

Deteksi Katarak Menggunakan Metode Transformasi Hough Berbasis Android
Cataract Detection Using Hough Transform Method Based on Android

Rizkia Dwi Auliannisa^[1], Fiky Yosef Suratman S.T., M.T^[2], Achmad Rizal ST., MT.^[3]

^{[1], [2], [3]} Telkom University, Jl. Telekomunikasi No 1, Dayeuhkolot, Bandung, 40257

^[1]rizka.rda0714@gmail.com, ^[2]achmadrizal@telekomuniversity.ac.id, ^[3]fysuratman@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Seiring usia, fleksibilitas mata mengalami penurunan, begitupula dengan ketebalan dan kejernihan mata. Lensa terdiri dari air dan serat protein. Dengan bertambahnya usia, komposisi mata mengalami perubahan dan struktur serat protein mengalami penurunan. Beberapa serat protein akan menggumpal dan menyebabkan noda pada lensa mata. Banyak kasus mata katarak berkembang secara lambat dan tidak mengganggu pandangan mata Anda pada awalnya. Katarak biasanya tumbuh secara perlahan dan tidak menyebabkan rasa sakit. Pada tahap awal kondisi ini hanya akan mempengaruhi sebagian kecil bagian dari lensa mata anda dan mungkin saja tidak akan mempengaruhi pandangan. Saat katarak tumbuh lebih besar maka noda putih akan mulai menutupi lensa mata dan mengganggu masuknya cahaya ke mata. Awalnya cahaya yang terang dan kacamata dapat membantu penglihatan. Ketika hal ini sangat mengganggu aktivitas keseharian, maka operasi merupakan prosedur yang dibutuhkan. Pada tugas akhir ini akan menggunakan metode Transformasi Hough. Metode tersebut akan mengekstrasi ciri pada citra untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dalam pengujian. Kemudian menggunakan *K-Nearest Neighbor* sebagai pengklasifikasi citra dengan parameter uji titik pusat dan skala keabuan. Akurasi yang dihasilkan adalah sebesar 85,18%. Hal ini menunjukkan bahwa transformasi hough dapat membantu proses segmentasi citra untuk pendeteksian mata katarak.

Kata kunci : *Hough Transform, k-nearest neighbor, catarct, circle detection.*

1. Pendahuluan

Seiring usia, fleksibilitas mata mengalami penurunan, begitupula dengan ketebalan dan kejernihan mata. Lensa terdiri dari air dan serat protein. Dengan bertambahnya usia, komposisi mata mengalami perubahan dan struktur serat protein mengalami penurunan. Beberapa serat protein akan menggumpal dan menyebabkan noda pada lensa mata. Banyak kasus mata katarak berkembang secara lambat dan tidak mengganggu pandangan mata pada awalnya. Katarak biasanya tumbuh secara perlahan dan tidak menyebabkan rasa sakit. Pada tahap awal kondisi ini hanya akan mempengaruhi sebagian kecil bagian dari lensa mata anda dan mungkin saja tidak akan mempengaruhi pandangan. Saat katarak tumbuh lebih besar maka noda putih akan mulai menutupi lensa mata dan mengganggu masuknya cahaya ke mata. Awalnya cahaya yang terang dan kacamata dapat membantu penglihatan. Ketika hal ini sangat mengganggu aktivitas keseharian, maka operasi merupakan prosedur yang dibutuhkan.

Tugas akhir ini merupakan pengembangan lebih lanjut dari tugas akhir sebelumnya yang dibuat oleh Santi Pramesthi[1] dimana dalam tugas akhir tersebut pengolahan citra menggunakan perbandingan piksel citra dan pengklasifikasian dengan metode *K-Nearest Neighbor*.

Pada tugas akhir ini akan dirancang sebuah aplikasi android yang dapat mendeteksi penyakit katarak dengan Transformasi Hough sebagai metode ekstrasi ciri citra pada bagian yang dikehendaki atau menggunakan metode *Region of Interest* (ROI) yang biasa digunakan pada pengolahan citra medis. Karena Transformasi Hough merupakan algoritma pada *Computer Vision* yang digunakan untuk mencari bentuk geometrik seperti garis dan lingkaran. Operator ini dapat menentukan lingkaran dalam dan luar pada lensa mata. Kemudian dilakukan pengklasifikasian citra menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) dengan parameter penempunan titik pusat lingkaran dan perbandingan jumlah pixel citra keabuan pada lingkaran yang didapat.

2. Landasan Teori

Berikut akan dijelaskan mengenai teknik – teknik yang digunakan dalam skema autentikasi berdasarkan fitur statistik *second-order*.

2.1. Penyakit Katarak

Sel Katarak adalah kondisi lensa mata yang terdapat bercak putih seperti awan. Kondisi ini membuat pandangan mata terganggu. Katarak dapat mempengaruhi jarak pandang mata dan mata silau. Katarak umumnya tidak menyebabkan iritasi atau rasa nyeri. Seorang penderita katarak akan melihat benda secara kabur seperti tertutup kabut.

Lensa mata adalah suatu badan bening yang mempunyai ketebalan sekitar 5 mm, berdiameter 9 mm dan berisi 65% air, 35% protein, dan mineral penting. Lensa terdiri dari tiga lapisan, yaitu kapsul pada bagian luar, korteks, dan nucleus pada bagian dalam. Fungsi utama lensa adalah untuk membiasakan cahaya sehingga cahaya tersebut tepat jatuh pada retina.

Katarak biasanya tumbuh secara perlahan dan tidak menyebabkan rasa sakit. Pada tahap awal kondisi ini hanya akan mempengaruhi sebagian kecil dari bagian lensa mata dan belum akan mempengaruhi penglihatan. Saat katarak tumbuh lebih besar maka noda putih akan mulai menutupi lensa mata dan mengganggu masuknya cahaya ke mata. Pada akhirnya pandangan mata akan kabur dan mengalami distorsi.

2.2. Citra Digital

Citra digital adalah gambar dua dimensi yang dapat ditampilkan pada layar monitor komputer sebagai himpunan berhingga (diskrit) nilai digital yang disebut piksel (picture elements). Citra digital (diskrit) dihasilkan dari citra analog (kontinu) melalui digitalisasi. Digitalisasi citra analog terdiri atas *sampling* dan *quantization*. *Sampling* adalah pembagian citra ke dalam elemen-elemen diskrit (piksel).

Piksel adalah elemen citra yang memiliki nilai yang menunjukkan intensitas warna. Setiap piksel digambarkan sebagai satu kotak kecil dan mempunyai koordinat posisi. Sistem koordinat citra berukuran $M \times N$ (M baris dan N kolom), mempunyai koordinat spasial berupa (x, y) , dan amplitudo f pada titiknya yang merupakan intensitas atau tingkat keabuan dari citra pada titik tersebut.

Apabila nilai x , y , dan amplitudo f secara keseluruhan berhingga (finite) dan bernilai diskrit maka dapat dimaksudkan bahwa citra tersebut adalah citra digital. Citra digital dapat ditulis dalam bentuk matriks sebagai berikut:

$$f(x,y) \approx \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,M-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,M-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ f(N-1,0) & f(N-1,1) & \dots & f(N-1,M-1) \end{bmatrix}$$

Gambar 2.1 Koordinat Citra Digital

Format citra digital yang banyak dipakai adalah Citra Biner (monokrom), Citra Skala Keabuan (gray scale), Citra Warna (true color), dan Citra Warna Berindeks.

2.3. Pengolahan Citra

Pengolahan citra adalah sebuah proses pengolahan yang inputnya adalah citra. Outputnya dapat berupa citra atau sekumpulan karakteristik atau parameter yang berhubungan dengan citra. Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan computer.

2.4. Segmentasi Citra

Proses segmentasi pada citra digital adalah proses pembagian wilayah menjadi daerah yang tidak saling melingkupi dan citra yang diperoleh kemudian akan terdiri atas bagian objek dan bagian latar belakang. Tujuan utama dari segmentasi wilayah adalah untuk menggabungkan bagian citra untuk memperoleh bagian yang berarti (bagian yang sedang dalam perhatian utama).

Segmentasi dilakukan berdasarkan dengan pendekatan wilayah dan pemetaan warna. Pendekatan wilayah adalah mengidentifikasi beberapa wilayah dalam suatu citra yang memiliki kesamaan corak, kemudian citra dibagi dalam wilayah-wilayah kecil yang nilai arusnya seragam. Dalam memetakan warna dari citra masukan akan dikelompokkan sesuai dengan kesamaan-kesamaan warna yang dimiliki. Sehingga tahap-tahap yang akan digunakan mempunyai kesamaan dengan metode klusterisasi.

Deteksi tepi dilakukan untuk meningkatkan penampakan garis pada citra tepi. Terdapat beberapa macam metode untuk mendeteksi tepi. Pada perancangan ini digunakan metode Canny untuk mendeteksi tepi.

2.5 Transformasi Hough

Hough Transform adalah teknik transformasi citra yang dapat digunakan untuk mengisolasi atau dengan kata lain memperoleh fitur dari sebuah citra. Karena tujuan dari sebuah transformasi adalah mendapatkan suatu fitur yang lebih spesifik, *Classical Hough Transform* merupakan teknik yang paling umum digunakan untuk mendeteksi objek yang berbentuk kurva seperti garis, lingkaran, elips dan parabola. Keuntungan utama dari Transformasi Hough adalah dapat mendeteksi sebuah tepian dengan celah pada batas fitur dan secara relatif tidak dipengaruhi oleh derau atau *noise*.

Fungsi lingkaran pada Transformasi Hough, jika objek yang dicari berupa lingkaran, maka digunakan transformasi lingkaran Hough. Prosedur yang digunakan dalam mendeteksi lingkaran adalah sama dengan transformasi Hough pada objek garis, tapi dikerjakan pada ruang dimensi yang lebih kompleks, yaitu dalam parameter ruang 3D (X_0, Y_0, R) . Di mana X_0 dan Y_0 merupakan koordinat pusat lingkaran dan r adalah jari-jari lingkaran seperti persamaan berikut:

$$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 = r^2 \quad (2.1)$$

2.6 Thresholding

Thresholding adalah proses mengubah citra berderajat keabuan menjadi citra biner atau hitam putih sehingga dapat diketahui daerah mana yang termasuk obyek dan *background* dari citra secara jelas. Citra hasil *thresholding* biasanya digunakan lebih lanjut untuk proses pengenalan obyek serta ekstraksi fitur. Pada citra berwarna tiap pixelnya digambarkan dengan tiga nilai dari elemen RGB. Dengan menggunakan *Image Histogram* untuk menggambarkan nilai dari tiap warna (RGB) dan *threshold* poin akan ditemukan.

Balanced Histogram Threshold (BHT)[5-7] merupakan metode yang sederhana untuk digunakan untuk *automatic image thresholding* berbasis *histogram*. Pendekatannya dilakukan dengan mengansumsikan citra uji terbagi menjadi 2 *main classes*, *background* dan *foreground*. Hal tersebut bertujuan untuk mencari *thresholding* level yang paling baik yang membagi histogram menjadi 2 kelas. Metode ini mengukur 'beban' pada histogram, memeriksa sisi manakah yang lebih berat, dan menyingkirkan berat dari sisi yang lebih berat tersebut hingga menjadi lebih ringan dan terus diulangi hingga tepi dari '*weighing scale*' bertemu.

2.7 K-Nearest Neighbor

K-Nearest Neighbor (KNN) adalah sebuah metode yang bertujuan untuk mengklasifikasikan objek baru berdasarkan *training sample* atau data latih yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Dengan diberikan titik *query*, akan ditemukan sejumlah *K* objek atau titik latih yang paling dekat dengan titik *query*. Klasifikasi menggunakan *voting* terbanyak diantara klasifikasi dari *K* objek. Data latih diproyeksikan ke ruang berdimensi banyak, dimana masing-masing dimensi mempresentasikan fitur dari data. Ruang ini dibagi menjadi bagian-bagian berdasarkan klasifikasi data latih. Dekat atau jauhnya tetangga biasanya dihitung berdasarkan *Eclidean Distance* yang direpresentasikan sebagai berikut:

$$D(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (2.2)$$

dengan matriks $D(x,y)$ adalah jarak skalar dari kedua vektor x dan y dari matriks dengan ukuran n dimensi. Dimensi D adalah jarak titik pada data latih x dan titik pada data uji y yang akan diklasifikasi. Sedangkan x_i dan y_i adalah besaran scalar untuk dimensi ke- i dalam ruang vektor n dimensi.

Contoh perhitungan vektor matriks dapat dilihat sebagai berikut,

$$x = \begin{bmatrix} x1 & x3 \\ x2 & x4 \end{bmatrix} \quad y = \begin{bmatrix} y1 & y3 \\ y2 & y4 \end{bmatrix}$$

$$D(x,y) = \sqrt{(x1 - y1)^2 + (x2 - y2)^2 + (x3 - y3)^2 + (x4 - y4)^2} \quad (2.3)$$

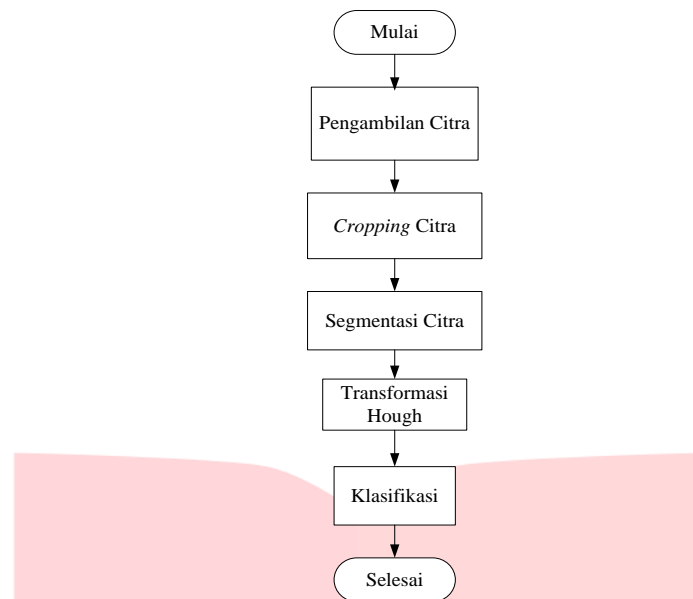
Pada fase uji, algoritma ini hanya melakukan penyimpanan vektor-vektor fitur dan klasifikasi data latih. pada fase klasifikasi, fitur-fitur yang sama dihitung untuk *testing data* (yang klasifikasinya diketahui). Jarak dari vektor baru terhadap seluruh vektor data latih dihitung dan sejumlah K buah tetangga yang paling dekat diambil. Titik yang baru diprediksikan termasuk pada klasifikasi terbanyak dari titik-titik tersebut[2].

2.8 Android

Android adalah sebuah sistem operasi untuk perangkat mobile berbasis linux yang mencakup sistem operasi, middleware dan aplikasi. Android menyediakan platform terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi baru. Awalnya, Android Inc. yang merupakan pendatang baru dalam pembuatan piranti lunak untuk ponsel atau smartphone dibeli oleh Google Inc. Kemudian dibentuk Open Handset Alliance yang merupakan konsorsium dari 34 perusahaan peranti keras, peranti lunak, dan telekomunikasi untuk mengembangkan android.

3. Perancangan Sistem

Pada tugas akhir ini akan dirancangan dan diimplementasikan sebuah sistem untuk mendeteksi mata katarak. Sistem ini dibuat menjadi sebuah aplikasi berbasis sistem android dengan piranti *smartphone* sebagai *interface* bagi pengguna (*user*). Selanjutnya dimulai pembuatan aplikasi yang dapat mendeteksi penyakit katarak secara *realtime* dan *non-realtime* yang dirancang menggunakan pengolahan citra Transformasi Hough Proses perancangan sistem ini penulis menggunakan Android Studio dengan menggunakan Bahasa pemrograman *java*. Perancangan program ini menggunakan Transformasi Hough sebagai metode untuk melakukan proses deteksi lingkaran iris pada mata yang akan diolah selanjutnya dengan parameter-parameter yang telah ditentukan dan kemudian dilakukan pengklasifikasian menggunakan KNN dan data latih. Proses secara umum tersebut dapat digambarkan dalam diagram alir berikut:



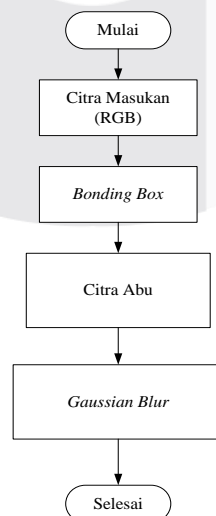
Gamabar 3.1 Diagram Alir Keseluruhan

3.1. Pengambilan Citra

Pada perancangan sistem ini, pengambilan citra uji dilakukan secara *realtime* dan *non-realtime*. Pengambilan citra secara *realtime* dilakukan dengan mengambil citra langsung dari perangkat *mobile* melalui fitur kamera, sedangkan citra uji secara *non-realtime* dilakukan dengan mengambil citra dari media penyimpanan foto atau galeri yang terdapat pada perangkat *mobile* tersebut. Adapaun citra yang tersedia untuk pengambilan data uji secara *non-realtime* didapatkan dengan menggunakan kamera digital yang dilengkapi dengan fasilitas lampu *flash*. Sebelum proses pengambilan citra dilakukan, objek ditempatkan di ruangan yang mempunyai sumber cahaya yang sedikit serta diatur membelakangi sumber cahaya. Hal ini dilakukan untuk meperkecil kemungkinan adanya sumber cahaya selain dari lampu *flash* yang tertangkap mata. Kemudian pada proses pengambilan citra, digunakan filter pada lampu *flash* berupa kain berwarna hitam yang bertujuan untuk meredam intensitas lampu *flash* sehingga tidak membaayakan kesehatan mata objek.

3.2. Segmentasi Citra

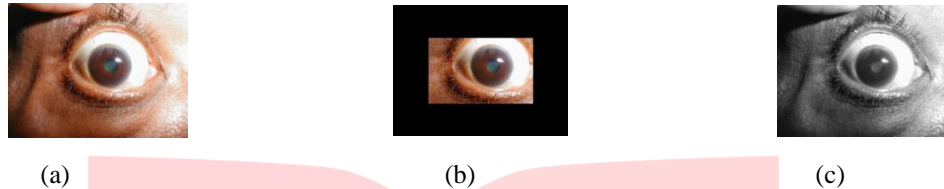
Segmentasi iris mengacu pada proses dari pendeteksian pupil dan bagian striktur margin pada persimpangan kornea dan *sclera* pada mata. Proses ini membantu dalam proses ekstrasi fitur dari tekstur diskriminatif pada iris sekaligus mengabaikan wilayah sekitarnya. Secara umum dapat digambarkan dengan diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3.2 Diagram Alir proses Segmentasi Citra

3.2.1. Write Noise Image [3-4]

1. Pertama-tama, citra masukan yang didapat akan dipotong secara manual dengan bentuk persegi panjang apabila skala didapat terlalu jauh dari *region* mata. Hal ini ditujukan untuk memudahkan proses segmentasi citra untuk menentukan skala *Bonding Box*
2. Kemudian akan dilakukan pembuatan *bondingbox* yaitu *noise* pada bagian sekitar kelopak mata agar pendeteksian iris dapat lebih maksimal. Karena tidak terganggu oleh kemungkinan terdeteksinya lingkaran selain iris atau kemungkinan katarak pada mata oleh Transformasi Hough yang disebabkan oleh bagian kelopak dan bulu mata



Gambar 3.3 Citra Segmentasi; (a) hasil *cropping*, (b) hasil *bonding box*, (c) hasil *grayscale*

3.3. Ekstraksi Ciri

Ekstraksi ciri dimulai dengan mencari iris yang ada pada gambar masukan. Metode Transformasi Hough dapat digunakan untuk menentukan parameter dari lingkaran ketika sejumlah poin yang ditandai pada parameter dikinal. Dan ketika parameter tersebut dikenal maka membuat proses komputasi lebih cepat. Sebuah lingkaran dengan jari-jari r dan pusat (a,b) didefinisikan oleh persamaan parametrik

$$x = a + r \cos \theta$$

$$y = b + r \sin \theta$$

Ketika melewati sudut θ melalui rentang 360 derajat penuh, titik (x,y) menelusuri sekeliling lingkaran. Pada proses ini, untuk mendapatkan posisi jari-jari lingkaran yang lebih akurat maka r dapat dideteksi dengan mencari lokasi pusat pupil mata. Dalam transformasi Hough digunakan sebagai *Region of Interest (ROI)*. Karena hasil iris yang didapat merupakan bagian yang dipilih dari sampel dalam dataset diidentifikasi untuk tujuan tertentu.

3.5. Deteksi Batas Iris dengan Menggunakan Transformasi Hough

Pendeteksian dengan Transformasi Hough dilakukan dengan menggunakan citra *grayscale* yang kemudian dilanjutkan dengan menghapus *noise* pada citra mata dan membuat kehalusan batas melingkar kabur (*blur*) dari citra dengan *Gaussian Blur* untuk menghindari kesalahan pada pendeteksian lingkaran. Kemudian dilakukan pendeteksian tepi dengan *canny*. Selanjutnya pendeteksian iris dilakukan dengan penentuan minimum dan maksimal radius parameter Hough dengan nilai masing-masing 0 dan dengan penentuan secara manual *input* pada aplikasi.

3.6 Klasifikasi

Klasifikasi pada sistem ini dilakukan dengan menggunakan metode KNN[2]. Pada proses ini dilakukan pencarian jarak terdekat dengan mencari skala pixel keabuan dari lingkaran terdeteksi oleh Transformasi Hough untuk setiap data uji dengan data latih yang tersedia. Setelah didapatkan jarak antara data uji dan data latih dengan jarak terdekat sampai jarak terjauh. Pada sistem ini k yang digunakan adalah $k=5$. Penentuan kelas klasifikasi berdasarkan tipe yang paling banyak muncul dalam jarak terdekat sebesar 5 buah.

Dalam klasifikasi data uji sistem ini hanya menentukan pilihan sebagai mata katarak atau mata normal. Maka, data jarak yang terpilih dalam kurun $K=5$ akan dilakukan sistem *voting* dengan lebel terbanyak dalam kurun jarak tersebut.

D = 1556.487 untuk "true-24.jpg"

D = 1557.025 untuk "false-02.jpg"

D = 1699.406 untuk "true-04.jpg"

D = 1731.056 untuk "false-15.jpg"

D = 1781.418 untuk "true-32.jpg"

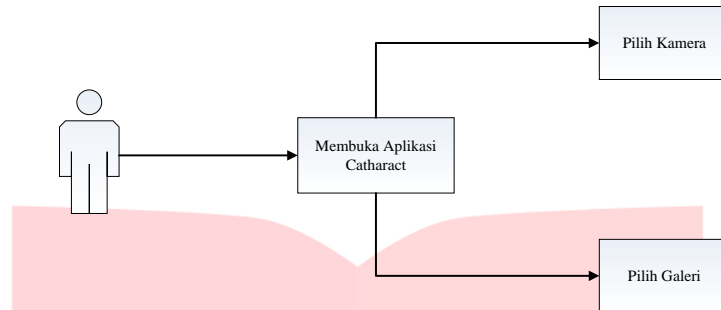
dengan sistem *vote* untuk 5 tetangga terdekat, maka dikatakan hasil ujinya adalah *TRUE* atau adalah mata katarak.

3.7 Perancangan Aplikasi

Pada perancangan aplikasi *Catharact* ini digunakan pemodelan perancangan berbasis objek UML (*Unified Model Language*). UML paa aplikasi ini terdiri dari *use case diagram* dan *activity diagram*. Berikut adalah beberapa diagram yang memvisualisasikan aplikasi ini.

3.7.1. Use Case Diagram

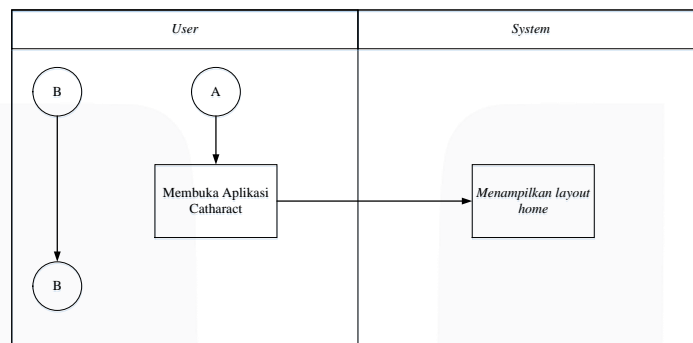
Use case diagram adalah suatu scenario interaksi antara pengguna (*user*) dengan aplikasi. *Use case diagram* aplikasi *Catharact* secara umum dapat dilihat pada gambar berikut ini



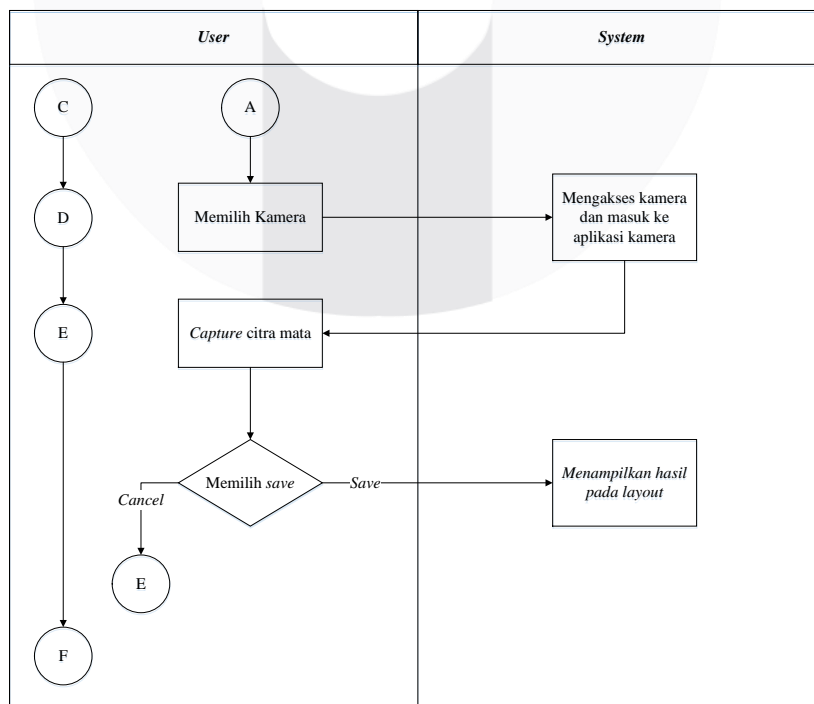
Gambar 3.4 Use Case Diagram

Ketika *user* membuka aplikasi *Catharact*, *user* memilih satu dari dua mode pemilihan citra yaitu melalui kamera atau melalui galeri.. citra yang telah dipilih siap untuk diproses.

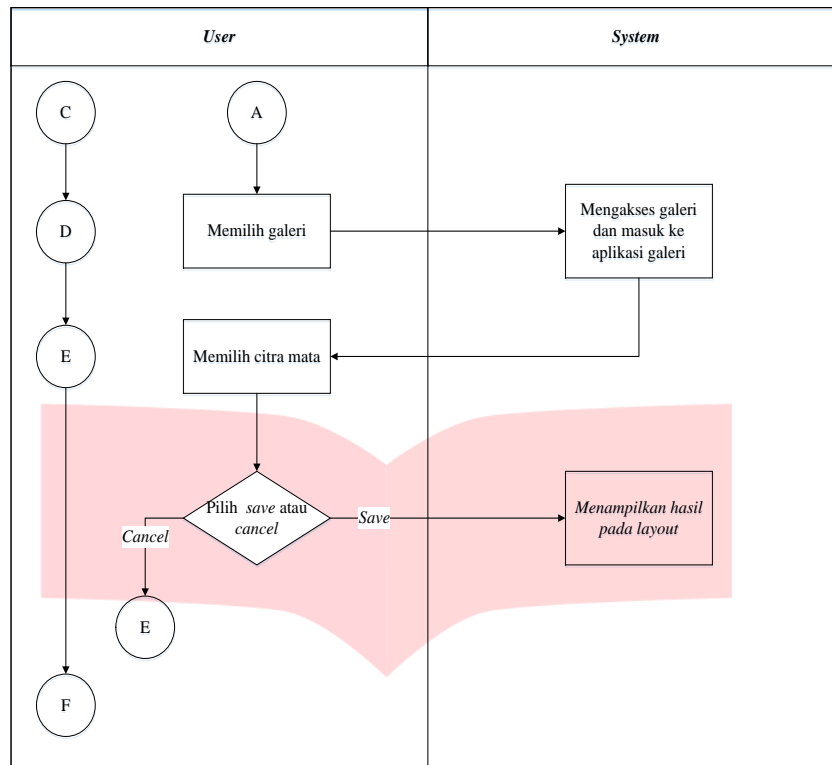
3.7.2. Activity Diagram



Gambar 3.5 Activity Diagram-1



Gambar 3.6 Activity Diagram-2



Gambar3.7 Activity Diagram-3

3.8. Parameter Performansi

Parameter untuk kerja atau performansi adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari sistem yang dirancang. Parameter performansi dapat diketahui dengan cara:

$$\frac{\text{jumlah data yang benar}}{\text{jumlah sampel uji}} \times 100\%$$

3.9. Waktu Komputasi

Waktu komputasi adalah waktu yang dibutuhkan sistem dalam melakukan proses komputasi. Semakin singkat waktu yang dibutuhkan maka sistem akan semakin baik. Waktu komputasi sistem didapatkan dari perhitungan *current time millis* pada sistem.

4. Pengujian dan Analisa Sistem

Pada bab ini akan membahas mengenai pengujian dan analisis yang telah dilakukan. Pengujian yang dilakukan adalah dengan menghitung performansi aplikasi berdasarkan beberapa parameter dan tingkat akurasi sistem yang dirancang. Pengujian sistem dilakukan dengan 8 cara yaitu secara *realtime* dan *non-realtime*. Citra masukan pada pengujian secara *realtime* adalah citra yang diambil dengan kamera *smartphone* Nexus 5 dengan resolusi *pixel*, sedangkan citra masukan pada pengujian *non-realtime* berupa citra yang telah tersedia pada media penyimpanan atau galeri foto pada *smartphone*. Citra yang digunakan memiliki format JPG.

2.1. Hasil Pengujian Transformasi Hough

Area Terdeteksi	Jumlah
Iris	16
Pupil	15
Citra Katarak	17
Daerah Luar Lensa	7

Tabel 4.1 Pendeteksian Transformasi Hough

Hasil Deteksi		Jumlah
Pupil	Normal	7
	Katarak	8
Iris	Normal	9
	Katarak	7
Citra Katarak		17
Gagal		7

Tabel 4.2 Spesifikasi Lingkaran Terdeteksi

Hasil pengujian untuk hipotesa parameter uji 2, penentuan katarak berdasarkan titik pusat yang ditemukan dari Transformasi Hough dengan klasifikasi tanpa KNN adalah sebagai berikut

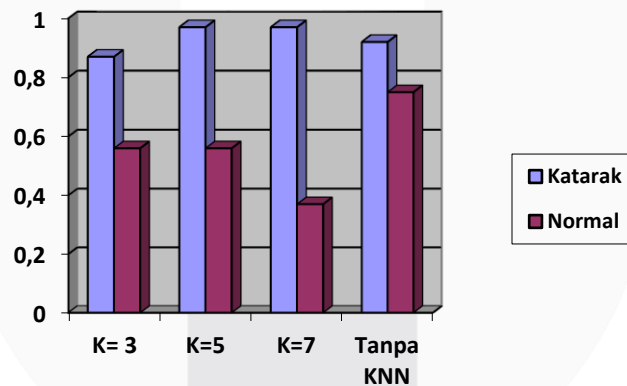
$$Akurasi = \frac{46}{54} \times 100\% = 85,185\% \quad (4.1)$$

Hasil pengujian parameter dengan menggunakan KNN yang ditentukan; k= 3, 5, dan 7 dapat dilihat pada **Tabel 4.4**

Jenis Analisis	K = 3			K = 5			K = 7		
	Jumlah Data Uji	Jumlah Benar	Akurasi	Jumlah Data Uji	Jumlah Benar	Akurasi	Jumlah Data Uji	Jumlah Benar	Akurasi
Normal	16	6	37,5%	16	6	37,5%	16	5	31,25%
Katarak	39	31	87%	39	36	92,3%	39	36	92,3%

Tabel 4.5 Hasil Klasifikasi Pengujian dengan KNN

Grafik yang merepresentasikan nilai akurasi sistem dalam mendeteksi penyakit katarak berdasarkan penggunaan K pada sistem klasifikasi dapat dilihat pada **Gambar 4.1**



Gambar 4.1 Grafik Akurasi Sistem Secara Keseluruhan

Berdasarkan table dan grafik akurasi keseluruhan sistem, penggunaan K=5 dan sistem yang klasifikasinya tanpa menggunakan KNN namun hanya dengan menggunakan parameter titik pusat memiliki akurasi keseluruhan yang sama dan lebih baik jika dibandingkan dengan K = 3, dan K= 7 yaitu 85,18%. Hal ini disebabkan dengan mengurangi nilai K berarti mengurangi kelas pembandingan sehingga kemungkinan kesalahan yang terjadi semakin kecil pula

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis sistem yang telah dilakukan pada sistem deteksi penyakit katarak menggunakan analisis titik pusat dan skala keabuan dengan Transformasi Hough, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Aplikasi *Chataract* sudah dapat mendeteksi penyakit katarak secara general tanpa pengklasifikasian jenis-jenis katarak lebih lanjut dengan tingkat akurasi sistem 87, 27%.
2. Pendeteksian lingkaran iris dengan Transformasi Hough akan lebih baik bias dengan masukan gambar dengan ukuran kanvas yang sama pada seluruh citra data uji.
3. Secara keseluruhan analisis titik pusat akan mendapatkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan perbandingan skla piksel keabuan. Akan tetapi pengklasifikasian dengan KNN akan mendapatkan waktu komputasi yang lebih baik.
4. Akurasi sistem keseluruhan yang dimiliki oleh K=5 dan tanpa KNN pada proses klasifikasi lebih baik, yaitu sebesar 76,63% dibandingkan dengan K=7 atau K=3 pada proses klasifikasi.
5. Hasil akurasi sistem hasil pengujian dengan KNN memiliki nilai yang buruk dikarenakan jumlah data uji yang kurang.

5.2. Kritik dan Saran

Saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut penulis memberikan beberapa saran antara lain :

1. Untuk memperbaiki keakuratan pendeteksian gambar akan lebih baik bila mengatur semua ukuran citra uji dengan ukuran *canvas* yang sama.
2. Mengatur pencahayaan pada saat pengambilan citra secara *realtime* sehingga sistem dapat mendeteksi garis iris lebih baik.
3. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mendeteksi mata katarak atau penyakit mata lainnya dengan metode *scanning* tanpa harus mengambil gambar dari kamera atau media penyimpanan.

Daftar Pustaka

- [1] Pramesthi, Santi. 2013. *Deteksi Penyakit Katarak Berbasis Perbandingan Piksel Citra Biner Dengan Menggunakan Android*. Bandung : Telokm University Open Library.
- [2] Aktivia, Riva. 2012. *Pengenalan Iris Mata Menggunakan Algoritma K-Nearest Neighbor Berbasis Histogram*. Bogor : IPB.
- [3] Cherabit, Naureddine; Chelali, Zohra Fatma; Djeradi, Amar. 2012. *Circular Hough Transform for Iris Localization*, Science and Technology. **2:5** 114-121.
- [4] Abu Jrair, Nadeer Araya A. 2013. *Iris Segmentation Analysis using Integro-Differential Operator and Hough Transform in Biometric System*, Gaza.
- [5] *Balanced Histogram Thresholding*. [Online] Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Balanced_histogram_thresholding [Accessed 19 Juli 2017].
- [6] Anjos, Antonio Dos; Shahbazkia, Reza Hamid. 2008. *Bi-Level Thresholding – A Fast Method*. Biosignals. **2** 70-76.
- [7] Otsu, Nobuyuki. *A Threshold Selection Method from Fray-Level Histogram*. IEE trans. Sys., Man.,Cyber. **9** 62-66.
- [8] Hapsari, Widi. 2015. *Transformasi Hough Linear Untuk Analisis dari Pengolahan Batik motif Parang*. Informatika. **11:2**.
- [9] Khotimah, Chusnul; Junianti, Dwi. 2017. *Pengenalan Iris Mata Menggunakan Ekstrasi Fitur Dimensi Fraktal Box Counting*. Math Unsea. **3:6** 38-42.
- [10] Yanuangga; Melita, Yuliana. *Segmentasi Iris Mata dengan Menggunakan Transformasi Hough*. Surabaya. Yang, Jar-Ferr; Hao, Shu-Sheng. 2001. *Modified Hough Transform for Object Feature Extration*. Journal Of Information Science and Engineering. **17** 133-145