometri yang dipakai. Untuk Linear Hough Transform rumus geometri yang digunakan adalah

$$y = ax + b \quad (2.1)$$

Karena dalam penelitian ini yang di deteksi adalah iris mata yang berbentuk lingkaran maka metode Hough Transform yang digunakan adalah Circular Hough Transform.

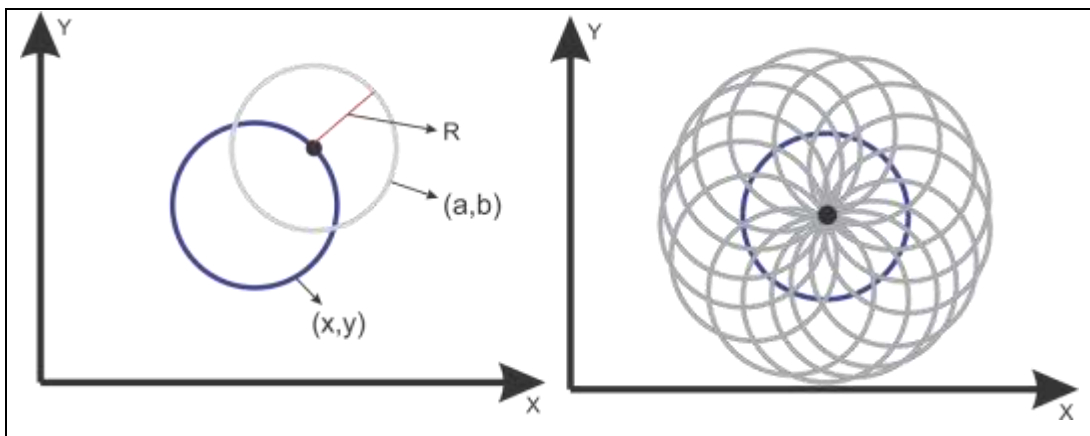
Dalam Circular Hough Transform pertama – tama harus ditemukan tepi pada image. Selanjutnya algoritma Circular Hough Transform disini menggunakan titik tepi (*edge point*) pada citra hasil deteksi tepi untuk menggambar lingkaran di ruang akumulator. Titik tepi tersebut akan digunakan sebagai pusat lingkaran ketika menggambar lingkaran pada ruang akumulator. Persamaan lingkaran yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$R^2 = (x - a)^2 + (y - b)^2 \quad (2.2)$$

Sebuah lingkaran dengan jari-jari  $R$  dan pusat  $(a, b)$  dapat digambarkan dengan persamaan parametrik :

$$\begin{aligned} x &= a + R \cos(\theta) \\ y &= b + R \sin(\theta) \end{aligned} \quad (2.3)$$

Dimana  $a$  dan  $b$  adalah pusat lingkaran  $R$  adalah jari- jari lingkaran dan  $x$  dan  $y$  merupakan titik pada citra hasil deteksi tepi. Pasangan titik  $a,b$  pada akumulator yang overlap oleh banyak lingkaran akan menjadi titik pusat dari obyek lingkaran pada citra asli. Hasil dari Circular Hough Transform yang berupa koordinat titik pusat obyek yang kemudian akan digunakan untuk menggambar lingkaran yang mengelilingi bagian iris mata pada citra mata.



Gambar 2.2 Metode Segmentasi Hough Transform

Dari gambar 2.2 pada bagian kiri diambil titik – titik dari hasil deteksi tepi lalu setiap titik di gambar lingkaran untuk menemukan titik pusat dari lingkaran tersebut sesuai dengan gambar pada bagian kanan.

Proses ini berlangsung untuk semua tepian yang terdapat dalam citra, tujuan dari algoritma ini adalah mencari objek berbentuk lingkaran yang ada pada citra. Untuk kasus iris mata maka objek yang merupakan lingkaran adalah iris mata itu sendiri.

### 2.1.3 Konversi citra ke *Grayscale*

Proses awal yang sering dilakukan pada image *processing* adalah mengubah citra berwarna menjadi citra gray-scale. (Wijaya & Tjiharjadi, 2009) Hal ini dilakukan untuk menyederhanakan model citra. Di dalam suatu gambar *true color* (RGB) terdapat tiga *layer* matriks, yaitu R-layer, G-layer, dan B-layer. Pada image *processing* dilakukan proses-proses terhadap ketiga *layer* tersebut, berarti dilakukan perhitungan yang sama pada setiap *layer*. Dengan demikian konsep *grayscale* adalah mengubah tiga *layer* tersebut menjadi satu *layer* matriks *grayscale*, yang menghasilkan satu citra *grayscale*.

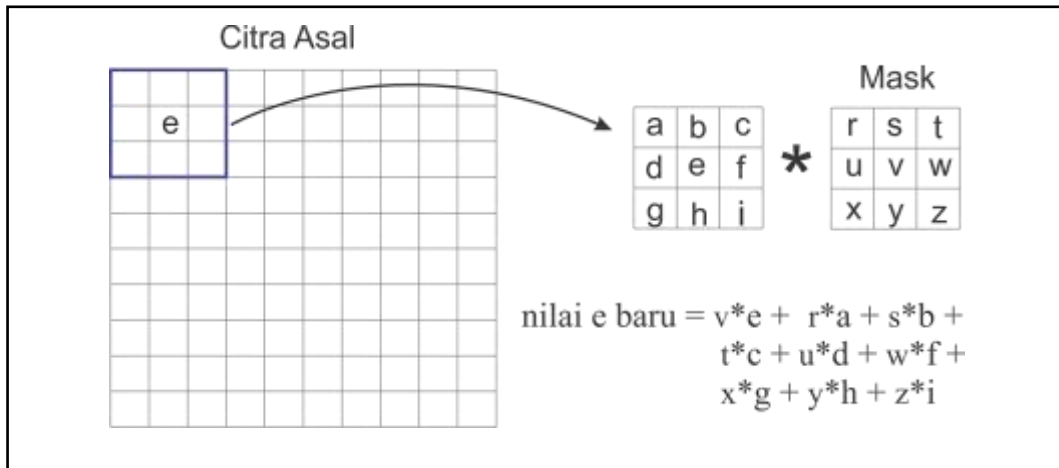
Citra RGB akan diubah menjadi nilai *Grayscale* menggunakan rumus:

$$Gray = \frac{Red + Green + Blue}{3} \quad (2.4)$$

Hal ini akan diulang untuk setiap pixelnya sehingga setiap nilai dari citra RGB yang menjadi *Input* akan berubah menjadi nilai Graynya. Parameter Red, Green, dan Blue didapat dari setiap pixel pada citra kemudian setiap parameter akan diubah menjadi parameter Gray hasil perhitungan dari setiap pixel yang ada.

### 2.1.4 Konvolusi Titik

Konvolusi titik merupakan proses perkalian antar 2 buah matriks yang digunakan dalam proses pengolahan citra untuk mendapatkan 1 nilai yang merepresentasikan pixel dari citra yang baru [6]. Proses ini melibatkan 2 buah matriks dimana matriks yang pertama adalah citra asal dan matriks yang kedua adalah matriks dari sebuah proses dalam pengolahan citra seperti *Sobel*, *Laplace*, dan sebagainya. Matriks kedua ini biasa disebut *mask*. Proses konvolusi berbeda dengan proses perkalian antara kedua matriks biasa. Pada perkalian dua matriks biasa akan dihasilkan sebuah matriks lagi sedangkan pada proses konvolusi hanya dihasilkan satu nilai saja. Proses ini dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. 3 Proses Konvolusi

Proses di atas adalah proses konvolusi pada matriks 3x3. Ukuran matriks dapat diubah sesuai dengan ukuran kernel pada *mask* dan ukuran *mask* adalah angka ganjil di mulai dari 3 ,5, 7 dan seterusnya. Proses ini akan diulang untuk semua pixel dalam citra asal sehingga menghasilkan citra hasil *filtering*. Pada bagian pinggir citra tidak dilakukan proses konvolusi dengan pertimbangan bahwa proses segmentasi tidak melibatkan area pinggir.

### 2.1.5 Gaussian *Smoothing*

Gaussian *smoothing* atau Gaussian *Blur* adalah metode yang menggunakan fungsi Gaussian dan berfungsi untuk mereduksi derau pada citra [6]. Fungsi filter ini adalah membuat citra menjadi nampak seperti kabur, namun *Filtering* ini juga berfungsi untuk mengurangi derau yang terdapat dalam citra. Salah satu penerapan dari metode ini adalah untuk membantu dalam proses pendeteksian tepi untuk mendapatkan tepian yang sesungguhnya dari citra yang dimasukkan. Rumus dari Gaussian *filtering* adalah sebagai berikut:

$$g(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \times e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (2.5)$$

$g(x,y)$  adalah matriks gauss yang dihasilkan  $\sigma$  adalah sigma, dimana hasil dari fungsi tersebut adalah matriks 2 dimensi atau bisa disebut sebagai *mask*. Hasil *mask* ini kemudian akan dikonvolusi dengan citra masukan untuk mendapatkan efek Gaussian *smoothing*.

### 2.1.6 Deteksi Tepi Laplacian Of Gaussian

Tepi (*edge*) adalah perubahan nilai intensitas derajat keabuan yang mendadak menjadi lebih besar dalam jarak yang singkat [6]. Tepi mencirikan batas-batas objek dan karena itu tepi berguna untuk proses segmentasi dan identifikasi objek dalam citra. Proses deteksi tepi Laplacian of Gaussian (LOG) ini terbentuk dari proses Gaussian yang diikuti operasi Laplace.

Operator Laplace sendiri merupakan *mask* atau kernel yang berukuran 3 x 3. Berikut merupakan *mask* dari operasi Laplace.

$$S = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

Proses deteksi tepi ini dilakukan dengan cara mengkonvolusi citra *grayscale* yang di *Input* dengan operator Sobel tersebut. Hasil dari proses ini merupakan citra biner dimana yang bernilai 1 merupakan tepi dari objek sedangkan yang bernilai 0 adalah *background* dari citra yang dimasukkan.

### 2.1.7 Histogram

Histogram dalam pengolahan citra digital merupakan grafik yang menunjukkan distribusi dari intensitas citra. Dari sebuah histogram dapat diketahui frekuensi kemunculan dari intensitas pada citra tersebut.[6] Histogram juga dapat menunjukkan banyak hal tentang kecerahan (*brightness*) dan kontras (*contrast*) dari sebuah citra. Untuk penjelasannya diberikan contoh sebagai berikut :

misal citra memiliki nilai sebagai berikut

Citra = 1 3 2 5 3 0 2 1 2 4 2 3



Maka histogram yang akan muncul pada setiap nilai yaitu : nilai 0 muncul 1 kali, nilai 1 muncul 2 kali, nilai 2 muncul 4 kali, nilai 3 muncul 3 kali, nilai 4 muncul 1 kali, dan nilai 5 muncul 1 kali. Karena citra mempunyai derajat keabuan 256 yaitu (0-255) maka histogram menyatakan jumlah kemunculan setiap nilai 0-255.

### **2.1.8 JFreeChart**

JFreeChart merupakan salah satu *library* dalam bahasa pemrograman JAVA yang digunakan untuk memunculkan sebuah grafik. Berbagai grafik bisa dihasilkan mulai dari grafik lingkaran, grafik batang, dan sebagainya. Salah satu yang digunakan dalam penelitian ini adalah Histogram Dataset, dimana kelas ini digunakan untuk memunculkan histogram dengan *Inputan* berupa nilai – nilai yang didapat dari setiap pixel citra. Nilai – nilai itu kemudian akan diubah menjadi sebuah grafik histogram dimana grafik tersebut akan menjelaskan penyebaran warna yang ada dari citra yang dimasukkan.

## **2.2 Tinjauan Studi**

Dalam penelitian ini menggunakan referensi dari 3 jurnal yaitu

Jurnal pertama adalah Saefurrohman, (2013), “Sistem Penentuan Kolesterol pada Manusia dengan Iridology menggunakan Deteksi Tepi”, Jurnal Teknik Informasi Dinamik Volume 18, No.1 Januari 2013:30-40, ISSN: 0854-9524. Dalam penelitian ini sistem yang akan dibuat merupakan sistem analisis pengolahan citra digital berkaitan dengan pendeteksian citra iris mata menggunakan 4 (empat) deteksi tepi citra iris mata yaitu operator deteksi tepi Canny, Robert, Sobel dan Prewit.

Citra iris mata yang diuji adalah citra RGB yang telah diolah dalam tahap *preprocessing* dengan resolusi 200 x 200 piksel baik untuk Citra Ajar maupun Citra Uji. Selanjutnya pengubahan warna citra yang berwarna menjadi citra *grayscale* untuk memudahkan dalam pemilahan warna cincin kolesterol

Tahap selanjutnya khusus untuk Citra Ajar diberlakukan proses semi polarisasi guna memperoleh wakil lingkaran citra cincin kolesterol untuk dihitung seberapa banyak yang bernilai 1 (satu) sebagai wakil dari cincin kolesterol.

Berikutnya dilakukan proses kuantisasi, dimana dihitung seberapa banyak yang mengandung nilai 1 (satu) berdasarkan sebaran yang tampak dari matriks, kemudian dilakukan pengurutan secara *ascending*. Barulah proses pengklasifikasian kadar kolesterol dapat ditentukan berdasarkan jumlah dan nilai yang sesuai dengan kriteria yang kemudian diurutkan menjadi citra bernilai kolesterol normal, sedang ataupun tinggi untuk dijadikan master *training*.

Pada saat pengaplikasian dilakukan ternyata terdapat penyimpangan dalam penelitian ini yaitu Setelah dilakukan pengecekan ulang dengan citra nyata, didapatkan sebaran yang merata hampir di setiap kelas baik normal, sedang hingga ke citra kolesterol tinggi dan Ketidakmampuan sistem mengukur tebal tipisnya cincin kolesterol sangat menentukan hasil akhir pendeteksian kolesterol pada manusia, sehingga pada pengujian selanjutnya dilakukan proses pencuplikan citra iris dimana nantinya akan digunakan sebagai bahan acuan pada master Citra Ajar.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah

1. Algoritma deteksi tepi Canny dianggap sebagai metode deteksi tepi yang paling akurat berdasarkan perbandingan jumlah piksel pada penelitian ini.
2. Tingkat keberhasilan pendeteksian citra iris mata dalam penelitian ini adalah sebesar 80 % dari 90 citra RGB iris mata yang diuji, sementara didapatkan *error rate* sebesar 46.6 %.

Jurnal kedua adalah Vikas Bhangdiya, (2014), "Cholesterol Presence Detection Using Iris Recognition", International Journal of Technology and Science, Issue. 2, Vol. 1, May 2014.

Dalam penelitian ini proses pendeteksian kolesterol dilakukan dengan cara :

1. Mendapatkan gambar mata sehat dan mata sakit(kolesterol)
2. Metode Hough Transform digunakan untuk mendeteksi tepi iris dan lingkaran pupil
3. Dilakukan normalisasi dari bentuk lingkaran pupil ke bentuk persegi panjang. (Rubber Sheet Model)
4. Ambil 30 % dari citra hasil normalisasi
5. Lakukan analisis pada hasil normalisasi ke dalam bentuk histogram

6. Histogram untuk gambar yang memiliki cincin kolesterol adalah memiliki banyak nilai-nilai dekat dengan 255 dan gambar normal nilai terkonsentrasi pada intensitas yang lebih rendah (dekat 0).

Dari penelitian ini didapat kesimpulan bahwa analisis dengan histogram menunjukkan hasil yang sudah cukup pasti untuk menentukan pendeteksian kolesterol melalui iris mata.

Jurnal ketiga adalah Handini Arga Damar Rani, et al (2014), "Deteksi iris mata untuk menentukan kelebihan kolesterol menggunakan ekstraksi ciri moment invariant dengan k-means clustering" ISBN: 978-602-1180-04-4. Dalam penelitian ini pendeteksian kolesterol pada iris mata dilakukan dengan cara :

1. Mengubah citra menjadi *grayscale*
2. Deteksi tepi Canny . Dalam proses deteksi canny akan dihasilkan matrik-matrik yang memiliki nilai sehingga di gunakan dalam proses ekstraksi fitur untuk penilihan fitur terbaik yang akan digunakan dalam proses pendeteksian
3. Ekstraksi Fitur Moment Invariant. menggunakan Geometric Moment Invariant. Digunakan untuk menentukan ciri dari suatu object
4. K-Means Clustering. Hasil dari ekstraksi fitur kemudian dikelompokkan ke dalam dua kelompok (cluster) berdasarkan nilai cirri yang terdekat dengan nilai 0, yakni citra iris mata kolesterol tinggi (0) dan citra iris mata kolesterol normal (1)
5. Setelah dilakukan perhitungan jarak *Euclidean distance* maka akan diperoleh nilai yang minimum dari titik pusat tiap cluster, dimana nantinya nilai minimum ini akan menentukan data uji termasuk ke dalam cluster 0 atau cluster 1

Dari hasil analisis terhadap pengujian yang dilakukan pada sistem deteksi kolesterol melalui iris mata manusia, menggunakan deteksi tepi canny dan ekstraksi fitur moment invariant, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Penggunaan *grayscale* sebagai metode perbaikan citra sangat membantu dalam proses *preprocessing*.
2. Berdasarkan penelitian terdahulu deteksi tepi canny dianggap sebagai citra yang paling akurat karena menghasilkan jumlah piksel antara 1000-4000,

dibanding dengan deteksi tepi yang lainya hanya menghasilkan 700-1500 piksel.

3. Dalam proses segmentasi waktu yang dibutuhkan untuk citra dengan ukuran 255x255 membutuhkan waktu kurang lebih 0,89 hingga 0,95 detik.
4. Ekstraksi fitur menggunakan moment invariant berhasil menghasilkan nilai-nilai yang dianggap paling variance.
5. Tingkat akurasi pada sistem sistem deteksi kolesterol melalui iris mata manusia, menggunakan deteksi tepi Canny dan ekstraksi fitur moment invariant yang dirancang adalah 95% .Dari hasil nilai deteksi tepi metode pendeteksi tepi canny memiliki rata-rata nilai *error rate*  $P = 1.412$  dengan persentase 7% dari jumlah data uji.

Perbedaan dari ketiga jurnal tersebut dibandingkan dengan penelitian yang saya lakukan terletak pada tahap *preprocessing* serta metode utama yang digunakan. Penelitian yang saya gunakan menggunakan Metode Hough transform untuk mendeteksi lingkaran setelah itu akan digunakan analisis pada hasil histogram untuk menunjukkan cincin kolesterol yang terlihat dari citra iris mata.

### 2.2.1 State-of-the-Art dari rujukan penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat pula penelitian – penelitian sebelumnya yang membahas hal yang sama. Penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 State of The Art

| Peneliti       | Tahun         | Masalah  | Metode   |
|----------------|---------------|--|--|
| Saefurrohman   | Januari, 2013 | Penentuan Kolesterol pada manusia melalui iris mata menggunakan deteksi tepi | 1. Deteksi tepi Canny,Sobel,Prewit, Robert<br><br>2. Distance classification |
| Handini, et al | 2014          | Penentuan kolesterol pada manusia melalui iris mata dengan clustering        | 1. Deteksi tepi Canny  |

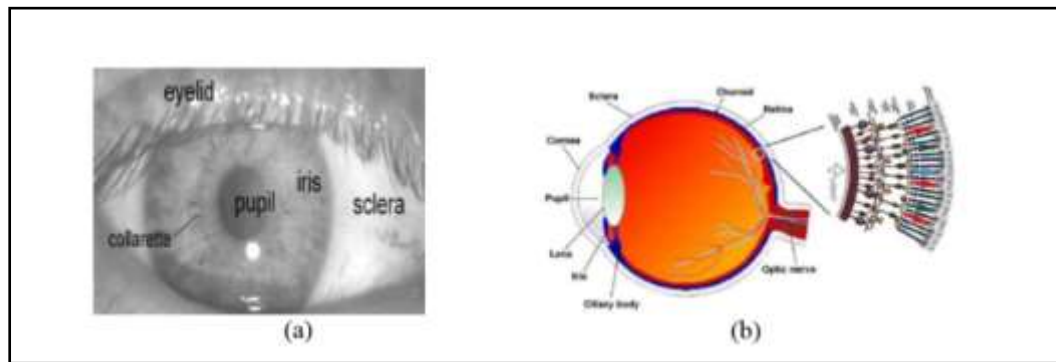
| Peneliti                      | Tahun         | Masalah   | Metode   |
|-------------------------------|---------------|---|--|
|                               |               |   | 2. Ekstraksi Fitur<br>Moment Invariant<br><br>3. K-Means<br>Clustering       |
| Vikas Bhangdiya               | Mei,2014      | Penentuan kolesterol pada manusia melalui iris mata dengan segmentasi dan analisi histogram | 1. Hough Transform<br><br>2. Rubber Sheet Model<br><br>3. Analisis Histogram |
| Podder, P, et al              | Januari, 2015 | Segmentasi iris berdasarkan kelopak mata dan bulu mata                                      | 1. Wavelet transforms<br><br>2. Ekstraksi Fitur                              |
| Sheela, S.V. dan Abhinand, P. | Juni,2015     | Deteksi iris melalui video  | 1. Hough transforms<br><br>2. Ekstraksi Fitur                                |

### 2.3 Tinjauan Obyek Penelitian

Berdasarkan penelitian yang dilakukan penulis, berikut merupakan objek yang dibahas dalam penelitian ini.

#### 2.3.1 Iris Mata

Mata adalah panca indera yang berfungsi untuk melihat suatu objek. Secara garis besar memang untuk melihat, namun tentu saja mata memiliki bagian-bagian di dalamnya yang memiliki fungsi berbeda-beda dan saling berhubungan sehingga mata bisa melihat.



Gambar 2.4 Struktur permukaan mata (a) citra mata dari atas, (b) citra mata dari samping.

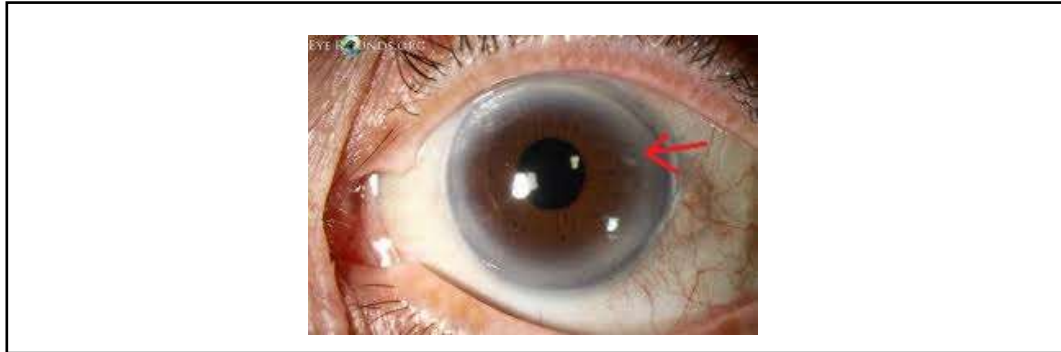
Iris mata (selaput pelangi) merupakan daerah berbentuk gelang pada mata yang dibatasi oleh pupil dan sclera(bagian putih dari mata). Tekstur visual dari iris terbentuk dari proses “chaotic morphogenetic” selama proses perkembangan embrio.

Iris mata berfungsi untuk mengendalikan cahaya yang masuk melalui pupil. Ukuran rata -rata diameter iris mata adalah 12 mm dan ukuran pupil bisa bervariasi dari 10% sampai 80% diameter iris mata Iris berbeda dan unik setiap orang, termasuk yang kembar identik[2]. Salah satu fitur iris yang penting adalah iris mata terletak dibelakang kornea mata sehingga sangat sulit untuk dimodifikasi atau dipalsukan karena beresiko merusak organ mata.

### 2.3.1.1 *Arcus Senilis*

*Arcus Senilis* merupakan lingkaran berwarna putih atau abu – abu yang muncul pada bagian luar iris mata. *Arcus Senilis* muncul karena adanya endapan lemak pada daerah iris mata. Umumnya hal ini dapat terjadi karena seseorang sudah memasuki usia lanjut yaitu di atas 50 tahun. Namun *Arcus Senilis* dapat muncul pada orang yang berusia di bawah 50 tahun yang memiliki kolesterol yang tinggi dimana hal ini disebut *Arcus Juvenilis*. Kemunculan *Arcus Senilis* pada orang yang berusia di bawah 50 tahun dapat menjadi dugaan bahwa orang tersebut memiliki *Aterosklerosis* yaitu penumpukan lemak (plak) di dalam dan di dinding

arteri yang dapat membatasi/menghambat aliran darah. Hal ini bisa muncul karena orang tersebut memiliki kolesterol tinggi. Pembuktian ini didasarkan pada penelitian dari 17 orang yang sudah diamati dalam beberapa dekade, bahwa kehadiran *arcus* berkorelasi dengan deposit kolesterol yang terdeteksi pada tubuh orang tersebut. Para pasien dalam penelitian ini yang memiliki *arcus* melingkar lebih luas cenderung memiliki aterosklerosis lebih parah.[9]

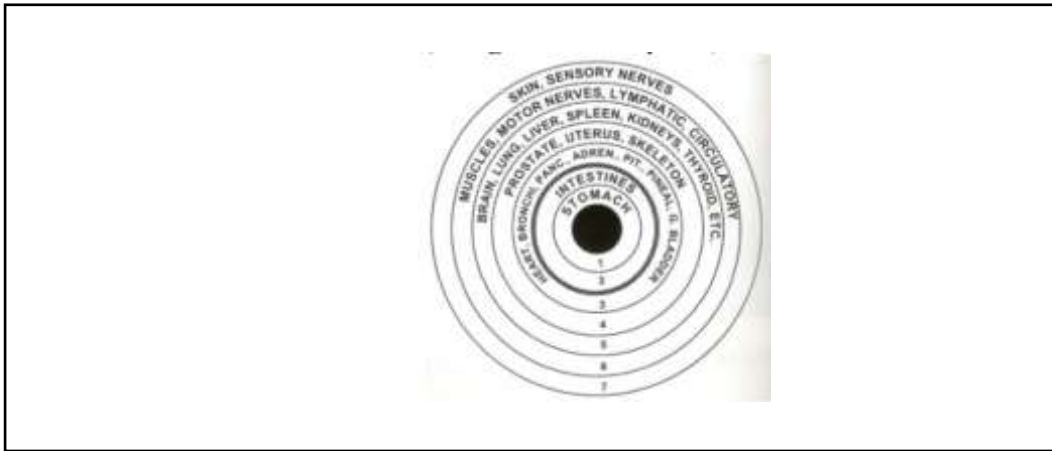


Gambar 2.5 Arcus Senilis pada mata

### 2.3.2 Iridologi

Iridologi (Inggris: Iridology) adalah ilmu yang mempelajari pola dan susunan serat pada iris mata. Selama jangka waktu ratusan tahun, banyak ahli iridologi yang telah mempelajari pola-pola pada mata, dan menghubungkannya dengan problem-problem kesehatan tertentu, kekuatan dan kelemahan fisik seseorang, dan karakter kepribadiannya. Melalui pengamatan dan observasi secara empiris, mereka mendapati adanya pola-pola yang beraturan, yang mengindikasikan adanya kelemahan fisik dalam diri seseorang, karena orang-orang yang memiliki pola iris mata sama ternyata mengalami problem kesehatan yang sama [8].

Untuk memudahkan penangkapan pemahaman secara global perihal iris mata sebagai denah atau peta iridologi, iris mata digambarkan secara topografi dalam 7 (tujuh) lingkaran wilayah (Zona Topografi).



Gambar 2.6 Tujuh Zona Topografi [8]

Deteksi iris mata dapat menggambarkan kondisi organ tubuh seseorang, agar dapat melakukan deteksi dengan benar maka perlu memahami 7 zona iris serta tanda-tanda yang nampak pada iris. Apabila pada zona ke 7 terdapat lingkaran pekat berwarna putih buram hal tersebut menandakan bahwa orang tersebut mengalami kelebihan kolesterol dalam dirinya.

### 2.3.3 Kolesterol

Kolesterol adalah zat yang fungsinya sangat penting bagi tubuh. Sebenarnya zat ini merupakan zat lemak yang dikenal sebagai lipid. Produsen utama zat ini adalah hati, namun lipid juga bisa berasal dari makanan. Kadar lipid yang terlalu tinggi, disebut dengan hiperlipidemia, dapat mempengaruhi kondisi kesehatan. Meski kolesterol tinggi tidak menyebabkan gejala apa pun, tapi tetap bisa membahayakan kesehatan [1].

Protein mengandung dan membawa masuk kolesterol ke dalam darah. Kombinasi dua zat ini disebut lipoprotein. Lipoprotein dibagi menjadi dua, yaitu lipoprotein pelindung atau kolesterol baik (HDL) dan lipoprotein berbahaya atau kolesterol jahat (LDL).



HDL atau lipoprotein dengan kepadatan tinggi disebut kolesterol baik karena HDL mengangkut kolesterol dari sel-sel dan kembali ke hati. Di dalam hati, kolesterol akan dihancurkan atau dikeluarkan oleh tubuh melalui kotoran.

Sedangkan LDL atau lipoprotein dengan kepadatan rendah adalah kebalikan dari HDL. LDL mengangkut kolesterol dari hati ke sel-sel yang membutuhkannya. Jika jumlah kolesterol tersebut melebihi yang dibutuhkan, maka kolesterol itu akan mengendap pada dinding-dinding arteri dan menyebabkan penyakit. LDL dikenal sebagai kolesterol jahat.

Kadar kolesterol dalam darah yang disarankan bisa bervariasi, tergantung apakah orang tersebut memiliki risiko lebih tinggi atau lebih rendah untuk terkena penyakit arteri. Jumlah kolesterol dalam darah bisa diukur dengan melakukan tes darah.

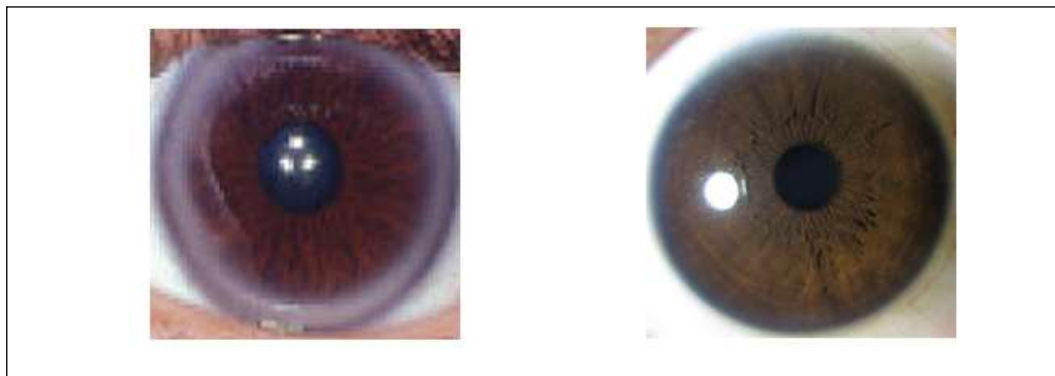
## **BAB III**

### **ANALISIS DAN PERANCANGAN**

Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai analisis dan perancangan sistem dari penelitian yang dilakukan penulis.

#### **3.1 Analisis Masalah**

Masalah yang akan dibahas dalam penelitian berikut adalah bagaimana segmentasi Hough Transform yang dilakukan pada iris mata agar didapat bagian yang menunjukkan kolesterol. Berdasarkan zona topografi pada ilmu iridologi bagian paling luar dari iris mata yang menunjukkan apakah seseorang tersebut memiliki kolesterol yang tinggi atau normal bagian tersebut adalah cincin kolesterol.

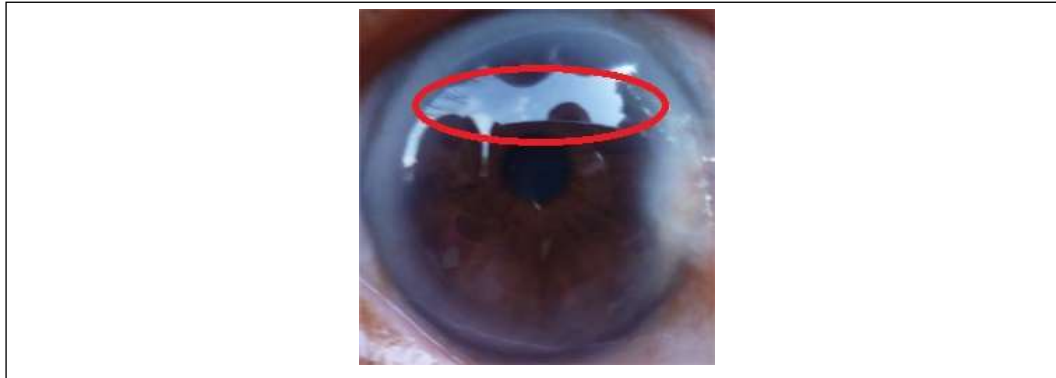


Gambar 3.1 Bagian iris mata yang menunjukkan kolesterol Tinggi (kiri) dan Kolesterol normal (kanan)

Dari gambar tersebut, bagian yang dibatasi oleh garis lingkaran merah adalah bagian yang menunjukkan tingkat kolesterol seseorang. Apabila pada bagian tersebut berwarna putih pucat maka menunjukkan bahwa orang tersebut memiliki kolesterol yang tinggi. Dalam penelitian ini Hough transform memiliki peran dalam mensegmentasi iris mata secara keseluruhan dan proses segmentasi berikutnya adalah mengambil bagian yang berwarna putih pucat tersebut atau bagian yang mewakili cincin kolesterol tersebut. Untuk penarikan kesimpulan dari hasil segmentasi digunakan histogram.

Tahap *preprocessing* juga menentukan keberhasilan dalam menentukan cincin kolesterol pada iris mata. Tahap *preprocessing* mungkin akan bertambah apabila pada citra iris mata yang didapat terdapat banyak derau yang menghalangi proses segmentasi yang ada.

Berikut adalah contoh derau yang terdapat pada citra iris mata derau ditandai dengan garis merah)



Gambar 3.2 Contoh Derau pada citra (*glare*/pantulan cahaya pada mata)

Derau pada gambar 3.2 dapat timbul karena pantulan cahaya saat mengambil citra menggunakan kamera digital. Bisa diamati pula secara manual bahwa pada citra terdapat pantulan dari fotografer yang mengambil dan langit saat citra tersebut diambil.

Proses segmentasi menggunakan Hough Transform karena bentuk iris mata adalah lingkaran metode segmentasi Hough Transform merupakan metode segmentasi yang cocok untuk melakukan segmentasi pada bentuk geometri sederhana seperti lingkaran dan garis.

### **3.2 Data Sampling**

Pada subbab ini akan dijelaskan tentang data *sampling* yang digunakan dalam penelitian ini. Penjelasan data *sampling* adalah sebagai berikut:

1. Data *Sampling* didapat dari peneliti sebelumnya yaitu Handini Arga Damar Rani dimana beliau adalah penulis jurnal yang berjudul “Deteksi iris mata untuk menentukan kelebihan kolesterol menggunakan ekstraksi ciri moment invariant dengan k-means clustering” ISBN: 978-602-1180-04-4. Citra ini

didapat dengan menggunakan kamera digital. Data tersebut didapat dengan persetujuan peneliti dimana pada sebelumnya penulis telah meminta izin melalui *email* kepada beliau melalui *email Hani.arga@gmail.com* dimana data tersebut akan penulis gunakan untuk penelitian tugas akhir. Dari peneliti sebelumnya penulis mendapatkan 20 citra mata dimana terdapat 10 citra mata yang menunjukkan kolesterol tinggi dan 10 citra mata yang menunjukkan kolesterol normal. Tidak ada informasi pendukung lain dari data yang diberikan seperti usia, jenis kelamin dan riwayat medis dari setiap citra mata yang diberikan.

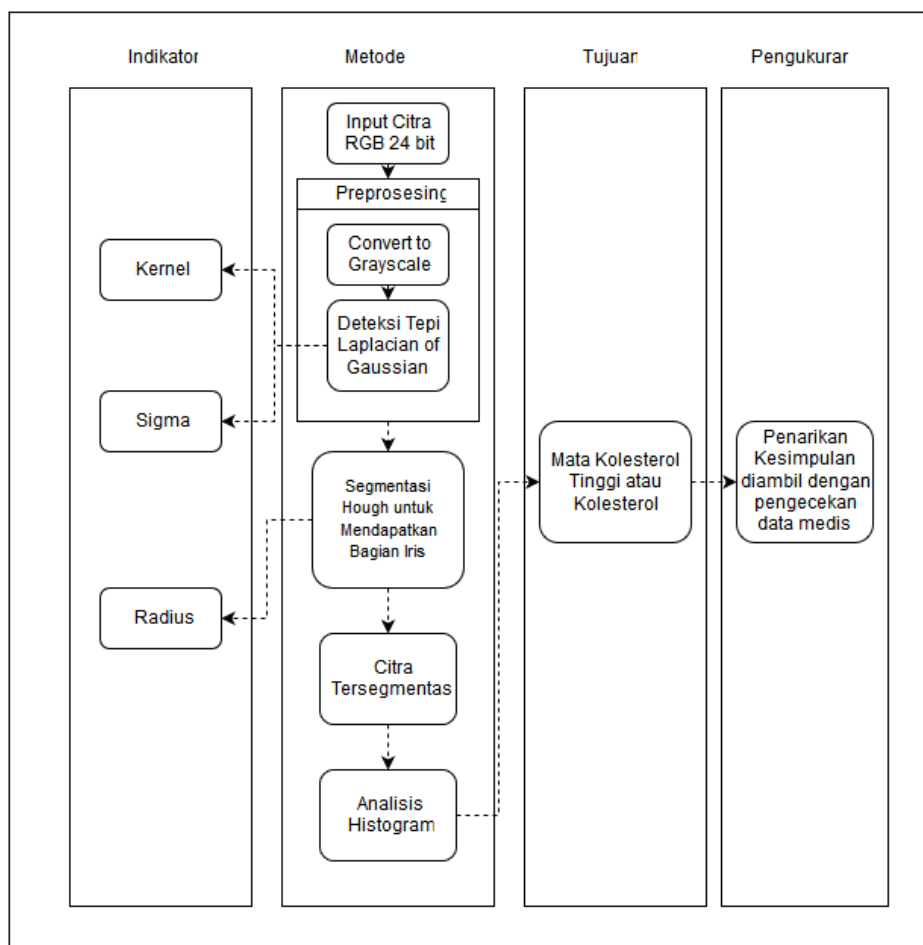
2. Untuk penelitian ini, penulis sudah berkonsultasi dengan Dr. dr. Andika Prahasta, SpM(K), MKes dimana beliau adalah dokter spesialis mata di Bandung Eye Center. Hasil konsultasi yang didapat penulis mendapat beberapa teori medis terkait iris mata yaitu
  - a. Lingkaran putih (*arcus senilis*) adalah endapan lemak pada iris mata yang muncul pada iris mata. Seseorang berusia di atas 50 tahun dan memiliki *arcus senilis* menandakan mata tua. Pembentukan *arcus senilis* pada setiap orang berbeda – beda.
  - b. Ilmu Iridologi tidak ada hubungannya dengan ilmu kedokteran seperti ilmu akupunktur, maka untuk kepastian apakah seseorang memiliki kolesterol tinggi atau tidak harus dilakukan pengecekan secara medis.
3. Berdasarkan hal tersebut maka untuk penelitian ini penulis akan mengambil data untuk melakukan pengujian dengan batasan bahwa iris mata yang diambil adalah orang yang berusia di bawah 50 tahun. Citra mata yang diambil adalah citra mata yang tampak bagian iris matanya seperti pada batasan masalah.

### **3.3 Kerangka Pemikiran**

Dalam pembuatan tugas akhir ini dibuat kerangka pemikiran sebagai berikut:

1. Citra RGB 24 bit akan dimasukkan sebagai *Input*.
2. Citra tersebut akan dikonversi menjadi citra *grayscale*.

3. Deteksi Tepi dilakukan pada citra menggunakan Deteksi Tepi Laplacian of Gaussian (LOG), deteksi tepi ini terdiri dari 2 operasi yaitu Gaussian *filtering* untuk mengurangi derau pada citra dan operasi Laplace.
4. Pada tahap *filtering* akan dibuat Gaussian *mask* kemudian hasil *mask* akan dikonvolusi dengan citra *grayscale*
5. Hasil dari *filtering* kemudian diterapkan operasi laplace untuk mendapatkan tepian objek yang diinginkan.
6. Setelah mendapatkan citra yang telah dideteksi tepinya dilakukan segmentasi citra menggunakan algoritma Hough Transform
7. Setelah algoritma Hough Transform digunakan maka akan mendapatkan citra yang tersegmentasi bagian iris mata yang diteliti .
8. Analisis histogram dilakukan pada citra hasil segmentasi untuk melihat apakah iris mata tersebut termasuk dalam kondisi kolesterol atau normal

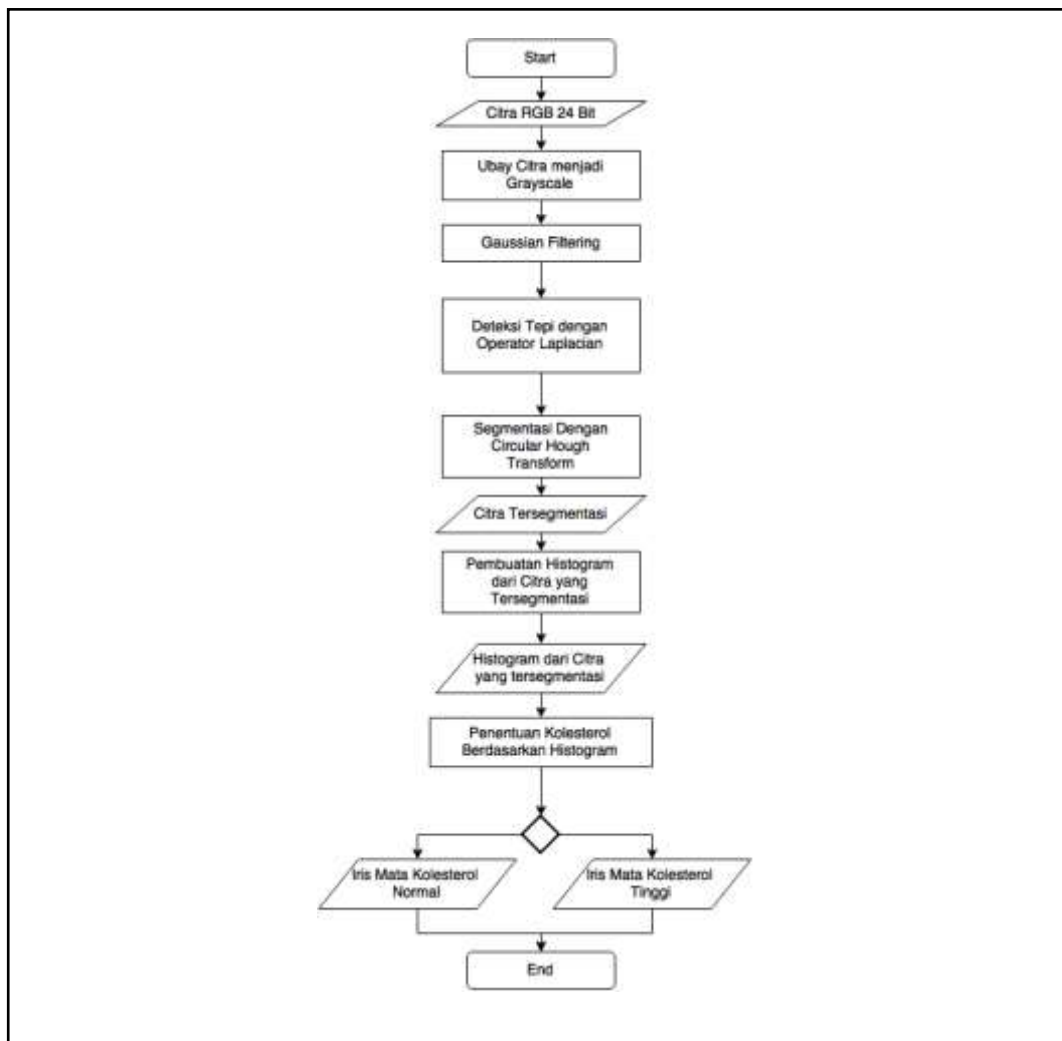


Gambar 3.3 Kerangka Pemikiran

### 3.4 Perancangan

Seperti yang terlihat pada *flowchart* yang dibuat, langkah- langkah yang digunakan untuk melakukan proses segmentasi citra adalah sebagai berikut:

1. *Input* berupa citra RGB 24 bit dengan ukuran minimal 100 x 200 pixel sampai 800 x 600 pixel. .
2. Tahap *prepossessing* dilakukan mulai dari Gaussian *filtering* dan deteksi tepi dengan operator Laplace
3. Implementasikan Metode Hough Transform dengan *Input* berupa radius untuk mendapatkan bagian iris yang sesuai
4. Lakukan analisis histogram dari hasil segmentasi untuk mendapatkan hasil apakah iris mata termasuk golongan kolesterol tinggi atau normal menurut Iridologi



Gambar 3.4 Urutan Proses Global

### 3.4.1 Proses Grayscale

Proses ini merupakan proses untuk merubah citra RGB menjadi citra *grayscale*. *Input* pada proses ini adalah citra RGB. *Output* proses ini adalah citra yang berwarna *grayscale*.

*Pseudocode* proses *grayscale* adalah sebagai berikut:

```
1: Input Citra RGB
2: for (i=0; i< panjang citra rgb; i++) do
3:   for(j=0; j< lebar citra rgb; j++) do
4:     dapatkan nilai Red Green Blue setiap pixel (i,j)
5:     ubah semua nilai pada pixel(i,j) menjadi (Red + Green + Blue)/3
6:   end for
7: end for
8: Output Citra Grayscale
```

### 3.4.2 Proses Pembuatan Gaussian Kernel

Proses ini merupakan proses pembuatan Gaussian *mask* yang akan digunakan dalam proses *filtering*. *Input* pada proses ini adalah kernel dan sigma. *Output* proses ini adalah Gaussian *mask* yang akan digunakan untuk proses *filtering* pada citra

*Pseudocode* proses ini adalah sebagai berikut:

```
1 : Input nilai sigma dan kernel
2 : inisialisasi array 2D gaussMask dengan ukuran kernel yang diInput
   gaussMask[ukuran kernel][ukuran kernel]
3 : xPos =0 , yPos=0
4 : for (y = -1*(ukuran kernel/2); y <= (ukuran kernel/2); y++) do
5 :   for (x = -1*(ukuran kernel/2); x <= (ukuran kernel/2); x++) do
6 :     gaussMask[xPos][yPos] = ((1 / (2 * PI * sigma^2) * (1 / (E^(((x^2)
       +(y^2)) / (2 *(sigma^2)))));
7 :     xPos++;
8 :   end for
9 :   yPos++;
10 :  xPos = 0;
11: end for
12: Output gaussMask[][]
```

### 3.4.3 Proses Deteksi Tepi Laplacian of Gaussian

Proses ini adalah proses untuk mendeteksi tepi pada citra. *Input* proses ini adalah citra RGB 24 bit. *Output* proses ini adalah citra yang sudah terdeteksi tepinya.

*Pseudocode* proses ini adalah sebagai berikut:

```
1: Input Citra Grayscale
2: KOnvolusi citra dengan Gaussian Mask hasil proses 3.4.2
3: konvolusi citra dengan operator laplace
4: for(semua koordinat image (i,j))do
5:     if(image.getRGB > 0) then
6:         image.setRGB(255,255,255)
7:     end if
8: end for
9: Output citra RGB yang sudah terdeteksi tepi
```

### 3.4.4 Proses Hough Transform

Proses ini merupakan proses untuk menemukan objek lingkaran pada citra dimana objek lingkaran yang didapat adalah iris mata. *Input* dari proses ini adalah citra hasil deteksi tepi Laplacian Gaussian. *Output* dari proses ini adalah titik tengah dari iris mata

*Pseudocode* proses segmentasi hough adalah sebagai berikut:

```
1 : Input citra terdeteksi tepi dan radius
2 : inisialisasi array 2D untuk akumulator[panjang image][lebar image]
3 : Input radius image r = radius image
4 : for(semua koordinat image(i,j))do
5 :     if(koordinat image(i,j) adalah tepi)then
6 :         for (theta = 0; theta < 360; theta++) do
7 :             t = (theta * 3.14159265) / 180;
8 :             x = (i - r * cos(t));
9 :             y = (j - r * sin(t));
10:            if (x < panjang image && x > 0 && y < lebar image && y > 0) then
11:                akumulator[x][y] += 1;
12:            end if
13:        end for
14:    end if
15: end for
16: cari nilai maksimum dalam akumulator untuk mendapat titik tengah iris mata
```



17: *Output* titik tengah iris mata dalam x,y

### 3.4.5 Proses Pembuatan Histogram

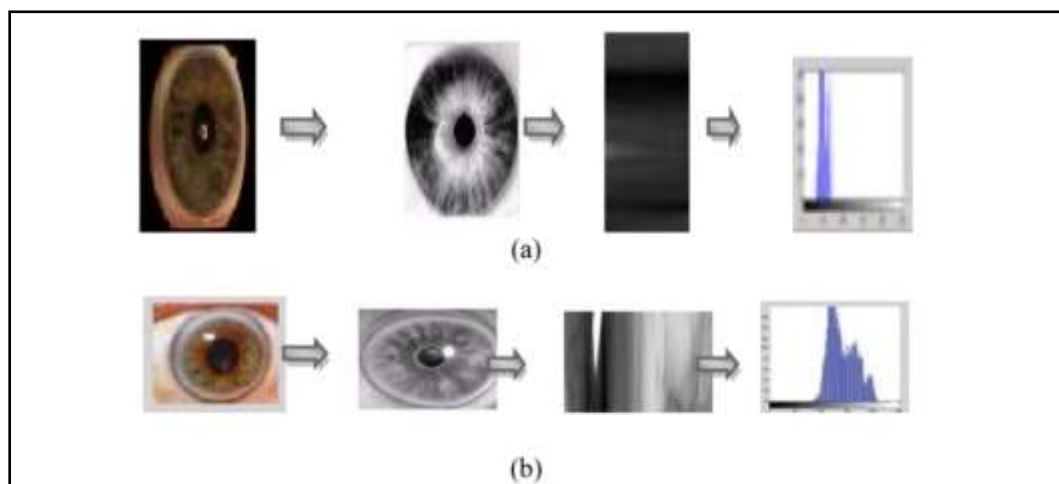
Proses ini merupakan proses untuk membuat histogram dari hasil segmentasi. *Input* dari proses ini adalah list hasil segmentasi Hough Transform *Output* dari proses ini adalah histogram hasil segmentasi.

*Pseudocode* proses ini adalah sebagai berikut:

```
1: Input List Penampung dari proses 3.4.5
2: Inisialisasi array 1D Histogram[255]
3: for(semua isi dari list) do
4:   Histogram[list]++
5: end for
6: Buat histogram dari hasil array Histogram
7: Output Histogram Iris Mata
```

### 3.4.6 Proses Analisis Histogram

Dari histogram yang didapat akan dilakukan pengamatan manual untuk melihat kecenderungan citra yang tersegmentasi apakah menuju warna putih atau hitam. Berdasarkan penelitian sebelumnya, citra iris mata yang menunjukkan kolesterol normal dan yang menunjukkan kolesterol tinggi dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 3.5 Hasil Histogram untuk Citra Iris Mata dengan kolesterol normal (a) dan Citra Iris Mata dengan kolesterol tinggi (b)

Proses penentuan kolesterol didapat dari perbandingan antara banyaknya pixel yang berada di bawah atau di atas *Threshold* tertentu. Rumus yang digunakan dalam proses ini adalah

*Kolesterol Normal: Kolesterol Tinggi*

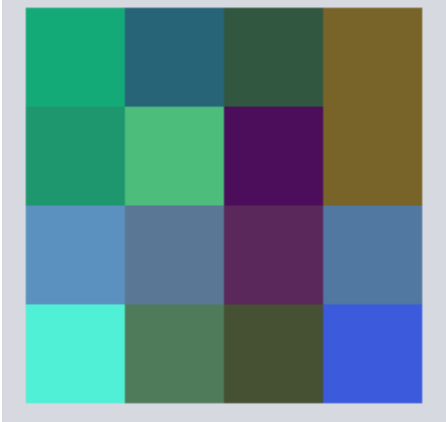
(3.1)

$$\frac{\text{Jumlah pixel di bawah threshold}}{\text{jumlah semua pixel hasil segmentasi}} : \frac{\text{Jumlah pixel di atas threshold}}{\text{jumlah semua pixel hasil segmentasi}}$$

Hasil dari perbandingan ini akan menentukan apakah citra iris mata termasuk kolesterol tinggi atau kolesterol normal. Apabila hasil yang didapat adalah persentase kolesterol normal lebih tinggi dibandingkan dengan persentase kolesterol tinggi maka kesimpulannya adalah mata tersebut termasuk kolesterol normal, begitupun dengan sebaliknya.

### 3.5 Analisis Kasus Manual

Sebuah citra 4x4 pixel memiliki nilai RGB sebagai berikut:

|                        |                        |                      |                        |  |
|------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|--|
| R:20<br>G:170<br>B:120 | R:40<br>G:100<br>B:120 | R:50<br>G:87<br>B:65 | R:120<br>G:100<br>B:40 |  |
| R:30<br>G:150<br>B:110 | R:76<br>G:189<br>B:123 | R:76<br>G:13<br>B:90 | R:120<br>G:100<br>B:40 |  |
| R:90<br>G:145<br>B:190 | R:90<br>G:120<br>B:150 | R:90<br>G:40<br>B:90 | R:80<br>G:120<br>B:160 |  |
| R:80<br>G:240<br>B:215 | R:80<br>G:123<br>B:90  | R:70<br>G:80<br>B:50 | R:60<br>G:90<br>B:220  |  |

Matriks citra tersebut akan dikonversi ke citra *grayscale* dengan rumus:

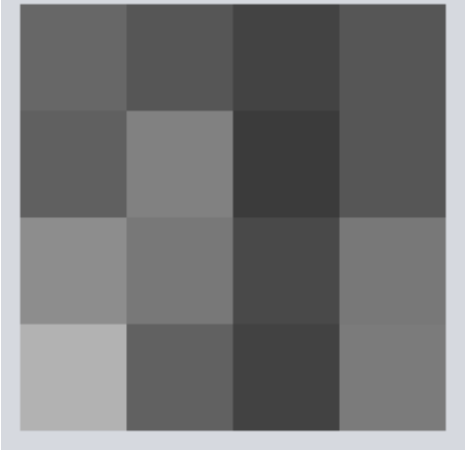
$$Gray[x,y] = \frac{(R[x,y] + G[x,y] + B[x,y])}{3}$$

Sehingga untuk matriks pada koordinat [0,0] nilai *Gray*-nya adalah

$$(20+170+120) / 3 = 103$$

Oleh karena itu nilai matriks tersebut setelah diubah ke *grayscale* menjadi sebagai berikut :

|                         |                         |                      |                         |
|-------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| R:103<br>G:103<br>B:103 | R:86<br>G:86<br>B:86    | R:67<br>G:67<br>B:67 | R:86<br>G:86<br>B:86    |
| R:96<br>G:96<br>B:96    | R:129<br>G:129<br>B:129 | R:59<br>G:59<br>B:59 | R:86<br>G:86<br>B:86    |
| R:141<br>G:141<br>B:141 | R:120<br>G:120<br>B:150 | R:73<br>G:73<br>B:73 | R:120<br>G:120<br>B:120 |
| R:178<br>G:178<br>B:178 | R:97<br>G:123<br>B:90   | R:66<br>G:66<br>B:66 | R:123<br>G:123<br>B:123 |



Setelah itu dilakukan deteksi tepi dengan laplacian Gaussian. Hal yang pertama dilakukan adalah dengan melakukan *smoothing* terhadap citra dengan menggunakan turunan pertama dari Gauss dengan besar kernel 3x3 dan nilai  $\sigma = 1$  untuk menghilangkan derau.

Untuk mendapatkan kernel digunakan rumus sebagai berikut

$$g(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \times e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}$$

Sehingga didapat nilai pada kernel 0,0 adalah

$$g(0,0) = \frac{1}{2 * \pi * 1^2} \times e^{-\frac{-2^2+-2^2}{2*1^2}}$$

$$g(0,0) = 0.058549833$$

Dan kernel yang dihasilkan adalah

$$\text{Matriks kernel Gauss} = \begin{bmatrix} \{0.058549833\} \{0.09653235\} \{0.058549833\} \\ \{0.09653235\} \{0.15915494\} \{0.09653235\} \\ \{0.058549833\} \{0.09653235\} \{0.058549833\} \end{bmatrix}$$

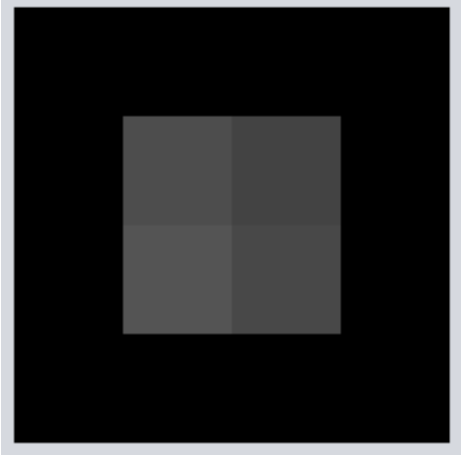
Citra *Grayscale* yang ada akan dilakukan proses konvolusi dengan cara mengalikannya dengan matriks kernel Gauss

$$\begin{bmatrix} 103 & 86 & 67 & 86 \\ 96 & 129 & 59 & 86 \\ 141 & 120 & 73 & 120 \\ 178 & 97 & 66 & 123 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \{0.058549833\} \{0.09653235\} \{0.058549833\} \\ \{0.09653235\} \{0.15915494\} \{0.09653235\} \\ \{0.058549833\} \{0.09653235\} \{0.058549833\} \end{bmatrix}$$

sehingga didapat nilai pada titik 1,1 adalah:

$$\begin{aligned} \text{Matriks}[1,1] &= (103*0.058549833) + (86*0.09653235) + (67*0.058549833) + \\ &+ (96*0.09653235) + (129*0.15915494) + (59*0.09653235) + (141*0.058549833) \\ &+ (120*0.09653235) + (73*0.058549833) = 77 \end{aligned}$$

Setelah dilakukan proses konvolusi pada semua pixel pada citra maka akan dihasilkan citra seperti berikut:

|                   |                      |                      |                   |   |
|-------------------|----------------------|----------------------|-------------------|---|
| R:0<br>G:0<br>B:0 | R:0<br>G:0<br>B:0    | R:0<br>G:0<br>B:0    | R:0<br>G:0<br>B:0 |  |
| R:0<br>G:0<br>B:0 | R:77<br>G:77<br>B:77 | R:67<br>G:67<br>B:67 | R:0<br>G:0<br>B:0 |   |
| R:0<br>G:0<br>B:0 | R:84<br>G:84<br>B:84 | R:72<br>G:72<br>B:72 | R:0<br>G:0<br>B:0 |   |
| R:0<br>G:0<br>B:0 | R:0<br>G:0<br>B:0    | R:0<br>G:0<br>B:0    | R:0<br>G:0<br>B:0 |   |

Setelah proses *smoothing* dilakukan proses pencarian tepi Laplacian dengan menggunakan operator Laplace sebagai berikut

$$\text{Operator Laplace} = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Citra hasil Gaussian *Smoothing* yang ada akan dilakukan proses konvolusi dengan cara mengalikannya dengan matriks operator Laplace

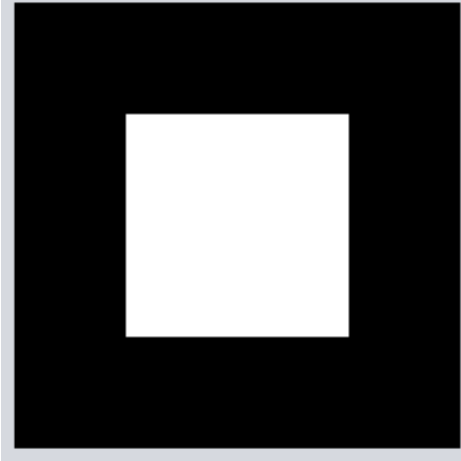
$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 77 & 67 & 0 \\ 0 & 84 & 72 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

sehingga didapat nilai pada titik 1,1 adalah:

$$\text{Matriks}[1,1] = (-1*0) + (-1*0) + (-1*0) + (-1*0) + (8*77) + (-1*67) +$$

$$(-1*0) + (-1*84) + (-1*72) \\ = 393$$

karena hasilnya melebihi batas yang ada maka nilainya dikecilkan menjadi nilai maksimum yaitu 255. Dari hasil perhitungan di atas maka akan didapatkan citra baru dengan nilai sebagai berikut:

|                   |                         |                         |                   |   |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------|---|
| R:0<br>G:0<br>B:0 | R:0<br>G:0<br>B:0       | R:0<br>G:0<br>B:0       | R:0<br>G:0<br>B:0 |  |
| R:0<br>G:0<br>B:0 | R:255<br>G:255<br>B:255 | R:255<br>G:255<br>B:255 | R:0<br>G:0<br>B:0 |   |
| R:0<br>G:0<br>B:0 | R:255<br>G:255<br>B:255 | R:255<br>G:255<br>B:255 | R:0<br>G:0<br>B:0 |   |
| R:0<br>G:0<br>B:0 | R:0<br>G:0<br>B:0       | R:0<br>G:0<br>B:0       | R:0<br>G:0<br>B:0 |   |

Metode Hough Transform akan dilakukan untuk setiap tepi dari citra hasil deteksi tepi, dalam kasus ini metode hough akan dilakukan pada pixel yang bukan 0 yaitu pada titik (1,1),(1,2),(2,1),(2,2).

Dari setiap pixel akan diambil nilai x dan y misalkan diambil pada titik (1,1) maka  $x=1$  dan  $y=1$ . Radius sudah ditentukan pada awal program dijalankan, diambil contoh menggunakan radius 3. Masukkan nilai x , y dan radius ke dalam rumus untuk mendapatkan calon titik tengah lingkaran, nilai theta adalah iterasi dari 0 sampai 360 (misal contoh theta adalah 90)

$$t = (\text{theta} * 3.14159265) / 180$$

$$x_{\text{Calon}} = x - \text{radius} * \cos(t)$$

$$y_{\text{Calon}} = y - \text{radius} * \sin(t)$$

sehingga apabila dilakukan perhitungan akan mendapatkan hasil sebagai berikut:

$$t = (90 * 3.14159265) / 180$$

$$t = 1.570796325$$

$$x_{\text{Calon}} = 1 - 3 * \cos(1.570796325)$$

$$x_{\text{Calon}} = 0.999999995 \approx 1$$

$$y_{\text{Calon}} = 1 - 3 * \sin(1.570796325)$$

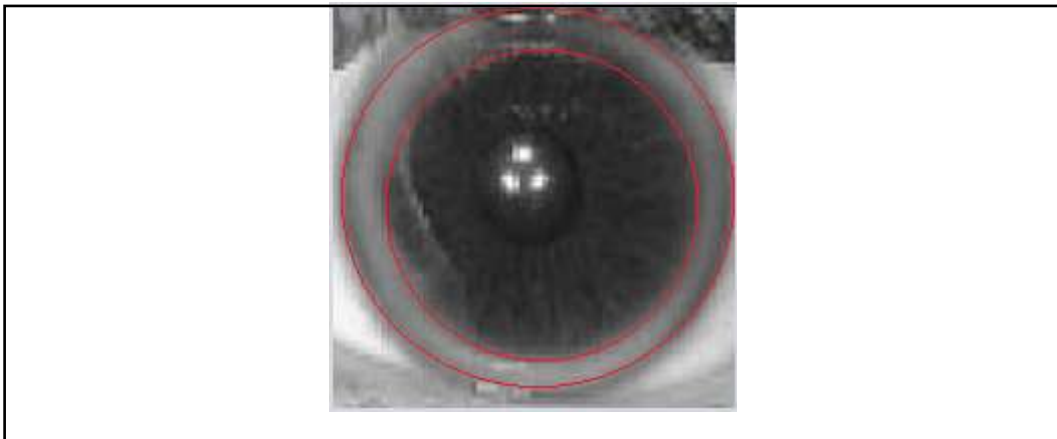
$$y_{\text{Calon}} = -2$$

Sehingga didapat  $x_{\text{Calon}}$  dan  $y_{\text{Calon}}$  adalah 1 dan -2 lalu titik tersebut dicek apakah berada di dalam gambar atau diluar gambar, apabila titik tersebut berada di dalam gambar maka akumulator pada titik  $x_{\text{Calon}}$  dan  $y_{\text{Calon}}$  akan ditambah, jika tidak maka titik tersebut tidak akan dipakai.

Berikutnya dari akumulator akan dicari titik yang memiliki jumlah terbanyak dan titik tersebut akan dijadikan titik tengah untuk lingkaran yang terdapat pada citra RGB yang di *Input*. Setelah didapat titik tengah maka akan dimasukkan kembali ke rumus Hough Transform dimana  $x = x_{\text{CalonTerbanyak}}$  dan  $y = y_{\text{CalonTerbanyak}}$  untuk proses segmentasi yang dilakukan.

Setelah didapat titik tengah (x,y) maka citra akan disegmentasi dan hasil dari segmentasi akan dibuat histogram untuk dilakukan analisis secara manual.

Diasumsikan bahwa citra yang berhasil disegmentasi adalah sebagai berikut :



Gambar 3.6 Citra iris mata yang tersegmentasi

Pada bagian yang sudah tersegmentasi seperti pada gambar, akan dibuat histogram dengan mengambil setiap nilai dari pixel yang terdapat pada bagian yang tersegmentasi. Dari histogram kemudian dilakukan pengamatan secara manual untuk melihat perbedaan antara citra iris mata yang termasuk kolesterol normal dan kolesterol tinggi.

## **BAB IV**

### **IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN**

Dalam bab ini akan dijelaskan proses implementasi dan pengujian terhadap sistem yang dibuat oleh penulis.

#### **4.1 Lingkungan Pengembangan**

Dalam lingkungan pengembangan, akan dijelaskan mengenai perangkat-perangkat yang dipakai dalam proses pengembangan aplikasi dimana terdapat *Hardware* ( Perangkat Keras ) dan *Software* (Perangkat Lunak) yang digunakan. Berikut ini adalah spesifikasi yang digunakan.

##### **4.1.1 Spesifikasi Perangkat Keras**

Spesifikasi dari komputer yang digunakan dalam pengembangan aplikasi Penerapan Metode Hough Transform Dalam Segmentasi Citra Iris Mata Untuk Mengetahui Penyakit Kolesterol Berdasarkan Iridologi adalah sebagai berikut:

1. *Laptop* dengan *processor* INTEL CORE i5 @ 1.18GHz
2. *Harddisk* dengan kapasitas 500 GB
3. RAM sebesar 4 GB
4. *Keyboard* dan *Mouse*

##### **4.1.2 Spesifikasi Perangkat Lunak**

Spesifikasi perangkat lunak yang digunakan dalam merancang dan membuat aplikasi ini antara lain adalah:

1. Sistem Operasi Windows 10 64 bit
2. NetBeans IDE 8.0
3. Java Development Kit 1.7.0 update 79

##### **4.1.3 Implementasi aplikasi**

Pada tabel di bawah ini akan dijelaskan tentang daftar fungsi yang terdapat dalam setiap kelas yang digunakan:

Tabel 4.1 Daftar Kelas dan metode yang terdapat di dalamnya

| Kelas             | Nama <i>Method</i>                                   | Deskripsi   | Atribut                                  |
|-------------------|--|---|--|
| <i>Conversion</i> | convertImageToMatriks(BufferedImage image)           | Fungsi untuk mengubah citra masukan menjadi matriks 2 dimensi untuk mempermudah penghitungan                                  | BufferedImage image                      |
|                   | convertToGrayscale(BufferedImage image)              | Fungsi untuk mengubah citra menjadi citra <i>grayscale</i>  | BufferedImage image                      |
| DeteksiTepi       | laplacian(BufferedImage image imageGray)             | Fungsi untuk menerapkan deteksi tepi dengan operator laplace  | BufferedImage imageGray                  |
|                   | <i>Thresholding</i> (BufferedImage imageEdge)        | Fungsi untuk melakukan <i>Threshold</i> untuk mempertegas tepian yang ada   | BufferedImage imageEdge                  |
|                   | createGaussianMatriks(int kernelSize, float sigma)   | Fungsi untuk membuat Gaussian kernel dengan masukan besar kernel dan sigma  | Int kernelSize dan float sigma           |
|                   | konvolusiTitik(int[][] matriksA, float[][] matriksB) | Fungsi untuk melakukan proses konvolusi terhadap 2 buah matriks dimana matriksA diambil dari citra dan matriksB adalah kernel | Int[][] matriksA dan float[][] matriks B |



| Kelas     | Nama <i>Method</i>   | Deskripsi   | Atribut  |
|-----------|--|---|--|
|           | getMatriksByKernel<br>(int kernelSize,<br>int[][] matriks, int<br>koordinatX, int<br>koordinatY) | Fungsi untuk<br>mendapatkan matriks<br>sesuai dengan besar<br>kernel dari citra<br>masukan  | int kernelSize,<br>int[][] matriks, int<br>koordinatX, dan<br>int koordinatY |
| Hough     | houghTrans(Buffered<br>Image imageEdge,<br>BufferedImage<br>imageGray)                           | Fungsi untuk<br>menerapkan metode<br>Hough Transform<br>pada citra hasil deteksi<br>tepi , menggambar<br>area yang<br>disegmentasi, dan<br>memasukkan hasil<br>segmentasi kedalam<br>list untuk histogram | BufferedImage<br>imageEdge dan<br>BufferedImage<br>imageGray                 |
|           | ArrayList<Integer><br>getHIS()   | Fungsi untuk<br>mengambil list hasil<br>segmentasi  |  |
| Histogram | addChart(ArrayList<<br>Integer> HIS)   | Fungsi untuk<br>menampilkan<br>histogram hasil<br>segmentasi  | ArrayList<Integer<br>> HIS   |
|           | cekKolesterol(doubl<br>e[]values)  | Fungsi untuk<br>menampilkan hasil<br>kolesterol berdasarkan<br>hasil segmentasi   | double[]values   |

#### 4.1.4 Implementasi Perangkat Lunak

Implementasi perangkat lunak dilakukan berdasarkan hasil analisis dan perancangan yang telah disusun pada BAB III. Data yang digunakan merupakan

citra iris mata yang didapat dari peneliti sebelumnya. Fungsi- fungsi yang terdapat pada aplikasi dibuat sesuai dengan hasil analisis dan perancangan tersebut. Secara umum implementasi yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengubah citra menjadi citra *grayscale*
2. Lakukan deteksi tepi Laplacian Gaussian pada citra *grayscale*
3. Melakukan Hough Transform pada citra hasil deteksi tepi untuk mendapatkan titik tengah iris mata.
4. Mensegmentasi citra dengan mengambil 20 % citra iris mata dari bagian luar iris.
5. Memasukan hasil segmentasi pada perhitungan untuk mengetahui tingkat kolesterol dan menampilkan histogram hasil segmentasi.

#### **4.1.4.1 Operasi mengubah citra RGB menjadi citra *grayscale***

Pada tahap ini dilakukan perubahan citra RGB menjadi citra *grayscale* operasi ini digunakan untuk menyederhanakan citra sehingga mempermudah proses – proses lainnya. Masukan dari proses ini adalah Buffered Image dan keluarannya adalah Buffered Image.

#### **4.1.4.2 Operasi Deteksi Tepi Laplacian Gaussian**

Pada tahap ini dilakukan deteksi tepi terhadap citra *grayscale* yang telah dikonversi sebelumnya untuk mendapatkan tepi dari citra yang dimasukkan. Hal ini dilakukan dengan menerapkan deteksi tepi Laplacian Gaussian terhadap citra yang dimasukkan sehingga akan didapatkan citra yang baru yang telah berisi tepian dari citra tersebut.

Dalam operasi ini terdapat beberapa tahap yaitu

1. Membuat kernel Gauss

Pada tahap ini akan dibuat kernel Gauss sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan berdasarkan percobaan. Hasil dari proses ini adalah matriks 2D yang disebut *Gaussian Mask*.

## 2. Proses Gaussian *Filtering*

Pada proses ini citra *grayscale* yang dimasukkan akan dilakukan proses Gaussian *filtering*. Proses ini bertujuan untuk mengurangi derau pada citra sehingga mempermudah proses deteksi tepi.

Dalam proses ini terdapat beberapa fungsi yang digunakan untuk mempermudah proses *filtering*nya. Berikut dijabarkan source code dari fungsi pembantu tersebut.

1. Fungsi Mengubah Citra menjadi Matriks. Fungsi ini digunakan untuk mengubah image menjadi matriks untuk mempermudah proses penghitungan.

Pseudocode proses ini adalah

```
1 :Input citra RGB
2 :inisialisasi array 2D untuk matriks[panjang image][lebar image]
3 :for (semua koordinat image(i,j))do
4 :   matriks[i][j] = nilai red pada citra di titik (i,j);
5 :end for
6 :Output matriks citra
```

2. Fungsi Mendapatkan Matriks sesuai kernel. Fungsi ini digunakan untuk mendapatkan matriks 2 dimensi dari citra sesuai dengan ukuran kernel yang dimasukkan. Fungsi ini berguna untuk mempermudah proses konvolusi yang digunakan. Pseudocodenya adalah

```
1 :Input besar kernel, matriks citra, koordinat X, koordinat Y
2 :inisialisasi matriks sesuai besar kernel newMatriks[besar kernel][besar kernel]
3 :int radius = besar kernel / 2;
4 :int koorX = 0;
5 :int koorY = 0;
6 :for (int i = koordinatY - radius; i < newMatriks.length + koordinatY - radius;
    i++) do
7 :   for (int j = koordinatX - radius; j < newMatriks[0].length + koordinatX -
    radius; j++) do
8 :     newMatriks[koorX][koorY] = matriks citra[i][j];
9 :     koorX++;
10:   end for
11:   koorY++;
12:   koorX = 0;
13:end for
```

|                              |
|------------------------------|
| 14: <i>Output</i> newMatriks |
|------------------------------|

3. Fungsi Konvolusi. Fungsi ini digunakan untuk melakukan proses konvolusi terhadap 2 matriks yang dimasukkan. Pseudocode proses ini adalah

|   |
|---|
| <pre>1 :Input Matriks A dan Matriks B 2 :float value = 0; 3 : for (int i = 0; i &lt; matriksA.length; i++) do 4 :   for (int j = 0; j &lt; matriksA[0].length; j++) do 5 :     value += matriksA[i][j] * matriksB[i][j]; 6 :   end for 7 : end for 8 :value = nilai minimal(255, nilai maksimal(0, value)); 9 :Output value</pre> |
|---|

3. Proses Deteksi Tepi dengan Laplacian Operator

Citra hasil Gaussian *Filtering* kemudian dilakukan proses deteksi tepi untuk mendapatkan tepian dari citra. Pada proses ini citra hasil Gaussian *Filtering* akan dikonvolusi dengan matriks Laplace.

4. Proses *Threshold*

Proses ini digunakan untuk menunjukkan tepian hasil dari proses dengan operator *Laplace*. Pada proses semua nilai pada citra akan diubah menjadi nilai biner dimana nilai 0 menandakan background dan nilai 1 menandakan tepian citra.

#### 4.1.4.3 Proses Hough Transform

Citra hasil deteksi tepi kemudian dilakukan proses Hough transform untuk dilakukan segmentasi. Hasil dari proses ini adalah citra yang sudah tersegmentasi bagian iris matanya serta bagian yang akan dilakukan proses analisis untuk mengetahui tingkat kolesterolnya. Pada proses ini akan dihasilkan sebuah List yang berisi nilai citra hasil segmentasi.

#### 4.1.4.4 Proses Pembuatan Lingkaran Pembatas

*Input* proses ini adalah citra *grayscale* ,titik tengah dari proses hough dan radius  
*Output* dari proses ini adalah citra yang sudah tersegmentasi bagian yang akan dimasukkan dalam histogram

*Pseudocode* proses ini adalah sebagai berikut:

```
1 :Input Citra grayscale dan radius iris
2 :Inisialisasi list penampung untuk hasil segmentasi
3 :Inisialisasi array boolean cek[panjang citra][lebar citra] = true
4 :r= radius iris mata
5 :rMin = 20/100 * r;
6 :   for (rC = r - rMin; rC < r; rC++) do
7 :     for (theta = 0; theta < 360; theta++) do
8 :       t = (theta * 3.14159265) / 180;
9 :       x = (titik tengah iris x - rC * cos(t));
10:      y = (titik tengah iris y - rC * sin(t));
11:      if (x < panjang image && x > 0 && y < lebar image && y > 0)
12:        then
13:          if(cek[x][y] == true)then
14:            dapatkan nilai Gray dari citra pada posisi (x,y)
15:            masukan nilai Gray pada list penampung
16:            ubah nilai RGB pada posisi (x,y) dengan warna merah
17:            cek[x][y]=false;
18:          end if
19:        end if
20:      end for
21:    end for
21:Output Citra Grayscale yang sudah tersegmentasi dan list penampung untuk
    proses histogram
```

Dalam proses ini dapat dilihat bahwa dibutuhkan sebuah matriks berukuran citra untuk mengecek apakah nilai yang masuk ke dalam list penampung adalah nilai yang terulang atau tidak. Hal ini dapat terjadi karena pembuatan lingkaran pada citra pasti merupakan hasil pembulatan dari titik – titik pada lingkaran yang dibuat. Dengan penerapan ini maka bisa diketahui bagian mana dari iris mata yang dimasukkan ke dalam list penampung.

#### **4.1.4.5 Proses Pembuatan Histogram**

Dalam proses ini akan dihasilkan histogram didapat dari iris mata. Proses ini didapat dari hasil segmentasi pada proses Hough Transform sebelumnya. Penerapan teori histogram digunakan dalam proses ini dimana setiap persentase kemunculan warna yang ada akan dibandingkan dengan persentase kemunculan warna lainnya pada hasil segmentasi.

Hasil dari proses ini akan ditampilkan dalam histogram. Dalam proses ini digunakan Library JAVA yaitu JFreeChart untuk pembuatan Histogram. Penggunaan JFreeChart dalam program adalah sebagai berikut:

```
public static void addChart(ArrayList<Integer> HIS) {

    HistogramDataset dataset = new HistogramDataset();
    dataset.setType(HistogramType.RELATIVE_FREQUENCY);
    double[] values= new double[HIS.size()];
    for (int i = 0; i < values.length; i++) {
        values[i]=0;
    }
    for (int i = 0; i < HIS.size(); i++) {
        values[i]=HIS.get(i);
    }

    dataset.addSeries("POS", values, HIS.size(),0,256);
    String hasil = cekKolesterol(values);

    JFreeChart chart = ChartFactory.createXYLineChart(hasil,
"gray", "value", dataset, PlotOrientation.VERTICAL, true, true,
true);
    ChartPanel chartpanel = new ChartPanel(chart);

    JFrame jf = new JFrame();
    jf.setBounds(400, 100, 600, 300);
    jf.add(chartpanel);
    jf.setVisible(true);
}
```

#### 4.1.4.6 Proses Penentuan Kolesterol

Fungsi cekKolesterol pada proses 4.1.4.5 digunakan untuk menentukan apakah citra yang di *input* menunjukkan kolesterol tinggi atau kolesterol normal. Hal ini didapat dari berapa banyaknya pixel / warna dari citra hasil tersegmentasi yang melebihi batas *Threshold* yang ditentukan. Batas *Threshold* ini didapat dari pengujian *threshold* yang dilakukan penulis. Proses penentuan kolesterol memiliki *input* berupa list dari hasil segmentasi serta batas *threshold* yang digunakan, *output* pada proses penentuan kolesterol adalah *string* kesimpulan berupa kolesterol tinggi atau normal. Pseudocode proses ini adalah

```
1 :Input list hasil segmentasi dan batas threshold
2 :Inisialisasi String kesimpulan
3 :Inisialisasi Float normal dan tinggi
4 :   for (semua isi list hasil segmentasi) do
5 :       if (isi list > batas threshold) then
6 :           tinggi ++
```

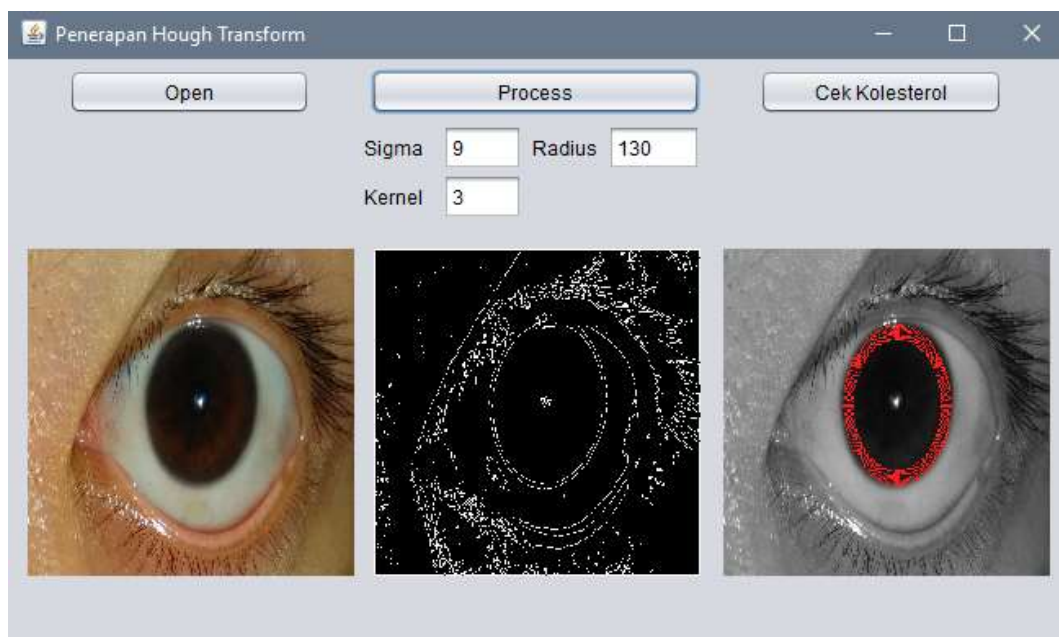
```

7:      else
8:      normal++
9:      end if
10: end for
11: float persentaseTinggi = tinggi/banyak list hasil segmentasi * 100%
12: float persentaseNormal = normal/banyak list hasil segmentasi * 100%
13: if (persentaseTinggi >= persentaseNormal) then
14:   kesimpulan = Kolesterol Tinggi
15: else
16:   kesimpulan = Kolesterol Normal
17: end if
18: Output kesimpulan + persentaseTinggi + persentase Normal

```

## 4.2 Screenshot Aplikasi

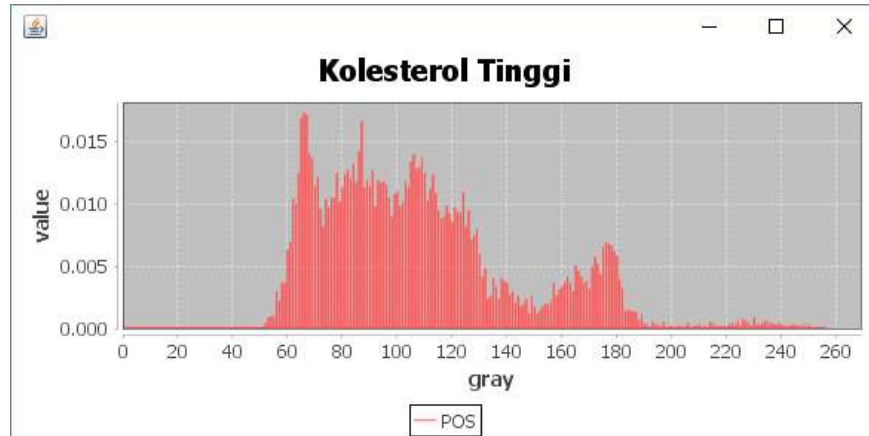
Pada sub bab ini dijelaskan *user interface* dari aplikasi yang telah dibuat. *User interface* dari aplikasi ini terdapat sebuah halaman utama untuk memasukkan citra dan menampilkan citra setelah selesai diproses. Tampilan aplikasi yang digunakan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.1 Aplikasi Penerapan Hough Transform

Pada tampilan terdapat 3 *button* yaitu *open*, *process* dan *cek kolesterol* hasil ,3 text field untuk *inputan* sigma, kernel, radius dan 3 label untuk menampilkan citra. *Button open* digunakan untuk membuka citra yang ingin dilakukan proses segmentasi. Citra yang dibuka akan ditampilkan pada label sebelah kiri. *Button*

*process* digunakan untuk proses segmentasi dimana hasilnya akan ditampilkan pada label pada bagian tengah dan kanan. Pada label tengah adalah citra hasil deteksi tepi dan pada label kanan adalah citra hasil segmentasi hough. *Button* Cek Kolesterol digunakan untuk menampilkan histogram serta hasil kolesterol yang didapat. Tampilan yang dihasilkan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.2 Hasil Pengujian Citra

### 4.3 Pengujian






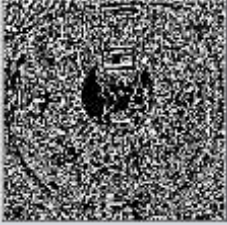





Pada sub bab ini akan dijelaskan proses pengujian terhadap citra iris mata yang menjadi masukan. Dalam pengujian dibagi menjadi 2 yaitu pengujian untuk *preprocessing* dan pengujian untuk mendapatkan *Threshold* dari hasil histogram untuk menentukan kolesterol.


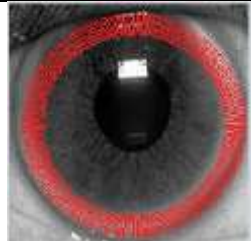


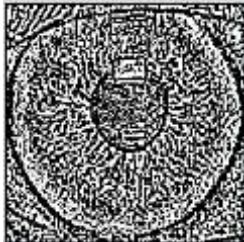
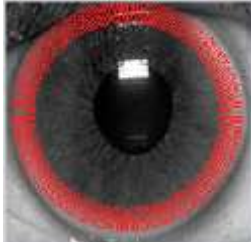






#### 4.3.1 Pengujian *Preprocessing*




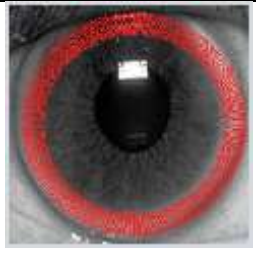




Pada bagian ini akan ditampilkan hasil pengujian terhadap parameter sigma dan kernel dalam proses deteksi tepi Laplacian of Gaussian. Bagian ini bertujuan untuk menghasilkan *preprocessing* yang tepat sehingga citra hasil deteksi tepi dapat mempermudah proses segmentasi Hough. Dalam pengujian ini parameter yang diuji adalah sigma dan kernel dimana parameter tersebut akan berpengaruh terhadap proses deteksi tepi dan segmentasi. Hasil dari pengujian ini adalah sebagai berikut:



Tabel 4.2 Pengujian *Preprocessing*

| Citra Masukan   | Sigma | Kernel | Hasil Deteksi Tepi   | Hasil Segmentasi Hough  |
|---|-------|--------|--|---|
|  | 1     | 3      |    |    |
|   | 2     | 3      |    |    |
|   | 3     | 3      |  |  |
|   | 5     | 3      |  |  |
|   | 7     | 3      |  |  |

| Citra Masukan | Sigma | Kernel | Hasil Deteksi Tepi   | Hasil Segmentasi Hough  |
|---------------|-------|--------|--|---|
|               | 9     | 3      |    |    |
|               | 13    | 3      |    |    |
|               | 1     | 5      |   |   |
|               | 2     | 5      |  |  |
|               | 3     | 5      |  |  |
|               | 5     | 5      |  |  |

| Citra Masukan | Sigma | Kernel | Hasil Deteksi Tepi   | Hasil Segmentasi Hough  |
|---------------|-------|--------|--|---|
|               | 7     | 5      |    |    |
|               | 9     | 5      |    |    |
|               | 13    | 5      |   |   |
|               | 17    | 5      |  |  |






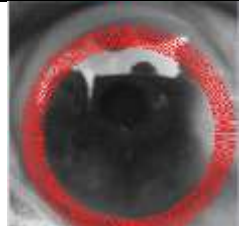
Berdasarkan pengujian terhadap parameter sigma dan kernel seperti pada tabel di atas. Hasil menunjukkan bahwa parameter tersebut sangat berpengaruh terhadap hasil dari deteksi tepi serta proses segmentasi Hough. Proses segmentasi Hough memanfaatkan hasil dari deteksi tepi, karena proses ini dilakukan terhadap setiap tepian yang dihasilkan oleh deteksi tepi. Dalam pengujian bisa dilihat bahwa saat nilai sigma kecil (kisaran 1-3) tepian atau titik yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan saat nilai sigma besar ( kisaran 7 -13).

Proses segmentasi Hough memakan waktu yang lebih banyak pada nilai sigma kecil dibandingkan dengan sigma yang besar. Namun hasil tepian yang sedikit juga mempengaruhi hasil ketepatan segmentasi meskipun proses Hough

Transform menjadi lebih cepat. Terbukti saat segmentasi dilakukan pada sigma = 17 dan kernel = 5.

Pengujian ini dilakukan terhadap seluruh citra yang didapat dari peneliti sebelumnya. Setiap nilai sigma dan kernel dilakukan pengujian terhadap seluruh data yang ada. Hasil yang ditunjukkan melalui nilai sigma = 13 pada kernel = 3 dimana hasil yang didapat adalah titik tepian yang sedikit dan proses segmentasi Hough yang cepat, namun tepian yang sedikit belum tentu menghasilkan segmentasi yang baik pada semua citra. Masalah yang muncul adalah proses segmentasi tidak dapat berlangsung dengan baik dan hasil yang didapat meleset dari citra iris mata yang terdapat dalam citra mata yang akan di segmentasi. Hal ini disebabkan karena adanya beberapa citra yang memiliki banyak derau yang didapat dari peneliti sebelumnya seperti pada hasil berikut:

Tabel 4.3 Masalah dalam penentuan parameter





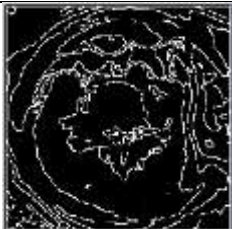
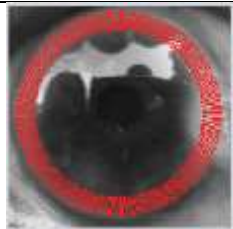
| No | Citra Masukan   | Sigma | Kernel | Hasil Deteksi Tepi   | Hasil Segmentasi Hough  |
|----|---|-------|--------|--|---|
| 1  |  | 13    | 3      |  |  |
| 2  |  | 13    | 3      |  |  |

Terlihat pada hasil bahwa hasil tepian yang sedikit memiliki resiko untuk menghilangkan tepian yang sesungguhnya dari citra iris mata. Pada pengujian no 2 dapat dilihat bahwa proses segmentasi yang dihasilkan tidak dapat mensegmentasi iris secara sempurna seperti pada pengujian no 1. Maka dari itu penulis mengambil kesimpulan untuk menggunakan parameter sigma = 7 dan



kernel = 3. Proses akan berlangsung lebih lama namun hasil segmentasi menjadi lebih baik terhadap seluruh citra dari peneliti sebelumnya. Dengan menggunakan sigma = 7 dan kernel = 3 dilakukan uji terhadap semua data dari peneliti sebelumnya dan didapat hasil segmentasi yang baik untuk semua citra. Untuk masalah seperti di atas setelah dilakukan segmentasi ulang maka didapat hasil sebagai berikut:





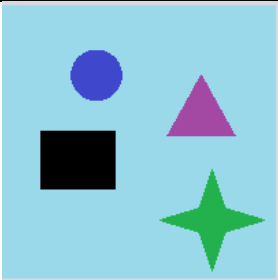
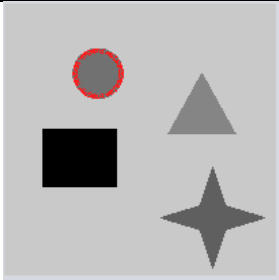
Tabel 4.4 Hasil pada citra yang mengalami masalah

| No | Citra Masukan   | Sigma | Kernel | Hasil Deteksi Tepi   | Hasil Segmentasi Hough  |
|----|---|-------|--------|--|---|
| 1  |   | 7     | 3      |   |   |
| 2  |  | 7     | 3      |  |  |

#### 4.3.2 Pengujian Hough Transform

Pada sub bab ini akan dilakukan pengujian untuk proses segmentasi Hough pada citra bebas dan pada citra mata yang ukurannya berbeda dari peneliti sebelumnya. Tujuan dari pengujian ini adalah membuktikan bahwa proses Hough Transform mampu untuk mencari objek lingkaran yang ada pada citra berdasarkan masukan berupa radius lingkaran yang dicari. Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.5 Pengujian Hough Transform

| Citra  | Hasil Segmentasi  |
|--|---|
|   |   |
| Keterangan : <i>Input</i> radius yang digunakan adalah 130                         |   |
|   |   |
| Keterangan : <i>Input</i> radius yang digunakan adalah 172                         |   |
|  |  |
| Keterangan : <i>Input</i> radius yang digunakan adalah 95                          |   |


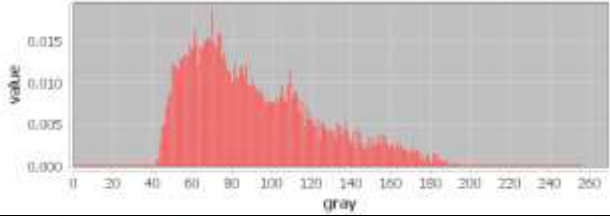

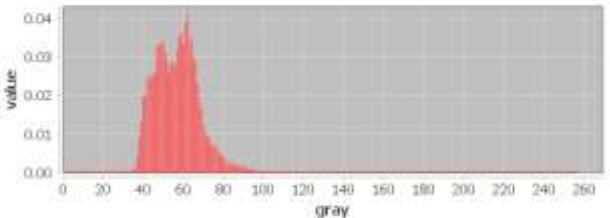

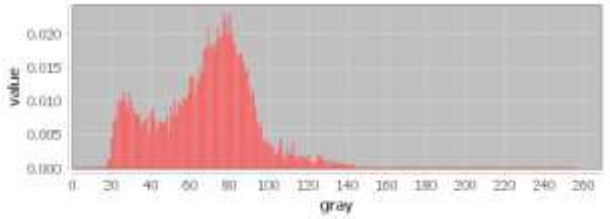

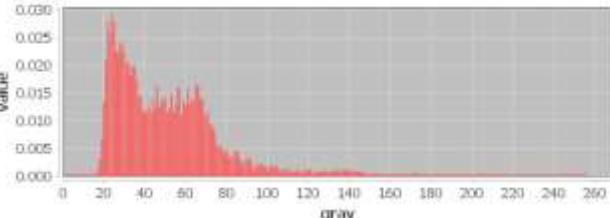

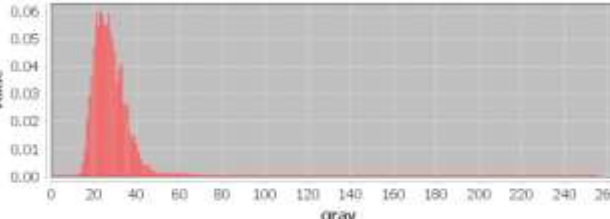

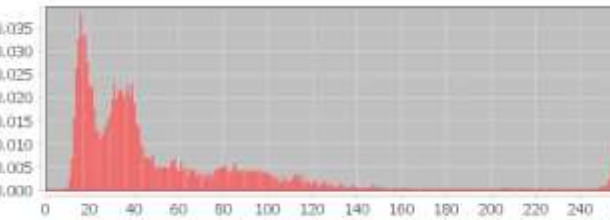
Berdasarkan pengujian tersebut maka dapat disimpulkan bahwa penerapan algoritma Hough Transform mampu untuk menemukan objek lingkaran baik pada citra mata atau pada citra geometri sederhana dengan *inputan* radius yang ditentukan. *Inputan* radius diperlukan karena citra mata yang menjadi masukan memiliki ukuran yang berbeda – beda sehingga radius iris mata berbeda – beda pula.


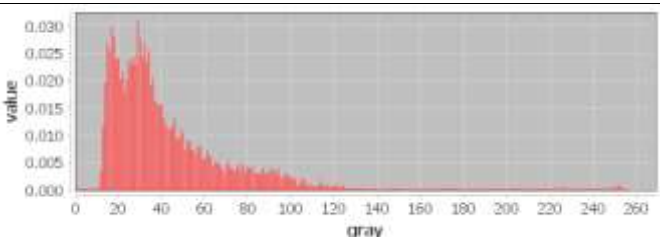

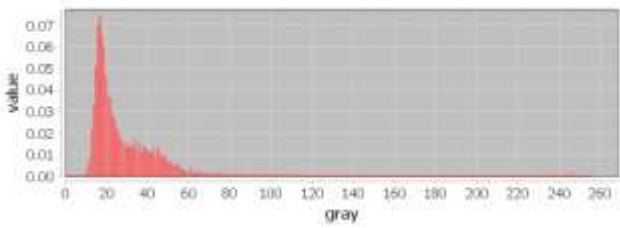

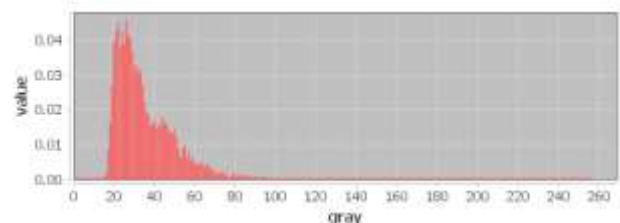

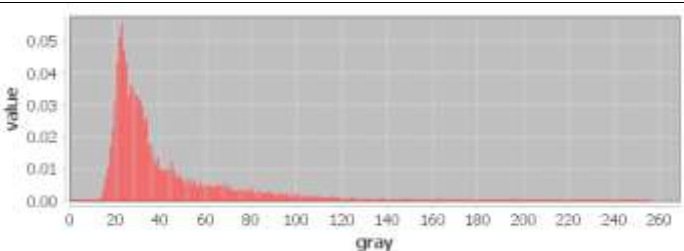
#### 4.3.3 Pengujian Untuk Menemukan *Threshold* batas Kolesterol

Pada sub bab ini akan dijelaskan bagaimana pengujian dilakukan untuk menemukan batas *Threshold* untuk citra iris mata yang menunjukkan kolesterol normal dan citra iris mata yang menunjukkan kolesterol tinggi. Langkah pertama yang dilakukan adalah membuat histogram dari semua citra baik yang


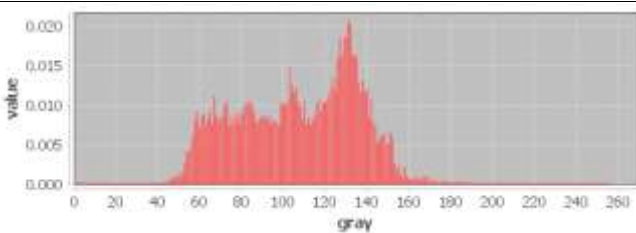

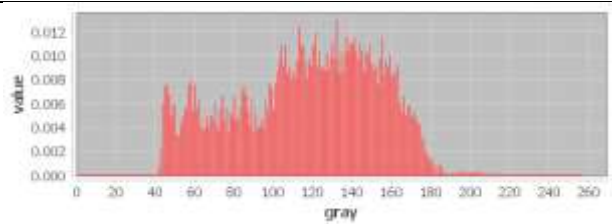
menunjukkan kolesterol normal atau kolesterol tinggi. Hasil histogram yang didapat adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6 Histogram Kolesterol Normal


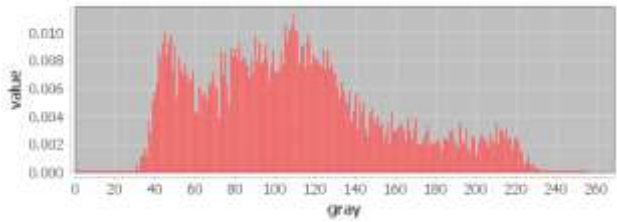

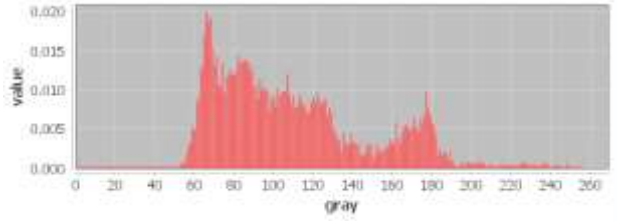

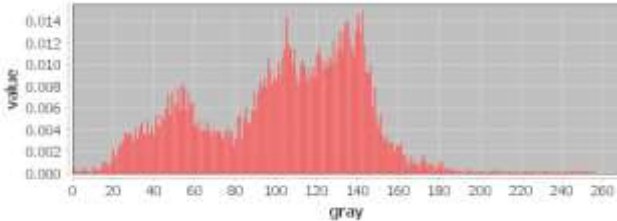

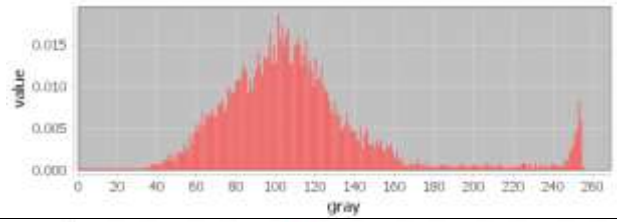

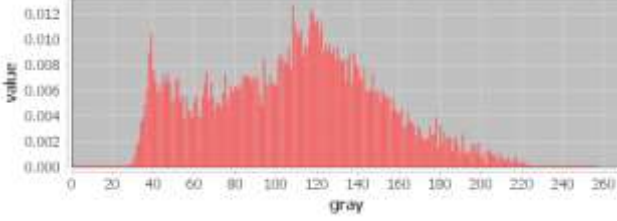

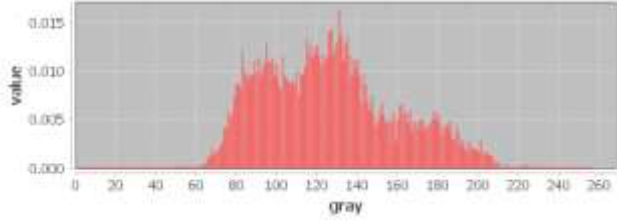

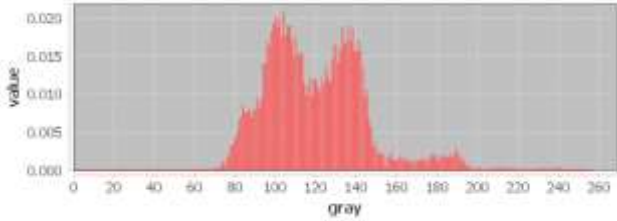
| No | Citra Mata  | Histogram  |
|----|---|--|
| 1  |    |    |
| 2  |    |    |
| 3  |   |   |
| 4  |  |  |
| 5  |  |  |
| 6  |  |  |

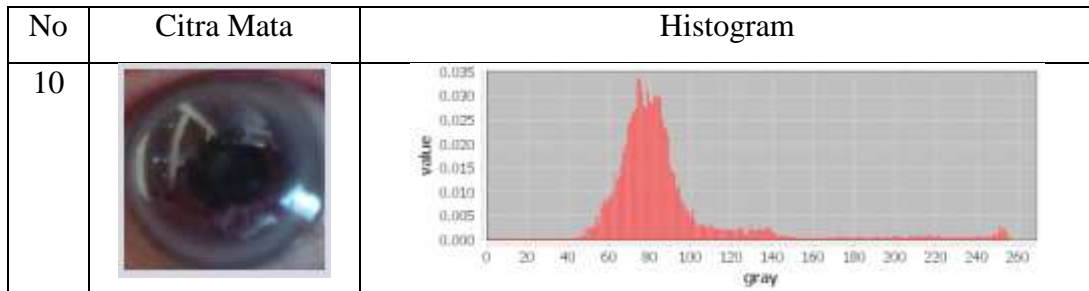
| No | Citra Mata   | Histogram   |
|----|--|---|
| 7  |   |   |
| 8  |   |   |
| 9  |   |   |
| 10 |  |  |

Tabel 4.7 Histogram Kolesterol Tinggi

| No | Citra Mata  | Histogram  |
|----|---|--|
| 1  |  |  |
| 2  |  |  |



| No | Citra Mata  | Histogram  |
|----|---|--|
| 3  |    |    |
| 4  |    |    |
| 5  |    |    |
| 6  |   |   |
| 7  |  |  |
| 8  |  |  |
| 9  |  |  |



Dari data histogram pada hasil di atas maka bisa ditarik kesimpulan batas *Threshold* yang akan dipakai untuk menentukan apakah citra mata termasuk kolesterol tinggi atau kolesterol normal. Untuk pengujian diambil batas *Threshold* antara 120 sampai 80 dan akan dihitung banyaknya pixel yang melebihi *Threshold* dan kurang dari *Threshold*. Apabila jumlah pixel lebih banyak yang melebihi *Threshold*, maka citra mata tersebut termasuk kolesterol tinggi dan apabila jumlah pixel yang kurang dari *Threshold* lebih banyak daripada yang melebihi *Threshold* maka citra mata tersebut termasuk kolesterol normal. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut. Pada kolom iris kolesterol normal dan tinggi akan menunjukkan keberhasilan pada *threshold* yang dipakai.

Tabel 4.8 Pengujian *Threshold*


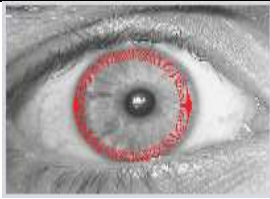




| Pengujian            | Iris Kolesterol Normal | Iris Kolesterol Tinggi | Keterangan                  |
|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|
| <i>Threshold</i> 120 | 100 %                  | 10%                    | Keberhasilan pengujian 55%  |
| <i>Threshold</i> 110 | 100 %                  | 50%                    | Keberhasilan pengujian 75%  |
| <i>Threshold</i> 100 | 100 %                  | 90%                    | Keberhasilan pengujian 95%  |
| <i>Threshold</i> 90  | 100 %                  | 90%                    | Keberhasilan pengujian 95%  |
| <i>Threshold</i> 80  | 100 %                  | 100%                   | Keberhasilan pengujian 100% |

Berdasarkan pengujian bata *Threshold* yang dilakukan maka ditarik kesimpulan bahwa batas *Threshold* yang akan digunakan adalah 80 karena batas tersebut berhasil untuk semua citra yang didapat dari peneliti sebelumnya.

#### 4.3.5 Pengujian Segmentasi Hough dan *Threshold* pada Iris bukan hitam

Pengujian ini dilakukan untuk melihat apakah proses segmentasi Hough mampu untuk mendapatkan bagian iris mata dari orang yang memiliki warna iris berbeda. Hasil dari pengujian ini adalah sebagai berikut

Tabel 4.9 Pengujian Pada Mata dengan Warna Lain




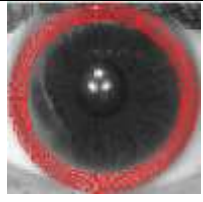
| Citra Mata  | Hasil Segmentasi  | Hasil Program     |
|---|---|-------------------|
|    |    | Kolesterol Tinggi |
|   |   | Kolesterol Tinggi |
|  |  | Kolesterol Tinggi |

Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa proses Hough Transform mampu untuk mensegmentasi bagian iris mata dengan baik, namun untuk pengujian kolesterol berdasarkan *threshold* harus dilakukan penelitian lebih lanjut dikarenakan batas *threshold* 80 hanya berlaku untuk iris mata hitam.

#### 4.3.5 Pengujian Segmentasi Hough dan Manual

Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan perbedaan antara segmentasi Hough dengan segmentasi manual pada 20 citra iris mata yang didapat dari peneliti sebelumnya. Segmentasi manual dilakukan dengan menganggap titik tengah dari citra sebagai titik pusat dari iris mata yang akan disegmentasi. Hasil segmentasi pada citra mata adalah sebagai berikut:

Tabel 4.10 Pengujian Segmentasi Manual dan Hough Transform

| Citra Mata  | Citra Hasil Segmentasi  | Keterangan                     |
|---|---|--------------------------------|
|  |  | Titik tengah ditentukan manual |
|  |  | Algoritma Hough Transform      |

Dapat dilihat bahwa penggunaan Algoritma Hough Transform dan penentuan titik tengah secara manual tidak memberikan perbedaan pada hasil segmentasi. Pengujian berlanjut dengan pengujian batas *threshold*. Batas *threshold* yang digunakan adalah 80, angka 1 menunjukkan kolesterol tinggi sedangkan angka 0 menunjukkan kolesterol normal. Dari pengujian ini didapat hasil sebagai berikut:


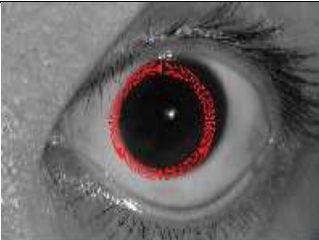


Tabel 4.11 Hasil Pengujian antara segmentasi Hough dan Segmentasi Manual

| NO | Citra Mata   | Hasil Hough | Hasil Manual | Keterangan   |
|----|--------------|-------------|--------------|--|
| 1  | normal1.jpg  | 0           | 0            | Dengan data dari peneliti sebelumnya didapat kesimpulan bahwa penggunaan algoritma hough dan segmentasi manual menghasilkan kesimpulan yang sama |
| 2  | normal2.jpg  | 0           | 0            |  |
| 3  | normal3.jpg  | 0           | 0            |  |
| 4  | normal4.jpg  | 0           | 0            |  |
| 5  | normal5.jpg  | 0           | 0            |  |
| 6  | normal6.jpg  | 0           | 0            |  |
| 7  | normal7.jpg  | 0           | 0            |  |
| 8  | normal8.jpg  | 0           | 0            |  |
| 9  | normal9.jpg  | 0           | 0            |  |
| 10 | normal10.jpg | 0           | 0            |  |
| 11 | tinggi1.jpg  | 1           | 1            |  |
| 12 | tinggi2.jpg  | 1           | 1            |  |
| 13 | tinggi3.jpg  | 1           | 1            |  |
| 14 | tinggi4.jpg  | 1           | 1            |  |
| 15 | tinggi5.jpg  | 1           | 1            |  |
| 16 | tinggi6.jpg  | 1           | 1            |  |
| 17 | tinggi7.jpg  | 1           | 1            |  |
| 18 | tinggi8.jpg  | 1           | 1            |  |
| 19 | tinggi9.jpg  | 1           | 1            |  |

| NO | Citra Mata   | Hasil Hough | Hasil Manual | Keterangan |
|----|--------------|-------------|--------------|------------|
| 20 | tinggi10.jpg | 1           | 1            |            |

Namun penggunaan segmentasi manual tidak bisa dilakukan apabila citra mata yang dimasukkan berbentuk persegi panjang seperti pada tabel 4.5. Hasil yang didapat apabila menentukan titik tengah sendiri pada citra adalah sebagai berikut:

Tabel 4.12 Pengujian Algoritma Hough Tranform pada citra persegi panjang



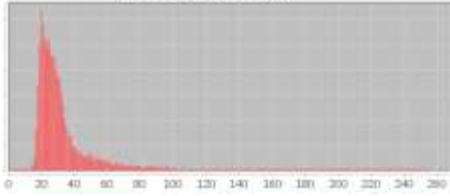

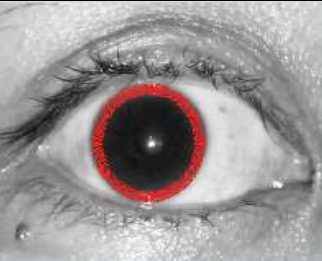
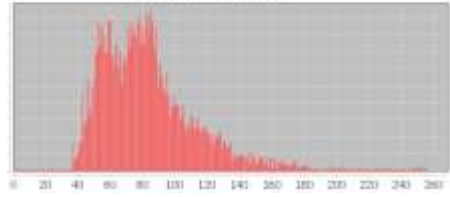


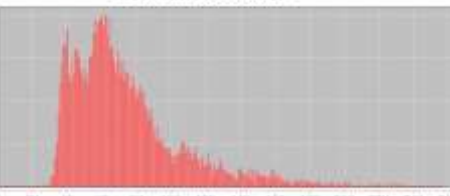
| Citra Mata   | Citra Hasil Segmentasi  | Keterangan                     |
|--|---|--------------------------------|
|   |   | Titik tengah ditentukan manual |
|  |  | Algoritma Hough Transform      |

Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa penentuan titik tengah secara manual tidak mampu untuk mensegmentasi bagian iris mata dengan benar. Maka dari itu diperlukan algoritma Hough Transform untuk melakukan segmentasi iris mata dengan tepat.



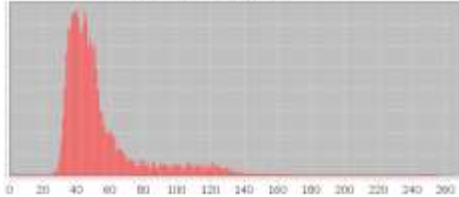


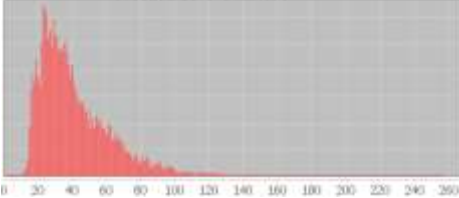


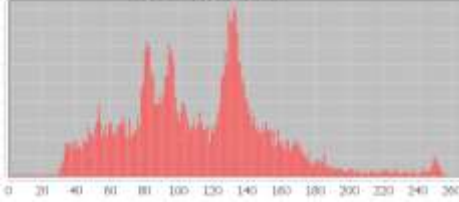
#### 4.3.6 Pengujian *Threshold* pada data



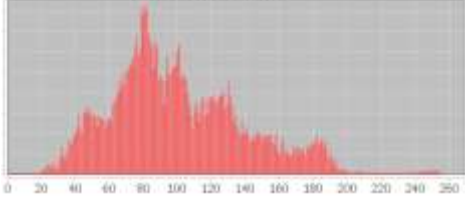


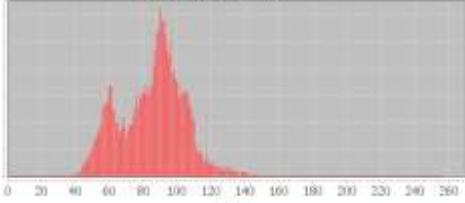
Pengujian *Threshold* digunakan data yang diambil oleh peneliti dengan menggunakan kamera digital. Dengan menggunakan *Threshold* 80 pengujian dilakukan pada citra mata yang diambil. Proses segmentasi yang dilakukan berhasil dilakukan pada semua citra yang didapat. Hasil pengujian yang didapat adalah sebagai berikut:

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Program pada Citra Mata

| No | Citra Uji  | Hasil Segmentasi  | Hasil Program   | Keterangan Medis  |
|----|--|---|---|---|
| 1  |   |   | <p><b>Kolesterol Normal</b></p>    | Jenis Kelamin : Perempuan<br>Usia : 32 tahun<br>Kolesterol : Normal   |
|    | Keterangan : Pengujian Tepat berdasarkan data medis                                |   |   |   |
| 2  |   |   | <p><b>Kolesterol Normal</b></p>    | Jenis Kelamin : Perempuan<br>Usia : 36 tahun<br>Kolesterol : Normal   |
|    | Keterangan : Pengujian Tepat berdasarkan data medis                                |   |   |   |
| 3  |  |  | <p><b>Kolesterol Normal</b></p>  | Jenis Kelamin : Laki - Laki<br>Usia : 36 tahun<br>Kolesterol : Normal |
|    | Keterangan : Pengujian Tepat berdasarkan data medis                                |   |   |   |



| No | Citra Uji  | Hasil Segmentasi  | Hasil Program  | Keterangan Medis  |
|----|--|---|--|---|
| 4  |   |   | <b>Kolesterol Normal</b><br>  | Jenis Kelamin : Laki - Laki<br>Usia : 21 tahun<br>Kolesterol : Normal |
|    | Keterangan : Pengujian Tepat berdasarkan data medis                                |   |  |   |
| 5  |   |   | <b>Kolesterol Normal</b><br>  | Jenis Kelamin : Laki - Laki<br>Usia : 21 tahun<br>Kolesterol : Normal |
|    | Keterangan : Pengujian Tepat berdasarkan data medis                                |   |  |   |
| 6  |  |  | <b>Kolesterol Tinggi</b><br> | Jenis Kelamin : Perempuan<br>Usia : 43 tahun<br>Kolesterol : Tinggi   |
|    | Keterangan : Pengujian Tepat berdasarkan data medis                                |   |  |   |

| No  | Citra Uji   | Hasil Segmentasi   | Hasil Program   | Keterangan Medis  |
|---|---|--|---|---|
| 7   |  |  | <p><b>Kolesterol Tinggi</b></p>  | Jenis Kelamin : Laki - Laki<br>Usia : 47 tahun<br>Kolesterol : Tinggi |
| Keterangan : Pengujian Tepat berdasarkan data medis |   |  |   |   |
| 8   |  |  | <p><b>Kolesterol Tinggi</b></p>  | Jenis Kelamin : Laki - Laki<br>Usia : 44 tahun<br>Kolesterol : Tinggi |
| Keterangan : Pengujian Tepat berdasarkan data medis |   |  |   |   |



## **BAB V**

### **PENUTUP**

Dalam bab ini terdapat kesimpulan serta saran yang didapatkan oleh penulis berdasarkan penelitiannya.

#### **5.1 Kesimpulan**

Untuk menjawab tujuan penelitian ini, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Nilai sigma dan kernel sangat mempengaruhi dalam Gaussian Filter dalam proses deteksi. Pada penelitian ini, nilai sigma dan kernel yang terbaik adalah  $\sigma = 7$  dan  $\text{kernel} = 3$ . Hal ini didasarkan pada pengujian 4.3.1.
2. Teknik segmentasi Hough Transform mampu untuk mensegmentasi bagian iris mata dengan baik meskipun bentuk iris mata tidak sepenuhnya berbentuk lingkaran namun hal tersebut dapat ditoleransi oleh algoritma Hough Transform. Hal ini didasarkan pada pengujian 4.3.2.
3. Analisis Histogram mampu untuk mengenali kolesterol pada iris mata melalui warna pada citra namun tidak mampu untuk menarik kesimpulan kolesterol pada warna iris mata yang berbeda karena warna iris mata memiliki batas threshold yang berbeda untuk setiap warna iris mata. Dalam penelitian ini digunakan warna iris mata hitam dan threshold yang digunakan adalah 80. Hal ini didasarkan pada pengujian 4.3.5 dan 4.3.6.

#### **5.2 Saran**

Setelah melihat kesimpulan di atas, saran yang dapat diberikan oleh penulis untuk adalah algoritma Hough Transform dalam mendeteksi iris mata memiliki kelemahan yaitu dibutuhkan masukan berupa radius untuk menemukan lingkaran pada citra yang cukup besar maka dari itu diharapkan pada penelitian berikutnya dapat ditemukan metode lain yang dapat mengatasi kelemahan tersebut sehingga proses deteksi iris dapat dilakukan tanpa memasukkan radius iris.

Untuk citra masukan sebaiknya digunakan citra yang tidak memiliki banyak derau serta pengambilan dengan pencahayaan yang sama atau dapat digunakan citra iris mata dengan standar tertentu seperti pada UBIRIS dan untuk mendapatkan hasil yang lebih presisi, pengambilan iris mata dapat digunakan perangkat khusus untuk mengambil citra mata dengan baik. Untuk pendeteksian kolesterol pada iris mata dengan warna mata selain hitam diperlukan pengujian *threshold* yang berbeda sesuai dengan warna iris mata yang akan diuji atau bisa digunakan metode lain seperti *machine learning* untuk mendapatkan threshold yang tepat untuk berbagai warna iris mata.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. \_\_\_\_\_, "Pengertian Kolesterol Tinggi" <http://www.alodokter.com/kolesterol-tinggi> diakses pada 8 Mei 2015.
- [2]. Astawa, I Putu Putra, et al "Segmentasi Iris Mata Berbasis Transformasi Non-Separable Wavelet Dan Transformasi Randomized Hough" Jurnal dari its.ac.id 3
- [3]. Bhangdiya, Vikas (2014), "Cholesterol Presence Detection Using Iris Recognition", International Journal of Technology and Science, Issue. 2, Vol. 1, May 2014. 7
- [4]. Burger, Wilhelm and Mark J. Burge, *Digital Image Processing An Algorithmic Introduction Using Java*, Springer Science & Business Media, 19 Jan 2012 8
- [5]. Damar Rani, Handini Arga (2014), "Deteksi Iris Mata Untuk Menentukan Kelebihan Kolesterol Menggunakan Ekstraksi Ciri Moment Invariant Dengan K-Means Clustering", Prosiding SNATIF Ke-1 Tahun 2014, ISBN: 978-602-1180-04-4. 2
- [6]. Gonzales, Rafael C. and Richard E. Woods, *Digital Image Processing* 3rd edition. 4
- [7]. S. Bindu, et al (2014), "Object Detection from Complex Background Image Using Circular Hough Transform" ISSN : 2248-9622, Vol. 4, Issue 4(Version 1), April 2014. 5
- [8]. Saefurrohman, (2013), "Sistem Penentuan Kolesterol pada Manusia dengan Iridology menggunakan Deteksi Tepi", Jurnal Teknik Informasi Dinamik Volume 18, No.1 Januari 2013:30-40, ISSN: 0854-9524. 6
- [9]. Zech Jr, LA; Hoeg, JM (2008). "Correlating corneal arcus with atherosclerosis in familial hypercholesterolemia"

## LAMPIRAN

Berikut adalah hasil pengujian *threshold* yang dilakukan pada pengujian 4.3.3. Pada tujuan angka 1 menunjukkan kolesterol tinggi sedangkan angka 0 menunjukkan kolesterol normal.

Hasil Pengujian *Threshold* 120

| NO | Citra Mata   | Tujuan | Hasil Pengujian | Keterangan  |
|----|--------------|--------|-----------------|---|
| 1  | normal1.jpg  | 0      | 0               | Penggunaan <i>Threshold</i> 120 berhasil untuk semua mata normal namun hanya 1 mata kolesterol tinggi yang berhasil |
| 2  | normal2.jpg  | 0      | 0               |   |
| 3  | normal3.jpg  | 0      | 0               |   |
| 4  | normal4.jpg  | 0      | 0               |   |
| 5  | normal5.jpg  | 0      | 0               |   |
| 6  | normal6.jpg  | 0      | 0               |   |
| 7  | normal7.jpg  | 0      | 0               |   |
| 8  | normal8.jpg  | 0      | 0               |   |
| 9  | normal9.jpg  | 0      | 0               |   |
| 10 | normal10.jpg | 0      | 0               |   |
| 11 | tinggi1.jpg  | 1      | 0               |   |
| 12 | tinggi2.jpg  | 1      | 0               |   |
| 13 | tinggi3.jpg  | 1      | 0               |   |
| 14 | tinggi4.jpg  | 1      | 0               |   |
| 15 | tinggi5.jpg  | 1      | 0               |   |
| 16 | tinggi6.jpg  | 1      | 0               |   |
| 17 | tinggi7.jpg  | 1      | 0               |   |
| 18 | tinggi8.jpg  | 1      | 1               |   |
| 19 | tinggi9.jpg  | 1      | 0               |   |
| 20 | tinggi10.jpg | 1      | 0               |   |

Hasil Pengujian *Threshold* 110

| NO | Citra Mata  | Tujuan | Hasil Pengujian | Keterangan   |
|----|-------------|--------|-----------------|--|
| 1  | normal1.jpg | 0      | 0               | Penggunaan <i>Threshold</i> 110 berhasil untuk semua mata normal dan 5 |
| 2  | normal2.jpg | 0      | 0               |  |
| 3  | normal3.jpg | 0      | 0               |  |
| 4  | normal4.jpg | 0      | 0               |  |
| 5  | normal5.jpg | 0      | 0               |  |
| 6  | normal6.jpg | 0      | 0               |  |
| 7  | normal7.jpg | 0      | 0               |  |
| 8  | normal8.jpg | 0      | 0               |  |

| NO | Citra Mata   | Tujuan | Hasil Pengujian | Keterangan             |
|----|--------------|--------|-----------------|------------------------|
| 9  | normal9.jpg  | 0      | 0               | mata kolesterol tinggi |
| 10 | normal10.jpg | 0      | 0               |                        |
| 11 | tinggi1.jpg  | 1      | 1               |                        |
| 12 | tinggi2.jpg  | 1      | 1               |                        |
| 13 | tinggi3.jpg  | 1      | 0               |                        |
| 14 | tinggi4.jpg  | 1      | 0               |                        |
| 15 | tinggi5.jpg  | 1      | 0               |                        |
| 16 | tinggi6.jpg  | 1      | 0               |                        |
| 17 | tinggi7.jpg  | 1      | 1               |                        |
| 18 | tinggi8.jpg  | 1      | 1               |                        |
| 19 | tinggi9.jpg  | 1      | 1               |                        |
| 20 | tinggi10.jpg | 1      | 0               |                        |

Hasil Pengujian *Threshold* 100

| NO | Citra Mata   | Tujuan | Hasil Pengujian | Keterangan  |
|----|--------------|--------|-----------------|---|
| 1  | normal1.jpg  | 0      | 0               | Penggunaan <i>Threshold</i> 100 berhasil untuk semua mata normal dan 9 mata kolesterol tinggi |
| 2  | normal2.jpg  | 0      | 0               |   |
| 3  | normal3.jpg  | 0      | 0               |   |
| 4  | normal4.jpg  | 0      | 0               |   |
| 5  | normal5.jpg  | 0      | 0               |   |
| 6  | normal6.jpg  | 0      | 0               |   |
| 7  | normal7.jpg  | 0      | 0               |   |
| 8  | normal8.jpg  | 0      | 0               |   |
| 9  | normal9.jpg  | 0      | 0               |   |
| 10 | normal10.jpg | 0      | 0               |   |
| 11 | tinggi1.jpg  | 1      | 1               |   |
| 12 | tinggi2.jpg  | 1      | 1               |   |
| 13 | tinggi3.jpg  | 1      | 1               |   |
| 14 | tinggi4.jpg  | 1      | 1               |   |
| 15 | tinggi5.jpg  | 1      | 1               |   |
| 16 | tinggi6.jpg  | 1      | 1               |   |
| 17 | tinggi7.jpg  | 1      | 1               |   |
| 18 | tinggi8.jpg  | 1      | 1               |   |
| 19 | tinggi9.jpg  | 1      | 1               |   |
| 20 | tinggi10.jpg | 1      | 0               |   |

Hasil Pengujian *Threshold* 90

| NO | Citra Mata  | Tujuan | Hasil Pengujian | Keterangan |
|----|-------------|--------|-----------------|------------|
| 1  | normal1.jpg | 0      | 0               |            |
| 2  | normal2.jpg | 0      | 0               |            |
| 3  | normal3.jpg | 0      | 0               |            |
| 4  | normal4.jpg | 0      | 0               |            |
| 5  | normal5.jpg | 0      | 0               |            |

| NO | Citra Mata   | Tujuan | Hasil Pengujian | Keterangan   |
|----|--------------|--------|-----------------|--|
| 6  | normal6.jpg  | 0      | 0               | Penggunaan <i>Threshold</i> 90 berhasil untuk semua mata normal dan 9 mata kolesterol tinggi |
| 7  | normal7.jpg  | 0      | 0               |  |
| 8  | normal8.jpg  | 0      | 0               |  |
| 9  | normal9.jpg  | 0      | 0               |  |
| 10 | normal10.jpg | 0      | 0               |  |
| 11 | tinggi1.jpg  | 1      | 1               |  |
| 12 | tinggi2.jpg  | 1      | 1               |  |
| 13 | tinggi3.jpg  | 1      | 1               |  |
| 14 | tinggi4.jpg  | 1      | 1               |  |
| 15 | tinggi5.jpg  | 1      | 1               |  |
| 16 | tinggi6.jpg  | 1      | 1               |  |
| 17 | tinggi7.jpg  | 1      | 1               |  |
| 18 | tinggi8.jpg  | 1      | 1               |  |
| 19 | tinggi9.jpg  | 1      | 1               |  |
| 20 | tinggi10.jpg | 1      | 0               |  |

#### Hasil Pengujian *Threshold* 80

| NO | Citra Mata   | Tujuan | Hasil Pengujian | Keterangan  |
|----|--------------|--------|-----------------|---|
| 1  | normal1.jpg  | 0      | 0               | Dengan data dari peneliti sebelumnya didapat kesimpulan bahwa dengan <i>Threshold</i> 80 pengujian berhasil untuk semua citra |
| 2  | normal2.jpg  | 0      | 0               |   |
| 3  | normal3.jpg  | 0      | 0               |   |
| 4  | normal4.jpg  | 0      | 0               |   |
| 5  | normal5.jpg  | 0      | 0               |   |
| 6  | normal6.jpg  | 0      | 0               |   |
| 7  | normal7.jpg  | 0      | 0               |   |
| 8  | normal8.jpg  | 0      | 0               |   |
| 9  | normal9.jpg  | 0      | 0               |   |
| 10 | normal10.jpg | 0      | 0               |   |
| 11 | tinggi1.jpg  | 1      | 1               |   |
| 12 | tinggi2.jpg  | 1      | 1               |   |
| 13 | tinggi3.jpg  | 1      | 1               |   |
| 14 | tinggi4.jpg  | 1      | 1               |   |
| 15 | tinggi5.jpg  | 1      | 1               |   |
| 16 | tinggi6.jpg  | 1      | 1               |   |
| 17 | tinggi7.jpg  | 1      | 1               |   |
| 18 | tinggi8.jpg  | 1      | 1               |   |
| 19 | tinggi9.jpg  | 1      | 1               |   |
| 20 | tinggi10.jpg | 1      | 1               |   |