

**PENERAPAN *GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX*  
(GLCM) DAN *LEARNING VECTOR QUANTIZATION (LVQ)*  
UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT RETINA MATA**

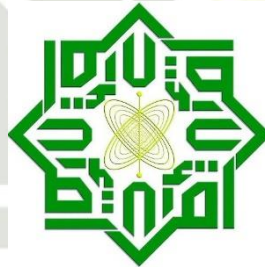
**TUGAS AKHIR**

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

Oleh :

**MUHAMMAD FAJAR TEGUH PUTRA**

**11351102691**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU**

**2021**

Hak Cipta Dilindungi U

1. Dilarang mengutip s

a. Pengutipan hanya

b. Pengutipan tidak

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

pa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

ian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
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 PERSETUJUAN

### PENERAPAN *GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX* (GLCM) DAN *LEARNING VECTOR QUANTIZATION* (LVQ) UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT RETINA MATA

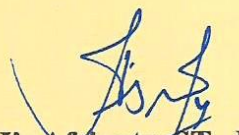
#### TUGAS AKHIR

Oleh

**MUHAMMAD FAJAR TEGUH PUTRA**  
**11351102691**

Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan tugas akhir  
di Pekanbaru, pada tanggal 3 Februari 2021

**Pembimbing,**



**Iis Afrianty, ST., M.Sc**  
**NIP. 19880426 201903 2 009**

**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 PENGESAHAN

### PENERAPAN *GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX* (GLCM) DAN *LEARNING VECTOR QUANTIZATION* (LVQ) UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT RETINA MATA

#### TUGAS AKHIR

Oleh

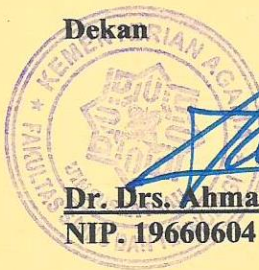
**MUHAMMAD FAJAR TEGUH PUTRA**  
11351102691

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 3 Februari 2021

Pekanbaru, 3 Februari 2021

Mengesahkan,  
Ketua Jurusan,



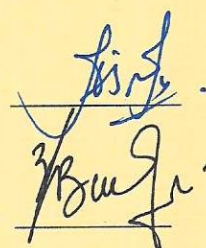
  
**Dr. Elin Haerani, S.T., M.Kom.**  
NIP. 19810521 200710 2 003



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

#### DEWAN PENGUJI

Ketua : Jasril, S.Si., M.Sc.  
Sekretaris : Iis Afrianty, S.T., M.Sc.  
Anggota I : Febi Yanto, M.Kom.  
Anggota II : Elvia Budianita, S.T., M.Cs.

## 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 kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seijin Penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya. Penggandaan atau penerbitan sebagian 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 pinjam.

Pekanbaru, 03 Februari 2021

**Muhammad Fajar Teguh Putra**  
**11351102691**

- 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 didalam tugas akhir ini tidak ada terdapatnya karya yang pernah di ajukan didalam memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah di tulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacukan didalam naskah ini dan disebutkan didalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 03 Februari 2021

**Muhammad Fajar Teguh Putra**  
**11351102691**

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



Alhamdulillahirobbil'aalamiin...

Sembah sujud dan syukur kepada Allah . Taburan cinta dan kasih sayang Mu telah memberikan ku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas rahmat dan karunia yang telah Engkau berikan, Alhamdulillah tugas akhir ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam selalu terlimpahkan kepada Rasul kita Muhammad ﷺ.

Kupersembahkan karya ini kepada orang yang sangat kukasihi dan kusayangi.

### **Ibu dan Ayah Tercinta**

Kepada ibu dan ayah tercinta. Sebagai tanda bukti, hormat dan rasa terima kasih yang tiada terhingga. Kupersembahkan kepada Ibu (Syariati) dan Ayah (Muhamad Teguh) yang telah memberikan doa dan kasih sayang dari lahir hingga dewasa.

Semoga hasil karya ini menjadi salah satu kebahagiaan yang bisa kuberikan.

Terima kasih Ibu... Terima Kasih Ayah...

### **Kakak, Calon dan Orang Terdekatku**

Sebagai tanda terima kasih. Kupersembahkan karya ini untuk abangku Dimas Essa Anugerah Putra, dan abangku Bayu Dwi Anugerah Putra, Insya Allah calonku Friska Oktaviani dan semua keluarga terkasihku. Terima kasih telah memberikan doa, motivasi dan semangat sehingga terselesaikan tugas akhir ini. Semoga ini menjadi hal terbaik yang bisa kuberikan. Terima kasih...

### **Kucing-Kucingku”**

Untuk kucing-kucingku: Setnov, mohini, naka, moana, kincit(lala), subhi, kushi, gummy, beo, fizi, ehsan, tigel, ibel, lanang, dhea, bela, bila, siputih, sihitam, sibelang, byubyu, naruto, logan, sakura, tigel Jr, untuk semua kucing-kucingku Terimakasih nak dengan tingkah lucu-lucumu yang selalu menghiburku menetralkan emosiku, menghilangkan stressku sehingga selalu memberikan energi positif kepadaku.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

# PENERAPAN *GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX* (GLCM) DAN *LEARNING VECTOR QUANTIZATION* (LVQ) UNTUK KLASIFIKASI PENYAKIT RETINA MATA

**MUHAMMAD FAJAR TEGUH PUTRA**  
**11351102691**

Tanggal Sidang: 03 Februari 2021

Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

## ABSTRAK

Mata merupakan organ vital, dan memainkan peran yang sangat penting dalam menerima informasi visual (seperti pengembangan diri dan kualitas hidup manusia). *Visual Loss Expert Group* (VLEG) melakukan tinjauan sistematis dan meta-analisis terhadap data berbasis populasi terkait tunanetra dan kebutaan global pada tahun 2015. Sekitar 253 juta (3,38%) dari 7,33 triliun orang di dunia menderita gangguan penglihatan, penglihatan. gangguan: termasuk 36 juta orang buta dan 217 juta orang dengan gangguan penglihatan sedang sampai berat. Selain itu, 188 juta orang yang tersisa menderita masalah penglihatan ringan. Berdasarkan survei yang dilakukan di Indonesia pada tahun 1993, angka kebutaan akibat penyakit mata mencapai 1,5%, dibandingkan dengan 2,2% pada tahun 2003 dan 1,67% pada tahun 2007. Angka tersebut menjadikan Indonesia sebagai negara dengan angka kebutaan tertinggi kedua setelah Ethiopia. Identifikasi *diabetic retinopathy* secara manual seringkali membutuhkan waktu yang lama dan dapat menyebabkan kesalahan pengamatan. Masalah ini dapat diselesaikan menggunakan metode *grey-level co-occurrence matrix* (GLCM) sebagai ekstraksi ciri retina dan *learning vector quantization* (LVQ) untuk mengklasifikasikan citra retina, sehingga klasifikasi *diabetic retinopathy* dapat dilakukan dengan baik. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan menunjukkan bahwa pembelajaran terbaik dilakukan dengan menggunakan  $\alpha = 0,01$ , epoch maksimum = 1000 dan persentase akurasi maksimum 90%.

**Kata kunci:** *Gray Level Co-Occurrence Matrix, Learning Vector Quantization, Diabetic Retinopathy, Retina, Citra Digital.*

# **APPLICATION OF GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX (GLCM) AND LEARNING VECTOR QUANTIZATION (LVQ) FOR CLASSIFICATION OF EYE RETINA DISEASE**

**MUHAMMAD FAJAR TEGUH PUTRA**  
**11351102691**

Date of Final Exam: 03 February 2021

*Informatics Engineering*

*Faculty of Science and Technology*

*State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau*

## **ABSTRACT**

*The eye is a vital organ and plays a very important role in receiving visual information (such as self-development and the quality of human life). Visual Loss Expert Group (VLEG) conducted a systematic review and meta-analysis of population-based data related to global blindness and blindness in 2015. About 253 million (3.38%) out of 7.33 trillion people in the world suffer from visual and visual impairments: including 36 million blind people and 217 million people with moderate to severe visual impairment. In addition, the remaining 188 million people suffer from minor vision problems. Based on a survey conducted in Indonesia in 1993, the blindness rate due to eye disease was 1.5%, compared to 2.2% in 2003 and 1.67% in 2007. This figure makes Indonesia the country with the second-highest blindness rate. After Ethiopia. Identification Manual diabetic retinopathy often takes a long time and can lead to observation errors. This problem can be solved using the method gray-level co-occurrence matrix (GLCM) as retinal feature extraction and learning vector quantization (LVQ) to classify retinal images so that the classification of diabetic retinopathy can be carried out properly. In this study, the method used shows that the best learning is done using  $\alpha = 0.01$ , maximum epoch = 1000, and the maximum accuracy percentage is 90%.*

**Keywords:** *Gray Level Co-Occurrence Matrix, Learning Vector Quantization, Diabetic Retinopathy, Retina, Digital Image.*



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, Segala puji hanya bagi Allah SWT, karena atas izin dan kurnia-Nya penulis dapat melaksanakan tugas akhir yang berjudul “**Penerapan Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM) dan Learning Vector Quantization (LVQ) untuk Klasifikasi Penyakit Retina Mata**”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu teknik pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

Pada lembaran ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang mendalam dan rasa syukur kepada Allah SWT dan kedua orang tua tercinta, Ayahanda Muhamad Teguh dan Ibunda Syariati yang tiada hentinya memberikan doa, semangat, nasehat, dukungan moral dan kasih sayang kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dan penulisan skripsi ini

Selama pelaksanaan skripsi ini, penulis banyak mendapat pengetahuan, pengalaman, arahan, bimbingan dan dukungan dari semua pihak yang telah membantu hingga penulisan laporan skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. KH. Suyitno, 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, S.T., M.Kom selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika dan selaku Pembimbing Tugas Akhir, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri 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.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

4. Ibu Iis Afrianty, ST., M.Sc pembimbing tugas akhir yang memberikan bimbingan, arahan, kritik dan saran yang sangat membangun dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
5. Bapak Febi Yanto, M.Kom dan Ibu Elvia Budianita, S.T., M.Cs selaku dosen penguji I dan dosen penguji II yang telah membantu dan memberi masukan kepada penulis dalam penyempurnaan skripsi ini.
6. Ibu Fadhilah Syafria, ST., M.Kom selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
7. Ibu Yusra, S.T., M.T. selaku pembimbing akademik dan seluruh bapak/ibu dosen Teknik Informatika yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama proses belajar mengajar di bangku perkuliahan.
8. Friska Oktaviani, kita tau apa yang kita perjuangkan mari kita lanjutkan bersama langkah kita untuk menjadi pasangan halal.
9. Teman-teman seperjuangan di Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau yang sudah berbagi suka duka kuliah dengan penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya maupun pembaca pada umumnya. Penulis berharap ada masukan, kritikan, maupun saran dari pembaca atas laporan ini yang dapat disampaikan ke alamat email penulis: **muhammadfajartp@gmail.com**. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih dan selamat membaca, *Wassalam*.

Pekanbaru, 03 Februari 2021

Penulis

UIN SUSKA RIAU

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL.....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN .....</b>	<b>v</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>viii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>I-1</b>
1.1. Latar Belakang .....	I-1
1.2. Rumusan Masalah .....	I-4
1.3. Batasan Masalah.....	I-5
1.4. Tujuan Penelitian.....	I-5
1.5. Sistematika Penulisan.....	I-6
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>II-1</b>
1. Pengolahan Citra Digital .....	II-1
2. Jenis Citra.....	II-2
3. Pengolahan Citra Tahap Awal ( <i>Pre-processing</i> ).....	II-4
2.3.1 Pemotongan Citra ( <i>Cropping</i> ).....	II-4
2.3.2 Mengubah Ukuran Citra ( <i>Scaling</i> ) .....	II-4
2.3.3 Pembentukan Citra <i>Green Channel</i> .....	II-5
2.3.4 Perbaikan Citra ( <i>Contras Streching</i> ).....	II-7
4. Segmentasi.....	II-7
5. Ekstraksi ciri <i>Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)</i> .....	II-10
6. Jaringan Syaraf Tiruan .....	II-14
2.6.1 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan.....	II-15

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Diarangi 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. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Diarangi 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. Diarangi mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

2.6.2	Paradigma Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan .....	II-17
2.6.3	Fungsi Aktivasi .....	II-18
2.7	<i>Learning Vector Quantization (LVQ)</i> .....	II-20
2.8	Pengujian Akurasi .....	II-22
2.9	Retina.....	II-23
2.10	Penyakit <i>Diabetic Retinopathy</i> .....	II-24
2.10.1	Diagnosis <i>Diabetic Rethinopathy</i> .....	II-27
2.10.2	Diagnosis <i>Non-Proliferatif Diabetic Retinopathy (NPDR)</i> .....	II-28
2.10.3	Diagnosis <i>Proliferatif Diabetic Retinopathy (PDR)</i> .....	II-29
2.11	Penelitian Terkait .....	II-30
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>III-1</b>
3.1	Studi Literatur.....	III-2
3.2	Pengumpulan Data .....	III-2
3.3	Analisa dan Perancangan.....	III-3
3.3.1	Analisa Proses.....	III-3
3.3.1.1	<i>Pre-processing</i> .....	III-3
3.3.1.2	Pembagian Data .....	III-5
3.3.1.3	<i>Processing (GLCM dan Segmentasi)</i> .....	III-6
3.3.1.4	Klasifikasi (LVQ).....	III-6
3.3.2	Perancangan .....	III-7
3.4	Implementasi .....	III-7
3.5	Pengujian .....	III-8
3.5.1	Akurasi .....	III-8
3.5.2	Pengujian <i>BlackBox</i> .....	III-8
3.6	Kesimpulan dan Saran .....	III-8
<b>BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN .....</b>		<b>IV-1</b>
4.1	Analisa proses.....	IV-1
4.1.1	<i>Pre-processing</i> .....	IV-2
4.1.2	Pembagian Data .....	IV-9
4.1.3	<i>Processing (GLCM dan Segmentasi)</i> .....	IV-10
4.1.4	Klasifikasi (LVQ).....	IV-25
4.2	Perancangan.....	IV-28

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

<b>BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN.....</b>	<b>V-1</b>
5.1 Implementasi .....	V-1
5.1.1 Lingkup Implementasi .....	V-1
5.1.2 Batasan Implementasi .....	V-1
5.1.3 Implementasi Antarmuka .....	V-2
5.2 Pengujian .....	V-5
5.2.1 Pengujian <i>Blackbox</i> .....	V-5
5.2.2 Pengujian Akurasi .....	V-8
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>VI-1</b>
6.1 Kesimpulan.....	VI-1
6.2 Saran.....	VI-1

**DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Citra Retina RGB .....	II-2
2.2 Citra Keabuan.....	II-3
2.3 Citra Retina Biner .....	II-4
2.4 Citra (a) RGB; (b) Green Channel; (c) Red Channel; (d) Blue Channel .	II-6
2.5 (a) Citra Green Channel; (b) Citra Grayscale .....	II-6
2.6 Contoh Arah untuk GLCM dengan sudut $0^\circ$ , $45^\circ$ , $90^\circ$ , dan $135^\circ$ .....	II-11
2.7 Penentuan Awal Matriks GLCM berbasis pasangan dua piksel .....	II-12
2.8 Sel Syaraf ( <i>Neuron</i> ).....	II-14
2.9 Jaringan Lapis Tunggal.....	II-15
2.10 Jaringan Lapis Banyak.....	II-16
2.11 Jaringan Lapis Kompetitif.....	II-16
2.12 Fungsi <i>Threshold</i> .....	II-18
2.13 Fungsi <i>Threshold</i> Bipolar.....	II-19
2.14 Fungsi <i>Sigmoid</i> .....	II-19
2.15 Fungsi <i>Linear</i> .....	II-20
2.16 Arsitektur Jaringan <i>Generalized LVQ</i> .....	II-21
2.17 Lapisan Retina Manusia.....	II-23
2.18 (a) Penglihatan Normal; (b) <i>Diabetic Retinopathy</i> .....	II-25
2.19 <i>Non-Proliferatif Diabetic Retinopathy</i> .....	II-26
2.20 <i>Proliferatif Diabetic Retinopathy</i> .....	II-27
2.21 <i>Neovaskularisasi</i> Pada PDR.....	II-30
3.1 Tahapan Penelitian .....	III-1
3.2 Tahapan <i>Preprocessing</i> .....	III-3
4.1 <i>Flowchart</i> Proses Pelatihan dan Pengujian <i>Diabetic Rethinopathy</i> .....	IV-2
4.2 Citra Retina RGB .....	IV-5

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**
1. Diarang 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. Diarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4.3	Matriks Hasil <i>Green Channel</i> .....	IV-7
4.4	Citra Hasil <i>Contras Streching</i> .....	IV-9
4.5	(a.) Matriks <i>Spasial</i> dan (b.) Matriks <i>Area Kerja</i> .....	IV-11
4.6	Matriks <i>co-occurrence</i> $\Theta= 0^0$ .....	IV-12
4.7	Matriks <i>co-occurrence</i> $\Theta= 45^0$ .....	IV-14
4.8	Matriks <i>co-occurrence</i> $\Theta= 90^0$ .....	IV-16
4.9	Matriks <i>co-occurrence</i> $\Theta= 135^0$ .....	IV-18
4.10	<i>Pseudocode</i> Untuk Mendapatkan Nilai GLCM pada Matlab .....	IV-22
4.11	Ctra Hasil Segmentasi.....	IV-23
4.12	Ctra Hasil LBP.....	IV-25
4.13	Arsitektur LVQ Yang Digunakan.....	IV-25
4.14	Menu Halaman Utama .....	IV-29
4.15	Menu Halaman Ekstraksi Ciri.....	IV-30
4.16	Menu Halaman Hasil Ekstraksi Ciri .....	IV-31
4.17	Menu Halaman Pelatihan .....	IV-32
4.18	Menu Halaman Pengujian.....	IV-33
5.1	Halaman Utama.....	V-2
5.2	Halaman Ekstraksi Ciri .....	V-3
5.3	Halaman Hasil Ekstraksi Ciri.....	V-3
5.4	Halaman Pelatihan .....	V-4
5.5	Halaman Pengujian.....	V-5

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Penelitian Terkait .....	II-30
4.1 Data Citra Retina Mata hasil <i>Cropping</i> dan <i>Scaling</i> .....	IV-4
4.2 Nilai Piksel Citra <i>Contrast Streching</i> .....	IV-7
4.3 Hasil Ekstraksi Ciri Citra Retina pada gambar 4.4 .....	IV-22
4.4 Nilai Piksel Citra Segmentasi.....	IV-23
4.5 Data Latih Untuk Inputan LVQ Citra Retina.....	IV-26
4.6 Perwakilan Vektor Untuk Inputan LVQ Citra Retina.....	IV-26
4.7 Keterangan <i>Interface</i> Halaman Utama.....	IV-29
4.8 Keterangan <i>Interface</i> Ekstraksi ciri.....	IV-30
4.9 Keterangan <i>Interface</i> Hasil Ekstraksi Ciri .....	IV-31
4.10 Keterangan <i>Interface</i> Pelatihan .....	IV-33
4.11 Keterangan <i>Interface</i> Pengujian.....	IV-33
5.1 Pengujian <i>Blackbox</i> Halaman Ekstraksi.....	V-6
5.2 Pengujian <i>Blackbox</i> Halaman Hasil Ekstraksi .....	V-6
5.3 Pengujian <i>Blackbox</i> Halaman Pelatihan.....	V-7
5.4 Pengujian <i>Blackbox</i> Halaman Pengujian .....	V-7
5.5 Skenario Pengujian.....	V-8
5.6 Persentase Data 70% .....	V-9
5.7 Persentase Data 80% .....	V-9
5.8 Persentase Data 90% .....	V-9
5.9 Hasil Pengujian <i>Confusion Matrix</i> .....	V-10

### 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.



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A. LAMPIRAN A DATA EKSTRAKSI CIRI GLCM <i>DIABETIC RETINOPHATY</i> .....	1
B. LAMPIRAN B DATA EKSTRAKSI CIRI GLCM NORMAL .....	1
C. LAMPIRAN C DATA NORMALISASI EKSTRAKSI CIRI GLCM <i>DIABETIC RETINOPHATY</i> .....	1
D. LAMPIRAN D DATA NORMALISASI EKSTRAKSI CIRI GLCM RETINA NORMAL.....	1
E. LAMPIRAN E DATA EKSTRAKSI LBP DAN NORMALISASINYA ...	1

### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi 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 I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Mata sebagai indera penglihatan merupakan organ vital yang mempunyai peranan sangat penting untuk menerima informasi visual, sebagai pengembangan diri dan kualitas hidup manusia. Mata dapat mengalami gangguan dari gangguan kecil hingga penyakit yang berdampak pada kebutaan. Hasil tinjauan sistematis dan meta-analisis tahun 2015 oleh *Vision Loss Expert Group* (VLEG) dari data berbasis populasi terkait gangguan penglihatan dan kebutaan global diperkirakan 253 juta (3,38%) dari 7,33 triliun penduduk dunia menderita gangguan penglihatan, gangguan penglihatan tersebut mencakup 36 juta orang yang mengalami kebutaan dan 217 juta orang mengalami gangguan penglihatan sedang hingga berat, Selain itu, sisanya 188 juta orang mengalami gangguan penglihatan ringan.

Hasil survei yang dilakukan tahun 1993 di Indonesia penderita penyakit mata yang mengakibatkan kebutaan mencapai 1,5%, sedangkan tahun 2003 mencapai angka 2,2% dan pada tahun 2007 dengan angka 1,67%. Angka-angka tersebut membuat Indonesia menjadi negara dengan tingkat kebutaan tertinggi kedua setelah Ethiopia (Kementerian Kesehatan RI, 2014). Di Asia Tenggara, Indonesia menempati posisi tertinggi angka kebutaan mencapai 1.5%, disusul Bangladesh, India dan Thailand dengan masing-masing mencapai 1%, 0.7%, dan 0.56% Sehingga diperkirakan setiap menit ada 1 orang menjadi buta di Indonesia (Musda Hidayati et al, 2019)

Salah satu penyebab utama kebutaan adalah kelainan retina, hal ini dinyatakan oleh *Andra Pradesh Eye Disease Study* (APEDS) kebutaan akibat kelainan retina menempati urutan ke 2 setelah katarak dengan jumlah persentase 22,4%. Menurut data *World Health Organization* (WHO) penyebab utama kebutaan pada retina disebabkan oleh penyakit *diabetic retinopathy*, tingkat kebutaan akibat *diabetic retinopathy* mencapai 4,8% dari 37 juta dari seluruh kasus kebutaan di seluruh dunia (WHO, 2006). *Diabetic retinopathy* merupakan suatu

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

kelainan pada retina akibat perubahan pembuluh darah retina oleh diabetes, sehingga terjadi gangguan nutrisi pada retina (Yunisa, Mfadhol 2017). Menurut (Susetianigtias et al, 2017) identifikasi penyakit *diabetic retinopathy* dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan perubahan struktur nutrisi pada retina, yaitu *Non-Proliferatif Diabetic Retinopathy* (NPDR) dan *Proliferatif Diabetic Retinopathy* (PDR).

Identifikasi *diabetic retinopathy* secara manual cenderung membutuhkan waktu yang lama dan memungkinkan terjadinya kesalahan dalam pengamatan, hal ini dikarenakan penampakan dari pembuluh darah retina hasil kamera fundus tampil dengan kontras yang rendah ditambah struktur retina yang kompleks, sehingga harus dengan teliti mengamati gejala-gejala yang ada seperti kemunculan bercak kekuningan (*eksudat*), titik-bintik pada pembuluh darah retina, pembentukan pembuluh darah abnormal yang sangat tipis dan mudah pecah (*neovaskularisasi*) dan pendarahan akibat pecahnya darah retina (Zuhroh dan Siradjuddin, 2015).

Permasalahan identifikasi tersebut dapat diperbaiki dengan melakukan serangkaian *image processing* atau pengolahan citra, seperti penelitian yang dilakukan oleh (Putranto dan Candradewi, 2015) yang menggunakan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) untuk meningkatkan kontras citra retina. Identifikasi dilanjutkan dengan pengenalan pola menggunakan metode ekstraksi ciri *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) orde 2. Penelitian tersebut menghasilkan nilai akurasi sebesar 95,93% dengan sensitifitas 91,07%, dan spesifisitas 97,29%. Penelitian-penelitian *diabetic retinopathy* lainnya juga memanfaatkan teknik Jaringan syaraf tiruan atau *Artificial Neural Network* (ANN) sebagaimana penelitian yang dilakukan (Dillak & Bintiri, 2012) menggunakan jaringan syaraf tiruan *multilayer perceptron* untuk identifikasi *diabetic retinopathy*, penelitian tersebut berhasil menghasilkan akurasi sebesar 95.83%.

Penelitian lain yang juga menggunakan serangkaian *image processing* dalam proses klasifikasi penyakit retina mata ini dilakukan oleh (Sari, 2018) dengan judul penelitian yaitu Penerapan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) dan *Backpropagation Neural Network* (BPNN) untuk Identifikasi Glaukoma Melalui Citra Retina Mata yang menghasilkan tingkat akurasi 100% pada perbandingan

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

pengujian data latih 90% dan data uji 10%. Sedangkan akurasi terendah didapatkan sebesar 96,67% dengan perbandingan akurasi data latih 50% dan data uji 50%. Dimana penelitian yang dilakukan oleh (Sari, 2018) ini mengambil proses ekstraksi dari metode GLCM dengan mengambil lima ciri orde statistik yaitu *Angular Second Moment* (ASM), *Contrast* (CONT), *Inverense Different Moment* (IDM), *Entropy* (ENT) dan *Correlation* (COR) yang digunakan sebagai data masukkan untuk proses klasifikasi.

Selain itu penelitian lain yang menggunakan metode GLCM sebagai metode ekstraksi untuk klasifikasi penyakit retina mata yaitu dilakukan oleh (Jumanto, 2019) dengan judul penelitian “Deteksi Glaukoma Berbasis *Histogram* dan *Gray Level Co-Occurrence Matrix* Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan pada Citra Fundus Retina. Dimana penelitian yang dilakukan oleh (Jumanto, 2019) ini menghasilkan akurasi tertinggi sebesar 93,4% dengan menggunakan 5 ciri orde statistik pada GLCM yaitu *Angular Second Moment* (ASM), *Contrast* (CONT), *Inverense Different Moment* (IDM), *Entropy* (ENT) dan *Correlation* (COR).

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, maka pada penelitian ini dilakukan serangkaian *image processing* untuk memperbaiki citra retina serta melakukan pengenalan pola *diabetic retinopathy* dengan menggunakan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). Metode GLCM sebagai metode ekstraksi ciri dengan menggunakan 4 ciri statistik orde dua, yaitu *Contrast* (CONT), *Correlation* (COR), *Energy* (ENR) dan *Homogeneity* (HOM) yang dapat digunakan untuk data masukkan pada proses klasifikasi menggunakan metode Jaringan Syaraf Tiruan.

Tahap selanjutnya setelah didapatkan hasil ekstraksi ciri dengan menggunakan menggunakan GLCM dengan orde dua maka untuk mencapai *output* dibutuhkan proses klasifikasi. Proses Klasifikasi ini diperlukan untuk mengetahui penyebaran penyakit *diabetic retinopathy* dan karakteristik dari penyakit-penyakit tersebut. Proses klasifikasi ini dilakukan dengan menggunakan Jaringan syaraf Tiruan (JST) atau *Artificial Neural Network* (ANN) merupakan suatu model kecerdasan yang mirip seperti cara kerja otak manusia. Salah satu metode Jaringan Syaraf Tiruan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Learning Vector Quantization* (LVQ).

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

*Learning Vector Quantization* atau LVQ melakukan pembelajaran data di mana setiap unit keluaran atau target menggambarkan suatu kelas atau kategori. Pelatihan algoritma LVQ dilakukan dengan mencari vector perwakilan terdekat dengan vector inputan dalam satu kategori jika vektor input mendekati sama (Kusumadewi, 2003). Metode LVQ menurut (Arifianto et al, 2014) memiliki keunggulan dimana model pembelajaran dari LVQ dilatih dengan signifikan sehingga metode LVQ dianggap lebih cepat jika dibandingkan JST lainnya seperti algoritma *Backpropagation Neural Network*.

Penelitian sebelumnya yang sudah menggunakan metode LVQ untuk proses klasifikasi telah dilakukan oleh (Hariyanto, 2016) dengan judul penelitian “Klasifikasi Penyakit Mata Katarak Berdasarkan Kelainan Patologis Dengan Menggunakan *Algoritma Learning Vector Quantization*”. Penelitian (Hariyanto, 2016) ini menghasilkan akurasi terbaik sebesar 99% dengan menggunakan vjumlah variasi data sebanyak 300 data. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh (Usman Sudibyo et al, 2018) yang memanfaatkan metode GLCM dan LVQ untuk klasifikasi citra daging sapi dan babi. Penelitian tersebut menghasilkan akurasi tertinggi mencapai nilai 76,25%.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya dan uraian yang telah dijabarkan di atas, mendasari untuk dilakukannya penelitian dengan judul “**Penerapan Metode *Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)* dan *Learning Vector Quantization (LVQ)* untuk Klasifikasi Penyakit Retina Mata**”.

## 1. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan sebelumnya, maka dapat diambil suatu rumusan masalah yaitu bagaimana mengimplementasikan metode *Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)* dan *Learning Vector Quantization (LVQ)* untuk klasifikasi penyakit retina mata serta mengetahui dan menguji tingkat akurasi yang diperoleh.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

## 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Citra Retina yang digunakan diambil dari *Methods to evaluate segmentation and indexing techniques in the field of retinal ophthalmology* (MESSIDOR) (Adcis, 2016).
2. Data berjumlah 120 data citra dengan format gambar TIF dan resolusi piksel 300x300.
3. Penelitian ini menggunakan nilai-nilai ekstraksi ciri GLCM orde dua *Contrast* (CONT), *Correlation* (COR), *Energy* (EN), *Homogeneity* (HOM).
4. *Thresholding* yang digunakan adalah *thresholding otsu*.
5. Variabel yang digunakan pada metode *Learning Vector Quantization* (LVQ) sebagai data masukkan proses klasifikasi yaitu hasil ekstraksi ciri metode berupa nilai *Local Binary Pattern* (LBP), *Contrast* (CONT), *Correlation* (COR), *Energy* (EN), *Homogeneity* (HOM) dan hasil segmentasi.
6. Output dari hasil klasifikasi dikelompokkan menjadi 2 kelas, yaitu Normal dan *Diabetic Retinopathy*.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengimplementasikan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) dan *Learning Vector Quantization* (LVQ) sebagai metode klasifikasi penyakit retina mata serta mengetahui dan menguji tingkat akurasi yang diperoleh.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

## 1.1 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dari penelitian ini memiliki beberapa bagian utama sebagai berikut:

### BAB I PENDAHULUAN

Bab yang menjelaskan ringkasan umum penelitian meliputi latar belakang penelitian, perumusan masalah, batasan masalah penelitian, tujuan penelitian dan sistematika penulisan.

### BAB II LANDASAN TEORI

Bab yang menjelaskan objek yang akan diteliti, pada penelitian ini terdiri dari Pengolahan Citra Digital, Metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM), Jaringan Syaraf Tiruan, metode *Learning Vector Quantization* (LVQ), retina, penyakit *diabetic retinopathy*, dan diagnosis *diabetic retinopathy*.

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab yang menjelaskan rangkaian tiap tahapan dalam penelitian. Tahapan yang diawali dengan pengumpulan data, analisa, perancangan dan implementasi, pengujian serta kesimpulan dan saran yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini.

### BAB IV ANALISIS DAN PERANCANGAN

Bab yang menjelaskan terhadap proses kerja yang digunakan pada penelitian ini serta perancangan tampilan *form* dari aplikasi yang akan dibangun dengan menerapkan metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) dan Jaringan Syaraf Tiruan *Learning Vector Quantization* (LVQ).

**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 V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN**

Bab yang menjelaskan implementasi dari hasil analisis yang digunakan pada penelitian ini dan pengujian yang digunakan sehingga dapat mengambil kesimpulan pada bab selanjutnya.

## **BAB VI PENUTUP**

Berisi mengenai kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta berisi saran-saran yang diharapkan dapat bermanfaat untuk penelitian dan pengembangan selanjutnya.



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.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

Pada bab ini menjabarkan teori dan metode yang digunakan dalam penelitian, adapun teori dan metode tersebut mengenai pengolahan citra digital, tampilan citra digital, *preprocessing*, jaringan syaraf tiruan, penyakit pada retina dan penelitian terkait.

#### 2.1 Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital atau *image processing* merupakan bidang studi yang berfungsi memanipulasi citra menjadi citra dengan kualitas lebih baik agar dapat dipahami dan digunakan oleh manusia atau mesin (Munir, 2004), pengolahan citra digital berhubungan erat dengan perbaikan kualitas citra seperti restorasi citra, perubahan kontras, dan transformasi warna. Selain perbaikan kualitas citra pengolahan citra digital berkaitan juga dengan transformasi gambar (transformasi geometrik, rotasi, translasi, *scaling* atau skala), melakukan pemilihan citra ciri (*feature images*) yang optimal untuk tujuan analisis, pengambilan deskripsi atau informasi dari objek yang diteliti atau pengujian objek terdapat pada citra, melakukan kompresi atau reduksi data dengan tujuan penyimpanan data, transmisi data, dan waktu *processing* data. Masukan untuk pengolahan citra adalah citra, sedangkan output-nya adalah citra hasil pengolahan (Sutoyo et al, 2009).

Dalam skala global, fungsi pengolahan citra digital berkaitan dengan penggunaan peralatan elektronik komputer untuk mengolah citra dua dimensi. Dari perspektif yang lebih luas, pemrosesan gambar digital mengacu pada pemrosesan data dua dimensi apa pun. Citra digital dapat digambarkan sebagai larik yang berisi nilai nyata atau kompleks yang direpresentasikan oleh rangkaian bit tertentu, dan komputer dapat menggunakan sinyal elektronik digital berupa sinyal biner (dua: 0 dan 1) sebagai alat pengolah. Oleh karena itu, citra digital dituntut memiliki format

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

yang sesuai sehingga dapat mendeskripsikan objek-objek pada citra tersebut dalam bentuk kombinasi data biner (Nugroho et al, 2012).

## 2.2 Jenis Citra

Citra dapat dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan nilai pikselnya. Berikut jenis-jenis citra tersebut (Febriani, 2014).

### 1. Citra *Red, Green, Blue* (RGB)

Salah satu jenis citra digital adalah citra RGB, citra RGB merupakan kombinasi dari tiga warna yaitu warna merah (*Red*), hijau (*Green*) dan biru (*blue*) yang dari setiap pikselnya mempunyai warna khusus, disetiap komponen pada citra RGB (*Red, Green, Blue*) memiliki rentang nilai antara 0-255, sehingga total rentang nilai untuk citra RGB adalah 155 pangkat 3 atau 16.777.216 kemungkinan warna citra RGB (*Red, Green, Blue*) yang digunakan (Munir, 2004).

Citra RGB yang digunakan pada penelitian ini akan diubah menjadi citra *green channel* dimana citra RGB yang ukurannya telah melewati proses normalisasi, citra *green channel* merupakan citra keabuan (*grayscale*) dimana nilai dari keabuannya diambil dari nilai hijau (*green*) dari disetiap piksel pada citra (Febriani, 2014).



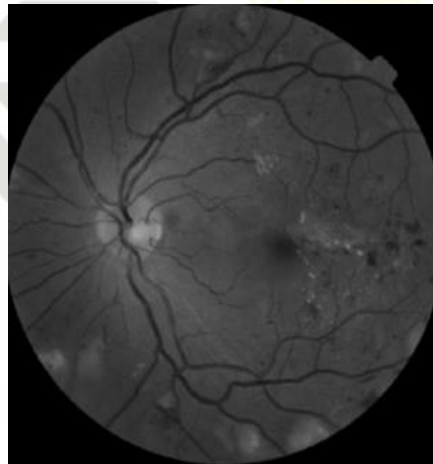
**Gambar 2.1 Citra retina RGB (Amelia, 2014)**

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

2. Citra Keabuan (*Grayscale*)

Citra *grayscale* merupakan citra digital yang nilai derajat keabuannya diambil dari hitam menuju warna putih, sedangkan citranya disebut citra hitam-putih (*greyscale image*) atau citra monokromi (*monochrome image*). Pada *grayscale* derajat keabuan merupakan warna abu dengan berbagai tingkatan dari hitam hingga mendekati putih. Jika sebuah citra memiliki tingkatan kedalaman piksel (*pixel depth*) 8 bit, maka jumlah warna pada citra adalah  $2^8$  atau 256, dimana nilai rentang keabuan berada antara nilai 0-255. Hitam direpresentasikan dengan nilai derajat dengan keabuan terendah dengan nilai 0, sedangkan warna putih direpresentasikan sebagai nilai dengan derajat keabuan tertinggi dan nilai keabuan yang terdapat diantara nilai warna hitam dan putih (Febriani, 2014). Contoh citra *grayscale* dapat dilihat pada gambar 2.2



**Gambar 2.2 Citra Keabuan (Amelia, 2014)**

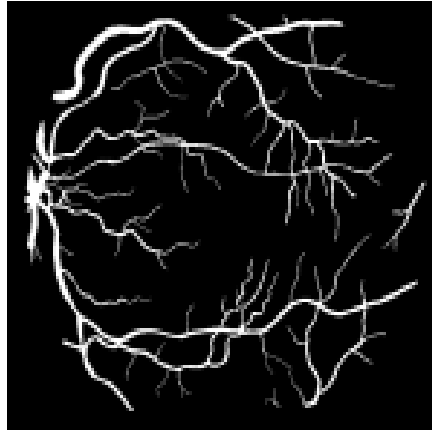
3. Citra Biner

Citra biner (*binary image*) berasal dari nilai dua level: 0 dan 1. Tiap piksel yang terdapat pada citra biner diisi hanya dengan 1 bit, yang mana bit 0 menyatakan hitam sedangkan bit 1 menyatakan warna putih. Citra biner berasal dari citra keabuan dengan proses *thresholding*, pada proses pembentukan citra biner tiap piksel pada citra keabuan yang nilainya lebih besar dari nilai ambang akan diubah menjadi putih (1) sedangkan piksel dengan nilai yang lebih kecil dari

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

nilai ambang diubah menjadi hitam (0) (Munir, 2004). Contoh citra biner diperlihatkan pada gambar 2.3



**Gambar 2.3 Citra Retina Biner**

(Sumber: *Structured Analysis of the Retina*)

## 2.3 Pengolahan Citra Tahap Awal (*Pre-processing*)

*Preprocessing* merupakan tahapan awal dalam pengolahan citra yang mengubah citra awal menjadi citra yang lebih berkualitas untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Berikut tahapan yang dilakukan dalam *pre-processing* pada penelitian ini.

### 2.3.1 Pemotongan Citra (*Cropping*)

*Cropping* merupakan salah satu teknik pengolahan citra yang digunakan dengan cara memotong bagian yang tidak diperlukan untuk mengambil bagian spesifik atau bagian yang diinginkan dari sebuah citra. Hasil dari *cropping* merupakan citra baru hasil dari citra asli dengan ukuran yang lebih kecil. Sehingga jika citra hasil *cropping* tersebut dipakai dalam suatu operasi, maka akan menghasilkan waktu proses yang lebih singkat, hal ini dikarenakan bagian citra yang diproses hanya bagian dari citra yang diinginkan saja (Febriani, 2014).

### 2.3.2 Mengubah Ukuran Citra (*Scaling*)

Pada pengolahan citra digital, Teknik *scaling* hamper selalu digunakan. *Scaling* memiliki fungsi untuk mengubah dari sebuah citra, untuk memperkecil atau

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

memperbesar resolusi dari citra (Pratt, 2001). *Scaling* juga sering memanfaatkan sebagai standarisasi dari dataset citra yang akan digunakan sehingga dataset citra memiliki ukuran yang sama.

**2.3.3 Pembentukan Citra *Green Channel***

Citra *green channel* merupakan citra keabuan (*grayscale*) dimana nilai keabuannya diambil dari nilai hijau (*green*) dari setiap piksel pada sebuah citra. Untuk mengubah citra RGB menjadi citra *green channel* digunakan teknik *grayscale*. Pembentukan citra *green channel* model citra RGB yang mempunyai tiga buah layer matriks (*red*, *green*, dan *blue*) disederhanakan sehingga menjadi satu layer matriks keabuan dengan cara mengoperasikan setiap nilai matriks RGB dengan konstanta yang bernilai 1 (Pratt, 2001), operasi pada citra *green channel* diperlihatkan pada persamaan 2.1

$$I(x,y) = \alpha.R + \beta.G + \gamma.B \dots\dots\dots(2.1)$$

- Keterangan:
- $I(x,y)$  = citra hasil *grayscale*
  - $\alpha \beta \gamma$  = konstanta hasil penjumlahan 1
  - $R$  = nilai piksel *red*
  - $G$  = nilai piksel *green*
  - $B$  = nilai piksel *blue*

*Green channel* adalah salah satu operasi *grayscale* yang dalam prosesnya hanya mengganti nilai citra pada setiap pikselnya dengan nilai *green* saja, seperti yang diperlihatkan pada persamaan 2.2.

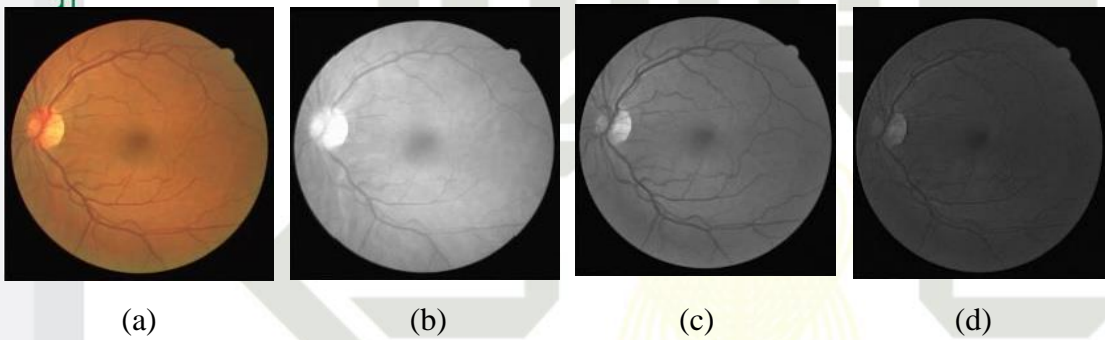
$$I(x,y) = 0.R + 1.G + 0.B = G \dots\dots\dots(2.2)$$

- Keterangan:
- $I(x,y)$  = citra hasil *grayscale*
  - $R$  = nilai piksel *red*
  - $G$  = nilai piksel *green*
  - $B$  = nilai piksel *blue*

**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.

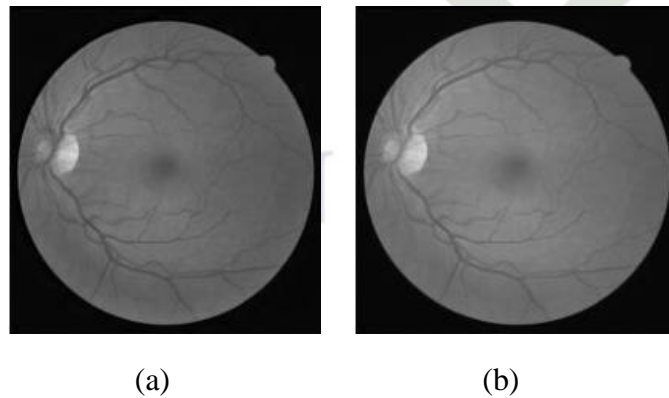
Menurut (Zuhroh dan Siradjuddin, 2015) penggunaan *green channel* pada retina dikarenakan citra *green channel* mempunyai kontras yang jauh lebih baik sehingga citra yang diubah menjadi *green channel* dapat membedakan ciri dari penyakit *diabetic retinopathy*, dimana ciri *diabetic retinopathy* yaitu pembuluh darah, eksudat dan *microneurism* dengan permukaan retina yang tampak lebih baik. Teknik *green channel* mempunyai tingkat kontras yang baik pada retina dibandingkan *red* dan *blue channel*. Penggunaan *red channel* akan membuat citra menjadi terlalu cerah. Sedangkan *blue channel* akan menghasilkan *noise* dan citra retina menjadi terlalu gelap.



**Gambar 2.4 (a) Citra RGB; (b) Citra Red Channel; (c) Citra Green Channel; (d) Citra Blue Channel**

(Sumber: *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komputasi 2014*)

Perbandingan citra *grayscale* yang berasal dari nilai *green* dengan citra *grayscale* yang diambil dari citra warna RGB diperlihatkan pada gambar 2.5 berikut:



**Gambar 2.5 (a) Citra Green Channel; (b) Citra Grayscale**

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

Sekilas seperti tidak ada perbedaan antara citra retina *green channel* dengan *grayscale*, tetapi jika diperhatikan dengan baik pada citra *green channel* akan terlihat pembuluh darah (*vessel*) tipis dibandingkan citra *grayscale*.

**2.3.4 Perbaikan Citra (*Contras Streching*)**

Kualitas citra harus ditingkatkan dengan memanipulasi parameter gambar agar dapat mengambil dan menampilkan informasi dengan lebih baik. Menurut (Fatmawati, 2010) perbaikan citra dengan menggunakan metode *contrast stretching* dapat menyelesaikan permasalahan kelebihan cahaya atau kekurangan cahaya pada citra dengan cara memperluas sebaran nilai dari keabuan piksel. Perbaikan citra dengan *contras streching* sifat *point processing*, dimana pemrosesan hanya berdasarkan nilai intensitas keabuan dari setiap piksel, dan tidak tergantung dari piksel lain yang terdapat disekitarnya.

Persamaan 2.3 dilakukan untuk proses *contras stretching*.

$$B(x,y) = \frac{A(x,y)-c}{d-c} L - 1 \dots\dots\dots(2.3)$$

- Keterangan:
- B(x,y) = Nilai piksel hasil perbaikan citra
  - A(x,y) = Piksel citra awal
  - c = nilai minimum piksel citra masukan
  - d = nilai maksimum piksel citra masukan
  - L = nilai *grayscale* maksimum

**2.4 Segmentasi**

Segmentasi pada penelitian ini menggunakan metode *thresholding* sebagai pembentukan citra biner dan dilanjutkan dengan perhitungan nilai *Local Binary Pattern* (LBP) pada citra retina. Menurut (Liao, 2001) *thresholding* berfungsi untuk mengidentifikasi dan segmentasi yang memisahkan objek yang diperlukan dari background citra awal berdasarkan tekstur citra. Proses *thresholding* memanfaatkan nilai batas/ambang (*threshold*) untuk mengubah nilai piksel pada citra keabuan menjadi hitam atau putih berdasarkan nilai ambang. Jika nilai piksel pada citra keabuan lebih besar dari *threshold*, maka nilai piksel akan diubah

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi 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. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dengan nilai 1 (putih), sedangkan jika nilai keabuan lebih kecil dari *threshold* maka nilai piksel akan diubah menjadi nilai 0 (hitam). Penelitian ini menggunakan *thresholding otsu* sebagai penentu nilai ambang untuk proses binerisasi. *Thresholding otsu* diharapkan dapat memberikan tampilan citra retina biner yang lebih konsisten untuk setiap citra retina yang diproses, metode *otsu* dilakukan dengan persamaan sebagai berikut (Syafi’I et al, 2015).

$$P_i = n_i / N \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:  $P_i$  = Probabilitas setiap pixel pada level ke  
 $n_i$  = jumlah piksel pada level ke I  
 $N$  = total jumlah piksel pada citra

Sedangkan nilai *Zeroth cumulative moment* dirumuskan pada persamaan 2.5

$$\omega(k) = \sum_{i=1}^k P_i \dots \dots \dots (2.5)$$

*First cumulative moment*, total nilai *mean* secara berurut dapat direpresentasikan melalui persamaan berikut.

$$\mu(k) = \sum_{i=1}^k i \cdot P_i \dots \dots \dots (2.6)$$

$$\mu_T(k) = \sum_{i=1}^L i \cdot P_i \dots \dots \dots (2.7)$$

Nilai ambang  $k$  / *threshold* dapat ditentukan dengan memaksimumkan persamaan:

$$\sigma_B^2(k^*) = \max \sigma_B^2(k) \dots \dots \dots (2.8)$$

Dengan persamaan 2.9 sebagai berikut:

$$\sigma_B^2(k) = \frac{[\mu_T \omega(k) - \mu(k)]^2}{\omega(k)[1 - \omega(k)]} \dots \dots \dots (2.9)$$

Keterangan:  $P_i$  = Probabilitas setiap pixel pada level ke  
 $n_i$  = jumlah piksel pada level ke I  
 $N$  = total jumlah piksel pada citra



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

- k = nilai ambang suatu citra
- w = momen kumulatif
- μ = nilai rata-rata
- μ<sub>T</sub> = nilai rata-rata total
- δ = varians kelas

Segmentasi dilanjutkan untuk mencari nilai ciri citra menggunakan LBP, Cara kerja LBP ialah dengan membandingkan nilai biner piksel pada citra yang dijadikan pusat dengan 8 nilai piksel disekelilingnya (*circular neighborhoods*) dengan pusat piksel yang berada di pusatnya, untuk mencari nilai LBP dapat melakukan persamaan 2.10 berikut:

$$LBP_{P,R}(x_c, y_c) = \sum_{p=0}^{p-1} s(g_p - g_c) 2^p \dots\dots\dots(2.10)$$

- Keterangan:
- $x_c, y_c$  = koordinat pusat piksel ketetanggaan
  - $p$  = circular sampling points
  - $P$  = banyaknya sampling point
  - $g_p$  = nilai keabuan dari  $p$
  - $g_c$  = nilai *pixel* pusat
  - $s$  = nilai biner

Nilai LBP dihasilkan dengan melakukan operasi piksel setelah tahap pemotongan dengan bobot biner berdasarkan posisi piksel tetangga (Herdiyeni et al., 2013). dilanjutkan untuk mencari nilai *mean* yang merupakan nilai akhir dari operasi LBP dengan persamaan.

$$\pi LBP = \frac{jmlh\ matr\ x\ LBP}{300*300} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M P_{ij} = x \dots\dots\dots(2.11)$$

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.

## Ekstraksi ciri *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM)

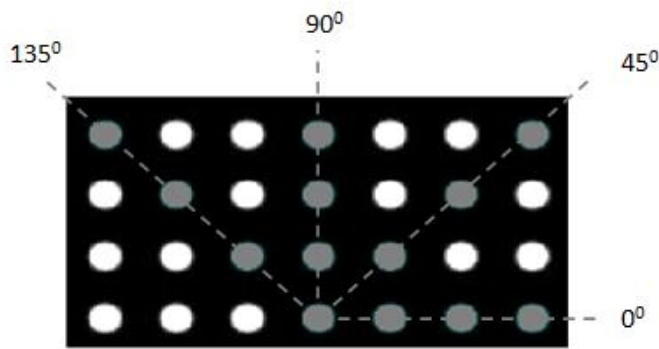
Ekstraksi fitur adalah proses mendapatkan fitur yang terdapat dalam suatu citra. Ekstraksi ciri dibagi menjadi tiga tingkatan, yaitu level rendah, level menengah dan level tinggi. Fitur tingkat rendah adalah ekstraksi fitur berdasarkan konten visual (seperti warna dan tekstur). Fitur menengah adalah ekstraksi setiap objek dalam citra dan menemukan hubungannya, sedangkan fitur tingkat tinggi didasarkan pada informasi semantik yang terdapat pada citra untuk mengekstrak fitur.

*Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) adalah fitur statistik orde dua yang diekstraksi menggunakan matriks korelasi. matriks korelasi merupakan matriks yang menggambarkan hubungan tetangga antara piksel dalam suatu gambar dalam berbagai arah dan jarak lokal. Pengukuran tekstur orde pertama hanya menggunakan kalkulasi statistik berdasarkan nilai piksel gambar asli (seperti variansi), dan tidak memperhatikan kedekatan piksel. Pada urutan kedua, hubungan antara dua pasangan piksel gambar asli dipertimbangkan (Hall-Beyer, 2017).

Arah sudut GLCM dinyatakan dalam derajat, dan standarnya adalah  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  dan  $135^\circ$ . Nilai hubungan skala abu-abu akan diubah menjadi matriks *co-occurrence* bersama dengan ukuran *window*  $3 \times 3$ ,  $5 \times 5$ ,  $7 \times 7$ ,  $9 \times 9$ , dll. Berdasarkan setiap *window* yang terbentuk, ditentukan hubungan spasial antar BV, yang merupakan fungsi sudut dan jarak. Berikut adalah gambar 2.6 yang menunjukkan empat arah GLCM (Abdul Kadir, 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.



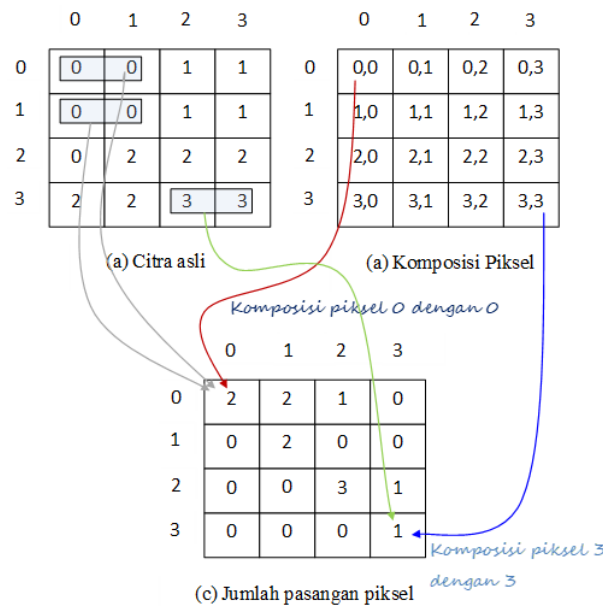
**Gambar 2.6 Contoh Arah untuk GLCM dengan sudut 0°, 45°, 90°, dan 135° (Sumber: Abdul Kadir, 2012).**

Kookurensi pada metode *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) berarti jumlah kejadian yang bersamaan, yaitu jumlah kejadian dari satu level nilai piksel bersebelahan dengan satu level nilai piksel lain dalam jarak ( $d$ ) dan orientasi sudut ( $\theta$ ) (*tetha*) tertentu. Jarak dinyatakan dalam piksel sementara itu orientasi direpresentasikan dalam derajat. Orientasi dalam GLCM dibentuk berdasarkan empat arah sudut yaitu 0°, 45°, 90°, dan 135°. Adapun jarak antar piksel biasanya ditetapkan seukuran 1 piksel.

Piksel bersebelahan merepresentasikan hubungan antara dua piksel yang bersebelahan secara horizontal dengan piksel dengan arah sudut 0°. Sehingga jumlah kumpulan piksel yang memenuhi ketertangan tersebut dapat dihitung. Seperti yang terlihat pada gambar 2.7.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi 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. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Gambar 2.7 Penentuan Awal Matriks GLCM Berbasis Pasangan Dua Pikel (Sumber: Abdul Kadir, 2012).**

Tahapan perhitungan ciri tekstur pada metode GLCM ini terdiri dari 28 fitur yang berfungsi sebagai ciri tekstur dari citra, 28 fitur tersebut adalah *Angular Second Moment (ASM)*, *Contrast (CONT)*, *Inverense Different Moment (IDM)*, *Sum of Squares (Variance)*, *Sum Average*, *Sum Variance*, *Entropy (ENT)*, *Sum Entropy*, *Difference Variance*, *Difference Entropy*, *Information Measure of Correlation*, *Correlation (COR)*, dan *Maximal Correlation Coefficient* (Haralick dan Shanmugam, 1973).

Ciri tekstur GLCM yang akan dimanfaatkan dalam penelitian ini menggunakan 4 ciri statistik orde dua, yaitu *Contrast (CONT)*, *Correlation (COR)*, *Energy (ENR)* dan *Homogeneity (HOM)* (Natasa et al, 2016).”

a. *Contrast (CONT)*

*Contrast* berfungsi Untuk menampilkan distribusi elemen matriks (momen inersia) pada citra. Jika elemen gambar lebih jauh dari diagonal utama, nilai hasilnya adalah kontras tinggi. Secara visual, nilai kontras merupakan ukuran perubahan antara tingkat keabuan pada suatu area gambar. Ini adalah operasi untuk menghitung kontras:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

$$CONT = \sum_{n=1}^L n^2 \{ \sum_{|i-j|=n} GLCM(i, j) \} \dots\dots\dots(2.12)$$

b. *Correlation (COR)*

*Correlation* merupakan nilai ukuran ketergantungan linear antar nilai atas keabuan dalam citra. Berikut persamaan untuk menghitung *Correlation*:

$$COR = \frac{\sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L (ij) (GLCM(i, j) - \mu_i \mu_j)}{\sigma_i \sigma_j} \dots\dots\dots(2.13)$$

c. *Energy (EN)*

*Energy* pada citra juga dikenalis sebagai *angular second moment (ASM)*. Untuk nilai energi tersebut ditunjukkan pada  $C^2$  pada baris dan kolomnya (i,j). Berikut persamaan untuk mendapatkan nilai *Energy*:

$$EN = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L (GLCM(i, j))^2 \dots\dots\dots(2.14)$$

d. *Homogeneity (HOM)*

*Homogeneity (HOM)* didapatkan dari derajat keabuan yang sejenis dari suatu matrik citra. Berikut persamaan untuk menghitung *HOM*:

$$HOM = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L \frac{(GLCM(i, j))^2}{1+(i-j)^2} \dots\dots\dots (2.15)$$

Dengan

$\mu_i$  adalah nilai rata-rata elemen kolom pada matriks citra

$$\mu_i = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L i * GLCM(i, j) \dots\dots\dots (2.16)$$

$\mu_j$  adalah nilai rata-rata elemen kolom pada matriks citra

$$\mu_j = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L j * GLCM(i, j) \dots\dots\dots (2.17)$$

$\sigma_i^2$  adalah nilai standar deviasi elemen kolom pada matriks citra

$$\sigma_i^2 = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L GLCM(i, j)(i - \mu_i)^2 \dots\dots\dots (2.18)$$

$\sigma_j^2$  adalah nilai standar deviasi elemen baris pada matriks citra

$$\sigma_j^2 = \sum_{i=1}^L \sum_{j=1}^L GLCM(i, j)(i - \mu_j)^2 \dots\dots\dots (2.19)$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

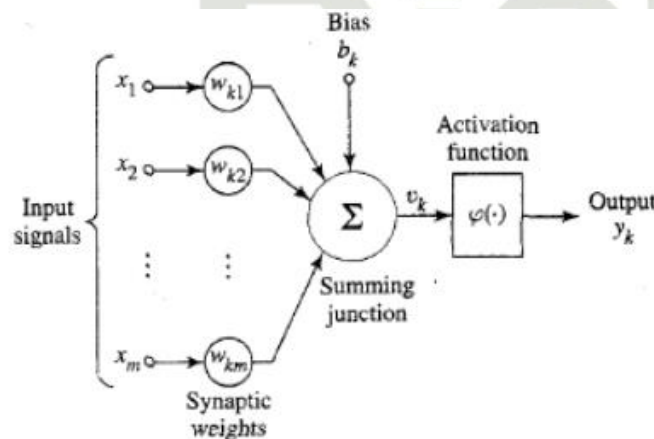
1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

Nilai keempat parameter dari metode GLCM inilah yang nanti dipergunakan sebagai data bobot awal atau data input untuk proses klasifikasi menggunakan metode *Learning Vector Quantization* (LVQ).

## 2.6 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan menurut (Suhendra dan Wardoyo, 2015) merupakan sistem komputasi yang memiliki arsitektur dan cara kerjanya diambil dari pengetahuan tentang sel syaraf biologis otak manusia. Jaringan syaraf tiruan atau JST memiliki kemampuan yang dapat digunakan untuk mempelajari suatu contoh sehingga mendapatkan aturan atau operasi dari beberapa masukan (*input*) yang diberikan. Dalam penerapan pada teknologi informasi JST dapat digunakan untuk membangun *machine learning* yang dapat mempelajari kumpulan data atau historis yang telah lalu sehingga dapat menghasilkan suatu prediksi dimasa yang akan datang, identifikasi, maupun klasifikasi. Pada tahun 1943 untuk pertama kalinya istilah jaringan syaraf tiruan diperkenalkan dalam sebuah paper oleh Waffen McCulloch dan Walter Pitts yang berjudul “*A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity*” (Suhari, 2010).

Pada gambar 2.8 menggambarkan model sel syaraf (neuron) dari JST:



Gambar 2.8 Sel Syaraf (Neuron) (Fikriya et al, 2017)

Sebuah sel syaraf terdiri dari tiga bagian (Fikriya et al, 2017) dimulai dari fungsi penjumlah (*summing function*), fungsi aktivasi (*activation function*), dan keluaran (*output*). Layaknya otak manusia, fungsi dalam JST ditentukan oleh

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Diarangi 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. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

hubungan disetiap neuron atau yang disebut dengan bobot (*weight*). Untuk mendapatkan fungsi tertentu, pelatihan (*training*) dilakukan dengan mengubah nilai bobot dari masing-masing neuron.

Menurut (Lesnussa et al, 2017) JST ditentukan oleh 3 hal yang terdiri dari:

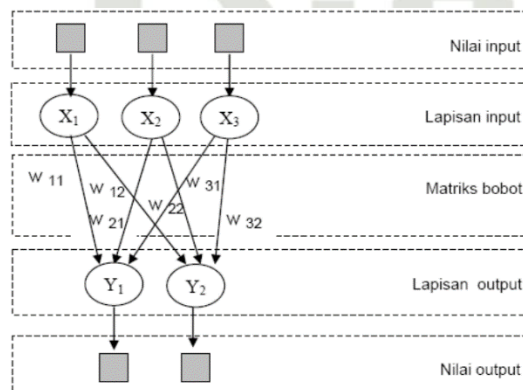
1. Arsitektur Jaringan, yaitu pola yang membentuk disetiap neuron dalam jaringan.
2. Metode atau algoritma yang digunakan sebagai pelatihan data, algoritma atau metode digunakan untuk menentukan bobot penghubung disetiap neuron.
3. Fungsi aktivasi yang berfungsi sebagai dasar untuk merubah bobot.

**2.1 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan**

JST mempunyai beberapa arsitektur jaringan yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang keilmuan. Beberapa arsitektur JST tersebut, antara lain (Lesnussa et al, 2017):

1. Jaringan Lapisan Tunggal (*Single Layer Network*)

Jaringan dengan lapisan tunggal merupakan jaringan yang memiliki 1 lapisan input dan 1 lapisan output. Neuron pada lapisan input langsung terhubung dengan neuron pada lapisan output, sehingga jaringan yang menerima input akan langsung mengolah inputan menjadi keluaran tanpa ada perantara lapisan tersembunyi.



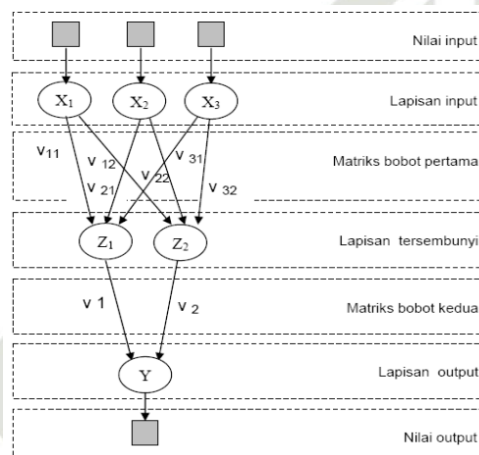
**Gambar 2.9 Jaringan Lapisan Tunggal (Dessy dan Irawan, 2012)**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

3. Jaringan Banyak Lapisan (*Multilayer Net*)

Jaringan banyak lapisan atau jamak memiliki kemampuan untuk menyelesaikan masalah yang lebih rumit dibandingkan jaringan dengan lapisan tunggal, namun membutuhkan waktu latih yang cenderung membutuhkan waktu yang lebih lama, karena jaringan banyak lapis ini memiliki struktur yang lebih kompleks yaitu terdapat jaringan tersembunyi yang terletak diantara jaringan lapisan input dan lapisan outputnya.

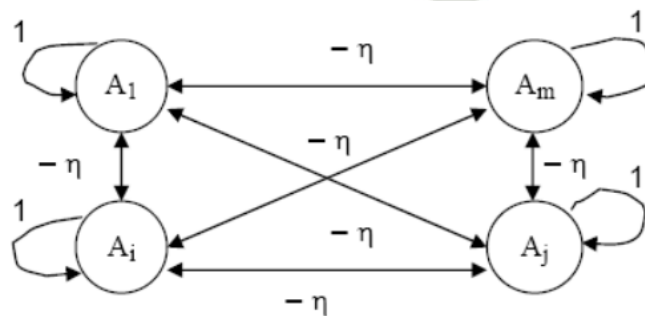


Gambar 2.10 Jaringan Lapisan Banyak (Dessy dan Irawan, 2012)

(Sumber: *Retina Layers as depicted in Gray's anatomy book*)

3. Jaringan Lapisan Kompetitif (*Competitive Layer*)

Pada jaringan lapisan kompetitif neuron-neuron saling bersaing agar dapat aktif. Secara umum hubungan neuron-neuron tersebut digambarkan pada diagram arsitektur berikut:



Gambar 2.11 Jaringan Lapisan Kompetitif (Dessy dan Irawan, 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.

## 2.6.2 Paradigma Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan

Pembelajaran dalam JST diperlukan untuk menghasilkan aturan-aturan atau operasi. Paradigma pembelajaran JST menurut (Dessy dan Irawan, 2012) adalah sebagai berikut:

### a. Pembelajaran terawasi (*supervised learning*)

Pada pembelajaran ini, terdapat sejumlah data yang terdiri dari data masukan dan data keluaran yang telah diatur (diset) terlebih dahulu. Data-data tersebut akan dipakai untuk melatih jaringan hingga diperoleh bobot yang diinginkan. Data masukan dan keluaran yang telah diatur sebelumnya berfungsi untuk melatih jaringan sehingga memperoleh bentuk yang terbaik. Contoh metode yang menggunakan *supervised learning* seperti metode *Backpropagation*, *Learning Vector Quantization*, *Generalized Learning Vector Quantization* dan lainnya.

### b. Pembelajaran tak terawasi (*unsupervised learning*)

Pada pembelajaran ini, tidak terdapat pasangan data masukan dan keluaran yang telah diatur (diset) terlebih dahulu, melainkan hanya data masukan saja. Dalam training data perubahan bobot jaringan dilakukan melalui parameter tertentu dan perubahan jaringan dilakukan menurut ukuran parameter tersebut. JST yang menggunakan *unsupervised learning* mengorganisir dirinya sendiri agar dapat membentuk vektor-vektor masukan yang serupa, tanpa memanfaatkan contoh-contoh pelatiha. Contoh metode yang menggunakan *unsupervised learning* seperti metode Kohonen dan lainnya.

### c. Gabungan pembelajaran terawasi dan tak terawasi (*hybrid*)

Merupakan kombinasi dari *supervised learning* dan *unsupervised learning*. Pembelajaran *hybrid* melakukan perubahan bobot-bobo sebagian menggunakan *supervised learning* dan sebagian lainnya melalui *unsupervised learning*. Contoh metode yang menggunakan *hybrid* adalah metode *Radial Basis Function*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

### 2.6.3 Fungsi Aktivasi

Jaringan saraf tiruan (JST) memiliki fungsi aktivasi untuk menentukan keluaran neuron. Fungsi aktivasi merupakan fungsi yang menggambarkan hubungan antara tingkat aktivasi internal, dan tingkat aktivasi internal dapat berupa linier atau non-linier. Parameter dari fungsi aktivasi adalah masukan bersih, dimana kombinasi linieritas dan bobotnya adalah masukan. Maka jika  $net = \sum x_i w_i$ , maka fungsi aktifasinya adalah  $f(net) = f(\sum x_i w_i)$  (Siang, 2004).

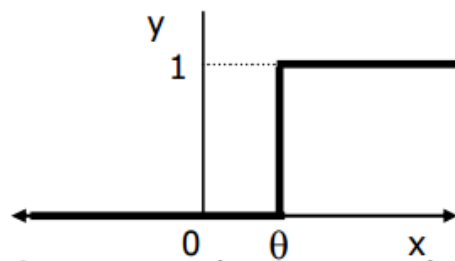
Fungsi aktivasi yang sering digunakan dalam Jaringan Syaraf Tiruan (JST) adalah sebagai berikut (Siang, 2004) :

#### 1 Fungsi *threshold* (ambang batas)

Fungsi biner dengan menggunakan nilai ambang sering juga disebut dengan nama fungsi nilai ambang (*threshold*) atau fungsi Heaviside. Fungsi *threshold* biner memiliki persamaan sebagai berikut:

$$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{jika } x \geq a \\ 0 & \text{jika } x < a \end{cases} \dots\dots\dots(2.20)$$

Berikut adalah gambar yang menyatakan bentuk dari *threshold* biner



Gambar 2.12 Fungsi Threshold

(Sumber: <http://share.its.ac.id/mod/resource/view.php?id=6577>)

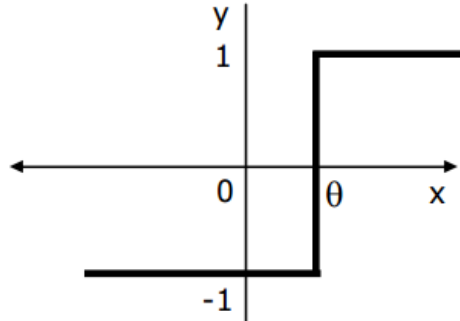
Jika fungsi *threshold* menggunakan bipolar, maka fungsi *threshold* yang digunakan adalah:

$$f(x) = \begin{cases} 1 & \text{jika } x \geq a \\ -1 & \text{jika } x < a \end{cases} \dots\dots\dots(2.21)$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

Berikut adalah gambar yang menyatakan bentuk dari *threshold* bipolar



**Gambar 2.13 Lapisan Threshold Bipolar**

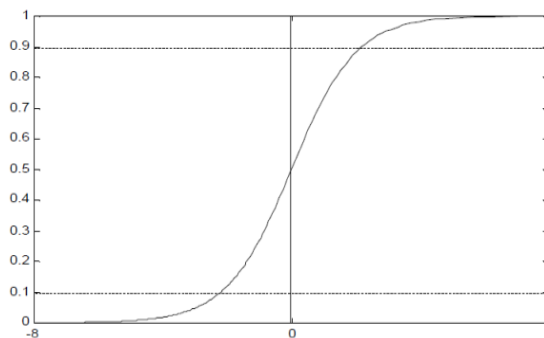
(Sumber: <http://share.its.ac.id/mod/resource/view.php?id=6577>)

Fungsi sigmoid biner dan bipolar

Nilai fungsi sigmoid biner berada pada kisaran 0 hingga 1. Oleh karena itu, fungsi ini biasanya digunakan pada jaringan syaraf tiruan yang membutuhkan nilai keluaran dalam rentang 0 hingga 1. Namun, fungsi ini juga dapat digunakan oleh jaringan neural dengan nilai keluaran 0 atau 1.

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \dots\dots\dots(2.22)$$

Fungsi sigmoid biasanya dimanfaatkan karena nilai fungsinya yang terdapat diantara nilai 0 dan 1 dan dapat diturunkan menjadi  $f'(x) = f(x)(1 - f(x))$ . Berikut ini gambaran yang menjelaskan bentuk dari sigmoid biner.



**Gambar 2.14 Fungsi Sigmoid**

(Sumber: <http://share.its.ac.id/mod/resource/view.php?id=6577>)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

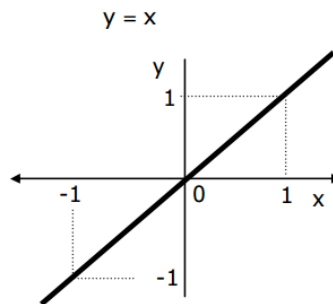
Fungsi aktivasi sigmoid bipolar hampir sama dengan fungsi sigmoid biner, hanya saja *output* dari fungsi ini memiliki rentang jarak antara 1 sampai -1.

3 Fungsi linear (identitas)

Fungsi linear atau identitas memiliki nilai yang sama dengan nilai keluarannya. Fungsi identitas memiliki persamaan sebagai berikut:

$$f(x) = x, x \text{ untuk semua.}$$

Berikut adalah gambar yang menyatakan bentuk dari *threshold* bipolar



Gambar 2.15 Fungsi Linear

(Sumber: <http://share.its.ac.id/mod/resource/view.php?id=6577>)

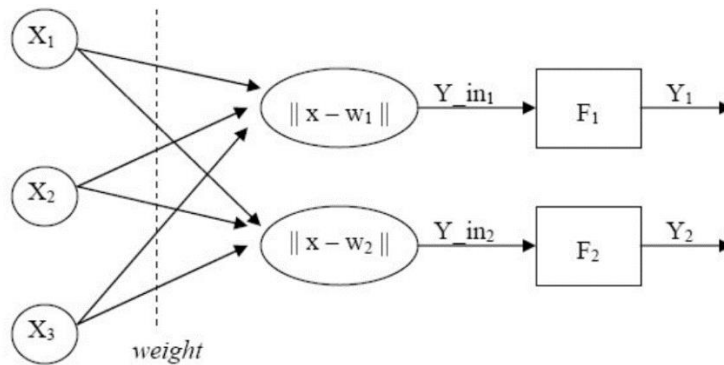
## 2.7 Learning Vector Quantization (LVQ)

*Learning Vector Quantization* atau LVQ yang merupakan metode yang dikembangkan oleh Teuvo Kohonen pada tahun 1986, metode ini melakukan pembelajaran data di mana setiap unit keluaran atau target menggambarkan suatu kelas atau kategori. Pelatihan algoritma LVQ dilakukan dengan mencari vector perwakilan terdekat dengan vector inputan dalam satu kategori jika vektor input mendekati sama, maka lapisan kompetitif akan meletakkan ke vektor tersebut pada kelas yang sama, Bisa dikatakan algoritma LVQ adalah algoritma *training* yang membagi pola ke dalam kelas/kategori berdasarkan cara kerja kompetitif (Kusumadewi, 2003). LVQ disebut *supervised learning* karena keluaran atau target sudah ditentukan terlebih dahulu oleh pengguna di mana lapisan kompetitif akan secara langsung belajar untuk melakukan klasifikasi pada setiap vektor masukkan dengan melakukan perubahan bobot. Proses pelatihan LVQ dilakukan dengan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi 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. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

memberi batas waktu (*epoch*) jika dalam perubahan bobot nilai vektor inputan belum mendapatkan nilai yang sama atau mendekati target maka fungsi *epoch* adalah untuk menghentikan pelatihan tersebut. LVQ mempunyai arsitektur yang digambarkan pada gambar berikut:



**Gambar 2.16** Arsitektur *Learning Vector Quantization* (LVQ)

Berdasarkan gambar 2.16. Variabel  $X_1$ ,  $X_2$ , dan  $X_3$  merupakan inputan sebagai diinisialisasi nilai bobot, jika sebelumnya menggunakan metode ekstraksi ciri untuk mengambil nilai ciri suatu citra maka hasil dari ekstraksi tersebut adalah inputan untuk klasifikasi. Sedangkan simbol  $X-W_1$  dan  $X-W_2$  merupakan suatu teknik untuk menghitung jarak antara data latih dan data uji yang sebelumnya sudah inputkan. Simbol  $Y_{in1}$  dan  $Y_{in2}$  menggambarkan perhitungan *epoch* yang telah dimasukkan diawal teknik untuk mendapatkan bobot baru. Dan  $F_1$ ,  $F_2$  pada arsitektur LVQ merepresentasikan nilai dari keluaran (*output*) hasil dari perubahan bobot sebelumnya.

Adapun algoritma pelatihan *Learning Vektor Quantization* (LVQ) adalah (Agustina, Suwarno, & Proboyekti, 2011) :

Langkah 0: Tetapkan nilai vektor bobot awal yang terdiri dari variable inputan  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  dan target, tetapkan juga laju pembelajaran  $\alpha$  (*learning rate*), MaxEpoch (*maksimum epoch*), Dec dan Min  $\alpha$  (Pengurangan *learning rate* dan Minimal *learning rate* )

Langkah 1: Masukkan data input ( $X_{ij}$ ) dan target (T)

Langkah 2: Kerjakan jika  $\alpha \geq \text{Min } \alpha$  :

- a. Hitung jarak Euclidean antara vektor masukan dan vector bobot

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

$$X = \sum \sqrt{(X_{i(1)} - W_{j(1)})^2} \dots\dots\dots (2.23)$$

- b. Tentukan J sedemikian hingga  $\text{Min } \| X_i - W_j \|$  minimum.
- c. Lakukan operasi perbaikan  $W_j$  dengan persamaan
  - Jika  $T = C_j$  maka  $W_j$  (baru) =  $W_j$  (lama) +  $\alpha (X_i - W_j)$ .....(2.24)
  - Jika  $T \neq C_j$  maka  $W_j$  (baru) =  $W_j$  (lama) -  $\alpha (X_i - W_j)$  .....(2.25)
- d. Kurangi nilai  $\alpha$ .

Keterangan:  $W_j$  (baru) = Bobot baru.  
 $W_j$  (lama) = Bobot lama.  
 $\alpha$  = *Learning rate*.  
 $x$  = Nilai masukan.

Setelah dilakukan pelatihan LVQ menggunakan algoritma diatas, maka akan didapatkan bobot akhir (W). Bobot akhir ini dipergunakan untuk bobot yang akan dimasukkan ke pengujian.

## 2.8 Pengujian Akurasi

Hasil klasifikasi diukur dengan menggunakan nilai akurasi. Tujuannya adalah untuk mengetahui seberapa baik sistem pengenalan penyakit retina yang dihasilkan dengan menghitung tingkat keberhasilan akurasi dari pelatihan *Learning Vector Quantization* (LVQ) yang inputannya berasal dari ekstraksi ciri *Local Binary Pattern* (LBP) dan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) Dengan menggunakan matriks konfusi (*Confusion Matrix*) untuk menghitung akurasi, seberapa besar kinerja dapat dievaluasi. *Confusion matrix* adalah metode untuk mendapatkan hasil jumlah benar pada data uji dalam klasifikasi dan jumlah data uji dalam klasifikasi yang salah. Pengukuran nilai akurasi statistik perlu memahami nilai parameter true positive (TP), true negative (TN), false positive (FP) dan false negative (FN). Kemudian nilai akurasinya dapat dihitung menggunakan rumus berikut (Saputra et al, 2014);

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN} \dots\dots\dots (2.26)$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

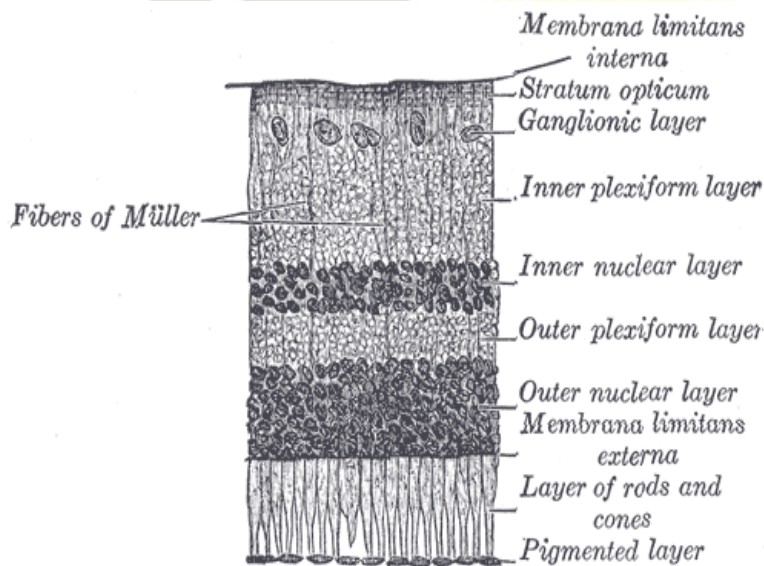
1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

Keterangan:

- TP* = Jumlah citra retina yang benar pada klasifikasi 1
- TN* = Jumlah citra retina yang benar pada klasifikasi 2
- FP* = Jumlah citra retina yang salah pada klasifikasi 1
- FN* = Jumlah citra retina yang salah pada klasifikasi 2

## 2. Retina

Retina atau retikulum adalah jaringan mata yang paling kompleks, dan berperan penting dalam menangkap cahaya. Retina memiliki bagian penting berupa sel yang tersusun atas sel berbentuk batang dan sel kerucut yang berfungsi mengubah rangsangan cahaya menjadi infus saraf dan mengirimkannya ke otak melalui saraf optik. Sel batang saraf berperan dalam penglihatan dalam kondisi redup (seperti pada malam hari). Pada saat yang sama, sel kerucut dapat mempertahankan penglihatan di siang hari (seperti siang hari) kondisi cerah (Bowling, 2016)



**Gambar 2.17 Lapisan Retina Manusia (Hikmah, 2008)**

Adapun lapisan retina manusia menurut (Hikmah, 2008) terdiri atas sepuluh lapisan (dari lapisan terluar – ke dalam) 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.

- a. *Retinal Pigment Epithelium*
- b. Lapisan fotosereptor (Sel Batang/Kerucut)
- c. Membran pembatas eksternal, lapisan yang membatasi bagian dalam fotosereptor dari inti selnya.
- d. Lapisan luar inti.
- e. Lapisan luar *plexiform* pada bagian macular, atau yang dikenal dengan lapisan serabut Henle.
- f. Lapisan dalam inti.
- g. Lapisan dalam *plexiform*.
- h. Lapisan sel ganglion, Lapisan yang terdiri dari inti sel ganglion dan merupakan asal dari serabut syaraf optic.
- i. Lapisan serat saraf.
- j. Membran pembatas dalam, tempat sel sel Muller berpijak.

Pada retina terdapat pembuluh-pembuluh darah yang menjadi dasar dari pengenalan pola retina. Setiap individu memiliki pola pembuluh darah retina yang unik sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu teknik biometrik ataupun pengenalan pola, hal ini diungkapkan oleh dua dokter mata, Drs. Carleton Sinton dan Isodore Goldstein pada tahun 1935 yang menjelaskan bahwa retina mempunyai pola pembuluh darah yang benar-benar unik dan berbeda untuk setiap orang. Pada tahun 1950, pernyataan mereka didukung oleh Dr Paul Tower yang menyatakan pola unik pembuluh darah retina itupun tidak akan sama bahkan untuk saudara kembar identik sekalipun. (Wijaya dan Suryono, 2016).

## 2.10 Penyakit *Diabetic Retinopathy*

*Diabetic retinopathy* merupakan suatu komplikasi yang diakibatkan oleh penyakit *diabetes mellitus* (kencing manis) dimana komplikasi mengakibatkan pembuluh darah di retina mata mengalami kerusakan, hal ini berdampak pada gambar yang dikirim ke otak menjadi tidak normal (Rizky et al, 2013). Perbedaan





(a)



(b)

**Gambar 2.18 (a) Penglihatan Normal; (b) Diabetic Retinopathy (NEI, 2016)**

*Diabetic retinopathy* terbentuk diawali dengan ditemukannya *mikroaneurism* pada retina. *Mikroaneurism* merupakan area berbentuk kantung-kantung kecil yang menonjol di pembuluh darah pada retina. Mikroaneurisma sangat sulit diperhatikan dengan mata telanjang karena memiliki ukurannya yang kecil, karakteristik lain dari *diabetic retinopathy* adalah vena pada retina mata adanya dilatasi berliku-liku dan adanya infiltrasi lipid (eksudat) terhadap retina yang nampak seperti adanya bercak kekuningan (Singh et al, 2008).

Pertumbuhan mikroaneurisma yang terus menerus mengarah pada proses penyuplaian nutrisi ke retina melalui oklusi vaskuler, oklusi vaskuler dapat pecah sehingga timbul bercak atau bercak (perdarahan) pada retina. Penyumbatan ini diiringi dengan pecahnya pembuluh darah yang membuat area tertentu retina kekurangan nutrisi, dan area yang kekurangan nutrisi akan mengirimkan sinyal untuk menginformasikan tubuh agar membuat sebuah pembuluh darah baru supaya nutrisi pada mata dapat lagi didistribusikan. Proses ini disebut neovaskularisasi. Namun, pembuluh darah baru yang terbentuk berukuran sangat kecil, sehingga mudah pecah dan dapat menyebabkan perdarahan. Pendarahan dari pelebaran permukaan retina menyebabkan pembesaran area yang menghalangi penglihatan, yang dapat menyebabkan kebutaan seiring waktu. (Susetianingtias et al, 2017).

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

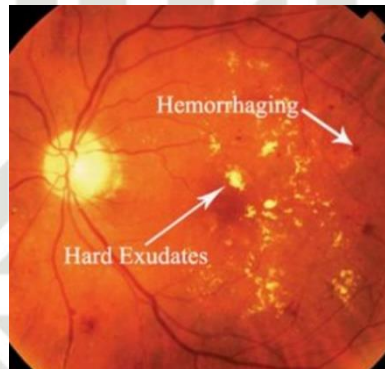
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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.

Menurut Susetianingtias (2017) pada tingkat keparahan *diabetic retinopathy* diklasifikasikan menjadi:

**a. Non-Proliferatif Diabetic Retinopathy (NPDR)**

Merupakan *diabetic retinopathy* yang diakibatkan terjadinya kelemahan pada pembuluh darah retina. Pada beberapa kasus, disebabkan oleh penyumbatan dan kebocoran kapiler, diameter pembuluh darah menjadi membesar dengan bentuk tepi yang tidak beraturan (Susetianingtias et al, 2017). Salah satu contoh citra fundus tipe NPDR dapat dilihat pada gambar 2.19.



**Gambar 2.19 Non-Proliferatif Diabetic Retinopathy**

(Sumber: <http://www.retinaeye.com/nonprodiabeticretinopathy.html>)

Menurut (Bowling, 2016) salah satu cara untuk mengidentifikasi seorang penderita *diabetic retinopathy* pada tipe NPDR terlihat dari adanya penampakan kapiler-kapiler yang membentuk kantung-kantung kecil yang menonjol seperti titik atau yang disebut eksudat (*Soft Exudates or Hard Exudates*), Vena retina megalami dilatasi dan berliku-liku, *Intra Retinal Mikrovaskuler Abnormalities (IRMAs)* yang mengakibatkan penggelembungan vaskuler (*Venous Beading*) serta perdarahan titikan bercak (*Dot and blot intraretinal hemorrhages*). Pada stadium parah *diabetic retinopathy* tipe NPDR dapat menjadi *Proliferatif Diabetic Retinopathy (PDR)* yang merupakan tingkat paling parah dari *diabetic retinopathy*.

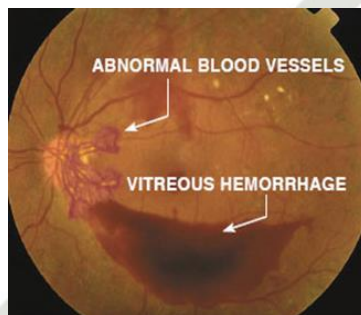
**b. Proliferatif Diabetic Retinopathy (PDR)**

Pembuluh darah abnormal baru di retina, yang mengakibatkan gangguan aliran cairan normal di mata. Bola mata akan mendapat tekanan yang cukup tinggi,

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

dinding pembuluh darah yang baru hanya tersusun atas lapisan sel endotel, tanpa sel peritoneal dan membran basal, sehingga sangat mudah rusak dan mudah berdarah. Pembuluh darah yang baru terbuat ini sangat berbahaya dikarenakan bisa tumbuh di luar retina dan menyebar ke cairan vitreus sehingga menyebabkan perdarahan vitreous dan kebutaan. Jika perdarahan berlanjut maka akan membentuk jaringan parut dan fibrosis pada retina sehingga terlepas dan menyebabkan retinal lepas. (Susetianingtias et al, 2017).



**Gambar 2.20 Proliferatif Diabetic Retinopathy**

(Sumber: <http://www.retinaeye.com/prodiabeticretinopathy.html>)

### 2.10.1 Diagnosis Diabetic Rethinopathy

*Diabetic Rethinopathy* tidak memiliki gejala yang jelas sampai retina rusak, sehingga diperlukan diagnosis lebih lanjut. Hasil identifikasi didasarkan pada tingkat keparahan perubahan mikrovaskuler retina dan / atau tidak adanya pembuluh darah baru di retina. Gejala umum yang sering muncul pada *diabetic retinopathy* adalah sebagai berikut (Susetianingtias et al, 2017):

1. Penglihatan menjadi kabur.
2. Ada benda hitam yang menghalangi garis pandang.
3. Hilangnya sebagian atau seluruh fungsi visual.
4. Sakit mata

Adapun diagnosa *diabetic retinopathy* dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu (NEI, 2016):

1. Tes penglihatan. Gunakan bagan mata untuk mengukur penglihatan standar.
2. Tonometer. Ukur tekanan bagian dalam mata.

#### 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. Pemeriksaan mydriatic. Tes yang mengirimkan cairan ke mata untuk melebarkan pupil.

4. Fotografi *Ophthalmoscopy* / fundus, yang menggunakan pantulan cahaya pada gelombang tertentu untuk dipantulkan ke pupil mata. gambar yang diperoleh dari fotografi fundus dapat memberikan informasi tentang keadaan retina, seperti mikroaneurisma, eksudat, perdarahan, dan pembuluh darah

5. *Fluorescein angiography*, Citra *fluorescein angiography* dibentuk oleh banyak foton yang dipancarkan oleh pewarna *fluorescein fluorescein*. Sebelum *angiography* dilakukan, zat pewarna *fluorescein* disuntikkan kepada penderita terlebih dahulu, *fluorescein* disuntikkan ke pasien pewarna *fluorescein* akan beredar ke seluruh tubuh (termasuk retina). Ketika zat pewarna *fluorescein* berada di retina, maka proses *angiography* dilakukan. Citra *fluorescein angiography* memberikan informasi tentang pembuluh darah, mikroaneurisma, makula dan perdarahan retinal. (Susetianingtias et al, 2017)

6. *Optical Coherence Tomography* (OCT) adalah teknik yang untuk menghitung ketebalan jaringan mata dengan cara mengukur waktu refraksi dari satu lapisan jaringan ke lapisan berikutnya. OCT bisa serupa dengan pemeriksaan ultrasound yang menggunakan radiasi, bukan gelombang suara. Gambar yang diperoleh dari OCT dapat memberikan informasi tentang struktur saraf optik dan retina, gambar OCT dapat digunakan untuk melihat membran endoretinal, pembengkakan makula, kerusakan saraf optik, dan pembengkakan saraf optik. (Susetianingtias et al, 2017).

## 2.10.2 Diagnosis *Non-Proliferatif Diabetic Retinopathy* (NPDR)

Diagnosis *diabetic retinopathy* jenis NPDR dilakukan dengan pemeriksaan fisik untuk melihat karakteristik yang muncul, Cara pemeriksaannya dengan menggunakan foto warna fundus atau *funda fluorescein angiography* (FFA). Adapun karakteristik NPDR berupa mikroaneurisma berbentuk bintik merah, adanya eksudat akibat deposisi dan kebocoran *lipoprotein plasma* (*soft exudate* atau

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.

*hard exudate*), penebalan membran basalis, perdarahan titik dan bercak, edema akibat kebocoran plasma (Susetianingias et al, 2017).

Adapun diagnosis NPDR menurut (Bowling, 2016) memiliki karakteristik yaitu:

**1. Pendarahan titik dan bercak (*Dot and blot intraretinal hemorrhages*)**

Perdarahan dapat terjadi di semua lapisan retina dan berbentuk seperti api karena terletak di lapisan serabut saraf yang berorientasi horizontal, sedangkan titik atau titik perdarahan terletak di lapisan yang lebih dalam dari sel akson retina dalam orientasi *vertical*.

**2. *Microaneurysm*.**

Kapiler berubah menjadi kantung-kantung kecil menonjol seperti titik-titik yang dipanggil *mikroaneurisme*, sedangkan vena-vena mengalami dilatasi dan berliku-liku (Bowling, 2016)

**3. *Exudates*.**

Inilah yang mengalir keluar dari luka, cairan luka, cairan drainase luka dan kelebihan cairan normal di dalam tubuh. Menurut pengamatan visual retina vitreous oleh dokter mata (ophthalmologist), eksudat berwarna kuning-putih atau dengan berbagai ukuran, bentuk dan posisi. Pada beberapa gambar, eksudatnya juga berwarna hijau. Terkadang eksudat terlihat secara individu atau kelompok. Intensitas warna eksudat mirip dengan intensitas warna cakram optik (titik buta pada retina). Ukuran eksudat bisa sangat bervariasi, dan bisa lebih kecil atau lebih besar dari cakram optik. Kesulitan dalam melihat eksudat karena komposisi warna eksudat hampir sama dengan warna pada objek cakram pada citra retina. Fenomena abnormal lainnya pada citra fundus yang juga sulit dilihat secara visual yaitu vena beading, yaitu perluasan vena retin (Bowling, 2016).

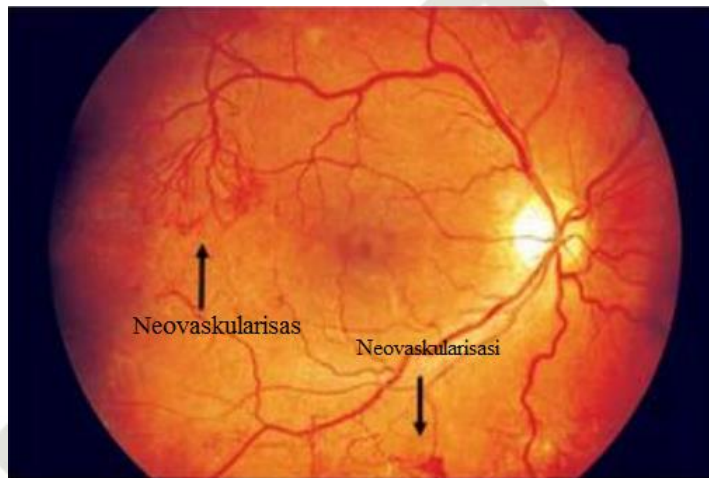
**2.10.3 Diagnosis *Proliferatif Diabetic Retinopathy (PDR)***

Diagnosis *diabetic retinopathy* jenis PDR dilakukan dengan pemeriksaan fisik yang sama dengan jenis *diabetic retinopathy* NPDR, pada *diabetic* PDR ditemukan pembuluh darah baru (Neovaskularisasi) pada retina umumnya terdapat

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

pada permukaan jaringan. Terlihat seperti pembuluh yang berliku-liku, dalam, berkelompok, dan ireguler. Awalnya terdapat dalam jaringan retina, lalu berkembang ke daerah prerentia, ke badan kaca. Pecahnya pembuluh darah baru ini dapat menimbulkan pendarahan retina, pendarahan subhialoid (*prerentia*) ataupun pendarahan badan kaca, ditemukan juga mikroaneurisma, dan eksudate (Susetianingias et al, 2017).



**Gambar 2.21 Neovaskularisasi Pada PDR**

**2.11 Penelitian Terkait**

Dalam penelitian ini terdapat penelitian terkait yang dijadikan sebagai referensi sekaligus untuk memperkuat teori-teori dalam penelitian, adapun penelitian-penelitian terkait dapat dilihat pada table 2.1 sebagai berikut.

**Tabel 2.1 Penelitian Terkait**

No.	Peneliti dan Tahun	Topik	Metode Yang digunakan	Hasil
1.	Hafdiarsya Saiyar (2017)	Klasifikasi Retinopati Diabetes dengan Metode <i>Neural Network</i>	<i>Principal Component Analysis</i> (PCA) Dan <i>Backpropagation</i>	Menghasilkan sensitifitas 100% dan akurasi sebesar 96%

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

2.	Amelia Febriani (2014)	Identifikasi <i>Diabetic Retinopathy</i> Melalui Citra Retina Menggunakan <i>Modified K-Nearest Neighbor</i>	<i>Modified k-Nearest Neighbor</i>	Akurasi 86,4%,
3.	Indra Hermawan (2015)	Pengembangan Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Metode <i>Generalized Learning Vector Quantization (GLVQ)</i> .	<i>Generalized Learning Vector Quantization</i>	Akurasi mencapai 88, 67%
4.	Darma Putra (2004)	Binerisasi Citra Tangan Dengan Metode <i>Otsu</i>	<i>Thresholding Otsu</i>	Bentuk Geometri Tangan Dalam Citra Biner Menjadi Sangat Jelas
5.	Muhammad Nanda Kurniawan dan Didit Widiyanto (2014)	<i>Implementation of Image Processing Algorithms and Generalized Learning Vector Quantization to Track an Object Using AR.Drone Camera</i>	Ekstraksi Ciri <i>Principal Component Analysis (PCA)</i> dan Jaringan Syaraf Tiruan menggunakan <i>Generalized Learning Vector Quantization (GLVQ)</i>	Akurasi tertinggi mencapai 100%
6.	Rizal Adi Saputra, Yuwanda Purnamasari Pasrun, and	<i>Macular Edema Classification Using Self-Organizing Map and Generalized</i>	Metode <i>Combining Self-Organizing Maps (SOM) and Generalized Vector</i>	Menghasilkan akurasi sebesar 80% dengan sensitifitas 100%,

1. Diarangi 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. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

	Amalia Nurani Basyarah (2014)	<i>Learning Vector Quantization</i>	<i>Quantization (GLVQ)</i>	
7.	Sarah Afrina Sari (2018)	Penerapan <i>Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)</i> dan <i>Backpropagation Neural Network (BPNN)</i> untuk Identifikasi Glaukoma Melalui Citra Retina Mata	Metode <i>Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)</i> dan <i>Backpropagation Neural Network (BPNN)</i>	Akurasi tertinggi sebesar 100% pada perbandingan pengujian data latih 90% dan data uji 10%. Sedangkan akurasi terendah didapatkan sebesar 96,67% dengan perbandingan akurasi data latih 50% dan data uji 50%.
8.	Jumanto (2019)	Deteksi Glaukoma Berbasis Histogram dan <i>Gray Level Co-Occurrence Matrix</i> Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan pada Citra Fundus Retina.	Metode <i>Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM)</i> , Histogram, <i>Multi Layer Perceptron (MLP)</i>	Akurasi tertinggi sebesar 93,4% dengan menggunakan 5 ciri orde statistik pada GLCM yaitu <i>Angular Second Moment (ASM)</i> , <i>Contrast (CONT)</i> , <i>Inverense Different Moment (IDM)</i> , <i>Entropy (ENT)</i> dan <i>Correlation (COR)</i> .

1. Diarangi 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. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

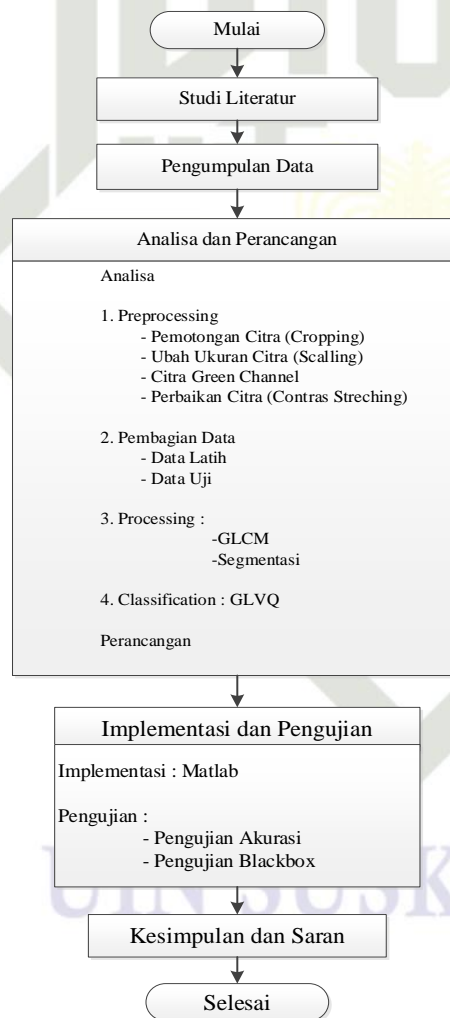


**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Diarangi 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

Suatu penelitian diperlukan tahapan pendekatan untuk penyelesaian dan pelaksanaannya agar penelitian dapat berjalan sesuai dengan hasil yang diinginkan atau sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Berikut ini adalah tahapan penelitian yang menjadi panduan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini:



**Gambar 3.1 Tahapan Penelitian**

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

### 3.1 Studi Literatur

Studi literatur diperlukan untuk mengumpulkan referensi dengan membaca dan mempelajari teori-teori, literatur-literatur yang berhubungan dengan permasalahan yang diteliti, dalam hal ini mempelajari permasalahan retina, proses pengolahan citra, pengenalan citra retina, penerapan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) dan penerapan *Learning Vector Quantization* (LVQ) serta hal-hal lainnya yang berkaitan dengan topik penelitian yang diambil. Studi literatur dalam penelitian ini berupa jurnal, tugas akhir, modul-modul serta penelitian terdahulu yang dijadikan bahan untuk memperkuat penelitian, dari studi literatur ini penulis menganalisa permasalahan retina dan mengajukan klasifikasi dengan memanfaatkan pengolahan citra ekstraksi GLCM dan klasifikasi menggunakan jaringan syaraf tiruan LVQ.

### 3.2 Pengumpulan Data

Tahapan pengumpulan data merupakan tahapan untuk memperoleh data yang akan digunakan sebagai bahan penelitian. Berikut adalah proses pengumpulan data.

1. Citra Retina yang digunakan diambil dari *Methods to evaluate segmentation and indexing techniques in the field of retinal ophthalmology* (MESSIDOR) dari situs <http://www.adcis.net/en/third-party/messidor/> (Adcis, 2016).
2. Data berjumlah 120 data citra dengan format gambar TIFF yang dibagi menjadi 2 kelompok data, yaitu Normal, *Diabetic Retinopathy*.

Terdapat beberapa paper yang memanfaatkan data dari MESSIDOR sebagai bahan penelitian dan dipublikasikan di jurnal *Internasional IEEE Transactions on Medical Imaging*, diantaranya penelitian berjudul “*Locating Blood Vessels in Retinal Images by Piece-wise Threhsold Probing of a Matched Filter Response*” oleh A. Hoover, V. Kouznetsova and M. Goldbaum (2000) dan penelitian dengan judul “*Locating the optic nerve in a retinal image using the fuzzy convergence of the blood vessels*” oleh A. Hoover and M. Goldbaum (2003).

**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 Analisis dan Perancangan

Tahapan selanjutnya setelah dilakukan pengumpulan data adalah dengan melakukan analisa dan perancangan. Pada tahapan analisa, akan dilakukan beberapa proses sebagai berikut

#### 3.3.1 Analisa Proses

Tahapan analisa sistem dalam penelitian ini akan dibagi menjadi 4 tahapan yaitu *pre-processing*, pembagian data, *processing* (GLCM) serta *classification* menggunakan LVQ. Penjelasan dari keempat tahapan pada analisa sistem dapat dilihat di bawah ini:

##### 3.3.1.1 Pre-processing

*Preprocessing* merupakan tahap awal proses pengolahan citra meliputi pengolahan citra dasar, adapun tahapan ini dilakukan agar citra yang akan diproses memiliki kualitas yang baik, tahapan *preprocessing* sangat penting karena keberhasilan penelitian sangat bergantung pada proses ini. *Preprocessing* pada penelitian ini dilakukan dengan memotong citra (*cropping*), mengubah ukuran citra (*scaling*), mengubah citra retina yang semulanya berupa citra RGB diubah menjadi citra *green channel*, *contras stretching* dan proses segmentasi untuk meningkatkan kualitas citra retina. Adapun proses *processing* dapat dilihat pada gambar dibawah ini

Pre-processing
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pemotongan citra (Cropping)</li> <li>- Mengubah ukuran citra (Scaling)</li> <li>- Citra green channel</li> <li>- Perbaikan citra (Contras streching)</li> <li>- Segmentasi (Thresholding)</li> </ul>

**Gambar 3.2 Tahapan Preprocessing**

##### 1. Cropping

*Cropping* merupakan tahapan awal yang dilakukan dalam *preprocessing* retina mata, proses *cropping* ialah dengan memotong bagian yang tidak diperlukan

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi 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. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

pada citra retina sehingga didapati bagian spesifik atau bagian retina mata yang diinginkan dan membuang bagian citra retina mata yang tidak diperlukan, pada penelitian ini cropping dilakukan menggunakan aplikasi pengolahan gambar *Adobe Photosop* CC 2019.

#### 2. *Scaling*

*Scaling* digunakan untuk mengubah resolusi dari citra retina mata sehingga dataset citra retina mata memiliki resolusi yang sama. *Scaling* diperlukan untuk untuk mempermudah proses pengolahan citra retina mata dan meminimalisir kesalahan akibat perbedaan ukuran pada tiap citra retina mata. Pada penelitian ini resolusi citra retina mata seluruhnya akan diubah menjadi ukuran 300x300. Proses *scaling* menggunakan aplikasi pengolah gambar *Adobe Photosop* CC 2019.

#### 3. *Citra Green Channel*

*Citra retina green channel* digunakan untuk mengubah citra awal retina mata yang berupa RGB (*Red, Green, Blue*) yang dinormalisasi sehingga menghasilkan citra keabuan dengan nilai keabuannya diperoleh dari nilai hijau (*green*) dari masing-masing piksel pada citra. Untuk mengubah citra retina mata RGB menjadi citra *green channel* digunakan persamaan pada (2.2).

#### 4. *Contrast Streching*

Setelah citra *green channel* terbentuk, teknik berikutnya adalah proses meningkatkan kualitas citra dengan *contrast stretching* agar fitur-fitur pada citra retina mata dapat terlihat dengan jelas, *contrast stretching* akan memanipulasi parameter citra sehingga informasi dapat diambil dan ditampilkan lebih baik, untuk mengatasi permasalahan kelebihan cahaya atau kekurangan cahaya (*noise*) pada citra dengan cara memperluas sebaran nilai keabuan piksel. proses *contrast stretching* yang akan memperbaiki citra retina menggunakan persamaan (2.3)

#### 5. *Segmentasi (Thresolding)*

Langkah selanjutnya adalah segmentasi citra retina menggunakan *thresolding* dan penghapusan *optic disc*. Proses *thresolding* akan mengidentifikasi dan memisahkan objek citra retina dari backgroundnya sehingga

didapati citra retina yang sepenuhnya dapat diproses untuk ekstraksi ciri. Penelitian ini menggunakan *thresholding otsu* untuk segmentasi citra retina dengan persamaan (29).

Setelah didapati citra biner retina hasil *thresholding* akan memberikan informasi tentang letak *optic disc*. Dalam proses pengenalan citra retina mata, dan setelah melakukan segmentasi diperlukan untuk mengambil ciri dari citra retina hasil segmentasi, dalam penelitian ini tahapan setelah melakukan segmentasi adalah melakukan ekstraksi ciri menggunakan metode *Local Binary Pattern (LBP)*

### 3.3.1.2 Pembagian Data

Setelah melakukan ekstraksi ciri, data perlu dibagi untuk pelatihan dan pengujian data, input dari proses pelatihan dan pengujian adalah hasil dari ekstraksi ciri dan outputnya berupa klasifikasi dari penyakit retina, spesifikasi dari data retina yang digunakan pada penelitian ini berupa file citra retina dengan format TIF dengan resolusi 300x300.

#### 1. Pembagian Data Latih

Pelatihan data latih dilakukan untuk mempelajari pola terhadap data, pada penelitian ini pelatihan data latih dilakukan menggunakan algoritma pelatihan LVQ, algoritma LVQ akan memproses data latih sedemikian rupa sampai mendapatkan bobot akhir, selanjutnya bobot akhir akan digunakan dalam pengujian data.

#### 2. Pembagian Data Uji

Pengujian diperlukan untuk mengklasifikasikan data dan mengetahui seberapa baik algoritma LVQ dalam mengenali pola data retina, output pengujian klasifikasi penyakit retina yaitu kelas normal, dan *diabetic retinopathy*. Pengujian akan dilakukan dengan nilai *learning rate* dan maksimum *epoch*, nilai *learning rate* dan maksimum *epoch* akan realisasikan terlebih dahulu sehingga dalam pengujian proses akan berhenti ketika sudah mencapai maksimum *epoch* atau klasifikasi data berhasil dikenali, nilai *learning rate* akan diinputkan beragam, yaitu 0.1, 0.01, 0.001 nilai *learning* beragam tersebut akan menjelaskan kapan algoritma LVQ menghasilkan performa terbaiknya.

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi 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. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

### 3.3.1.3 Processing (GLCM dan Segmentasi)

Tahapan *processing* merupakan tahapan lanjutan untuk memproses citra retina mata yang telah melewati tahapan *pre-processing* dan pembagian data, sehingga citra retina siap untuk diproses. *Processing* pada penelitian ini menggunakan nilai-nilai ekstraksi ciri GLCM orde dua (*contrast, correlation, energy, homogeneity*) dan segmentasi (*thresholding*) untuk menghasilkan citra pembuluh darah dan citra biner yang akan di ekstraksi menggunakan LBP (*Local Binary Pattern*). Nilai-nilai ekstraksi ciri dari GLCM dan LBP inilah yang selanjutnya akan disimpan pada *database* dan akan digunakan untuk proses klasifikasi citra retina mata.

### 3.3.1.4 Klasifikasi (LVQ)

Tahapan klasifikasi atau identifikasi merupakan tahapan lanjutan untuk memproses citra retina mata yang telah melewati tahapan *processing* dengan menggunakan metode ekstraksi ciri GLCM.

Berikut adalah tahapan algoritma LVQ dalam melakukan pelatihan dan pengujian:

#### A.) Algoritma Pelatihan LVQ

Adapun langkah-langkah dari proses pelatihan dengan menggunakan metode LVQ adalah sebagai berikut:

1. Tetapkan bobot ( $w$ ), maksimum epoch (*MaxEpoch*), *Learning rate* ( $\alpha$ ), Pengurang rasio (*dec*).
2. Menghitung jarak *euclidean distance* dengan merujuk ke Persamaan (2.18)
3. Menghitung bobot terdekat pada kelas sama dan pada kelas yang beda merujuk ke Persamaan (2.19) dan Persamaan (2.20)
4. Cek kondisi berhenti:  $\text{Epoch} > \text{maksimum epoch}$ ,  $\text{learning rate} > 0$  dan  $\text{learning rate} < 0$ .

#### B.) Pengujian LVQ

Pengujian LVQ menggunakan rumus jarak *euclidean distance* yang merujuk pada Persamaan (2.22). Adapun bobot yang digunakan adalah bobot nilai

**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.

terbaik hasil pelatihan dataset. Perhitungan jarak sering digunakan untuk menentukan kesamaan derajat atau derajat ketidaksamaan dua vector sehingga dapat menguji vector berasal dari kelas yang benar atau tidak.

### 3.2 Perancangan

Tahap desain merupakan tahap yang dilaksanakan setelah tahap analisis selesai dilakukan. Perancangan dalam penelitian ini memanfaatkan software pendukung *Microsoft Visio 2019* untuk memudahkan perancangan dan mendesain tampilan aplikasi yang akan dibangun. Pada penelitian ini dilakukan tahapan perancangan berupa perancangan antarmuka atau tampilan aplikasi yang akan dibangun.

### 3.4 Implementasi

Setelah menyelesaikan tahap analisis dan perancangan, langkah selanjutnya adalah implementasi. Tahap implementasi merupakan proses *coding* atau pengkodean yang berguna untuk membangun aplikasi yang dirancang pada tahap sebelumnya. Implementasi akan dikembangkan pada komponen pendukung yang meliputi spesifikasi perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) sebagai berikut:

#### 1. Perangkat Keras

Perangkat keras yang dimanfaatkan dalam pembuatan penelitian ini mempunyai minimum spesifikasi yaitu sebagai berikut:

- |   |                    |                                  |
|---|--------------------|----------------------------------|
| A | <i>Processor</i>   | : AMD Ryzen 4600H                |
| B | <i>RAM</i>         | : 16 GB.                         |
| C | <i>System Type</i> | : 64-bit <i>Operating system</i> |
| D | <i>Storage</i>     | : SSD 512 GB                     |

#### 2. Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai spesifikasi yaitu sebagai berikut:

- |   |                          |                            |
|---|--------------------------|----------------------------|
| A | <i>Operating System</i>  | : <i>Windows 10 64-bit</i> |
| B | <i>Tools perancangan</i> | : <i>MATLAB R2019a</i>     |

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

Software pendukung : Adobe Photoshop CC 2019 dan Microsoft Visio 2019

### 3.5 Pengujian

Tahapan pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini dibagi menjadi tahapan pengujian sebagai berikut:

#### 3.5.1 Akurasi

Pengujian akurasi untuk klasifikasi penyakit retina mata dengan menggunakan ekstrasi ciri tekstur *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) dan *Learning Vector Quantization* (LVQ) menggunakan perhitungan pada (Persamaan 2.30). Rasio pembagian data latih dan data uji pada penelitian ini menggunakan rasio 90%:10%, 80%:20%, dan 70%:30%.

#### 3.5.2 Pengujian *BlackBox*

Selain pengujian akurasi penelitian ini juga melakukan pengujian *blackbox* pada aplikasi yang telah dibangun di penelitian ini yang berguna untuk melihat apakah perancangan yang sudah didesain sebelumnya berjalan dengan baik dan sesuai dengan rancangan atau tidak.

### 3.6 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran merupakan tahap akhir dari penelitian tugas akhir ini. Tujuan menarik kesimpulan adalah untuk menentukan keberhasilan dan kesesuaian aplikasi yang dibangun dengan tujuan yang telah dirancang sebelumnya. Kesimpulan ini juga memuat poin-poin penting dari hasil penelitian yang telah dilakukan. Selain itu, saran yang berguna untuk penelitian selanjutnya dapat ditambahkan pada tahap ini sehingga dapat dihasilkan pengembangan lebih lanjut dan akurasi yang lebih baik.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi 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

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari proses hingga hasil yang didapatkan dari penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan diantaranya:

1. Setelah semua pengujian dilakukan pada setiap tahap pelatihan menggunakan LVQ, dapat berjalan dengan baik.
2. Dari hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan parameter terbaik yang digunakan diantaranya learning rate 0.01
3. Hasil pengujian akurasi terbaik pada penelitian ini sebesar 91% dengan data latih 90:10

#### 6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan penelitian ini dengan data citra retina berdasarkan ada atau tidaknya *soft exudate* dan *hard exudate*.
2. Melakukan proses segmentasi yang lebih sempurna, karna proses segmentasi sangat menentukan untuk hasil akurasi pada penelitian ini.
3. Memperbaiki proses *processing* karena, *processing* sangat berpengaruh pada tingkat tinggi rendahnya akurasi

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul, Kadir. 2012. *Pengolahan Citra Teori Dan Aplikasi*. Yogyakarta.
- Adi Putranto, T. G., dan Candradewi, I. (2018). Sistem Klasifikasi Tingkat Keparahan Retinopati Diabetik Menggunakan *Support Vector Machine*. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, 8(1), 37. <https://doi.org/10.22146/ijeis.31206>
- Affianto, A. S., M. Sarosa, dan O. Setyawati. 2014. Klasifikasi Stroke Berdasarkan Kelainan Patologis dengan Learning Vector Quantization. *Jurnal EECCIS*(8): 117-122.
- Amelia, Febriani. (2014). Identifikasi *Diabetic Retinopathy* Melalui Citra Retina Menggunakan *Modified K-Nearest Neighbor*
- Annisa, Y., dan Romdhoni, M. F. (2014). Perbandingan Resiko Terjadinya Retinopati Diabetik Antara Pasien Hipertensi dan Non hipertensi yang Mengidap Diabetes Mellitus di Rsud Majenang. *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Kesehatan*, 19(3), 283–289.
- Bourne RRA, Flaxman SR, Braithwaite T, Cicinelli MV, Das A, Jonas JB, et al.; Vision Loss Expert Group (2017). *Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis*. *Lancet Glob Health*. 2017 Sep;5(9):e88897. [https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X\(17\)30293-0/fulltext#%20](https://www.thelancet.com/journals/langlo/article/PIIS2214-109X(17)30293-0/fulltext#%20).
- Bowling, B. (2016). *Kanski's Clinical Ophthalmology*. In *Optometry and Vision Science* (Vol. 8). <https://doi.org/10.1097/opx.0000000000000737>
- Dessy, W. M., dan Irawan, A. (2012). Perbandingan Metode Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* Dan *Learning Vector Quantization* Pada Pengenalan Wajah. *Jurnal Komputer dan Informatika*, 1(1), 45–51.
- Dilak, R. Y., dan Bintiri, M. G. (2013). Klasifikasi Citra *Diabetic Retinopathy* Menggunakan *3D-GLCM Projection*. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*, 1907–5022. n
- Famawati, D. (2010). Implementasi Metode Peregangan Kontras (*Contrast Stretching*) Untuk Memperbaiki Kualitas Citra. *Universitas Sumatra Utara*, 1–6.
- Febriani, A. (2014). *Identifikasi Diabetic Retinopathy* Melalui Citra Retina

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

Menggunakan *Modified K-Nearest Neighbor*. *Universitas Sumatra Utara*, 12–14.

Fikriya, Z. A., Irawan, M. I., dan Soetrisno. (2017). Implementasi *Extreme Learning Machine* untuk Pengenalan Objek Citra Digital. *JURNAL SAINS DAN SENI ITS*, 6(1).

Hariyanto, R., Basuki, A., & Hasanah, R. N. (2016). Klasifikasi Penyakit Mata Katarak berdasarkan Kelainan Patologis dengan menggunakan Algoritma Learning Vector Quantization. *Journal of Mechanical Engineering and Mechatronics*, 1(2), 86–92

Haralick, R. M., dan Shanmugam, K. (1973). *Textural Features for Image Classification*.

Herdiyeni, Y., Adisantoso, J., Damayanti, E. K., Zuhud, E. A. M., Nurfadhila, E., & Paskianti, K. (2013). Pemanfaatan Teknologi Tepat Guna Identifikasi Tumbuhan Obat Berbasis Citra. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 18(2), 85–91.

Hermawan, I. (2015). Pengembangan Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Metode *Generalized Learning Vector Quantization* (GLVQ). Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi dan Multimedia, 2302–3805, 61–66.

Hikmah, N. (2008). Identifikasi Retina Mata Manusia Sistem Inferensi *Neuro Fuzzy* Adaptif. *Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Indonesia*.

Jatmiko, W., Mursanto, P., Bowolaksono, A., dan Wiweko, B. (2012). Teknik Biomedis : Teori dan Aplikasi. *Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia*, (August 2016), 219.

Jumanto. (2019). Deteksi Glaukoma Berbasis *Histogram* dan *Gray Level Co-Occurrence Matrix* Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan pada Citra Fundus Retina. 1–2.

Kementerian Kesehatan RI. (2013). Situasi Dan Analisis Diabetes. *Pusat Data Dan Informasi Kementerian Kesehatan RI*, Vol. 161, pp. 1058–1063. <https://doi.org/10.1002/ajmg.a.35913>

Kurniawan, M. N., dan Widiyanto, D. (2014). *Implementation of Image Processing Algorithms and Generalized Learning Vector Quantization to Track an Object Using AR.Drone Camera*. *JIKI (Jurnal Ilmu Komputer Dan Informasi) UI*, 2, 108–115.

Kusumadewi, Sri. *Artificial Intelegence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2003.

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

- Lesnussa, Y. A., Latuconsina, S., dan Persulesy, E. R. (2017). Aplikasi Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* untuk Memprediksi Prestasi Siswa SMA (Studi kasus: Prediksi Prestasi Siswa SMAN 4 Ambon). *Jurnal Matematika Integratif*, 11(2), 149. <https://doi.org/10.24198/jmi.v11.n2.9427.149-160>
- Lio, P. S., Chen, T. S., dan Chung, P. C. (2001). *A Fast Algorithm For Multilevel Thresholding*. *Journal of Information Science and Engineering*, 17(5), 713–727.
- Lubis, R. R. (2008). Diabetik Retinopati. *Repositori Institusi Universitas Sumatra Utara*, 1–12. Retrieved from <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/1898>
- Madenda, S., dan Gunadarma, U. (2018). Pengolahan Citra Fundus Diabetik Retinopati. (February).
- M, Hall-Beyer. 2017. “*GLCM Texture: A Tutorial*.” Retrieved
- Munir, R. (2004). Pengantar Pengolahan Citra. *Teori Dan Aplikasi Pengolahan Citra*, 1–10.
- Musda Hidayati, Aslim D.Sihotang, B. R. . S. (2019). Prevalensi Kebutaan akibat Atropi Papil di Rumah Sakit Umum Pusat Haji Adam Malik Medan Tahun 2011. *The Journal of Medical School*, 52(2), 84–88.
- Natasa, C., Fortuna, B., A, F. C. S., & Erawati, P. (2016). Penerapan JST Sebagai Deteksi Kelainan Lemak Darah pada Citra Hasil Pemeriksaan Darah Lengkap.
- National Eye Institute. (2016). "Facts About Diabetic Eye Disease" *The Federal Government's National Institutes of Health*, [www.nei.nih.gov/health/diabetic/retinopathy](http://www.nei.nih.gov/health/diabetic/retinopathy), [diakses 19 Maret 2019]
- Negroho, E. C., Susilo, dan Akhlis, I. (2012). Pengembangan Program Pengolahan Citra Untuk Radiografi Digital. *Jurnal MIPA*, 35(1), 46–56.
- Pritt, W. K. (2001). *Digital Image Processing (Book)*. In *Addison-Wesley Publishing Co., Inc.(Applied Mathematics and Computation (Vol. 5)*.
- Riky, D. Z., Isnanto, R. R., dan Hidayatno, A. (2013). Klasifikasi Penyakit Diabetes Melitus Berdasar Citra Retina Menggunakan *Principal Component Analysis* Dengan Jaringan Saraf Tiruan. *Undip*, 2(3), 552–557.
- Sayar, H. (2017). Klasifikasi Retinopati Diabetes dengan Metode *Neural Network*. *Jurnal Paradigma*, 19(2), 92–101.
- Saputra, R. A., Pasrun, Y. P., dan Basyarah, A. N. (2014). *Macular Edema*

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

*Classification Using Self-Organizing Map and Generalized Learning Vector Quantization. Jurnal Ilmu Komputer Dan Informasi*, 54–60. Retrieved from <https://www.bps.go.id/dynamictable/2018/05/18/1337/persentase-panjang-jalan-tol-yang-beroperasi-menurut-operatornya-2014.html>

Sari, S. A. (2018). Penerapan *Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM)* dan *Backpropagation Neural Network (BPNN)* untuk Identifikasi Glaukoma Melalui Citra Retina Mata.

Sato, A., dan Yamada, K. (1996). *Generalized Learning Vector Quantization. Advances in Neural Information Processing Systems 8, NIPS, Denver, CO*, (November 27-30, 1995), 423–429. Retrieved from <http://papers.nips.cc/paper/1113-generalized-learning-vector-quantization>

Septiari, N. Wayan D. (2015). Pengenalan Aksara Bali Menggunakan Metode *Modified Direction Feature* dan Algoritma *Generalized Learning Vector Quantization (GLVQ)*. *Universitas Udayana*, 4–16. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Siang, J. J. (2004). Jaringan Syaraf Tiruan & Pemrogramannya Menggunakan Matlab (p. 26). p. 26. ANDI Yogyakarta.

Singh, R., Ramasamy, K., Abraham, C., Gupta, V., dan Gupta, A. (2008). *Diabetic Retinopathy: An update. Indian Journal of Ophthalmology*, 56(3). <https://doi.org/10.1001/archophth.1940.00870030192025>

Suhari, Y. (2010). Jaringan Syaraf Tiruan : Aplikasi Pemilihan Merek. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, XV(2), 90–95.

Suhendra, C. D., dan Wardoyo, R. (2015). Penentuan Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* (Bobot Awal dan Bias Awal) Menggunakan Algoritma Genetika. *IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)*, 9(1), 77. <https://doi.org/10.22146/ijccs.6642>

Suetianingtias, D. T., Madenda, S., Rodiah, dan Fitrianiingsih. (2017). Pengolahan Citra Fundus Diabetik Retinopati. *Penerbit Gunadarma*, 1(February), 104.

Suryono, T., dkk. (2009). Teori Pengolahan Citra Digital. Andi Publisher

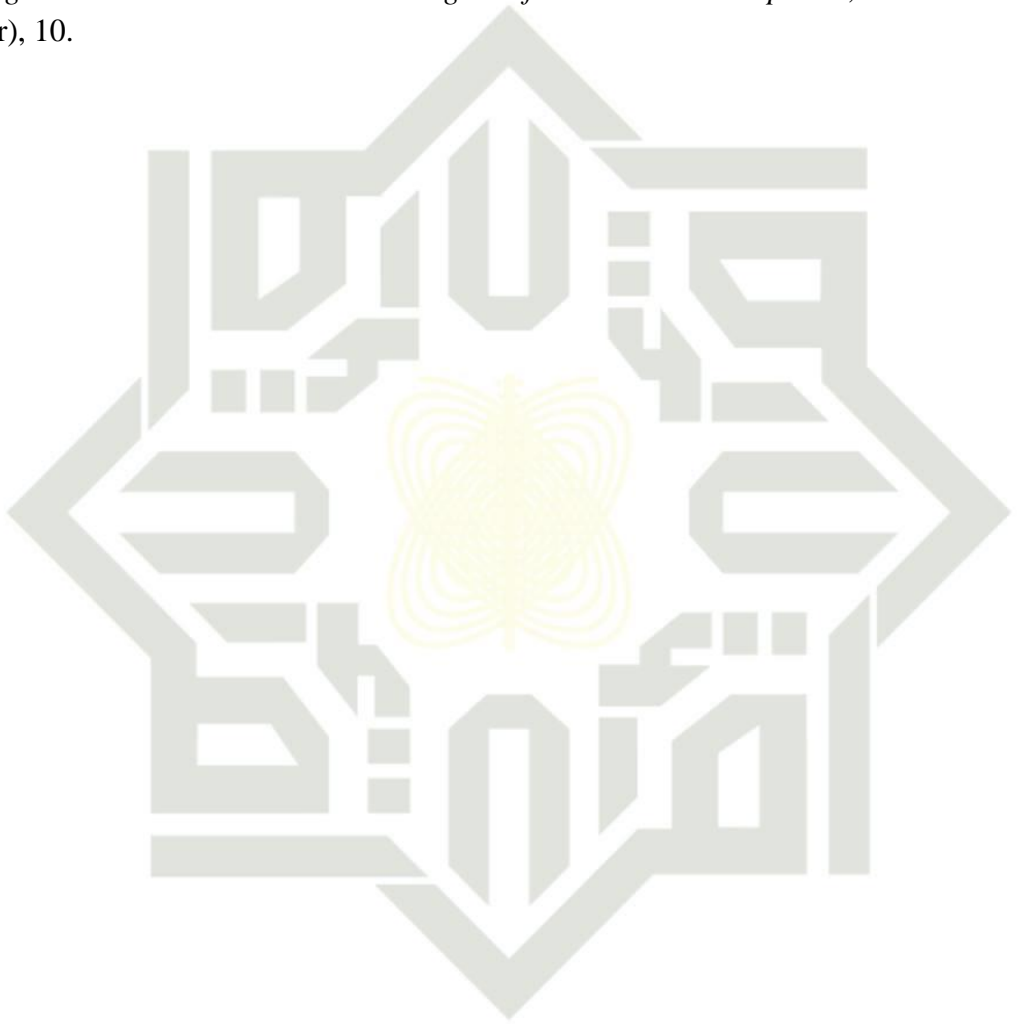
Syafi'i, S. I., Wahyuningrum, R. T., dan Muntasa, A. (2015). Segmentasi Obyek Pada Citra Digital Menggunakan Metode *Otsu Thresholding*. *Jurnal Informatika*, 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.9744/informatika.13.1.1-8>

Wijayanti, A., dan Suryono, S. (2016). Pengenalan Retina Menggunakan Alihragam Gelombang Singkat dengan Pengukuran Jarak *Euclidean* Ternormalisasi. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 4(2), 116–120.

<https://doi.org/10.21456/vol4iss2pp116-120>

World Health Organization. (2006). *Prevention Of Blindness From Diabetes Mellitus. Report of a WHO Consultation*, 48.

Zuhroh, N., dan Siradjuddin, I. A. (2015). Optimalisasi Segmentasi Pembuluh Darah Retina Pada Citra Fundus Mata Berwarna Menggunakan *Matrik Mask Overlapping*. *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komputasi*, (September), 10.



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.



**LAMPIRAN A**  
**DATA EKSTRAKSI CIRI GLCM *DIABETIC RETINOPHATY***

	0 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>	90 <sup>0</sup>	135 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>	90 <sup>0</sup>	135 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>	90 <sup>0</sup>	135 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>	90 <sup>0</sup>	135 <sup>0</sup>	T
CITRA 1	0,2824	0,4000	0,2968	0,4056	0,9645	0,9470	0,9627	0,9489	0,1799	0,1710	0,1792	0,1697	0,9052	0,8860	0,9018	0,8854	1
CITRA 2	0,2851	0,4031	0,2979	0,4304	0,9716	0,9577	0,9704	0,9570	0,1919	0,1815	0,1903	0,1819	0,9243	0,9063	0,9218	0,9074	1
CITRA 3	0,2499	0,3311	0,2341	0,3450	0,9605	0,9474	0,9630	0,9454	0,2090	0,2012	0,2083	0,2004	0,9175	0,9036	0,9175	0,9016	1
CITRA 4	0,3549	0,5065	0,3618	0,5281	0,9471	0,9243	0,9461	0,9210	0,1791	0,1692	0,1771	0,1687	0,8997	0,8796	0,8968	0,8779	1
CITRA 5	0,3032	0,4000	0,3118	0,4438	0,9488	0,9272	0,9474	0,9248	0,2019	0,1923	0,2006	0,1916	0,9076	0,8900	0,9054	0,8886	1
CITRA 6	0,1956	0,2733	0,1935	0,2919	0,9691	0,9565	0,9694	0,9536	0,2353	0,2281	0,2345	0,2281	0,9481	0,9368	0,9480	0,9367	1
CITRA 7	0,2064	0,3022	0,2124	0,2973	0,9708	0,9570	0,9699	0,9577	0,2458	0,2360	0,2449	0,2359	0,9394	0,9258	0,9390	0,9260	1
CITRA 8	0,2052	0,2829	0,2014	0,2861	0,9656	0,9523	0,9662	0,9518	0,2023	0,1932	0,2016	0,1936	0,9294	0,9154	0,9298	0,9156	1
CITRA 9	0,1928	0,2655	0,1944	0,2738	0,9718	0,9609	0,9716	0,9598	0,2115	0,2026	0,2105	0,1998	0,9322	0,9183	0,9315	0,9150	1
CITRA 10	0,2514	0,3300	0,2220	0,3387	0,9519	0,9385	0,9576	0,9351	0,2000	0,1911	0,2008	0,1916	0,9114	0,8958	0,9140	0,8969	1
CITRA 11	0,3020	0,4000	0,2812	0,4054	0,9561	0,9386	0,9591	0,9408	0,1778	0,1683	0,1786	0,1681	0,8976	0,8791	0,8996	0,8783	1
CITRA 12	0,2422	0,3311	0,2455	0,3418	0,9672	0,9522	0,9668	0,9535	0,1822	0,1738	0,1823	0,1733	0,9227	0,9074	0,9226	0,9061	1
CITRA 13	0,2707	0,3399	0,2736	0,3996	0,9654	0,9488	0,9651	0,9488	0,1755	0,1654	0,1741	0,1647	0,9231	0,9028	0,9200	0,9021	1
CITRA 14	0,3781	0,5055	0,3860	0,5617	0,9614	0,9420	0,9606	0,9424	0,1663	0,1554	0,1656	0,1550	0,8906	0,8660	0,8895	0,8655	1

CITRA 15	0,347	0,557	0,3521	0,5069	0,9718	0,9586	0,9714	0,9586	0,1551	0,1480	0,1551	0,1476	0,9012	0,8837	0,9003	0,8833	1
CITRA 16	0,297	0,400	0,2953	0,4336	0,9710	0,9588	0,9712	0,9575	0,2040	0,1949	0,2031	0,1954	0,9184	0,9027	0,9168	0,9031	1
CITRA 17	0,309	0,422	0,3214	0,4715	0,9712	0,9568	0,9701	0,9560	0,2975	0,2862	0,2958	0,2854	0,9220	0,9046	0,9194	0,9037	1
CITRA 18	0,339	0,479	0,3379	0,5014	0,9631	0,9467	0,9633	0,9453	0,1782	0,1676	0,1780	0,1679	0,8973	0,8754	0,8966	0,8754	1
CITRA 19	0,336	0,509	0,3282	0,4818	0,9614	0,9422	0,9623	0,9444	0,1852	0,1761	0,1862	0,1751	0,9047	0,8856	0,9060	0,8854	1
CITRA 20	0,330	0,487	0,3391	0,5069	0,9701	0,9556	0,9693	0,9538	0,2172	0,2070	0,2171	0,2077	0,9136	0,8957	0,9128	0,8970	1
CITRA 21	0,314	0,420	0,3173	0,4843	0,9735	0,9617	0,9732	0,9589	0,2323	0,2222	0,2295	0,2213	0,9258	0,9114	0,9228	0,9084	1
CITRA 22	0,196	0,211	0,2045	0,2760	0,9701	0,9583	0,9688	0,9577	0,2209	0,2107	0,2202	0,2115	0,9295	0,9147	0,9286	0,9158	1
CITRA 23	0,287	0,444	0,2868	0,4181	0,9645	0,9498	0,9645	0,9481	0,1835	0,1748	0,1835	0,1734	0,9172	0,9014	0,9174	0,8989	1
CITRA 24	0,209	0,287	0,2101	0,3009	0,9610	0,9462	0,9608	0,9437	0,2801	0,2674	0,2782	0,2698	0,9259	0,9092	0,9238	0,9103	1
CITRA 25	0,320	0,463	0,3276	0,4630	0,9710	0,9580	0,9704	0,9580	0,1713	0,1614	0,1686	0,1602	0,9054	0,8846	0,8988	0,8813	1
CITRA 26	0,259	0,344	0,2573	0,3770	0,9706	0,9597	0,9708	0,9571	0,1947	0,1826	0,1931	0,1825	0,9124	0,8920	0,9098	0,8911	1
CITRA 27	0,241	0,323	0,224	0,3522	0,9824	0,9748	0,9836	0,9741	0,2941	0,2835	0,2954	0,2823	0,9467	0,9350	0,9480	0,9333	1
CITRA 28	0,229	0,299	0,2215	0,3260	0,9704	0,9611	0,9714	0,9577	0,2232	0,2147	0,2234	0,2141	0,9303	0,9185	0,9317	0,9166	1
CITRA 29	0,275	0,488	0,2850	0,4285	0,9782	0,9667	0,9774	0,9659	0,2327	0,2220	0,2300	0,2213	0,9423	0,9266	0,9379	0,9257	1
CITRA 30	0,240	0,399	0,2482	0,3684	0,9743	0,9613	0,9734	0,9603	0,2113	0,2022	0,2120	0,2009	0,9396	0,9258	0,9407	0,9238	1
CITRA 31	0,255	0,321	0,2676	0,3851	0,9702	0,9553	0,9689	0,9550	0,2245	0,2115	0,2213	0,2127	0,9292	0,9103	0,9252	0,9111	1



CITRA 32	0,3142	0,4455	0,3177	0,4777	0,9763	0,9647	0,9760	0,9638	0,2069	0,1962	0,2056	0,1962	0,9295	0,9126	0,9278	0,9125	1
CITRA 33	0,2074	0,3445	0,2135	0,3255	0,9754	0,9625	0,9746	0,9612	0,2888	0,2811	0,2888	0,2810	0,9563	0,9457	0,9561	0,9445	1
CITRA 34	0,3602	0,5588	0,3568	0,5194	0,9560	0,9366	0,9565	0,9364	0,1538	0,1449	0,1533	0,1461	0,8959	0,8751	0,8944	0,8770	1
CITRA 35	0,2232	0,3388	0,2338	0,3445	0,9800	0,9695	0,9790	0,9689	0,2828	0,2730	0,2826	0,2710	0,9467	0,9338	0,9464	0,9308	1
CITRA 36	0,2882	0,3344	0,2817	0,4043	0,9618	0,9475	0,9627	0,9462	0,1760	0,1672	0,1748	0,1670	0,9115	0,8948	0,9105	0,8937	1
CITRA 37	0,2244	0,3117	0,2364	0,3240	0,9617	0,9466	0,9596	0,9444	0,2334	0,2225	0,2304	0,2233	0,9248	0,9078	0,9211	0,9086	1
CITRA 38	0,2939	0,4389	0,3165	0,4444	0,9671	0,9508	0,9646	0,9501	0,1705	0,1595	0,1688	0,1605	0,9030	0,8790	0,8984	0,8807	1
CITRA 39	0,3175	0,4411	0,3297	0,4785	0,9653	0,9504	0,9640	0,9475	0,1804	0,1698	0,1791	0,1698	0,8954	0,8727	0,8916	0,8718	1
CITRA 40	0,2633	0,3374	0,2504	0,3816	0,9776	0,9678	0,9787	0,9674	0,2056	0,1958	0,2044	0,1955	0,9240	0,9065	0,9219	0,9058	1
CITRA 41	0,3165	0,4500	0,3271	0,4913	0,9741	0,9630	0,9733	0,9596	0,2050	0,1946	0,2035	0,1936	0,9104	0,8919	0,9067	0,8893	1
CITRA 42	0,3208	0,4597	0,3180	0,4594	0,9678	0,9527	0,9681	0,9537	0,1552	0,1460	0,1547	0,1460	0,9038	0,8830	0,9027	0,8830	1
CITRA 43	0,2622	0,3381	0,2712	0,3906	0,9687	0,9542	0,9676	0,9531	0,1713	0,1622	0,1708	0,1631	0,9253	0,9065	0,9243	0,9094	1
CITRA 44	0,2755	0,4061	0,2756	0,4209	0,9774	0,9666	0,9774	0,9653	0,2498	0,2412	0,2494	0,2403	0,9461	0,9344	0,9460	0,9329	1
CITRA 45	0,3225	0,4325	0,3255	0,4887	0,9632	0,9481	0,9629	0,9440	0,2156	0,2055	0,2130	0,2047	0,9108	0,8926	0,9070	0,8900	1
CITRA 46	0,2915	0,4325	0,2887	0,4142	0,9678	0,9519	0,9681	0,9540	0,2203	0,2114	0,2203	0,2124	0,9289	0,9125	0,9288	0,9148	1
CITRA 47	0,3142	0,4411	0,3003	0,4631	0,9711	0,9601	0,9724	0,9572	0,2617	0,2508	0,2609	0,2533	0,9196	0,9026	0,9194	0,9058	1
CITRA 48	0,4132	0,5543	0,4285	0,6470	0,9634	0,9472	0,9621	0,9425	0,1483	0,1390	0,1478	0,1398	0,8903	0,8676	0,8875	0,8678	1

CITRA 49	0,3981	0,5111	0,3981	0,5913	0,9649	0,9486	0,9650	0,9477	0,1895	0,1795	0,1898	0,1795	0,8907	0,8687	0,8907	0,8692	1
CITRA 50	0,2644	0,3399	0,2809	0,4019	0,9720	0,9585	0,9702	0,9572	0,1915	0,1805	0,1894	0,1793	0,9178	0,8985	0,9135	0,8955	1
CITRA 51	0,3200	0,4433	0,3244	0,4706	0,9624	0,9442	0,9620	0,9446	0,2131	0,2021	0,2120	0,2026	0,9163	0,8977	0,9146	0,8991	1
CITRA 52	0,2825	0,4066	0,2912	0,4058	0,9611	0,9437	0,9599	0,9439	0,1790	0,1679	0,1778	0,1684	0,9048	0,8828	0,9014	0,8835	1
CITRA 53	0,3100	0,4490	0,3251	0,4568	0,9685	0,9533	0,9671	0,9536	0,1897	0,1781	0,1878	0,1793	0,9058	0,8841	0,9019	0,8866	1
CITRA 54	0,3100	0,4433	0,3039	0,4426	0,9727	0,9608	0,9733	0,9609	0,2241	0,2130	0,2232	0,2149	0,9151	0,8969	0,9140	0,8998	1
CITRA 55	0,3333	0,4499	0,3267	0,4736	0,9662	0,9501	0,9669	0,9517	0,1899	0,1776	0,1903	0,1793	0,8996	0,8766	0,8999	0,8797	1
CITRA 56	0,2580	0,3366	0,2487	0,3658	0,9683	0,9573	0,9695	0,9549	0,2549	0,2429	0,2512	0,2438	0,9227	0,9057	0,9190	0,9054	1
CITRA 57	0,2390	0,3366	0,2373	0,3591	0,9798	0,9707	0,9800	0,9696	0,2431	0,2313	0,2394	0,2303	0,9412	0,9254	0,9369	0,9235	1
CITRA 58	0,3311	0,4700	0,3012	0,4514	0,9731	0,9616	0,9755	0,9631	0,1803	0,1700	0,1820	0,1705	0,9011	0,8807	0,9039	0,8829	1
CITRA 59	0,2859	0,4233	0,3025	0,4255	0,9661	0,9496	0,9642	0,9493	0,2041	0,1923	0,2026	0,1952	0,9178	0,8971	0,9134	0,9009	1
CITRA 60	0,2240	0,2440	0,2120	0,3123	0,9525	0,9375	0,9551	0,9336	0,2285	0,2173	0,2281	0,2159	0,9177	0,9013	0,9191	0,8991	1
CITRA 61	0,3280	0,4450	0,3390	0,5063	0,9710	0,9568	0,9699	0,9549	0,2020	0,1905	0,2004	0,1898	0,9142	0,8940	0,9111	0,8919	1
CITRA 62	0,3290	0,4480	0,3390	0,4999	0,9702	0,9548	0,9694	0,9546	0,2217	0,2091	0,2204	0,2098	0,9174	0,8956	0,9144	0,8976	1
CITRA 63	0,3110	0,4470	0,3050	0,4628	0,9747	0,9627	0,9752	0,9623	0,2158	0,2061	0,2177	0,2074	0,9274	0,9127	0,9299	0,9132	1
CITRA 64	0,2620	0,3320	0,2510	0,3922	0,9770	0,9673	0,9780	0,9655	0,2875	0,2801	0,2895	0,2789	0,9420	0,9324	0,9446	0,9305	1
CITRA 65	0,2920	0,4400	0,2920	0,4213	0,9625	0,9446	0,9624	0,9458	0,1532	0,1446	0,1525	0,1444	0,9129	0,8931	0,9113	0,8935	1

CITRA 66	0,2858	0,2984	0,4248	0,9577	0,9393	0,9559	0,9369	0,1642	0,1546	0,1630	0,1543	0,9084	0,8884	0,9060	0,8874	1	
CITRA 67	0,3183	0,4444	0,3219	0,4691	0,9732	0,9615	0,9729	0,9603	0,2217	0,2103	0,2193	0,2102	0,9156	0,8970	0,9120	0,8971	1
CITRA 68	0,4011	0,5088	0,4159	0,5796	0,9594	0,9412	0,9580	0,9411	0,1475	0,1385	0,1458	0,1382	0,8763	0,8529	0,8712	0,8526	1
CITRA 69	0,3319	0,4065	0,3434	0,4837	0,9684	0,9535	0,9673	0,9537	0,1812	0,1709	0,1800	0,1719	0,8965	0,8755	0,8935	0,8776	1
CITRA 70	0,2366	0,3333	0,2264	0,3346	0,9767	0,9671	0,9777	0,9669	0,2770	0,2663	0,2778	0,2683	0,9333	0,9188	0,9349	0,9216	1
CITRA 71	0,3491	0,4229	0,3654	0,5323	0,9594	0,9427	0,9576	0,9380	0,1592	0,1497	0,1574	0,1487	0,8923	0,8710	0,8875	0,8673	1
CITRA 72	0,3333	0,4049	0,3323	0,4860	0,9634	0,9488	0,9636	0,9464	0,1922	0,1815	0,1901	0,1799	0,8978	0,8776	0,8951	0,8747	1

Keterangan: Derajat awal 0° 45° 90° 135° nilai Contrast dilanjutkan dengan, Correlation, Energy dan Homogeneity



## LAMPIRAN B

### DATA EKSTRAKSI CIRI GLCM NORMAL

	0 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>	90 <sup>0</sup>	135 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>	90 <sup>0</sup>	135 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>	90 <sup>0</sup>	135 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	45 <sup>0</sup>	90 <sup>0</sup>	135 <sup>0</sup>	T
CITRA 73	0,2974	0,4149	0,2931	0,4266	0,9702	0,9582	0,9706	0,9570	0,1877	0,1790	0,1853	0,1787	0,9169	0,9002	0,9131	0,8998	2
CITRA 74	0,2222	0,3312	0,2189	0,2879	0,9628	0,9445	0,9634	0,9518	0,1769	0,1695	0,1762	0,1697	0,9206	0,9028	0,9194	0,9053	2
CITRA 75	0,3044	0,4404	0,3608	0,5019	0,9602	0,9422	0,9528	0,9341	0,1379	0,1303	0,1369	0,1303	0,9002	0,8801	0,8950	0,8778	2
CITRA 76	0,3440	0,5269	0,3705	0,4837	0,9584	0,9361	0,9553	0,9414	0,1644	0,1546	0,1623	0,1564	0,8936	0,8704	0,8881	0,8761	2
CITRA 77	0,3220	0,4385	0,3285	0,4729	0,9543	0,9371	0,9531	0,9322	0,1894	0,1799	0,1893	0,1795	0,8983	0,8801	0,8966	0,8780	2
CITRA 78	0,3128	0,4653	0,3209	0,4453	0,9604	0,9408	0,9593	0,9434	0,1658	0,1579	0,1652	0,1582	0,9059	0,8887	0,9042	0,8891	2
CITRA 79	0,3059	0,5055	0,3596	0,5284	0,9508	0,9318	0,9517	0,9287	0,1611	0,1523	0,1614	0,1525	0,8882	0,8689	0,8885	0,8687	2
CITRA 80	0,5013	0,7489	0,5264	0,7335	0,9453	0,9179	0,9426	0,9196	0,1263	0,1180	0,1251	0,1186	0,8625	0,8363	0,8592	0,8396	2
CITRA 81	0,3089	0,4423	0,2940	0,4103	0,9654	0,9502	0,9670	0,9538	0,1917	0,1822	0,1917	0,1831	0,9042	0,8854	0,9051	0,8876	2
CITRA 82	0,2075	0,3120	0,2742	0,3861	0,9675	0,9546	0,9667	0,9529	0,2309	0,2233	0,2297	0,2215	0,9126	0,8982	0,9107	0,8954	2
CITRA 83	0,2982	0,4315	0,3054	0,4460	0,9711	0,9580	0,9704	0,9566	0,1962	0,1868	0,1952	0,1877	0,9189	0,9018	0,9172	0,9035	2
CITRA 84	0,3173	0,4648	0,3446	0,4782	0,9661	0,9501	0,9632	0,9486	0,1838	0,1739	0,1815	0,1738	0,9023	0,8822	0,8968	0,8818	2
CITRA 85	0,3110	0,4362	0,3156	0,4703	0,9749	0,9621	0,9745	0,9618	0,2248	0,2146	0,2226	0,2137	0,9287	0,9119	0,9254	0,9115	2
CITRA 86	0,2440	0,3505	0,2421	0,3503	0,9732	0,9613	0,9734	0,9613	0,1957	0,1873	0,1955	0,1877	0,9226	0,9066	0,9218	0,9075	2
CITRA 87	0,1232	0,2239	0,1608	0,2542	0,9811	0,9755	0,9824	0,9721	0,2236	0,2159	0,2223	0,2141	0,9495	0,9383	0,9486	0,9351	2
CITRA 88	0,2502	0,3364	0,2401	0,3506	0,9603	0,9433	0,9619	0,9442	0,1870	0,1795	0,1864	0,1805	0,9370	0,9223	0,9363	0,9235	2
CITRA 89	0,2735	0,4060	0,2737	0,4083	0,9711	0,9569	0,9711	0,9567	0,1895	0,1815	0,1884	0,1820	0,9453	0,9319	0,9442	0,9329	2
CITRA 90	0,3204	0,4829	0,3377	0,4795	0,9637	0,9451	0,9618	0,9455	0,1618	0,1523	0,1600	0,1532	0,9142	0,8934	0,9099	0,8954	2
CITRA 91	0,3045	0,4482	0,3330	0,5147	0,9673	0,9512	0,9655	0,9496	0,1593	0,1515	0,1584	0,1512	0,9175	0,8999	0,9148	0,8993	2
CITRA 92	0,3477	0,5110	0,3508	0,5194	0,9643	0,9473	0,9639	0,9464	0,1931	0,1849	0,1920	0,1846	0,9167	0,8997	0,9143	0,8991	2
CITRA 93	0,3499	0,5091	0,3506	0,5156	0,9656	0,9497	0,9655	0,9490	0,1768	0,1685	0,1765	0,1682	0,9090	0,8929	0,9089	0,8917	2
CITRA 94	0,2435	0,3624	0,2477	0,3379	0,9684	0,9527	0,9678	0,9559	0,1742	0,1640	0,1719	0,1651	0,9192	0,8981	0,9154	0,9021	2
CITRA 95	0,3070	0,5204	0,3840	0,5751	0,9663	0,9520	0,9648	0,9470	0,1648	0,1546	0,1632	0,1545	0,8938	0,8728	0,8882	0,8694	2

CITRA 96	0,2522	0,3322	0,2452	0,3417	0,9544	0,9380	0,9557	0,9381	0,1722	0,1633	0,1705	0,1620	0,9090	0,8903	0,9066	0,8903	2
CITRA 97	0,2878	0,4083	0,2789	0,4148	0,9731	0,9616	0,9739	0,9610	0,2324	0,2227	0,2334	0,2224	0,9225	0,9068	0,9230	0,9068	2
CITRA 98	0,1928	0,2268	0,1928	0,2815	0,9746	0,9646	0,9754	0,9640	0,2959	0,2869	0,2945	0,2878	0,9440	0,9323	0,9432	0,9336	2
CITRA 99	0,3344	0,4849	0,3344	0,4887	0,9768	0,9652	0,9764	0,9650	0,2577	0,2449	0,2567	0,2477	0,9160	0,8961	0,9137	0,8992	2
CITRA 100	0,2640	0,4030	0,2694	0,4171	0,9818	0,9721	0,9815	0,9711	0,3796	0,3721	0,3791	0,3713	0,9465	0,9360	0,9459	0,9351	2
CITRA 101	0,3620	0,5106	0,3509	0,4968	0,9497	0,9263	0,9514	0,9310	0,1562	0,1471	0,1554	0,1479	0,8966	0,8742	0,8958	0,8776	2
CITRA 102	0,2950	0,3432	0,2604	0,3749	0,9618	0,9485	0,9610	0,9437	0,1880	0,1788	0,1869	0,1769	0,9038	0,8861	0,9017	0,8804	2
CITRA 103	0,2679	0,3649	0,2649	0,3850	0,9688	0,9555	0,9679	0,9531	0,2214	0,2110	0,2179	0,2106	0,9237	0,9077	0,9193	0,9050	2
CITRA 104	0,3300	0,4706	0,3383	0,4853	0,9679	0,9541	0,9672	0,9527	0,2051	0,1940	0,2030	0,1936	0,9019	0,8819	0,8980	0,8808	2
CITRA 105	0,2349	0,3351	0,2674	0,4021	0,9785	0,9674	0,9775	0,9660	0,2786	0,2704	0,2779	0,2701	0,9515	0,9406	0,9504	0,9397	2
CITRA 106	0,2683	0,4019	0,2732	0,3847	0,9618	0,9424	0,9610	0,9449	0,2275	0,2177	0,2260	0,2167	0,9282	0,9111	0,9238	0,9092	2
CITRA 107	0,2950	0,4051	0,2748	0,4071	0,9764	0,9638	0,9756	0,9637	0,2140	0,2062	0,2142	0,2072	0,9512	0,9395	0,9512	0,9407	2
CITRA 108	0,2050	0,2832	0,2017	0,2714	0,9670	0,9543	0,9675	0,9562	0,1757	0,1674	0,1738	0,1675	0,9234	0,9076	0,9209	0,9084	2
CITRA 109	0,1921	0,2620	0,1988	0,2735	0,9718	0,9613	0,9708	0,9596	0,1991	0,1886	0,1972	0,1894	0,9283	0,9115	0,9254	0,9123	2
CITRA 110	0,2211	0,3387	0,2561	0,3789	0,9770	0,9648	0,9766	0,9652	0,2503	0,2420	0,2505	0,2402	0,9469	0,9353	0,9475	0,9332	2
CITRA 111	0,2116	0,3378	0,2187	0,3495	0,9801	0,9699	0,9794	0,9669	0,3803	0,3748	0,3816	0,3745	0,9640	0,9567	0,9652	0,9557	2
CITRA 112	0,3377	0,4835	0,3443	0,4936	0,9388	0,9123	0,9376	0,9104	0,1815	0,1725	0,1788	0,1724	0,8995	0,8773	0,8930	0,8772	2
CITRA 113	0,3097	0,4406	0,3008	0,4514	0,9758	0,9654	0,9765	0,9646	0,2257	0,2178	0,2260	0,2187	0,9286	0,9164	0,9295	0,9177	2
CITRA 114	0,3053	0,4422	0,3085	0,4636	0,9746	0,9632	0,9744	0,9614	0,1879	0,1785	0,1879	0,1792	0,9229	0,9051	0,9215	0,9055	2
CITRA 115	0,2813	0,4341	0,2902	0,4404	0,9751	0,9627	0,9752	0,9621	0,2447	0,2326	0,2430	0,2339	0,9304	0,9119	0,9283	0,9142	2
CITRA 116	0,1668	0,2213	0,1663	0,2259	0,9784	0,9712	0,9785	0,9706	0,2188	0,2121	0,2180	0,2112	0,9411	0,9317	0,9413	0,9309	2
CITRA 117	0,2291	0,3347	0,2366	0,3494	0,9759	0,9667	0,9751	0,9630	0,2546	0,2441	0,2536	0,2429	0,9356	0,9225	0,9343	0,9202	2
CITRA 118	0,3932	0,5388	0,3884	0,5798	0,9517	0,9336	0,9523	0,9285	0,1754	0,1650	0,1747	0,1651	0,8748	0,8513	0,8729	0,8514	2
CITRA 119	0,3999	0,5488	0,3969	0,5956	0,9598	0,9432	0,9591	0,9383	0,1606	0,1528	0,1604	0,1517	0,8942	0,8767	0,8934	0,8727	2
CITRA 120	0,2040	0,3021	0,2239	0,3105	0,9725	0,9592	0,9698	0,9581	0,1712	0,1649	0,1704	0,1654	0,9429	0,9306	0,9413	0,9306	2

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Diarang mengutip atau menyalin seluruh atau sebagian dari karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
  2. Diarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## LAMPIRAN C

### DATA NORMALISASI EKSTRAKSI CIRI GLCM DIABETIC RETINOPHATY

Mean	CONTRAST	CORRELATION	ENERGY	HOMOGENEITY	KELAS
CITRA 1	0,3512	0,9558	0,1749	0,8946	1
CITRA 2	0,3592	0,9642	0,1864	0,9149	1
CITRA 3	0,2902	0,9541	0,2047	0,9100	1
CITRA 4	0,4378	0,9346	0,1735	0,8885	1
CITRA 5	0,3722	0,9371	0,1966	0,8979	1
CITRA 6	0,2385	0,9622	0,2315	0,9424	1
CITRA 7	0,2546	0,9639	0,2407	0,9325	1
CITRA 8	0,2439	0,9590	0,1977	0,9225	1
CITRA 9	0,2317	0,9660	0,2061	0,9243	1
CITRA 10	0,2832	0,9458	0,1959	0,9045	1
CITRA 11	0,3522	0,9486	0,1732	0,8886	1
CITRA 12	0,2952	0,9599	0,1779	0,9147	1
CITRA 13	0,3360	0,9570	0,1699	0,9120	1
CITRA 14	0,4728	0,9516	0,1606	0,8779	1
CITRA 15	0,4283	0,9651	0,1515	0,8921	1
CITRA 16	0,3616	0,9646	0,1994	0,9102	1
CITRA 17	0,3913	0,9635	0,2912	0,9124	1
CITRA 18	0,4167	0,9546	0,1729	0,8862	1
CITRA 19	0,4119	0,9526	0,1807	0,8954	1
CITRA 20	0,4159	0,9622	0,2123	0,9048	1
CITRA 21	0,3919	0,9668	0,2263	0,9171	1
CITRA 22	0,2370	0,9637	0,2158	0,9221	1
CITRA 23	0,3491	0,9567	0,1788	0,9087	1
CITRA 24	0,2518	0,9529	0,2739	0,9173	1
CITRA 25	0,3935	0,9643	0,1654	0,8925	1
CITRA 26	0,3120	0,9646	0,1882	0,9013	1
CITRA 27	0,2901	0,9787	0,2888	0,9408	1
CITRA 28	0,2691	0,9652	0,2189	0,9243	1
CITRA 29	0,3520	0,9720	0,2265	0,9331	1
CITRA 30	0,3042	0,9673	0,2066	0,9325	1
CITRA 31	0,3227	0,9624	0,2175	0,9190	1
CITRA 32	0,3937	0,9702	0,2012	0,9206	1
CITRA 33	0,2652	0,9684	0,2849	0,9507	1
CITRA 34	0,4387	0,9463	0,1495	0,8856	1
CITRA 35	0,2851	0,9744	0,2774	0,9394	1
CITRA 36	0,3422	0,9546	0,1712	0,9026	1
CITRA 37	0,2740	0,9531	0,2274	0,9156	1
CITRA 38	0,3733	0,9582	0,1648	0,8903	1
CITRA 39	0,3944	0,9568	0,1748	0,8829	1



© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Di larang untuk disalin, menduplikasi, atau menyalin sebagian atau seluruhnya tanpa izin dari penerbit.

a. Untuk keperluan penelitian, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Untuk keperluan pendidikan dan pelatihan.

2. Di larang mengutipkan dan memperbanyak sebagian atau seluruhnya karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

0,3182	0,9729	0,2003	0,9146	1
0,3962	0,9675	0,1992	0,8996	1
0,3920	0,9606	0,1505	0,8931	1
0,3264	0,9609	0,1668	0,9164	1
0,3445	0,9717	0,2452	0,9399	1
0,3974	0,9545	0,2097	0,9001	1
0,3568	0,9604	0,2161	0,9213	1
0,3773	0,9652	0,2567	0,9119	1
0,5208	0,9538	0,1437	0,8783	1
0,4924	0,9566	0,1846	0,8798	1
0,3342	0,9644	0,1852	0,9063	1
0,3973	0,9533	0,2074	0,9069	1
0,3466	0,9521	0,1733	0,8931	1
0,3879	0,9606	0,1838	0,8946	1
0,3751	0,9669	0,2188	0,9065	1
0,4057	0,9587	0,1843	0,8890	1
0,3047	0,9625	0,2482	0,9132	1
0,2957	0,9750	0,2360	0,9318	1
0,3884	0,9684	0,1757	0,8922	1
0,3593	0,9573	0,1986	0,9073	1
0,2606	0,9447	0,2225	0,9093	1
0,4149	0,9631	0,1957	0,9028	1
0,4168	0,9622	0,2153	0,9063	1
0,3844	0,9687	0,2117	0,9208	1
0,3196	0,9720	0,2840	0,9374	1
0,3591	0,9538	0,1487	0,9027	1
0,3545	0,9474	0,1590	0,8975	1
0,3910	0,9670	0,2154	0,9054	1
0,4940	0,9499	0,1425	0,8632	1
0,4113	0,9607	0,1760	0,8858	1
0,2827	0,9721	0,2724	0,9272	1
0,4348	0,9494	0,1537	0,8796	1
0,4042	0,9555	0,1859	0,8863	1

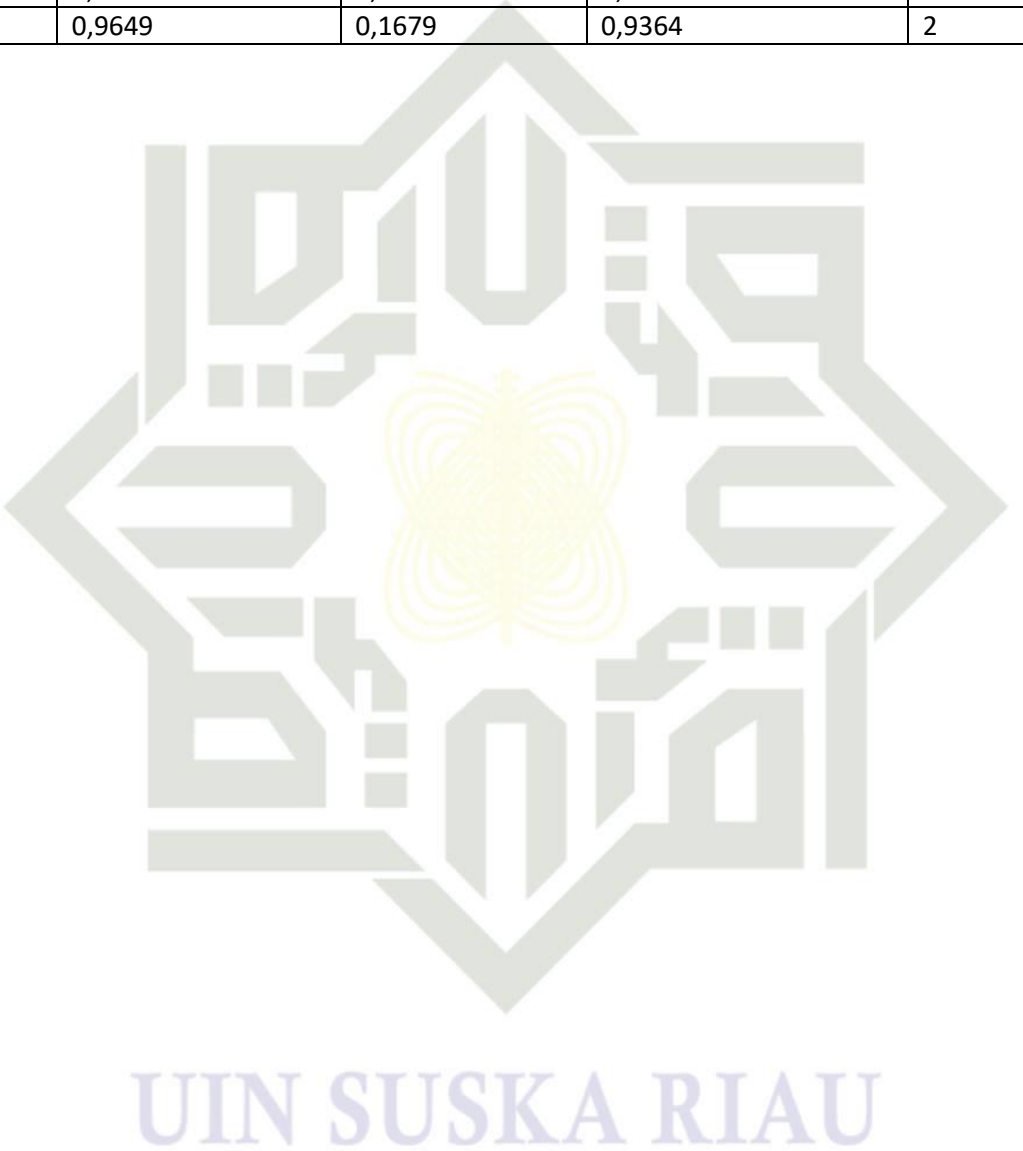
Hak Cipta Dilindungi:  
 1. Diarang mengutip  
 a. Pengutipan han  
 b. Pengutipan tida  
 2. Diarang mengumumk  
 dan memperbanyak  
 atau seluruh kary  
 tulis tir dalam bentuk  
 apapun tanpa izin UIN  
 Suska Riau.

## LAMPIRAN D

### DATA NORMALISASI EKSTRAKSI CIRI GLCM RETINA NORMAL

Mean	CONTRAST	CORRELATION	ENERGY	HOMOGENEITY	KELAS
CITRA 73	0,3580	0,9640	0,1827	0,9075	2
CITRA 74	0,2650	0,9556	0,1731	0,9120	2
CITRA 75	0,4018	0,9473	0,1338	0,8883	2
CITRA 76	0,4314	0,9478	0,1594	0,8820	2
CITRA 77	0,3900	0,9442	0,1845	0,8883	2
CITRA 78	0,3861	0,9510	0,1618	0,8970	2
CITRA 79	0,4398	0,9407	0,1568	0,8786	2
CITRA 80	0,6275	0,9314	0,1220	0,8494	2
CITRA 81	0,3639	0,9591	0,1872	0,8956	2
CITRA 82	0,3249	0,9604	0,2263	0,9042	2
CITRA 83	0,3703	0,9640	0,1915	0,9103	2
CITRA 84	0,4012	0,9570	0,1783	0,8908	2
CITRA 85	0,3907	0,9683	0,2189	0,9194	2
CITRA 86	0,2967	0,9673	0,1915	0,9146	2
CITRA 87	0,2030	0,9778	0,2190	0,9429	2
CITRA 88	0,2993	0,9524	0,1833	0,9297	2
CITRA 89	0,3404	0,9640	0,1854	0,9386	2
CITRA 90	0,4051	0,9540	0,1568	0,9032	2
CITRA 91	0,4251	0,9584	0,1551	0,9079	2
CITRA 92	0,4323	0,9555	0,1887	0,9074	2
CITRA 93	0,4313	0,9574	0,1725	0,9006	2
CITRA 94	0,2979	0,9612	0,1688	0,9087	2
CITRA 95	0,4616	0,9575	0,1593	0,8811	2
CITRA 96	0,2954	0,9465	0,1670	0,8991	2
CITRA 97	0,3474	0,9674	0,2277	0,9148	2
CITRA 98	0,2377	0,9696	0,2913	0,9383	2
CITRA 99	0,4075	0,9709	0,2518	0,9062	2
CITRA 100	0,3385	0,9766	0,3755	0,9409	2
CITRA 101	0,4353	0,9396	0,1516	0,8860	2
CITRA 102	0,3085	0,9538	0,1827	0,8930	2
CITRA 103	0,3181	0,9613	0,2152	0,9139	2
CITRA 104	0,4061	0,9605	0,1989	0,8907	2
CITRA 105	0,3274	0,9724	0,2742	0,9455	2
CITRA 106	0,3320	0,9525	0,2219	0,9181	2
CITRA 107	0,3384	0,9699	0,2104	0,9456	2
CITRA 108	0,2404	0,9612	0,1711	0,9151	2
CITRA 109	0,2316	0,9659	0,1936	0,9194	2
CITRA 110	0,3177	0,9709	0,2458	0,9407	2
CITRA 111	0,2744	0,9741	0,3778	0,9604	2





0,4148	0,9248	0,1763	0,8868	2
0,3756	0,9706	0,2221	0,9231	2
0,3802	0,9684	0,1834	0,9138	2
0,3640	0,9688	0,2386	0,9212	2
0,1951	0,9747	0,2150	0,9363	2
0,2824	0,9702	0,2488	0,9281	2
0,4751	0,9415	0,1700	0,8626	2
0,4828	0,9501	0,1564	0,8842	2
0,2601	0,9649	0,1679	0,9364	2

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Di larang untuk menyalin, menduplikasi, atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Untuk keperluan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Untuk tujuan komersial atau dengan cara lain yang melanggar kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Di larang mengutamakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## LAMPIRAN E DATA EKSTRAKSI LBP DAN NORMALISASINYA

NO	MEAN LBP	NORMALISASI	KELAS
CITRA 1	17,5921	0,5641	1
CITRA 2	16,6460	0,5246	1
CITRA 3	14,7962	0,4473	1
CITRA 4	21,9621	0,7466	1
CITRA 5	17,2873	0,5514	1
CITRA 6	18,4616	0,6004	1
CITRA 7	13,0148	0,3729	1
CITRA 8	21,6384	0,7331	1
CITRA 9	19,6814	0,6514	1
CITRA 10	10,8458	0,2823	1
CITRA 11	8,6001	0,1886	1
CITRA 12	20,6893	0,6935	1
CITRA 13	21,3813	0,7224	1
CITRA 14	10,6509	0,2742	1
CITRA 15	11,4818	0,3089	1
CITRA 16	13,3681	0,3877	1
CITRA 17	12,6491	0,3577	1
CITRA 18	20,7040	0,6941	1
CITRA 19	22,5121	0,7696	1
CITRA 20	15,6644	0,4836	1
CITRA 21	21,6283	0,7327	1
CITRA 22	15,7796	0,4884	1
CITRA 23	13,5986	0,3973	1
CITRA 24	12,8536	0,3662	1
CITRA 25	20,4571	0,6838	1
CITRA 26	17,0050	0,5396	1
CITRA 27	12,3417	0,3448	1
CITRA 28	9,6955	0,2343	1
CITRA 29	15,5273	0,4779	1
CITRA 30	16,0744	0,5007	1
CITRA 31	17,2272	0,5489	1
CITRA 32	16,1908	0,5056	1
CITRA 33	6,1692	0,0870	1
CITRA 34	10,7315	0,2776	1
CITRA 35	8,9468	0,2030	1
CITRA 36	9,1105	0,2099	1
CITRA 37	11,1820	0,2964	1
CITRA 38	8,8827	0,2004	1
CITRA 39	5,8785	0,0749	1

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

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

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

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

CITRA 40	6,9846	0,1211	1
CITRA 41	23,4241	0,8077	1
CITRA 42	20,7054	0,6941	1
CITRA 43	18,2793	0,5928	1
CITRA 44	20,3683	0,6801	1
CITRA 45	10,4558	0,2661	1
CITRA 46	12,3400	0,3447	1
CITRA 47	17,2339	0,5491	1
CITRA 48	14,1193	0,4191	1
CITRA 49	5,7637	0,0701	1
CITRA 50	11,9131	0,3269	1
CITRA 51	12,1522	0,3369	1
CITRA 52	20,8683	0,7009	1
CITRA 53	16,4349	0,5158	1
CITRA 54	13,2960	0,3847	1
CITRA 55	16,7716	0,5298	1
CITRA 56	17,1859	0,5471	1
CITRA 57	16,6183	0,5234	1
CITRA 58	11,8252	0,3232	1
CITRA 59	15,0413	0,4576	1
CITRA 60	9,1503	0,2115	1
CITRA 61	12,5957	0,3554	1
CITRA 62	14,8799	0,4508	1
CITRA 63	19,6479	0,6500	1
CITRA 64	13,6982	0,4015	1
CITRA 65	14,2110	0,4229	1
CITRA 66	9,4545	0,2242	1
CITRA 67	7,1912	0,1297	1
CITRA 68	20,0289	0,6659	1
CITRA 69	20,6801	0,6931	1
CITRA 70	23,4057	0,8069	1
CITRA 71	15,8690	0,4921	1
CITRA 72	8,7694	0,1956	1
CITRA 73	15,1161	0,4607	2
CITRA 74	17,7020	0,5687	2
CITRA 75	17,1041	0,5437	2
CITRA 76	14,1511	0,4204	2
CITRA 77	5,4566	0,0573	2
CITRA 78	7,3866	0,1379	2
CITRA 79	24,6420	0,8585	2
CITRA 80	20,7038	0,6941	2
CITRA 81	19,6814	0,6514	2
CITRA 82	21,7362	0,7372	2
CITRA 83	23,5801	0,8142	2
CITRA 84	21,0040	0,7066	2
CITRA 85	19,6623	0,6506	2

**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.

CITRA 86	10,6509	0,2742	2
CITRA 87	23,5524	0,8130	2
CITRA 88	25,7860	0,9063	2
CITRA 89	18,3454	0,5956	2
CITRA 90	17,9614	0,5795	2
CITRA 91	14,4784	0,4341	2
CITRA 92	11,1592	0,2954	2
CITRA 93	12,2942	0,3428	2
CITRA 94	8,3582	0,1784	2
CITRA 95	18,6480	0,6082	2
CITRA 96	5,7524	0,0696	2
CITRA 97	17,7414	0,5703	2
CITRA 98	17,0050	0,5396	2
CITRA 99	12,3417	0,3448	2
CITRA 100	13,8530	0,4079	2
CITRA 101	15,7006	0,4851	2
CITRA 102	16,0744	0,5007	2
CITRA 103	9,5393	0,2278	2
CITRA 104	8,9688	0,2039	2
CITRA 105	6,1592	0,0866	2
CITRA 106	8,0513	0,1656	2
CITRA 107	22,9585	0,7882	2
CITRA 108	21,5833	0,7308	2
CITRA 109	13,8356	0,4072	2
CITRA 110	13,1947	0,3804	2
CITRA 111	4,4267	0,0142	2
CITRA 112	4,0856	0	2
CITRA 113	17,4305	0,5574	2
CITRA 114	12,8204	0,3648	2
CITRA 115	5,1023	0,0425	2
CITRA 116	4,8760	0,0330	2
CITRA 117	28,0290	1	2
CITRA 118	9,3180	0,2185	2
CITRA 119	10,0944	0,2510	2
CITRA 120	10,5269	0,2690	2

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.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### Informasi Personal



Nama : Muhammad Fajar Teguh Putra  
Tempat Tanggal Lahir : Pekanbaru, 06 Mei 1995  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Tinggi Badan : 165 cm  
Berat Badan : 70 kg  
Anak Ke : 3 dari 3 Bersaudara  
Kebangsaan : Indonesia  
Agama : Islam

Alamat : Jl. HR Soebrantas Perumahan Asta Karya Regency  
No Hp : 0853-2260-8597  
Email : muhammad.fajar.teguh@student.uin-suska.ac.id

### Riwayat Pendidikan

Tahun 2001-2007 : SDN 013 Pematang Reba, Indragiri Hulu  
Tahun 2007-2010 : SMPN 05 Pekanheran, Indragiri Hulu  
Tahun 2010-2013 : SMAN 1 Rengat Barat, Indragiri Hulu