

**KLASIFIKASI FITUR *DIABETIC RETINOPATHY* MENGGUNAKAN  
*FUZZY C-MEANS***

**SKRIPSI**

Oleh:  
**AHMAD FAZRI**  
**NIM. 07650028**



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2013**

**KLASIFIKASI FITUR *DIABETIC RETINOPATHY* MENGGUNAKAN  
*FUZZY C-MEANS***

**SKRIPSI**

Diajukan Kepada:  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Oleh:  
**AHMAD FAZRI**  
**NIM. 07650028**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2013**

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**KLASIFIKASI FITUR *DIABETIC RETINOPATHY* MENGGUNAKAN  
*FUZZY C-MEANS***

**SKRIPSI**

**Oleh:**

Nama : Ahmad Fazri  
NIM : 07650028  
Jurusan : Teknik Informatika  
Fakultas : Sains dan Teknologi

**Telah Disetujui, 12 Januari 2013**

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**MUHAMMAD FAISAL, M.T**  
NIP. 197405102005011007

**M. IMAMUDIN, LC, M.A**  
NIP. 197406022009011010

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

**Ririen Kusumawati, M.Kom.**  
NIP. 197203092005012002

**HALAMAN PENGESAHAN**

**KLASIFIKASI FITUR *DIABETIC RETINOPATHY* MENGGUNAKAN  
*FUZZY C-MEANS***

**SKRIPSI**

Oleh:

**Ahmad Fazri  
NIM. 07650028**

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Skripsi dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Informatika (S.Kom)

**Tanggal, 12 Januari 2013**

**Susunan Dewan Penguji:**

**Tanda Tangan**

- |                       |   |     |
|-----------------------|---|-----|
| 1. Penguji Utama      | : Totok Chamidy, M.Kom<br>NIP. 196912222006041001 | ( ) |
| 2. Ketua Penguji      | : Suhartono, M.Kom<br>NIP. 196805192003121001     | ( ) |
| 3. Sekretaris Penguji | : Muhammad Faisal, M.T<br>NIP. 197405102005011007 | ( ) |
| 4. Anggota Penguji    | : M. Imamudin, Lc. M.A<br>NIP. 197406022009011010 | ( ) |

Mengetahui dan Mengesahkan  
Ketua Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

**Ririen Kusumawati, M.Kom**  
**NIP. 197203092005012002**

## *PERSEMBAHAN*

### *The Almighty and the Prophet*

Segala puji bagi Allah SWT, memohon pertolongan dan ampunan kepada-Nya. Segala Puji syukur kepada Allah atas limpahan rahmat serta hidayah-Nya. Kepada Rosulullah Muhammad SAW yang telah menjadi panutan bagi seluruh umat manusia.

### *A GREAT PARENT*

Terimakasih kepada Bapak dan Ibu yang memberikan kasih sayang yang sangat luar biasa, dukungan, doa, kerja keras serta kesabarannya. Semoga Allah membalas semua yang telah engkau berikan, dan mengangkat derajat engkau.

### *LOVELY FAMILY*

Kak Laila, Aulia terimakasih atas semua dukungan selama ini baik materi dan doanya, kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini semoga Allah membalas semua amal baik kakak dan adik.

### *Friends*

Terimakasih kepada teman-teman seperjuangan Alvian, Cahyo, Fariz, teman-teman Asisten SIG, teman-teman seperjuangan Musyrif/ah Mahad Sunan Ampel Al-Ali, khususnya teman kamar ku Maz Faruq, Indra, Umar, Nawawi, dan terima kasih kepada sahabat terbaik ku Muji Rahayu yang telah banyak membantu hanya Allah lah yang mampu membalas segala kebaikan mu serta teman-teman TI 2007 atas semua kerja samanya dalam bahu-membahu mencari ilmu. Semoga apa yang kita harapkan dapat diberkahi Allah dan dapat terkabul semuanya.

## MOTTO

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿١﴾ فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ ﴿٧﴾ وَإِلَىٰ رَبِّكَ فَارْغَب ﴿٨﴾

*“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Dan kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap ”*  
(Q.S. Al-Insyiroh: 6-8)

*“After the difficulty sure there must be easy,  
So don't be easy to despair”*

**PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Fazri

NIM : 07650028

Jurusan : Teknik Informatika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : *KLASIFIKASI FITUR DIABETIC RETINOPATHY  
MENGUNAKAN FUZZY C-MEANS*

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 12 Januari 2013  
Yang membuat pernyataan,

Ahmad Fazri  
NIM. 07650028

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Tiada ucapan yang lebih utama selain syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Sempurna, Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat, rahmat, karunia serta hidayah-Nya dari segala arah, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang sekaligus penulisan skripsi ini dengan baik.

Selanjutnya penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah meringankan, menuntun, memapah langkah penulis. Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Suprayogo, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Drs. Sutiman B. Sumitro, SU.,DSc, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Ririen Kusumawati, M.Kom selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim sekaligus dosen wali yang telah banyak membimbing penulis selama studi di kampus ini.
4. Muhammad Faisal, M.T, sebagai pembimbing I dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Atas bimbingan, arahan, saran, motivasi dan

kesabarannya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik, penulis sampaikan terima kasih

5. M. Imamudin, Lc. M.A, sebagai pembimbing II dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini. Atas bimbingan dan sarannya penulis sampaikan terima kasih
6. Seluruh dosen Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, yang telah mendidik, membimbing, mengajarkan dan mencurahkan ilmu-ilmunya kepada penulis. Semoga Allah membalas amal kebajikannya.
7. Kepada program Messidor selaku mitra program riset *diabetic retinopathy* yang telah memberikan kontribusi berupa penyediaan data penelitian yang penulis ambil dari database Messidor dengan alamat <http://messidor.crihan.fr>

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, Oleh karena itu penulis mengharap saran dan kritik dari semua pihak guna kesempurnaan dan kebaikan skripsi ini. Akhirnya semoga skripsi ini menjadi khasanah kepustakaan baru yang akan memberi celah manfaat bagi semua pihak. *Amin YaRabbalAlamin.*

*Wassalamu'alaikumWr. Wb.*

Malang, 12 Januari 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGAJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Batasan Masalah.....	8
1.4 Tujuan Penelitian.....	8
1.5 Manfaat Penelitian.....	8
1.6 Metode Penelitian.....	9
1.7 Sistematika Penulisan.....	9
<b>BAB 11 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>10</b>
2.1 Penelitian yang telah dilakukan .....	10
2.2 Pengenalan Mata .....	11
2.3 Anatomi Mata .....	12
2.4 Pengantar Diabetes.....	15

2.5 <i>Diabetic Retinopathy</i> .....	16
2.6 Pengolahan Citra .....	21
2.7 Operasi Pengolahan Citra.....	22
2.8 Lingkungan Kerja Matlab .....	25
2.8.1 Beberapa Bagian dari Window Matlab.....	25
2.8.1.2 Getting Help .....	26
2.8.1.3 Interrupting dan Terminating dalam Matlab.....	26
2.8.2 Variabel Pada Matlab .....	27
2.8.2.1 Matriks.....	27
2.8.3 Operator .....	28
2.8.4 Fungsi Matematika Lainnya .....	29
2.8.5 M-File .....	30
2.9 <i>Fuzzy C-Means</i> .....	30
2.10 Pentingnya Mendeteksi Suatu Penyakit dalam Islam .....	33
a. Pandangan Islam Pada Penyakit .....	33
b. Pengobatan Penyakit dalam Islam.....	34
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>37</b>
3.1 Lingkungan Perancangan Perangkat Keras.....	37
3.2 Lingkungan Perancangan Perangkat Lunak.....	38
3.3 Deskripsi Sistem .....	39
3.4 Desain Sistem.....	41
3.4.1 Desain Data Sistem.....	41
3.4.2 Desain Proses Sistem.....	42
1. Input Image .....	44
2. <i>Pre-processing</i> .....	44
a. Konversi Citra RGB Menjadi HIS.....	45
b. Menghilangkan Pembuluh Darah.....	46
b. Pendeteksian Awal Exudate .....	47
3. Klasifikasi Fitur <i>Diabetic Retinopathy</i> .....	48

3.4.3 Perancangan Antar Muka .....	51
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>53</b>
4.1 Lingkungan Implementasi.....	53
4.2 Penjelasan Program.....	54
4.2.1 Proses Menampilkan Halaman Utama .....	54
4.2.2 Proses Input Citra .....	56
4.2.3 Proses <i>Preprocessing</i> .....	58
4.2.4 Proses Klasifikasi Fitur <i>Diabetic Retinopathy</i> .....	59
4.2.5 Proses Tampil Hasil.....	60
4.3 Uji Coba .....	64
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>70</b>
5.1 Kesimpulan .....	70
5.2 Saran.....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>71</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>74</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Operator Aritmatika Dua Operand.....	29
Tabel 4.1 Lingkungan Uji Coba.....	54
Tabel 4.2 Tabel perbandingan hasil deteksi <i>diabetic retinopathy</i> pada klasifikasi manual dan klasifikasi program .....	65



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Struktur Mata dan Fundus Retina Normal .....	1
Gambar 1.2 Bentuk Fundus Tidak Normal akibat terinfeksi <i>Diabetic Retinopathy Microneurisyism &amp; Haemorrhages</i> .....	2
Gambar 2.1 Anatomi Mata.....	13
Gambar 2.2 Alat Funduscopi <i>Topcon TRC NW6 non-mydratic retinograph</i> ...	17
Gambar 2.3 <i>Haemorrhage</i> pada penderita <i>diabetic retinopathy</i> .....	19
Gambar 2.4 <i>Soft Exudate</i> pada penderita <i>diabetic retinopathy</i> .....	19
Gambar 2.5 <i>Hard Exudate</i> pada penderita <i>diabetic retinopathy</i> .....	20
Gambar 2.6 Retina yang terkena <i>cotton wool</i> .....	21
Gambar 2.7 Tampilan Matlab versi 7.0 .....	26
Gambar 2.8 Contoh Gambar M-File .....	30
Gambar 2.9 Ilustrasi <i>Fuzzy C-Means</i> .....	31
Gambar 3.1 Alur Proses Fitur Klasifikasi <i>Diabetic Retnopathy</i> .....	40
Gambar 3.2 Diagram blok proses <i>preprocessing</i> dan Klasifikasi fitur <i>Diabetic Retinopathy</i> dengan menggunakan metode <i>Fuzzy C-Means</i> .....	43
Gambar 3.3 Citra Digital Fundus Mata Berwarna .....	45
Gambar 3.4 Diagram Alir Proses <i>Preprocessing</i> .....	44
Gambar 3.5 Ilustrasi Gambar Sebelum (kiri) dan Sesudah (kanan) Operasi <i>Closing</i> .....	47
Gambar 3.6 Ilustrasi <i>Fuzzy C-Means</i> .....	49
Gambar 3.7 Antar Muka Perangkat Lunak .....	52
Gambar 4.1 Tampilan Form Halaman Utama.....	55
Gambar 4.2 Proses Input Citra .....	56
Gambar 4.3 Citra Input RGB (a) dan HSI (b).....	59
Gambar 4.4 Tampilan Hasil pada Form Utama .....	60

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Tabel Hasil Klasifikasi Program .....



## ABSTRAK

Fazri, Ahmad 2013. 07650028 **KLASIFIKASI FITUR *DIABETIC RETINOPATHY* MENGGUNAKAN *FUZZY C-MEANS***. Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.  
Pembimbing: (I) Muhammad Faisal, M.T, (II) M. Imamudin, Lc. M.A

---

**Kata Kunci:** Klasifikasi, *Diabetic Retinopathy*, *Fuzzy C-Means*

Diabetes mellitus adalah istilah kedokteran untuk sebutan penyakit yang dikenal dengan nama penyakit gula. Penyakit ini diketahui dapat menimbulkan berbagai komplikasi pada mata dan yang paling sering adalah kelainan retina *diabetic retinopathy*.

Salah satu tanda awal adanya *diabetic retinopathy* adalah munculnya *microaneurysms*. *Microaneurysms* muncul karena melemahnya dinding terkecil dari vessel atau pembuluh darah. Luka yang terjadi pada vessel menyebabkan terbentuknya exudate yaitu suatu titik yang terlihat berwarna kekuning-kuningan di sekitar retina.

Aplikasi klasifikasi citra retina digital untuk membantu pengklasifikasian *diabetic retinopathy* adalah sistem yang dibuat untuk melakukan klasifikasi terhadap citra retina sehingga citra yang dihasilkan layak digunakan sebagai masukan pada sistem identifikasi *diabetic retinopathy*.

Pada penelitian ini operasi pre processing meliputi peningkatan kontras citra dan menghilangkan pembuluh darah. Sedangkan metode klasifikasi yang dipakai adalah metode *fuzzy c-means*.

Pengujian dilakukan dengan data sampel yang diambil dari basis data Messidor dengan alamat <http://messidor.crihan.fr> dan dihitung ketepatannya dengan membandingkan hasil penandaan manual dan citra hasil klasifikasi program.

## المستخلص

فزري، أحمد. 2013. 07650028. تصنيف ميزة ديابتيك ريتنوباتي ( DIABETIC RETINOPATHY) باستخدام FUZZY C-MEANS. قسم الهندسة الإعلامية. كلية العلوم والتكنولوجيا. جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانق. المشرف (1) محمد فيصال الماجستير، و(2) محمد إمام الدين الماجستير.

الكلمات المفتاحية : تصنيف، Fuzzy C-Means، Diabetic Retinopathy

كان السكري مصطلحا خاص في مجال الطب وهو يعنى داء يسببه السكريات. يمكن هذا الداء أن يؤدي إلى تعقيد العين وإلى شذوذ شبكية العين (*diabetic retinopathy*). ومن ملامتها ظهور ميكروانيورسيسم (*microaneurysms*)، وهي تظهر بسبب ضعف الحائط الصغير من الأوعية الدموية. فالجرح في الأوعية الدموية يؤدي إلى الانضاح وهو نقطة صفراء حول شبكية العين.

يقصد البرنامج في تصنيف صورة شبكية العين الآلي لمساعدة تصنيف *diabetic retinopathy*، وهو نظام يوضع لتصنيف صورة شبكية العين حتى تصلح الصورة المنتجة أن تكون مقترحة في نظام تحديد *diabetic retinopathy*. ( في هذا البحث تحتوي على ترقية مدى تباين الصورة *pre processing* إن العملية القبلية ) fuzzy c-means وإزالة الأوعية الدموية. وأما طريقة التصنيف التي استخدمها الباحث وهي طريقة يعنون الموقع Messidor. جرت الاختبار بعينة مأخوذة من مصدر البيانات means وتحصى مدى صدقها وفعاليتها بمقارنة نتائج التعيين <http://messidor.crihan.fr> التقليدي وصورة نتائج تصنيف البرنامج.

## ABSTRAK

Fazri, Ahmad. 2013. 07650028. Classification of Diabetic Retinopathy Fiture through Fuzzy C-Means. Department of Engineering, Faculty of Technology and Science, State Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisors (1) Muhammad Faisal, M.T, (II) M. Imamuddin, Lc, M.A

---

---

**Key Words: Classification, Diabetic Retinopathy, Fuzzy C-Means**

Diabetes mellitus is a medical term for an illness caused by sugar. It causes complex illness such as eyes, a different function on retina, that is called as dibeteic retinopathy. It is initially signed by the presence of microaneursysms. Such illness happens due to the weakening of vessel wall. The hurt on vessel wall affect the exudate formation that is a yellow spot on the core of retina.

The application of digital retina image classification to help diabetic classification is a system formed to do the classification on retina citra to enable retina citra as the entry on diebetic retinopathy identification system.

In this research, pre-processing operation covers the enhancement of citra contrast and deletion of vessel. Additionally, it uses Fuzzy C-Means method.

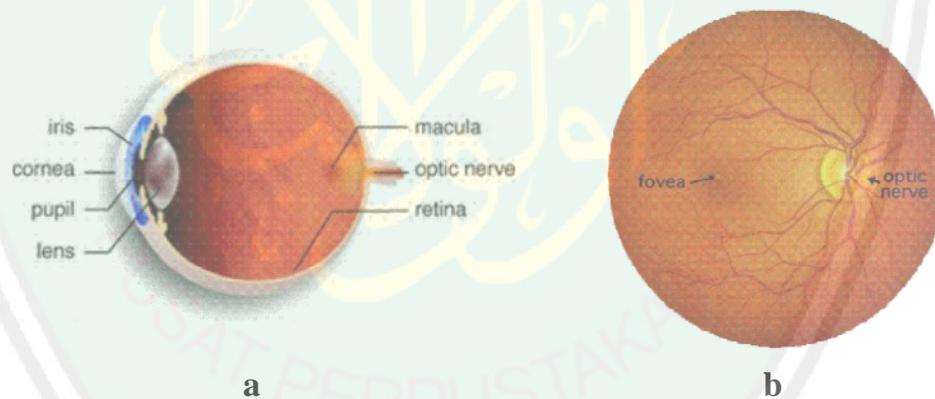
This research uses messidor data taken from <http://messidor.crihan.fr> and further counts the speed by comparing the result of manual signification and citra classification program.

## BAB I PENDAHULUAN

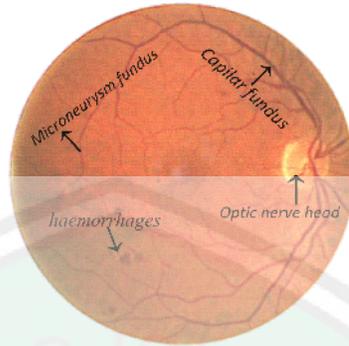
### 1.1 Latar Belakang

Selama ini orang awam mengenal tersumbatnya pembuluh darah hanya terjadi pada pembuluh darah di otak (stroke). Padahal kondisi ini bisa juga terjadi pada pembuluh darah mata. Salah satu penyebab penyumbatan pembuluh darah mata adalah penyakit diabetes mellitus yang dikenal sebagai penyakit *diabetic retinopathy*.

Gambar 1.1 menunjukkan bentuk visual mata normal dengan pembuluh darah mata (*retinal vasculature*) dan pembuluh darah kecil yang sempurna.



Gambar 1. 1 (a) Struktur Mata. (b) Foto Digital Fundus Retina Normal



**Gambar 1.2 Bentuk Fundus Tidak Normal akibat terinfeksi *Diabetic Retinopathy Microneurysm & Haemorrhages***

Keterangan pada gambar 1.2 menunjukkan adanya kerusakan pembuluh darah mata kecil yang terindikasi sebagai penyakit *diabetic retinopathy* pada golongan *haemorrhage*.

Salah satu tanda awal adanya *diabetic retinopathy* adalah munculnya *microaneurysm*. *Microneurysm* muncul karena melemahnya dinding terkecil dari *vessel*. Luka yang terjadi pada *vessel* menyebabkan terbentuknya *exudates* yaitu suatu titik yang terlihat berwarna kekuning-kuningan disekitar retina. Gejala yang dapat ditemui dapat berupa: kesulitan membaca, penglihatan kabur, penglihatan tiba-tiba menurun pada satu mata, melihat lingkaran-lingkaran cahaya, melihat bintik gelap dan cahaya berkedip (Iqbal dkk,2006). Gejala ini terjadi karena ada rembesan darah retina yang mengenai lensa mata.

*Diabetic Retinopathy* digolongkan menjadi tiga jenis: yaitu *Background Diabetic Retinopathy* (BDR), *Proliferate Diabetic Retinopathy* (PDR) and *Severe Diabetic Retinopathy* (SDR). Tahap *Background Diabetic Retinopathy* arteri di retina melemah dan mengalami kebocoran kecil, seperti titik *haemorrhages*.

Bocornya *vessel* mendorong terjadinya pembengkakan atau *eudema* retina dan mengurangi ketajaman penglihatan. Tahap *Proliferae Diabetic Retinopathy*, adanya masalah sirkulasi peredaran kekurangan oksigen atau *ischemic. vessels* membesar untuk menjaga peredaran oksigen di retina. Peristiwa ini disebut *neovascularisation* dan selanjutnya akan terlihat exudates mulai *soft exudates* sampai *hard exudates* Tahap *Severe Diabetic Retinopathy* berlanjutnya pertumbuhan *vessel* secara abnormal sehingga menyebabkan permasalahan serius seperti retina *detachment*, glaukoma dan penglihatan berangsur-angsur menjadi buram. Pada tahapan inilah mulai terlihat bercak-bercak putih pada mata yaitu *cotton wool* (Iqbal dkk,2006).

Perkembangan teknologi *image processing* hingga saat ini terus diperluas dengan tujuan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaannya. *Image processing* itu sendiri merupakan salah satu jenis teknologi untuk menyelesaikan masalah mengenai pemrosesan gambar. Dalam *image processing* gambar yang ada diolah sedemikian rupa sehingga gambar tersebut lebih mudah untuk diproses.(Usman, 2005:4).

Diabetic Retinopathy adalah kelainan retina (*retinopathy*) yang ditemukan pada penderita diabetes mellitus. *Retinopathy* akibat diabetes mellitus lama berupa aneurismata, melebarnya vena, pendarahan dan eksudat lemak. *Diabetic Retinopathy* merupakan penyulitan diabetes yang paling penting. Beberapa faktor yang memicu penyakit ini diantaranya adalah pola makan yang berlebihan dan melebihi jumlah kadar kalori yang dibutuhkan oleh tubuh sehingga dapat memacu timbulnya diabetes militus. Selain itu konsumsi makan yang berlebihan dan tidak

diimbangi dengan sekresi insulin dalam jumlah yang memadai dapat menyebabkan kadar gula dalam darah meningkat. Sebenarnya Allah telah memperingatkan hambanya agar makan dan minum tidak berlebihan sebagaimana firman Allah dalam al-quran surat al-A'raf:

وَكُلُوا وَاشْرَبُوا وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ﴿٦٩﴾

“Makan serta minumlah, dan janganlah berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebih-lebihan”.(Q.S. 7:31)

Penggalan akhir ayat ini merupakan salah satu prinsip yang diletakkan agama menyangkut kesehatan dan diakui pula oleh para ilmuwan terlepas apapun pandangan hidup atau pandangan agama mereka.

Perintah makan dan minum tidak berlebih-lebihan, yakni tidak melampaui batas, merupakan tuntunan, yang harus disesuaikan dengan kondisi setiap orang. Atas dasar itu, penggalan ayat ini mengajarkan sikap proporsional dalam makan dan minum.

Dalam konteks berlebih-lebihan ditemukan pesan Nabi saw:

: :

( )

“Dari Miqdad bin Ma’di Karib: Tidak ada wadah yang dipenuhi dengan manusia lebih buruk dari perut. Cukuplah bagi putra-putri Adam beberapa suap yang dapat menegakkan tubuhnya. Kalaupun harus (memenuhi perut), maka

*hendaklah sepertiga untuk makannya, sepertiga untuk minumannya dan sepertiga untuk pernafasannya* (HR.at-Tarmidzi, Ibn Majah dan Ibn Hibban melalui Miqdam Ibn Ma'dikarib). (Sumber : M. Quraish Shihab, 2003: 72)

Dan di ayat yang lain Allah menegaskan dalam al-Qur'an surat (QS. Al-Maidah 5: 32)

وَمَنْ أَحْيَاهَا فَكَأَنَّمَا أَحْيَا النَّاسَ جَمِيعًا ۗ وَلَقَدْ جَاءَتْهُمْ رُسُلُنَا بِالْبَيِّنَاتِ ثُمَّ إِنَّ كَثِيرًا مِّنْهُمْ بَعَدَ ذَلِكَ فِي الْأَرْضِ لَمُسْرِفُونَ ﴿٣٢﴾

Artinya: *“Barangsiapa yang memelihara kehidupan seorang manusia, Maka seolah-olah Dia telah memelihara kehidupan manusia semuanya. dan Sesungguhnya telah datang kepada mereka Rasul-rasul Kami dengan (membawa) keterangan-keterangan yang jelas, kemudian banyak diantara mereka sesudah itu sungguh-sungguh melampaui batas dalam berbuat kerusakan dimuka bumi”*.

*Dan barang siapa yang memelihara kehidupan manusia, misalnya dengan menyelamatkan nyawa seseorang dari penyakit atau dari suatu bencana, atau membela seseorang yang dapat terbunuh secara aniaya maka seolah-olah dia telah memelihara kehidupan manusia semuanya. Dan sesungguhnya telah datang kepada mereka para rasul Kami dengan membawa keterangan-keterangan yang jelas, yang membuktikan kebenaran para rasul itu dan kebenaran petunjuk-petunjuk itu. Namun demikian, kemudian sesungguhnya banyak di antara mereka sesudah itu sungguh-sungguh telah membudaya pada dirinya sikap dan perilaku melampaui batas dalam berbuat kerusakan di muka bumi.*

Thabathaba'i menguraikan persamaan itu antara lain dengan menyatakan bahwa setiap manusia menyandang dalam dirinya nilai kemanusiaan, yang merupakan nilai yang disandang oleh seluruh manusia. Seorang manusia bersama manusia lain adalah perantara lahirnya manusia-manusia lain bahkan seluruh manusia. Manusia diharapkan hidup untuk waktu yang telah ditetapkan Allah, antara lain untuk melanjutkan jenis manusia seluruhnya. Membunuh seseorang – yang berfungsi seperti yang dijelaskan di atas – adalah bagaikan membunuh semua manusia, yang keberadaannya ditetapkan Allah demi kelangsungan hidup jenis manusia. (Sumber: Moh Quraish Shihab, 2001: 187).

Menghidupkan disini bukan saja yang berarti “memelihara kehidupan”, tetapi juga dapat mencakup upaya memperpanjang harapan hidup dengan cara apapun yang tidak melanggar hukum. Demikian suatu contoh, bagaimana ayat-ayat Al-Qur'an dipahami dalam konteks peristiwa paling mutakhir dalam bidang kesehatan. (Sumber: Moh Quraish Shihab, 2001: 187)

Dengan demikian diperlukan penerapan sistem komputerisasi untuk mengelola, suatu sistem pada ilmu kedokteran sebagai sebuah solusi untuk mengaplikasikan ayat-ayat Al-Quran yang telah di paparkan diatas dalam menyelamatkan manusia dari bahaya penyakit. Selain itu, Penerapan program ini bertujuan agar dapat meningkatkan kewaspadaan masyarakat terhadap penyakit mata dengan penempatan lebih baik/tepat dengan sistem berbasis cerdas dalam mengontrol penyakit serta memberikan data informasi yang lebih lengkap dengan model visualisasi yang akan memberikan kemudahan bagi antarmuka pemakai

dalam melakukan operasional program. Penerapan aplikasi ini sangat bermanfaat bagi pengelola data-data pasien dengan klasifikasi penyakit yang diderita.

Algoritma *Fuzzy C-Means* merupakan salah satu metode dari algoritma *fuzzy clustering* atau suatu teknik pengelusteran data yang keberadaan tiap-tiap data dalam suatu cluster ditentukan oleh nilai keanggotaan. Teknik ini pertama kali diperkenalkan oleh Jim Bezdek pada tahun 1981 (Kusumadewi dan Purnomo, 2004:83). Algoritma *Fuzzy C-Means* mempunyai karakteristik yang sederhana, mudah dipahami dan diimplementasikan dalam sebuah program, sehingga pada saat ini *Fuzzy C-Means* banyak diterapkan dalam pengambilan sebuah keputusan.

Berangkat dari permasalahan-permasalahan di atas, maka peneliti memandang perlu untuk melakukan penelitian dalam memecahkan permasalahan tersebut serta melakukan pengkajian tentang masalah-masalah tersebut untuk kemudian dihadirkan suatu bentuk solusi dari permasalahan yang terjadi. Hal inilah yang kemudian mengilhami peneliti untuk mengadakan penelitian dengan judul "KLASIFIKASI FITUR *DIABETIC RETINOPATHY* MENGGUNAKAN *FUZZY C-MEANS*".

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diungkapkan, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana mengklasifikasi penyakit *diabetic retinopathy* sesuai dengan tingkat stadiumnya?

### 1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih sistematis dan terarah, ditentukan batasan masalah sebagai berikut:

1. Citra yang digunakan adalah citra fundus mata.
2. Proses pendeteksian diimplementasikan dengan MATLAB.
3. Penyakit mata yang diidentifikasi adalah *diabetic retinopathy*
4. Format citra yang digunakan berupa format TIFF

### 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menampilkan klasifikasi grade *diabetic retinopathy*.

### 1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan kontribusi bagi perkembangan pengolahan citra digital medis khususnya klasifikasi citra fundus pada *diabetic retinopathy*.
2. Membantu ahli ophthalmologist dalam mengklasifikasi fitur citra fundus sesuai dengan jenis kerusakan pada *diabetic retinopathy*.

### 1.6 Metode Penelitian

Metodologi pengumpulan data penelitian dalam skripsi ini adalah :

1. Library research yaitu suatu cara penelitian dan pengumpulan data teoritis dari berbagai literatur yang mendukung penyusunan tugas akhir.
2. Studi eksperimen yaitu melakukan perancangan sistem pengklasifikasian penyakit Diabetic Retinopathy.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Untuk memberikan gambaran dan kerangka yang jelas mengenai pokok bahasan dalam setiap bab dalam penelitian ini maka diperlukan sistematika pembahasan. Berikut gambaran sistematika pembahasan pada masing-masing bab:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan metodologi penelitian tugas akhir ini.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menjelaskan konsep dan teori dasar yang mendukung penulisan tugas akhir ini.

### **BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN APLIKASI**

Bab ini menjelaskan mengenai analisis dan perancangan Aplikasi Klasifikasi fitur *Diabetic Retinopathy* Menggunakan Fuzzy C-Means.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Meliputi hasil yang dicapai dari perancangan sistem dan implementasi program sehingga dapat ditarik suatu kesimpulan.

### **BAB V PENUTUP**

Berisi kesimpulan dan saran berdasarkan hasil yang telah dicapai sehingga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi pihak-pihak yang berkepentingan serta kemungkinan pengembangannya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian yang telah dilakukan

(Viranee Thongnuch dkk, 2006) dalam penelitiannya menggunakan transformasi Hough lingkaran untuk mendeteksi *optic disk* pada citra fundus dengan kontras rendah. Penelitian ini berhasil mendeteksi optic disk dengan akurasi 81,7% dibandingkan dengan deteksi manual oleh ahli mata. Pada penelitian kedua (Viranee Thongnuch dkk, 2007) diaplikasikan metode yang lain untuk kasus yang sama. Pre-processing dilakukan dengan penyamaan histogram, penapisan menggunakan filter perata-rata, dan penghilangan pembuluh darah menggunakan operasi morfologi *closing*. Lokalisasi *Optic Disk* dengan mengoptimalkan operasi mathematical morfologi dan *connected labelling*. Dari penelitian ini dihasilkan akurasi 87,0%.

Dalam penelitian (Akara Sopharakdkk, 2008) diterapkan *pre-processing* pada citra HSI. *Optic disk* berbeda dengan fitur lain dari retina karena teksturnya yang halus. Untuk membedakannya dihitung entropi dari fungsi massa probabilitas intensitas piksel-piksel pada area lokal dari citra. Di sekitar piksel dengan tekstur yang kompleks entropinya tinggi, sedangkan untuk tekstur yang halus entropinya rendah. Selanjutnya dipilih komponen terkoneksi yang paling luas dan berbentuk lingkaran

Sementara itu (Philip S King, 2004) menerapkan pengklasteran Fuzzy untuk mendapatkan kontur awal *optic disk*, kemudian mendapatkan kontur final dari *optic disk* menggunakan *active contour*.

(J. David *et.al.* 2008) mendapatkan kandidat *optic disk* dengan penapisan menggunakan filter median kemudian operasi morfologi *closing* diikuti *opening* untuk menghilangkan pembuluh darah.

(Akara Sopharak dkk, 2008), terbatas melakukan penelitian tentang deteksi otomatis *exudates* dengan metode klasifikasi *Naive Bayes Classifier* tanpa meneliti tentang *cotton wool*.

Salah satu permasalahan utama sehingga terjadinya kesalahan-kesalahan pendeteksian yang disebutkan dalam penelitian tersebut adalah terdapatnya kesamaan pola antara *cotton wool* dan *exudates* dimana ada kesamaan pola dari beberapa fitur lainnya, seperti suatu titik yang terlihat berwarna kekuning-kuningan, dalam citra dalam format *gray-level*

## 2.2. Pengenalan Mata

Allah SWT. berfirman di dalam Alqur'an surat Al-Insaan/76 ayat 2 yang berbunyi:

إِنَّا خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ مِنْ نُطْفَةٍ أَمْشَاجٍ نَبْتَلِيهِ فَجَعَلْنَاهُ سَمِيعًا بَصِيرًا ﴿٢﴾

Artinya: “Sesungguhnya Kami telah menciptakan manusia dari setetes mani yang bercampur yang Kami hendak mengujinya (dengan perintah dan

larangan), karena itu Kami jadikan dia mendengar dan melihat.” (Qs. Al-Insaan/ 76: 2)

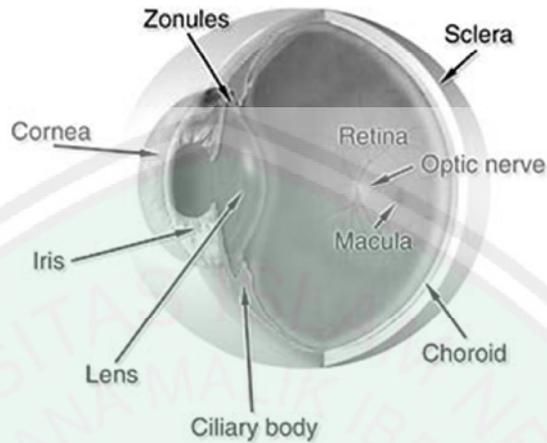
Dari ayat di atas dapat disimpulkan bahwa Allah menciptakan manusia beserta kemampuannya untuk mendengar dan melihat agar manusia senantiasa bertaqwa kepada-Nya. Secara tersirat ayat tersebut menyebutkan bahwa Allah menciptakan manusia lengkap dengan alat indra yang dimiliki. (Yusuf, 2009)

Di dalam ayat tersebut tertulis bahwa manusia memiliki kemampuan untuk melihat, dimana indera yang digunakan manusia untuk melihat adalah mata. Mata adalah organ yang kompleks yang terdiri dari banyak bagian. Penglihatan yang baik tergantung pada cara dimana bagian-bagian di dalam organ mata bekerja sama. Sebelum memahami tentang apa itu *diabetic retinopathy*, alangkah baiknya terlebih dahulu memahami tentang struktur mata dan bagaimana mata bekerja

### 2.3. Anatomi Mata

Untuk memudahkan pemahaman mengenai mata, prinsip kerja mata dapat di ibaratkan seperti sebuah kamera. Seperti halnya kamera, lensa bertugas untuk memfokuskan cahaya. Iris adalah bagian dari mata yang bertugas mengontrol jumlah cahaya yang masuk ke mata. Gambar yang dilihat (cahaya yang masuk) di tangkap oleh reseptor kemudian oleh saraf optik yang berfungsi seperti halnya kabel, mengirimkan informasi tersebut dari reseptor ke otak. ( Kyaw Thet, 2010 )

## Anatomi Mata



Gambar 2.1: Anatomi Mata

a. Sclera

Sclera adalah lapisan pelindung berwarna putih yang melapisi bola mata. Sclera berfungsi untuk melindungi bola mata dari serangan apapun baik dari sisi luar atau dalam mata.

b. Iris

Iris bertugas mengontrol tingkat cahaya di dalam mata, mirip dengan aperture pada kamera dengan pelebaran atau kontraksi. pada saat terang, iris akan menyempit untuk membatasi agar cahaya yang masuk ke dalam mata tidak terlalu banyak. Sebaliknya, iris akan melebar pada saat keadaan gelap.

c. Kornea

Kornea adalah bagian depan transparan dari mata yang menutupi iris dan pupil. Bersama dengan lensa kornea membias cahaya dan sebagai hasilnya membantu mata untuk fokus.

d. Lensa

Lensa mata memiliki bentuk transparan cembung ganda. Bersama dengan kornea, lensa membantu mata membiaskan cahaya agar dapat difokuskan ke retina. Tidak seperti kornea, kelengkungan lensa mata tidak tetap dan bervariasi, tergantung dari jarak fokus objek.

e. Pupil

Pupil terletak di pusat dari iris dan bertugas mengontrol jumlah cahaya yang memasuki mata.

f. Vitreous

Vitreous adalah gel bening yang mengisi ruang antara lensa dan retina dari bola mata manusia dan membantu menjaga retina dalam situasi apapun.

g. Koroid

Koroid terletak antara retina dan sclera. Koroid terdiri dari lapisan pembuluh darah yang memberi nutrisi di bagian belakang mata dan memasok darah ke retina.

h. Saraf Optik

Saraf optik adalah saraf yang bertugas untuk mentransmisikan informasi visual dari retina ke otak

i. Makula

Makula terletak kira-kira di tengah retina. Makula berbentuk kecil dan menjadi bagian yang sangat sensitif dari retina serta bertanggung jawab untuk merespon penglihatan secara detail

#### j. Retina

Retina berbentuk tipis dan sensitif terhadap cahaya, terletak di bagian belakang mata yang bertindak seperti film di kamera. Cahaya yang masuk ke mata harus benar-benar fokus ke retina, dan permukaan retina harus rata, halus, dan dalam keadaan baik agar menghasilkan gambar yang jelas. Dalam proyek ini penulis akan lebih memfokuskan penelitian pada bagian retina mata

### 2.4. Pengantar Diabetes

*Diabetes mellitus* adalah istilah kedokteran untuk sebutan penyakit yang dikenal dengan nama penyakit gula atau kencing manis. Istilah ini berasal dari bahasa Yunani. *Diabetes* artinya mengalir terus, *mellitus* berarti madu atau manis. Jadi, istilah ini menunjukkan tentang keadaan tubuh penderita, yaitu adanya cairan manis yang mengalir terus.

Diabetes mellitus merupakan sekumpulan gejala yang timbul pada seseorang yang ditandai dengan kadar glukosa darah melebihi nilai normal akibat tubuh kekurangan insulin. Penyakit ini bersifat kronis. Penderitanya pun dari semua lapisan umur serta tidak membedakan orang kaya atau miskin.

Penyakit diabetes mellitus yang sering juga disingkat dengan DM ini bisa timbul secara mendadak pada anak-anak dan orang dewasa muda. Pada orang yang telah berumur, penyakit ini sering muncul tanpa gejala dan kerap baru diketahui bila yang bersangkutan melakukan pemeriksaan kesehatan rutin. Gejala yang ditimbulkan adalah rasa haus, sering kencing, banyak makan tapi berat badan menurun, gatal-gatal, dan badan terasa lemas.

Apabila penyakit ini dibiarkan tidak terkendali atau penderita tidak menyadari penyakitnya maka bertahun-tahun kemudian akan timbul berbagai komplikasi kronis yang berakibat fatal. Penyakit jantung, terganggunya fungsi ginjal, kebutaan, pembedahan kaki yang kadang memerlukan amputasi, atau timbulnya impotensi yang sangat merisaukan, adalah beberapa kemungkinan komplikasi tersebut. ( Dalimartha, 2007: 3 )

Diabetes dapat mengganggu fungsi normal dari banyak bagian tubuh, termasuk pada mata. Diabetes bisa berpengaruh pada mata dengan berbagai keluhan, mulai dari penglihatan kabur untuk sementara, sampai keluhan yang lebih parah seperti *diabetic retinopathy* (kerusakan pada lapisan terdalam bola mata yang menerima rangsangan cahaya / pada retina). *Diabetic retinopathy* menjadi salah satu masalah utama yang sering terjadi pada penderita diabetes. (Bilous, 2003: 72)

### **2.5. Diabetic Retinopathy**

*Diabetic retinopathy* merupakan komplikasi pembuluh darah mikro pada penderita diabetes. *Diabetic retinopathy* ditandai dengan perubahan pada retina, meliputi perubahan diameter pembuluh darah, *microaneurysm*, hard exudate, cotton wool, haemorrhage dan tumbuhnya pembuluh darah baru.

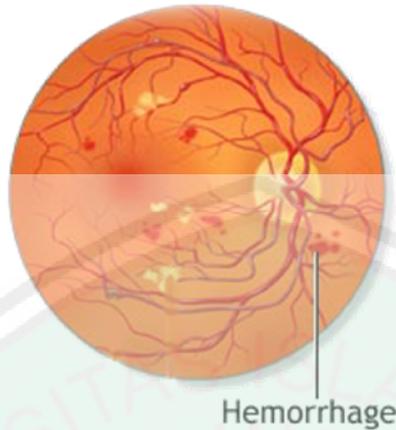


**Gambar 2.2 Alat Funduscopi *Topcon TRC NW6 non-mydriatic retinograph***

Desain optik dari kamera fundus ini didasarkan pada prinsip oftalmoskopi langsung. Sebuah kamera fundus memberikan gambar fundus tegak lurus diperbesar, sebuah kamera biasanya melihat 30 sampai 50 derajat dari daerah retina, dengan perbesaran 2.5 kali, dan memungkinkan pemodifikasian melalui zoom atau lensa tambahan 15 derajat yang memberikan 5 kali perbesaran sampai 140 derajat dengan lensa sudut lebar setengah dari gambar. Pengambilan gambar fundus mata dilakukan dengan kamera yang mirip seperti optalmoskop, Seketika tombol untuk pengambilan gambar ditekan, bayangan memotong jalur pada system pencahayaan yang mengizinkan cahaya dari lampu flash untuk masuk kedalam mata. Secara serempak bayangan jatuh didepan teleskop observasi, yang mengarahkan cahaya ke media penangkapan bayangan, apakah itu film atau CCD digital. Karena kecenderungan mata untuk menampung bayangan selama melihat melalui telescope, hal ini sangat penting bahwa vegence keluar sejajar dalam rangka untuk memfokuskan gambar yang akan dibentuk pada media penangkapan.

Pembuluh darah kapiler merupakan pembuluh darah yang sangat kecil, berbentuk seperti tabung yang sempit dengan diameter sekitar 5-10  $\mu\text{m}$ . Pembuluh darah ini memungkinkan terjadinya sirkulasi mikro yang melibatkan beberapa substansi termasuk air, oksigen ( $\text{O}_2$ ), karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), zat makanan, dan residu zat kimia antara pembuluh darah dan jaringan lunak di sekitarnya.

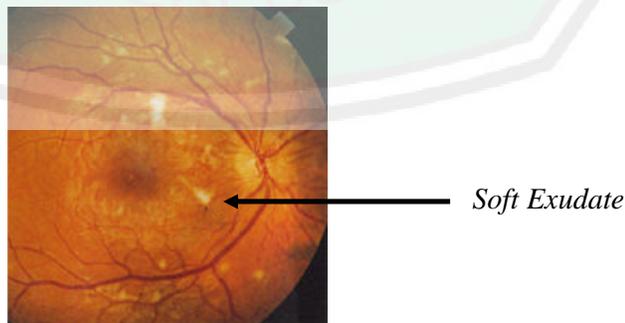
*Microaneurysm* merupakan titik merah kecil di antara pembuluh darah retina. Hal ini terjadi karena dinding pembuluh darah terkecil (*Microneurysm*) melemah kemudian pecah. Dalam beberapa kasus *microaneurysm* ini meledak menyebabkan *haemorrhage*. Seiring dengan kebocoran darah, lemak dan protein juga ikut keluar dari pembuluh darah titik terang kecil yang dinamakan *exudate*. Selanjutnya beberapa bagian dari retina menjadi isemik (kekurangan darah). Area isemik ini tampak pada retina sebagai gumpalan bulu halus berwarna putih yang dinamakan noda *cotton wool*. Sebagai tanggapan atas daerah isemik ini, muncullah pembuluh darah baru untuk menyuplai lebih banyak oksigen ke retina. Pembuluh darah baru ini dinamakan neovascularisation, beresiko lebih besar untuk pecah dan menyebabkan *haemorrhage* yang lebih luas. Keberadaan *Diabetic retinopathy* dapat dideteksi dengan menganalisis karakteristiknya pada retina.



**Gambar 2.3 haemorrhage pada penderita *diabetic retinopathy***

*haemorrhage* (lihat Gambar 2.3.) merupakan kerusakan akibat *diabetic retinopathy* berupa bercak-bercak merah darah akibat pecahnya *microneurysms*, kerusakan ini terus berlanjut dan semakin meluas bila tidak segera ditangani secara baik bisa mengakibatkan *exudates*.

Dari pemeriksaan visual, *exudates* tampak dengan bentuk yang berbeda dengan warna putih atau kekuning-kuningan dengan ukuran yang bermacam-macam. *Exudate* sering terlihat seperti lapisan dalam struktur besar mengelilingi cluster *microaneurysms*. Sebagian terlihat dalam berbagai ukuran, letak dan bentuk seperti ditunjukkan dalam Gambar 4. dan Gambar 5



**Gambar 2.4 *Soft Exudate* pada penderita *diabetic retinopathy***

*Soft exudate* (lihat Gambar 2.4) merupakan kerusakan akibat *diabetic retinopathy* berupa bercak-bercak putih kecil kekuning-kuningan, kerusakan ini terus berlanjut dan semakin meluas bila tidak segera ditangani secara baik bisa mengakibatkan *hard exudates*



**Gambar 2.5 Hard Exudate** pada penderita *diabetic retinopathy*

*Hard exudate* (lihat Gambar 2.5) merupakan kerusakan akibat *diabetic retinopathy* yang terlihat melebar dan membesar, kerusakan ini terus berlanjut bila tidak segera ditangani secara baik dan bisa mengakibatkan kondisi mata semakin parah dan bisa mengakitatnya muncul bercak-bercak putih seperti kapas yang disebut sebagai *cotton wool*



**Gambar 2.6 Retina yang terkena *cotton wool***

*Cotton wool* (lihat Gambar 2.6) merupakan kerusakan akibat *diabetic retinopathy* yang terlihat berupa bercak-bercak putih seperti kapas, kerusakan ini terus berlanjut bila tidak segera ditangani secara baik dan bisa mengakibatkan kondisi mata semakin parah dan bisa mengakitatnya kebutaan.

## 2.6. Pengolahan Citra

Secara harfiah, citra (*image*) adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continuu*) dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Sumber cahaya menerangi objek-objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manusia, kamera, *scanner*, dan sebagainya. Sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam. (Usman. 2005: 14).

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer, menjadi citra yang kualitasnya lebih baik. Perbaikan atau modifikasi

citra perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas penampakan atau untuk menonjolkan beberapa aspek informasi yang terkandung di dalam citra. Elemen di dalam citra perlu dikelompokkan, dicocokkan, atau diukur. Sebagian harus digabung dengan citra lain. ( Munir, 2004 : 3 )

## **2.7. Operasi Pengolahan Citra**

Operasi-operasi yang dilakukan dalam pengolahan citra banyak ragamnya. Namun, secara umum, pada pengolahan citra terdapat enam jenis operasi pengolahan, yaitu :

### **1. Peningkatan kualitas citra**

Jenis operasi ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra dengan cara memanipulasi parameter-parameter citra. Dengan operasi ini, ciri-ciri khusus yang terdapat di dalam citra lebih ditonjolkan. Contoh-contoh operasi peningkatan kualitas citra:

- a. Perbaiki kontras/gelap
- b. Perbaiki tepian objek (edge enhancement)
- c. Penajaman (sharpening)
- d. Pemberian warna semu (pseudocoloring)
- e. Penapisan derau (noise filtering)

### **2. Restorasi citra (image restoration)**

Operasi ini bertujuan menghilangkan atau meminimumkan cacat pada citra. Tujuan restorasi citra hampir sama dengan operasi peningkatan kualitas

citra. Bedanya, pada restorasi citra penyebab degradasi gambar diketahui. Contoh operasi restorasi citra:

1. Penghilangan kesamaran (debluring)
2. Penghilangan derau (noise)
3. Kompresi citra (image compression)

Jenis operasi ini dilakukan agar citra dapat direpresentasikan dalam bentuk yang lebih kompak sehingga memerlukan memori yang lebih sedikit. Hal penting yang harus diperhatikan dalam kompresi citra adalah citra yang telah dikompresikan harus tetap mempunyai kualitas gambar yang bagus. Contoh metode kompresi citra adalah metode JPEG. Misalkan citra kapal yang berukuran 258 kb. Hasil kompresi citra dengan metode JPEG dapat mereduksi ukuran citra semula sehingga menjadi 49kb saja.

4. Segmentasi citra (image segmentation)

Segmentasi citra merupakan suatu proses pengelompokan citra menjadi beberapa region berdasarkan kriteria tertentu. Berdasarkan pengertiannya, segmentasi memiliki tujuan menemukan karakteristik khusus yang dimiliki suatu citra. Oleh karena itulah, segmentasi sangat diperlukan pada proses pengenalan pola. Semakin baik kualitas segmentasi maka semakin baik pula kualitas pengenalan polanya.

Secara umum ada beberapa pendekatan yang banyak digunakan dalam proses segmentasi antara lain :

- a. Teknik threshold, yaitu pengelompokan citra sesuai dengan distribusi properti pixel penyusun citra.
- b. Teknik region-based, yaitu pengelompokkan citra kedalam region-region tertentu secara langsung berdasar persamaan karakteristik suatu area citranya.
- c. edge-based methods, yaitu pengelompokkan citra kedalam wilayah berbeda yang terpisahkan karena adanya perbedaan
- d. perubahan warna tepi dan warna dasar citra yang mendadak.

Pendekatan pertama dan kedua merupakan contoh kategori pemisahan image berdasarkan kemiripan area citra, sedangkan pendekatan ketiga merupakan salah satu contoh pemisahan daerah berdasarkan perubahan intensitas yang cepat terhadap suatu daerah

#### 5. Analisis citra (image analysis)

Jenis operasi ini bertujuan menghitung besaran kuantitatif dari citra untuk menghasilkan deskripsinya. Teknik analisis citra mengekstraksi ciri-ciri tertentu yang membantu dalam identifikasi objek. Proses segmentasi kadangkala diperlukan untuk melokalisasi objek yang diinginkan dari sekelilingnya.

Contoh operasi analisis citra:

Pendeteksian tepi objek (edge detection)

Ekstraksi batas (boundary)

Representasi daerah (region)

#### 6. Rekonstruksi citra (image reconstruction)

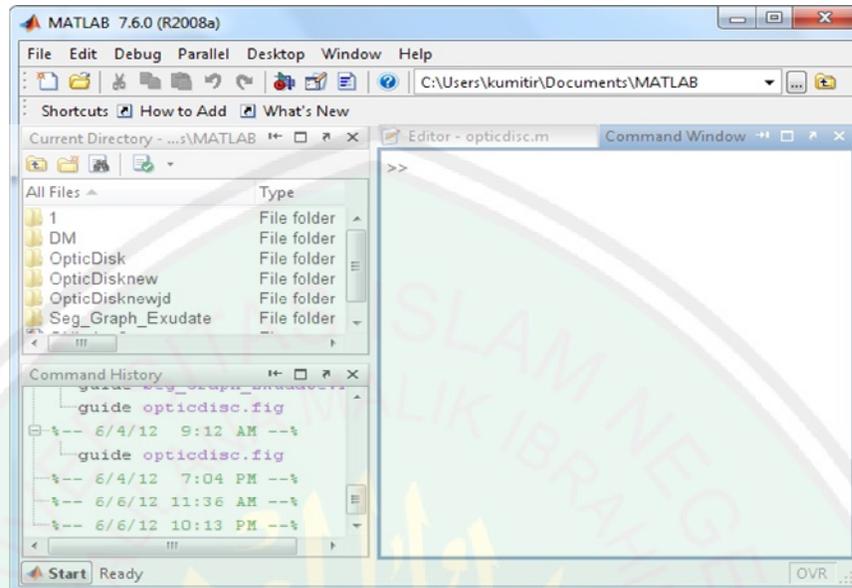
Jenis operasi ini bertujuan untuk membentuk ulang objek dari beberapa citra hasil proyeksi. Operasi rekonstruksi citra banyak digunakan dalam bidang medis. Misalnya beberapa foto rontgen dengan sinar X digunakan untuk membentuk ulang gambar organ tubuh.

## 2.8. Lingkungan Kerja Matlab

### 2.8.1. Beberapa Bagian Dari Window Matlab

- ❖ *Current Directory*: Window ini menampilkan isi dari direktori kerja saat menggunakan matlab. Kita dapat mengganti direktori ini sesuai dengan tempat direktori kerja yang diinginkan. Default dari alamat direktori berada dalam folder works tempat program files Matlab berada.
- ❖ *Command History*: Window ini berfungsi untuk menyimpan perintah-perintah apa saja yang sebelumnya dilakukan oleh pengguna terhadap matlab.
- ❖ *Command Window*: Window ini adalah window utama dari Matlab. Disini adalah tempat untuk menjalankan fungsi, mendeklarasikan variable, menjalankan proses-proses, serta melihat isi variable.
- ❖ *Workspace* : Workspace berfungsi untuk menampilkan seluruh variabel-variabel yang sedang aktif pada saat pemakaian matlab. Apabila variabel berupa data matriks berukuran besar maka user dapat melihat isi dari seluruh data dengan melakukan double klik pada variabel tersebut.

Gambar berikut menampilkan tampilan matlab versi 7.0



**Gambar 2.7 Tampilan Matlab versi 7.0**

(sumber : [www.elektronikabersama.web.id/2011/09/program-matlab.html](http://www.elektronikabersama.web.id/2011/09/program-matlab.html))

### 2.8.1.2 Getting Help

Matlab menyediakan fungsi help yang tidak berisikan tutorial lengkap mengenai Matlab dan segala keunggulannya. User dapat menjalankan fungsi ini dengan menekan tombol  pada toolbar atau menulis perintah 'helpwin' pada command window. Matlab juga menyediakan fungsi demos yang berisikan video tutorial matlab serta contoh-contoh program yang bisa dibuat dengan matlab

### 2.8.1.3 Interrupting dan Terminating dalam Matlab

Untuk menghentikan proses yang sedang berjalan pada matlab dapat dilakukan dengan menekan tombol **Ctrl-C**. Sedangkan untuk keluar dari matlab

dapat dilakukan dengan menuliskan perintah **exit** atau **quit** pada command window atau dengan menekan menu exit pada bagian menu file dari menu bar.

### 2.8.2 Variabel Pada Matlab

Matlab hanya memiliki dua jenis tipe data yaitu Numeric dan String. Dalam matlab setiap variabel akan disimpan dalam bentuk matrik. User dapat langsung menuliskan variabel baru tanpa harus mendeklarasikannya terlebih dahulu pada command window. Contoh pembuatan variabel pada matlab:

```
>> varA = 1000
varA =          1000

>> varB = [45 2 35 45]
varB =          45  2  35  45

>> varC = 'test variabel'
varC =te          test variabel
```

Penamaan variabel pada matlab bersifat caseSensitif karena itu perlu diperhatikan penggunaan huruf besar dan kecil pada penamaan variabel. Apabila terdapat variabel lama dengan nama yang sama maka matlab secara otomatis akan me-replace variabel lama tersebut dengan variabel baru yang dibuat user.

#### 2.8.2.1 Matriks

Dapat diasumsikan bahwa didalam matlab setiap data akan disimpan dalam bentuk matriks. Dalam membuat suatu data matriks pada matlab, setiap isi data harus dimulai dari kurung siku '[' dan diakhiri dengan kurung siku tutup ']'.

Untuk membuat variabel dengan data yang terdiri beberapa baris, gunakan tanda ‘titik koma’ (;) untuk memisahkan data tiap barisnya.

Contoh pembuatan data matriks pada matlab:

```
>> DataMatriks = [1 2 3;4 5 6]
DataMatriks =
     1     2     3
     4     5     6
```

Matlab menyediakan beberapa fungsi yang dapat kita gunakan untuk menghasilkan bentuk-bentuk matriks yang diinginkan. Fungsi-fungsi tersebut antara lain:

- zeros : untuk membuat matriks yang semua datanya bernilai 0
- ones : matriks yang semua datanya bernilai 1
- rand : matriks dengan data random dengan menggunakan distribusi uniform
- randn : matriks dengan data random dengan menggunakan distribusi normal
- eye : untuk menghasilkan matriks identitas

### 2.8.3 Operator

Operator adalah fungsi-fungsi untuk melakukan perhitungan pada matlab.

Beberapa penggunaan operator aritmatika antara dua operand (A dan B) ditunjukkan pada tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2.1 operator aritmatika dua operand

Operasi	Bentuk Aljabar	Bentuk Matlab	Contoh
Perkalian	$A \times B$	$A * B$	$5*3$
Pembagian	$A \div B$	$A \text{ \textbackslash } B$	$2\text{ \textbackslash }3$
Penambahan	$A + B$	$A + B$	$1+2$
Pengurangan	$A - B$	$A - B$	$4-3$
Eksponensial	$A^B$	$A \wedge B$	$4\wedge 3$

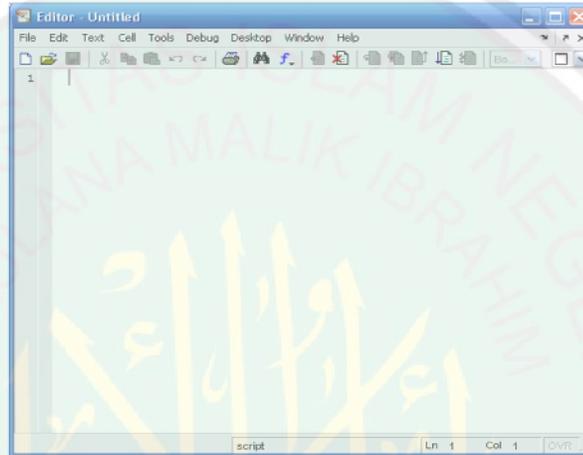
#### 2.8.4 Fungsi Matematika Lainnya

Beberapa fungsi matematika lainnya yang dapat kita gunakan untuk operasi matematika antara lain sebagai berikut:

- $\text{abs}(x)$  : fungsi untuk menghasilkan nilai absolut dari  $x$
- $\text{sign}(x)$  : fungsi untuk menghasilkan nilai -1 jika  $x < 0$ , 0 jika  $x = 0$  dan 1 jika  $x > 0$
- $\text{exp}(x)$  : untuk menghasilkan nilai eksponensial natural,  $e^x$
- $\text{log}(x)$  : untuk menghasilkan nilai logaritma natural  $x$ ,  $\ln x$
- $\text{log}(x)$  : untuk menghasilkan nilai logaritma natural  $x$ ,  $\ln x$
- $\text{log}_{10}(x)$  : untuk menghasilkan nilai logaritma dengan basis 10,  $\log_{10} x$
- $\text{sqrt}(x)$  : untuk menghasilkan akar dari nilai  $x$ ,  $\sqrt{x}$
- $\text{rem}(x,y)$  : untuk menghasilkan nilai modulus (sisa pembagian)  $x$  terhadap  $y$

### 2.8.5 M-File

Di dalam matlab, kita dapat menyimpan semua script yang akan digunakan dalam file pada matlab dengan ekstensi .M. M-File dapat dipanggil dengan memilih menu **file->new->M-File**. Contoh gambar M File



Gambar 2.8 Contoh gambar M File

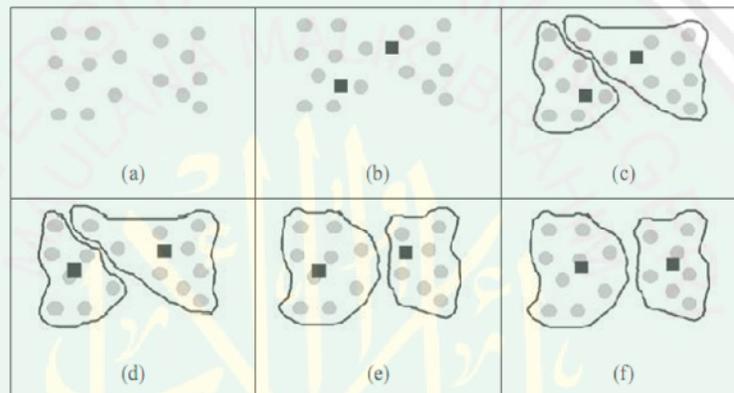
(sumber : [www.shivasoft.in/nikhilesh/?p=111](http://www.shivasoft.in/nikhilesh/?p=111))

Di dalam M-File, kita dapat menyimpan semua perintah dan menjalankan dengan menekan Tombol  atau mengetikkan nama M-File yang kita buat pada command window. Di dalam M File, kita dapat menuliskan fungsi-fungsi yang berisikan berbagai operasi sehingga menghasilkan data yang diinginkan.

### 2.9. Fuzzy C-Means

Pendekatan clustering tradisional menghasilkan partisi di mana dalam sebuah partisi, setiap anggota dimiliki oleh satu dan hanya satu cluster. Demikian,

cluster yang berada dalam golongan hard clustering tidak berhubungan. Fuzzy clustering memperbaiki hal ini dan menyarankan sebuah skema soft clustering. Pada kasus ini, Setiap pola berasosiasi dengan seluruh kluster yang menggunakan beberapa urutan dari fungsi keanggotaan, dinamakan setiap kluster adalah kumpulan fuzzy dari seluruh pola. Nilai keanggotaan yang besar menandakan kemungkinan tertinggi pada suatu pola dari kluster.



Gambar 11-1 (a) Objek-objek data (b) Inisialisasi centroid awal (c) Penyesuaian keanggotaan objek (d) Penyesuaian centroid (e) Penyesuaian ulang keanggotaan (f) Penyesuaian ulang centroid

### Gambar 2.9 Ilustrasi *Fuzzy C-Means*

Algoritma clustering fuzzy yang paling terkenal adalah algoritma fuzzy c-means (FCM). Diperkenalkan oleh Jim Bezdek (1973). Bahkan, ia lebih baik jika dibandingkan dengan algoritma Hard K-means saat menghindari local minima, FCM mampu tetap menemukan local minimal pada standar error kuadrat. Desain dari fungsi keanggotaan ini merupakan masalah yang sangat penting dalam teknik fuzzy clustering, pilihan yang berbeda meliputi dasar dari dekomposisi yang sama dan pusat (centroid) dari cluster. Generalisasi dari algoritma FCM telah diusulkan melalui bagian dari fungsi objektif. Algoritma fuzzy c-shell dan varian adaptif untuk mendeteksi batas sirkular dan elips juga telah disediakan

FCM merupakan algoritma yang bersifat iteratif. Tujuan dari FCM adalah untuk menemukan pusat cluster (centroid) yang meminimalkan fungsi pertidaksamaan.

Berikut langkah-langkah dari FCM:

1. Susunlah matrix X berukuran n x m sebagai tempat dari data yang akan di-cluster. Di mana n merupakan banyaknya data dan m merupakan banyaknya atribut dari data tersebut.  $X_{ij}$  = data pada sampel ke-i dan atribut ke-j
2. Inisiasikan nilai pada komponen-komponen berikut ini:
  - (1) Banyaknya cluster yang diinginkan --> c
  - (2) Pangkat (pembobot) --> w
  - (3) Maksimum Iterasi --> maxIter
  - (4) Error terkecil --> e
  - (5) Fungsi Objektif awal -->  $P_0 = 0$
  - (6) Iterasi awal --> iter = 1;
3. Bangkitkan bilangan acak  $U_{ik}$ , dimana banyaknya i sejumlah data dan k sejumlah cluster
4. Hitunglah pusat cluster dengan rumus

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n ((U_{ik})^w * X_{ij})}{\sum_{i=1}^n (U_{ik})^w}$$

5. Hitung fungsi objektif pada iterasi ke-iter, rumusnya

$$P_{iter} = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left( \left[ \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (U_{ik})^w \right)$$

6. Perbaharui matrix partisi U dengan menggunakan rumus:

$$U_{ik} = \frac{[\sum_{j=1}^m (x_{ij} - v_{kj})^2]^{-\frac{1}{w-1}}}{\sum_{k=1}^c [\sum_{j=1}^m (x_{ij} - v_{kj})^2]^{-\frac{1}{w-1}}}$$

7. Cek kondisi berhenti, jika  $Piter - Piter-1 < e$  atau  $iter > maxIter$  maka proses perhitungan berhenti. Namun jika keduanya tidak memenuhi, maka  $iter = iter+1$  dan kembali ke langkah-4

Dengan memperbaharui pusat cluster secara iteratif dan derajat keanggotaan dari tiap titik data, pengulangan FCM menggerakkan pusat cluster ke lokasi yang “benar” dalam kumpulan data. Meskipun demikian, FCM tidak menjamin itu menemukan solusi yang optimal. Inisiasi acak dari U bisa jadi membatalkan efek dari hasil akhir.

## 2.10. Pentingnya Mendeteksi Awal Suatu Penyakit Dalam Islam

### a. Pandangan Islam Pada Penyakit

Dalam pandangan Islam sehat dan sakit adalah anugerah dan takdir Allah. Pada sisi lain, sakit juga pada hakikatnya merupakan ujian dari-Nya. Setiap orang yang diuji misalnya dengan sakit atau musibah harus mampu bersabar dan tawakal. Ujian itu jika dihayati secara mendalam, sesungguhnya karena Allah mencintai hambanya yang di ujinya itu. Thurmudzi dan Ibn Majah meriwayatkan hadist.

*“Sesungguhnya jika Allah Ta’ala mencintai suatu kaum, diujinya dengan berbagai macam cobaan. Maka barang siapa dengan ridha menerima ujian itu,*

*niscaya ia akan mendapatkan keridhaan Allah. Dan siapa yang berkeluh kesah dalam menerima ujian itu, dia akan memperoleh kemurkaan Allah”.*

Karena itu setiap orang yang mendapat cobaan baik berupa sakit atau musibah sepatutnya ia tawakal, tidak berputus asa. (Sumber : Basri Iba Asghary, 1994: 4-5)

Ditekankan juga peringatan bahwa perut merupakan sumber utama penyakit: *Al-ma'idat baid adda'* dan oleh karena itu ditemukan banyak sekali tuntutan baik dalam Al-Qur'an maupun hadist Nabi Saw yang berkaitan dengan makanan, jenis maupun kadarnya. (Sumber : Moh Quraish Shihab, 2001: 184)

Dikalangan medis terkenal semboyan “*Mencegah lebih baik dari pada mengobati.*” Umar Ibn Khattab pernah berkat : “*Kuasailah nafsu lambungmu, sebab dialah yang merusak jasadmu, yang mendatangkan penyakit dan menyia-nyikan shalat*”. Rasulullah memberikan peringatan kepada ummatnya: “*Ilmu dan akal tidak mungkin ada bersama lambung yang penuh dengan makanan.*”*Keadaan yang terlalu kenyang bisa menimbulkan macam-macam penyakit yang dapat mengganggu fungsi organ-organ tubuh.* (Sumber: Basri Iba Asghary, 1994: 91)

#### **b. Pengobatan Penyakit dalam Islam**

##### **➤ Al-Quran Sebagai Penawar/ Pengobat Penyakit**

وَنُنَزِّلُ مِنَ الْقُرْآنِ مَا هُوَ شِفَاءٌ وَرَحْمَةٌ لِّلْمُؤْمِنِينَ وَلَا يَزِيدُ الظَّالِمِينَ إِلَّا خَسَارًا ﴿١٧٠﴾

Artinya: “Dan Kami turunkan dari Al-Qur’an suatu yang menjadi penawar dan rahmat bagi orang-orang yang beriman dan Al Quran itu tidaklah menambah kepada orang-orang yang zalim selain kerugian.” (Q.S. Al-Isra’:82).

Indikasi secara implisit yang terdapat dalam ayat diatas menyebutkan bahwa Al-Quran dapat dipergunakan sebagai petunjuk untuk penyembuhan / penawar obat dan rahmat.

Ayat suci Al-Qur’an, dalam surat Al-Isra’ diatas dapat ditafsirkan dengan beberapa ayat dalam surat lain,dan diluar itu kemudian dijelaskan oleh Rasulullah SAW. Al-Qur’an sebagai penyembuh penyakit rohani, yakni jika isinya diaplikasikan dalam kehidupan. Al-Qur’an memberikan petunjuk dengan metode yang rasional bagaimana menyembuhkan penyakit yang terdapat dalam kalbu, yakni harus mempercayai Al-Quran, mengambil manfaat, membaca, dan menerimanya (Sumber: Basri Iba Asghary,1994: 1-2)

Dalam islam penyakit dikenal ada 2 macam: 1) Penyakit fisik, dan yang 2) Penyakit Ruhani. Jika penyakit ruhani dalam disembuhkan dengan ayat-ayat suci Al-quran sebagaimana yang telah disebutkan diatas. Namun jika penyakit itu berupa fisik maka solusi yang diberikan Al-quran salah satunya adalah dengan meminum madu, sebagaimana disebutkan dalam Al-quran surat An-Nahl:

ثُمَّ كُلِي مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ فَاسْلُكِي سُبُلَ رَبِّكِ ذُلَالًا ۗ يَخْرُجُ مِنْ بَطُونِهَا شَرَابٌ

مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهُ فِيهِ شِفَاءٌ لِلنَّاسِ ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَةً لِّقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ ﴿٦٦﴾

Artinya: “Kemudian makanlah dari tiap-tiap (macam) buah-buahan dan tempuhlah jalan Tuhanmu yang telah dimudahkan (bagimu) dari perut lebah itu ke luar minuman (madu) yang bermacam-macam warnanya, di dalamnya terdapat obat yang menyembuhkan bagi manusia”. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kebesaran Tuhan) bagi orang-orang yang memikirkan. (Q.S. 16:69)

Manfaat madu telah teruji untuk mengobati dan memperbaiki kondisi mata. Pada tahun 1981 Dr. Emara M.H, kepala jurusan Dokter syaraf Mata di Al-Mansur telah berhasil membuktikan kemampuan madu untuk mengobati peradangan pada kornea mata, kebutaan pada kornea mata yang disebabkan oleh virus herpes, serta peradangan dan dehidrasi pada konjungtiva (selaput pada kelopak mata).

Madu yang digunakan adalah madu pilihan yang telah disterilkan. Penggunaannya adalah dengan cara ditetaskan 1-2 tetes madu. Terapi ini biasanya akan menyebabkan mata menjadi perih untuk beberapa saat dengan disertai keluarnya air mata. Setelah ditetaskan madu kondisi mata umumnya akan membaik 85% dan penglihatan menjadi lebih terang. Sebagian besar pasien mata yang ditangani dalam penelitian menggunakan madu menunjukkan hasil yang menggembarakan.

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

Pada bab ini akan diuraikan mengenai metode penelitian untuk mengklasifikasikan penyakit *diabetic retinopathy* pada citra digital fundus mata. Dalam metode penelitian ini akan membahas mengenai lingkungan perancangan perangkat keras, lingkungan perancangan perangkat lunak, deskripsi sistem, desain sistem, desain data sistem, desain proses sistem, dan perancangan antarmuka. Penjabaran dan penjelasannya akan diuraikan sebagai berikut ini:

#### **3.1 Lingkungan Perancangan Perangkat Keras**

Untuk merancang dan membuat program klasifikasi fitur *diabetic retinopathy* pada citra digital fundus mata menggunakan metode Fuzzy C-Means menggunakan perangkat komputer dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Processor Intel® Core i3 CPU M350 2.27 GHz
2. VGA Intel(R) HD Graphics
3. RAM 2048MB
4. Harddisk 320 GB
5. Perangkat output monitor LED 14"
6. Keyboard dan mouse.

### 3.2 Lingkungan Perancangan Perangkat Lunak

Untuk merancang dan membuat program klasifikasi fitur *diabetic retinopathy* pada citra digital fundus mata menggunakan metode Fuzzy C-Means menggunakan beberapa perangkat lunak yaitu:

1. Sistem Operasi 7 Ultimate

Sistem operasi windows 7 Ultimate digunakan sebagai susunan arahan yang dapat difahami oleh komputer. Dibuat untuk mengarahkan komputer melaksanakan, mengawal, menjadwalkan, dan menyelaraskan sesuatu operasi komputer.

2. Matlab 2008a

Matlab merupakan sebuah lingkungan komputasi numerical dan bahasa pemrograman komputer yang memungkinkan manipulasi matriks, implementasi algoritma, pembuatan antarmuka pengguna dan pengantarmukaan program dengan bahasa lainnya. Matlab digunakan sebagai tool dalam melakukan pemrograman dan pembangunan sistem ini.

3. Microsoft Office 2007

Microsoft office adalah sebuah paket aplikasi yang digunakan untuk pembuatan dan penyimpanan dokumen yang berjalan di bawah system operasi windows. Microsoft office dalam perancangan sistem digunakan untuk melakukan perancangan dan pembuatan laporan dari penelitian ini.

#### 4. Microsoft Visio 2007

Microsoft visio adalah sebuah program aplikasi komputer yang sering digunakan untuk membuat diagram, diagram alir (flowchart), brainstorm, dan skema jaringan yang menggunakan grafik vektor untuk membuat diagram-diagramnya. Microsoft visio digunakan untuk merancang suatu model perencanaan, model ini dimanfaatkan untuk kebutuhan developer maupun *engineering* yang didesain untuk berbagai macam kebutuhan. Di dalam penelitian ini Microsoft visio digunakan untuk membuat diagram dan diagram alir (flowchart).

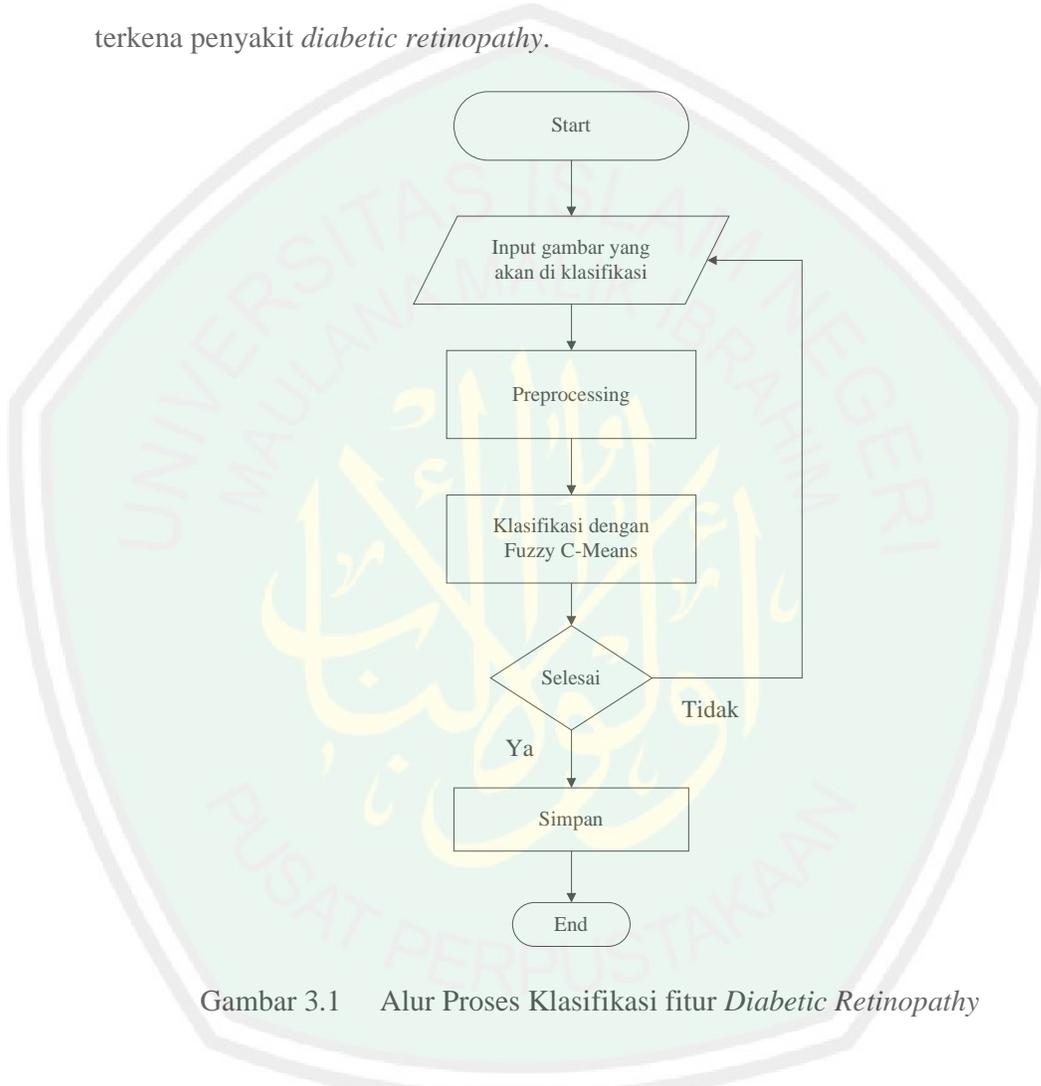
### 3.3 Deskripsi Sistem

Pada subbab ini akan dibahas mengenai deskripsi sistem yang dikerjakan pada skripsi ini. Tujuan dari pembuatan aplikasi ini adalah untuk membuat suatu sistem yang mampu mengklasifikasi fitur *diabetic retinopathy* pada citra digital fundus mata.

Pada awalnya pengguna memasukkan input data berupa citra fundus *diabetic retinopathy*. Proses awal yang harus dilakukan sebelum sistem melakukan proses klasifikasi, terlebih dahulu sistem melakukan proses preprocessing guna mendapatkan hasil klasifikasi yang maksimal.

Preprocessing yang dilakukan antara lain meliputi konversi citra berwarna menjadi HSI, penajaman citra, menghilangkan *optic disk*, mendeteksi exudates, cottonwool, dan microaneurysms.

Setelah preprocessing selesai, proses selanjutnya ialah klasifikasi dengan menggunakan metode fuzzy c-means, sehingga nantinya akan diperoleh hasil akhir berupa citra fundus *diabetic retinopathy* yang telah terkena penyakit *diabetic retinopathy*.



Gambar 3.1 Alur Proses Klasifikasi fitur *Diabetic Retinopathy*

Gambar di atas merupakan alur proses klasifikasi secara garis besar dalam penelitian ini.

Keterangan:

- (i) Input gambar adalah mengambil citra retina dari drive komputer untuk di load dalam aplikasi sebelum proses klasifikasi.

- (ii) Preprocessing merupakan proses penyiapan gambar sebelum di klasifikasi yang mempunyai beberapa tahapan yang akan dijelaskan pada pembahasan selanjutnya.
- (iii) Citra digital fundus mata yang sudah diproses dalam preprocessing selanjutnya akan diklasifikasi menggunakan Fuzzy C-Means.
- (iv) Proses dapat berhenti di sini atau dapat diulang dengan klasifikasi selanjutnya menggunakan citra atau objek yang berbeda.

### **3.4 Desain Sistem**

Pada subbab ini akan dijelaskan desain aplikasi untuk implementasi metode fuzzy c-means dalam proses fitur klasifikasi *diabetic retinopathy*. Desain aplikasi ini meliputi desain data, desain proses dalam sistem yang digambarkan dengan diagram alir, dan desain interface. Desain data menjelaskan tentang data masukan, data proses dan data keluaran dari system yang dibuat. Desain proses antara lain menjelaskan tentang proses awal (preprocessing) sampai dengan proses akhir klasifikasi. Dari semua rencana proses yang dibuat, diharapkan akan mendapatkan hasil yang sesuai dan maksimal

#### **3.4.1 Desain Data Sistem**

Data yang digunakan dalam pembuatan aplikasi ini adalah berupa citra digital fundus mata. Data dibagi menjadi data masukan, data proses, dan data keluaran. Data-data tersebut adalah:

- **Data masukan sistem**

Pada pembuatan aplikasi ini datanya berupa data citra digital fundus mata. Data citra masukan ini berupa citra RGB dengan format file citra *Tagged Image Format File* (.tiff) dengan ukuran 2240 x 1488 piksel. Data citra fundus didapat dari database Messidor dengan alamat <http://messidor.crihan.fr>. Messidor merupakan program riset yang didanai oleh TECHNO-VISI Kementerian Riset dan Pertahanan Perancis tahun 2004 yang berkonsentrasi pada penelitian tentang diabetic retinopathy.

- **Data proses**

Data proses berupa citra retina yang digunakan untuk proses klasifikasi penyakit pada retina. Pada tahap pre-processing citra RGB akan diubah menjadi citra HSI. Kemudian dilakukan proses penghilangan *optic disk* dari retina tersebut, penghilangan *optic disk* ini mempunyai tujuan yaitu menyederhanakan gambar retina. Selanjutnya yaitu proses pengklasifikasian fitur *diabetic retinopathy* menggunakan algoritma Fuzzy C-Means.

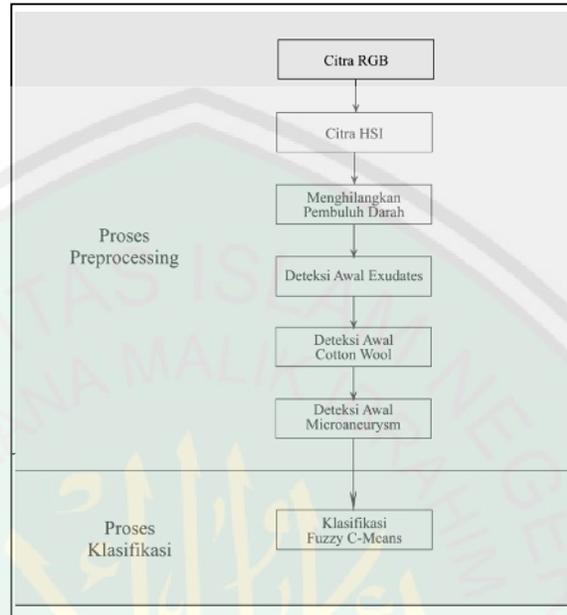
- **Data keluaran**

Data keluaran adalah berupa data citra yang didapatkan dari hasil proses klasifikasi fitur *diabetic retinopathy*. Format file citra pada data keluaran adalah file yang berekstensi \*.tif dengan ukuran 512 x 512 piksel.

### 3.4.2 Desain Proses Sistem

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai desain proses dari sistem untuk pengklasifikasian penyakit *diabetic retinopathy* pada citra digital fundus mata.

Desain ini digunakan untuk mengetahui proses apa saja yang ada pada sistem tersebut.



Gambar 3.2 Diagram blok proses preprocessing dan Klasifikasi fitur *diabetic retinopathy* dengan menggunakan metode Fuzzy C-Means

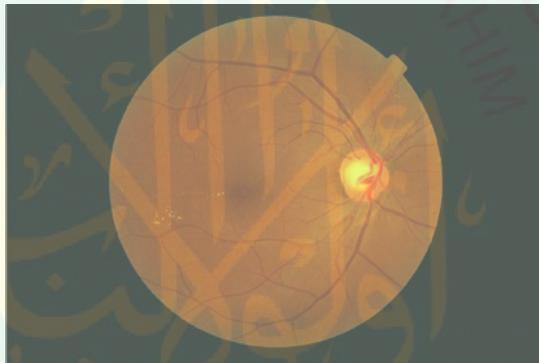
Secara garis besar, desain proses diawali dengan input citra. Kemudian sistem akan memproses citra tersebut dalam beberapa tahapan, yakni *preprocessing*, klasifikasi, dan hasil akhir yang berupa citra penyakit *diabetic retinopathy* yang telah terklasifikasi.

*Diabetic retinopathy* merupakan komplikasi pembuluh darah mikro pada penderita diabetes. *Diabetic retinopathy* ditandai dengan perubahan pada retina, meliputi perubahan diameter pembuluh darah, *microaneurysm*, hard exudate, cotton wool, haemorrhage dan tumbuhnya pembuluh darah baru. Bentuk dan ukurannya pun akan berbeda-beda antara satu citra dengan citra yang lain

dengan tahap retinopathy yang berbeda. Proses selengkapnya akan dibahas satu persatu :

### 1. Input Image

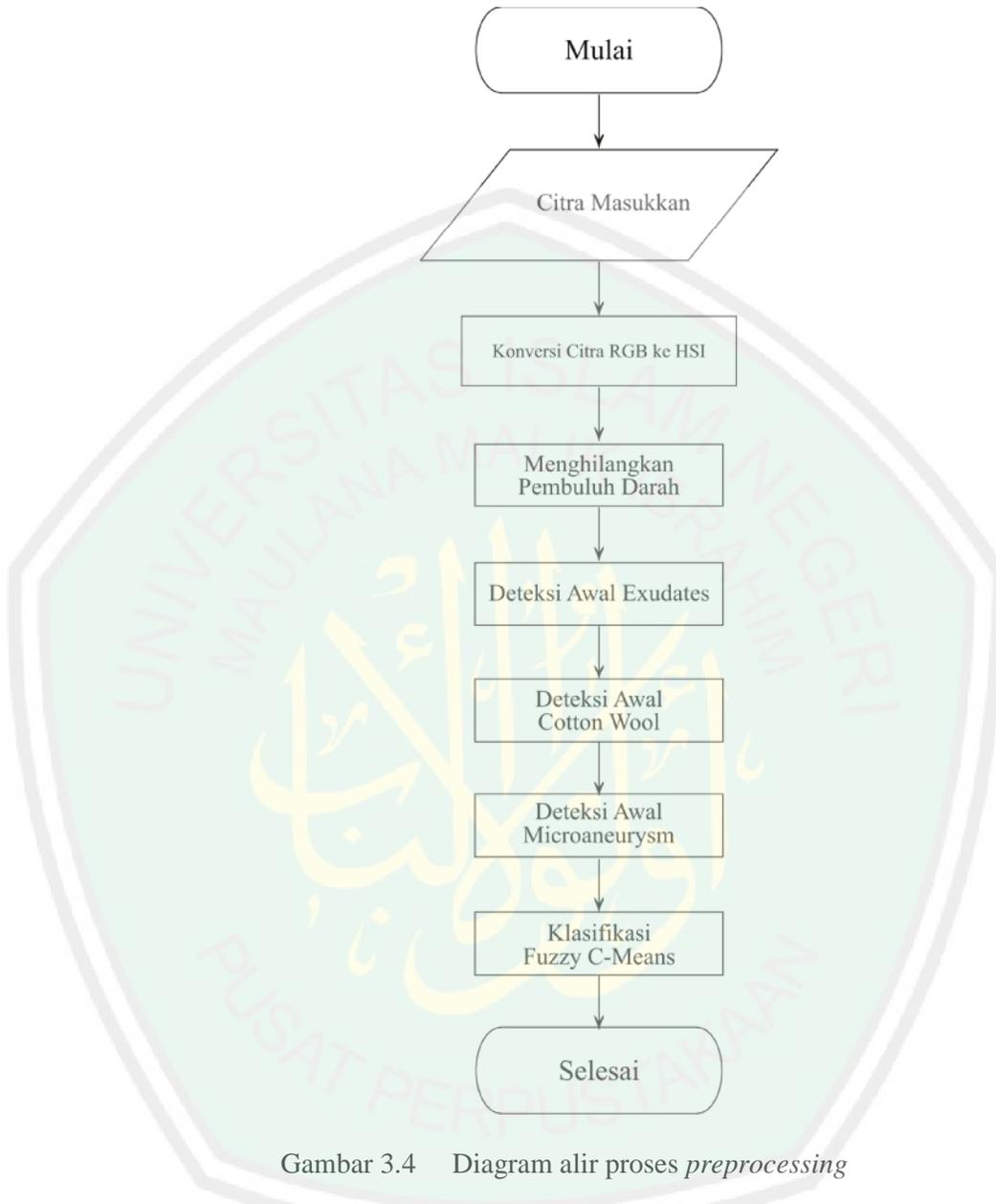
Input Image merupakan proses yang pertama kali dilakukan untuk memasukkan data masukan berupa citra digital fundus mata sebelum diproses selanjutnya. Citra yang diinputkan nantinya akan di masukan ke exes1 sebelum di eksekusi pada proses selanjutnya. Citra masukan masih berupa gambar yang berformat RGB seperti pada gambar berikut.



Gambar 3.3 Citra digital fundus mata berwarna

### 2. Pre-processing

Sebelum citra masukan diproses lebih lanjut, perlu dilakukan proses awal (*preprocessing*) terlebih dahulu, yaitu pengolahan citra (*image*) dengan tujuan agar mendapatkan hasil yang maksimal disaat proses klasifikasi untuk dapat menghasilkan klasifikasi yang terbaik. Gambar 3.4 di bawah ini menunjukkan tahapan-tahapan yang ada pada proses preprocessing ini.



Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam *preprocessing* yaitu:

- a. Konversi citra RGB menjadi citra HSI

Tahap awal proses *preprocessing* adalah konversi citra retina dari citra RGB menjadi citra HSI (Hue, Saturation, Intensitas). Citra masukan masih berupa citra RGB atau citra berwarna sehingga masih perlu dikonversi menjadi citra HSI.

Karena warna HSI merupakan bentuk lain yang bisa digunakan untuk menginterpretasi karakteristik dari warna alami. (Prasetyo, 2011:184)

Dalam pengubahan atau konversi dari citra RGB menjadi HSI (Hue Saturation Intensity) ini menggunakan persamaan atau langkah-langkah berikut ini.

- Hitung

$$= \cos^{-1} \left\{ \frac{(R-G)+(R-B)}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right\}$$

- Hitung H (Hue)

$$\left\{ \begin{array}{l} 360 - \arccos \left( \frac{(R-G)+(R-B)}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right) \text{ jika } B < G, \\ \arccos \left( \frac{(R-G)+(R-B)}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right) \text{ jika } B > G \end{array} \right.$$

- Hitung S (Saturation)

$$S = 1 - 3 \frac{\min(R,G,B)}{(R+G+B)}$$

- Hitung I (Intensity)

$$I = \frac{1}{3} (R+G+B)$$

Dengan asumsi bahwa nilai RGB adalah nilai yang dinormalisasi pada range [0,1], dan sudut diukur dengan derajat terhadap sumbu red dari HSI space. Hue dapat dinormalisasikan dalam range [0,1] dengan pembagian oleh 360° semua nilai yang dihasilkan dari persamaan hue di atas. Dua komponen HSI yang lain sudah didapatkan dalam range ini jika nilai RGB yang diberikan dalam interval [0,1].

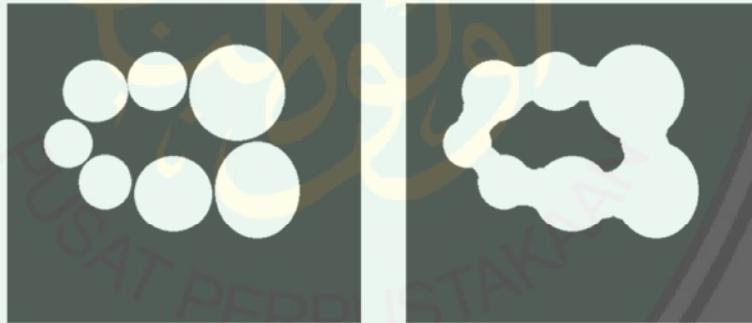
b. Penghilangan pembuluh darah

Untuk proses penghilangan pembuluh darah, di sini menggunakan operasi morfologi. Jenis morfologi yang digunakan adalah operasi *closing*.

Operasi closing merupakan penggabungan antara operasi erosi dan dilasi. Hanya saja operasi dilasi dilakukan terlebih dahulu. Kemudian baru diikuti dengan proses erosi. Fungsi dilasi berfungsi untuk memperluas area *optic disc* sedangkan fungsi erosi berguna untuk menghilangkan pembuluh darah. Operasi closing dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$C(A,B) = A \circ B = E(D(A, -B), -B)$$

Hasil operasi closing hampir mirip seperti hasil operasi dilasi yakni memperbesar batas luar dari objek *foreground* dan juga menutup lubang kecil yang terletak di tengah objek, namun hasil operasi *closing* tidak sebesar hasil dilasi. Hasil dilasi akan menyebabkan pembengkakan bentuk keseluruhan objek. Efek ini dapat dikurangi dengan menerapkan proses erosi setelah proses dilasi tersebut. Berikut ini ilustrasi dari operasi closing.



Gambar 3.5 Ilustrasi gambar sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) operasi closing

c. Pendeteksian Awal Exudate.

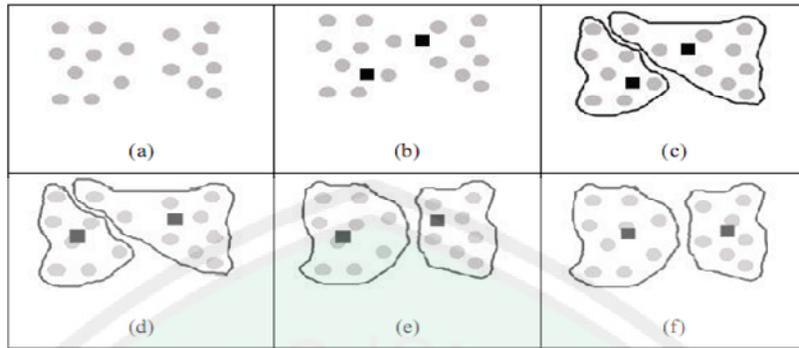
Dilakukan filter kolom menggunakan fungsi *colfilt*. Kemudian diubah ke bentuk biner hitam putih. Formula untuk fungsi *colfilt* adalah:  $G = \text{colfilt}(A, [m\ n], \text{'sliding'}, @fun)$  Proses filter *colfilt* yaitu dengan menata

ulang setiap blok  $m \times n$  dari A menjadi kolom matrik sementara kemudian menerapkan tipe blok sliding. Kemudian membiarkan respon pada setiap titik pusat dari blok sama dengan nilai maksimum dalam lingkungan blok. Kemudian colfilt dikembalikan ke ukuran semula. Namun pada tahap ini pendeteksian exudate masih belum sempurna karena masih bercampur dengan objek-objek lain seperti haemorrhages. Pendeteksian awal ini selanjutnya akan digunakan untuk menghilangkan optik disk

### 3. **Klasifikasi Fitur Diabetic Retinopathy**

Proses ini adalah bagian inti dari aplikasi karena setelah proses ini dilakukan akan menghasilkan citra keluaran yang telah terklasifikasi. Proses klasifikasi ini menggunakan citra hasil keluaran dari preprocessing sebagai masukan.

*Fuzzy C-Means* adalah pendekatan clustering tradisional menghasilkan partisi di mana dalam sebuah partisi, setiap anggota dimiliki oleh satu dan hanya satu cluster. Demikian, cluster yang berada dalam golongan hard clustering tidak berhubungan. Fuzzy clustering memperbaiki hal ini dan menyarankan sebuah skema soft clustering. Pada kasus ini, Setiap pola berasosiasi dengan seluruh kluster yang menggunakan beberapa urutan dari fungsi keanggotaan, dinamakan setiap kluster adalah kumpulan fuzzy dari seluruh pola. Nilai keanggotaan yang besar menandakan kemungkinan tertinggi pada suatu pola dari kluster.



Gambar 11-1 (a) Objek-objek data (b) Inisialisasi centroid awal (c) Penyesuaian keanggotaan objek (d) Penyesuaian centroid (e) Penyesuaian ulang keanggotaan (f) Penyesuaian ulang centroid

Gambar 3.6 Ilustrasi *Fuzzy C-Means*

Algoritma clustering fuzzy yang paling terkenal adalah algoritma fuzzy c-means (FCM). Diperkenalkan oleh Jim Bezdek (1973). Bahkan, ia lebih baik jika dibandingkan dengan algoritma Hard K-means saat menghindari local minima, FCM mampu tetap menemukan local minimal pada standar error kuadrat. Desain dari fungsi keanggotaan ini merupakan masalah yang sangat penting dalam teknik fuzzy clustering, pilihan yang berbeda meliputi dasar dari dekomposisi yang sama dan pusat (centroid) dari cluster. Generalisasi dari algoritma FCM telah diusulkan melalui bagian dari fungsi objektif. Algoritma fuzzy c-shell dan varian adaptif untuk mendeteksi batas sirkular dan elips juga telah disediakan

FCM merupakan algoritma yang bersifat iteratif. Tujuan dari FCM adalah untuk menemukan pusat cluster (centroid) yang meminimalkan fungsi pertidaksamaan.

Berikut langkah-langkah dari FCM:

1. Susunlah matrix X berukuran  $n \times m$  sebagai tempat dari data yang akan di-cluster. Di mana  $n$  merupakan banyaknya data dan  $m$  merupakan banyaknya atribut dari data tersebut.  $X_{ij}$  = data pada sampel ke- $i$  dan atribut ke- $j$

2. Inisiasikan nilai pada komponen-komponen berikut ini:

(1) Banyaknya cluster yang diinginkan -->  $c$

(2) Pangkat (pembobot) -->  $w$

(3) Maksimum Iterasi -->  $\maxIter$

(4) Error terkecil -->  $e$

(5) Fungsi Objektif awal -->  $P_0 = 0$

(6) Iterasi awal -->  $iter = 1$ ;

3. Bangkitkan bilangan acak  $U_{ik}$ , dimana banyaknya  $i$  sejumlah data dan  $k$  sejumlah cluster

4. Hitunglah pusat cluster dengan rumus

$$V_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n (U_{ik})^w * X_{ij}}{\sum_{i=1}^n (U_{ik})^w}$$

5. Hitung fungsi objektif pada iterasi ke- $iter$ , rumusnya

$$P_{iter} = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^c \left( \left[ \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right] (U_{ik})^w \right)$$

6. Perbaharui matrix partisi U dengan menggunakan rumus:

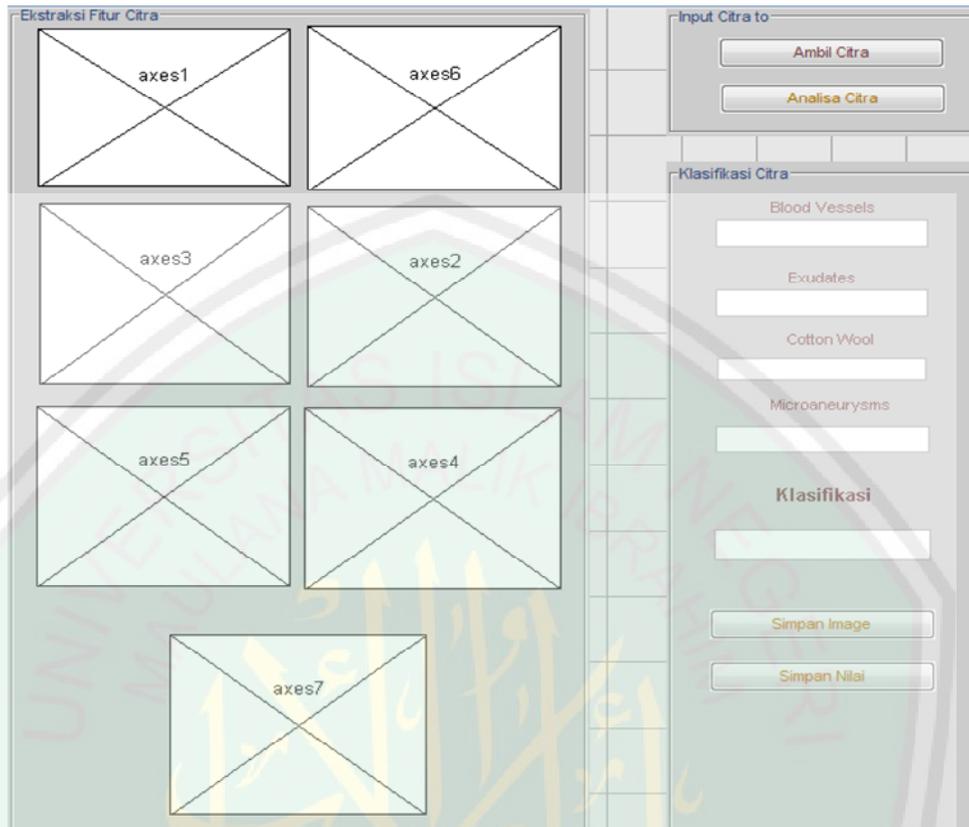
$$U_{ik} = \frac{\left[ \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{-1}}{\sum_{k=1}^c \left[ \sum_{j=1}^m (X_{ij} - V_{kj})^2 \right]^{-1}}$$

7. Cek kondisi berhenti, jika  $P_{iter} - P_{iter-1} < \epsilon$  atau  $iter > maxIter$  maka proses perhitungan berhenti. Namun jika keduanya tidak memenuhi, maka  $iter = iter+1$  dan kembali ke langkah-4

Dengan memperbaharui pusat cluster secara iteratif dan derajat keanggotaan dari tiap titik data, pengulangan FCM menggerakkan pusat cluster ke lokasi yang “benar” dalam kumpulan data. Meskipun demikian, FCM tidak menjamin itu menemukan solusi yang optimal. Inisiasi acak dari U bisa jadi membatalkan efek dari hasil akhir

### **3.4.3 Perancangan Antar Muka**

Untuk mempermudah pengguna, maka perlu dibuat form antarmuka atau interface. Berikut ini akan ditampilkan rancangan antarmuka aplikasi yang ditunjukkan pada gambar 3.6



Gambar 3.7 Antarmuka perangkat lunak

Pada form terdapat tombol ‘Ambil Citra’ untuk mencari file yang akan menjadi citra masukan, file citra retina yang di buka akan ditampilkan pada *axes* 1. File citra retina yang dibuka adalah file yang berekstensi \*.tif. Kemudian tombol ‘Analisa Citra’ untuk menjalankan klasifikasi fitur diabetic retinopathy secara keseluruhan. Setelah proses selesai, hasil citra keluaran akan ditampilkan pada *axes* 7 dan pada jendela baru untuk menyimpan hasil ekstraksi pada direktori yang diinginkan. Kemudian terdapat 2 button di bagian bawah yaitu button ‘Simpan Image’ dan button ‘Simpan Nilai’. Pada button ‘Simpan Image’ ini berfungsi untuk menyimpan hasil image yang telah di proses sedangkan fungsi button ‘Simpan Nilai’ adalah untuk menyimpan nilai hasil ekstrasi fiturnya.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai rangkaian uji coba dan evaluasi terhadap penelitian yang telah dilakukan. Implementasi berupa fungsi-fungsi atau *source code* untuk proses klasifikasi fitur diabetic retinopathy mulai dari tahap awal hingga akhir. Uji coba ditujukan untuk melihat sejauh mana keberhasilan dari implementasi perangkat lunak ini dan evaluasi dilakukan dengan melakukan analisa terhadap hasil dari uji coba dan juga untuk mendapatkan kesimpulan dan saran untuk pengembangan kedepan bagi implementasi aplikasi perangkat lunak ini

#### 4.1 Lingkungan Implementasi

Implementasi merupakan proses pembangunan komponen-komponen pokok sebuah sistem berdasarkan desain yang sudah dibuat. Implementasi system juga merupakan sebuah proses pembuatan dan penerapan sistem secara utuh baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunaknya. Implementasi ini terdapat lingkungan perangkat keras dan lingkungan perangkat lunak yang mendukung kinerja sistem. Spesifikasi dari perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam uji coba ini antara lain adalah:

Tabel 4.1 Lingkungan Uji Coba

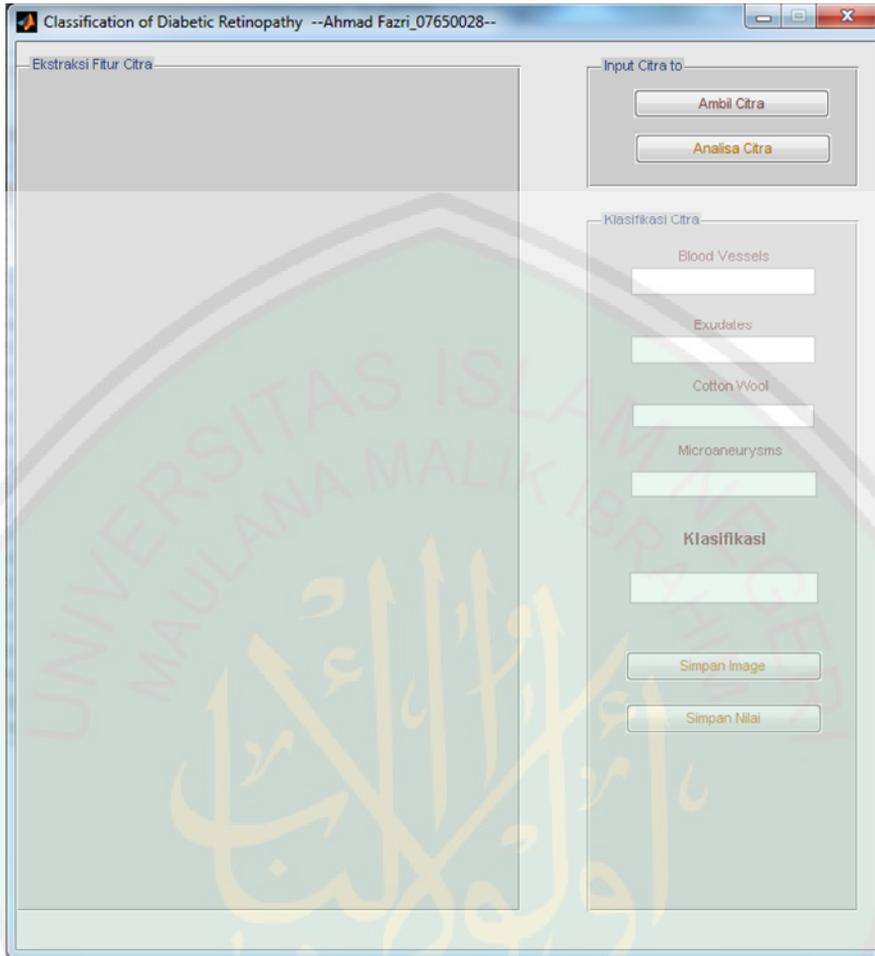
No	Jenis Perangkat	Spesifikasi
1	Laptop	Asus
2	Prosesor	Intel® Core i3 CPU M350 2.27 GHz
3	Memori	2048MB
4	Sistem Operasi	Windows 7
5	Perangkat Pengembang	Matlab 2008a

## 4.2 Penjelasan Program

Di dalam subbab penjelasan program ini dijelaskan mengenai alur pembuatan dan kegunaan program yang dibuat beserta tampilan desain dari program. Berikut ini tampilan-tampilan halaman dalam program yang dibuat.

### 4.2.1 Proses Menampilkan Halaman Utama

Halaman Utama adalah halaman yang pertama kali diakses oleh pengguna. Melalui halaman ini pula semua tahapan klasifikasi dilakukan, mulai dari input image, proses klasifikasi citra, hingga proses penyimpanan citra hasil klasifikasi. Tampilan form halaman utama ditunjukkan pada gambar 4.1 berikut:

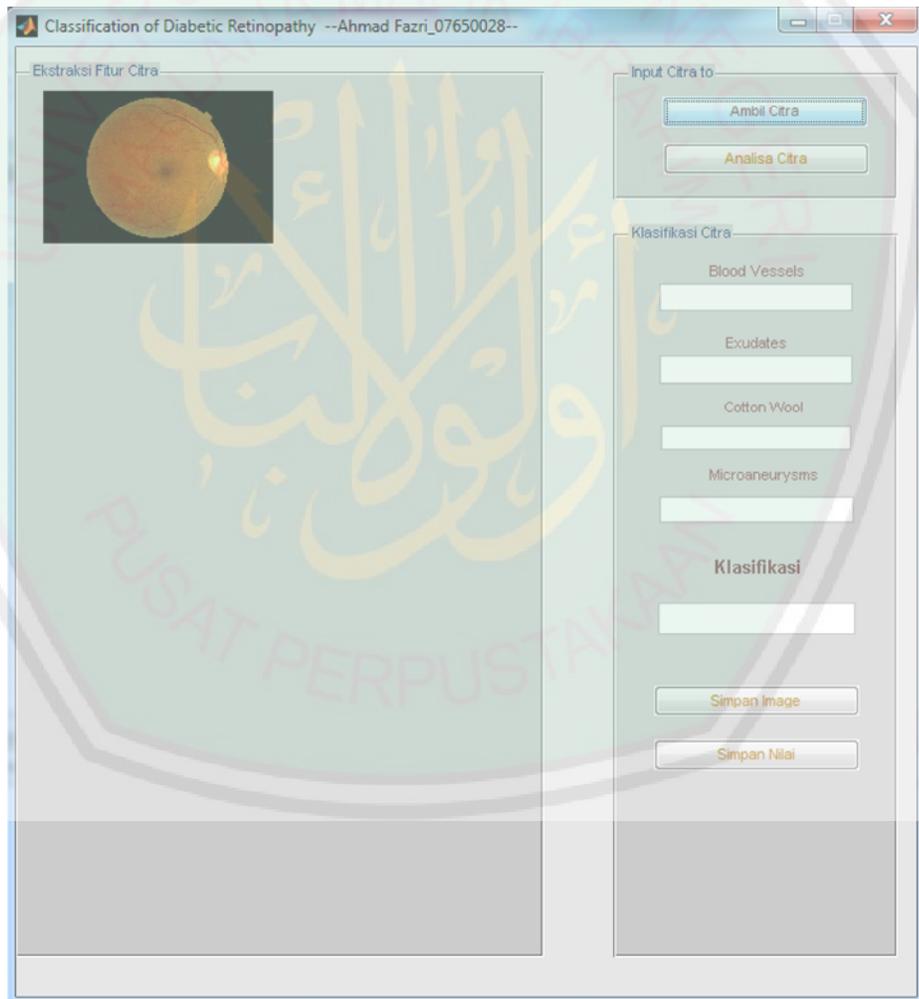


Gambar 4.1 Tampilan form Halaman Utama

Di dalam tampilan form halaman utama tersebut pada bagian atas terdapat judul atau nama aplikasi yang dibuat. Kemudian pada bagian atas sebelah kanan terdapat beberapa tombol yang digunakan dalam proses ekstraksi citra antara lain tombol 'Ambil Citra' yang digunakan untuk membuka file citra dari drive komputer, tombol 'Analisa Citra' yang digunakan untuk melakukan ekstraksi pada citra yang telah diinputkan, tombol 'Simpan Image' berfungsi untuk menyimpan image yang telah diproses dan tombol 'Simpan Nilai' berfungsi untuk menyimpan nilai hasil klasifikasi citra.

#### 4.2.2 Proses Input Citra

Sebelum melakukan proses ekstraksi dilakukan, hal yang dilakukan terlebih dahulu adalah input image, yaitu proses pengambilan file citra digital fundus mata dari drive komputer yang akan diekstraksi. Citra yang diinputkan akan dimasukkan ke axes yang pertama atau sebelah kiri yang selanjutnya akan di proses pada langkah berikutnya. Tampilan form input image dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4.2 Proses Input Citra

Setelah halaman utama keluar seorang user dapat melakukan input citra yang akan diklasifikasi dengan menekan tombol ‘Ambil Citra’, kemudian file citra yang diinputkan akan muncul pada bagian axes1 sebelah kiri form utama. Di bawah ini merupakan sourcecode program pada proses membuka citra retina

```
% --- Executes on button press in pushbutton3.
function pushbutton3_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

proyek=guidata(gcbo);
[FileName, FilePath] = uigetfile({'*.tif'}, 'Ambil Citra...');
% set the file name and path to the edit box as well
if isequal(FileName,0)
    return;
end

axes(handles.axes6)
cla reset
axis off
set(handles.text11,'string','');
axes(handles.axes2)
cla reset
axis off
set(handles.text6,'string','');
axes(handles.axes3)
cla reset
axis off
set(handles.text7,'string','');
axes(handles.axes4)
cla reset
axis off
```

Pada sourcecode tersebut mempunyai tiga fungsi yaitu fungsi pemilihan citra atau masukan menggunakan perintah `uigetfile` (`{ '*.jpg;*.tif' }`), yaitu mengambil gambar dari drive yang hanya mempunyai format `*.jpg` dan `*.tif`, selanjutnya adalah fungsi untuk menampilkan citra pada citra masukan atau pada bagian axes yang pertama, dan yang ketiga adalah fungsi untuk membaca

spesifikasi dari citra yang diinputkan tadi, spesifikasi yang dibaca antara lain adalah nama citra, ukuran 1 (height) dan ukuran 2 (width).

### 4.2.3 Proses Preprocessing

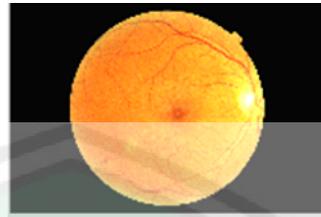
Setelah proses Ambil Citra maka dilakukan proses selanjutnya yaitu masuk pada proses preprocessing. Pada tahap *preprocessing* ini mempunyai beberapa tahapan-tahapan antara lain konversi RGB menjadi HSI hal ini dilakukan untuk mempersiapkan citra dalam *preprocessing*. Berikut ini adalah penjelasan dari masing-masing tahapan proses preprocessing:

#### a. Konversi citra RGB menjadi HSI

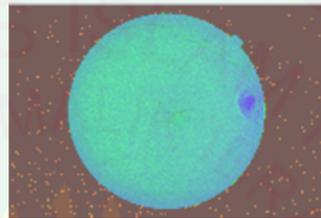
Setelah file diinputkan, citra dikonversi menjadi citra HSI (Hue-Saturation-Intensity). Citra retina yang diterima adalah citra berwarna, sehingga terlebih dahulu perlu dilakukan proses konversi ke *HSI*. Berikut cuplikan source code nya:

```
function rgbtohsi(x)
F=imread(x);
F=im2double(F);
r=F(:,:,1);
g=F(:,:,2);
b=F(:,:,3);
th=acos((0.5*((r-g)+(r-b)))/((sqrt((r-g).^2+(r-b).*(g-b)))+eps));
H=th;
H(b>g)=2*pi-H(b>g);
H=H/(2*pi);
S=1-3.*(min(min(r,g),b))./(r+g+b+eps);
I=(r+g+b)/3;
hsi=cat(3,H,S,I);
HE=H*2*pi;
HE=histeq(HE);
HE=HE/(2*pi);
SE=histeq(S);
IE=histeq(I);
```

Hasil dari proses konversi RGB ke HSI dapat dilihat pada gambar 4.3 berikut ini:



(a)



(b)

Gambar 4.3 Citra input RGB (a), dan HSI (b)

#### 4.2.4 Proses Klasifikasi Fitur *Diabetic Retinopathy*

Pengklasifikasian fitur *diabetic retinopathy* adalah bagian inti dari penelitian ini. Pengklasifikasian ini dilakukan karena merupakan proses inti dari aplikasi yaitu pengklasifikasian fitur *diabetic retinopathy* pada citra digital fundus mata. Sebelum masuk pada tahap pengklasifikasian maka akan dilakukan terlebih dahulu proses iterasi sebanyak 70 kali. Di bawah ini source code untuk pengclusteran dengan FCM:

```
% Pengclusteran dengan FCM
kls=6; % Jumlah Kelas
options = [2.0,100,1e-5,0]; % set option fcm,
[center, U, obj_fcn] = fcm([Data], kls, options);

% Hasil FCM
[DT, II] = max(U);

% Hasil Klasifikasi
```

```

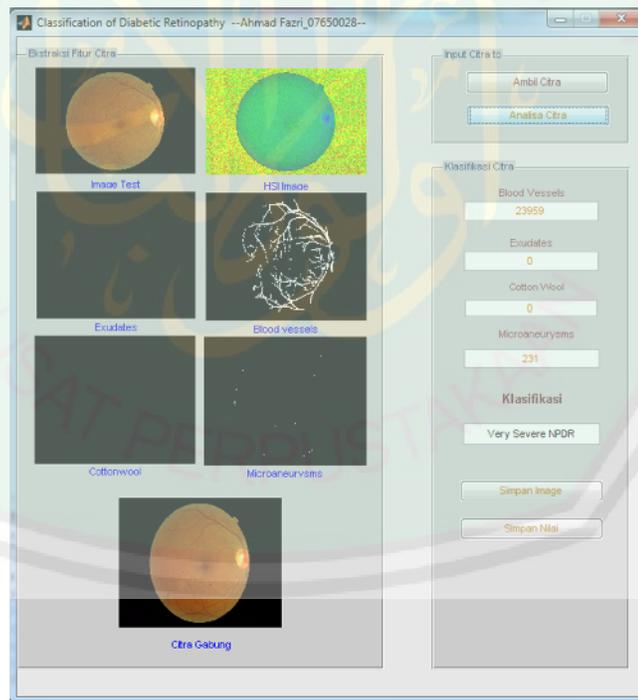
out=II(:,71);

if out == 1;
    class = 'Mild NPDR' ;
elseif out == 2;
    class = 'Moderate NPDR' ;
elseif out == 3;
    class = 'Severe NPDR';
elseif out == 4;
    class = 'Very Severe NPDR';
elseif out == 5;
    class = 'Early PDR';
elseif out == 6;
    class = 'High-Risk PDR';
end

```

#### 4.2.5 Proses Tampil Hasil

Setelah citra melalui tahapan-tahapan proses klasifikasi, citra hasil akan ditampilkan pada form utama



Gambar 4.4 Tampilan hasil pada form utama

Seperti yang terlihat dalam gambar 4.4, setelah citra melalui proses klasifikasi, hasil proses ditampilkan pada axes 7 di bagian bawah.

Berikut ini adalah listing code klasifikasi:

```
% Hasil Klasifikasi

out=II(:,71);

if out == 1;
    class = 'Mild NPDR' ;
elseif out == 2;
    class = 'Moderate NPDR' ;
elseif out == 3;
    class = 'Severe NPDR' ;
elseif out == 4;
    class = 'Very Severe NPDR' ;
elseif out == 5;
    class = 'Early PDR' ;
elseif out == 6;
    class = 'High-Risk PDR' ;
end

Hasil=[Nlise_BV, Nlise_EX ,Nlise_Cw, Nlise_MIC, out];
setappdata(handles.figure1, 'Hasil', Hasil);
```

Berikut ini adalah source code fungsi-fungsi pendukung lain dalam form utama aplikasi yang melengkapi tampilan form utama:

#### 1. Source code Form Utama

```
function varargout = Ratinopathy_soft(varargin)
% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',      mfilename, ...
                  'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                  'gui_OpeningFcn', @Ratinopathy_soft_OpeningFcn,
                  ...
                  'gui_OutputFcn',  @Ratinopathy_soft_OutputFcn,
                  ...
                  'gui_LayoutFcn',  [], ...
                  'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
```

```

        gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
    end
% End initialization code - DO NOT EDIT

% --- Executes just before GUI_fm is made visible.
function Ratinopathy_soft_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles,
varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure

% Choose default command line output for GUI_fm
handles.output = hObject;
% Update handles structure
guidata(hObject, handles);

% UIWAIT makes GUI_fm wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);

%=====
%display the first image when opening GUI
%=====

% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = Ratinopathy_soft_OutputFcn(hObject,
eventdata, handles)
% varargout    cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)

% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;

```

## 2. Source code Fungsi Tombol Analisa Citra

```

%=====
%Run the analyze and display results/images upon pushing button
%=====
global selection_value;
proyek=guidata(gcbo);
proyek=guidata(gcbo);
I=get(proyek.axes1, 'Userdata');

F=im2double(I);
r=F(:,:,1);
g=F(:,:,2);
b=F(:,:,3);
th=acos((0.5*((r-g)+(r-b)))/((sqrt((r-g).^2+(r-b).*(g-b))+eps)));
H=th;
H(b>g)=2*pi-H(b>g);
H=H/(2*pi);
S=1-3.*(min(min(r,g),b))./(r+g+b+eps));

```

```

A=(r+g+b)/3;
hsi=cat(3,H,S,A);

    set(handles.text10,'string','Image Test');
    Grayscale = rgb2gray (I);%converting the fundus image (RGB) to
    grayscale
    Grayscale_brighten = imadjust(Grayscale);
    set(proyek.figure1,'CurrentAxes',proyek.axes6);
    imshow(hsi);
    axis tight
    set(handles.text11,'string','HSI Image');
    set(proyek.axes1,'Userdata',I);
    set(proyek.figure1,'Userdata',I);

select_image = I;

%% Blood vessels %%
set(handles.classtextbox,'string','Analyzing BV..');
pause(0.1) %to display the text
[BV_area BV_image] = function_BV (select_image);
axes(handles.axes2);
imshow(BV_image),zoom on;
axis tight
set(handles.BVtextbox,'string',BV_area);
set(handles.text6,'string','Blood vessels');

%% Exudates %%
set(handles.classtextbox,'string','Processing EX..');
pause(0.1) %to display the text
[EX_area EX_image] = function_EX (select_image);
axes(handles.axes3);
axis tight
imshow(EX_image),zoom on;
set(handles.EXtextbox,'string',EX_area);
set(handles.text7,'string','Exudates');

%% Cottonwool %%
set(handles.classtextbox,'string','Processing Cw..');
pause(0.1) %to display the text
[Cw_area Cw_image]= function_Cw (select_image);
axes(handles.axes5);
axis tight
imshow(Cw_image),zoom on;
set(handles.Cwtextbox,'string',Cw_area);
set(handles.text8,'string','Cottonwool');

%% Microaneurysms %%
set(handles.classtextbox,'string','Processing MIC..');
pause(0.1) %to display the text
[MIC_area MIC_image] = function_MIC (select_image);

axes(handles.axes4);
axis tight
imshow(MIC_image),zoom on;
set(handles.MICtextbox,'string',MIC_area);

```

```
set(handles.text9,'string','Microaneurysms');
```

## 2. Source code Tombol Simpan

### a. Simpan Image

```
% --- Executes on button press in pushbutton4.
function pushbutton4_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton4 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
hasil_akhir = handles.tampil_tepi_gabung;
[FileName_simpan,PathName_simpan] = uiputfile('*.tiff','Simpan
File Hasil Klasifikasi');
imwrite(hasil_akhir,fullfile(PathName_simpan,FileName_simpan),
'tiff');
```

### b. Simpan Nilai

```
% --- Executes on button press in pushbutton5.
function pushbutton5_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton5 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
patch='Soft_Fix\hasil.xlsx';
f = xlsread(patch, 1, 'B3:F200');
fi=f;
f=getappdata(handles.figure1,'Hasil');
fi=[fi;f];
xlswrite('hasil.xlsx', fi, 'hasil', 'B3');
```

## 4.3 Uji Coba

Proses pengujian aplikasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil klasifikasi pada citra *diabetic retinopathy* yang diperoleh dari program dengan hasil klasifikasi pada citra *diabetic retinopathy* secara manual.

Dari hasil proses klasifikasi tersebut, aplikasi akan mendeteksi ada atau tidaknya bercak pada setiap sampel. Hasilnya kemudian dihitung sehingga dapat diketahui berapakah persentase sampel yg berhasil dideteksi oleh aplikasi.

Dari hasil klasifikasi tersebut, baik itu hasil klasifikasi program maupun hasil klasifikasi manual, akan dihitung pula berapa jumlah bercak yang terdeteksi pada masing-masing sampel. Dari hasil perhitungan tersebut, kemudian dibandingkan berapakah persentase bercak yang dapat terdeteksi oleh program terhadap hasil klasifikasi manual.

Pengujian dimulai dengan melakukan segmentasi terhadap 100 buah data sampel. Dari hasil klasifikasi akan didapatkan citra hasil proses klasifikasi beserta informasi ada atau tidaknya bercak pada citra uji. Hasil pendeteksiannya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2: Tabel perbandingan hasil deteksi *diabetic retinopathy* pada klasifikasi manual dan klasifikasi program.

No Sampel	Klasifikasi Manual	Klasifikasi Program	Perbandingan
	Deteksi <i>Diabetic Retinopathy</i>	Deteksi <i>Diabetic Retinopathy</i>	Kesesuaian hasil Deteksi <i>Diabetic Retinopathy</i>
1	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
2	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
3	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
4	Tdk terdeteksi	Terdeteksi	Tdk Cocok
5	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
6	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
7	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
8	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
9	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
10	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
11	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
12	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
13	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok

14	Tdk Terdeteksi	Terdeteksi	Tdk Cocok
15	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
16	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
17	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
18	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
19	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
20	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
21	Tdk Terdeteksi	Terdeteksi	Tdk Cocok
22	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
23	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
24	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
25	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
26	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
27	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
28	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
29	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
30	Tdk Terdeteksi	Terdeteksi	Tdk Cocok
31	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
32	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
33	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
34	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
35	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
36	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
37	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
38	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
39	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
40	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
41	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
42	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
43	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok

44	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
45	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
46	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
47	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
48	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
49	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
50	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
51	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
52	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
53	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
54	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
55	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
56	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
57	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
58	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
59	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
60	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
61	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
62	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
63	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
64	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
65	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
66	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
67	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
68	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
69	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
70	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
71	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
72	Tdk Terdeteksi	Terdeteksi	Tdk Cocok
73	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
74	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
75	Tdk Terdeteksi	Terdeteksi	Tdk Cocok
76	Tdk Terdeteksi	Terdeteksi	Tdk Cocok
77	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
78	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
79	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok

80	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
81	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
82	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
83	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
84	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
85	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
86	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
87	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
88	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
89	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
90	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
91	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
92	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
93	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
94	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
95	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
96	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
97	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
98	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
99	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok
100	Terdeteksi	Terdeteksi	Cocok

Tabel 4.2 menunjukkan perbandingan antara hasil pendeteksian klasifikasi dari proses klasifikasi manual dengan hasil pendeteksian klasifikasi proses program. Dari 100 buah sampel yang diujikan, di dapatkan hasil jumlah sampel yang cocok adalah 93 sampel dan jumlah sampel yang tidak cocok adalah 7 sampel. Sehingga dapat diperoleh data keberhasilan dengan nilai 93:

$$\text{Persentasi} = \frac{\text{data keberhasilan}}{\text{jumlah data}} \times 100\%$$

$$= \frac{93}{100} \times 100 = 93\%$$

Jadi dari hasil perhitungan di atas didapat hasil persentase keberhasilan klasifikasi *diabetic retinopathy* sebesar 93 %.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Uji coba dilakukan menggunakan 100 sampel citra fundus *diabetic retinopathy* dengan membandingkan hasil dari klasifikasi secara manual dengan hasil dari klasifikasi program. Berdasarkan pembahasan dan uraian pada aplikasi yang telah dibuat beserta uji coba yang telah dilakukan, maka dapat di tarik kesimpulan:

Dari hasil uji coba dan perhitungan yang telah dilakukan tersebut, Aplikasi dapat mendeteksi ada atau tidak nya *diabetic retinopathy* dalam citra fundus yang diujikan dengan persentase keberhasilan sebesar 93 % dari seluruh citra yang diujikan.

#### 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang diperoleh, sistem ini dapat lebih dikembangkan lagi. Karena aplikasi pada klasifikasi digital fundus mata bukanlah aplikasi yang mutlak namun aplikasi ini bisa ditambah atau digabungkan dengan aplikasi lain yang merupakan satu jalur penelitian pada citra retina.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akara Sopharak, Khine Thet Nwe, (2008), **Automatic Exudate Detection with a Naive Bayes Classifier**, Asian Institute of Technology , Bangkok, Thailand.
- Akara Sopharak, Bunyarit Uyyanonvara, (2007.1), **Automatic Exudates Detection From Diabetic Retinopathy Retinal Citra Using Fuzzy C-Means And Morphological Methods**, Advances In Computer Science And Technology, Thailand.
- Akara Sopharak, Bunyarit Uyyanonvara, (2007.2), **Automatic Exudates Detection From Non-Dilated Diabetic Retinopathy Retinal Citra Using Fuzzy C-Means Clustering**, Advances In Computer Science And Technology, Thailand.
- Bilous, Rudy W. 2003. *Diabetes*. Jakarta: Dian Rakyat
- Dalimartha, Setiawan. 2007. *Ramuan Tradisional untuk pengobatan diabetes melitus*. Jakarta: Penebar Swadaya
- David, J Rekha Krishnan dan Sukesh Kumar A. “Neural Network Based Retinal Image Analysis”. 2008 Congress on Image and Signal Processing. 2008.
- Hastiana, Rummi. 2010. Segmentasi Citra Digital Pembuluh Darah Mata Untuk Mendeteksi Tingkat Keparahan Diabetic Retinopathy. Skripsi, Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang.
- Iba Asghari, Basri. Tentang Problema Sosial,Politik,Budaya. 1994. Jakarta

Iqbal, M.I, Aibinu, A.M, Gubbal, N.S, Khan, (2006), A, **Automatic Diagnosis of Diabetic Retinopathy using Fundus Citras**, Blekinge Institute of Technology.

Kusumadewi dan Purnomo. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. 2004. Yogyakarta: Graha Ilmu.

L. Gagnon, M. Lalonde, M. Beaulieu dan M.-C. Boucher, (2001), “**Procedure to Detect Anatomical Structures in Optical Fundus Images**”. Proceedings of Conference Medical Imaging 2001 : Image Processing (SPIE #4322), San Diego, 19-22 Février 2001, p. 1218-1225.

Ming, Yee Foo, Identification of Diabetic Retinopathy Stages using Digital Fundus Images using Imaging, School of Science and Technology, Singapura, 2009

Muhammad, bin Abdullah. 2006. Tafsir Ibnu Kasir. Jakarta: Pustaka Imam Syafi'i

Munir, Rinaldi. 2003. *Matematika Diskrit*. Bandung: Informatika.

Philip S King, “An Investigation into The Design of An Automated Glaucoma Diagnostic System”. Thesis, Texas Tech University, 2004.

Prasetyo, Eko. 2011. *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan Matlab*. Yogyakarta : ANDI

Tomi Kauppi, Valentina Kalesnykiene, **DIARETDB1 diabetic retinopathy database and evaluation protocol**, University of Kuopio, Finland

Shihab, Quraish. 2002. Tafsir Al-Misbah: Pesan Kesan dan Keserasian Al-Quran.

Jakarta: Lentera Hati

Usman, Ahmad. 2005. *Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya*.

Yogyakarta: GRAHA ILMU

Viranee Thongnuch dan Bunyarit Uyyanonvara. 2006. “Automatic Detection of

Optic Disc from Fundus Images of ROP Infant Using 2D Circular Hough

Transform”, Sirindhorn International Institute of Technology, Thammasat

University, Thailand

Yusuf, Ahmad Muhammad. 2009. Ensiklopedi Tematis ayat Al-Quran dan Hadits.

Jakarta: Widya Cahaya

*Diabetic Retinopathy*, diakses dari [http://www.kellog.umich.edu/patiencare/conditions/Diabetic\\_retynopathy.html](http://www.kellog.umich.edu/patiencare/conditions/Diabetic_retynopathy.html), pada tanggal 5 Mei 2012

*Diabetic Retinopathy*, diakses dari <http://www.healthcentral.com/diabetes/more/images-7215-146.html>, pada tanggal 5 Mei 2012

*Diabetic Retinopathy*, diakses dari <http://www.eyemlink.com/condition.asp?conditionsID> pada tanggal 5 Mei 2012

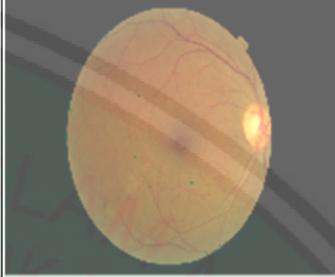
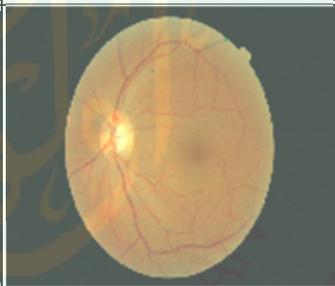
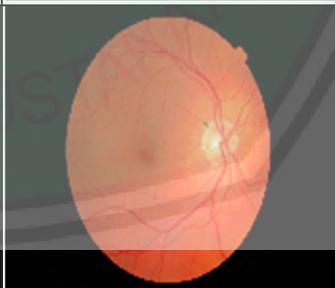
My Eye World,(2012): *Eye Structure and function*. accessed, June 7<sup>nd</sup> 2012, website [http://www.myeyeworld.com/files/eye\\_structure.htm](http://www.myeyeworld.com/files/eye_structure.htm).

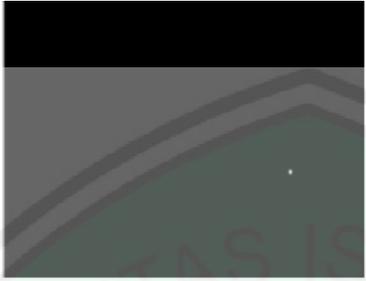
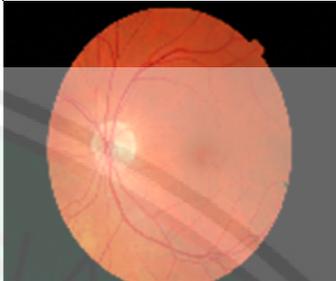
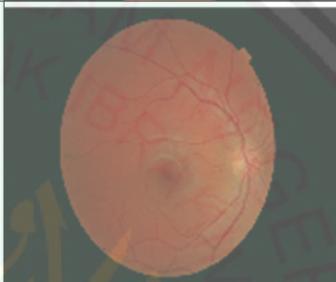
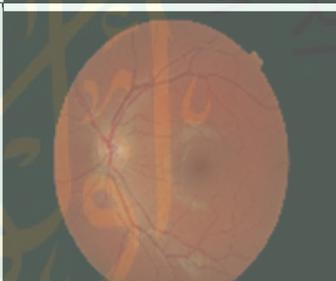
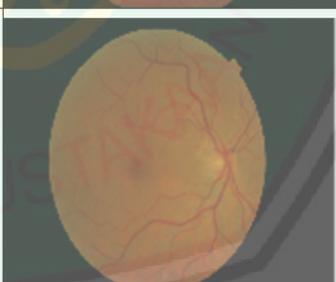
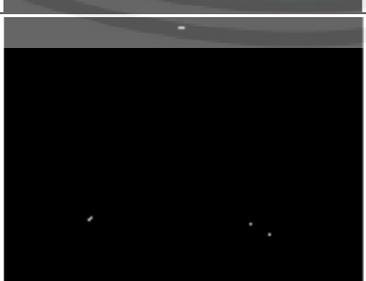
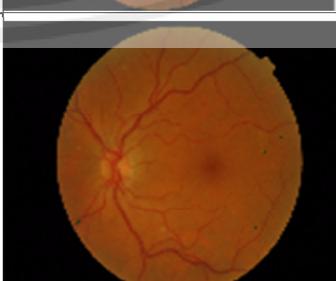
[www.elektronikabersama.web.id/2011/09/program-matlab.html](http://www.elektronikabersama.web.id/2011/09/program-matlab.html)

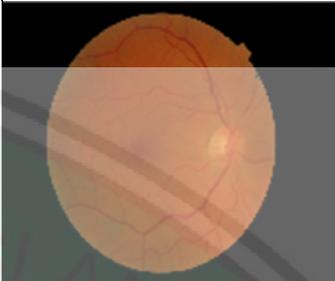
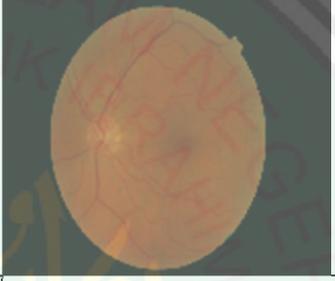
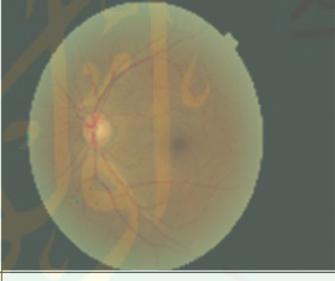
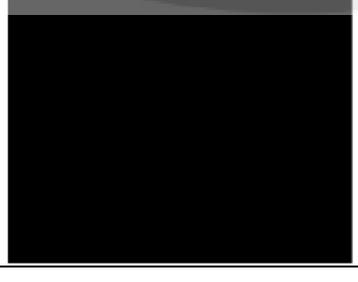
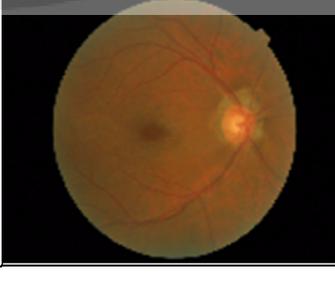
<http://messidor.crihan.fr>

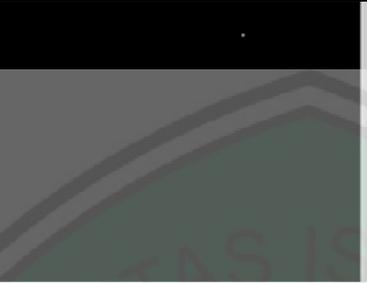
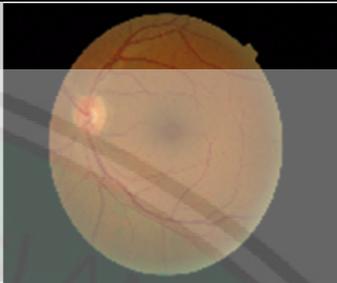
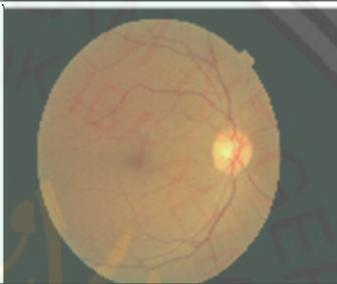
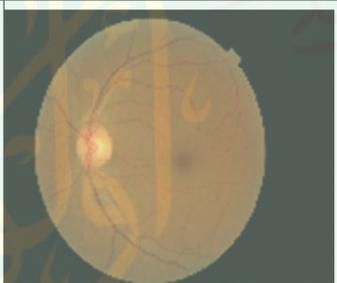
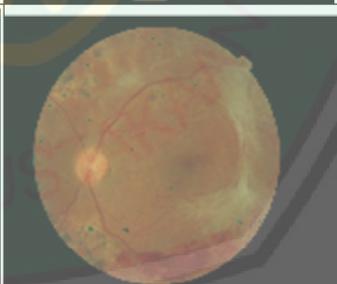
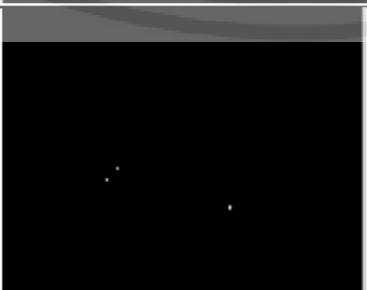
[www.shivasoft.in/nikhilesh/?p=111](http://www.shivasoft.in/nikhilesh/?p=111)

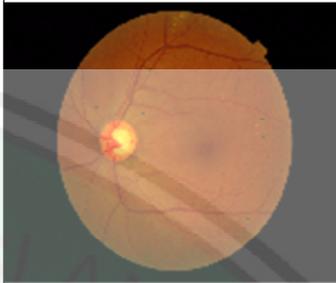
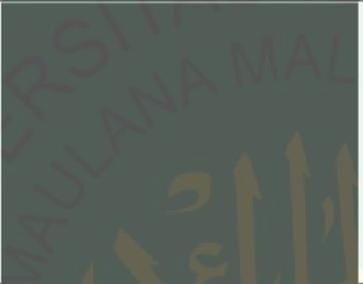
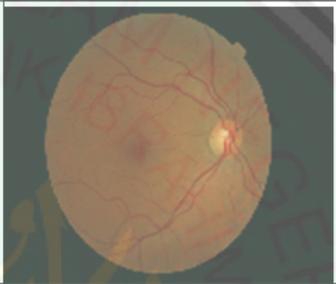
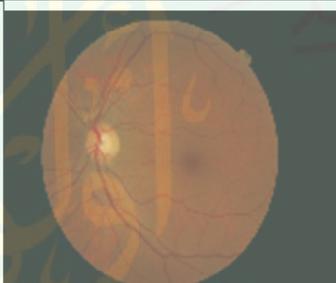
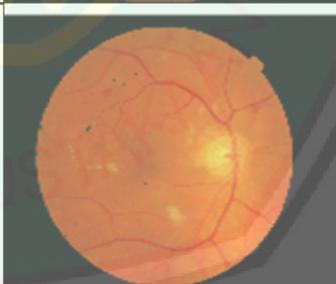
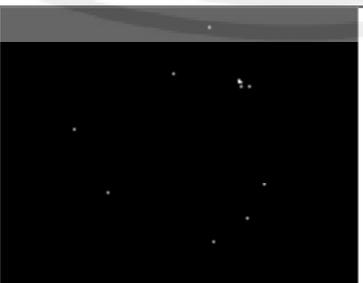
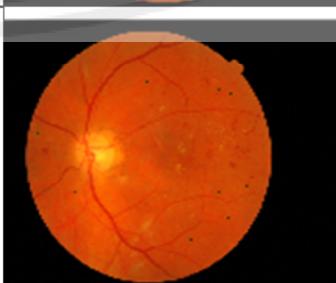
Lampiran I: Tabel Hasil Klasifikasi Program

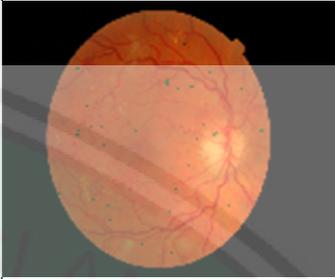
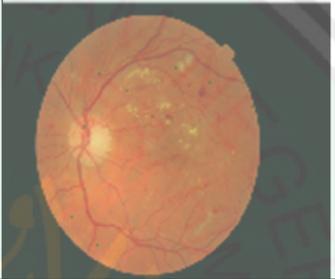
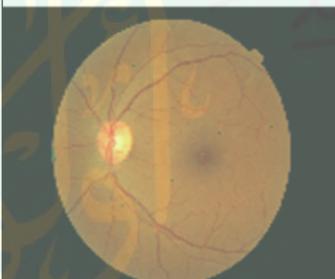
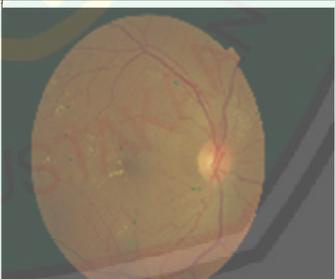
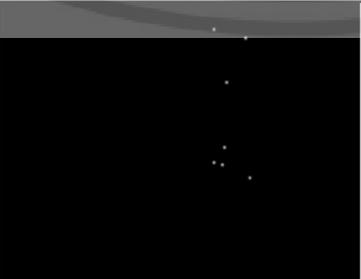
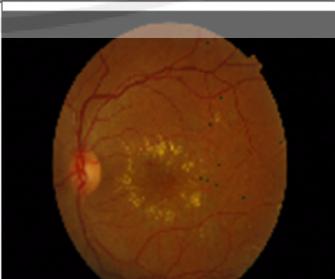
No Citra	Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi yg telah digabungkan	Retinopathy Klasifikasi
1			5
2			3
3			3
4			4

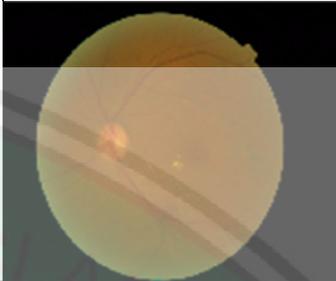
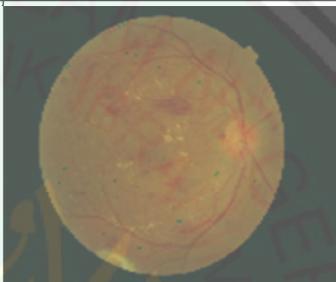
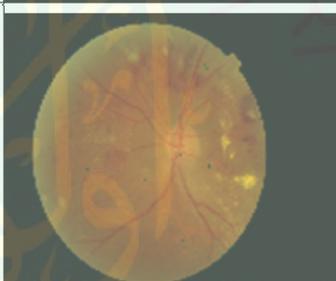
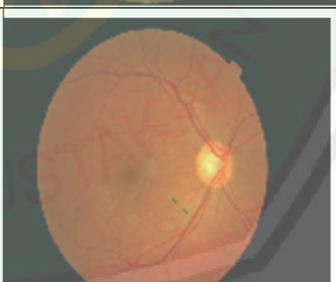
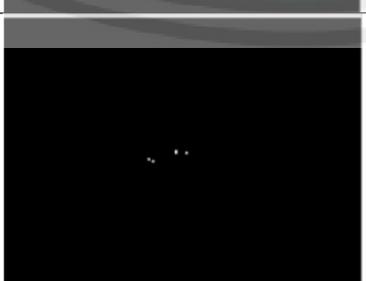
No Citra	Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi yg telah digabungkan	Retinopathy Klasifikasi
5			4
6			5
7			4
8			4
9			5

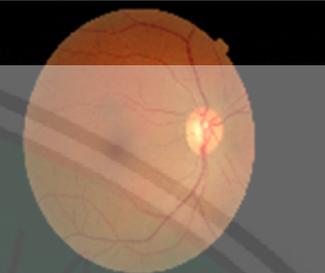
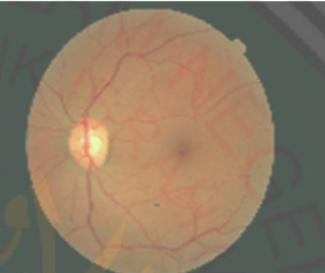
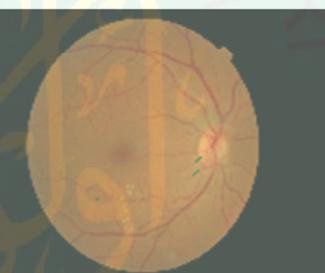
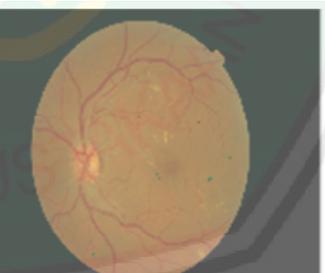
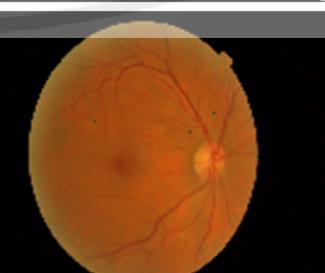
No Citra	Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi yg telah digabungkan	Retinopathy Klasifikasi
10			3
11			2
12			2
13			4
14			1

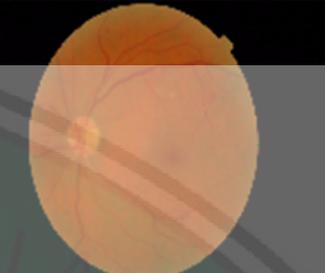
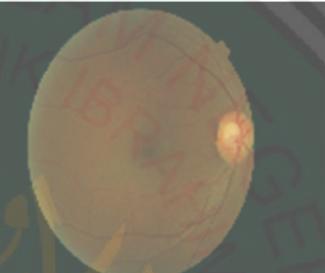
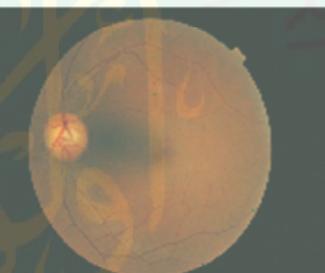
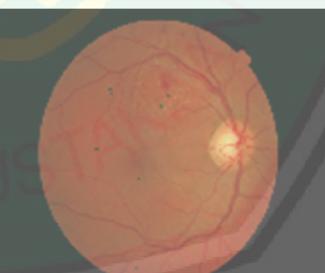
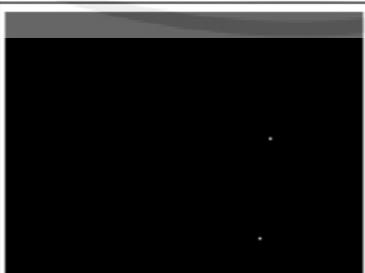
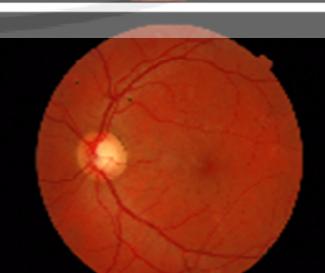
No Citra	Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi yg telah digabungkan	Retinopathy Klasifikasi
15			4
16			4
17			3
18			4
19			4

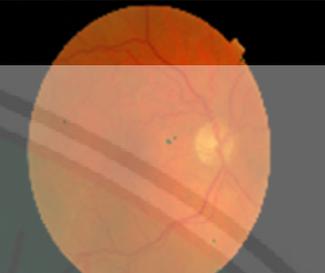
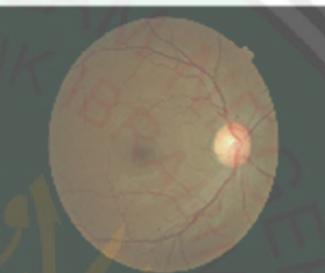
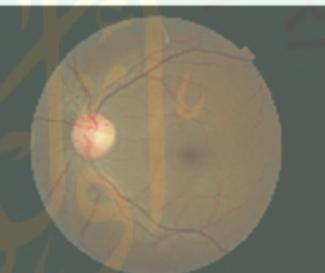
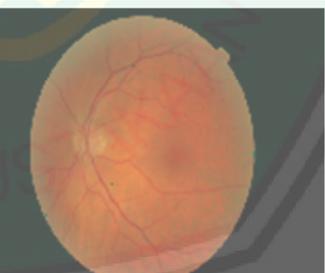
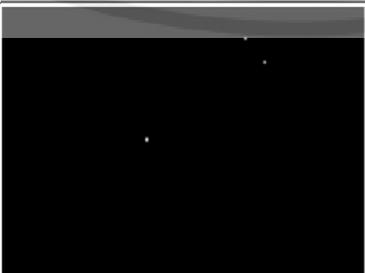
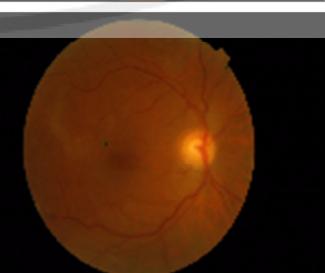
No Citra	Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi yg telah digabungkan	Retinopathy Klasifikasi
20			5
21			4
22			4
23			6
24			4

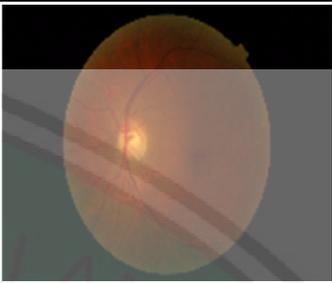
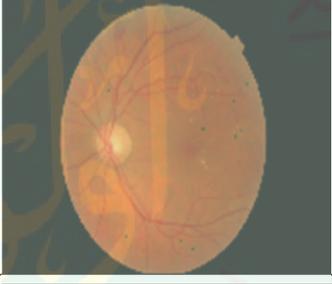
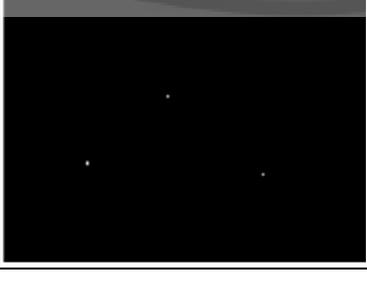
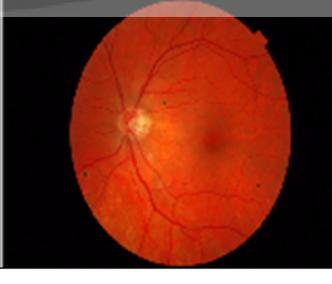
No Citra	Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi yg telah digabungkan	Retinopathy Klasifikasi
25			7
26			7
27			6
28			5
29			7

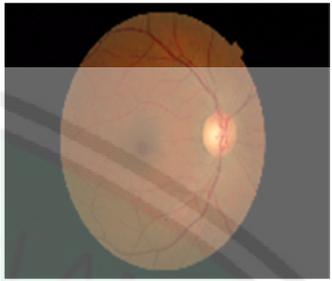
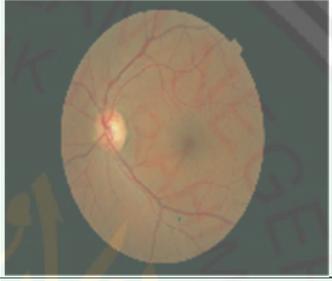
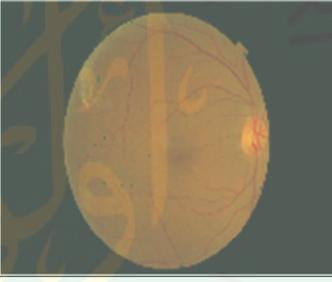
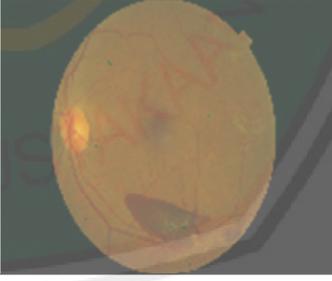
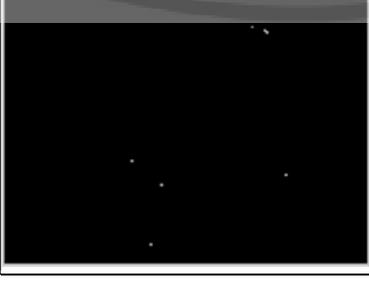
No Citra	Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi yg telah digabungkan	Retinopathy Klasifikasi
30			1
31			6
32			6
33			4
34			3

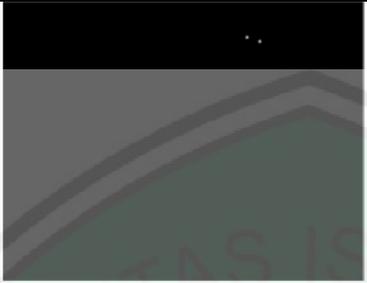
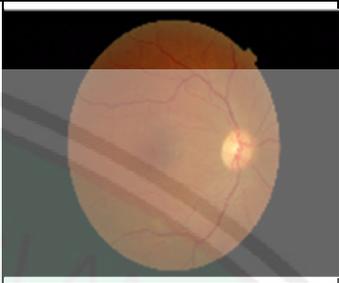
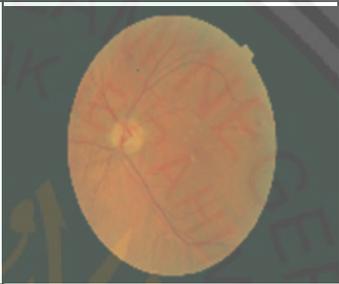
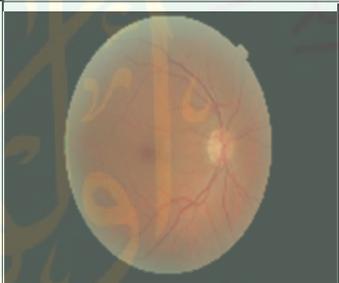
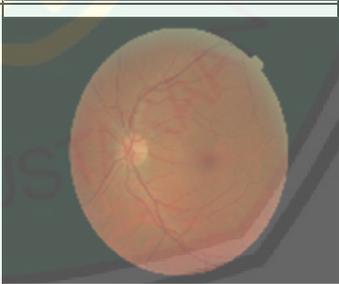
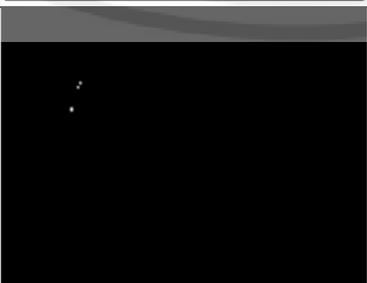
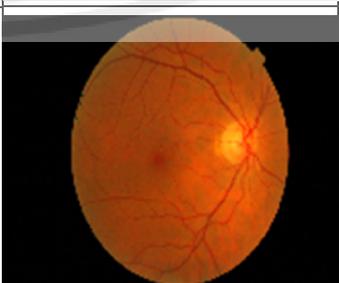
No Citra	Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi yg telah digabungkan	Retinopathy Klasifikasi
35			4
36			4
37			6
38			6
39			2

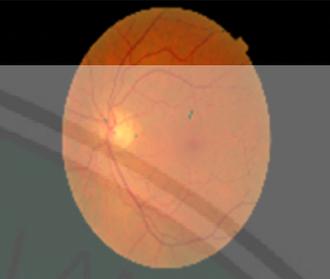
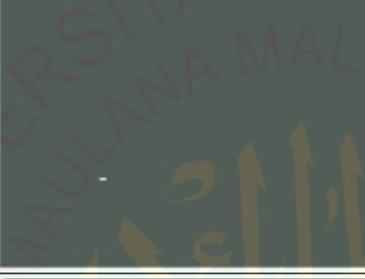
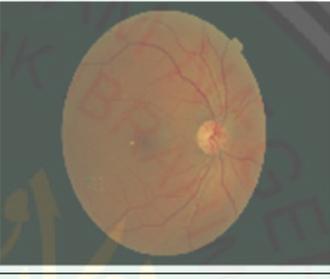
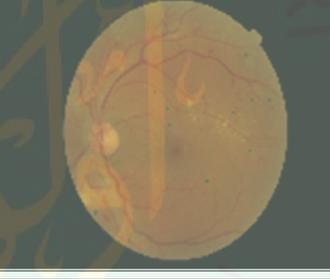
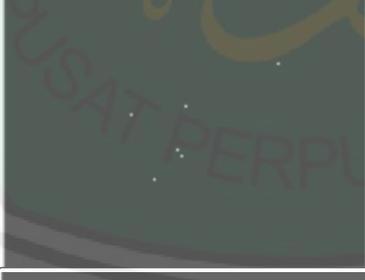
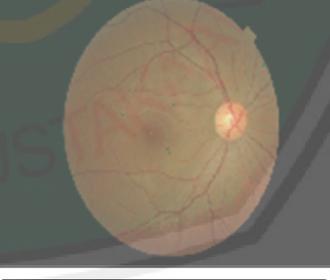
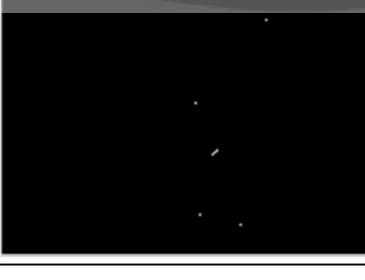
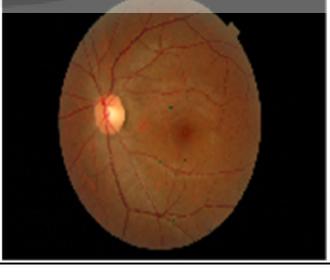
No Citra	Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi yg telah digabungkan	Retinopathy Klasifikasi
40			1
41			1
42			2
43			5
44			4

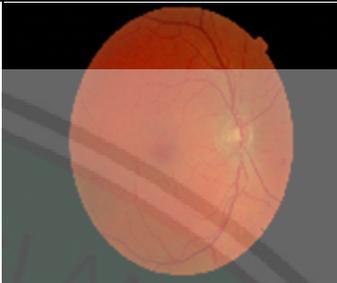
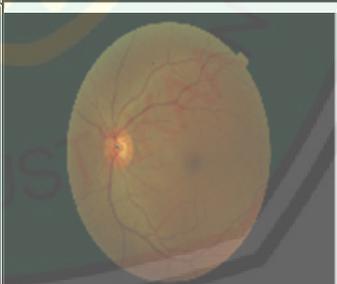
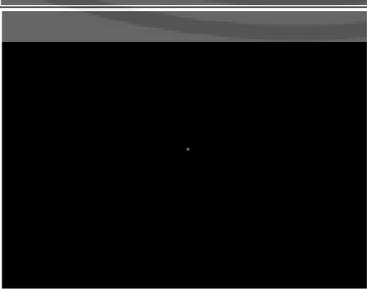
No Citra	Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi yg telah digabungkan	Retinopathy Klasifikasi
45			2
46			5
47			3
48			3
49			2

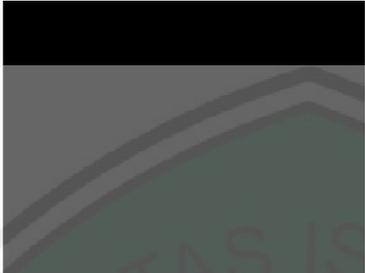
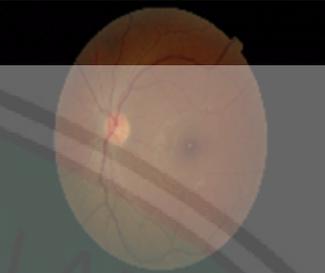
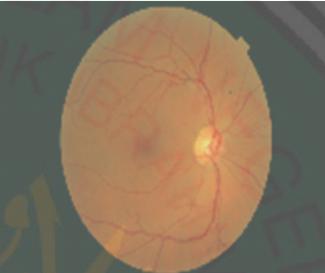
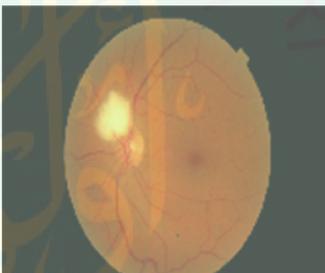
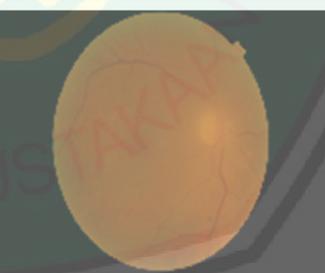
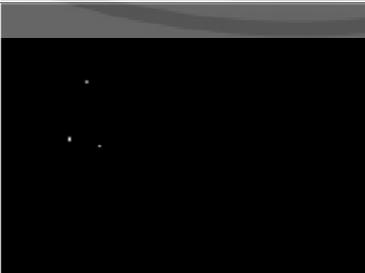
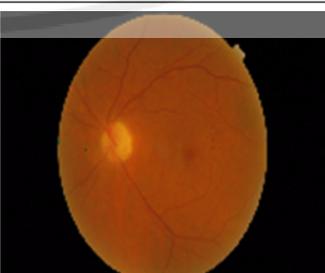
No Citra	Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi yg telah digabungkan	Retinopathy Klasifikasi
50			2
51			3
52			4
53			4
54			5

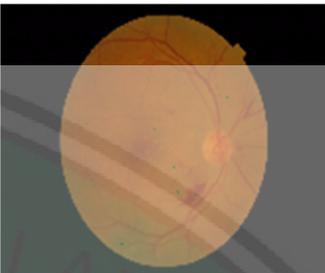
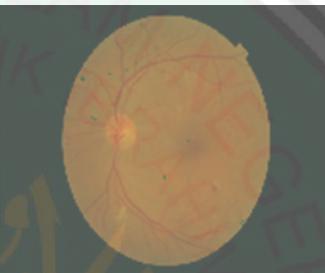
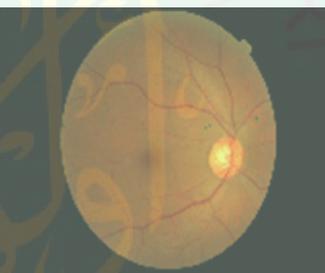
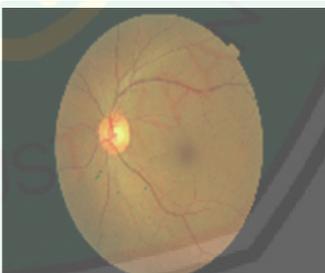
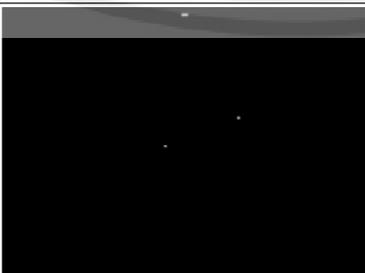
No Citra	Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi yg telah digabungkan	Retinopathy Klasifikasi
55			4
56			5
57			6
58			4
59			4

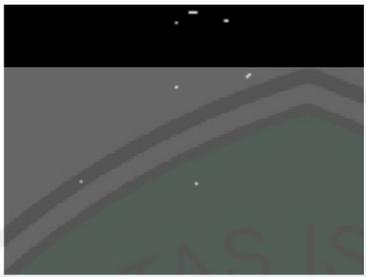
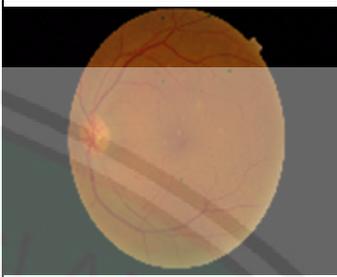
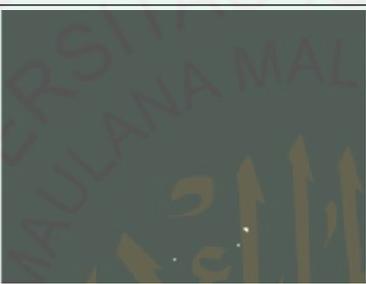
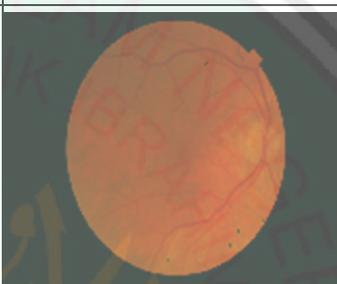
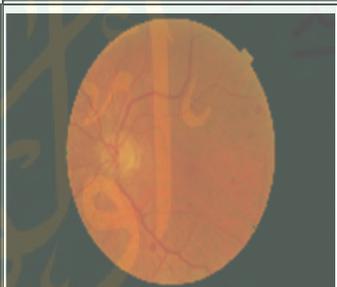
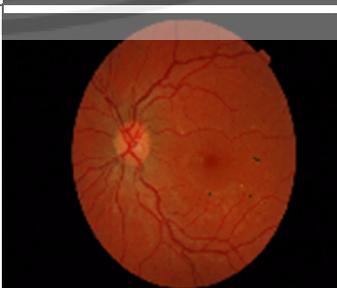
No Citra	Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi yg telah digabungkan	Retinopathy Klasifikasi
60			3
61			2
62			2
63			3
64			4

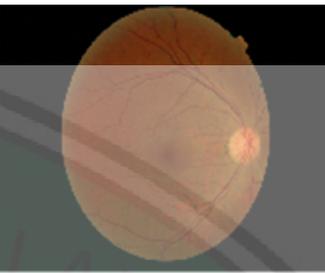
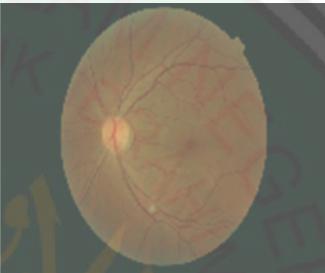
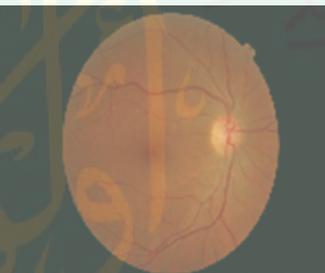
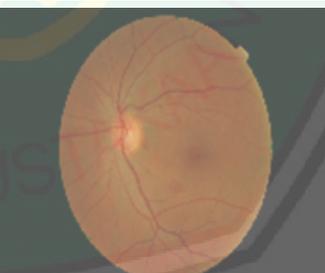
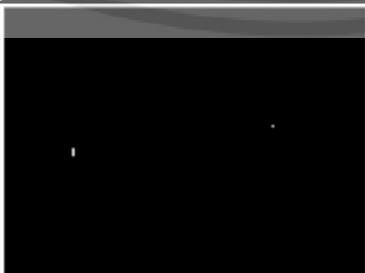
No Citra	Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi yg telah digabungkan	Retinopathy Klasifikasi
65			5
66			4
67			5
68			4
69			4

No Citra	Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi yg telah digabungkan	Retinopathy Klasifikasi
70			4
71			4
72			3
73			3
74			1

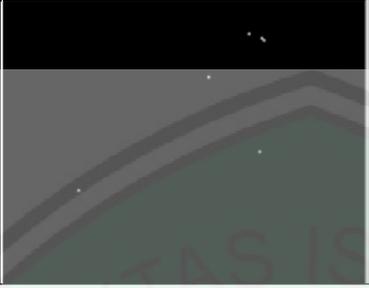
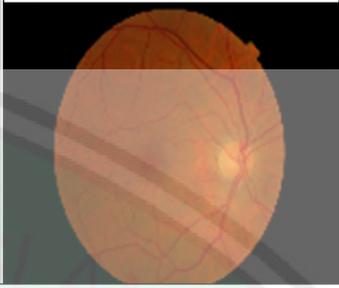
No Citra	Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi yg telah digabungkan	Retinopathy Klasifikasi
75			2
76			3
77			3
78			2
79			1

No Citra	Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi yg telah digabungkan	Retinopathy Klasifikasi
80			3
81			6
82			5
83			4
84			3

No Citra	Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi yg telah digabungkan	Retinopathy Klasifikasi
85			4
86			2
87			2
88			6
89			6

No Citra	Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi yg telah digabungkan	Retinopathy Klasifikasi
90			3
91			4
92			3
93			3
94			2

No Citra	Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi yg telah digabungkan	Retinopathy Klasifikasi
95			3
96			6
97			6
98			3
99			2

No Citra	Hasil Klasifikasi	Hasil Klasifikasi yg telah digabungkan	Retinopathy Klasifikasi
100			4

