

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Penerapan *Fuzzy Learning Vector Quantization* pada
Klasifikasi Tingkat Keparahan Macula Edema
Berdasarkan Citra Retina Mata**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Informatika

Oleh:

TRI DEPA RIASTA**11351104702**

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU
2019

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSETUJUAN**Penerapan *Fuzzy Learning Vector Quantization* pada
Klasifikasi Tingkat Keparahan Macula Edema
Berdasarkan Citra Retina Mata****TUGAS AKHIR**

Oleh

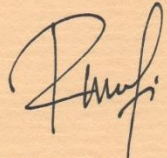
TRI DEPA RIASTA
11351104702

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan tugas akhir
di Pekanbaru, pada tanggal 26 Desember 2019

Pembimbing I,


Siska Kurnia Gusti, S.T., M.Sc.
NIK. 130 517 105

Pembimbing II,


Reski Mai Candra, S.T., M.Sc.
NIP. 19860505 201503 1 006



LEMBAR PENGESAHAN

Penerapan *Fuzzy Learning Vector Quantization* pada Klasifikasi Tingkat Keparahan Macula Edema Berdasarkan Citra Retina Mata

TUGAS AKHIR

Oleh


TRI DEPA RIASTA
11351104702


Telah dipertahankan di depan sidang dewan penguji
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru pada tanggal 26 Desember 2019.

Pekanbaru, 26 Desember 2019

Mengesahkan

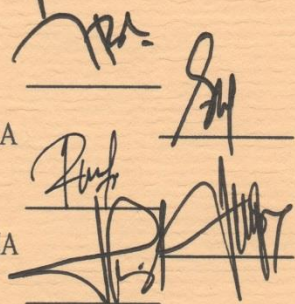
Ketua Jurusan,

Dekan,

Dr. Ahmad Darmawi, M.Ag
NIP. 19660604 199203 1 004


Dr. Elin Haerani, S.T., M.Kom.
NIP. 19810523 200710 2 003

DEWAN PENGUJI

Ketua : Novriyanto, S.T., M.Sc.
Sekretaris : Siska Kuria Gusti, S.T., M.Sc, CIBIA
Pembimbing II : Reski Mai Candra, S.T., M.Sc.
Anggota I : Fadhilah Syafria, S.T., M.Kom, CIBIA
Anggota II : Suwanto Sanjaya, S.T., M.Kom.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi perpustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagai atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan tugas akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal peminjaman.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan didalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 26 Desember 2019

Yang membuat pernyataan,

Tri Depa Riasta
11351104702

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(QS. Al-Insyirah (5))

Hari ini engkau izinkan aku memberikan sanyuman kepada orang-orang yang terkasih. Secerca harapan dan sepenggal asa akan kuraih. Engkau izinkan aku menuaikan do’a bahagia kepada orang-orang yang ku cintai

Ibu

Tak lain dan tak bukan hanya do’a dan restu yang selalu engkau hadiahkan untuk mengiringi langkahku hingga bisa menuntunku sampai saat ini.

Setiap kesabaranmu, nasihatmu, semangatmu yang bisa menuntunku hingga saat ini. Tiada tempat yang lebih baik untuk kembali dari kegelisahan di dunia selain dirimu ibu.

Ayah

Terimakasih atas segala kasih sayangmu. Terimakasih atas segala apa yang telah engkau korbakan untukku. Kupersembahkan ini ayah sebuah karya kecilku.

Semoga Allah swt membalas segala apa yang Ibu dan Ayah berikan.

Terimakasih untuk do’a-do’a nya. Karya kecil ini menjadi awal dari perjalanan karirku.

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Penerapan *Fuzzy Learning Vector Quantization* pada Klasifikasi keparahan Macula Edema

TRI DEPA RIASTA

11351104702

Jurusan Teknik Informatika

Fakultas Sains Dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

ABSTRAK

Diabetes Macula Edema (DME) merupakan jenis penyakit gangguan penglihatan akibat dari diabetik retinopati stadium lanjut. Penyakit Diabetik Macula Edema mempengaruhi penglihatan pasien yang dapat menyebabkan kebutaan. Secara global, 21 juta orang diidentifikasi dengan DME dan tingkat prevalensi adalah 10,2% (Panozzo et al., 2004). Beberapa dokter spesialis mata melakukan pengamatan citra retina yang diambil dari hasil menggunakan kamera fundus dan mengelompokan jenis-jenis penyakit macula edema. Berdasarkan uraian masalah yang telah dijelaskan diatas dan peningkatan kasus macula edema diseluruh dunia dan diIndonesia, maka dibuat sebuah penelitian yang menggunakan pengolahan citra digital dan jaringan saraf tiruan. penelitian ini menggunakan metode *Hue Saturation Value* (HSV) untuk cirri warna, metode *Local Binary Pattens* (LBP) untuk ciri tekstur dan penelitian menggunakan metode *Fuzzy Learning Vektor Quantization* (FLVQ) klasifikasi data latih dan data uji,. Jumlah data yang diguakan yaitu 20 data dengan ukuran data 2304x 1536 dan pembagian data menggunakan *kfold* , *learning rate* minimal alfa (min α) 0,000001, nilai alfa (α) 0,02 , nilai pengurangan alfa 0,9 , nilai koefisien beta pelebaran (β_1) 1,4 dan nilai koefisien beta penyempitan (β_2) 0,8. Hasil dari penelitian yang menggunakan data citra retina mata mendapatkan akurasi tertinggi 76,5%. Sehingga dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa metode yang digunakan dapat diterapkan pada klasifikasi *Fuzzy Learning Vector Quantization*.

Kata Kunci: Diabetes Macula Edema, *Fuzzy Learning Vector Quantization*, *Hue Saturation Value*, *Local Binary Pattens*, *K-fold*.

Application of Fuzzy Learning Vector Quantization in Macula Edema severity classification

TRI DEPA RIASTA

11351104702

Departement of Informatics Engineering

Faculty of Science and Technology

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

ABSTRACT

Diabetes Macula Edema (DME) is a type of vision disorder caused by advanced stage diabetic retinopathy. Diabetic Macula Edema affects the patient's vision which can cause blindness. Globally, 21 million people are identified with DME and the prevalence rate is 10.2% (Panozzo et al., 2004). Some eye specialists observe the retinal image taken from the results using a fundus camera and classify types of macular edema. Based on the problem description that has been explained above and the increasing cases of macular edema throughout the world and in Indonesia, a study was made using digital image processing and artificial neural networks. This study uses the Hue Saturation Value (HSV) method for color features, the Local Binary Pattens (LBP) method for texture characteristics and research uses the Fuzzy Learning Vector Quantization (FLVQ) method of training data and test data classification. The amount of data used is 210 data with a data size of 2304 x 1536 and data sharing using kfold, minimum alpha learning rate (min α) 0.000001, alpha value (α) 0.02, alpha reduction value 0.9, alpha coefficient value widening (β_1) 1.4 and the value of the beta constriction coefficient (β_2) 0.8. Results from studies using retinal eye image data obtained the highest accuracy of 76,5%. So from the research conducted it can be concluded that the method used can be applied to the classification of Fuzzy Learning Vector Quantization.

Keyword : *Diabetes Macula Edema, Fuzzy Learning Vector Quantization, Hue Saturation Value, Local Binary Pattens, K-fold.*

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalammu'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh.

Alhamdulillah, Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Penerapan Fuzzy Learning Vector Quantization pada Klasifikasi keparahan Macula Edema”**. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu prasyarat kelulusan dari Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Selama pelaksanaan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan pengetahuan, bimbingan, dukungan, dan arahan serta masukan dari semua pihak yang telah membantu hingga penulisan laporan ini dapat diselesaikan. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. KH. Ahmad Mujahidin, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
 2. Bapak Dr. Ahmad Darmawi, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
 3. Ibu Dr. Elin Haerani, ST, M.Kom selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Ibu Iis Afrianty, S.T., M.Sc selaku koordinator Tugas Akhir Teknik Informatika yang telah banyak membantu dalam pengurusan tugas akhir ini sehingga memperlancar penyusunan tugas akhir serta banyak memberikan arahan dan masukan untuk kesempurnaan tugas akhir ini.
- Bapak Febi Yanto, M.Kom selaku penasehat akademik yang sangat membantu dalam kelancaran kuliah serta memberikan arahan dan motivasi yang sangat luar biasa.
- Ibu Siska Kurnia Gusti, ST, M.Sc,CIBIA dan bapak Reski Mai Candra,ST, M.Sc, selaku pembimbing tugas akhir dari jurusan teknik informatika yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta memberikan banyak kritik dan saran yang membangun dalam penyusunan tugas akhir ini.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Ibu Fadhilah Syafria, ST, M.Kom, CIBIA selaku penguji I yang telah memberikan arahan dan masukan agar tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik

Bapak Suwanto Sanjaya, ST, M.Kom selaku penguji II yang telah memberikan banyak masukan agar tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Ibu dan Bapak dosen TIF yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.

Ayahanda terhebat Wemrizal dan ibunda tercinta Yasmainer yang selalu memberi do'a dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Terima kasih kepada Adik kakak Yujia Erika Yandara, Novi Riyasta dan Angga Riyasta yang selalu mendo'akan dan memberikan semangat

12. Terkhusus Leni Auliya.Z, Lidya Ningsih, ST, M. Fadhilunnas, Naldo Afri Maiyora, Arif Muhti Supriyatno, ST, Rizky Subagja, ST, Fitri Edward, ST yang merupakan sosok teman curhat, sahabat dan bahkan bisa dianggap sebagai saudara yang tak pernah lelah memberikan penulis semangat dan yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

13. Teman-teman TIF UIN SUSKA angkatan 2013 yang lagi berjuang memperoleh gelar ST, semangat.

Semua pihak yang terlibat baik langsung maupun tidak langsung dalam pelaksanaan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya maupun pembaca pada umumnya. Penulis berharap ada masukan, kritikan, maupun saran dari pembaca atas tugas akhir ini yang dapat disampaikan ke alamat email penulis: t.depa.riasta@students.uin-suska.ac.id Akhir kata penulis ucapkan terima kasih dan selamat membaca.

Pekanbaru, 26 Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-5
1.3 Batasan Masalah	I-5
1.4 Tujuan Penelitian	I-5
1.5 Sistematika Penulisan	I-5
BAB II LANDASAN TEORI.....	II-1
2.1 Citra Digital	II-1
2.1.1 Jenis Citra Digital.....	II-1
2.2 Pengolahan Citra Digital.....	II-2
2.2.1 Preprocessing	II-3
2.2.2 <i>Feature Extraction</i>	II-3
2.3 <i>Hue Saturation Value</i> (HSV).....	II-3
2.4 <i>Local Binary Pattens</i> (LBP)	II-5
2.5 Statistika Ektraksi Ciri.....	II-7
2.6 Jaringan Saraf Tiruan.....	II-8
2.6.1 <i>Learning Vector Quantization</i> (LVQ).....	II-8

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.6.2	Aritmatika <i>Fuzzy</i>	II-9
2.6.3	Representasi Bilangan <i>Fuzzy</i> Segitiga	II-10
2.6.4	Nilai Similaritas	II-11
2.6.5	Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan.....	II-11
2.6.6	<i>Fuzzy Learning Vector Quantization</i> (FLVQ)	II-12
2.6.7	Penentuan kelas pemenang	II-15
2.7	Macula Edema	II-19
2.8	<i>Hard Exudate</i>	II-21
2.9	<i>K-fold Validation</i>	II-22
2.10	Confusion Matrik.....	II-23
2.11	Penelitian Terkait.....	II-24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		III-1
3.1	Pendahuluan.....	III-1
3.2	Pengumpulan Data	III-2
3.3	Studi Pustaka.....	III-2
3.4	Analisa	III-2
3.4.1	Analisa Data	III-3
3.4.2	<i>Preprocessing</i>	III-4
3.4.3	<i>Processing</i>	III-4
3.4.4	<i>Classification</i>	III-5
3.5	Implementasi dan Pengujian.....	III-8
3.6	Pengujian	III-9
3.7	Kesimpulan dan Saran	III-9
BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN		IV-1
4.1	Analisa Kebutuhan Data	IV-1
4.2	<i>Preprocessing</i>	IV-2
4.3	<i>Processing</i>	IV-3
4.3.1	Ekstraksi Ciri Warna HSV	IV-6
4.3.2	Ekstraksi Ciri Tekstur LBP	IV-15
4.3.3	Proses pembagian data <i>K-fold cross validation</i>	IV-20
4.3.4	Klasifikasi (FLVQ)	IV-21



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.4 Perancangan Antar muka	IV-45
BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN.....	V-1
5.1 Implementasi.....	V-1
5.1.1 Ruang Lingkup Implementasi	V-2
5.1.2 Implementasi Antarmuka (<i>Interface</i>).....	V-2
5.2 Pengujian	V-6
5.2.1 Rancangan Pengujian	V-6
5.2.2 Pengujian Kode Sumber Metode	V-7
5.2.3 Kesimpulan Pengujian Metode Penelitian	V-13
5.2.4 Pengujian Akurasi	V-13
5.2.5 Pengujian Pembagian Data Latih Dan Data Uji.....	V-13
5.2.6 Akurasi Hasil Pengujian.....	V-21
5.2.7 Analisa Hasil Pengujian	V-39
BAB VI PENUTUP.....	VI-1
6.1 Kesimpulan	VI-1
6.2 Saran	VI-1
DAFTAR PUSTAKA	xviii
LAMPIRAN.....	A-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 <i>Koordinat Citra Digital</i> (Putra, 2010)	II-1
2.2 <i>Model warna HSV</i>	II-4
2.3 Menentukan <i>Threshold</i> pada Citra	II-6
2.4 Perbandingan Nilai Tengah dan Nilai Ketetanggan	II-6
2.5 Menentukan Nilai Pikel Ketetanggan	II-6
2.6 Perkalian nilai piksel baru dengan nilai 2^p	II-7
2.7 Struktur Jaringan LVQ(Arifianto et al., 2014).....	II-9
2.8 Bilangan <i>Crisp</i> (Syafria, 2014a)	II-9
2.9 Representasi Bilangan <i>Fuzzy</i> Segitiga	II-10
2.10 Arsitektur FLVQ	II-13
2.11 Nilai similaritas dari dua bilangan <i>fuzzy</i>	II-15
2.12 Kondisi diabetik retinopati makula edema.....	II-19
2.13 Retina Mata Normal.....	II-20
2.14 Retina Mata Sedikit Kerusakan.....	II-21
2.15 Retina Mata Parah	II-21
2.16 Skema 10 <i>fold Cross Validation</i>	II-22
3.1 Metodologi Penelitian	III-1
3.2 Proses Analisa Keparahan Macula Edema.....	III-3
3.3 Alur Proses ekstraksi fitur warna dengan HSV.....	III-4
3.4 Alur proses ekstraksi fitur tekstur dengan LBP	III-5
3.5 Alur Proses Klasifikasi dengan FLVQ.....	III-6
5.1 Tampilan Halaman Utama.....	V-1
5.2 Periksa Keparahan Macula Edema.....	V-2
5.3 Tampilan Ekstraksi Ciri.....	V-3
5.4 Tampilan Langkah Pelatihan.....	V-4
5.5 Tampilan Pengujian.....	V-5
5.6 <i>Confusion Matrix</i>	V-6
5.7 Grafik Akurasi Menggunakan <i>Confusion Matrix</i>	V-11

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta ini milik UIN Suska Riau

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Model <i>Confusion Matrix</i>	II-23
2.2 Penelitian Terkait	II-24
4.1 Nilai R	IV-4
4.2 Nilai G	IV-5
4.3 Nilai B	IV-5
4.4 Normalisasi r (<i>red</i>)	IV-7
4.5 Normalisasi g (<i>green</i>)	IV-8
4.6 Normalisasi b (<i>blue</i>)	IV-9
4.7 Nilai <i>Value</i>	IV-11
4.8 Nilai <i>Saturation</i>	IV-12
4.9 Nilai Hue Citra	IV-22
4.10 Nilai Mean HSV	IV-14
4.11 Konversi RGB Ke Grayscale	IV-16
4.12 Nilai LBP (x, y)	IV-19
4.13 Nilai Ekstraksi Ciri HSV dan LBP	IV-20
4.14 Nilai Data Latih Citra Retina Mata Kelas Normal	IV-22
4.15 Nilai Vektor Perwakilan (<i>fuzzyfikasi</i>) Kelas Normal	IV-23
4.16 Nilai Vektor Perwakilan (<i>fuzzyfikasi</i>) Kelas Parah	IV-23
4.17 Nilai Vektor Perwakilan (<i>fuzzyfikasi</i>) Kelas Sedang	IV-24
4.18 Nilai Similaritas dan Nilai Minimal Kelas Normal	IV-26
4.19 Nilai Similaritas dan Nilai Minimal Kelas Parah	IV-27
4.20 Nilai Similaritas dan Nilai Minimal Kelas Sedang	IV-28
4.21 Bobot Epoch 88 (iterasi terakhir)	IV-39
4.22 Nilai <i>Red</i> Data Uji	IV-40
4.23 Nilai <i>Green</i> Data Uji	IV-41
4.24 Nilai <i>Blue</i> Data Uji	IV-41
4.25 Nilai Bobot Ekstraksi Ciri HSV dan LBPProses	IV-42
4.26 Keterangan Menu Utama	IV-46

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.27	Keterangan pengujian individu	IV-46
4.28	Keterangan Ekstraksi Ciri	IV-48
4.29	Keterangan Langkah Pelatihan	IV-48
5.1	Kode Sumber Ekstraksi Ciri Warna <i>Hue Saturation Value</i>	V-1
5.2	Kode Sumber Ekstraksi Ciri Tekstur <i>Local Binary Pattern</i>	V-2
5.3	Kode Sumber Klasifikasi (FLVQ).....	V-11
5.4	Kode Sumber Pengujian (FLVQ).....	V-12
5.5	<i>K-Fold Cross Validation</i>	V-13
5.6	Pengujian Citra Pembagian Data Latih dan Data Uji <i>fold</i> ke-9.....	V-14
5.7	Pengujian Citra Pembagian Data Latih dan Data Uji <i>fold</i> ke-9.....	V-15
5.8	Pengujian Citra Pembagian Data Latih dan Data Uji <i>fold</i> ke-6.....	V-16
5.9	Pengujian Citra Pembagian Data Latih dan Data Uji <i>fold</i> ke-9.....	V-16
5.10	Pengujian Citra Pembagian Data Latih dan Data Uji <i>fold</i> ke-8.....	V-17
5.11	Pengujian Citra Pembagian Data Latih dan Data Uji <i>fold</i> ke-8.....	V-18
5.12	Akurasi nilai <i>learning rate</i>	V-21
5.13	Akurasi nilai <i>learning rate</i>	V-24

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetes Macula Edema (DME) merupakan jenis penyakit gangguan penglihatan akibat dari diabetik retinopati stadium lanjut. Penyakit Diabetik Macula Edema mempengaruhi penglihatan pasien yang dapat menyebabkan kebutaan. Secara global, 21 juta orang diidentifikasi dengan DME dan tingkat prevalensi adalah 10,2% (Panozzo et al., 2004).

National Eye Institute (NEI) mengatakan bahwa sekitar 7,7 juta orang Amerika memiliki retinopati diabetes dan mereka sekitar 750.000 juga memiliki Diabetes Macula Edema. Sebuah studi baru-baru ini menunjukkan bahwa orang Amerika non-Hispanik Afrika tiga kali lebih mungkin untuk mengembangkan DME daripada orang kulit putih non-Hispanik, kemungkinan besar karena tingginya insiden diabetes di populasi Afrika Amerika.

Posisi negara Indonesia sebagai negara penderita diabetes yang dikemukakan oleh Prof. Dr. Sidartawan Soegondo tahun 2005 bahwa Indonesia menjadi negara nomor empat terbanyak tentang kasus diabetes. Hal ini beliau sampaikan berdasarkan World Health Organization (WHO), dimana laporan dari WHO tentang urutan kasus diabetes pada tahun 2000 yaitu India dengan jumlah kasus 31,7 juta, Cina dengan jumlah kasus 20,8 juta, Amerika Serikat dengan jumlah kasus 17,7 juta dan posisi ke empat yaitu Indonesia dengan jumlah kasus 8,4 juta orang. Menurut WHO jumlah penderita diabetes seluruh dunia yaitu sebanyak 143 juta penderita. Secara jumlah ini diprediksikan akan meningkat dua kali lipat pada tahun 2030 serta 77% akan terjadi di negara berkembang contoh seperti Indonesia.

Beberapa dokter spesialis mata melakukan pengamatan citra retina yang diambil dari hasil menggunakan kamera fendus dan mengelompokkan jenis-jenis penyakit macula edema. Cara tersebut kurang efektif dikarenakan waktu yang lama dalam pengamatan yang akan memungkinkan terjadinya kesalahan dalam melakukan suatu pengamatan tersebut. Hal ini mengakibatkan lambat serta

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

sulitnya dokter spesialis untuk melakukan penentuan terapi yang dapat diberikan kepada pasien (Sanjaya, Priyatno, Yanto, & Afrianty, 2018).

Berdasarkan uraian masalah yang telah dijelaskan diatas dan peningkatan kasus macula edema diseluruh dunia dan di Indonesia, maka dibuat sebuah penelitian yang menggunakan pengolahan citra digital dan jaringan saraf tiruan, penelitian yang akan dilakukan diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan-permasalahan tentang macula edema.

Penelitian yang terkait tentang penyakit macula edema ini pernah diteliti oleh S.T Lim, M.K Ahmed dan S.L Lim peneliti tentang *Automatic Classification of Diabetic Macula Edema using a Modified Completed Local Binary Pattern*. mendapatkan tingkat akurasi sebesar 52% (Lim, Ahmed, dan Lim, 2017). Penelitian selanjutnya pernah dilakukan oleh U. Rajendra Acharya, Muthu Rama Krishnan Mookiah, Joel E.W. Koh, Jen Hong Tan, Sulatha V. Bhandary, A Krishna Rao, Yuki Hagiwara, Chua Kuang Chua, Augustinus Laude tentang *Automated Diabetic Macula Edema Grading System using DWT, DCT Features and Maculopathy Index* tingkat akurasi sebesar 97 % (Acharya et al., 2017).

Pengolahan citra merupakan pengolahan data berbentuk gambar atau citra. Citra salah satu komponen multimedia yang memegang peranan yang sangat penting sebagai bentuk informasi visual atau gambar (Kusumanto dan Tomponu, 2011). Pengelohan citra terdapat beberapa metode, diantaranya *local Binary Pattens* (LBP).

HSV merupakan salah satu model yang mengelolah suatu warna dimana model HSV ini mempunyai 3 komponen warna, diantaranya yaitu *hue*, *saturation* dan *value*. *Hue* merupakan ukuran panjang gelombang pada warna dominan yang diterima penglihatan. *Saturation* merupakan ukuarn banyaknya cahaya putih yang bercampur pada *hue*. (R. D. Kusumanto et al., 2015)

Penelitian yang menggunakan metode *Hue Saturation Value* (HSV) telah banyak digunakan dan dilakukan, salah satu yang pernah diteliti oleh Elvia Budianita, Jasril dan Lestari Handayani meneliti tentang Implementasi Pengolahan Citra dan Klasifikasi *K-Nearest Neighbour* Untuk Membangun Aplikasi Pembeda Daging Sapi dan Babi dengan tingkat akurasi tertinggi yaitu

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

88,75%. (Elvia Budianita, Jasril dan Lestari Handayani, 2015). Penelitian selanjutnya oleh Y. A. Gerhana, W. B. Zulfikar, A. H. Ramdani dan M. A. Ramdhani tentang Implementation of Nearest Neighbor using HSV to Identify Skin Disease dengan tingkat akurasi 80 % dan penelitian selanjutnya diteliti oleh Arissa Aprillia, Nurcahyani dan Ristu Saptono tentang Identifikasi Kualitas Beras dengan Citra Digital dengan tingkat akurasi sebesar 96,67%. (Arissa Aprillia, Nurcahyani dan Ristu Saptono, 2015)

Local binary pattern (LBP) adalah jenis operator tekstur skala abu-abu yang digunakan untuk menggambarkan tata ruang tekstur gambar (Li, Li, & Zhu, 2013). Metode LBP merupakan deskriptor tekstur yang dapat juga digunakan untuk mewakili objek digunakan untuk mewakili objek, karena gambar sebuah objek dapat dilihat sebagai sebuah *micro-texture-pattern* yang menggambarkan tataruang lokal citra (Oktista, 2015). Keunggulan metode LBP adalah kesederhanaan perhitungannya, memiliki waktu komputasi yang lebih cepat dan sifatnya yang invariant terhadap perubahan fotometri dari objek yang sama. (Sari, Hidayat, & Sunarya, 2014).

Penelitian yang menggunakan *Local Binary Pattens* (LBP) oleh (Riska, Cahyani, & Rosadi, 2014) tentang Klarifikasi Jenis Tanaman mangga Gadung dan Mangga Madu Berdasarkan Tulang Daun mendapatkan tingkat akurasi 78,5 % . Penelitian selanjutnya pernah dilakukan oleh Luluk Listyani Ayuningtyas, Bambang Hidayat, DEA, Suhardjo tentang Simulasi dan Analisa Deteksi Pulpitis melalui Periapikal Radiograf menggunakan Metode *Local Binary Pattern* dengan Klarifikasi *Fuzzy Logic* dengan tingkat akurasi 80 % (Ayuningtyas, Hidayat, & Suhardjo, 2015) dan penelitian selanjutnya dilakukan oleh Adi Pramana Putra, Youllia Indrawaty Nurhasana dan Andriana zulkarnain tentang Deteksi Penyakit Diabetes Retinopati pada Retina Mata Berdasarkan Pengolahan citra menggunakan metode LBP dan LVQ dengan tingkat akurasi 85 % (A. P. Putra, Nurhasanah, & Zulkarnain, 2017)

Setelah didapatkan hasil dari proses ekstraksi ciri menggunakan metode HSV metode LBP tersebut, maka tahapan selanjutnya dibutuhkan proses klasifikasi untuk mendapatkan hasil dari penelitian yang dilakukan yaitu dengan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

menggunakan metode Jaringan Saraf Tiruan (JST). JST merupakan suatu sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik menyerupai jaringan saraf manusia. JST tercipta sebagai suatu generalisasi model matematis dari pemahaman manusia (*huku, cognition*) (Jumarwanto, Hartanto, & Prastiyanto, 2009). Proses klasifikasi pada penelitian ini bertujuan untuk pengenalan penyakit macula edema dengan menggunakan metode *Fuzzy Learning Vector Quantization* (FLVQ).

Menurut Rochmatullah yang dikutip dari (Syafria, 2014) *Fuzzy Learning Vector Quantization* (FLVQ) adalah pengembangan dari algoritma *learning vector quantization*. FLVQ memanfaatkan teori *fuzzy* pada *vector* masukan, proses pembelajaran dan penentuan kategori *vector* masukan (Syafria, 2014).

Penelitian yang menggunakan FLVQ pernah digunakan oleh I Gede Sujana Eka Putra, I K G Darma Putra dan Putu Agung Bayupati penelitian yang dilakukan tersebut menggunakan algoritma FLVQ dan *fuzzy backpropagation* untuk mengetahui algoritma dengan hasil yang lebih baik. Hasil penelitian menunjukkan algoritma FLVQ memiliki klasifikasi yang lebih baik dari *Fuzzy Backpropagation* dan kecepatan pelatihan FLVQ lebih tinggi dari *Fuzzy Backpropagation* dengan akurasi presentase kecocokan FLVQ 93,78% dan akurasi presentase tertinggi *fuzzy backpropagation* 93,30% (I. G. S. E. Putra, Putra, & Bayupati, 2014).

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan dan beberapa penelitian yang menggunakan metode *Hue Saturation Value* (HSV) untuk cirri warna, metode *Local Binary Pattens* (LBP) untuk ciri tekstur dan penelitian menggunakan metode *Fuzzy Learning Vector Quantization* (FLVQ) klasifikasi data latih dan data uji, maka peneliti melakukan penelitian tentang penyakit macula edema yang akan membahas tentang klasifikasi tingkat keparahan macula edema berdasarkan citra retina mata dengan menggunakan metode HSV, LBP dan FLVQ. Metode yang digunakan berharap dapat mengenali citra retina mata dan mendapatkan tingkat akurasi lebih baik.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian masalah pada latar belakang, maka yang menjadi rumusan masalah pada penelitian yang akan diteliti adalah “bagaimana menerapkan metode *Fuzzy Learning Vector Quantization* (FLVQ) pada klasifikasi tingkat keparahan macula edema berdasarkan citra retina mata untuk mendapatkan tingkat akurasi lebih baik”.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah ada dan yang dijelaskan, batasan masalah pada penelitian ini ialah:

1. Data yang digunakan data sekunder dari jurnal Decenciere et al (2014) dengan judul “*Feedback On A Publicly Distributed Image Database: The Messidor Database*”
2. Penelitian ini hanya membahas tentang *Hard Exudate*.
3. Data yang digunakan pada penelitian hanya 210 data gambar retina mata.
4. Klasifikasi pada penelitian ini hanya 3 kelas yaitu kelas normal, kelas sedang dan kelas parah.
5. Ekstraksi ciri menggunakan metode HSV dan LBP.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian adalah menerapkan metode *Fuzzy Learning Vector Quantization* (FLVQ) pada klasifikasi tingkat keparahan macula edema berdasarkan citra retina mata untuk mendapatkan tingkat akurasi lebih baik.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penyusunan laporan kerja praktek ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi latar belakang, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan teori singkat tentang hal-hal yang berhubungan dengan judul, model pengembangan aplikasi serta



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tentang teori-teori yang mendukung pembuatan aplikasi. Teori yang diangkat yaitu mengenai metode *Hue Saturation Value* (HSV) sebagai citra warna, metode *Local Binary Pattens* (LBP) sebagai citra tekstur dan metode *fuzzy learning vector quantization* (FLVQ)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang beberapa rangkaian tahapan dalam pembuatan aplikasi, mulai dari melakukan pengumpulan data, analisa dan perancangan, tahap implementasi dan pengujian yang digunakan, hingga kesimpulan dan saran.

BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN

Bab ini berisi tentang analisa dari aplikasi yang akan dibangun dan metode *Hue Saturation Value* (HSV), metode *Local Binary Pattens* (LBP) dan metode *Fuzzy Learning Vector Quantization* (FLVQ) yang digunakan dalam tugas akhir ini.

BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini berisi tentang hasil implementasi dari perancangan yang telah dibuat sebelumnya, yaitu meliputi implementasi basis data, implementasi metode yang digunakan dan implementasi sistem.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

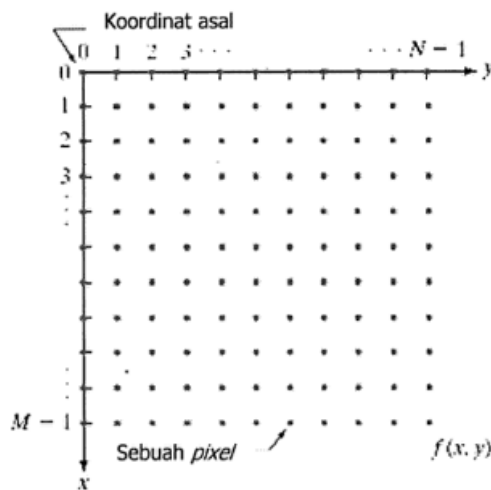
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Citra Digital

Citra digital merupakan sebuah larik (array) yang berisi nilai-nilai *real* maupun kompleks yang direpresentasikan dengan deretan bit tertentu. Suatu citra dapat didefinisikan sebagai fungsi $f(x,y)$ berukuran M baris dan N kolom, dengan x dan y adalah koordinat spasial, dan amplitude f dititik koordinat (x,y) dinamakan intensitas atau tingkat keabuan dari citra pada titik tersebut. Apabila nilai x,y dan nilai amplitude f secara keseluruhan berhingga (*finite*) dan bernilai diskrit maka dapat dikatakan bahwa citra tersebut adalah citra digital (Wong, Hardy, & Maulana, 2013). Berikut ini merupakan koordinat dari citra digital:



Gambar 2.1 Koordinat Citra Digital (Putra, 2010)

2.1.1 Jenis Citra Digital

Citra digital pada umumnya dapat dibagi menjadi 3 macam, yakni *color image*, *black and white image* dan *binary image*. Berikut ini merupakan jenis-jenis dari citra digital: (Kusumanto & Tomponu, 2011)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. *Color image* atau RGB (*Red, Green, Blue*)

Color image ini masing-masing pikselnya memiliki warna tertentu, warna tersebut adalah merah (*red*), hijau (*green*), biru (*blue*). Jika masing-masing warna memiliki range 0-255, maka totalnya adalah $255^3 = 16.581.375$ (16 K) variasi warna berbeda pada gambar, dimana variasi warna ini cukup untuk gambar apapun. Karena jumlah bit yang diperlukan untuk setiap pixel, gambar tersebut juga disebut gambar bit-warna. *Color image* ini terdiri dari tiga matriks yang mewakili nilai-nilai merah, hijau dan biru untuk setiap pikselnya,

2. *Black and White (grayscale)*

Citra digital *black and white (grayscale)* setiap pikselnya mempunyai warna gradasi yang terdiri dari putih dan hitam. Piksel pada citra digital *grayscale* diwakili oleh 8 bit, atau 1 *byte*. *Black and white* sebenarnya merupakan hasil rata-rata dari *color image*, dengan demikian maka persamaannya dapat dituliskan sebagai berikut:

$$I_{BW}(x, y) = \frac{I_R(x, y) + I_G(x, y) + I_B(x, y)}{3} \quad (2.1)$$

Dimana $I_R(x, y)$ = nilai piksel *red* titik (x, y) , $I_G(x, y)$ = nilai piksel *green* titik (x, y) , $I_B(x, y)$ = nilai piksel *blue* titik (x, y) sedangkan $I_{BW}(x, y)$ = nilai piksel *black and white* titik (x, y)

3. *Binary Image*

Piksel terdiri dari warna hitam dan putih, karena hanya ada dua warna, maka hanya perlu 1 bit per piksel (0 dan 1) atau dalam 8 bit (0 dan 255) sehingga sangat efisien dalam hal penyimpanan. *Binary image* merupakan hasil pengolahan dari *black and white image*

2.2 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital (*digital image processing*) adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari tentang teknik-teknik mengolah citra. Citra yang dimaksud disini adalah gambar diam (foto) maupun gambar bergerak (yang berasal dari webcam). Sedangkan digital merupakan suatu pengolahan

citra/gambar yang dilakukan secara digital menggunakan komputer (Kusumanto & Tompunu, 2011)

2.2.1 Preprocessing

Proses *Preprocessing* adalah untuk mendapatkan citra yang kualitas lebih baik dari pada citra sebelumnya dengan cara memanipulasi parameter-parameter citra, sehingga menghasilkan bentuk yang lebih cocok terhadap nilai-nilai piksel citra tersebut untuk proses selanjutnya (Ruslianto & Harjoko, 2013). *Preprocessing* yang digunakan dalam penelitian hanya menggunakan *cropping*, *cropping* hanya menghilangkan *background* dan *optik disk* dari citra retina mata.

2.2.2 Feature Extraction

Feature extraction memiliki tujuan untuk mengambil ciri pada citra data latih dan ciri pada citra data yang akan diuji. Ekstraksi ciri memiliki beberapa tahap pengerjaan diantaranya pencarian nilai rata-rata dari *database* citra training dan citra uji, setelah didapat rata-rata maka nilai rata-rata tersebut akan dikurangkan dengan nilai citra *database* latih (Hidayah, 2016)

2.3 Hue Saturation Value (HSV)

HSV merupakan model yang diturunkan dari model warna RGB (dengan cara melihat sepanjang diagonal hitam putih): (Pengajar, Sinar, Surakarta, & Umiah, n.d.)

1. *Hue* merupakan sudut putar seputar sumbu tegak dimana warna merah pada 0^0 dan *yellow* pada 60^0
2. *Saturation* bernilai antara 0 dan 1. Dinyatakan sebagai ratio antara kemurnian warna terpilih dengan kemurnian warna maksimumnya ($S=1$). $S=0$ berarti *gray*, $S=1$ berarti murni.
3. *Value* bernilai antara 0 (hitam) dan 1 (putih)

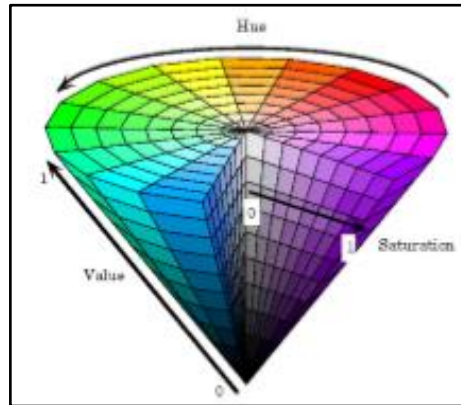
Berikut ini merupakan model warna *hue saturation value* (HSV):

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 2 Model warna HSV

Niai HSV yang dijadikan tolak ukur dilakukan tahap normalisasi kedalam angka yang lebih sederhana. Hal ini bertujuan untuk mempersingkat waktu komputasi, namun tidak akan mengurangi akurasi secara signifikan. Untuk mengkonversi nilai RGB ke dalam bentuk HSV dapat dilakukan dengan persamaan sebagai berikut (Smith, 1978):

$$H = \begin{cases} \text{(Jika } g = X \text{ maka } 5 + bb \text{ else } 1 - gg) \text{ Jika } r = V \\ \text{(Jika } b = X \text{ maka } 1 + rr \text{ else } 3 - bb) \text{ Jika } g = V \\ \text{(Jika } r = X \text{ maka } 3 + gg \text{ else } 5 - rr) \text{ Jika } b = V \end{cases} \quad (2.2)$$

$$H = \frac{H}{6}$$

$$S = 1 - \frac{\min(R,G,B)}{V} \quad (2.3)$$

$$V = \frac{R+G+B}{3} \quad (2.4)$$

Namun, cara ini membuat *hue* tidak didefinisikan kalau S bernilai 0. Menurut Acharya dan Ray dalam buku pengolahan citra teori dan aplikasi rumus RGB normalisasi yang digunakan sebagai berikut:

$$R = \frac{R}{(R+G+B)} \quad (2.5)$$

$$G = \frac{G}{(R+G+B)} \quad (2.6)$$

$$B = \frac{B}{(R+G+B)} \quad (2.7)$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$V = \max(R, G, B) \tag{2.8}$$

$$S = \begin{cases} 0, & \text{jika } V = 0 \\ 1 - \frac{\min(R,G,B)}{v}, & V > 0 \end{cases} \tag{2.9}$$

$$H = \begin{pmatrix} \text{(Jika } G = X \text{ maka } 5 + b \text{ else } 1 - g) \text{ Jika } R = V \\ \text{(Jika } B = X \text{ maka } 1 + r \text{ else } 3 - b) \text{ Jika } G = V \\ \text{(Jika } R = X \text{ maka } 3 + g \text{ else } 5 - r) \text{ Jika } B = V \end{pmatrix} \tag{2.10}$$

$$H = \frac{H}{6}$$

2.4 Local Binary Pattens (LBP)

Local Binary Pattens (LBP) adalah deskriptor tekstur yang dapat juga digunakan untuk mewakili objek, karena gambar sebuah objek dapat dilihat sebagai sebuah komposisi *micro-texture-pattens* yang menggambarkan tata ruang lokal citra (Wahyudi, Kusuma, & Wirawan, 2011).

Proses LBP dilakukan dengan membagikan nilai piksel tetangga dengan nilai piksel pusat yang disebut dengan threshold. LBP telah terbukti diskriminatif dengan keuntungan utamanya, yaitu validasi untuk perubahan tingkat abu-abu monoton dan efisiensi komputasi, membuat LBP sangat cocok untuk tugas gambar menuntut analisis (Setiawan, Huzeni dan Aswandi, 2016).

Tahapan algoritma ekstraksi fitur *Local Binary Pattern* dijelaskan pada langkah-langkah berikut (Setiawan, Huzeni, & Aswandi, 2016):

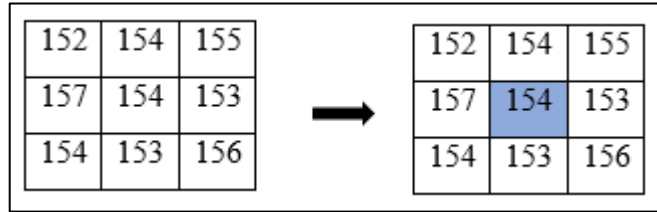
Citra yang akan diolah untuk mendapatkan cirinya adalah citra akhir hasil dari *preprocessing* retina mata.

Setiap masing-masing blok, piksel tengah (pusat) akan ditunjuk sebagai *threshold*.

Sebagai contoh terdapat suatu potongan citra dengan ukuran 3x3 dengan *sampling points* $P=8$ dan radius $R=1$. Nilai piksel tengah yang ditetapkan menjadi *threshold* adalah 154 dengan nilai piksel ketetanggannya adalah 152, 154, 155, 153, 156, 153, 154 dan 157.

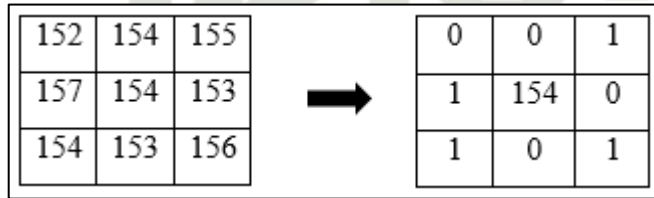
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



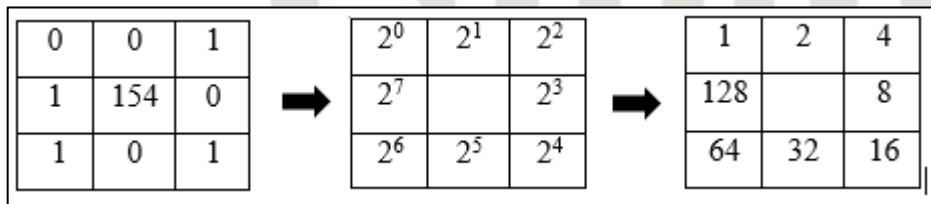
Gambar 2. 3 Menentukan *Threshold* pada Citra

Mengubah nilai-nilai piksel tetangga menjadi 0 dan 1 dengan cara membandingkan nilai tengah dengan nilai piksel ketetanggan. Jika perbandingan menghasilkan nilai yang lebih kecil dari piksel pusat maka bernilai 0. Sebaliknya piksel tetangga lebih besar atau sama dengan piksel pusat maka bernilai 1.



Gambar 2. 4 Perbandingan Nilai Tengah dan Nilai Ketetanggan LBP

Pada setiap nilai piksel baru tersebut akan dikalikan dengan 2^p . p terdiri dari nilai 0 sampai dengan 7. Nilai 0 dimulai dari pojok kiri atas dan selanjutnya sesuai dengan arah jarum jam dan nilainya bertambah 1.

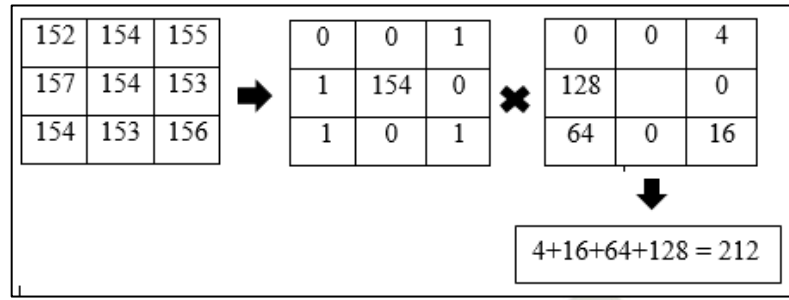


Gambar 2. 5 Menentukan Nilai Piksel Ketetanggan

Setelah melakukan perkalian setiap nilai piksel baru dengan nilai 2^p maka tahap selanjutnya adalah menjumlahkan hasil perkalian untuk menentukan nilai LBP.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 6 Perkalian nilai piksel baru dengan nilai 2^p

Secara matematis, operasi *Local Binary Pattern* dinyatakan dalam persamaan berikut (Wahyudi et al., 2011):

$$LBP_{P,R}(x_c, y_c) = \sum_{p=0}^{p-1} (g_p - g_c) 2^p \quad (2.11)$$

Keterangan:

g_p = Nilai piksel ketetanggan

g_c = Nilai piksel pusat

p = Nilai ketetanggan

Fungsi $s(x)$ dinyatakan dalam persamaan:

$$S(X) = \begin{cases} 1, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases} \quad (2.12)$$

$$S(X) = g_p - g_c \quad (2.13)$$

Keterangan :

$S(x)$ = Fungsi *threshold*

2.5 Statistika Ekstraksi Ciri

Hasil ekstraksi ciri warna *Hue Saturation Intensity* dan *Local Binary Pattern* akan dihitung nilai mean dengan persamaan:

$$\bar{\pi} = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M P_{ij} \quad (2.14)$$

Keterangan:

M dan N : Nilai piksel

I dan j : Koordinat piksel

P : Matriks citra

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.6 Jaringan Saraf Tiruan

Jaringan saraf tiruan atau *artificial neural network* adalah suatu prosesor paralel yang sangat besar (*massively paralel distributed processor*) yang memiliki kecenderungan untuk menyimpan pengetahuan yang bersifat pengalaman dan membuatnya siap untuk digunakan. Cara kerja JST yaitu dengan mensimulasikan cara kerja jaringan saraf pada otak manusia. Seperti otak manusia, fungsi dari jaringan ditentukan oleh hubungan antara *neuron*. Hubungan antara *neuron* ini disebut bobot (*weight*). Untuk mendapatkan fungsi tertentu dapat dilakukan dengan melakukan pelatihan (*training*) dengan menyesuaikan nilai bobot dari masing-masing *neuron*. (Praida, 2008)

Jaringan saraf tiruan dikatakan juga sebagai representasi buatan karena cara kerjanya dilakukan dengan menggunakan program komputer untuk menyelesaikan semua proses perhitungan selama pembelajaran. JST ditentukan oleh 3 hal, diantaranya: (Kartika, Irawan, & Triyanto, 2016)

1. Pola hubungan antar neuron (arsitektur jaringan)
2. Metode menentukan bobot hubungan (*training/learning/algorithm*)
3. Fungsi aktivasi

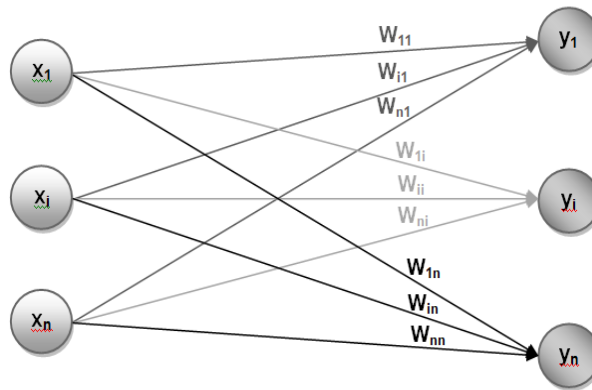
2.6.1 *Learning Vector Quantization* (LVQ)

Algoritma LVQ pertama kali diperkenalkan oleh Teuvo Kohonen sebagai algoritma yang simpel, efisien, namun sangat *powerfull* dan telah banyak digunakan dalam berbagai *sistem* dan bidang ilmu (Syafria, 2014). LVQ adalah suatu metode klasifikasi pola yang masing-masing unit *output* mewakili kategori atau kelompok tertentu. Pemrosesan yang terjadi pada setiap *neuron* adalah mencari jarak terdekat antara suatu vektor masukan ke bobot yang bersangkutan (Budianita & Prijodiprodjo, 2013). LVQ juga merupakan algoritma klasifikasi prototipe *supervised* dengan aturan *Competitive Learning* versi dari algoritma kohonen *Self-Organizing Map* (SOM). Model pembelajaran LVQ dilatih secara signifikan agar lebih cepat dibandingkan algoritma lain seperti *Back Propagation Neural Network* (Arifianto, Sarosa, & Setyawati, 2014).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

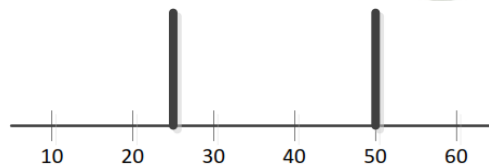
LVQ merupakan *single-layer net* pada lapisan masukan yang terkoneksi secara langsung dengan setiap *neuron* pada lapisan keluaran. Koneksi antar *neuron* tersebut dihubungkan dengan bobot/*weight*. Struktur jaringan LVQ ditunjukkan pada Gambar 2.7 berikut, dimana x_i adalah masukan (input), y_i sebagai keluaran (output) dan w_{ij} adalah bobot.



Gambar 2. 7 Struktur Jaringan LVQ (Arifianto et al., 2014)

2.6.2 Aritmatika Fuzzy

Bilangan atau angka yang biasa digunakan untuk berbagai keperluan dalam kehidupan sehari-hari adalah bilangan *crisp* pada teori himpunan klasik (*crisp*), suatu variabel hanya mempunyai dua kemungkinan, menjadi anggota himpunan atau tidak menjadi anggota himpunan (Sofwan, 2005). Bilangan ini adalah bilangan yang hanya memiliki 1 nilai pasti, dan berupa 1 garis pada garis bilangan. Bilangan *crisp* ini adalah angka biasa yang sudah dikenal semua orang, contohnya bilangan 10, 20, 110 dan 1270 (Syafria, 2014). Terlihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Bilangan Crisp (Syafria, 2014)

Bilangan *fuzzy* adalah konsep bilangan yang mengadaptasi konsep himpunan (Syafria, 2014). Himpunan *fuzzy*, yaitu suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy* (Ula, 2014) tetapi bilangan-

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

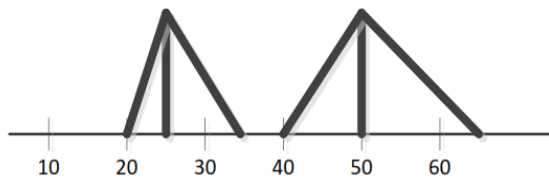
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

himpunan anggotanya tidak memiliki nilai keanggotaan (μ) Iancu (2010) dikutip dalam tesis (Syafria, 2014).

2.6.3 Representasi Bilangan Fuzzy Segitiga

Pada himpunan bilangan biasa, suatu bilangan hanya mungkin memiliki dua nilai keanggotaan terhadap himpunan tersebut, 0 atau 1. Nilai keanggotaan bernilai 0 jika bilangan tersebut bukan anggota himpunan, dan jika sebaliknya bilangan tersebut akan memiliki semua nilai dari 0 sampai 1 (Syafria, 2014). Oleh karena itu, semua bilangan anggota himpunan akan memiliki nilai keanggotaan (μ) yang sama, yaitu 1.

Representasi bilangan *fuzzy* segitiga pada garis bilangan akan menyerupai bentuk segitiga yang alasnya mewakili bilangan-bilangan anggotanya serta tingginya mewakili nilai μ yang bersesuaian dengan anggotanya. Nilai *crisp* pada Gambar 2.8. Nilai keanggotaan bilangan anggota suatu himpunan *fuzzy* yang memiliki interval antara 0 sampai 1 (Syafria, 2014).



Gambar 2. 9 Representasi Bilangan Fuzzy Segitiga

Bilangan *fuzzy* segitiga merupakan sebuah bilangan yang merepresentasikan distribusi satu set data yang dinyatakan dengan tiga angka berikut:

$$\tilde{x} = (x^{(1)}, x^{(2)}, x^{(3)})$$

Dimana:

- \tilde{x} = nilai *fuzzy* x
- x^1 = nilai minimum
- x^2 = nilai rata-rata
- x^3 = nilai maksimum



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.6.4 Nilai Similaritas

Proses pencarian nilai similaritas dilakukan dengan menghitung nilai similaritas pada setiap kelas yang ada, sesuai dengan komponen *fuzzy* yang dimiliki pada setiap kelas tersebut. Nilai similaritas dihitung dengan mencari nilai minimum, rata-rata dan maksimum terhadap setiap kelas yang ada. Nilai similaritas dapat dihitung sesuai persamaan (2.16) berikut:

$$\mu(x, y) = \frac{y-x^{(3)}}{x^{(2)}-x^{(3)}} \tag{2.16}$$

Dimana:

- $\mu(x,y)$ = Nilai similaritas bilangan x dan y
- y = nilai masukan
- $x^{(3)}$ = nilai maksimum
- $x^{(2)}$ = nilai rata-rata

2.6.5 Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan

Pada JST, *neuron-neuron* akan dikumpulkan dalam lapisan-lapisan (*layer*) yang disebut dengan lapisan *neuron layers*. *Neuron-neuron* tersebut akan saling terhubung dengan lapisan sebelum dan sesudahnya untuk mendapatkan suatu informasi. Informasi yang diberikan pada jaringan saraf tiruan akan dirambatkan lapisan ke lapisan, mulai dari lapisan masukan sampai lapisan keluaran melalui lapisan tersembunyi (*hidden layer*). (Dessy & Afrianto, 2012) Berikut ini merupakan macam-macam arsitektur dalam jaringan saraf tiruan:

Single-layer net

Single layer ini hanya memiliki satu lapisan dengan bobot terhubung. Jaringan ini hanya menerima masukan kemudian langsung akan mengolahnya menjadi keluaran tanpa harus melewati lapisan tersembunyi. (Dessy & Afrianto, 2012).

Multi-layer net

Jaringan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih sulit dari pada *single layer*, karena jaingan ini memiliki 1 atau lebih lapisan yang terletak diantara lapisan masukan dan keluaran. (Dessy & Afrianto, 2012)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. *Competitive-layer net*

Jaringan ini memungkinkan setiap *neuron* bersaing untuk mendapatkan hak menjadi aktif. (Dessy & Afrianto, 2012)

2.6.6 Fuzzy Learning Vector Quantization (FLVQ)

FLVQ adalah sebuah LVQ dengan pemanfaatan teori *fuzzy* pada vektor masukan, proses pembelajaran dan penentuan kategori vektor masukan. FLVQ merupakan algoritma pengenalan pola yang merupakan pengembangan dari algoritma *Learning Vector Quantization* (LVQ). Struktur jaringan FLVQ kurang lebih sama dengan struktur LVQ biasa, namun memiliki perbedaan pada jenis bilangan yang digunakan pada bobot atau representasi vektor perwakilan.

Terdapat beberapa karakteristik FLVQ seperti berikut (Jatmiko et al., 2011):

1. Arsitektur.

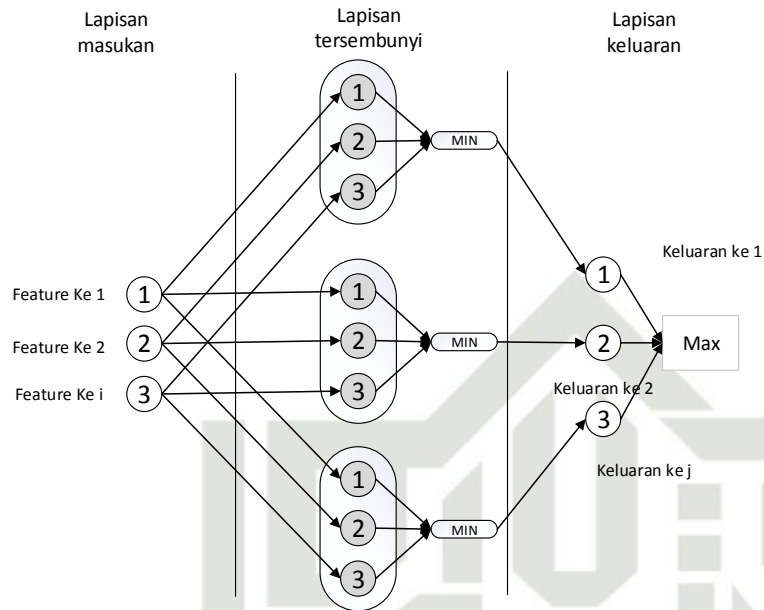
Terdiri atas 3 lapisan yaitu lapisan masukan, keluaran dan tersembunyi yang berfungsi menghitung nilai similaritas vektor masukan dan vektor perwakilan.

- a. Lapisan input: terdiri dari neuron-neuron yang menerima pola input dari data. lapisan input ini menggambarkan fitur-fitur dari data, banyaknya jumlah neuron pada lapisan adalah sebanyak jumlah fitur dari data.
- b. Lapisan keluaran: lapisan keluaran berisi neuron-neuron yang menerima hasil komputasi dari lapisan tersembunyi, banyaknya neuron pada lapisan keluaran adalah sebanyak kelas pada data
- c. Lapisan tersembunyi: lapisan ini berisi neuron-neuron vektor bobot/vektor perwakilan. Pada lapisan ini dilakukan pencarian nilai similaritas antara setiap neuron pada lapisan input dengan setiap neuron vektor perwakilan.

Berikut adalah gambar arsitektur jaringan FLVQ:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 10 Arsitektur FLVQ

Gambar 2.10 memperlihatkan arsitektur jaringan FLVQ dengan i jumlah neuron input pada layer input, j jumlah kelas keluaran dan $I \times j$ jumlah neuron vektor perwakilan. Dengan menggunakan FLVQ diharapkan ditemukannya vektor perwakilan yang paling representatif sehingga dapat mengenali data masukkan yang diberikan.

1. Data masukan berupa data *Fuzzy*

Proses *fuzzyfication* ini dilakukan sebelum memasukan data input yang akan mengubah data input yang tadinya berupa data *crisp* menjadi vektor *fuzzy*. Berikut merupakan tahapan proses *fuzzyfication* data:

- a. Data input dikelompokkan berdasarkan target kelasnya sebanyak grup *fuzzy*, grup *fuzzy* ini adalah banyaknya data yang dikelompokkan. Misalnya data input dikelompokkan menjadi 5 untuk setiap vektor masukan (vektor *fuzzy*).
- b. Untuk setiap 5 data input, pada masing-masing fitur dihitung nilai maksimum, minimum dan mean sehingga terbentuk vektor *fuzzy*.

Proses inialisasi vektor perwakilan awal

Tahap ini dilakukan untuk memulai proses pembelajaran, inialisasi vektor perwakilan dapat dilakukan dengan cara mengambil secara acak atau mengambil



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Nilai vektor masukan yang paling awal pada kumpulan vektor masukan dengan kelas-kelas yang bersesuaian. Misal untuk nilai inisialisasi awal pada vektor perwakilan dikelompok kelas pertama pada lapisan tersembunyi, ambil nilai secara acak/paling awal pada vektor masukan yang mempunyai target kelas pertama. Selanjutnya untuk laju pembelajaran rentang nilai yang digunakan adalah antara 0-1. Sebelum pelatihan dimulai perlu dilakukan pengurutan data vektor masukan secara zig-zag, hal ini agar pada setiap iterasi seluruh kelas pada vektor masukan masuk kedalam proses pelatihan.

3. Fungsi aktivasi (nilai similiaritas)

Nilai ini untuk mencari vektor perwakilan yang paling mirip (*closest vector*). Nilai similiaritas diperoleh dengan melakukan operasi fuzzy intersection, yaitu dengan mencari nilai maksimum dari irisan antara vektor masukkan dengan vektor perwakilan. Nilai similaritas dapat diperoleh dengan langkah berikut (Imah & Basaruddin, 2015):

- a. Misalkan x adalah vector *input* dari n buah fitur dan w_i adalah vektor perwakilan untuk kategori i maka dapat dinyatakan bahwa:

$$x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

- b. Dengan fungsi keanggotaan untuk vektor fuzzy x adalah:

$$hx = (hx_1, hx_2, hx_3, \dots, hx_n)$$

- c. dan untuk vektor perwakilan I dapat dinyatakan:

$$w_i = (w_{i1}, w_{i2}, w_{i3}, \dots, w_{in})$$

- d. dengan fungsi keanggotaan untuk w_i adalah:

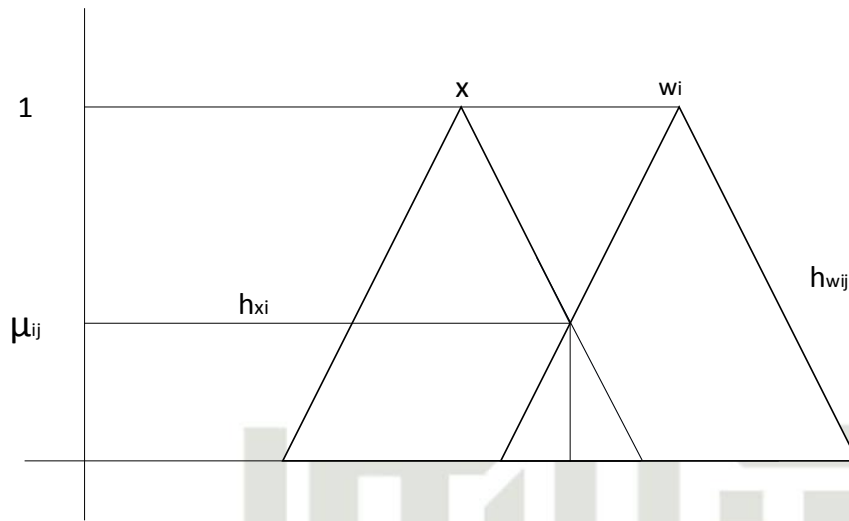
$$hwi = (hwi_1, hwi_2, hwi_3, \dots, hwin)$$

Maka nilai similaritas (μ_{ij}) antara vektor perwakilan dengan vektor masukan dapat dijelaskan pada gambar berikut:



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 11 Nilai similaritas dari dua bilangan fuzzy

Berdasarkan gambar diatas diperoleh persamaan dengan rumus sebagai berikut:

$$\mu_{ij} = \max (h_{xj} \wedge h_{wij}) \quad (2.17)$$

dengan I adalah jenis kategori keluaran dari jaringan FLVQ ini dan j adalah jenis input yang menjadi masukan FLVQ. Nilai similaritas ini dihitung untuk semua vektor perwakilan yang ada dengan vektor masukan.

2.6.7 Penentuan kelas pemenang

Menurut (Syafria, 2014) Penentuan kelas pemenang dilakukan dengan cara menghitung nilai similaritas (μ) *vector* masukan terhadap keempat vektor perwakilan. Pada tiap kelas akan dihasilkan n buah μ untuk kelas tersebut. Berikut ini merupakan rumus dari nilai similaritas terkecil:

$$\mu_{(i)} = \min(\mu_{(i,1)}, \mu_{(i,2)}, \mu_{(i,3)}, \dots, \mu_{(i,n)}) \quad (2.18)$$

Setelah dilakukan perhitungan untuk setiap kelas similaritas, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai similaritas maksimal. Dimana nilai similaritas maksimal ini didapat dari kumpulan nilai minimal dari setiap kelas. Berikut ini merupakan rumus untuk menghitung nilai similaritas maksimal:

$$\mu_{final} = \max(\mu_{(i,1)}, \mu_{(i,2)}, \mu_{(i,3)}, \dots, \mu_{i,n}) \quad (2.19)$$

Kelas dengan nilai similaritas yang tertinggi merupakan kelas pemenang. Apabila nilai similaritas pada kelas pemenang adalah 0, maka data latih dianggap tidak terintegrasi.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Algoritma pembelajaran

Setelah diperoleh nilai similaritas untuk setiap vektor perwakilan, maka selanjutnya untuk tiap kelompok kelas keluaran pada lapisan tersembunyi dicari nilai rata-rata (*mean*) similaritasnya. Rumus untuk nilai rata-rata similaritas dapat dilihat sebagai berikut:

$$\mu_i = \frac{1}{j} \sum_{j=0}^j \mu_i \tag{2. 20}$$

dimana I merupakan kelompok kelas keluaran dan j adalah jenis fitur yang menjadi masukan FLVQ.

Untuk mendapatkan vektor perwakilan pemenang, dilakukan dengan cara mencari nilai maksimum dari nilai rata-rata similaritas pada setiap kelompok kelas keluaran diatas. Setelah didapatkan vektor perwakilan pemenang, langkah selanjutnya adalah *update* nilai vektor perwakilan pemenang tersebut. Pada FLVQ ada beberapa langkah untuk melakukan *update* nilai vektor perwakilan pemenang yaitu:

- a. Melakukan pergeseran vektor perwakilan pemenang, menjauhi atau mendekati vektor masukan berdasarkan kasus yang muncul
- b. Melakukan pelebaran/penyempitan nilai *fuzzyness* vektor perwakilan pemenang berdasarkan kasus yang muncul

Secara umum algoritma yang digunakan untuk algoritma FLVQ dapat ditulis sebagai berikut (Syafria, 2014):

- Langkah 0 : Inisialisasi bobot
 Pada langkah ini dilakukan perubahan bobot *crisp* menjadi bobot *fuzzy*, yaitu proses fuzzifikasi seperti yang telah dijelaskan sebelumnya pada tahap pembentukan vektor perwakilan.
- Langkah 1 : Jika kondisi henti gagal, lakukan langkah 2-8
- Langkah 2 : Untuk setiap vektor \tilde{x} fuzzy masukan, lakukan langkah 3 sampai 6
- Langkah 3 : Untuk setiap j, hitung jarak antara vektor *fuzzy* masukan \tilde{x} dengan vektor perwakilan \tilde{w}_{ji} Langkah ini dilakukan dengan cara menghitung nilai similaritas vektor masukan dengan vektor



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

pewakil tiap kelas. Kelas dengan nilai similaritas terbesar adalah kelas pemenang.

Langkah 4 : Temukan indeks j kelas pemenang.

Langkah 5 : Periksa kelas pemenang dan bandingkan dengan informasi kelas dari data masukan yang telah ditentukan sebelumnya.

Langkah 6 : Untuk setiap *neuron* j

- a. Lakukan bobot jika nilai similaritas terbesar adalah 0

Jika hal ini terjadi, maka data dianggap tidak masuk kedalam kelas manapun. Nilai minimal ($w_{ij}^{(1)}$) dan nilai maksimal ($w_{ij}^{(3)}$) pada vektor pewakil untuk semua kelas dilebarkan dengan menggunakan sebuah konstanta beta (β) yang bernilai lebih dari 1 dan nilai tengah ($w_{ij}^{(2)}$) bernilai tetap. Berikut adalah rumusnya:

$$W_{ij}^{(1)} = W_{ij}^{(2)} - \beta (W_{ij}^{(2)} - W_{ij}^{(1)}) \quad (2.21)$$

$$W_{ij}^{(2)} = W_{ij}^{(2)} \quad (2.22)$$

$$W_{ij}^{(3)} = W_{ij}^{(2)} + \beta (W_{ij}^{(3)} - W_{ij}^{(2)}) \quad (2.23)$$

Dimana:

$$\beta > 1$$

$$1 < i < n, n = \text{jumlah dimensi}$$

$$1 < j < k, k = \text{jumlah kelas}$$

Keterangan:

$$W_{ij}^{(1)} = \text{nilai minimal}$$

$$W_{ij}^{(2)} = \text{nilai tengah}$$

$$W_{ij}^{(3)} = \text{nilai maksimal}$$

- b. Lakukan bobot jika hasil klasifikasi benar, contoh ketika data masukan adalah data dari kelas 1, kemudian nilai similaritas terbesar ada pada kelas 1 sehingga hasil kategorisasi jaringan juga kelas 1. Nilai minimal ($w_{ij}^{(1)}$) dan nilai maksimal ($w_{ij}^{(3)}$) pada vektor pewakil untuk. Meng-*update* bobot jika hasil klasifikasi benar, contoh ketika data masukan adalah data dari kelas 1, kemudian nilai similaritas terbesar ada pada kelas 1 sehingga hasil kategorisasi jaringan juga kelas 1. Nilai minimal ($w_{ij}^{(1)}$) dan nilai maksimal ($w_{ij}^{(3)}$) pada vektor pewakil untuk kelas pemenang dilebarkan



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dengan menggunakan sebuah konstanta beta (β) yang bernilai lebih dari 1 (gunakan rumus nilai minimal dan nilai maksimal di atas) dan nilai tengah ($w_{ij}^{(2)}$) akan bergerak mendekati vektor *input*. Berikut adalah rumusnya:

$$W_{ij}^{(2)} = w_{ij}^{(2)} + \alpha (1 - \mu_{ij}) (x_i - w_{ij}^{(2)}) \quad (2.24)$$

Dimana,

$$\beta > 1$$

$$1 < I < n, n = \text{jumlah dimensi}$$

J = kelas pemenang

α = laju pemahaman / *learning rate*

- c. Lakukan bobot jika hasil klasifikasi salah, contohnya ketika data masukan adalah data dari kelas 1, tetapi nilai similaritas terbesar ada pada kelas 2 sehingga hasil kategorisasi jaringan kelas 2. Nilai minimal ($w_{ij}^{(1)}$) dan nilai maksimal ($w_{ij}^{(3)}$) pada vektor perwakilan untuk kelas pemenang disempitkan dengan menggunakan sebuah konstanta beta (β). Yang bernilai kurang dari 1 (gunakan rumus nilai minimal dan nilai maksimal diatas) dan nilai tengah ($w_{ij}^{(2)}$) akan bergerak menjauhi vektor *input*.

Berikut adalah rumusnya:

$$W_{ij}^{(2)} = w_{ij}^{(2)} - \alpha (1 - \mu_{ij}) (x_i - w_{ij}^{(2)}) \quad (2.25)$$

Dimana:

$$\beta < 1$$

$$1 < I < n, n = \text{jumlah dimensi}$$

j = indeks kelas pemenang

α = laju pemahaman/*learning rate*

Langkah 7 : Memodifikasi laju pemahaman

Langkah 8 : Periksa kondisi henti

Ketika semua data pada *training set* sudah dimasukkan ke dalam jaringan dan dilakukan pembelajaran, maka dikatakan telah dilakukan pembelajaran 1 *epoch*. Pembelajaran dilakukan secara berulang dengan laju pembelajaran (α) yang semakin diperkecil. Ketika nilai α sudah memenuhi syarat henti, maka fase pembelajaran sudah selesai. Selanjutnya untuk algoritma pengujian, data yang membentuk *testing set* dimasukkan ke dalam jaringan dengan cara yang sama

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

seperti pada tahap *training*. Setiap data *testing* yang dimasukkan ke dalam jaringan harus diproses dengan cara yang sama dengan masukan pada tahap *training*. Perbedaannya adalah pada tahap *testing* tidak dilakukan perubahan pada vektor perwakilan. Data masukan hanya dikategorikan ke dalam kelas sesuai dengan nilai similaritas terhadap vektor perwakilan.

2.7 Macula Edema

Diabetik Macula Edema (DME) merupakan suatu penyakit penebalan atau edema yang berisi cairan dan konstituen plasma dilapisan *outer plexiform* retina. Macula edema jenis penyakit mata manusia sebagai akibat dari stadium lanjut retinopati diabetik. Ciri khas DME yaitu edema dalam retina berisi konstituen plasma yang ditandai oleh penebalan pada retina dan disertai gambaran eksudat keras pada jarak 500 mikron dari fovea (Saputra, Pasrun, & Nurani, 2014).

Kondisi mata yang terkena makula edema yaitu ditandai dengan mengalami gejala *Mikroaneurisma*, atau *haemorrhages* atau *neovascularization*. Jumlah *Mikroaneurisma* lebih dari 15 buah, jumlah *haemorrhages* lebih dari 5 buah serta telah mengalami *neovascularization*. Berikut citra diabetik retinopati makula edema dari *messidor database*:



Gambar 2. 12 Kondisi diabetik retinopati makula edema

(Kamarainen & Sorri, 2007)

Saat terkena retinopati diabetik, pasien biasanya tidak merasakan gejala apapun. Tanda-tanda masalah penglihatan mulai muncul jika sudah merusak

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

makula. Setidaknya ada empat tanda-tanda yang muncul ketika mengalami DME yaitu (Saputra et al., 2014):

1. Tajam penglihatan menurun atau kurang fokus
2. Melihat warna menjadi berubah atau buram karena berkurangnya sensitivitas
3. Muncul bercak-bercak gelap yang tak beraturan
4. Garis lurus terlihat bengkok atau menurun.

Tingkat makula edema ditentukan oleh *hard exudate*. *Hard exudate* merupakan infiltrasi lipid kedalam retina, bentuknya tidak beraturan dan berwarna kekuningan. Citra yang digunakan sebanyak 210 citra terdiri dari 3 kelas, masing-masing kelas terdiri dari 70 citra (Decenciere et al., 2014). Berikut ini merupakan klasifikasi tingkat makula edema:

- 0 : *Mild* (Ringan)
- 1 : *Moderate* (Sedang)
- 2 : *Severe* (Parah)

Berikut ini gambar penyakit diabetes makula edema berdasarkan retina mata sebagai berikut:

1. Retina Mata Normal (tidak ada kerusakan)

Mata normal adalah ukuran normal atau dalam keseimbangan wajar, dan retina mata yang tidak ada kerusakan biasanya berwarna kuning bersih tidak ada bercak-bercak gelap didalam retina mata.



Gambar 2. 13 Retina Mata Normal

Retina mata sedang (sedikit kerusakan)

Retina mata sedang kerusakan ini bisa dilihat dari jarak antara macula dan hard exudate jauh dan papila mata membesar.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

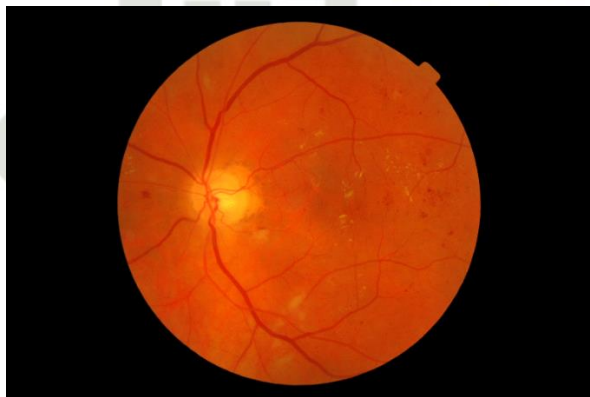
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 14 Retina Mata Sedikit Kerusakan

3. Retina Mata Tinggi Kerusakan (parah)

Retina Mata Tinggi kerusakan hilangnya gambaran retina terutama didaerah makula. Dimana jarak macula dan Hard Exudate sangat dekat dan papila mata mengecil.



Gambar 2. 15 Retina Mata Parah

2.8 Hard Exudate

Exudates dapat menyebabkan kehilangan penglihatan yang parah ketika terjadi pada bagian retina paling sensitif yaitu dibagian tengah retina atau macula. Secara visual *exudates* muncul dalam puitih kekuning-kuningan atau dengan berbagai bentuk, ukuran dan lokasi. Biasanya tampak secara individual atau membentuk suaaau kluster. *Exudates* memiliki intensitas warna yang sama dengan optik diks namun dengan ukuran yang lebih kecil (Salyasari, Tjandrasa, & Wijaya, 2016).

Hard Exudates ditemukan di dalam berbagai ukuran, merupakan suatu bercak kecil disebabkan merembesnya cairan yang kaya lemak dan protein

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Cross-validation (CV) adalah metode statistik yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja model atau algoritma dimana data dipisahkan menjadi dua subset yaitu data proses pembelajaran dan data validasi / evaluasi. Model atau algoritma dilatih oleh subset pembelajaran dan divalidasi oleh subset validasi. Selanjutnya pemilihan jenis CV dapat didasarkan pada ukuran dataset. Biasanya CV K-fold digunakan karena dapat mengurangi waktu komputasi dengan tetap menjaga keakuratan estimasi (Banjarsari, Budiman, & Farmadi, 2016).

2.10 Confusion Matrik

Confusion matrix merupakan metode untuk pengujian dengan tabel, dimana dataset yang terdapat didalam table terdiri dari dua kelas, yang satu kelas positif dan yang lain kelas negative. Pengujian menggunakan *confusion matrix* ini menghasilkan berupa nilai akurasi, presisi dan penarikan. Akurasi adalah ketepatan pada record data yang sudah diklasifikasikan dengan benar setelah melakukan pengujian klasifikasi. Sedangkan *Precision* merupakan proporsi kasus positif yang sebenarnya yang diprediksi positif secara benar dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2. 1 Model Confusion Matrix

<i>Correct Classification</i>	<i>Classified as</i>	
	+	-
+	<i>True positives</i>	<i>False Negatives</i>
-	<i>False positives</i>	<i>True Negative</i>

True Positive adalah jumlah record positif yang diklasifikasikan positif.

False positive adalah jumlah record negatif yang diklasifikasikan positif

False negative adalah jumlah record positif yang diklasifikasikan negatif

True negative adalah jumlah record negatife yang diklasifikasikan negatif

Sensitivity (recall) digunakan untuk membandingkan jumlah t_post terhadap jumlah record yang positif sedangkan specificity, precision adalah perbandingan jumlah t_neg terhadap jumlah record yang negative (Hana, 2013). Untuk menghitungnya digunakan persamaan dibawah ini:

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\% \quad (2. 27)$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Keterangan:

:Jumlah *true positive*

:Jumlah *true negative*

:Jumlah *record positive*

:Jumlah *tupel negatives*

2.11 Penelitian Terkait

Berikut ini akan ditampilkan beberapa penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya tentang penerapan metode HSV, LBP dan FLVQ yang dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini:

Tabel 2. 2 Penelitian Terkait

No.	Tahun	Peneliti	Judul	Metode	Akurasi
1	2015	Arisa Aprillia, Nurchayani dan Ristu Saptono	Identifikasi Kualitas Beras dengan Citr Digital	HSV dan <i>K-fold cross validati on</i>	96,67%
2	2015	Luluk Listyani Ayuningtyas, Bambang Hidayat dan Suhardjo	Simulasi dan Analisa Deteksi Pulpitis melalui Periapel Radiograf menggunakan Metode <i>Local binary Pattern</i> dengan Klasifikasi <i>Fuzzy Logic</i>	LBP dan <i>Fuzzy Logic</i>	80%

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2017	Adi Pramana Putra, Youllia Indrawaty Nurhasana dan Andriana Zulkarnain	tentang Deteksi Penyakit Diabetes Retinopati pada Retina Mata Berdasarkan Pengolahan citra		85%
4	Fadhilah Syafria	Pemodelan Fuzzy Learning Vektor Quantization pada pengenalan suara Paru-paru	FLVQ	93,88%
5	I Gede Sujana Eka Putra, I K G Darma Putra dan Putu Agung Bayupati	Klasifikasi sidik jari dengan metode <i>fuzzy learning quantization</i> dan <i>fuzzy backpropagation</i> .	FLVQ dan Fuzzy Backpropagation	93,78%
2018	Suwanto sanjaya, Arif Mudi Priyatno, Febi Yanto dan Iis Afrianty	Klasifikasi Diabetik Retinopati Menggunakan <i>Wavelet Haar</i> dan <i>Backpropagation Neural Network</i>	<i>Wavelet Haar</i> dan <i>Backpropagation</i>	95 %
	Adi Pramana Putra, Youllia Indrawaty Nurhasana	tentang Deteksi Penyakit Diabetes Retinopati pada Retina Mata Berdasarkan Pengolahan citra menggunakan metode LBP	LBP dan LVQ	85 %



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

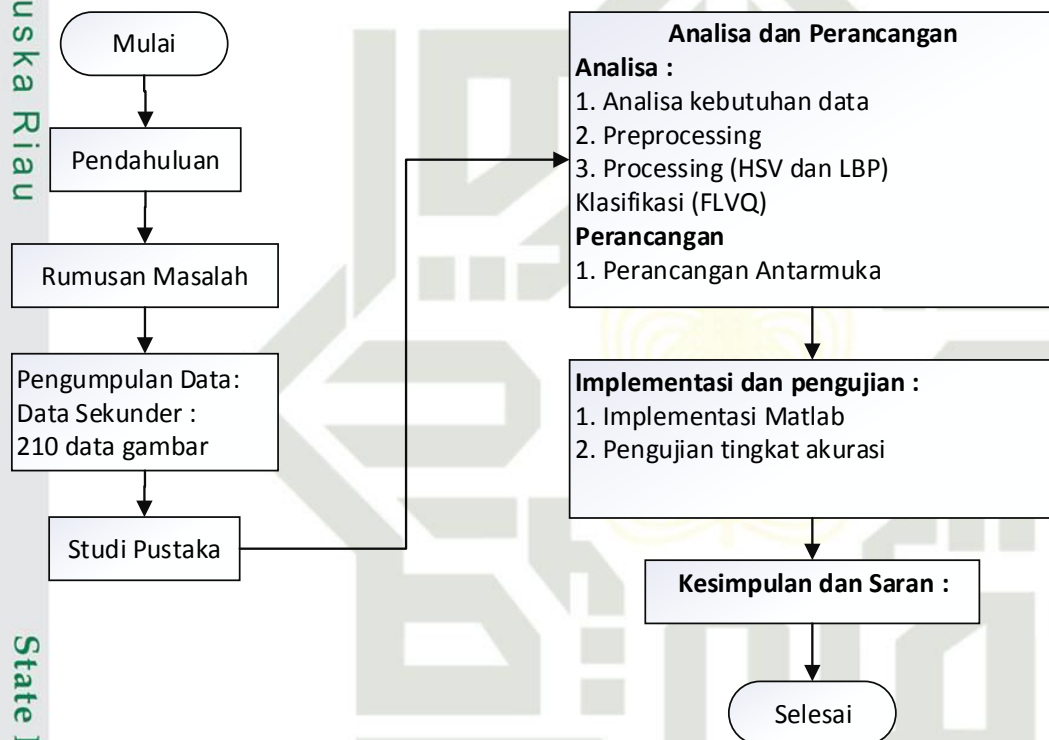
		dan Andriana zulkarnain	dan LVQ		
	2015	Elvia Budianita, Jasril dan Lestari Handayani	Implementasi Pengolahan Citra dan Klasifikasi K-Nearest Neighbour Untuk Membangun Aplikasi Pembeda Daging Sapi dan Babi	HSV dan K-Nearest Neighbour	88,75%
	2017	U. Rajendra Acharya, Muthu Rama Krishnan Mookiah, Joel E.W. Koh, Jen Hong Tan, Sulatha V. Bhandary, A Krishna Rao, Yuki Hagiwara, Chua Kuang Chua, Augustinus Laude	tentang <i>Automated Diabetic Macula Edema Grading System using DWT, DCT Features and Maculopathy Index</i>	DWT, DCT Features and Maculopathy Index	97 %

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan tahapan atau prosedur yang disusun secara sistematis dan logis dalam melakukan suatu penelitian yang berguna untuk memenuhi tujuan yang diharapkan. Adapun tahapan penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Metodologi Penelitian

3.1 Pendahuluan

Pendahuluan adalah tahap awal dalam mencari informasi dan permasalahan topik yang diteliti. Informasi dan permasalahan kita bisa melihat dari penelitian-penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya yang memiliki permasalahan yang sama dengan penelitian yang dijalankan, selain itu kita juga bisa menemukan referensi-referensi lainnya pada buku, jurnal dan internet. Referensi yang ditemukan merupakan dasar yang akan memperkuat penelitian pada pembuatan tugas akhir yang akan dilakukan.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.2 Pengumpulan Data

Metode yang dilakukan pada tahapan ini adalah dengan pengumpulan data sekunder, yaitu dari data *Messidor Database* didapatkan dari jurnal (Decencièrre et al., 2014) “*Feedback On A Publicly Distributed Image Database: The Messidor Database*”, total data yang didapatkan pada *messidor database* yaitu 210 gambar.

3.3 Studi Pustaka

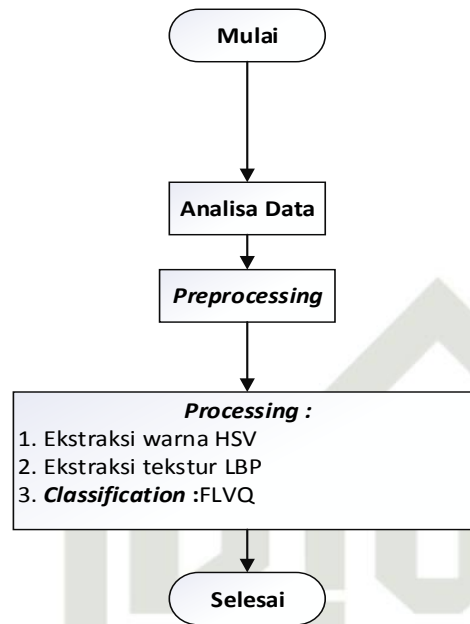
Pada tahapan studi pustaka merupakan bagian dari pengumpulan dan mendapatkan data beserta informasi-informasi yang berkaitan dengan data yang akan digunakan. Untuk mendapatkan data dan informasi dengan mencari sumber-sumber yang ada di internet dan buku-buku yang berkaitan dengan penelitian yang akan diteliti tentang pengolahan citra digital dan jaringan syaraf tiruan sesuai dengan metode yang akan digunakan.

3.4 Analisa

Tahapan analisa ini merupakan proses yang dilakukan setelah pengumpulan data. Pada tahapan analisa dilakukan proses menganalisa data yang telah didapat untuk mengetahui data yang diperlukan dalam melakukan penelitian ini. Berikut ini tahap analisa data citra darah Gambar 3.2 Proses Analisa

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3. 2 Proses Analisa Keparahan Macula Edema

3.4.1 Analisa Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data citra retina mata yang diambil dari *Messidor database*. Data ini merupakan data sekunder yang diambil dari penelitian *Messidor database* (Decencière dkk., 2014). Pembagian data dalam penelitian yaitu data latih dan data uji. Berikut ini merupakan rincian dari pembagian data yang dilakukan:

1. Data Latih

Data latih yang digunakan adalah sekumpulan citra retina mata yang disimpan dalam folder data latih dengan jumlah data latih sesuai rasio pengujian yang digunakan dan diambil secara acak dari total citra retina mata yang dimiliki masing-masing responden.

2. Data Uji

Data uji merupakan data yang akan digunakan untuk dicocokkan atau dikelompokkan dengan hasil pelatihan yang telah dilakukan sebelumnya. Jumlah citra retina mata yang digunakan dalam melakukan pengujian yaitu 90:10 dari jumlah data yang ada.

Pembagian data latih dan uji dilakukan menggunakan *K-fold cross validation* yaitu 10 subset. Jumlah keseluruhan data yang digunakan pada penelitian ini

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

adalah 210 data retina mata. Disetiap subset terdiri dari 21 data yg telah dibagi 7 data retina mata normal, 7 retina mata sedang dan 7 retina mata parah.

3.4.2 Preprocessing

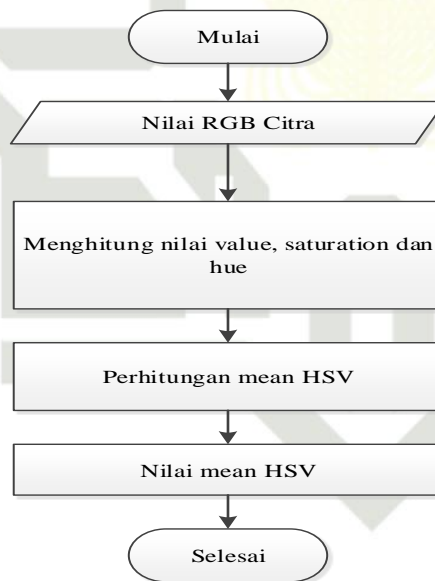
Tahap awal dari penelitian ini adalah proses *preprocessing*, dimana proses *preprocessing* hanya menggunakan tahap pemotongan *background* dan optic disk (*cropping*) secara manual menggunakan *photoshop* CS6. Tahap ini untuk mendapatkan citra yang diinginkan.

3.4.3 Processing

Tahap *processing* ini merupakan tahapan setelah *preprocessing* tahap *processing* pada penelitian ini tebagi dua, adalah:

Ekstraksi fitur warna dengan *hue saturation value* (HSV)

Tahapan ini untuk ekstraksi warna pada citra warna setelah dilakukan proses *preprocessing*. Berikut ini merupakan alur dari proses tahap *processing* pada ekstraksi fitur warna dengan HSV:



Gambar 3.3 Alur Proses ekstraksi fitur warna dengan HSV

Menurut alur diatas maka proses dimulai dengan memasukkan data citra awal, setelah data citra awal di masukkan maka dilakukan proses *cropping* untuk mendapatkan data citra retina mata yang diinginkan serta untuk dapat mempercepat proses komputasi, setelah didapat proses *cropping* maka dilakukan

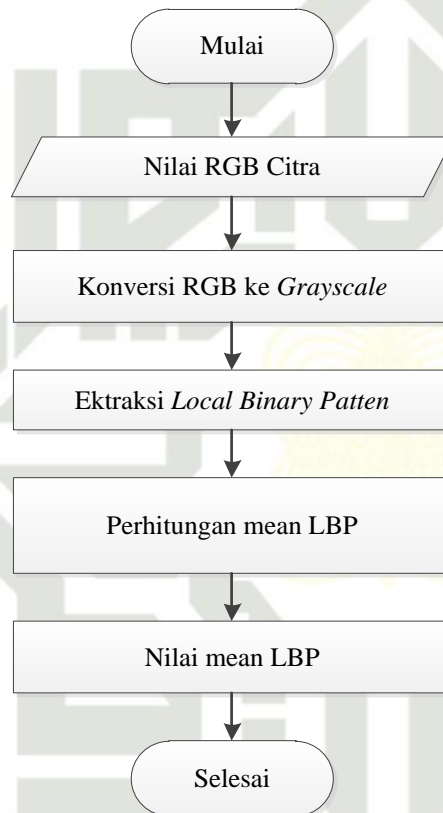
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

proses ekstraksi ciri warna dimana proses ini dimulai dengan mencari nilai RGB (*red, green, blue*) untuk dikonversikan ke HSV.

2 Ekstraksi fitur tekstur dengan *Local Binary Pattern* (LBP)

Tahapan ini dilakukan setelah dilakukan proses konversi RGB ke HSV sehingga nilai yang di dapat pada HSV di konversikan ke dalam LBP, berikut ini merupakan alur ekstraksi tekstur dengan LBP:



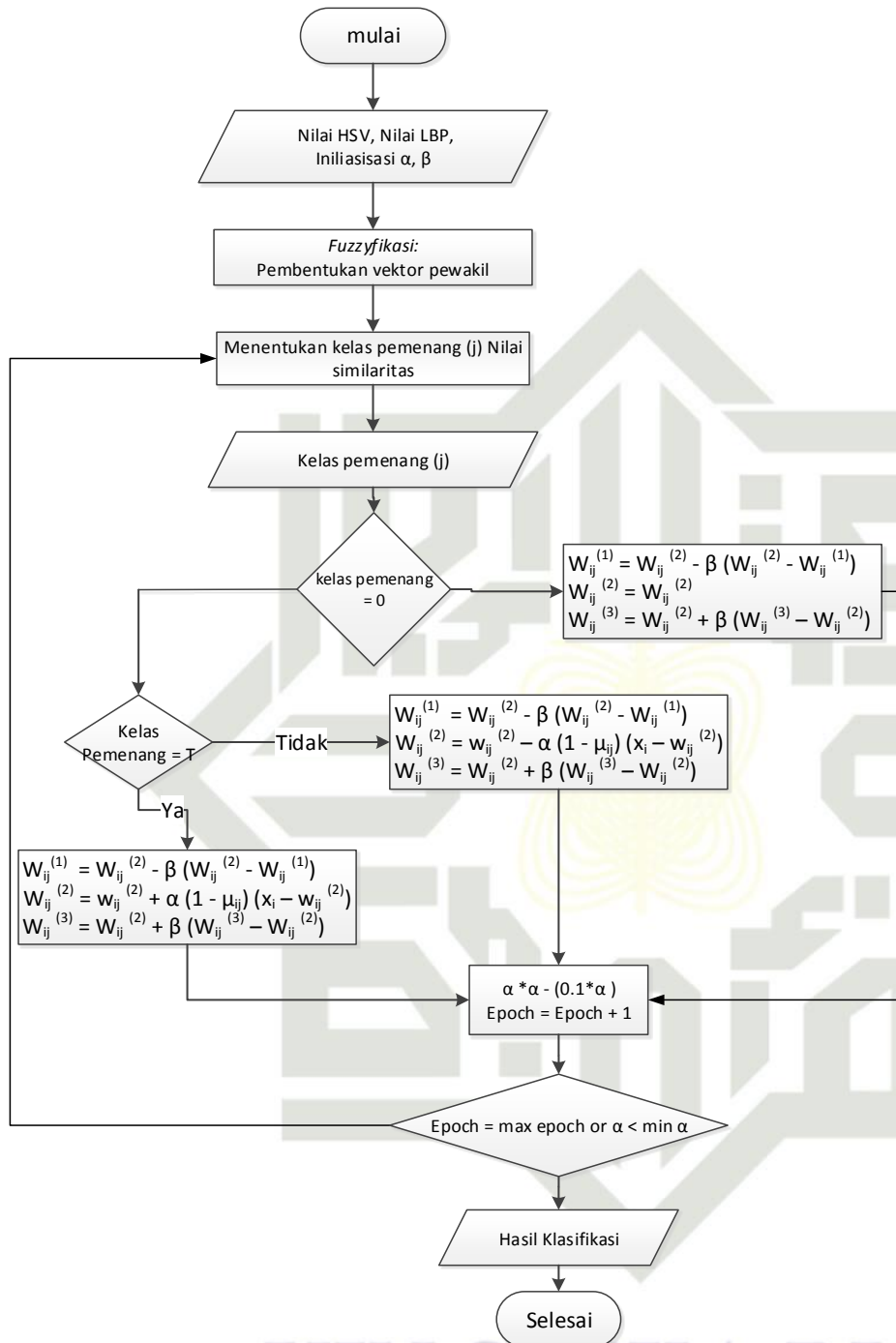
Gambar 3. 4 Alur proses ekstraksi fitur tekstur dengan LBP

3.4.4 Classification

Tahap ini dilakukan setelah dilakukannya tahapan ekstraksi ciri, setelah didapatkan nilai vector pada proses ekstraksi ciri yang telah dilakukan, maka akan diklasifikasin menggunakan (FLVQ). Proses FLVQ pada pengenalan citra retina mata ini terbagi atas dua proses, yaitu proses pembelajaran (testing) dan proses pengenalan (testing).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3. 5 Alur Proses Klasifikasi dengan FLVQ

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berikut ini keterangan berdasarkan *flowchart* klasifikasi diatas:

1. Inisialisasi data input :

- a. Nilai HSV didapat dari perhitungan nilai ekstraksi ciri warna HSV yang telah dilakukan perhitungan terhadap rata-rata HSV sehingga terdapat nilai H, S dan V dan nilai LBP didapat dari perhitungan ekstraksi tekstur LBP sehingga dapat nilai *means* LBP.
- b. Inisialisasi vektor input, diantaranya adalah nilai α , pengurangan nilai α , β , dan maksimal epoch.

2. *Fuzzyfikasi*

Proses *fuzzyfikasi* dilakukan setelah dilakukan inisialisasi awal, *fuzzyfikasi* ini dapat dilakukan dengan mencari nilai minimal, rata-rata dan nilai maksimal dari setiap dimensi inputan pada semua kelas untuk mendapatkan *vector* perwakilan setiap kelas.

3. Menentukan nilai similaritas

Nilai similaritas merupakan proses yang dilakukan untuk pembentukan vektor perwakilan. Nilai similaritas dicari pada ssetiap dimensi inputan, dengan menggunakan persamaan (2.16)

4. Kelas pemenang

Kelas pemenang dihitung dengan cara menghitung nilai similaritas. Nilai similaritas *minimal* untuk setiap kelas dihitung dengan persamaan (2.26) setelah didapatkan nilai minimal setiap kelas, selanjutnya mencari nilai similaritas *final* dengan cara mencari nilai similaritas *maksimal* dari semua kelas dengan rumus (2.27) dimana nilai similaritas *final* tersebut merupakan kelas pemenang.

5. Nilai kelas pemenang = 0

- a. jika kondisi ini terjadi maka data tersebut dianggap tidak masuk kedalam kelas manapun, gunakan persamaan (2.28) untuk mencari nilai minimal, (2.29) untuk mencari nilai rata-rata dan (2.30) untuk mencari nilai maksimal.
- b. Jika kondisi diatas tidak terpenuhi maka dilakukan proses selanjutnya.

6. Kelas pemenang = atau \neq Target



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- a. Jika nilai kelas pemenang *final* sama dengan target maka dilakukan perubahan bobot pada kelas tersebut dimana nilai minimal dan nilai maksimal tetap menggunakan rumus (2.28) dan (2.30) hanya pada nilai rata-rata bergerak mendekati *vector input* dengan persamaan (2.31).
- b. Jika nilai kelas pemenang *final* tidak sama dengan target maka dilakukan perubahan bobot dimana nilai minimal dan maksimal masih menggunakan persamaan (2.28) dan (2.30) sementara nilai rata-rata bergerak menjauhi *vector input* dengan menggunakan persamaan (2.32)

Lakukan pengurangan α

3.5 Implementasi dan Pengujian

Proses selanjutnya setelah perancangan adalah implementasi. Pada tahap ini dilakukan pengkodean untuk membangun sistem yang telah dianalisis dan dirancang sebelumnya. Lingkungan implementasi terdiri dari lingkungan perangkat keras atau fisik-fisik dan lingkungan perangkat lunak atau aplikasi penunjang yang digunakan untuk mengimplementasikan sistem ini. Pada lingkungan perangkat keras dalam implementasi memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Processor : Intel Core i3
- b. Memory (RAM) : 6 GB
- c. Hard Disk : 1 TB

2. Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Sistem Operasi : Windows 8.1 Pro 64-bit
- b. Bahasa Pemrograman : Matlab
- c. Tools : Matlab R2016b
- d. Tools Penunjang : *Photoshop*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.6 Pengujian

Tahap selanjutnya adalah pengujian, pada tahap pengujian ini menggunakan pengujian *confution* matriks dan pembagian data *K-fold cross validation* digunakan untuk menganalisa seberapa baik pengklasifikasi agar dapat mengenali record dalam kelas-kelas yang berbeda. Evaluasi dengan *k-fold* menghasilkan nilai akurasi. Akurasi dalam klasifikasi persentase ketepatan record data akan diklasifikasikan secara benar setelah dilakukan pengujian pada hasil klasifikasi dengan menggunakan rumus (2.27). Pengujian selanjutnya pengujian *whaite box*, pengujian pembagian data menggunakan *k-fold cross validation* dan pengujian parameter. Parameter yang digunakan terdiri dari *Learning rate* (α), *Koefisien Fuzzyness* (β_1) dan pelebaran *Koefisien Fuzzyness* (β_2) penyempitan.

3.7 Kesimpulan dan Saran

Pada tahapan ini akan dilakukan penarikan kesimpulan dan saran yang bertujuan untuk menjawab rumusahan masalah dari penelitian ini. Tahapan ini bertujuan untuk mengetahui hasil pengujian serta kesesuaian aplikasi yang telah dibangun dan dikerjakan dengan tahap-tahap yang dilakukan sebelumnya. Pada tahapan ini juga ada saran yang membangun dan dapat berguna pada penelitian selanjutnya dengan akurasi yang lebih baik.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB IV

ANALISA DAN PERANCANGAN

Tahap analisa dan perancangan adalah peran terpenting dalam proses pembuatan sebuah sistem yang berbasis komputer. Tahap analisa yaitu tahap yang berupa pembahasan permasalahan yang akan diangkat sebelum membuat penyelesaian yang akan dirancang. Pada tahap analisa Tugas Akhir ini menjelaskan bagaimana analisa kebutuhan data dalam penelitian Tugas Akhir dan bagaimana analisa proses dalam tahapan *preprocessing* dan *Processing*, tahap *preprocessing* yang digunakan adalah proses *cropping* dan tahap *processing* menggunakan metode HSV sebagai ekstraksi ciri warna, LBP sebagai ekstraksi ciri tekstur dan tahapan proses *clasification* dengan menggunakan metode FLVQ untuk menentukan ruang lingkup penelitian agar lebih spesifik dan terarah sehingga hasil penelitian sesuai dengan tujuan penelitian. Proses analisa data terdiri dari akuisisi data dan pembagian data.

4.1 Analisa Kebutuhan Data

Analisa kebutuhan data merupakan proses analisa yang dilakukan terhadap data untuk menentukan dan mendapatkan data yang diinginkan. Berikut merupakan gambar retina mata:



Gambar 4.1 Retina Mata Normal, Retina Mata Sedang dan Retina Mata Parah

Adapun kriteria yang dibutuhkan dalam data citra retina mata pada penelitian Tugas Akhir ini adalah

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data yang diambil dari *Messidor database*. Data yang diambil merupakan data skunder yang diambil dari penelitian *Messido database* (Decencière et al., 2014)

Jumlah data yang dikumpulkan pada penelitian ini berjumlah 210 data dengan pembagian sebesar 70 data retina mata normal, 70 data retina mata sedang dan 70 data retina mata parah.

Data citra retina mata yang yang diperoleh dari hasil pemotongan citra (*cropping*) secara manual dengan menggunakan bantuan *software Adobe Photoshop CS6* menghilangkan *background*.

Format ekstensi gambar adalah PNG. PNG (*Portable Network Graphics*) adalah salah satu format penyimpanan citra yang menggunakan pemadatan

5. Proses pembagian data latih dan data uji pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan K-fold sebanyak 10 fold, dimana setiap fold berjumlah 21 data. 21 data yang digunakan terdiri dari 7 data normal, 7 data sedang dan 7 data parah.

4.2 Preprocessing

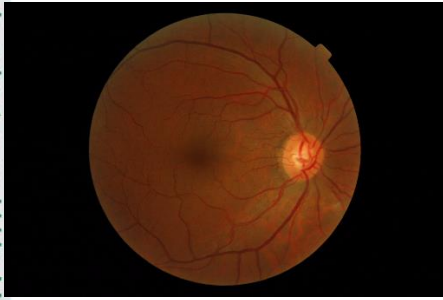
Pada bagian ini dinamakan pengolahan citra tingkat awal (*preprocessing*), *preprocessing* yang dilakukan dalam tugas akhir ini adalah proses *cropping* dan *resize*. Berikut ini merupakan penjelasan dari proses *cropping* dan proses *resize*:

Proses *cropping*

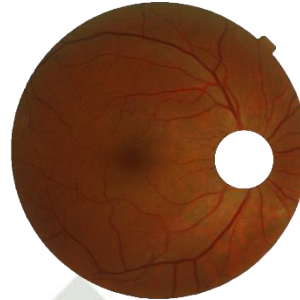
Proses *cropping* merupakan proses yang dilakukan untuk mengambil objek citra yang dibutuhkan dalam penelitian dengan menghilangkan citra yang tidak dibutuhkan. Proses *cropping* yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan *tools Photoshop CS6*. Tahap *cropping* ini menghilangkan *background* pada gambar retina mata dan menghilangkan optic disk pada retina mata. Berikut ini merupakan contoh citra yang telah dilakukan proses *cropping*:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 4. 2 Gambar asli retina mata



Gambar 4. 3 Citra retina setelah cropping

Proses *resize*

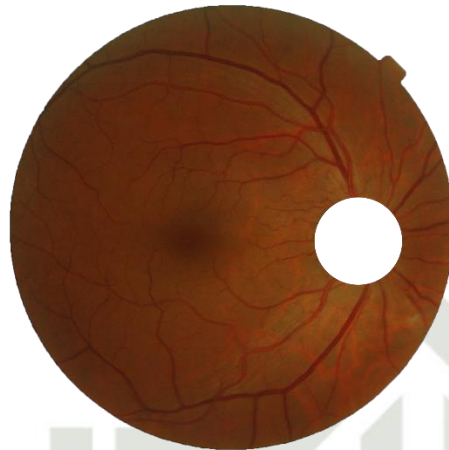
Proses *resize* pada penelitian yang dilakukan ini merupakan proses untuk mengubah ukuran citra sesuai dengan ukuran citra yang kita inginkan dengan ukuran 2304 x 1536. Proses *resize* ini dilakukan dengan menggunakan MATLAB.

4.3 Processing

Processing merupakan proses yang dilakukan setelah proses *preprocessing*. *Processing* yang dilakukan dalam penelitian ini adalah proses ekstraksi fitur citra, proses ekstraksi ciri warna menggunakan metode HSV, proses ekstraksi ciri tekstur menggunakan LBP, proses *K-fold* untuk pembagian data latih dan data uji serta proses klasifikasi yang dilakukan dengan metode FLVQ. Sebelum mendapatkan nilai ekstraksi fitur maka langkah yang akan dilakukan sebelumnya adalah analisa citra. Analisa citra dilakukan untuk mendapatkan informasi yang ada dalam sebuah citra. Pada setiap piksel citra terdapat nilai-nilai RGB dimana nilai tersebut yang akan diolah untuk mendapatkan proses klasifikasi citra retina mata apakah jenis citra tersebut termasuk kedalam kelas iya atau tidak. RGB dipresentasikan terhadap pemodelan *Red* (R), *Green* (G), *Blue* (B), untuk lebih jelasnya dilihat pada gambar 4.5 dimana citra berukuran 2304x1536 piksel.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 4. 4 Citra Uji Retina Mata

Gambar 4.5 diatas, citra tersebut terdapat tiga komponen warna yang mempunyai nilai atau *value* nya yaitu nilai *Red* (R), *Green* (G), *Blue* (B). Nilai piksel RGB ini merupakan nilai awal dari suatu citra, dimana nilai RGB ini sebagai inputan awal pada identifikasi data citra. Berikut ini merupakan nilai nilai *Red* (R) pada Gambar 4.5 diatas bisa dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Nilai R

(x,y)	1	2	3	...	596	597	598	599	560	561	...	1534	1535	1536
1	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
3	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
...
596	0	0	0	...	98	99	100	101	104	104	...	0	0	0
597	0	0	0	...	99	100	100	101	103	103	...	0	0	0
598	0	0	0	...	100	101	101	102	104	103	...	0	0	0
599	0	0	0	...	101	102	103	104	105	103	...	0	0	0
560	0	0	0	...	102	102	102	103	103	102	...	0	0	0
561	0	0	0	...	102	102	101	101	101	102	...	0	0	0
...
2302	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2303	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2304	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0



Nilai G (*Green*) pada Gambar 4.5 diatas bisa dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Nilai G

(x,y)	1	2	3	...	596	597	598	599	600	601	...	1534	1535	1536
1	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
3	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
...
596	0	0	0	...	41	42	43	43	43	42	...	0	0	0
597	0	0	0	...	39	41	42	43	42	41	...	0	0	0
598	0	0	0	...	40	42	43	43	42	40	...	0	0	0
599	0	0	0	...	42	43	45	43	43	39	...	0	0	0
600	0	0	0	...	42	42	43	41	41	39	...	0	0	0
601	0	0	0	...	41	41	40	40	40	40	...	0	0	0
...
2302	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2303	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2304	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0

Nilai B (*blue*) pada Gambar 4.5 diatas bisa dilihat pada Tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Nilai B

(x,y)	1	2	3	...	596	597	598	599	600	601	...	1534	1535	1536
1	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
3	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
...
596	0	0	0	...	15	16	15	15	15	14	...	0	0	0
597	0	0	0	...	15	16	14	15	14	12	...	0	0	0
598	0	0	0	...	16	16	15	15	14	10	...	0	0	0
599	0	0	0	...	17	17	17	15	13	10	...	0	0	0
600	0	0	0	...	17	16	15	14	12	10	...	0	0	0
601	0	0	0	...	16	15	13	13	12	10	...	0	0	0
...
2302	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2303	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

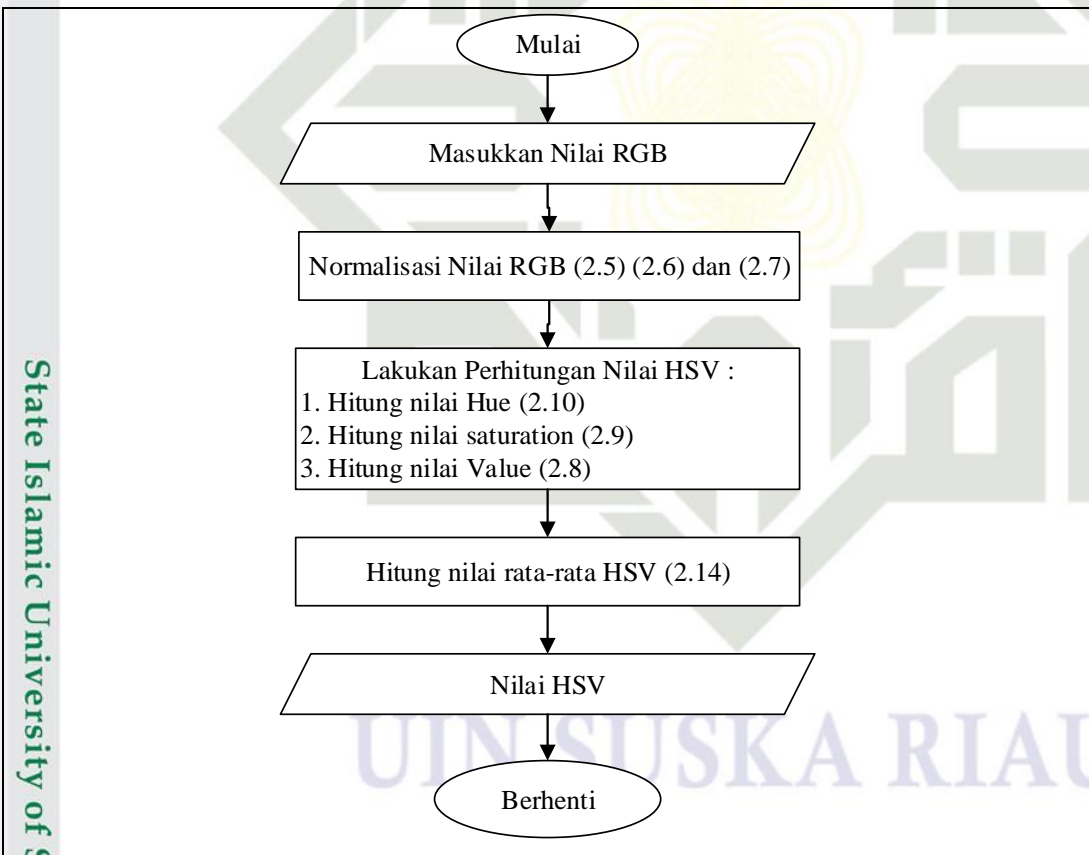
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2304	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
------	---	---	---	-----	---	---	---	---	---	---	-----	---	---	---

Setelah didapatkan nilai RGB, maka proses selanjutnya adalah mencari nilai HSV, LBP dan klasifikasi FLVQ.

4.3.1 Ekstraksi Ciri Warna HSV

Ekstraksi ciri warna HSV pada citra digunakan untuk menghitung nilai fitur warna yang dimiliki suatu citra. Ekstraksi ciri warna HSV ini dilakukan dengan mengkonversi nilai RGB menjadi nilai normalisasi RGB, setelah melakukan proses konversi normalisasi RGB maka dilakukan perhitungan terhadap HSV yang terdiri dari nilai *value*, *saturation* dan nilai *hue*. Berikut ini adalah *flowchart* pada citra warna HSV:



Gambar 4.5 Flowchart Ekstraksi Warna HSV

Berikut ini keterangan dan penjelasan mengenai proses perhitungan nilai ekstraksi ciri warna HSV:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Nilai RGB Citra

Langkah awal yang dilakukan untuk mendapatkan fitur warna model HSV ialah mendapatkan nilai RGB setiap piksel pada citra. Nilai RGB setiap piksel citra akan diekstraksi dapat dilihat pada tabel 4.1, 4.2 dan 4.3. Nilai RGB setiap piksel citra ini selanjutnya akan dikonveksi kedalam model warna HSV.

Normalisasi nilai RGB menjadi 0-1.

Sebelum perhitungan nilai HSV pada setiap piksel citra maka terlebih dahulu melakukan normalisasi terhadap nilai RGB, maka perhitungan konversi warna HSV dapat dilakukan dengan mendapatkan nilai RGB yang telah dinormalisasi (R_{norm}) sesuai persamaan 2.5 sampai 2.7 berikut ini adalah contoh perhitungan nilai RGB ke normalisasi R_{norm}. Berikut ini merupakan contoh perhitungan normalisasi R_{norm} ke R_{norm}.

a. Perhitungan normalisasi nilai *red* (R) dapat dilakukan dengan persamaan (2.5)

$$R_{596,596} = \frac{R}{R + G + B} = \frac{98}{98 + 41 + 15} = \frac{98}{154} = 0.636$$

$$R_{596,597} = \frac{R}{R + G + B} = \frac{99}{99 + 42 + 16} = \frac{99}{157} = 0.63$$

•
•

$$R_{2304,1536} = \frac{R}{R + G + B} = \frac{0}{0 + 0 + 0} = \frac{0}{0} = 0$$

Berdasarkan perhitungan di atas maka didapatkan normalisasi nilai *red*. Berikut tabel pada normalisasi *red* (R):

Tabel 4. 4 Normalisasi R (*red*)

(x,y)	1	2	3	...	596	567	568	569	560	561	...	1534	1535	1536
1	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
3	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
...
596	0	0	0	...	0,636	0,630	0,632	0,635	0,641	0,65	...	0	0	0
567	0	0	0	...	0,647	0,636	0,641	0,635	0,647	0,660	...	0	0	0

568	0	0	0	...	0,641	0,635	0,635	0,637	0,65	0,673	...	0	0	0
569	0	0	0	...	0,631	0,629	0,624	0,641	0,652	0,677	...	0	0	0
560	0	0	0	...	0,633	0,637	0,637	0,651	0,660	0,675	...	0	0	0
561	0	0	0	...	0,641	0,645	0,655	0,655	0,660	0,671	...	0	0	0
...
2302	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2303	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2304	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0

b. Setelah didapatkan nilai normalisasi *red* maka langkah selanjutnya melakukan perhitungan nilai *green*.

$$G_{596,596} = \frac{G}{G+R+B} = \frac{41}{41+98+15} = \frac{41}{154} = 0.266$$

$$G_{596,567} = \frac{G}{G+R+B} = \frac{42}{42+99+16} = \frac{42}{157} = 0.267$$

$$G_{2304,1536} = \frac{G}{G+R+B} = \frac{0}{0+0+0} = \frac{0}{0} = 0$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka terdapat nilai normalisasi RGB, berikut tabel pada normalisasi *green* (G).

Tabel 4. 5 Normalisasi G (*green*)

(x,y)	1	2	3	...	596	597	598	599	600	601	...	1534	1535	1536
1	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
3	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
...
596	0	0	0	...	0,266	0,267	0,272	0,270	0,265	0,262	...	0	0	0
597	0	0	0	...	0,254	0,261	0,269	0,270	0,264	0,262	...	0	0	0
598	0	0	0	...	0,256	0,264	0,270	0,268	0,262	0,261	...	0	0	0
599	0	0	0	...	0,262	0,265	0,272	0,265	0,267	0,256	...	0	0	0
600	0	0	0	...	0,260	0,262	0,268	0,259	0,262	0,258	...	0	0	0
601	0	0	0	...	0,257	0,259	0,259	0,259	0,261	0,263	...	0	0	0
...
2302	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2303	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2304	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Setelah dilakukan normalisasi terhadap nilai *red* dan nilai *green*, langkah selanjutnya dilakukan perhitungan nilai *blue*

$$B = \frac{B}{B + R + G} = \frac{15}{15 + 98 + 41} = \frac{15}{154} = 0.097$$

$$B_{781,781} = \frac{B}{B + R + G} = \frac{16}{16 + 99 + 42} = \frac{16}{157} = 0.101$$

$$B_{2304,1536} = \frac{B}{B + R + G} = \frac{0}{0 + 0 + 0} = \frac{0}{0} = 0$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka terdapat nilai normalisasi RGB, berikut tabel pada normalisasi *blue* (B).

Tabel 4. 6 Normalisasi B (*blue*)

(x,y)	1	2	3	...	596	597	598	599	600	601	...	1534	1535	1536
1	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
3	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
...
596	0	0	0	...	0,097	0,101	0,094	0,094	0,092	0,087	...	0	0	0
597	0	0	0	...	0,098	0,101	0,089	0,094	0,088	0,076	...	0	0	0
598	0	0	0	...	0,102	0,100	0,094	0,093	0,087	0,065	...	0	0	0
599	0	0	0	...	0,106	0,104	0,103	0,092	0,080	0,065	...	0	0	0
600	0	0	0	...	0,105	0,1	0,093	0,088	0,076	0,066	...	0	0	0
601	0	0	0	...	0,100	0,094	0,084	0,084	0,078	0,065	...	0	0	0
...
2302	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2303	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2304	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0

3. Hitung Nilai *Hue Saturation Value* (HSV)

Setelah selesai melakukan normalisasi terhadap nilai RGB. Langkah selanjutnya yaitu mengkonversi nilai RGB yang telah ternormalisasi kedalam bentuk nilai HSV. Berdasarkan Tabel 4.5, 4.6 dan 4.7 dapat diketahui nilai piksel



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

(596,596), (596,597), (596,598) dan (2304x1536) nilai RGB yang telah dinormalisasikan:

$r_{596,596} = 0,636$	$g_{596,596} = 0,266$	$b_{596,596} = 0,097$
$r_{596,597} = 0.647$	$g_{596,597} = 0.254$	$b_{597,597} = 0.098$
$r_{596,598} = 0.641$	$g_{596,598} = 0.256$	$b_{596,598} = 0.102$
$r_{2304,1536} = 0$	$g_{2304,1536} = 0$	$b_{2304,1536} = 0$

Maka berikut adalah perhitungan untuk mengkonversikan HSV nilai RGB yang telah dinormalisasi kedalam bentuk HSV. Proses pertama dalam perhitungan nilai HSV adalah nilai *Value* (V), untuk menghitung nilai *Value* (V) menggunakan persamaan (2.8). Berikut ini adalah perhitungan nilai *Value* (V):

$$V_{596,596} = \max\{R_{596,596}, G_{596,596}, B_{596,596}\}$$

$$V_{596,596} = \max\{0.636; 0.266; 0.097\}$$

$$V_{596,596} = 0.636$$

$$V_{596,597} = \max\{R_{596,597}, G_{596,597}, B_{596,597}\}$$

$$V_{596,597} = \max\{0.647; 0.254; 0.098\}$$

$$V_{596,597} = 0.647$$

$$V_{596,598} = \max\{R_{596,598}, G_{596,598}, B_{596,598}\}$$

$$V_{596,598} = \max\{0.641; 0.256; 0.102\}$$

$$V_{596,598} = 0.641$$

$$V_{2304,1536} = \max\{R_{2304,1536}, G_{2304,1536}, B_{2304,1536}\} = 0$$

Berikut ini merupakan nilai-nilai *value* yang telah didapat berdasarkan diatas :



Tabel 4. 7 Nilai Value

(x,y)	1	2	3	...	596	597	598	599	600	601	...	1534	1535	1536
1	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
3	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
...
596	0	0	0	...	0,636	0,631	0,633	0,635	0,642	0,65	...	0	0	0
597	0	0	0	...	0,647	0,637	0,641	0,635	0,648	0,66	...	0	0	0
598	0	0	0	...	0,641	0,635	0,635	0,638	0,65	0,673	...	0	0	0
599	0	0	0	...	0,631	0,629	0,624	0,642	0,652	0,678	...	0	0	0
600	0	0	0	...	0,633	0,638	0,638	0,652	0,66	0,675	...	0	0	0
601	0	0	0	...	0,642	0,646	0,656	0,656	0,66	0,671	...	0	0	0
...
2302	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2303	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2304	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0

Langkah selanjutnya setelah mendapatkan nilai Value (V) proses selanjutnya menghitung nilai Saturation (S), untuk menghitung nilai Saturation (S) menggunakan persamaan (2.9). Berikut ini adalah perhitungan nilai Saturation

(S):

$$S_{596,596} = 1 - \frac{\min(R_{596,596}, G_{596,596}, B_{596,596})}{v}$$

$$S_{596,596} = 1 - \frac{\min(0.636; 0.266; 0.097)}{0.636}$$

$$S_{596,596} = 0.847$$

$$S_{596,597} = 1 - \frac{\min(0.647; 0.254; 0.098)}{0.631}$$

$$S_{596,597} = 0.838$$

$$S_{596,598} = 1 - \frac{\min(0.641; 0.256; 0.102)}{0.641}$$

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$S_{596,598} = 0.85$$

$$S_{2304,1536} = \max\{R_{2304,1536}, G_{2304,1536}, B_{2304,1536}\} = 0$$

Berikut ini merupakan nilai-nilai *saturation* yang telah didapat berdasarkan diatas:

Tabel 4. 8 Nilai Saturation

(x,y)	1	2	3	...	596	597	598	599	600	601	...	1534	1535	1536
1	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
3	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
...
596	0	0	0	...	0,846	0,838	0,85	0,851	0,855	0,865	...	0	0	0
597	0	0	0	...	0,848	0,84	0,86	0,851	0,864	0,883	...	0	0	0
598	0	0	0	...	0,84	0,841	0,851	0,852	0,865	0,902	...	0	0	0
599	0	0	0	...	0,831	0,833	0,834	0,855	0,876	0,902	...	0	0	0
600	0	0	0	...	0,833	0,843	0,852	0,864	0,883	0,901	...	0	0	0
601	0	0	0	...	0,843	0,852	0,871	0,871	0,881	0,901	...	0	0	0
...
2302	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2303	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2304	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0

Langkah selanjutnya dalam mengkonversi nilai RGB kedalam nilai HSV adalah melakukan perhitungan terhadap nilai *Hue*, dimana nilai *hue* dapat dihitung menggunakan persamaan (2.10). Melakukan perhitungan nilai *hue* ini terdapat beberapa kondisi sebagai berikut:

Proses membuat nilai R, G, B (0-1)

$$r = \frac{V-R}{V-X}; g = \frac{V-G}{V-X}; b = \frac{V-B}{V-X}$$

1. Jika R = V maka H= (jika G = X maka 5 + b else 1 - g)
2. Jika G = V maka H= (jika B = X maka 1+ r else 3 - b)
3. Jika B = V maka H= (jika R = X maka 3 + g else 5 - r)

$$H = \frac{H}{6}$$

menurut kondisi diatas, dapat disimpulkan bahwa perhitungan yang telah dilakukan terhadap nilai *value* memiliki kesamaan dengan nilai *red* yang telah dinormalisasi menggunakan rumus Jika $R = V$ maka $H =$ (jika $G = X$ maka $5 + b$ else $1 - g$)

Berikut ini merupakan contoh perhitungan nilai *hue*:

$$H_{(596.596)} = \text{Jika } R = V \text{ maka } H = (\text{jika } g = X \text{ maka } 5 + b \text{ else } 1 - g)$$

$$H_{(596.596)} = 1 - 0,6867$$

$$H_{(596.597)} = 0,3133$$

$$H_{(596.597)} = \frac{0,3133}{6}$$

$$H_{(596.598)} = 0,0522$$

Berikut ini merupakan nilai *hue* yang telah dilakukan perhitungan seperti diatas:

Tabel 4. 9 Nilai Hue Citra

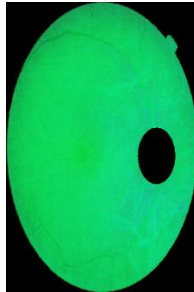
(x,y)	1	2	3	...	596	597	598	599	600	601	...	1534	1535	1536
1	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
3	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
...
596	0	0	0	...	0,052	0,051	0,052	0,052	0,047	0,050	...	0	0	0
597	0	0	0	...	0,055	0,054	0,054	0,051	0,049	0,049	...	0	0	0
598	0	0	0	...	0,054	0,053	0,053	0,052	0,048	0,05	...	0	0	0
599	0	0	0	...	0,054	0,053	0,051	0,052	0,048	0,051	...	0	0	0
600	0	0	0	...	0,054	0,053	0,051	0,049	0,046	0,049	...	0	0	0
601	0	0	0	...	0,056	0,053	0,051	0,049	0,046	0,051	...	0	0	0
...
2302	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2303	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2304	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Setelah dilakukan proses perhitungan HSV seperti diatas, didapatkan hasil citra HSV sebagai berikut ini:



Gambar 4. 6 Citra HSV retina mata

Nilai Means HSV

Setelah didapatkan nilai Ekstraksi ciri warna HSV, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai rata-rata HSV untuk lebih memudahkan dalam proses perhitungan, perhitungan nilai rata-rata HSV ini dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.14). berikut ini merupakan contoh perhitungan rata-rata HSV:

$$\mu_H = \frac{1}{(2304)(1536)} (H_{(0.0)} + H_{(0.1)} + \dots + H_{(2303,1535)}) = 0.0457$$

$$\mu_S = \frac{1}{(2304)(1536)} (S_{(0.0)} + S_{(0.1)} + \dots + S_{(2303,1535)}) = 0.613$$

$$\mu_V = \frac{1}{(2304)(1536)} (V_{(0.0)} + V_{(0.1)} + \dots + V_{(2303,1535)}) = 0.304$$

Data hasil normalisasi HSV yang telah didapat akan disimpan untuk dijadikan data acuan ketika melakukan proses pengujian.

Nilai HSV ini merupakan nilai yang telah dilakukan proses pencarian nilai rata-rata HSV atau merupakan nilai akhir dari perhitungan HSV. Berikut ini merupakan nilai mean HSV:

Tabel 4. 10 Nilai Mean HSV

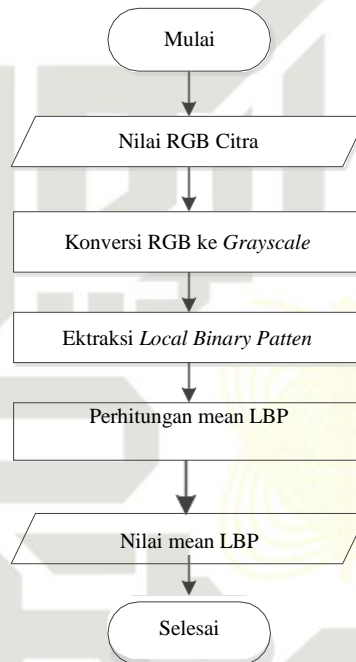
Data	1	2	3	.....	210
Kode citra	Normal1.png	Normal10.png	Normal11.png	.....	Sedang9.png
μ_H	0,045	0,067	0,06	.....	0,028
μ_S	0,613	0,526	0,57	.....	0,668
μ_V	0,304	0,354	0,361	.....	0,414

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.3.2 Ekstraksi Ciri Tekstur LBP

Metode yang digunakan untuk ekstraksi ciri tekstur retina mata pada penelitian ini menggunakan metode *Local Binary Pattern* (LBP). Proses ekstraksi ciri tekstur berguna untuk memperoleh nilai dari data citra retina mata. *Flowchart* dari metode ekstraksi ciri tekstur *Local Binary Pattern* dapat dilihat pada gambar 4.6 sebagai berikut:



Gambar 4. 7 Flowchart Metode Local Binary Pattern

Adapun langkah-langkah ekstraksi ciri tekstur menggunakan metode LBP pada citra retina mata adalah sebagai berikut:

4.3.2.1 Konversi Citra $RGB_{(x,y)}$ ke $Grayscale_{(x,y)}$

Konversi citra $RGB_{(x,y)}$ ke $Grayscale_{(x,y)}$ merupakan suatu proses mengubah data citra asli yang bernilai $RGB_{(x,y)}$ menjadi citra yang bernilai $Grayscale_{(x,y)}$ dengan menggunakan persamaan (2.1). Berikut perhitungan manual untuk mengkonversi nilai citra $RGB_{(x,y)}$ yang diperoleh dari Tabel 4.1, 4.2 dan 4.3 menjadi citra bernilai $Grayscale_{(x,y)}$ adalah sebagai berikut.

$$Grayscale_{596,596} = 0,2989 * R_{(596,596)} + 0,5870 * G_{(596,596)} + 0,1140 * B_{596,596}$$



$$Grayscale_{596,596} = 0,2989 * 98 + 0,5870 * 41 + 0,1140 * 15$$

$$Grayscale_{596,596} = 29,2922 + 24,067 + 1,71$$

$$Grayscale_{596,596} = 55,0692$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka nilai $Grayscale_{(1,1)}$ dari piksel (596,596) adalah 55,0692 dan jika dibulatkan menjadi 55. Pencarian nilai $grayscale$ pada data citra dilakukan pada keseluruhan piksel dengan menggunakan rumus dan cara yang sama, sehingga nilai $grayscale$ untuk seluruh piksel dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut ini.

Tabel 4. 11 Konversi RGB Ke Grayscale

(x,y)	1	2	3	...	596	597	598	599	600	601	...	1534	1535	1536
1	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
3	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
...
596	0	0	0	...	55	57	57	57	58	58	...	0	0	0
597	0	0	0	...	55	56	57	57	58	56	...	0	0	0
598	0	0	0	...	55	57	57	57	58	55	...	0	0	0
599	0	0	0	...	57	57	59	58	57	55	...	0	0	0
600	0	0	0	...	57	57	57	57	56	54	...	0	0	0
601	0	0	0	...	56	56	54	54	54	54	...	0	0	0
...
2302	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2303	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2304	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0

Setelah mendapatkan nilai $grayscale$ dari citra data latih, maka tahap selanjutnya adalah mengekstraksi citra tekstur dari data latih dengan menggunakan metode *Local Binary Pattern* (LBP). LBP merupakan suatu proses membandingkan nilai piksel pada pusat citra dengan 8 nilai piksel disekelilingnya (g^p).

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Diketahui nilai piksel (596.596) pada Tabel 4.7 untuk nilai *grayscale* citra retina mata adalah 55. Selanjutnya nilai tersebut akan menjadi piksel pusat dan 8 nilai sekelilingnya akan menjadi piksel ketetangaan.

57	56	56
55	55	57
55	55	56

g^0	g^1	g^2
g^7	g^c	g^3
g^6	g^5	g^4

Pada table diatas, nilai 55 yang bernilai *grayscale* akan menjadi piksel pusat (g^c). Setelah proses pemilihan 8 nilai piksel ketetangaan maka proses selanjutnya adalah membandingkan nilai piksel pusat dengan nilai piksel disekelilingnya dengan menggunakan rumus (2.6). Aturan perbandingan nilai piksel tersebut adalah jika nilai piksel pusat sama dengan dan kecil dari piksel disekelilingnya maka nilai piksel sekelilingnya akan bernilai 1. Sebaliknya jika nilai piksel pusat lebih besar, maka nilai piksel sekelilingnya akan bernilai 0.

Diketahui dari gambar (4.5), nilai $g^0 = 57, g^1 = 56, g^2 = 56, g^3 = 57, g^4 = 56, g^5 = 55, g^6 = 55$ dan $g^7 = 55$ maka nilai sekelilingnya menggunakan rumus LBP adalah:

$$LBP_{P,R}(x_c, y_c) = \sum_{p=0}^{p-1} s(g_p - g_c)2^p, s(X) = \begin{cases} 1, & X \geq 0 \\ 0, & X < 0 \end{cases} \quad S(X) = g_p - g_c$$

$$LBP_{596,596}(x_1, y_1) = \sum_{p=0}^{p-1} s(57 - 55)2^0$$

$s(2) > 0$, dikarenakan nilai $57 > 55$ maka $(1) 2^0 = 1$

$$LBP_{596,596}(x_1, y_1) = \sum_{p=0}^{p-1} s(56 - 55)2^1 = 2^1$$

$s(1) > 0$, dikarenakan nilai $56 > 55$ maka $(1) 2^1 = 2$

$$LBP_{596,596}(x_1, y_1) = \sum_{p=0}^{p-1} s(56 - 55)2^2$$

$s(1) > 0$, dikarenakan nilai $56 > 55$ maka $(1) 2^2 = 4$

$$LBP_{596,596}(x_1, y_1) = \sum_{p=0}^{p-1} s(57 - 55)2^3$$

$s(2) > 0$, dikarenakan nilai $57 > 55$ maka $(1) 2^3 = 8$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$LBP_{596,596}(x_1, y_1) = \sum_{p=0}^{p-1} s(56 - 55)2^4$$

$s(1) > 0$, dikarenakan nilai $56 > 55$ maka $(1) 2^4 = 16$

$$LBP_{596,596}(x_1, y_1) = \sum_{p=0}^{p-1} s(55 - 55)2^5$$

$s(0) = 0$, dikarenakan nilai $55 = 55$ maka $(1) 2^5 = 32$

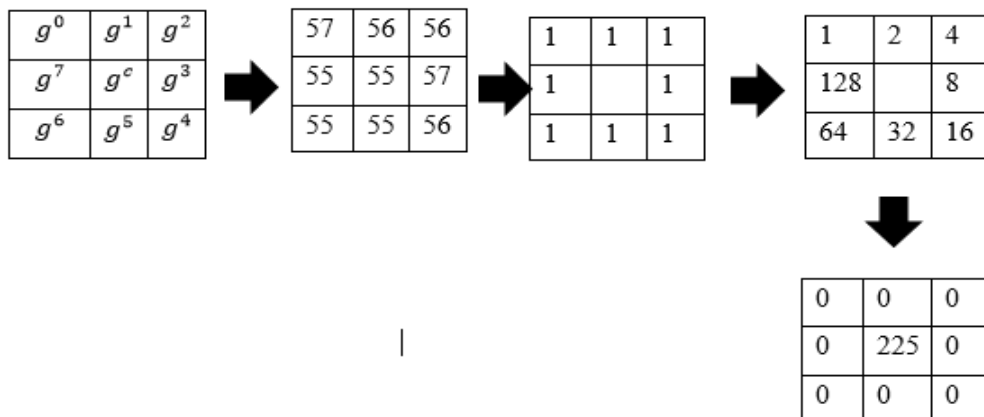
$$LBP_{596,596}(x_1, y_1) = \sum_{p=0}^{p-1} s(55 - 55)2^6$$

$s(0) = 0$, dikarenakan nilai $55 = 55$ maka $(1) 2^6 = 64$

$$LBP_{596,596}(x_1, y_1) = \sum_{p=0}^{p-1} s(55 - 55)2^7$$

$s(0) = 0$, dikarenakan nilai $55 = 55$ maka $(1) 2^7 = 128$

Tahap selanjutnya adalah menyusun nilai 8 biner searah jarum atau sesuai urutan nilai ketetanggan g^0 sampai g^7 . Kemudian nilai tersebut akan dirubah kedalam nilai desimal untuk menggantikan nilai piksel pusat (g^c), sesuai perhitungan diatas maka nilai LBP pada piksel (596.596) dapat terlihat pada Gambar 4.8 berikut.



Gambar 4. 8 Langkah dan Hasil $LBP_{(1,1)}$

Berdasarkan dari perhitungan diatas, perhitungan untuk mencari nilai LBP keseluruhan pada gambar (4.8) dilakukan dengan menggunakan rumus yang sama. Maka nilai LBP keseluruhan pada gambar (4.8) dapat dilihat dalam bentuk matrik pada Tabel berikut.

Tabel 4. 12 Nilai LBP (x,y)

(x,y)	1	2	3	...	596	597	598	599	600	601	...	153	153	153
												4	5	6
1	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
3	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
...
596	0	0	0	...	255	28	190	255	42	193	...	0	0	0
597	0	0	0	...	255	62	127	255	38	195	...	0	0	0
598	0	0	0	...	191	124	254	255	66	227	...	0	0	0
599	0	0	0	...	60	254	0	132	195	195	...	0	0	0
600	0	0	0	...	14	143	143	135	131	251	...	0	0	0
601	0	0	0	...	30	167	255	255	255	255	...	0	0	0
...
230	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
230	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
230	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0

1. Nilai Means LBP

Setelah didapatkan nilai Ekstraksi ciri tekstur LBP, langkah selanjutnya adalah Langkah selanjutnya dari tahapan ekstraksi ciri tekstur adalah menghitung nilai *means* LBP. Adapun perhitungan ini dilakukan menggunakan persamaan (4.14). Berikut perhitungan nilai *means* LBP adalah:

$$\mu_{LBP} = \frac{1}{(2304)(1536)} (255 + 28 + 190 + \dots + 255) = 182,914$$

Setelah dilakukan perhitung terhadap ekstraksi ciri citra warna menggunakan HSV (*Hue Saturation Value*) dan ekstraksi ciri citra tekstur menggunakan LBP (*Local Binary pattens*) maka didapatkan hasil akhir dari proses perhitungan ekstraksi ciri tersebut sebagai berikut:

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4. 13 Nilai Ekstraksi Ciri HSV dan LBP

Data	1	2	3	.....	210
Kode citra	Normal1.png	Normal2	Normal3	.....	Sedang70.png
μH	0,046	0,067	0,06	.....	0,028
μS	0,613	0,526	0,57	.....	0,668
μV	0,304	0,354	0,361	.....	0,414
μLBP	182,914	185,255	183,084	.....	182,261

Setelah didapatkan hasil ekstraksi ciri seperti diatas, selanjutnya data tersebut dibagi menjadi dua jenis, yaitu data latih dan data uji seperti berikut ini:

4.3.3 Proses pembagian data menggunakan *K-fold cross validation*

Proses pembagian data dilakukan dengan cara membagi data dengan presentase 90% untuk data latih sebesar 189 data. Sedangkan untuk data uji dengan presentase 10% yaitu sebanyak 21 data citra yang terdiri dari 7 kelas normal, 7 kelas parah dan 7 kelas sedang. Dan pembagian data menggunakan *10 fold cross validation*. Berikut adalah pembagian data *10 fold cross validation*:

Tabel 4.14 *K-Fold Cross Validation*.

<i>Fold</i>	Data Latih	Data Uji
1	$S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, S_8, S_9$	S_{10}
2	$S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, S_8, S_{10}$	S_9
3	$S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, S_9, S_{10}$	S_8
4	$S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_8, S_9, S_{10}$	S_7
5	$S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_7, S_8, S_9, S_{10}$	S_6
6	$S_1, S_2, S_3, S_4, S_6, S_7, S_8, S_9, S_{10}$	S_5
7	$S_1, S_2, S_3, S_5, S_6, S_7, S_8, S_9, S_{10}$	S_4
8	$S_1, S_2, S_4, S_5, S_6, S_7, S_8, S_9, S_{10}$	S_3
9	$S_1, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, S_8, S_9, S_{10}$	S_2
10	$S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, S_8, S_9, S_{10}$	S_1

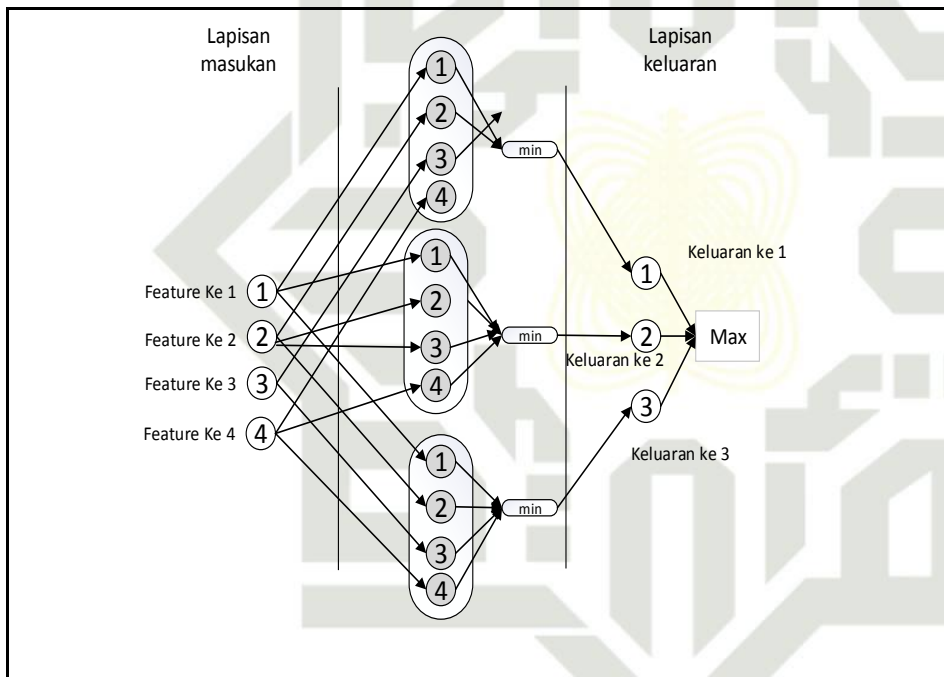
- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.3.4 Klasifikasi Fuzzy Learning Vector Quantization (FLVQ)

Proses Klasifikasi ini merupakan proses yang dilakukan untuk mengelompokkan citra kedalam kelas normal, kelas sedang dan kelas parah. Proses pengelompokkan citra ini menggunakan data latih yang telah didapat pada proses ekstraksi ciri kedalam proses klasifikasi dengan metode *fuzzy learning vector quantization* (FLVQ). FLVQ merupakan metode jaringan saraf tiruan yang memiliki 3 layer pada prosesnya, dimana layer tersebut merupakan input layer, hidden layer dan output layer. Berikut ini merupakan arsitektur FLVQ yang menjelaskan layer-layer tersebut:



Gambar 4. 9 Arsitektur FLVQ

a. Proses pelatihan (Training)

Proses pelatihan dilakukan untuk mendapatkan bobot dari data latih, dimana bobot data latih tersebut akan diugunakan sebagai acuan pada saat pengujian. Sehingga dari proses tersebut didapatkan output dari proses klasifikasi FLVQ

Tabel 4. 15 Nilai Data Latih Citra Retina Mata Kelas Normal

Kode Citra	μHue	$\mu Saturation$	$\mu Vaue$	μLBP	T
'normal1.pn g'	0,039385806097 2437	0,66812597387 0940	0,36586443223 0322	175,88833985 5053	Normal
'normal10.p ng'	0,056468810248 3687	0,69073107758 8225	0,41703813673 3643	185,00460137 2613	Normal
'normal11.p ng'	0,060157729411 1964	0,61703620358 2808	0,39864875832 2412	171,96642586 0370	Normal
'normal12.p ng'	0,060481540951 4389	0,61011000707 8623	0,39953677219 6761	171,18325749 1500	Normal
'normal13.p ng'	0,050061563565 9051	0,59273236876 6019	0,29609503209 2879	176,87197649 9204	Normal
'normal14.p ng'	0,034968621981 2593	0,74569984215 2601	0,48196916213 1358	185,62972796 4048	Normal
.....
'normal66.p ng'	0,051863449832 3234	0,63182375686 7616	0,54511707114 7577	175,61311170 7899	Normal

Berikut ini merupakan data latih kelas sedang.

Kode Citra	μHue	$\mu Saturation$	$\mu Vaue$	μLBP	T
'sedang1.pn g'	0,054124861824 7253	0,68615576143 7317	0,42112015424 2977	184,069097165 708	Sedang
'sedang10.p ng'	0,053844388054 6761	0,69149083594 3695	0,44616809144 0859	185,021182307 491	Sedang
'sedang11.p ng'	0,055699464011 5919	0,67552803392 5628	0,42399468404 6214	176,753089622 215	Sedang
'sedang12.p ng'	0,055451177715 7758	0,67869682100 6860	0,42158841733 5791	177,406211853 027	Sedang
'sedang13.p ng'	0,035556858269 5102	0,62578337523 3211	0,43226899899 8616	173,991130970 143	Sedang
'sedang14.p ng'	0,034556689389 6120	0,63324369676 4009	0,42846720244 6299	174,349351388 437	Sedang
.....	.....	.....	.....	.....	Sedang
'sedang66.p ng'	0,028047998743 3945	0,66845139378 8388	0,41435416671 0989	182,261050188 983	Sedang

Berikut ini merupakan data latih kelas parah

Kode Citra	μHue	$\mu Saturation$	$\mu Vaue$	μLBP	T
'parah1.pn g'	0,0437632556445 820	0,705989728892 323	0,461515126612 718	183,105786924 009	Parah
'parah10.p	0,0441907696353	0,711249596166	0,457364112117	184,044659649	Parah

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ng'	963	649	113	884	h
'parah11.p ng'	0,0444180277427 398	0,530689879067 805	0,308593650269 353	184,386626914 695	Para h
'parah12.p ng'	0,0452475057488 440	0,453305546209 267	0,363103671825 358	184,649858262 804	Para h
'parah13.p ng'	0,0338140197883 921	0,651339103100 506	0,390864617286 079	176,809479042 336	Para h
'parah14.p ng'	0,0247640575681 447	0,652275215938 621	0,417109404254 319	181,553440235 279	Para h
.....					Para h
'parah66.p ng'	0,0468285052995 762	0,644070272243 833	0,535889852020 997	192,034120630 335	Para h

b. Inisialisasi

Inisialisasi yang digunakan dalam metode FLVQ terdiri dari nilai α (*learning rate*) sebesar 0.01, pengurangan α (*learning rate*) 0.1, minimal α (*learning rate*) 0.000001 nilai β (*beta*) yang terdiri dari β (*beta*) lebar 1.6 dan β (*beta*) kecil 0.6 serta maksimal epoch 100.

2. Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi dilakukan setelah didapatkan nilai ekstraksi ciri yang digunakan sebagai vector pewakil, *fuzzyfikasi* ini didapat dengan mengambil nilai minimal, rata-rata dan nilai maksimal semua dimensi masukan pada semua kelas. Berikut ini merupakan nilai *fuzzyfikasi* untuk kelas normal, kelas sedang dan kelas parah:

Tabel 4. 16 Nilai Vektor Pewakil (*fuzzyfikasi*) Kelas Normal

Kelas : Normal			
Data Latih	Minimal	Rata-rata	Maksimal
Mean H	0,02676	0,047832	0,06611
Mean S	0,437235	0,622285	0,741731
Mean V	0,275356	0,472227	0,720408
Mean LBP	170,8943	185,9686	211,9484

Setelah didapatkan nilai *fuzzyfikasi* pada kelas normal, maka dilakukan cara yang sama untuk *fuzzyfikasi* pada kelas parah, berikut ini merupakan data *fuzzyfikasi* pada kelas parah:

Tabel 4. 17 Nilai Vektor Pewakil (*fuzzyfikasi*) Kelas Parah

Kelas : Parah			
Data Latih	Minimal	Rata-rata	Maksimal
Mean H	0,025759	0,046788	0,065616



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Mean S	0,332538	0,623613	0,7457
Mean V	0,162768	0,474429	0,70264
Mean LBP	171,609	188,5547	211,7381

Setelah didapatkan nilai *fuzzyfikasi* pada kelas parah, maka dilakukan cara yang sama untuk *fuzzyfikasi* pada kelas sedang, berikut ini merupakan data *fuzzyfikasi* pada kelas parah:

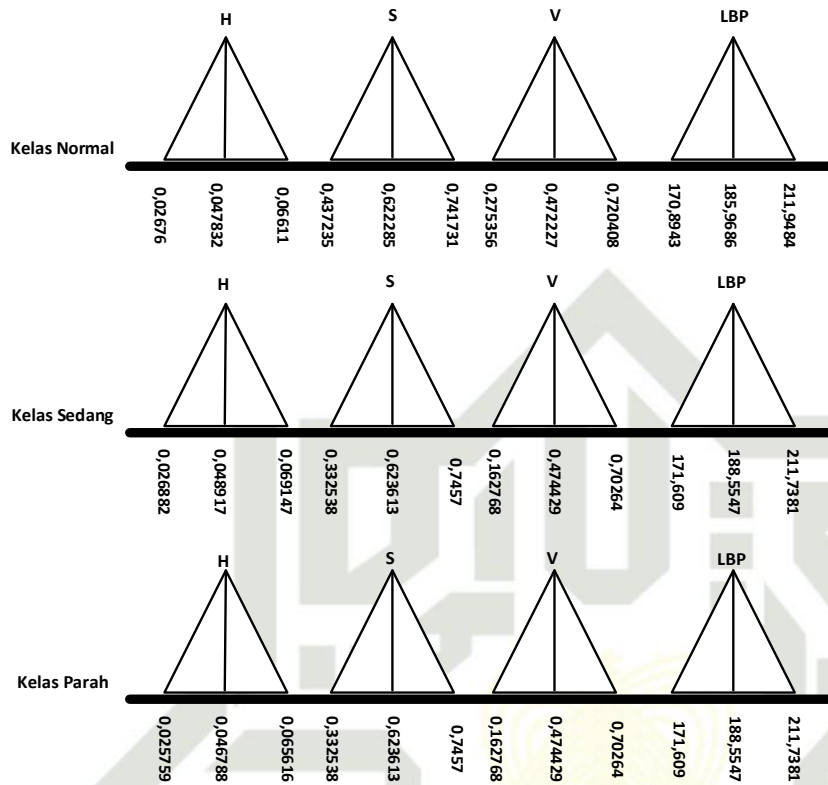
Tabel 4. 18 Nilai Vektor Perwakilan (*fuzzyfikasi*) Kelas Sedang

Kelas : Sedang			
Data Latih	Minimal	Rata-rata	Maksimal
Mean H	0,026882	0,048917	0,069147
Mean S	0,353664	0,628324	0,7149
Mean V	0,227061	0,488014	0,720408
Mean LBP	170,9361	188,8115	209,6727

Berikut ini merupakan ilustrasi vector perwakilan yang terdiri dari 3 kelas yakni kelas normal, kelas sedang dan kelas parah, dimana jumlah segitiga pada masing-masing kelas tergantung pada jumlah dimensi masukan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 4. 10 Proses *Fuzzyfikasi*

Epoch-1

Epoch merupakan jumlah iterasi atau perulangan yang dilakukan terhadap semua data latih yang telah ditentukan berdasarkan *K-fold validation* dari 210 data. Kondisi berhenti perulangan ini terjadi ketika mencapai batas maksimal epoch serta ketika nilai α sudah memenuhi syarat henti.

3. Mencari Nilai Similaritas

Nilai similaritas dihitung dengan setiap kelas pada semua data latih (210 data) untuk semua dimensi masukan dengan persamaan (2.10) sebagai berikut:

a. Mencari nilai similaritas kelas normal

Data ke-1

$$\mu_H = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = \frac{0,039386 - 0,06611}{0,047832 - 0,06611} = 1,4620$$

$$\mu_S = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = \frac{0,668126 - 0,741731}{0,622285 - 0,741731} = 0,61621$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\mu_V = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = \frac{0,365864 - 0,720408}{0,472227 - 0,720408} = 1,42857$$

$$\mu_{LBP} = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = \frac{175,8883 - 211,9484}{185,9686 - 211,9484} = 1,38885$$

Setelah dilakukan perhitungan nilai similaritas untuk semua data (210 data), langkah selanjutnya yang harus dilakukan adalah menentukan kelas pemenang dimana dalam menghitung kelas pemenang, terlebih dahulu kita menghitung nilai minimal similaritas *vector* masukan terhadap kesembilan *vector* perwakilan sebanyak jumlah data. berikut ini merupakan contoh perhitungan nilai minimal similaritas dengan menggunakan persamaan (2.18):

$$\mu_{\min(1,1)} = \min\{1,4620; 0,61621; 1,42857; 1,38885\}$$

$$\mu_{\min(1,1)} = (0,61621)$$

Berikut ini merupakan nilai similaritas dan nilai minimal yang dilakukan perhitungan pada epoch 1 data ke 1 seperti diatas:

Tabel 4. 19 Nilai Similaritas dan Nilai Minimal Kelas Normal

Nilai Similaritas Kelas Normal						
Kode citra	μ_H	μ_S	μ_V	LBP	Min Normal	T
Normal1 PNG	1,4620	0,61621	1,42857	1,38885	0,61621	Normal

Setelah dilakukan perhitungan nilai similaritas kelas normal, maka dilakukan perhitungan yang sama untuk nilai similaritas kelas parah. Berikut ini merupakan perhitungan nilai similaritas untuk kelas parah:

Mencari nilai similaritas kelas parah

Menghitung nilai similaritas kelas parah sama dengan cara menghitung nilai similaritas pada kelas normal, dimana nilai similaritas dihitung untuk semua data latih pada setiap dimensi masukan.

Data ke-1

$$\mu_H = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = \frac{0,039386 - 0,065616}{0,046788 - 0,065616} = 2,16088801$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\mu_s = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = \frac{0,668126 - 0,7456998}{0,623613 - 0,7456998} = 0,649446612$$

$$\mu_v = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = \frac{0,365864 - 0,702640}{0,474429 - 0,702640} = 1,383913$$

$$\mu_{LBP} = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = \frac{175,8883 - 211,738149}{188,554658 - 211,738149} = 1,54632937$$

Setelah didapatkan nilai similaritas, langkah selanjutnya menghitung nilai minimal untuk setiap data. Berikut ini merupakan perhitungan nilai minimal:

$$\mu_{\min(1,1)} = \min\{2,16088801; 0,649446612; 1,383913; 1,54632937\}$$

$$\mu_{\min(1,1)} = (0,649446612)$$

Berikut ini merupakan nilai similaritas dan nilai minimal untuk epoch 1 data ke-1 pada kelas parah:

Tabel 4. 20 Nilai Similaritas dan Nilai Minimal Kelas Parah

Nilai Similaritas Kelas Parah						
Kode citra	μ_H	μ_S	μ_V	LBP	Min Parah	T
Normal1.P NG	2,16088801	0,64944661	1,383913	1,54632937	0,64944661	Normal

Mencari nilai similaritas kelas sedang

Menghitung nilai similaritas kelas sedang sama dengan cara menghitung nilai similaritas pada kelas sedang, dimana nilai similaritas dihitung untuk semua data latih pada setiap dimensi masukan.

Data ke-1

$$\mu_H = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = \frac{0,039386 - 0,069147}{0,048916 - 0,069147} = 1,74051719$$

$$\mu_s = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = \frac{0,668126 - 0,7148996}{0,628324 - 0,7148996} = 0,540263076$$

$$\mu_v = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = \frac{0,365864 - 0,720408}{0,488014 - 0,720408} = 1,52561598$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\mu_{LBP} = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = \frac{175,8883 - 209,673}{188,8115 - 209,673} = 1,61945163$$

Setelah didapatkan nilai similaritas, langkah selanjutnya menghitung nilai minimal untuk setiap data. Berikut ini merupakan perhitungan nilai minimal:

$$\mu_{\min(1,1)} = \min\{1,74051719; 0,540263076; 1,52561598; 1,61945163\}$$

$$\mu_{\min(1,1)} = (0,540263076)$$

Berikut ini merupakan nilai similaritas dan nilai minimal untuk epoch 1 data ke-1 pada kelas sedang:

Tabel 4. 21 Nilai Similaritas dan Nilai Minimal Kelas Sedang

Nilai Similaritas Kelas Sedang						
Kode citra	μ_H	μ_S	μ_V	LBP	Min Sedang	T
Normal1.	1,7405171	0,5402630	1,52561598	1,6194516	0,5402630	Normal
PNG	9	76		3	76	

4. Kelas Pemenang

Langkah selanjutnya yang harus dilakukan setelah dilakukan perhitungan nilai similaritas dan nilai minimal pada data, selanjutnya dilakukan penentuan kelas pemenang, dimana penentuan kelas pemenang ini dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.19) sebagai berikut:

$$\mu_{\text{final}} = \max(\mu_{(i,1)}, \mu_{(i,2)}, \mu_{(i,3)}, \dots, \mu_{i,n})$$

$$\mu_{\text{final}(1,1)} = \max\{(1,075716), (1,057769), (1,158987)\} = 1,158987$$

Kelas pemenang pada proses diatas adalah kelas sedang, langkah selanjutnya adalah membandingkan kelas pemenang dengan info kelas. pada tahap ini info kelas data pertama adalah kelas normal sehingga dapat disimpulkan bahwa **kelas pemenang \neq info kelas.**

5. Mengupdate Bobot

Setelah didapatkan kelas pemenang, langkah selanjutnya yang harus dilakukan ialah mengupdate bobot, bobot yang diupdate dilihat berdasarkan info kelas pemenang. Dalam mengupdate bobot terdapat beberapa kondisi, diantaranya apabila nilai similaritas = 0, maka data yang



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

diproses dianggap tidak masuk kedalam kelas manapun. Jika nilai similaritas = target maka dilakukan perubahan bobot pada kelas tersebut dengan kondisi rata-rata mendekati *vector input* dan kondisi terakhir apabila nilai similaritas \neq target maka dilakukan perubahan bobot dengan kondisi rata-rata menjauhi *vector input*.

Data ke-1 epoch-1

karena pada data pertama kelas pemenang tidak sama dengan info kelas, maka mengupdate bobot dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (2.21), (2.25) dan (2.23) *update* bobot ini dilakukan pada kelas pemenang, data pertama ini kita lakukan update bobot pada kelas sedang. berikut ini merupakan contoh update bobot:

$$W_{ij}^{(1)} = W_{ij}^{(2)} - \beta(W_{ij}^{(2)} - W_{ij}^{(1)})$$

$$W_{ij}^{(2)} = W_{ij}^{(2)} - \alpha(1 - \mu_{ij})(x_i - W_{ij}^{(2)})$$

$$W_{ij}^{(3)} = W_{ij}^{(2)} + \beta(W_{ij}^{(3)} - W_{ij}^{(2)})$$

dimana :

$$\beta < 1$$

$$1 < i < n, n = \text{jumlah dimensi}$$

$$1 < j < k, k = \text{jumlah kelas}$$

$$W_{H(1)} = W_{ij}^{(2)} - \beta(W_{ij}^{(2)} - W_{ij}^{(1)}) = 0,049 - 0,6(0,049 - 0,0269) = 0,036$$

$$W_{H(2)} = W_{ij}^{(2)} - \alpha(1 - \mu_{ij})(x_i - W_{ij}^{(2)}) = 0,049 - 0,01(1 - 1,159)(0,039 - 0,049) = 0,049$$

$$W_{H(3)} = W_{ij}^{(2)} + \beta(W_{ij}^{(3)} - W_{ij}^{(2)}) = 0,049 + 0,6(0,069 - 0,049) = 0,061$$

$$W_{S(1)} = W_{ij}^{(2)} - \beta(W_{ij}^{(2)} - W_{ij}^{(1)}) = 0,628 - 0,6(0,628 - 0,354) = 0,463$$

$$W_{S(2)} = W_{ij}^{(2)} - \alpha(1 - \mu_{ij})(x_i - W_{ij}^{(2)}) = 0,628 - 0,01(1 - 1,159)(0,668 - 0,628) = 0,628$$

$$W_{S(3)} = W_{ij}^{(2)} + \beta(W_{ij}^{(3)} - W_{ij}^{(2)}) = 0,628 + 0,6(0,715 - 0,628) = 0,68$$

$$W_{V(1)} = W_{ij}^{(2)} - \beta(W_{ij}^{(2)} - W_{ij}^{(1)}) = 0,488 - 0,6(0,488 - 0,227) = 0,331$$

$$W_{V(2)} = W_{ij}^{(2)} - \alpha(1 - \mu_{ij})(x_i - W_{ij}^{(2)}) = 0,488 - 0,01(1 - 1,159)(0,366 - 0,488) = 0,488$$

$$W_{V(3)} = W_{ij}^{(2)} + \beta(W_{ij}^{(3)} - W_{ij}^{(2)}) = 0,488 + 0,6(0,72 - 0,488) = 0,627$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$W_{LBP(1)} = W_{ij}^{(2)} - \beta(W_{ij}^{(2)} - W_{ij}^{(1)}) = 188,811 - 0,6(188,811 - 170,936) = 178,086$$

$$W_{LBP(2)} = W_{ij}^{(2)} - \alpha(1 - \mu_{ij})(x_i - W_{ij}^{(2)}) = 188,811 - 0,01(1 - 1,159)(175,888 - 188,811) = 188,79$$

$$W_{LBP(3)} = W_{ij}^{(2)} + \beta(W_{ij}^{(3)} - W_{ij}^{(2)}) = 188,811 + 0,6(209,673 - 188,811) = 201,328$$

Hasil dari proses mengupdate bobot diatas akan dijadikan bobot atau data baru pada perhitungan data selanjutnya dan perhitungan data untuk tahap selanjutnya dihitung dengan cara yang sama seperti data pertama, hanya saja menggunakan bobot yang telah diupdate pada setiap data.

Data Ke-2 epoch-1

Perhitungan data ke-2 ini dilakukan dengan menghitung nilai similaritas pada semua dimensi masukan. Berikut ini merupakan hasil perhitungan nilai similaritas pada data ke-2:

1. Similaritas Kelas Normal

$$\begin{aligned} \mu_H &= 0,517 \\ \mu_S &= 0,415 \quad (\text{Nilai Minimal}) \\ \mu_V &= 1,208 \\ \mu_{LBP} &= 1,049 \end{aligned}$$

2. Similaritas Kelas Parah

$$\begin{aligned} \mu_H &= -0,479 \\ \mu_S &= 0,445 \quad (\text{Nilai Minimal}) \\ \mu_V &= 1,253 \\ \mu_{LBP} &= 1,147 \end{aligned}$$

3. Similaritas Kelas Sedang

$$\begin{aligned} \mu_H &= 0,405 \\ \mu_S &= -0,121 \quad (\text{Nilai Minimal}) \\ \mu_V &= 1,571 \\ \mu_{LBP} &= 1,230 \end{aligned}$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Setelah didapat nilai similaritas dan nilai minimal untuk setiap kelas, maka langkah selanjutnya adalah menentukan kelas pemenang, kelas pemenang didapat dari nilai maksimal pada nilai minimal setiap kelas. Berikut ini kelas pemenang data ke-2:

Kelas pemenang = 0,445 (Kelas Parah)

Langkah selanjutnya bandingkan kelas pemenang dengan info kelas, dimana data ke-2 info kelas normal dan kelas pemenang parah, maka disimpulkan kelas pemenang \neq info kelas. Selanjutnya lakukan perubahan bobot pada kelas pemenang dengan menggunakan persamaan (2.21), (2.25) dan (2.23). Berikut ini merupakan bobot pada data ke-2:

$$W_{ij}^{(1)} = W_{ij}^{(2)} - \beta(W_{ij}^{(2)} - W_{ij}^{(1)}) = (0,066 \quad 0,746 \quad 0,702 \quad 211,738)$$

$$W_{ij}^{(2)} = -\alpha(1 - \mu_{ij}) (x_i - W_{ij}^{(2)}) = (0,047 \quad 0,622 \quad 0,476 \quad 188,43)$$

$$W_{ij}^{(3)} = W_{ij}^{(2)} + \beta (W_{ij}^{(3)} - W_{ij}^{(2)}) = (0,025 \quad 0,333 \quad 0,163 \quad 171,609)$$

Data ke-189 epoch-1

Tahap awal yang harus dilakukan sama seperti data sebelumnya, dengan menghitung nilai similaritas pada setiap kelas. Berikut ini merupakan nilai similaritas pada setiap kelas:

1. Similaritas normal

$$\mu_H = -112,929 \quad (\text{Nilai Minimal})$$

$$\mu_S = -44,509$$

$$\mu_V = -1,076$$

$$\mu_{LBP} = -67,344$$

2. Similaritas Parah

$$\mu_H = 20,775$$

$$\mu_S = -31,978 \quad (\text{Nilai Minimal})$$

$$\mu_V = 16,472$$

$$\mu_{LBP} = 1,197$$

3. Similaritas Sedang

$$\mu_H = 0,617$$

$$\mu_S = 0,119$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\mu_V = -0,267 \text{ (Nilai Minimal)}$$

$$\mu_{LBP} = -0,069$$

Kelas Pemenang = -0,267 (Sedang)

Kelas pemenang pada data ke-189 adalah sedang dan info kelas data ke-189 adalah sedang sehingga kelas pemenang = info kelas, untuk perubahan bobot gunakan persamaan (2.21), (2.24) dan perbedaannya terletak pada pencarian nilai rata-rata (2.23) :

$$W_{ij^{(1)}} = W_{ij^{(2)}} - \beta(W_{ij^{(2)}} - W_{ij^{(1)}}) = (0,117 \quad 1,331 \quad -4,275 \quad -1180,09)$$

$$W_{ij^{(2)}} = W_{ij^{(2)}} + \alpha(1 - \mu_{ij}) (x_i - W_{ij^{(2)}}) = (0,026 \quad 0,521 \quad 1,472 \quad 426,006)$$

$$W_{ij^{(3)}} = W_{ij^{(2)}} + \beta (W_{ij^{(3)}} - W_{ij^{(2)}}) = (0,036 \quad 0,789 \quad 0,141 \quad 61,354)$$

Setelah perhitungan untuk semua data latih epoch 1 dilakukan, maka dapat dikatakan *epoch* pertama sudah selesai dan untuk melanjutkan ke *epoch* selanjutnya dilakukan perubahan laju pembelajaran. Perubahan laju pembelajaran tersebut dapat dilakukan untuk *epoch-2* sebagai berikut :

$$\alpha = \alpha - (\text{Pengurangan alfa} * \alpha) = 0,01 - (0,1 * 0,01) = 0,009$$

Data-1 Epoch-2

Berikut ini merupakan nilai similaritas pada data ke-1 epoch-2 untuk menghitung nilai similaritas pada setiap kelas. Berikut ini merupakan nilai similaritas pada setiap kelas:

1. Similaritas Normal

$$\mu_H = -54,533 \quad \text{(Nilai Minimal)}$$

$$\mu_S = -44,081$$

$$\mu_V = 2,247$$

$$\mu_{LBP} = 9,788$$

2. Similaritas Parah

$$\mu_H = 8,551$$

$$\mu_S = -31,859 \quad \text{(Nilai Minimal)}$$

$$\mu_V = 19,715$$

$$\mu_{LBP} = -4,938$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. Similaritas Sedang

$$\mu_H = -0,371 \text{ (Nilai Minimal)}$$

$$\mu_S = 0,451$$

$$\mu_V = 0,168$$

$$\mu_{LBP} = 0,314$$

Selanjutnya ditentukan kelas pemenang seperti pada proses sebelumnya, dimana kelas pemenang pada data ke-1 epoch-2 ini adalah: sedang

Kelas Pemenang = -0,371 (Sedang)

Bandingkan kelas pemenang dengan info kelas, dimana kelas pemenang adalah sedang dan info kelas adalah normal sehingga dapat disimpulkan bahwa kelas pemenang \neq info kelas, sehingga dilakukan perubahan bobot terhadap kelas sedang dengan persamaan (2.21), (2.25) dan (2.23) sebagai berikut:

$$W_{ij^{(1)}} = W_{ij^{(2)}} - \beta(W_{ij^{(2)}} - W_{ij^{(1)}}) = (0,08 \quad 1,007 \quad -1,975 \quad -494,452)$$

$$W_{ij^{(2)}} = W_{ij^{(2)}} - \alpha(1 - \mu_{ij})(x_i - W_{ij^{(2)}}) = (0,025 \quad 0,519 \quad 1,486 \quad 429,091)$$

$$W_{ij^{(3)}} = W_{ij^{(2)}} + \beta(W_{ij^{(3)}} - W_{ij^{(2)}}) = (0,031 \quad 0,681 \quad 0,678 \quad 208,449)$$

$$\alpha = \alpha - (\text{Pengurangan alfa} * \alpha) = 0,009 - (0,1 * 0,009) = 0,0081$$

Data-2 Epoch-2

Berikut ini merupakan nilai similaritas pada data ke-2 epoch-2 untuk menghitung nilai similaritas pada setiap kelas. Berikut ini merupakan nilai similaritas pada setiap kelas:

1. Similaritas Normal

$$\mu_H = 33,454$$

$$\mu_S = -73,785$$

$$\mu_V = -1,259$$

$$\mu_{LBP} = -100,551 \text{ (Nilai Minimal)}$$

2. Similaritas Parah

$$\mu_H = -8,864$$

$$\mu_S = -40,135 \text{ (Nilai Minimal)}$$

$$\mu_V = 16,292$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\mu_{LBP} = 3,838$$

3. Similaritas Sedang

$$\mu_H = -4,072 \text{ (Nilai Minimal)}$$

$$\mu_S = -0,058$$

$$\mu_V = -0,324$$

$$M_{LBP} = -0,106$$

Selanjutnya ditentukan kelas pemenang seperti pada proses sebelumnya, dimana kelas pemenang pada data ke-2 epoch-2 ini adalah: sedang

Kelas Pemenang = -4,072 (Sedang)

Bandingkan kelas pemenang dengan info kelas, dimana kelas pemenang adalah sedang dan info kelas adalah normal sehingga dapat disimpulkan bahwa kelas pemenang \neq info kelas, sehingga dilakukan perubahan bobot terhadap kelas sedang dengan persamaan (2.21), (2.25) dan (2.23) sebagai berikut:

$$W_{ij(1)} = W_{ij(2)} - \beta(W_{ij(2)} - W_{ij(1)}) = (0,028 \quad 0,613 \quad 1,021 \quad 301,164)$$

$$W_{ij(2)} = W_{ij(2)} - \alpha(1 - \mu_{ij})(x_i - W_{ij(2)}) = (0,024 \quad 0,511 \quad 1,534 \quad 440,235)$$

$$W_{ij(3)} = W_{ij(2)} + \beta(W_{ij(3)} - W_{ij(2)}) = (0,058 \quad 0,812 \quad -0,591 \quad 125,035)$$

Setelah dilakukan perhitungan perulangan pada data 3 sampai data ke-189 epoch-2.

Data ke-189 Epoch 2

Perhitungan yang dilakukan pada epoch 2 ini sama dengan perhitungan pada epoch 2 data-2 dan data-1, dimana setelah dilakukan perulangan mencapai 189 data maka nilai bobot akhir pada epoch ke-2 adalah sebagai berikut:

Berikut ini merupakan nilai similaritas pada data ke-189 untuk menghitung nilai similaritas pada setiap kelas. Berikut ini merupakan nilai similaritas pada setiap kelas:

1. Similaritas Normal

$$\mu_H = -22,1471$$

$$\mu_S = -152,294$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$\mu_V = 136,448$$

$$\mu_{LBP} = 191,747 \quad (\text{Nilai Minimal})$$

3. Similaritas Parah

$$\mu_H = 103,747$$

$$\mu_S = -395,685$$

$$\mu_V = -773,645 \quad (\text{Nilai Minimal})$$

$$\mu_{LBP} = 6,607$$

4. Similaritas Sedang

$$\mu_H = 1,026552611$$

$$\mu_S = 1,019210445 \quad (\text{Nilai Minimal})$$

$$\mu_V = 1,090330101$$

$$\mu_{LBP} = 1,086610093$$

Selanjutnya ditentukan kelas pemenang seperti pada proses sebelumnya, diaman kelas pemenang pada data ke-189 ini adalah: sedang

Kelas Pemenang = 1,019 (Sedang)

Bandingkan kelas pemenang dengan info kelas, diman kelas pemenang adalah sedang dan info kelas adalah sedang sehingga dapat disimpulkan bahwa kelas pemenang = info kelas, sehingga dilakukan perubahan bobot terhadap kelas sedang dengan persamaan (2.21), (2.24) dan (2.23) sebagai berikut:

$$W_{ij(1)} = W_{ij(2)} - \beta(W_{ij(2)} - W_{ij(1)}) = (-0,468 \quad 0,692 \quad 23,009 \quad 5657,493)$$

$$W_{ij(2)} = W_{ij(2)} + \alpha(1 - \mu_{ij}) (x_i - W_{ij(2)}) = (0,019951 \quad 0,668728 \quad 1,621986 \quad 463,473)$$

$$W_{ij(3)} = W_{ij(2)} + \beta (W_{ij(3)} - W_{ij(2)}) = (-0,20583 \quad 0,635615 \quad 12,59137 \quad 3138,773)$$

Setelah dilakukan perhitungan perulangan pada semua data sampai data ke-189, langkah selanjutnya adalah merubah laju untuk epoch-88 pembelajaran sebagai berikut:

$$\alpha = \alpha - (\text{Pengurangan alfa} * \alpha) = 0,009 - (0,1 * 0,009) = 0,0081$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Epoch 88

Perhitungan epoch 88 ini sama seperti iterasi sebelumnya. Berikut ini merupakan bobot pada data ke-1:

Data ke-1

Berikut ini merupakan nilai similaritas pada data ke-1 untuk menghitung nilai similaritas pada setiap kelas. Berikut ini merupakan nilai similaritas pada setiap kelas:

1. Similaritas Normal

$$\begin{aligned} \mu_H &= 255,941 \\ \mu_S &= -602,161 && \text{(Nilai Minimal)} \\ \mu_V &= -602,16 \\ \mu_{LBP} &= -602,16 \end{aligned}$$

2. Similaritas Parah

$$\begin{aligned} \mu_H &= -1,276 \\ \mu_S &= 2,441 \\ \mu_V &= -647,794 \\ \mu_{LBP} &= -1,538 && \text{(Nilai Minimal)} \end{aligned}$$

3. Similaritas Sedang

$$\begin{aligned} \mu_H &= 2,7 \\ \mu_S &= -2,572 && \text{(Nilai Minimal)} \\ \mu_V &= 4,141 \\ \mu_{LBP} &= 354,492 \end{aligned}$$

Kelas pemenang = (-602,161)

Kelas pemenang adalah kelas normal dan info kelas adalah kelas normal, sehingga kelas pemenang = info kelas normal. Jadi, lakukan perubahan bobot pada kelas sedang dengan menggunakan persamaan (2.21), (2.24) dan (2.3):

$$W_{ij(1)} = W_{ij(2)} - \beta(W_{ij(2)} - W_{ij(1)}) = (0,045 \quad -2,994 \quad 3,691 \quad 373,362)$$

$$W_{ij(2)} = -\alpha(1 - \mu_{ij}) (x_i - W_{ij(2)}) = (0,045 \quad -298,311 \quad 367,724 \quad 371,951)$$

$$W_{ij(3)} = W_{ij(2)} + \beta (W_{ij(3)} - W_{ij(2)}) = (0,045 \quad -298,950 \quad 368,512 \quad 372,748)$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Epoch 88

Perhitungan epoch 88 ini sama seperti iterasi sebelumnya. Berikut ini merupakan bobot terakhir pada data ke-2:

Data ke-2

Berikut ini merupakan nilai similaritas pada data ke-2 untuk menghitung nilai similaritas pada setiap kelas. Berikut ini merupakan nilai similaritas pada setiap kelas:

1. Similaritas Normal

$$\begin{aligned} \mu_H &= 373,573 \\ \mu_S &= -606,803 \quad (\text{Nilai Minimal}) \\ \mu_V &= -606,795 \\ \mu_{LBP} &= -606,794 \end{aligned}$$

2. Similaritas Parah

$$\begin{aligned} \mu_H &= -1,025 \\ \mu_S &= 2,722 \\ \mu_V &= 344,298 \\ \mu_{LBP} &= -1,526 \quad (\text{Nilai Minimal}) \end{aligned}$$

5. Similaritas Sedang

$$\begin{aligned} \mu_H &= 2,725 \\ \mu_S &= -2,569 \quad (\text{Nilai Minimal}) \\ \mu_V &= 4,137 \\ \mu_{LBP} &= 38,231 \end{aligned}$$

Kelas pemenang = (-606,803)

Kelas pemenang adalah kelas normal dan info kelas adalah kelas normal, sehingga kelas pemenang = info kelas normal. Jadi, lakukan perubahan bobot pada kelas sedang dengan menggunakan persamaan (2.21), (2.24) dan (2.3):

$$W_{ij}^{(1)} = W_{ij}^{(2)} - \beta(W_{ij}^{(2)} - W_{ij}^{(1)}) = (0,0451 \quad -2,976 \quad 3,668 \quad 3,711)$$

$$W_{ij}^{(2)} = -\alpha(1 - \mu_{ij}) (x_i - W_{ij}^{(2)}) = (0,045 \quad -2,992 \quad 3,688 \quad 3,371)$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$W_{ij^{(3)}} = W_{ij^{(2)}} + \beta (W_{ij^{(3)}} - W_{ij^{(2)}}) = (0,451 \quad -2,987 \quad 3,682 \quad 3,725)$$

Epoch 88

Perhitungan epoch 88 ini sama seperti iterasi sebelumnya. Berikut ini merupakan bobot pada data ke-189 atau data akhir:

Data ke-189

Berikut ini merupakan nilai similaritas pada data ke-189 untuk menghitung nilai similaritas pada setiap kelas. Berikut ini merupakan nilai similaritas pada setiap kelas:

1. Similaritas Normal

$$\mu_H = -1260,53 \quad (\text{Nilai Minimal})$$

$$\mu_S = -743,659$$

$$\mu_V = -743,654$$

$$\mu_{LBP} = -743,653$$

2. Similaritas Parah

$$\mu_H = -14432,3$$

$$\mu_S = -24450,62$$

$$\mu_V = -360,216$$

$$\mu_{LBP} = -1529815,007 \quad (\text{Nilai Minimal})$$

3. Similaritas Sedang

$$\mu_H = 268381,603$$

$$\mu_S = -257251,181 \quad (\text{Nilai Minimal})$$

$$\mu_V = 413739,011518638$$

$$\mu_{LBP} = 133.411$$

$$\text{Kelas pemenang} = (-257251,181)$$

Kelas pemenang adalah kelas normal dan info kelas adalah kelas sedang, sehingga kelas pemenang = info kelas sedang. Jadi, lakukan perubahan bobot pada kelas sedang dengan menggunakan persamaan (2.26), (2.28) dan (2.30):

$$W_{ij^{(1)}} = W_{ij^{(2)}} - \beta(W_{ij^{(2)}} - W_{ij^{(1)}}) \\ = (0,045488 \quad -3003,83 \quad 37027,9 \quad 3745347,364)$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$$W_{ij(2)} = -\alpha(1 - \mu_{ij}) (x_i - W_{ij(2)})$$

$$= (0,045525 \quad -3011,83 \quad 37126,35 \quad 3755305,023)$$

$$W_{ij(3)} = W_{ij(2)} + \beta (W_{ij(3)} - W_{ij(2)})$$

$$= (0,045503 \quad -3007,02 \quad 37067,15 \quad 3749317,15)$$

Proses pelatihan FLVQ akan berhenti apabila memenuhi 2 syarat, yang pertama apabila *epoch* telah mencapai batas maksimal *epoch* dan yang kedua apabila laju pembelajaran atau α sudah memenuhi syarat henti, atau nilai α lebih besar dari nilai minimal α (0,00001). Setelah selesai dilakukan proses pelatihan maka didapatkan nilai bobot terakhir pada *epoch* 88 dimana nilai bobot terakhir ini akan digunakan sebagai acuan dalam proses pengujian. Berikut ini merupakan hasil bobot terakhir pada proses perhitungan diatas: -257251,181.

Tabel 4. 2 Bobot Epoch 88 (iterasi terakhir)

	Bobot pelatihan kelas normal			Bobot pelatihan kelas sedang			Bobot pelatihan kelas parah		
	W _{ij} (1) / Nilai Minimum	W _{ij} (2) / Nilai Rata- Rata	W _{ij} (3) / Nilai Maksi- mum	W _{ij} (1) / Nilai Minimu- m	W _{ij} (2) / Nilai Rata- Rata	W _{ij} (3) / Nilai Maksimu- m	W _{ij} (1) / Nilai Minimum	W _{ij} (2) / Nilai Rata- Rata	W _{ij} (3) / Nilai Maksimu- m
Mean H	0,045488	0,045525	0,045503	0,045488	-1,79487	-1,79487	-1,79291	0,126293	0,126286
Mean S	-3003,84	-3011,83	-3007,02	-3003,84	19,47095	19,47095	19,45078	0,472183	0,472176
Mean V	37027,9	37126,35	37067,15	37027,9	54,42189	54,42189	54,3645	0,475260	0,475092
Mean LBP	3745347	3755305	3749317	3745347	186,1066	186,1066	186,109	1361,375	1361,375

b. Proses pengujian (Testing)

Proses pengujian (*testing*) ini dilakukan untuk mendapatkan hasil klasifikasi suatu citra. Setelah didapatkan data latih, maka diperlukan sebuah data uji untuk mendapatkan hasil akhir dari penelitian serta untuk mendapatkan akurasi. Proses pengujian (*testing*) ini dilakukan sama seperti

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

data latih, hanya saja hasil akhir dari pengolahan data uji ini langsung digunakan sebagai penentuan kelas citra (kelas normal, kelas sedang dan kelas parah). Berikut ini merupakan contoh citra data uji:



Gambar 4. 11 Citra Retina Mata

Langkah pertama yang dilakukan sama seperti citra data latih, yakni mencari nilai RGB pada citra retina mata tersebut. Tabel dibawah ini merupakan nilai RGB dari citra diatas:

Tabel 4. 3 Nilai Red Data Uji

(x,y)	1	2	3	...	596	597	598	599	560	561	...	1534	1535	1536
1	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
3	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
...
596	0	0	0	...	70	70	70	68	68	69	...	0	0	0
597	0	0	0	...	70	69	69	67	67	68	...	0	0	0
598	0	0	0	...	72	70	70	69	68	68	...	0	0	0
599	0	0	0	...	74	72	71	71	70	69	...	0	0	0
560	0	0	0	...	74	73	72	73	71	72	...	0	0	0
561	0	0	0	...	74	75	74	73	73	73	...	0	0	0
...
2302	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2303	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2304	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berikut ini merupakan nilai *green* data uji citra:

Tabel 4. 4 Nilai Green Data Uji

(x,y)	1	2	3	...	596	597	598	599	600	601	...	1534	1535	1536
1	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
3	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
...
596	0	0	0	...	70	70	70	70	70	71	...	0	0	0
597	0	0	0	...	70	70	70	68	68	69	...	0	0	0
598	0	0	0	...	70	69	69	67	67	68	...	0	0	0
599	0	0	0	...	72	70	70	69	68	68	...	0	0	0
600	0	0	0	...	74	72	71	71	70	69	...	0	0	0
601	0	0	0	...	74	73	72	73	71	72	...	0	0	0
...
2302	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2303	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2304	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0

Berikut ini merupakan nilai *blue* dari citra data uji diatas:

Tabel 4. 5 Nilai Blue Data Uji

(x,y)	1	2	3	...	596	597	598	599	600	601	...	1534	1535	1536
1	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
3	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
...
596	0	0	0	...	11	11	13	13	15	12	...	0	0	0
597	0	0	0	...	11	11	13	14	16	17	...	0	0	0
598	0	0	0	...	11	10	11	13	13	14	...	0	0	0
599	0	0	0	...	12	10	11	13	13	14	...	0	0	0
600	0	0	0	...	13	11	11	13	14	14	...	0	0	0
601	0	0	0	...	14	11	11	13	13	15	...	0	0	0
...
2302	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2303	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0
2304	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Setelah didapatkan nilai RGB seperti gambar diatas, maka langkah selanjutnya adalah mencari nilai ekstraksi ciri warna HSV dan ekstraksi ciri tekstur LBP. Perhitungan nilai ekstraksi ciri warna HSV dan ekstraksi ciri tekstur LBP sama seperti sebelumnya pada data latih. Berikut ini merupakan nilai ekstraksi ciri data uji:

Tabel 4. 6 Nilai Bobot Ekstraksi Ciri HSV dan LBP Proses Pelatihan

	Bobot pelatihan kelas normal			Bobot pelatihan kelas sedang			Bobot pelatihan kelas parah		
	W _{ij} (1) / Nilai Minimum	W _{ij} (2) / Nilai Rata-Rata	W _{ij} (3) / Nilai Maksimum	W _{ij} (1) / Nilai Minimum	W _{ij} (2) / Nilai Rata-Rata	W _{ij} (3) / Nilai Maksimum	W _{ij} (1) / Nilai Minimum	W _{ij} (2) / Nilai Rata-Rata	W _{ij} (3) / Nilai Maksimum
Mean H	0,045488	0,045525	0,045503	0,045488	-1,79487	-1,79487	-1,79291	0,126293173	0,126286
Mean S	-3003,84	-3011,83	-3007,02	-3003,84	19,47095	19,47095	19,45078	0,472183832	0,472176
Mean V	37027,9	37126,35	37067,15	37027,9	54,42189	54,42189	54,3645	0,475260407	0,475092
Mean LBP	3745347	3755305	3749317	3745347	186,1066	186,1066	186,109	1361,375966	1361,375

Proses yang dilakukan pada pengujian ini adalah mengambil bobot terakhir pada pelatihan epoch 88 sebagai bobot acuan, selanjutnya bobot data uji pada ekstraksi ciri dimasukkan kedalam nilai similaritas dengan menggunakan variabel Y, kemudian didapatkan kelas pemenang dengan cara mengambil nilai maksimal dari nilai minimal antara ketiga kelas. Berikut ini merupakan contoh proses pengujian menggunakan FLVQ:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Similaritas Kelas Normal

Proses perhitungan similaritas ini dengan memasukkan bobot akhir pelatihan yang terdapat pada tabel 4.23. Berikut ini contoh pencarian nilai similaritas kelas normal:

$$\mu_H = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = \frac{0,049 - (0,045503)}{0,045525 - (0,045503)} = 178,2403$$

$$\mu_S = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = \frac{0,662 - (-3007,024)}{-3011,828 - (-3007,024)} = -626,122$$

$$\mu_V = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = \frac{0,397 - 247383177766182}{247385935056214 - 247383177766182} =$$

$$\mu_{LBP} = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = \frac{0.366 - 234349116372636}{234351014529955 - 234349116372636} = -114195109274735$$

Berikut ini merupakan proses mencari nilai minimal dari kelas normal berdasarkan nilai similaritas yang telah didapat:

$$\mu_{\min} = \{(-1,3797), (1,0167), (-883927808147530), (-114195109274735)\}$$

$$\mu_{\min} = (-114195109274735)$$

2. Similaritas Kelas Parah

Proses perhitungan similaritas ini sama dengan perhitungan similaritas kelas parah yakni dengan memasukkan bobot akhir pelatihan yang terdapat pada tabel 4.27:

$$\mu_H = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = -714811309453485$$

$$\mu_S = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = -143042804714850$$

$$\mu_V = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = -291123231183251$$

$$\mu_{LBP} = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = -278962947975563$$



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Setelah didapat nilai similaritas kelas parah, selanjutnya mencari nilai minimal dari similaritas parah seperti berikut ini:

$$\mu_{\min} = \left\{ \begin{array}{l} (-714811309453485), (-143042804714850), (-291123231183251), \\ (-278962947975563), \end{array} \right\}$$

$$\mu_{\min} = (-65539,7)$$

3. Similaritas Kelas sedang

Proses perhitungan similaritas ini sama dengan perhitungan similaritas kelas sedang yakni dengan memasukkan bobot akhir pelatihan yang terdapat pada tabel 4.27:

$$\mu_H = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = 737327612370755$$

$$\mu_S = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = 205361252677533$$

$$\mu_V = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = 696962602630135$$

$$\mu_{LBP} = \frac{y - x^{(3)}}{x^{(2)} - x^{(3)}} = 680105648590179$$

Setelah didapat nilai similaritas kelas sedang, selanjutnya mencari nilai minimal dari similaritas sedang seperti berikut ini:

$$\mu_{\min} = \left\{ (737327612370755), (205361252677533), (696962602630135), (680105648590179), \right\}$$

$$\mu_{\min} = (205361252677533)$$

Langkah terakhir yang harus dilakukan adalah menentukan kelas prediksi citra uji atau kelas pemenang seperti berikut ini:

$$\mu_{\text{final}} = (205361252677533)$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, nilai maksimal berada pada kelas sedang, dimana kelas awal data citra uji merupakan kelas normal, sehingga dapat disimpulkan bahwa kelas pemenang \neq info kelas sehingga pengujian yang dilakukan terbukti salah. Proses

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

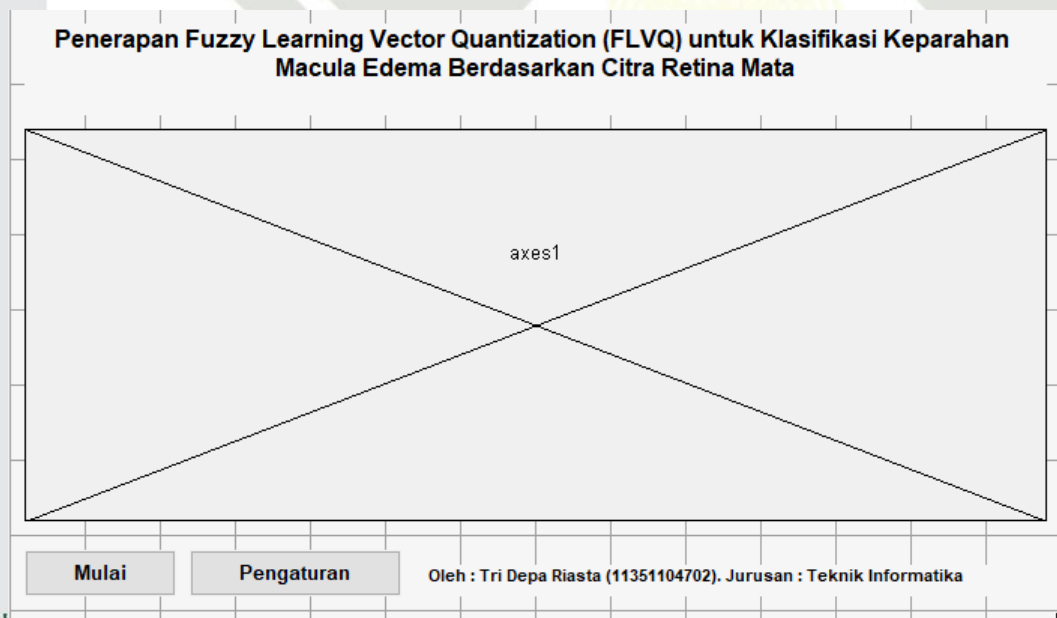
klasifikasi menggunakan algoritma FLVQ ini berakhir ketika mendapatkan kelas prediksi dari citra data uji, dimana hasil dari prediksi citra data uji akan digunakan untuk menghitung tingkat akurasi.

4.4 Perancangan Antar muka

Perancangan antar muka merupakan bagian yang sangat penting dalam pembuatan sebuah program. Antarmuka (*interface*) sendiri berfungsi sebagai penghubung antara pengguna (*user*) dengan program. Penelitian yang dilakukan pada perancangan antarmuka (*interface*) menggunakan tampilan yang telah disediakan pada matlab. Berikut ini merupakan perancangan antarmuka (*interface*) pada penelitian ini:

1. Halaman utama (*home*)

Tampilan halaman utama (*home*) ini merupakan tampilan awal ketika user mengakses program. Berikut ini merupakan rancangan tampilan utama *home*:



Gambar 4. 12 Rancangan Tampilan Menu Utama Home

Keterangan dari tampilan diatas akan dijelaskan berdasarkan tabel dibawah ini:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

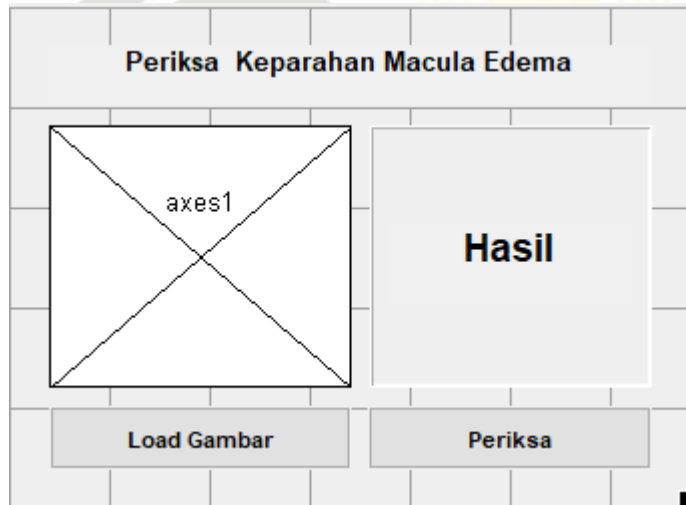
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 4. 7 Keterangan Menu Utama

No.	Nama	Jenis	Keterangan
	Retina mata	Axes	Menampilkan gambar retina mata
	Mulai	Button	Menampilkan untuk pengujian individu
	Pengaturan	Button	Menampilkan untuk lanjut ke ekstraksi

2. Tampilan Pengujian Individu

Berikut ini merupakan proses pengujian individu untuk menguji retina mata



Gambar 4. 13 Tampilan Pengujian Individu

Tabel berikut ini merupakan penjelasan dari proses pengujian individu diatas:

Tabel 4. 8 Keterangan pengujian individu

No.	Nama	Jenis	Keterangan
1.	Gambar retina mata	Axes1	Menampilkan gambar retina mata yg telah diunggah yang

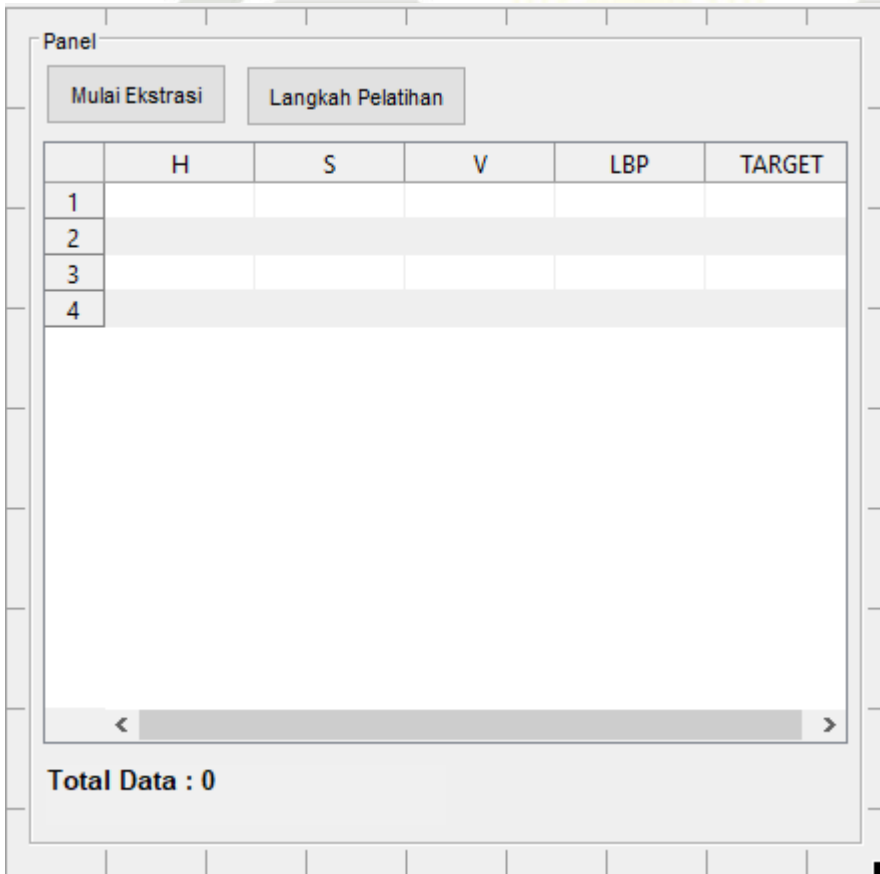
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

			akan diuji.
2.	Hasil	Hasil	Menampilkan hasil gambar retina mata yg telah diuji
3.	Load Gambar	Button	Untuk mengupload gambar retina mata yang akan diuji, yang akan ditampilkan pada <i>axes1</i> .
4.	Periksa	Button	Proses pengujian

3. Tampilan Ekstraksi

Dibawah ini merupakan proses tampilan ekstraksi ciri warna HSV dan ekstraksi ciri tekstur LBP:



Gambar 4. 14 Tampilan Ekstraksi Ciri

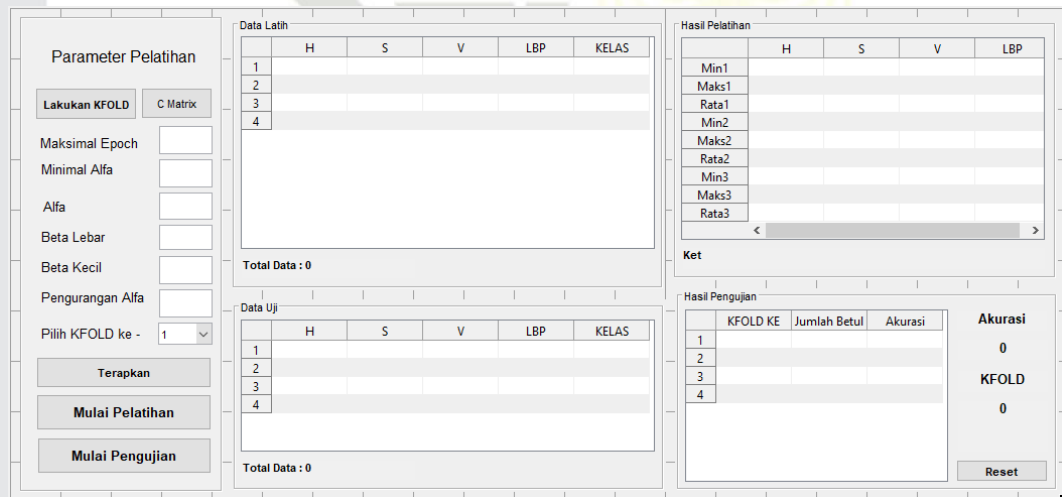
Tabel berikut ini merupakan penjelasan dari proses ekstraksi ciri warna HSV dan ekstraksi ciri tekstur LBP:

Tabel 4. 29 Keterangan Ekstraksi Ciri

No.	Nama	Jenis	Keterangan
1.	Mulai Ekstraksi	Button	Melakukan proses ekstraksi ciri warna HSV dan ekstraksi ciri tekstur LBP.
2.	Tabel ekstraksi ciri warna HSV dan ekstraksi ciri tekstur LBP	Table	Menampilkan hasil proses ekstraksi ciri warna HSV dan ekstraksi ciri tekstur LBP.
3.	Total data	Text	Jumlah semua data yang diproses ekstraksi
4.	Langkah pelatihan	Button	Menampilkan langkah selanjut nya proses pelatihan dan pengujian.

4. Tampilan Langkah Pelatihan

Tampilan dibawah ini merupakan proses pelatihan, pembagian data menggunakan k-fold validation dan pengujian menggunakan *fuzzy learning vector quantization (FLVQ)* dengan cara memasukkan learning rate parameter FLVQ dari ekstraksi ciri warna HSV dan ekstraksi ciri tekstur LBP serta terdapat akurasi dari proses klasifikasi:



Gambar 4. 15 Tampilan Langkah Pelatihan

Berikut ini merupakan penjelasan dari tampilan langkah pelatihan diatas:

Tabel 4. 9 Keterangan Langkah Pelatihan

No.	Nama	Jenis	Keterangan
1.	Lakukan <i>K-fold validation</i>	Button	Proses pembagian data

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

			menggunakan <i>K-fold validation</i> yang telah ditentukan menggunakan fold beberapa yang akan digunakan
2.	Maksimal epoch	Edit	Menentukan jumlah epoch (iterasi)
3.	Minimal alfa	Edit	Menentukan jumlah minimal alfa
4.	Alfa	Edit	Menentukan jumlah alfa
5.	Beta lebar	Edit	Menentukan jumlah Beta lebar
6.	Beta kecil	<i>Axis</i>	Menentukan jumlah beta kecil
7.	Pengurangan alfa	Edit	Menentukan jumlah pengurangan alfa
8.	Pilih K-FOLD Ke	Edit	Menentukan fold beberapa yang akan di proses
9.	Terapkan	<i>Button</i>	Melakukan proses untuk mendapatkan similaritas dan proses pembagian data menggunakan k-fold yang telah ditentukan.
10.	Mulai pelatihan	<i>Button</i>	Melakukan proses pelatihan untuk mendapatkan hasil pelatihan.
11.	Mulai pengujian	<i>Button</i>	Melakukan proses pengujian untuk mendapatkan hasil pengujian akurasi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

1. Penelitian ini telah berhasil menerapkan metode HSV, LBP dan FLVQ dengan menggunakan pembagian data *K-fold cross validation*.
2. Jenis fold yang digunakan sangat mempengaruhi hasil akurasi yang didapat dimana fold dengan akurasi tertinggi berada pada fold 8.
3. Perubahan *learning rate*, beta lebar dan beta kecil sangat mempengaruhi hasil akurasi.
4. Akurasi tertinggi yang dihasilkan mencapai 76,19%. terdapat pada *Learning rate 0,02*; koefisiensi pelebaran 1,4 ; koefisiensi penyempitan 0,8 ; pada *fold-8*.
5. Algoritma ekstraksi fitur HSV dan LBP yang digunakan dalam penelitian ini tidak mampu melakukan pendeteksian secara tepat dan benar karena banyak nilai ciri penting dari citra retina mata yang tidak dapat dikenali.

6.2 Saran

Berikut ini merupakan beberapa saran untuk mengembangkan penelitian selanjutnya:

1. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan menggunakan segmentasi citra sehingga ciri penting dari citra lebih dapat dikenali.
2. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan menggunakan algoritma ekstraksi fitur yang dapat mengenal citra *diabetic macula edema*.
3. Penelitian selanjutnya perlu dilakukan pada optimasi parameter dalam *fuzzy LVQ* agar mendapatkan parameter yang optimal untuk digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Acharya, U. R., Mookiah, M. R. K., Koh, J. E. W., Tan, J. H., Bhandary, S. V., Rao, A. K., ... Laude, A. (2017). Diabetic Macular Edema (DME) Grading System using DWT , DCT Features and Maculopathy Index. *Computers in Biology and Medicine*. <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2017.03.016>
- Arifiyanto, A. S., Sarosa, M., & Setyawati, O. (2014). Klasifikasi Stroke Berdasarkan Kelainan Patologis dengan Learning Vector Quantiation. *EECCIS*, 8(2), 117–122.
- Ayuningtyas, L. L., Hidayat, B., & Suhardjo. (2015). *Simulasi Dan Analisis Deteksi Pulpitis Melalui Periapikal Radiograf Menggunakan Metode Local Binary Pattern Dengan Klasifikasi Fuzzy Logic*. 2(2), 2393–2400.
- Banjarsari, M. A., Budiman, I., & Farmadi, A. (2016). Penerapan K-Optimal Pada Algoritma Knn Untuk Prediksi Kelulusan Tepat Waktu Mahasiswa Program Studi Ilmu Komputer Fmipa Unlam Berdasarkan Ip Sampai Dengan Semester 4. *Klik - K Jurnal Ilmu Komputer*, 2(2), 159–173. <https://doi.org/10.20527/KLIK.V2I2.26>
- Budianita, E., & Prijodiprodo, W. (2013). Penerapan Learning Vector Quantization (LVQ) untuk Klasifikasi Status Gizi Anak. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 7(2), 155–166. <https://doi.org/10.22146/ijccs.3354>
- Decencièrre, E., Zhang, X., Cazuguel, G., Lay, B., Cochener, B., Trone, C., ... Klein, J. C. (2014). Feedback on a publicly distributed image database: The Messidor database. *Image Analysis and Stereology*, 33(3), 231–234. <https://doi.org/10.5566/ias.1155>
- Dessy, M., & Afrianto, I. (2012). perbandingan metode jaringan saraf tiruan Backpropagation Dan Learning Vector quantization pada pengenalan wajah. *Komputa*, 1.
- Hana, F. M. (2013). Sistem Identifikasi Biometrik Finger Knuckle Print Menggunakan Histogram Equalization dan Principal Component Analysis (PCA). *Teknik Informatika*, (5), 1–5.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Imah, E. M., & Basaruddin, T. (2015). Klasifikasi Beat Aritmia Pada Sinyal EKG Menggunakan Fuzzy Wavelet Learning Vector Quantization. *The Effects of Brief Mindfulness Intervention on Acute Pain Experience: An Examination of Individual Difference*, 1, 1–9. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Jatmiko, W., Mursanto, P., Fajar, M., Tawakal, M. I., Trianggoro, W., Rambe, R. S., ... Arief. (2011). *Implementasi Berbagai Algoritma Neural Network Dan Wavelet Pada Field Programmable Gate Array*.
- Jumarwanto, A., Hartanto, R., & Prastiyanto, D. (2009). Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan Backpropagation Untuk Memprediksi Penyakit Tht Di Rumah Sakit Mardi Rahayu Kudus. *Jurnal Teknik Elektro Vol. 1 No.1, 1(1)*, 11–21.
- Kamarainen, T. K. V. K. J., & Sorri, L. L. I. (2007). the DIARETDB1 diabetic retinopathy database. *Current*.
- Kartika, A., Irawan, B., & Triyanto, D. (2016). *Jurnal Coding , Sistem Komputer Untan Prediksi Wilayah Rawan Kebakaran Hutan Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik (Study Kasus : Daerah Kabupaten Kuburaya) Jurnal Coding , Sistem Komputer Untan*. 4(2), 66–75.
- Kusumanto, R. D., & Tomponu, A. N. (2011). Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi RGB. *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi Terapan 2011, 2011(Semantik)*, 1–7.
- Li, L., Li, S., & Zhu, H. (2013). *An Efficient Scheme for Detecting Copy-move Forged Image by Local Binary Patterns*. 4(1), 46–56.
- Lim, S. T., Ahmed, M. K., & Lim, S. L. (2017). *Automatic Classification of Diabetic Macular Edema using a Modified Completed Local Binary Pattern (CLBP)*. 6–10.
- Oktista, W. (2015). Identifikasi Citra Daging Sapi dan Babi Berbasis Fitur HSV dan Local Binary Pattern dengan Klasifikasi Probabilistic Neural Network. *Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau*.
- Panozzo, G., B, P., E, G., A, M., S, P., G, B., & S, P. (2004). *Diabetic macular edema : An OCT-based classification Diabetic macular edema : an OCT-*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- based classification*. (March). <https://doi.org/10.1080/08820530490519934>
- Pengajar, S., Sinar, S., Surakarta, N., & Ilmiah, J. (n.d.). *Pengenalan telur berdasarkan karakteristik warna citra*. 7–14.
- Praida, A. R. (2008). *Pengenalan penyakit darah menggunakan teknik pengolahan citra dan jaringan syaraf tiruan*.
- Putra, A. P., Nurhasanah, Y. I., & Zulkarnain, A. (2017). Deteksi Penyakit Diabetes Retinopati Pada Retina Mata Berdasarkan Pengolahan Citra. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 3(2), 376–390. <https://doi.org/10.28932/jutisi.v3i2.640>
- Putra, D. (2010). *pengolahan citra digital* (westrining). Yogyakarta: Andi Offset.
- Putra, I. G. S. E., Putra, I. K. G. D., & Bayupati, P. A. (2014). *Klasifikasi Sidik Jari Dengan Metode Fuzzy Learning Vector Quantization Dan Fuzzy Backpropagation*. (September), 1–6.
- Riska, S. Y., Cahyani, L., & Rosadi, M. I. (2014). *Klasifikasi Jenis Tanaman Mangga Gadung dan Mangga Madu Berdasarkan Tulang Daun*. 41–50.
- Rizqi Elmuna Hidayh, S.Si, M. K. (2016). *Implementasi Metode Principal Component Analysis Pada Pengenalan Wajah Berbasis Eigenface Berbasis Eigenface*. 7(4), 223–229.
- Ruslianto, I., & Harjoko, A. (2013). Pengenalan Karakter Plat Nomor Mobil Secara Real Time. *Ijccs*, 7(1), 35–44.
- Salyasari, N. D., Tjandrasa, H., & Wijaya, A. Y. (2016). *Implementasi segmentasi hard exudates pada diabetic retinopathy untuk citra fundus retina*. (February).
- Sanjaya, S., Priyatno, A. M., Yanto, F., & Afrianty, I. (2018). Klasifikasi Diabetik Retinopati Menggunakan Wavelet Haar dan Backpropagation Neural Network. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi Dan Industri (SNTIKI-10)*, (November), 77–84.
- Saputra, R. A., Pasrun, Y. P., & Nurani, A. (2014). *Macular Edema Classification Using Self-Organizing Map And Generalized Learning Vector Quantization*. 2, 54–60.
- Sari, I. A. D. P., Hidayat, B., & Sunarya, U. (2014). Pengenalan Aksara Bali



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dengan Metode Local Binary Pattern. *Universitas Telkom*.

Setiawan, N. A., Huzeni, & Aswandi. (2016). Simulasi Pengenalan Wajah untuk Membuka Miniatur Pintu menggunakan Metode Local Binary Pattern (LBP) dan Arduino Uno. *Jurnal Infomedia*, 1(2), 11–16.

Smith, A. R. (1978). Color gamut transform pairs. *Proceedings of the 5th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, SIGGRAPH 1978*, (August 1978), 12–19. <https://doi.org/10.1145/800248.807361>

Sofwan, A. (2005). Penerapan Fuzzy Logic Pada Sistem Pengaturan Jumlah Air Berdasarkan Suhu Dan Kelembaban. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2005 (SNATI 2005)*.

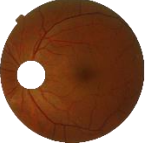
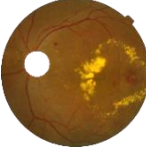
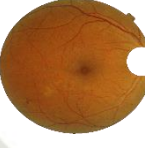
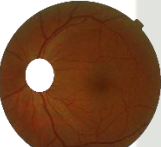
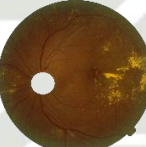
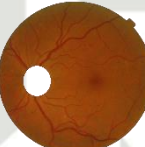

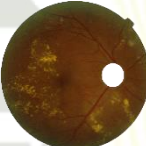


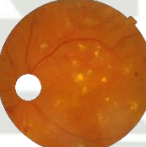
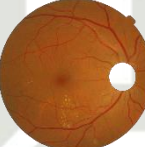



Syafria, F. (2014). *Pemodelan fuzzy learning vector quantization pada pengenalan suara paru-paru fadhilah syafria*.

Ula, M. (2014). Implementasi Logika Fuzzy Dalam Optimasi Jumlah Pengadaan Barang Menggunakan Metode Tsukamoto (Studi Kasus: Toko Kain My Text). *ECOTIPE*, 1(2).

Wahyudi, E., Kusuma, H., & Wirawan. (2011). *Perbandingan Unjuk Kerja Pengenalan Wajah Berbasis Fitur Local Binary Pattern dengan Algoritma PCA dan Chi Square*. 3–8.

Wong, N. P., Hardy, & Maulana, A. (2013). Aplikasi Pengenalan Karakter Pada Plat Nomor Kendaraan Bermotor Dengan Learning Vector Quantization. *Seminar Nasional Sistem Informasi Indonesia*, 2–4.

LAMPIRAN


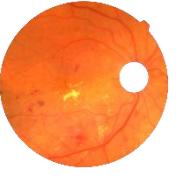


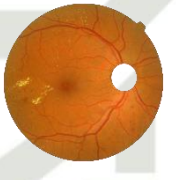

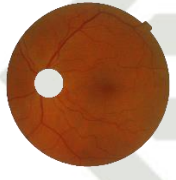
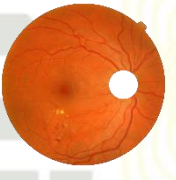
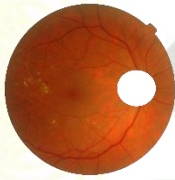
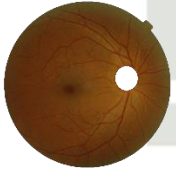

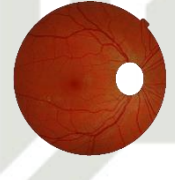



No.	Normal	Parah	Sedang
1	 Normal1.png	 Parah1.png	 Sedang1.png
2	 Normal2.png	 Parah2.png	 Sedang2.png
3	 Normal3.png	 Parah3.png	 Sedang3.png
4	 Normal4.png	 Parah4.png	 Sedang4.png
5	 Normal5.png	 Parah5.png	 Sedang5.png

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.




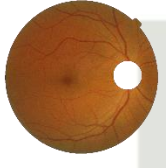


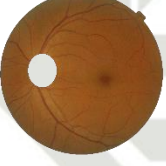

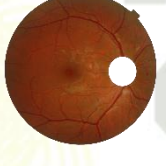

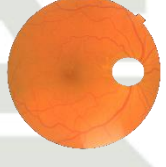
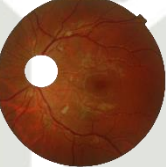

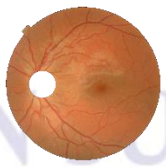
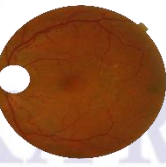
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

No.	Normal	Parah	Sedang
6	 <p>Normal6.png</p>	 <p>Parah6.png</p>	 <p>Sedang6.png</p>
7	 <p>Normal7.png</p>	 <p>Parah7.png</p>	 <p>Sedang7.png</p>
8	 <p>Normal8.png</p>	 <p>Parah8.png</p>	 <p>Sedang8.png</p>
9	 <p>Normal9.png</p>	 <p>Parah9.png</p>	 <p>Sedang9.png</p>
10	 <p>Normal10.png</p>	 <p>Parah10.png</p>	 <p>Sedang10.png</p>

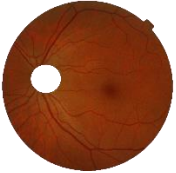

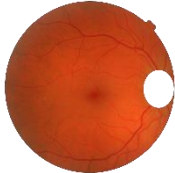
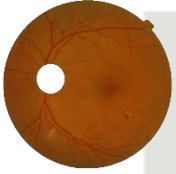


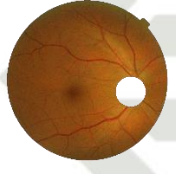
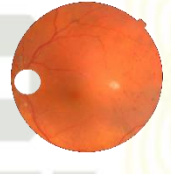
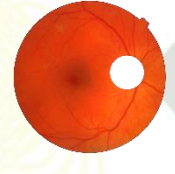
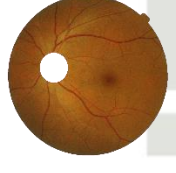
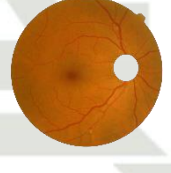
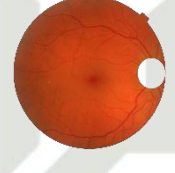
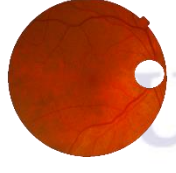

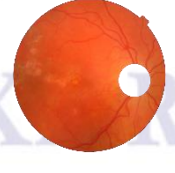
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

No.	Normal	Parah	Sedang
11	 Normal11.png	 Parah11.png	 Sedang11.png
12	 Normal12/	 Parah12.png	 Sedang12.png
13	 Normal13.png	 Parah13.png	 Sedang13.png
14	 Normal14.png	 Parah14.png	 Sedang14.png
15	 Normal15.png	 Parah15.png	 Sedang15.png


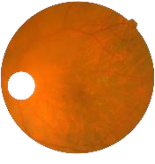

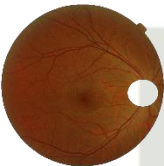

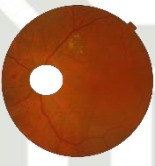
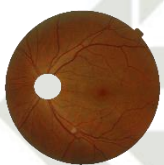

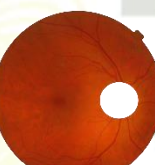




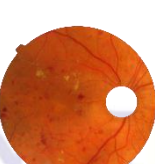

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

No.	Normal	Parah	Sedang
16	 <p>Normal16.png</p>	 <p>Parah16.png</p>	 <p>Sedang16.png</p>
17	 <p>Normal17.png</p>	 <p>Parah17.png</p>	 <p>Sedang17.png</p>
18	 <p>Normal18.png</p>	 <p>Parah18.png</p>	 <p>Sedang18.png</p>
19	 <p>Normal19.png</p>	 <p>Parah19.png</p>	 <p>Sedang19.png</p>
20	 <p>Normal20.png</p>	 <p>Parah20.png</p>	 <p>Sedang20.png</p>

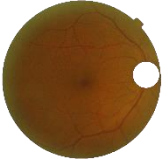
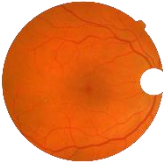



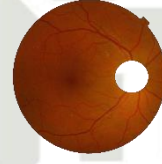
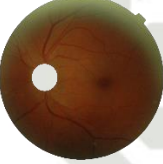
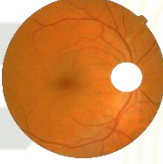
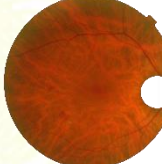


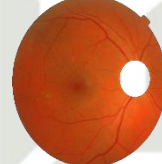
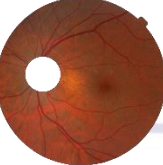


Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

No.	Normal	Parah	Sedang
21	 Normal21.png	 Parah21.png	 Sedang21.png
22	 Normal22.png	 Parah22.png	 Sedang22.png
23	 Normal23.png	 Parah23.png	 Sedang23.png
24	 Normal24.png	 Parah24.png	 Sedang24.png
25	 Normal25.png	 Parah25.png	 Sedang25.png










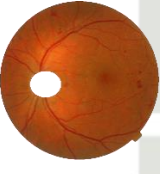

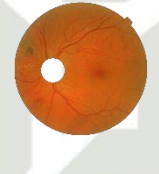
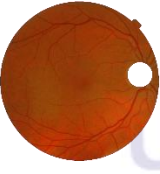
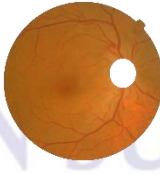
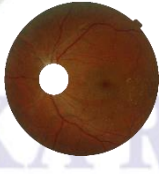
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

No.	Normal	Parah	Sedang
26	 Normal26.png	 Parah26.png	 Sedang26.png
27	 Normal27.png	 Parah27.png	 Sedang27.png
28	 Normal28.png	 Parah28.png	 Sedang28.png
29	 Normal29.png	 Parah29.png	 Sedang29.png
30	 Normal30.png	 Parah30.png	 Sedang30.png

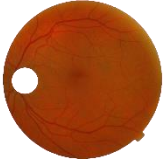




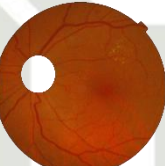
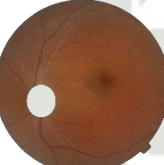
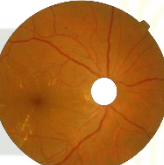

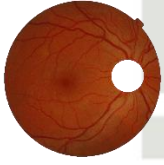
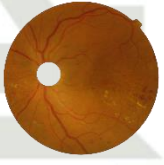


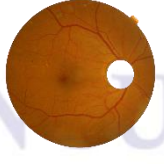

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

No.	Normal	Parah	Sedang
31	 Normal31.png	 Parah31.png	 Sedang31.png
32	 Normal32.png	 Parah32.png	 Sedang32.png
33	 Normal33.png	 Parah33.png	 Sedang33.png
34	 Normal34.png	 Parah34.png	 Sedang34.png
35	 Normal35.png	 Parah35.png	 Sedang35.png







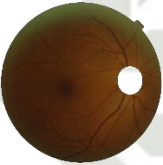
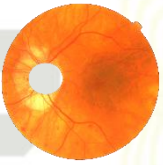
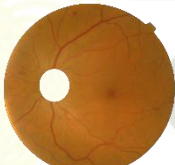

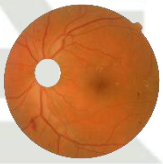

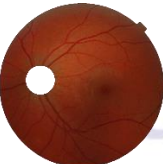

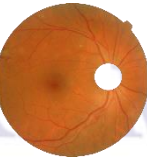
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

No.	Normal	Parah	Sedang
36	 Normal36.png	 Parah36.png	 Sedang36.png
37	 Normal37.png	 Parah37.png	 Sedang37.png
38	 Normal38.png	 Parah38.png	 Sedang38.png
39	 Normal39.png	 Parah39.png	 Sedang39.png
40	 Normal40.png	 Parah40.png	 Sedang40.png

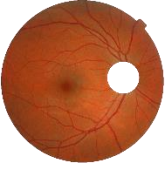

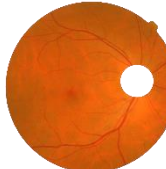
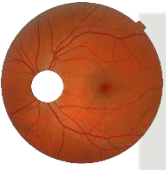


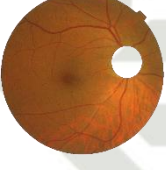
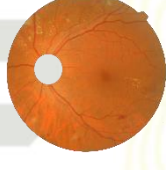
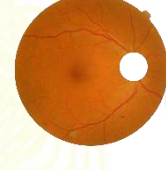
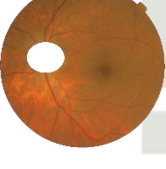
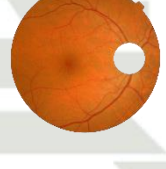


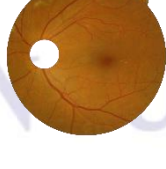

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

No.	Normal	Parah	Sedang
41	 Normal41.png	 Parah41.png	 Sedang41.png
42	 Normal42.png	 Parah42.png	 Sedang42.png
43	 Normal43.png	 Parah43.png	 Sedang43.png
44	 Normal44.png	 Parah44.png	 Sedang44.png
45	 Normal45.png	 Parah45.png	 Sedang45.png

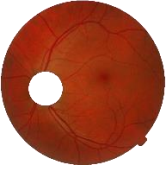


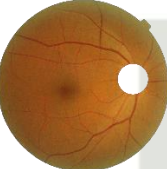


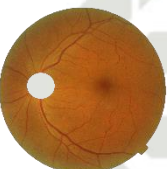

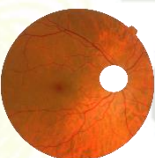
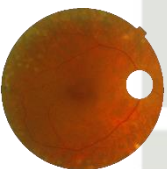

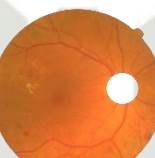
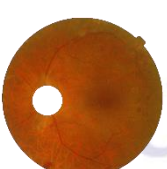

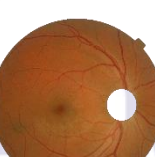
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

No.	Normal	Parah	Sedang
46	 Normal46.png	 Parah46.png	 Sedang46.png
47	 Normal47.png	 Parah47.png	 Sedang47.png
48	 Normal48.png	 Parah48.png	 Sedang48.png
49	 97b.jpg	 Parah49.png	 Sedang49.png
50	 Normal50.png	 Parah50.png	 Sedang50.png


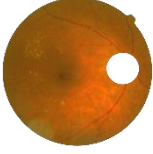
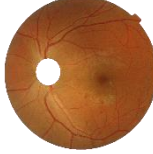

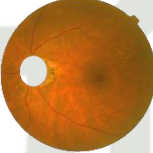
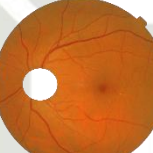

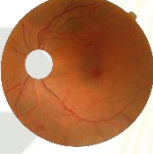
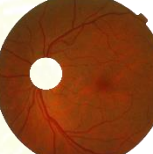

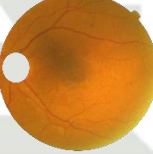
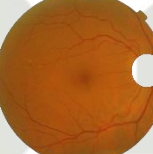



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

No.	Normal	Parah	Sedang
51	 Normal51.png	 Parah51.png	 Sedang51.png
52	 Normal52.png	 Parah52.png	 Sedang52.png
53	 Normal53.png	 Parah53.png	 Sedang53.png
54	 Normal54.png	 Parah54.png	 Sedang54.png
55	 Normal55.png	 Parah55.png	 Sedang55.png







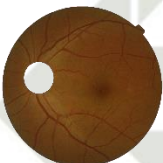




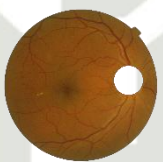


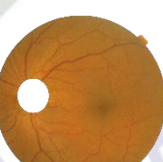
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

No.	Normal	Parah	Sedang
56	 Normal56.png	 Parah56.png	 Sedang56.png
57	 Normal57.png	 Parah57.png	 Sedang57.png
58	 Normal58.png	 Parah58.png	 Sedang58.png
59	 Normal59.png	 Parah59.png	 Sedang59.png
60	 Normal60.png	 Parah60.png	 Sedang60.png




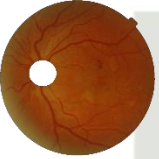

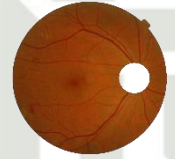

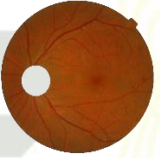
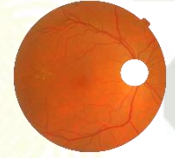
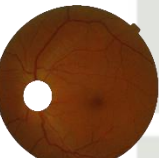

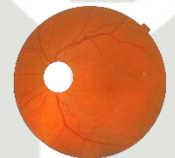
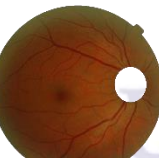
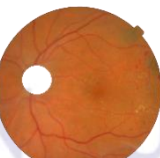

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

No.	Normal	Parah	Sedang
61	 Normal61.png	 Parah61.png	 Sedang61.png
62	 Normal62.png	 Parah62.png	 Sedang62.png
63	 Normal63.png	 Parah63.png	 Sedang63.png
64	 Normal64.png	 Parah64.png	 Sedang64.png
65	 Normal65.png	 Parah65.png	 Sedang65.png

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

No.	Normal	Parah	Sedang
66	 Normal66.png	 Parah66.png	 Sedang66.png
67	 Normal67.png	 Parah67.png	 Sedang67.png
68	 Normal68.png	 Parah68.png	 Sedang68.png
69	 Normal69.png	 Parah69.png	 Sedang69.png
70	 Normal71.png	 parah70	 Sedang70.png



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Tri Depa Riasta
Tempat/Tanggal Lahir : Pulau Kedundung,
01 Maret 1995
Nama Ayah : Wemrizal
Nama Ibu : Yasmainer
Anak ke : 3
Jumlah Sdr : 4

Nama Sdr : Yulia Erika Yandra, Novi Riyasta, Angga Riyasta
Alamat : Jl. Taman Karya
E-mail : tri.depa.riasta@students.uin-suska.ac.id

PENDIDIKAN

- Tahun 2001-2007 : SD Negeri 026 Pulau Godang Kari
- Tahun 2007-2010 : SMP Negeri 4 Teluk Kuantan
- Tahun 2010-2013 : SMA Negeri 1 Teluk Kuantan
- Tahun 2013-2019 : Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Jurusan Teknik Informatika

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.