

Deteksi Penyakit Diabetes Retinopati Pada Retina Mata Berdasarkan Pengolahan Citra

Adri Pramana Putra^{#1}, Youllia Indrawaty Nurhasanah^{*2}, Andriana Zulkarnain^{#3}

[#]Jurusan Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Bandung
Jl. PHH. Mustafa No. 23, Bandung

¹adrypramana@gmail.com

³youllia@itenas.ac.id

^{*}Jurusan Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Bandung
Jl. PHH. Mustafa No. 23, Bandung

²andriana6970@gmail.com

Abstract — Diabetic Retinopathy is a disease that strikes the retina of the eye in patients who have diabetes mellitus. Medical examination against sufferers of Diabetic Retinopathy is done with observation directly by eye surgeons. In this case, eye retinal images are taken using the camera the fundus. Retinal fundus Photographs resulted from fundus cameras usually are not able to give a clear picture against the retinal blood vessels. This makes it difficult for doctor to analyze images of the retina. It takes a relatively long time to find out the results of the examination. Overcoming these weaknesses, a system was built using a computational model to change the retina image pixel retina into a feature of the retina. So it can help the doctor to decide medical actions quickly and precisely. In this research a system that can detect and classify the diabetic retinopathy was created, using local binary pattern method to extract the characteristics and learning vector quantization method for the classification process. Local binary pattern will generate an image of a uniform which has the most image information. The image will be a characteristics vector as input to the method of classification learning vector quantization. The results of the testing show that the number of levels of extraction of characteristics affect the results of the classification, in this case the best accuracy results is 85%.

Keywords— Diabetic Retinopathy, Fundus Image, Local Binary Pattern, Pre-Processing, Learning Vector Quantization.

I. PENDAHULUAN

Pendahuluan membahas tentang dasar-dasar yang melandasi penelitian ini. Meliputi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, dan batasan masalah.

A. Latar Belakang

Salah satu komplikasi penyakit mata akibat diabetes mellitus adalah *Diabetic Retinopathy*. Jenis penyakit ini menyerang pada bagian pembuluh darah pada retina mata. *Diabetic Retinopathy* merupakan penyebab utama kebutaan pada penderita diabetes di seluruh dunia. Bila kerusakan retina sangat berat, seorang penderita diabetes dapat mengalami kebutaan secara permanen sekalipun dilakukan usaha pengobatan. Penyakit ini bisa dihambat

penyebarannya dengan mengontrol kadar gula darah yang baik dan deteksi dini jika ada kelainan pada mata. *Diabetic Retinopathy* menjadi penyebab kebutaan utama di dunia. Penyakit ini biasanya menyerang penderita pada usia 20-64 tahun[13].

Untuk mengetahui pasien yang terkena penyakit diabetes retinopati pada retina mata, maka perlu dibuat suatu sistem yang digunakan untuk identifikasi penyakit ini, salah satu caranya yaitu dengan mendeteksi retina mata. oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dirancang sebuah aplikasi yang dapat mendeteksi penyakit Diabetes Retinopati. Cara kerja sistem ini yaitu dilakukan proses pengekstraksian ciri retina mata menggunakan perhitungan piksel 3x3 untuk menghasilkan nilai biner pada *Local Binary Pattern* (LBP) kemudian pada informasi biner tersebut dilakukan proses pengklasifikasian dengan menggunakan perhitungan lapisan kompetitif jaringan syaraf tiruan dan euclidean distance antara data masukan yang telah diekstraksi dengan data latih pada *Learning Vector Quantization* (LVQ) untuk menentukan penyakit diabetes retinopati dan memeriksa anomali terkait dengan penyakit yang mempengaruhi mata serta memantau perkembangan penyakit pada retina.

Sistem yang akan dibangun ini dapat membantu dokter dalam pendeteksian penyakit diabetes pada retina mata dengan fitur ekstraksi citra, binerisasi, dan klasifikasi citra yang menghasilkan informasi pendeteksian penyakit diabetes retinopati.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada aplikasi sistem deteksi penyakit diabetes retinopati ini adalah sebagai berikut :

- Bagaimana cara mengekstraksi citra retina dari hasil foto fundus menggunakan metode LBP (*Local Binary Pattern*).
- Bagaimana mengklasifikasikan hasil ekstraksi ciri dari retina mata untuk menentukan penyakit diabetes dengan menggunakan dengan menggunakan metode LVQ (*Learning Vector Quantization*).

C. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah mengimplementasikan metode *local binary pattern* (LBP) dan metode *learning vector quantization* (LVQ) pada aplikasi pendeteksi penyakit diabetes retinopati melalui retina mata berdasarkan pengolahan citra.

D. Batasan Masalah

Batasan masalah yang dibatasi pada penelitian ini, diantaranya :

- Mengenali gejala diabetes retinopati melalui proses ekstraksi ciri menggunakan metode *local binary pattern* serta metode klasifikasi *learning vector quantization*.
- Data uji serta data latih dalam penelitian ini adalah citra retina mata digital dengan format *JPG*.
- Ukuran citra yang digunakan adalah 300 x 300 pixel.
- Ciri yang akan dideteksi oleh retina mata yaitu berupa bercak darah atau lemak protein hal ini dikarenakan dari dataset yang didapat hampir seluruh citra retina mata yang sakit memiliki ciri gumpalan darah dan lemak protein.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penyusunan penelitian yang digunakan meliputi subjek penelitian, teknik pengumpulan data, studi literature, analisis hasil pengujian, pengambilan kesimpulan.

A. Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah citra hasil foto fundus retina mata dengan ukuran 300 x300 piksel.

B. Teknik Pengumpulan Data

Pengujian penelitian ini dilakukan dengan mengambil data citra melalui hasil *foto fundus* yang diperoleh rumah sakit Cicendo, Bandung dan rekan - rekan Fakultas Kedokteran Universitas Islam Bandung.

C. Sudi Literatur

Literatur yang digunakan adalah yang terkait dengan referensi yang berhubungan dengan pola retina mata serta metode *local binary pattern* dan *learning vector quantization*, Pembelajaran tersebut dilakukan dengan cara mencari referensi dan pengumpulan data yang diperoleh dari buku, jurnal, artikel, dan website terkait yang telah dilakukan sebelum penelitian dilaksanakan.

D. Analisis Hasil Pengujian

Pengujian dan analisis dilakukan terhadap sistem yang dibangun dengan menggunakan data uji yang bersifat (*offline*) yaitu hasil dari foto fundus yang di peroleh dari Rumah Sakit Mata Cicendo, Bandung, setelah mendapatkan hasil gambar (foto) retina mata dari alat foto fundus, selanjutnya gambar (foto) retina mata tersebut akan dilakukan proses ekstraksi ciri dan selanjutnya akan dilakukan pengklasifikasian untuk memperoleh pengujian

hasil akhir dari tingkat akurasi yang didapat pada aplikasi deteksi penyakit diabetes retinopati.

E. Pengambilan Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan dan implementasi, pengujian dan analisis yang telah dilakukan terhadap sistem deteksi diabetes retinopati yang akan dibangun.

F. Tinjauan Pustaka

Berdasarkan perbandingan tinjauan pustaka, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai deteksi penyakit diabetes retinopati seperti penelitian yang dilakukan oleh Adjeng Nawar Gumilang[1] Penelitian ini membahas perancangan sistem pakar untuk diagnosa penyakit diabetes mellitus menggunakan metode *forward chaining*, Peneliti kedua oleh Denok Puspitasari[3] mengerjakan sebuah penelitian yang berjudul “Sistem Pakar Diagnosa Diabetes Nefropathy Dengan Metode *Certainly Factor* Berbasis Web dan Mobile” Penelitian ini membahas mengenai Sistem Pakar dengan metode *Certainly Factor* yang bertujuan untuk membantu Rumah Sakit dalam melakukan pelayanannya terhadap pasien dan dapat digunakan para Dokter dan tenaga medis untuk membantu mendiagnosa penyakit diabetes Nefropathy, Peneliti ketiga oleh Dewi Pratama Kurniawati[4] dengan penelitian mengenai Implementasi Metode *Dempster Shafer* Pada Sistem Pakar Untuk Diagnosa Jenis-jenis Penyakit Diabetes Melitus, Peneliti keempat Mochammad Donny Fardhani[6] mengerjakan sebuah penelitian yang berjudul “Aplikasi *Biometrik* Untuk *Eye Detection* Menggunakan Metode *Hough Transform*“. Penelitian ini membahas mengenai Identifikasi dan verifikasi individu berdasarkan karakteristik fisik atau tingkah laku manusia. yaitu dengan Teknologi *Biometrik* yang akan medeteksi lingkaran mata, penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah aplikasi *Biometrik* untuk *Eye Detection* dengan menggunakan metode *Hough Transform*. Peneliti kelima Renny Nita Hernawati[10] dengan penelitian mengenai klasifikasi pola *mikrovaskuler* retina untuk deteksi dini retinopatik diabetik dengan menggunakan *Support Vector Machine*, Peneliti keenam Rischan Mahrur[11] mengerjakan sebuah penelitian yang berjudul “Pengenalan Huruf Jawa menggunakan Metode *Learning Vector Quantization* (LVQ)” Penelitian ini membahas mengenai Pengenalan Huruf Jawa dengan metode *Learning Vector Quantization* (LVQ) yang bertujuan untuk mengenali aksara Jawa RA dan Ga, Peneliti ketujuh Rocky Yefrenes Dillak, dkk[12] dengan penelitiannya mengenai Identifikasi Fase Penyakit Retinopati Diabetes menggunakan jaringan syaraf tiruan *Multi Layer Perceptron*, Peneliti kedelapan S. Heranurweni [14]mengerjakan sebuah penelitian yang berjudul “Pengenalan Wajah Dengan Menggunakan Metode *Learning Vector Quantization*” Penelitian ini membahas mengenai Pengenalan Wajah dengan metode *Learning Vector Quantization* (LVQ) yang bertujuan untuk mengetahui presentase akurasi yang dihasilkan sistem

pengenalan wajah pada data citra wajah dengan tingkat *Chaussian Blur* yang bervariasi dengan metode LVQ, Peneliti kesembilan S. Novilianty, dkk[15] dalam penelitian yang berjudul “Segmentasi Citra Digital Pembuluh Darah Mata Untuk Mendeteksi Tingkat Keparahan Diabetic Retinopathy”. Penelitian ini membahas mengenai pengaturan Klasifikasi Tingkat keparahan Diabetes Retinopati pada pembuluh darah mata dengan menggunakan metode SVM. Peneliti kesepuluh Yafis Sukma Kurniawan[17] mengerjakan sebuah penelitian yang berjudul “Deteksi Tingkat Keparahan Retinopati Diabetes Dengan Menggunakan Metode Klasifikasi A - *Nearest Neighbor Method*”. Penelitian ini membahas mengenai pengaturan Klasifikasi Tingkat keparahan Retinopati dengan menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* (KNN) Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasi dan melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. Dari sepuluh tinjauan pustaka peneliti akan melakukan perbandingan terhadap sistem yang akan dibangun pada Deteksi Penyakit Diabetes Retinopati Pada Retina Mata Berdasarkan Pengolahan Citra”, dari kesepuluh tinjauan pustaka perbedaan yang dimiliki oleh peneliti yaitu melakukan proses pengekstraksian ciri retina mata menggunakan perhitungan piksel 3x3 untuk menghasilkan nilai biner pada *Local Binary Pattern* (LBP) kemudian informasi biner tersebut dilakukan proses pengklasifikasian dengan menggunakan perhitungan lapisan kompetitif jaringan syaraf tiruan dan euclidean distance antara data masukan yang telah diekstraksi dengan data latih pada *Learning Vector Quantization* (LVQ) untuk menentukan penyakit diabetes retinopati dan memeriksa anomali terkait dengan penyakit yang mempengaruhi mata serta memantau perkembangan penyakit pada retina.

III. LANDASAN TEORI

Dalam bab ini membahas definisi dari setiap aspek yang menyangkut dalam penelitian.

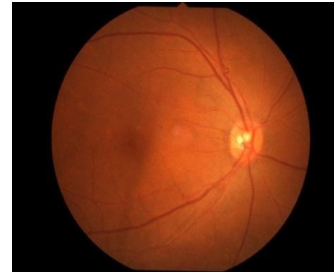
A. Retina

Retina adalah selembur tipis jaringan saraf yang semitransparan, dan multilapis yang melapisi bagian dalam dua per tiga posterior dinding bola mata. Retina membentang ke depan hampir sama jauhnya dengan korpus siliare, dan berakhir di tepi ora serata[9]. Foto fundus dari retina mata normal ditunjukkan pada Gambar 1.

Retina berbatasan dengan koroid dan sel epitel pigmen retina. Retina terdiri atas 2 lapisan utama yaitu lapisan luar yang berpigmen dan lapisan dalam yang merupakan lapisan saraf. Lapisan saraf memiliki 2 jenis sel fotoreseptor yaitu sel batang yang berguna untuk melihat cahaya dengan intensitas rendah, tidak dapat melihat warna, untuk penglihatan perifer dan orientasi ruangan sedangkan sel kerucut berguna untuk melihat warna, cahaya dengan intensitas tinggi dan penglihatan sentral. Retina memiliki

banyak pembuluh darah yang menyuplai nutrient dan oksigen pada sel retina.

Beberapa penyakit dapat dideteksi melalui retina mata. Penyakit seperti diabetes, lemah jantung, dan kolesterol dapat berpengaruh dan dapat terlihat pada retina mata bagi penderitanya.



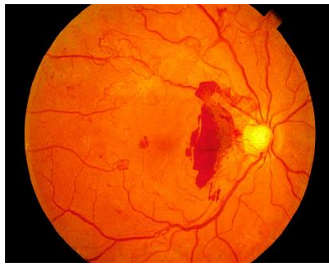
Gambar 1 Hasil foto fundus retina mata normal[8]

B. Diabetes Retinopati

Diabetes Retinopati adalah penyakit mata yang sering terjadi pada penderita diabetes. Penyakit ini menyerang di bagian retina pada mata dan dapat menyebabkan kehilangan penglihatan berat sampai tingkat kebutaan[5]. Foto fundus dari retina mata diabetes ditunjukkan pada Gambar 2.

Diabetes Retinopati pada umumnya disebabkan oleh penyakit diabetes. Pada prinsipnya, retina mata perlu dialiri darah secara teratur agar dapat bekerja dengan baik. Diabetes sendiri adalah kondisi yang menyebabkan kelainan pada kemampuan tubuh dalam menyimpan dan memproses gula dalam tubuh, terutama yang akan digunakan dalam darah. Orang yang menderita diabetes pada umumnya memiliki kadar gula yang tinggi. Karenanya, pengaliran darah yang berkadar gula tinggi dapat menyebabkan kerusakan penglihatan dalam dua cara:

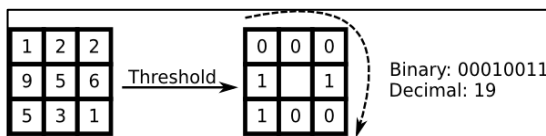
- Penyempitan pembuluh darah di mata, yang dapat mengakibatkan kebocoran atau terjadi pendarahan, dan penimbunan cairan dan materi berlemak dalam retina, yang dapat menyebabkan terjadinya kondisi edema makula, yang akan menyebabkan penglihatan yang kabur.
- Kerusakan yang mungkin terjadi pada pembuluh darah dekat area retina mata akan menyebabkan tubuh secara alami merangsang pertumbuhan pembuluh darah yang baru yang lebih lemah; kondisi yang biasa disebut neovascularization. Jika pembuluh darah tumbuh di sekitar area pupil, glaukoma bisa muncul karena adanya tekanan tambahan dalam mata. Pembuluh darah yang baru ini sangat lemah dan rentan terhadap akan terjadinya pendarahan dan dapat menyebabkan bekas luka, yang dapat menyebabkan retina lepas dari bagian belakang mata. Jika dibiarkan, lepasnya retina ini dapat menyebabkan kerusakan penglihatan yang parah dan juga kebutaan.



Gambar 2 Hasil foto fundus retina mata diabetes[2]

C. Metode Local Binary Pattern (LBP)

Local Binary Pattern (LBP) awalnya dirancang untuk deskripsi tekstur, operator local binary pattern akan memberikan label untuk setiap piksel dari suatu gambar dengan thresholding 3x3 ketetangaan dari setiap piksel dengan nilai piksel pusat dan mengubah hasilnya sebagai angka biner, kemudian histogram dari label bisa digunakan sebagai deskriptor tekstur. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3 Operator local binary pattern[7]

Dari hasil komputasi ketetangaan piksel 3x3 akan menghasilkan sebuah nilai yang menunjukkan kode local binary pattern. Kode-kode local binary pattern tersebut akan direpresentasikan melalui histogram. Histogram akan menunjukkan frekuensi kejadian berbagai nilai local binary pattern. Untuk ukuran citra N×M, keseluruhan nilai local binary pattern dapat direpresentasikan kedalam bentuk histogram dengan persamaan sebagai berikut :

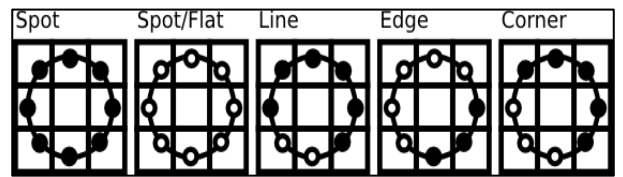
$$LBP(x_c, y_c) = \sum_{p=0}^{P-1} 2^p s(i_p - i_c) \dots \dots \dots (1)$$

Dengan (x_c, y_c) sebagai piksel pusat serta intensitas (i_c) dan (i_p) menjadi intensitas tetangga piksel. S merupakan fungsi yang dapat didefinisikan dengan persamaan sebagai berikut :

$$S(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x \geq 0 \\ 0 & \text{else} \end{cases} \dots \dots \dots (2)$$

Untuk dapat menangani tekstur pada skala yang berbeda, operator local binary pattern kemudian diperluas dengan menggunakan ketetangaan yang berbeda ukuran. Mendefinisikan lingkungan lokal sebagai satu set sampel poin merata spasi pada lingkaran berpusat di piksel untuk diberi label memungkinkan setiap radius dan nomor titik sampling seperti pada Gambar 4. Interpolasi bilinear digunakan ketika titik pengambilan sampel tidak jatuh dalam pusat piksel. Berikut ini, notasi $(P; R)$ akan

digunakan untuk lingkungan piksel yang berarti poin P sampling pada lingkaran dengan jari-jari R .



Gambar 4 lingkaran ketetangaan[7]

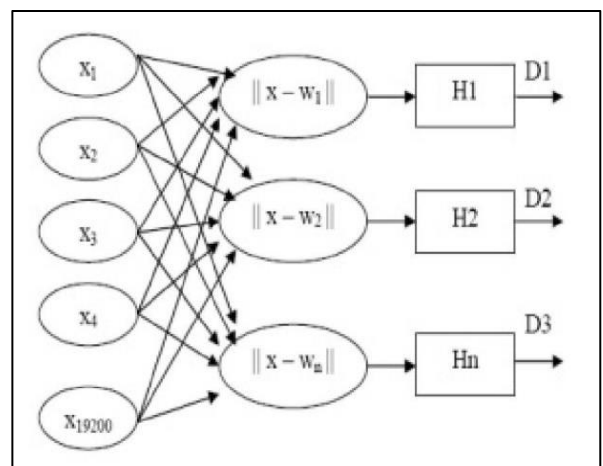
Untuk titik yang diberikan (x_c, y_c) memiliki posisi tetangga (x_p, y_p) dimana R adalah jari-jari lingkaran dan P adalah jumlah titik sampel, untuk menghitung perubahan titik ketetangaan dapat dihitung dengan persamaan-persamaan berikut :

$$x_p = x_c + R \cos\left(\frac{2\pi p}{P}\right) \dots \dots \dots (3)$$

$$y_p = y_c - R \sin\left(\frac{2\pi p}{P}\right) \dots \dots \dots (4)$$

D. Metode Learning Vector Quantization (LVQ)

Learning Vector Quantization (LVQ) adalah suatu metode untuk melakukan pembelajaran pada lapisan kompetitif yang terawasi. Suatu lapisan kompetitif akan secara otomatis belajar untuk mengklasifikasikan vektor vektor input. Kelas-kelas yang didapatkan sebagai hasil dari lapisan kompetitif ini hanya tergantung pada jarak antara vektor vektor input. Jika 2 vektor input mendekati sama, maka lapisan kompetitif akan meletakkan kedua vektor input tersebut ke dalam kelas yang sama seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 5. Adapun kelebihan dan kelemahan yang dimiliki oleh metode learning vector quantization (LVQ).



Gambar 5 Contoh Arsitektur LVQ[16]

Penghitungan jarak Euclidean antara vektor input dan vektor bobot dilakukan dengan menghitung nilai Euclidean Distance menggunakan persamaan 5.

$$C_j = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - w_j)^2} \dots \dots \dots (5)$$

Dimana :

- C_j Adalah nilai euclidean
- x_i Nilai vektor input
- w_j Nilai vektor bobot

Selain itu LVQ selalu memperbaharui bobotnya sesuai jumlah maksimal epoch yang ditetapkan, yaitu satu siklus pelatihan yang melibatkan semua pola. Persamaan 6 merupakan rumus bobot LVQ yang digunakan untuk memperbaharui nilai bobot.

$$\vec{w}_m \leftarrow \vec{w}_m + \alpha \cdot (\vec{x} - \vec{w}_m) \dots \dots \dots (6)$$

dimana :

- \vec{w}_m adalah bobot
- α adalah learning rate
- \vec{x} adalah input

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

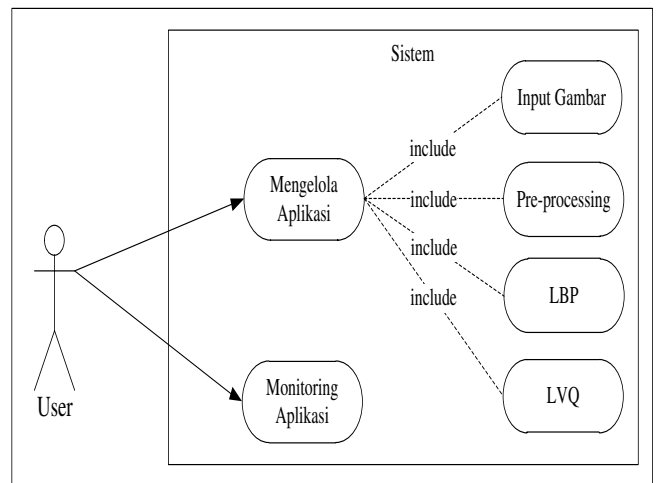
A. Proses Kerja Sistem Deteksi Penyakit Diabetes Retinopati.

Proses kerja dari sistem deteksi penyakit diabetes retinopati pada aplikasi ini digambarkan pada blok diagram yang ditunjukkan oleh Gambar 6. Pada proses pembuatan data latih dimulai dari pengambilan gambar retina mata setelah itu dilakukan proses *pre-processing* yang didalamnya terdapat sub proses *grayscale* dan *resize* lalu diolah menjadi sebuah citra biner dalam hasil perhitungan ketetanggaan 3x3, setelah itu disimpan kedalam database,

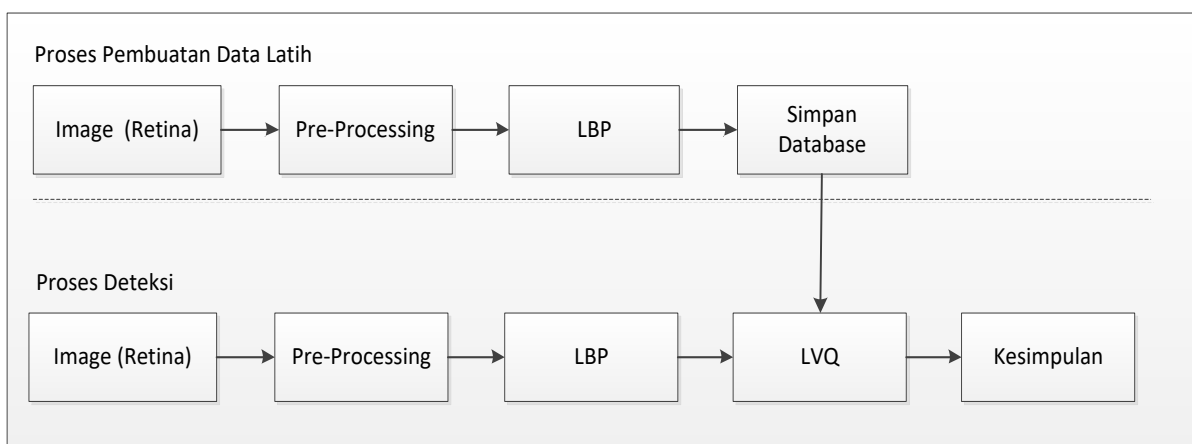
untuk proses deteksi di mulai dari pengambilan gambar retina mata setelah itu dilakukan proses *pre-processing* yang didalamnya terdapat sub proses *grayscale* dan *resize* lalu diolah menjadi sebuah citra biner dalam hasil perhitungan ketetanggaan 3x3 kemudian hasil biner tersebut dikelompokkan atau diklasifikasikan terhadap kelas yang diuji kecocokannya setelah itu didapat hasil kesimpulan dari informasi citra yang dikeluarkan dalam bentuk presentase akurasi.

B. Use Case Diagram

Usecase diagram pada perancangan aplikasi deteksi penyakit diabetes retinopati ini dibuat secara keseluruhan, proses penggambaran *usecase* ini disesuaikan dengan keperluan aktor. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 7. Merupakan *usecase* diagram dari aplikasi deteksi penyakit diabetes retinopati.



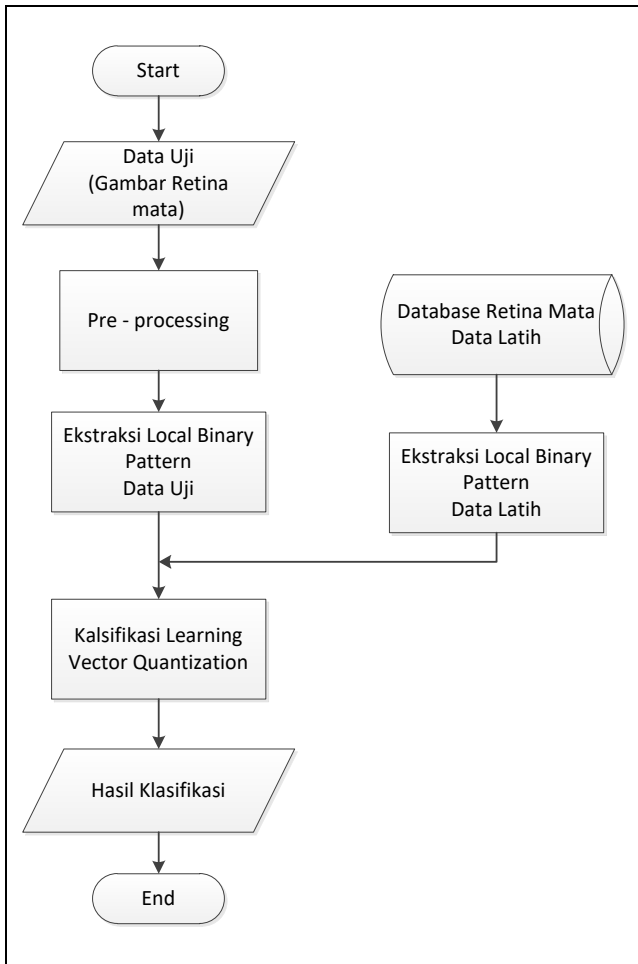
Gambar 7 Use case aplikasi deteksi penyakit diabetes retinopati



Gambar 6 Blok diagram aplikasi deteksi penyakit diabetes retinopati

C. Flowchart

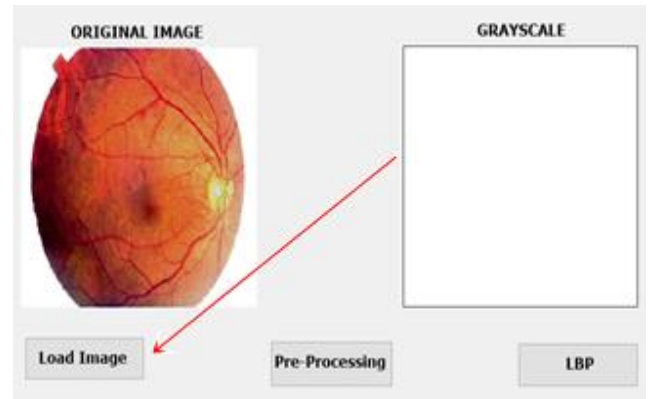
Flowchart deteksi penyakit diabetes retinopati diawali dengan penjelasan proses pembuatan data latih, kemudian proses deteksi yang didalamnya terdapat proses ekstraksi ciri dengan metode *local binary pattern* (LBP) serta proses klasifikasi dengan metode *learning vector quantization* (LVQ), yang ditunjukkan oleh Gambar 8.



Gambar 8 Flowchart aplikasi deteksi penyakit diabetes retinopati

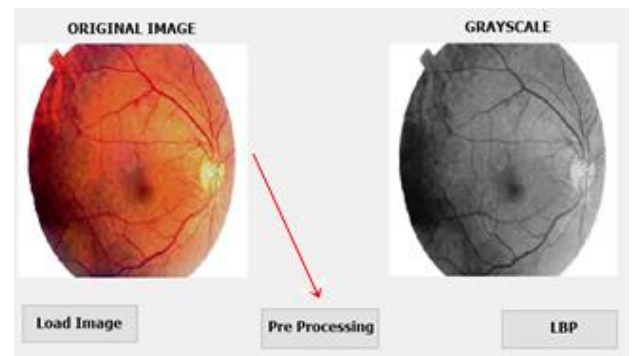
D. Proses Kerja Sistem Deteksi Penyakit Diabetes Retinopati

1.) Proses tahap awal pada saat deteksi retina mata, proses diawali dengan memasukkan gambar retina mata kedalam aplikasi sebagai data uji, Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 9, kemudian gambar tersebut dilakukan *pre-processing*, didalam proses tersebut terdapat dua proses yang dilakukan yaitu proses *grayscale* dan *resizing*. Kedua proses ini digunakan untuk mereduksi dimensi gambar serta mereduksi nilai RGB gambar menjadi derajat keabuan (0-255).



Gambar 9 Proses awal memasukan gambar retina mata

2.) Proses *grayscale* yang dilakukan oleh aplikasi deteksi penyakit diabetes ini memanfaatkan *library rgb2gray* pada Matlab, didalam proses ini gambar retina mata yang memiliki nilai RGB diubah kedalam bentuk *grayscale*, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 10, dengan metode *average grayscale*, *average grayscale* merupakan perhitungan *grayscale* dimana setiap nilai warna merah, hijau dan biru diubah menjadi nilai rata-rata yang sama sehingga menghasilkan gambar dengan intensitas warna abu-abu (*gray*). berikut ini merupakan contoh perhitungan *average grayscale*, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 11.



Gambar 10 Proses Grayscale

Persamaan Average

Grayscale
 $(R+G+B)/3$
 $R_{\text{pixel}} = 125$
 $G_{\text{pixel}} = 60$
 $B_{\text{pixel}} = 200$
 $\text{Avg_gray} = (120 + 60 + 200) / 3$
 $\text{Avg_gray} = 380 / 3$
 $\text{Avg_gray} = 126,7$

Gambar 11 Persamaan Average

3.) Setelah gambar diubah ke dalam bentuk derajat keabuan selanjutnya dimensi gambar tersebut direduksi sehingga ukurannya menjadi 300x300 piksel, proses *resizing* ini memanfaatkan komponen *library imresize* pada Matlab, proses ini mencari nilai tinggi dan lebar awal gambar kemudian dikalikan dengan tinggi dan lebar baru sehingga dimensi gambar tersebut berubah, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 12

Persamaan Resizing

Width Formula:
(original height / original width) *
new width = new height

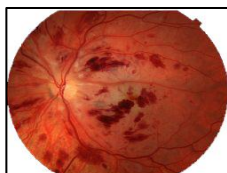
Height Formula:
(original width / original height) * new height =
new width

Width:
(400 / 400) * 300 = 300

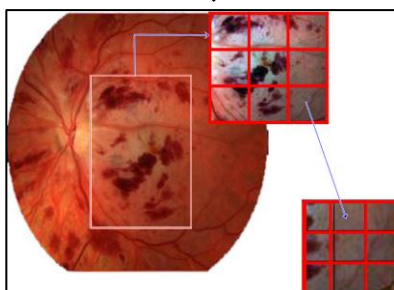
Height:
(400 / 400) * 300 = 300

Gambar 12 Persamaan Resizing

4.) Ketika gambar asli yang dijadikan citra uji, yaitu yang ditunjukkan pada Gambar 13, telah diubah ke dalam bentuk grayscale serta dimensi gambar telah diubah ke dalam ukuran 300x300 piksel, selanjutnya gambar tersebut diekstraksi menggunakan metode *local binary pattern* proses ini menggunakan persamaan 1 dan persamaan 2 seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 15, *local binary pattern*, ke dua persamaan tersebut merupakan proses perhitungan derajat ketetanggaan piksel 3x3 di mana proses perhitungan dimulai dari posisi piksel 1x1 kemudian dilanjutkan hingga ke keseluruhan piksel yang berjumlah 300x300, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 14.



Gambar 13 Retina mata diabetes retinopati



Gambar 14 Proses local binary pattern

Persamaan 1 dan Persamaan 2

$$LBP(x_c, y_c) = \sum_{p=0}^{P-1} 2^p s(i_p - i_c)$$

$$S(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x \geq 0 \\ 0 & \text{else} \end{cases}$$

7	3	1	3	1	2
4	5	3	4	7	9
1	3	8	1	5	4
7	4	5	2	7	3
1	3	8	4	9	5
2	5	4	2	1	2

7	3	1
4	5	3
1	3	8

1	0	0
0		0
0	0	1

Jika :

$5 < 7 = 1$	$ 5 < 3 = 0 $	$5 < 1 = 0$
$5 < 3 = 0$	$ 5 < 8 = 1 $	$5 < 4 = 0$
$5 < 1 = 0$	$ 5 < 3 = 0$	

Maka nilai lbp untuk piksel [1,1] adalah
10001000 = 136

Perhitungan yang sama akan terus berlanjut hingga seluruh piksel dihitung.

Gambar 15 Persamaan Local binary pattern

5.) Tahap terakhir melakukan klasifikasi, hasil dari perhitungan derajat ketetanggaan dapat direpresentasikan ke dalam bentuk histogram untuk mendapatkan nilai ketetanggaan yang sering muncul.

Setelah melakukan ekstraksi ciri menggunakan metode *local binary pattern* adalah mengklasifikasikan hasil ekstraksi tersebut dengan menggunakan metode *learning vector quantization* terhadap data latih untuk mendapatkan kesimpulan mengenai data yang dimasukkan. Seperti yang ditunjukkan oleh Tabel I, merupakan *learning vector quantization* dari data uji diabetes retinopati.

TABEL I

CONTOH KLASIFIKASI INPUT VEKTOR DALAM DUA KELAS PADA DATA PENYAKIT DIABETES RETINOPATI

Nilai	Input Vektor	Kelas (T)
X1	(1,1,0,0)	1
X2	(0,0,0,1)	2
X3	(0,0,1,1)	2
X4	(1,0,0,0)	1
X5	(0,1,1,0)	1

- Pertama-tama inialisasi bobot awal, kita akan mengambil bobot awal untuk kelas 1 memakai vektor 1 dan bobot awal kelas 2 memakai vektor 2, maka akan didapat,

$$W_1 = (1,1,0,0)$$

$$W_2 = (0,0,0,1)$$

Inialisasi rating pembelajaran awal misalkan 0,2

- Tentukan jarak terdekat pada vektor 3, vektor 4 dan vektor 5. Apakah mereka masuk ke kelas 1 atau kelas 2. $(0,0,1,1) \rightarrow$ Jarak $(0,0,1,1)$ ke $W_1 (1,1,0,0)$ dihitung dengan cara:

$$D = \sum (X_3 - W_1)^2$$

$$D_1 = [(0,0,1,1) - (1,1,0,0)] = (-1,-1,1,1)$$

$$= (-1)^2 + (-1)^2 + (1)^2 + (1)^2 = 4$$

Sedangkan untuk jarak $(0,0,1,1)$ ke $W_2 (0,0,0,1)$

$$\text{diperoleh } D_2 = [(0,0,1,1) - (0,0,0,1)]$$

$$= (0,0,1,0) = (0^2) + (0^2) + (1^2) + (0^2) = 1$$

maka dipilih jarak terpendek yaitu ke W_2 , sehingga

vektor ke-2 dimasukkan ke kelas 2, dengan cara

yang sama vektor 4 dan vektor 5 maka akan

diperoleh:

$$(1,0,0,0) = \text{lebih dekat ke } W_1$$

$$(0,1,1,0) = \text{lebih dekat ke } W_1$$

- Perbarui W_2 menggunakan vector 3 karena vector 3 lebih dekat ke W_2 .

$$W_2 = W_2 + 0.2 (X_3 - W_2)$$

$$= (0,0,0,1) + 0.2 [(0,0,1,1) - (0,0,0,1)]$$

$$= (0, 0, 0.2, 1)$$

- Perbarui W_1 menggunakan vektor 4 karena karena lebih dekat ke W_1 .

$$W_1 = W_1 + 0.2 (X_4 - W_1)$$

$$= (1,1,0,0) + 0.2 [(1,0,0,0) - (1,1,0,0)]$$

$$= (1, 0.8, 0, 0)$$

- Perbarui W_1 menggunakan vektor 5 karena karena lebih dekat ke W_1 .

$$W_1 = W_1 + 0.2 (X_5 - W_1)$$

$$= (1, 0.8, 0, 0) + 0.2 [(0,1,1,0) - (1, 0.8, 0, 0)]$$

$$= (1, 0.8, 0, 0) + 0.2 (-1, 0.2, 1, 0)$$

$$= (0.8, 1.04, 0.2, 0)$$

dengan langkah ini akan diperoleh bobot baru untuk kelas 1 dan 2 yaitu :

$$W_1 = (0.8, 1.04, 0.2, 0)$$

$$W_2 = (0, 0, 0.2, 1)$$

dari bobot tiap kelas ini, dilakukan pengecekan ulang untuk X_1 sampai X_5 apakah

dengan langkah ini akan diperoleh bobot baru untuk kelas 1 dan kelas 2 yaitu :

$$W_1 = (0.8, 1.04, 0.2, 0)$$

$$W_2 = (0, 0, 0.2, 1)$$

dari bobot tiap kelas ini, dilakukan pengecekan ulang untuk X_1 sampai X_5 apakah masuk pada kelas 1 atau kelas 2. Perhitungan dengan menggunakan jarak terpendek dan diperoleh :

$$X_1 = (1,1,0,0) \text{ akan masuk pada kelas : 1}$$

$$X_2 = (0,0,0,1) \text{ akan masuk pada kelas : 2}$$

$$X_3 = (0,0,1,1) \text{ akan masuk pada kelas : 2}$$

$$X_4 = (1,0,0,0) \text{ akan masuk pada kelas : 1}$$

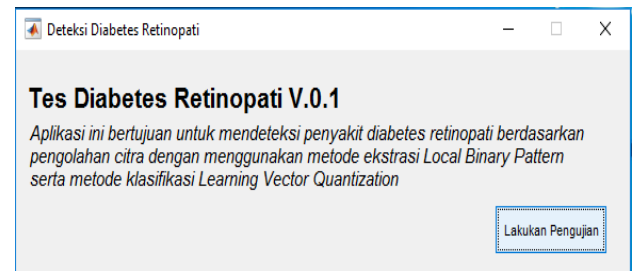
$$X_5 = (0,1,1,0) \text{ akan masuk pada kelas : 1}$$

V. IMPLEMENTASI

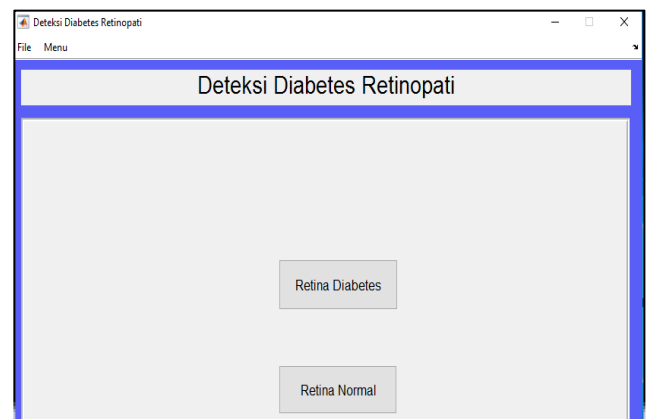
Dalam bab ini diberikan implementasi dari perencanaan pembangunan sistem.

A. Tampilan Aplikasi

Terdapat beberapa form halaman pada aplikasi deteksi penyakit diabetes retinopati. Beberapa diantaranya adalah halaman utama aplikasi, pada halaman selanjutnya adalah halaman pengujian untuk melakukan pencocokan data terhadap citra retina mata seperti gambar yang ditunjukkan.



Gambar 16 halaman lisensi aplikasi deteksi diabetes retinopati



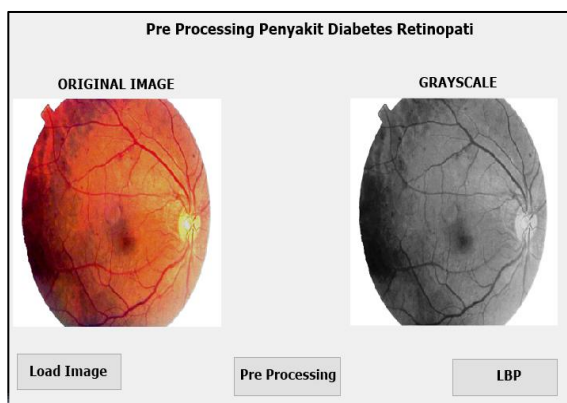
Gambar 17 halaman utama aplikasi deteksi diabetes retinopati

Halaman Utama merupakan tampilan awal dari aplikasi deteksi diabetes retinopati. seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 17 merupakan desain *user interface* halaman utama pada aplikasi deteksi diabetes retinopati. Pada halaman utama terdapat tombol diabetes dan tombol normal, serta terdapat menu bar file dan menu. Tombol diabetes digunakan untuk masuk ke halaman *pre-processing* deteksi

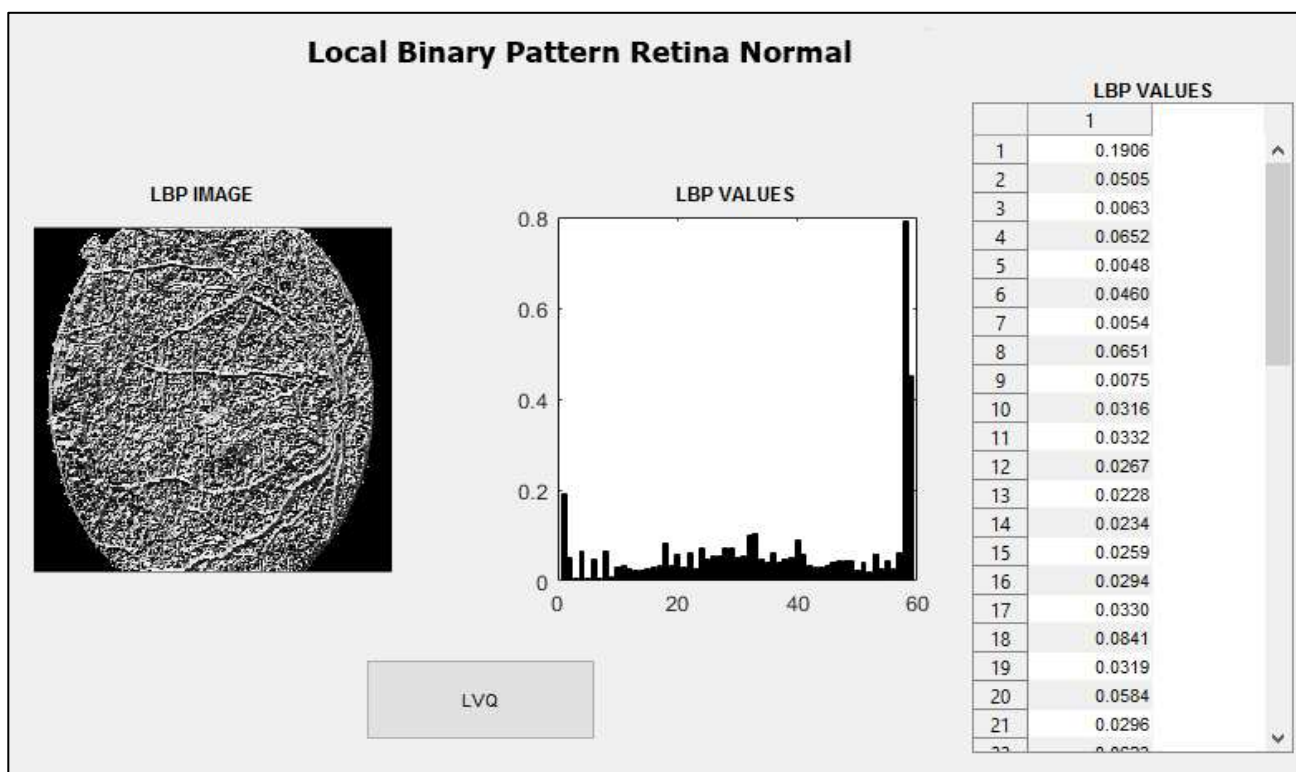
diabetes dan tombol normal digunakan untuk masuk ke halaman *pre-processing* deteksi mata normal. Sebelum memulai pengujian, terdapat halaman lisensi seperti pada Gambar 16.

Terdapat beberapa form halaman pada aplikasi Halaman *pre-processing* merupakan halaman untuk melakukan *load image* dan *grayscale image*. Pada Gambar 18 merupakan desain *user interface* halaman *pre-processing*.

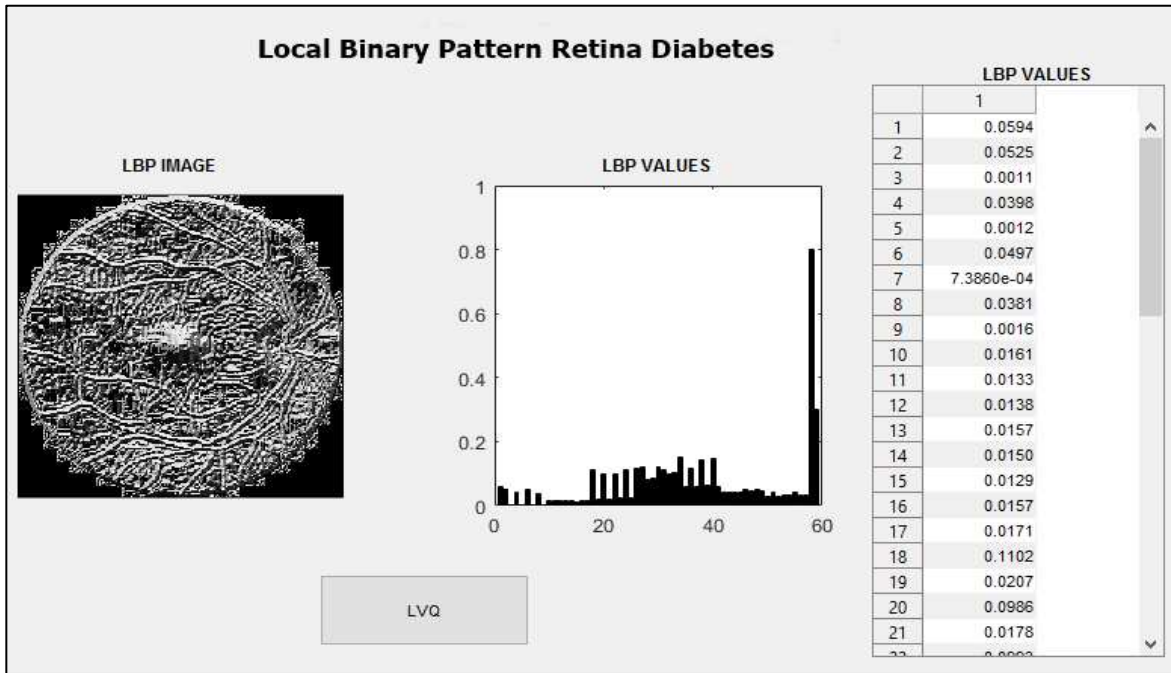
Pada halaman *pre-processing* terdapat panel *original image*, panel *grayscale image*, tombol *load image*, tombol *pre-processing*, dan tombol LBP. Tombol *load image* digunakan untuk memasukan *image* retina mata ke dalam panel *original image*. Tombol *pre-processing* digunakan untuk melakukan proses *grayscale image* yang hasilnya akan disimpan pada panel *grayscale*. Tombol LBP digunakan untuk melakukan proses *local binary pattern* dan hasil akan ditampilkan pada halaman *local binary pattern*.



Gambar 18 halaman pengujian *pre-processing*



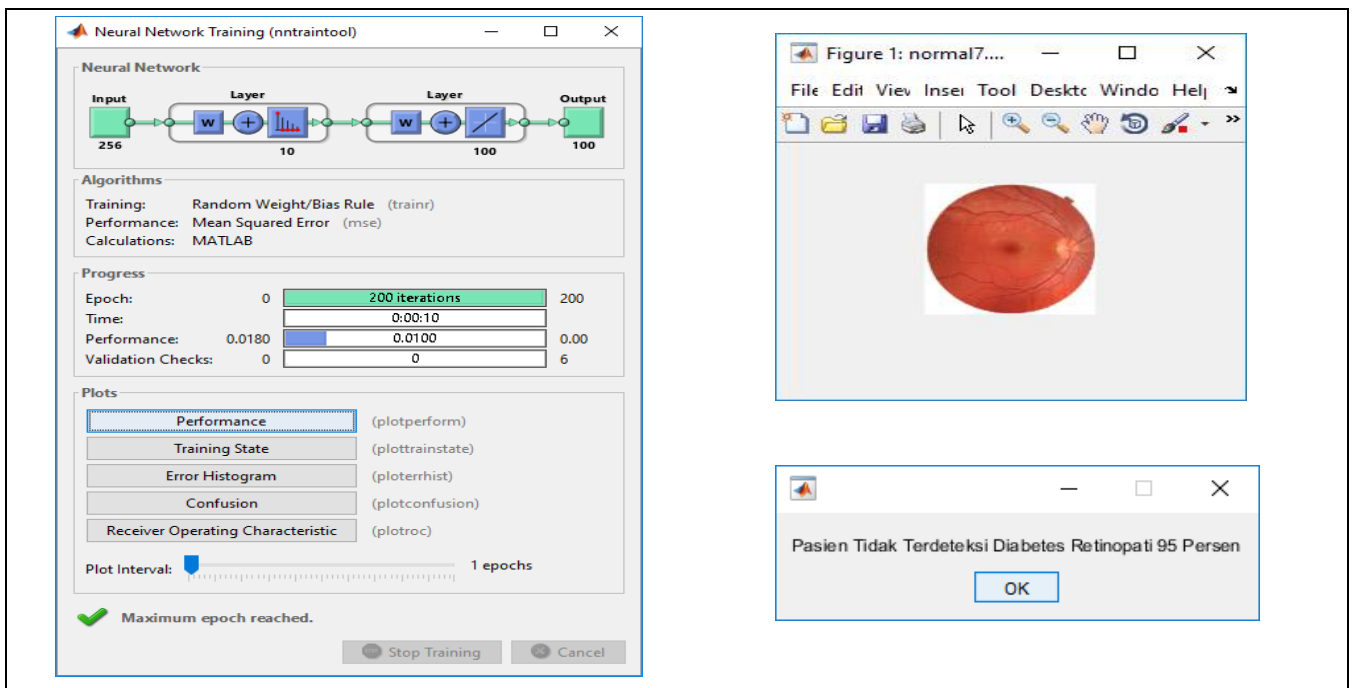
Gambar 19 halaman pengujian *Local binary pattern* retina mata normal



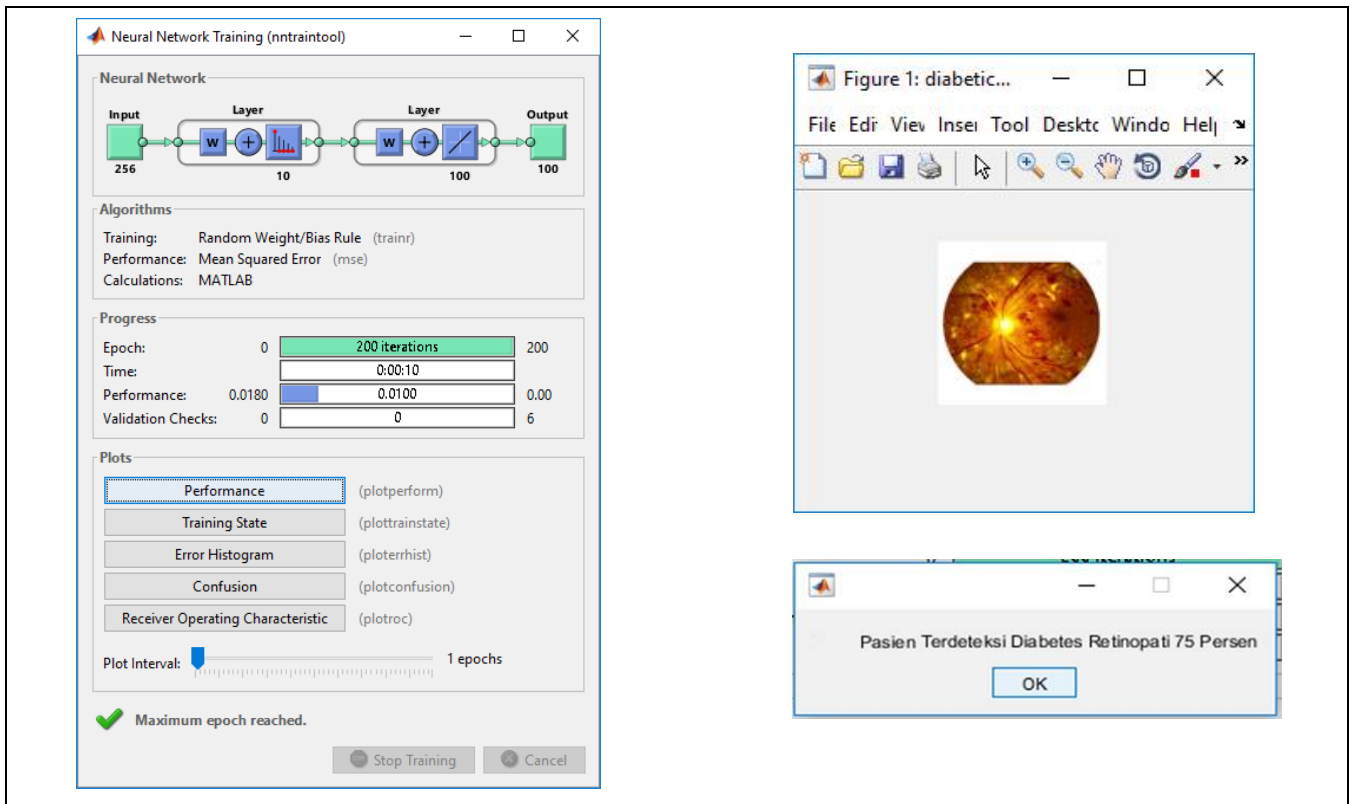
Gambar 20 halaman pengujian *Local binary pattern* retina mata diabetes

Halaman LBP merupakan halaman untuk melakukan proses *local binary pattern*, *image* yang sudah dilakukan *pre-processing*. Pada Gambar 19 dan 20, Pada halaman LBP terdapat panel *LBP image*, panel *LBP Values*, tombol *load image*, tabel *LBP values*, dan tombol *LVQ*. Tombol *LVQ*

digunakan untuk melakukan proses *LVQ* (klasifikasi) seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 21 dan 22, merupakan kesimpulan hasil akhir dari deteksi penyakit diabetes retinopati.



Gambar 21 hasil akhir pengujian *learning vector quantization* retina mata normal







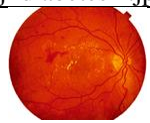

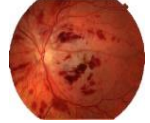
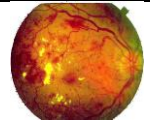


Gambar 22 hasil akhir pengujian *learning vector quantization* retina mata diabetes

B. Pengujian Tingkat Akurasi










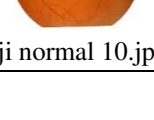
Pada pengujian tingkat akurasi terbagi kedalam 10 kali pengujian dengan nilai iterasi 100 - 1000 (kelipatan 100). Untuk menghitung hasil tingkat akurasi keberhasilan dalam deteksi penyakit diabetes retinopati, dari setiap tabel pengujian dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Pengujian berhasil}}{\text{Jumlah data uji}} \times 100\%$$

TABEL II
PENGUJIAN RETINA DIABETES DENGAN ITERASI 200

No	Nama Data Uji	Tingkat Akurasi (%)	Diabetes	Epoch	Waktu (s)	Keterangan
1	 uji diabetes 1.jpg	85	√	200	14	Berhasil
2	 uji diabetes 2.jpg	90	√		14	Berhasil
3	 uji diabetes 3.jpg	50	√		14	Berhasil
4	 uji diabetes 4.jpg	80	x		14	Gagal
5	 uji diabetes 5.jpg	95	√		14	Berhasil
6	 uji diabetes 6.jpg	85	√		14	Berhasil
7	 uji diabetes 7.jpg	90	√		14	Berhasil
8	 uji diabetes 8.jpg	50	√		14	Berhasil
9	 uji diabetes 9.jpg	20	√		14	Berhasil
10	 uji diabetes 10.jpg	25	√		14	Berhasil

TABEL III
 PENGUJIAN RETINA NORMAL DENGAN ITERASI 200

No	Nama Data Uji	Tingkat Akurasi (%)	Diabetes	Epoch	Waktu (s)	Keterangan
1.	 uji normal 1.jpg	90	√	200	14	Berhasil
2.	 uji normal 2.jpg	70	x		14	Gagal
3.	 uji normal 3.jpg	85	x		14	Gagal
4.	 uji normal 4.jpg	95	√		14	Berhasil
5.	 uji normal 5.jpg	90	√		14	Berhasil
6.	 uji normal 6.jpg	75	x		14	Gagal
7.	 uji normal 7.jpg	80	x		14	Gagal
8.	 uji normal 8.jpg	75	√		7	Berhasil
9.	 uji normal 9.jpg	90	√		14	Berhasil
10.	 uji normal 10.jpg	95	√		14	Berhasil

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel II dan Tabel III dengan menggunakan iterasi 200 serta jumlah pengujian sebanyak 20 kali didapatkan tingkat keberhasilan sebesar 85% menggunakan Persamaan 5 dengan data yang berhasil dideteksi sebanyak 16.

C. Analisis Hasil Pengujian

Berdasarkan pengujian tingkat akurasi aplikasi deteksi diabetes retinopati pada iterasi 100 sampai dengan 1000 menggunakan metode ekstraksi *local binary pattern* dan metode klasifikasi *learning vector quantization* diperoleh hasil perbandingan seperti yang ditunjukkan pada Tabel IV.

TABEL IV
ANALISIS PENGUJIAN

No	Iterasi (Epoch)	Rata-rata Waktu (s)	Jumlah Pengujian	Keberhasilan Deteksi	Persentase (%)
1	100	7	20	13	65
2	200	14	20	16	85
3	300	21	20	14	70
4	400	28	20	12	60
5	500	32	20	13	65
6	600	42	20	13	65
7	700	48	20	10	50
8	800	55	20	11	55
9	900	63	20	14	70
10	1000	73	20	13	65

- Hasil terbaik diperoleh dengan persentase deteksi menggunakan iterasi 200 dengan tingkat akurasi sebesar 85% dengan waktu rata - rata 14 detik, jumlah pengujian 20 dan tingkat keberhasilan deteksi yang didapat sebanyak 16.
- Hasil terburuk diperoleh dengan persentase deteksi menggunakan iterasi 200 dengan tingkat akurasi sebesar 50% dengan waktu rata - rata 48 detik, jumlah pengujian 20 dan tingkat keberhasilan deteksi yang didapat sebanyak 10.

A. Kesimpulan

Hasil pengujian dari metode *local binary pattern (LBP)* dan *learning vector quantization (LVQ)* dalam sistem deteksi penyakit diabetes retinopati ini cukup baik dengan menggunakan parameter-parameter yang sesuai dengan penelitian.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan ekstraksi *Local Binary Pattern (LBP)* dan klasifikasi *learning vector quantization (LVQ)* dapat dimanfaatkan dalam pendeteksian diabetes retinopati. Dari hasil analisis pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa aplikasi deteksi penyakit diabetes retinopati berdasarkan pengolahan citra ini memiliki tingkat akurasi sebesar 85% dengan iterasi 200 dan rata-rata pendeteksian 14 detik. Semakin besar nilai Karena sangat mempengaruhi dalam pengujian aplikasi. Semakin foto tersebut terlihat jelas (sempurna) maka aplikasi akan mendeteksi secara sempurna dan tingkat akurasi yang didapat akan menghasilkan nilai yang sempurna.

VI. PENUTUP

iterasi semakin lama juga pendeteksian atau pencocokan data, namun tingkat akurasi mendapatkan hasil yang berbeda-beda. Sehingga nilai iterasi mempengaruhi tingkat akurasi dan waktu pendeteksian.

B. Saran

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terdapat beberapa saran yang ingin disampaikan demi pembangunan sistem yang lebih baik lagi.

- Melakukan proses pelatihan dengan data latih yang lebih banyak dan lebih beragam untuk mendapatkan model klasifikasi yang jauh lebih baik.
- Hasil dari citra (gambar) retina mata yang telah di deteksi oleh alat foto fundus diusahakan foto tersebut harus sempurna tidak rusak, robek maupun kurang jelas (blur).

DAFTAR PUSTAKA

[1] Adjeng N, G, sistem pakar untuk diagnosa penyakit “Diabetes Mellitus Menggunakan Metode *Forward Chaining*”, Yogyakarta, STIMIK AMIKOM, 2010.
 [2] A. Sopharak, M.N. Dailey, B. Uyyanonvara, S. Barman, T. Williamson, K.T. New, dan Y.A. Moe, Machine Learning Approach to Automatic Exudate Detection in Retinal Images from Diabetic Patients, *Journal of Modern Optic*, No. 2, Vol. 57 :124 -135, 2010.

- [3] Denok Puspitasari, "Sistem Pakar Diagnosa Diabetes Nefropathy Dengan Metode *Certainly Factor* Berbasis Web dan Mobile", Surabaya, Politeknik Elektronika Negeri.
- [4] Dewi Pratama Kurniawati, "Implementasi Metode *Dempster Shafer* Pada Sistem Pakar Untuk Diagnosa Jenis-jenis Penyakit Diabetes Melitus", Semarang, Universitas Dian Nuswantoro.
- [5] Fathin, "RetinopatiDiabetik" <http://catatancoas.blogspot.co.id/2015/04/retinopati-diabetik.html> diakses tanggal (18 desember 2016).
- [6] Mochammad Donny Fardhani, "Aplikasi *Biometrik* Untuk *Eye Detection* Menggunakan Metode *Hough Transform*", Bandung, Institut Teknologi Nasional, 2011.
- [7] M. Heikkilä, M. Pietikäinen and C. Schmid, "Description of interest regions with center-symmetric local binary patterns," in *Proc. Indian Conference on Computer Vision, Graphics and Image Processing (ICVGIP)*, 2006.
- [8] NithaThamrin, "https://www.slideshare.net/nitath/pemicu-iii-modul-inera-mata-diabetik, diakses (tanggal 8 Nopember 2016).
- [9] Prijo.,S."AnatomiMata", <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/Ophthalmologi.pdf> diakses (tanggal 25 Desember 2016).
- [10] Renny, Nita, Hernawati, "Klasifikasi Pola *Mikrovaskuler* Retina untuk Deteksi Dini Retinopatik Diabetik dengan menggunakan *Support Vector Machine*", Yogyakarta, Universitas Sanata Dharma, 2015.
- [11] Rischan Mahrur, "Pengenalan Huruf Jawa menggunakan Metode *Learning Vector Quantization (LVQ)*", Yogyakarta, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- [12] Rodiah Rahmawaty, "Diabetik Retinopati", Medan, Fakultas Kedokteran Sumatera Utara, 2007.
- [13] Rocky Yefrenes Dillak, dkk, "Identifikasi Fase Penyakit Diabetes menggunakan jaringan syaraf tiruan *multi layer perception*", Yogyakarta : GrahaIlmu, 2013.
- [14] S. Heranurweni, "Pengenalan Wajah Dengan Menggunakan Metode *Learning Vector Quantization*", Semarang, Universitas Semarang, 2014.
- [15] S. Novilianty, "Segmentasi Citra Digital Pembuluh Darah Mata Untuk Mendeteksi Tingkat Keparahan Diabetic Retinopathy", Yogyakarta, STIMIK AMIKOM.
- [16] T. Kohonen, "LVQ_PAK version 3.1, The Learning Vector Quantization Program Package," LVQ Programing Team of the Helsinki University of Technology, 1995.
- [17] Yafis Sukma Kurniawan, berjudul "Deteksi Tingkat Keparahan Retinopati Diabetes Dengan Menggunakan Metode Klasifikasi A - *Nearest Neighbor Method*". Bandung, Institut Teknologi Telkom, 2015.