

**KLASIFIKASI *DIABETIC RETINOPATHY* MENGGUNAKAN METODE
NAÏVE BAYYESIAN**

SKRIPSI

Oleh :

NUR LAILI

NIM. 09650109



JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG**

2013

**KLASIFIKASI *DIABETIC RETINOPATHY* MENGGUNAKAN METODE
NAÏVE BAYYESIAN**

SKRIPSI

Diajukan kepada:

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan

Guna Memperoleh Gelar Strata Satu Sarjana Teknik Informatika (S.Kom)

Oleh :

NUR LAILI

NIM. 09650109

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG**

2013

**KLASIFIKASI *DIABETIC RETINOPATHY* MENGGUNAKAN METODE
NAÏVE BAYYESIAN**

SKRIPSI

Oleh :

NUR LAILI

NIM. 09650109

Telah disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

M. Faisal, M. T

NIP. 197405102005011007

M. IMAMMUDIN ,Lc.MA

NIP. 19740602 200901 1 010

Tanggal, 15 April 2013

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika

NIP. 197203092005012002

Ririen Kusumawati, M.Kom

KLASIFIKASI *DIABETIC RETINOPATHY* MENGGUNAKAN METODE NAÏVE BAYYESIAN

SKRIPSI

Oleh

Nur Laili

NIM. (09650109)

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Tugas akhir dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Tanggal, 15 April 2013

Susunan Dewan Penguji	Tanda Tangan
1. Penguji Utama : <u>Totok chamidy, M.Kom</u> NIP. 19691222 200604 1 001	()
2. Ketua : <u>Zainal Abidin, M.Kom</u> NIP. 19760613 200501 1 004	()
3. Sekretaris : <u>M. Faisal, M.T</u> NIP. 19740510 200501 1 007	()
4. Anggota : <u>M. IMAMMUDIN ,Lc,M.A</u> NIP. 19740602 200901 1 010	()

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Ririen Kusumawati, M.Kom
NIP. 19720309 200501 2 002

ORISINALITAS PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Laili

NIM : 09650109

Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika

Judul Penelitian : **KLASIFIKASI DIABETIC RETINOPATHY
MENGUNAKAN METODE NAÏVE BAYESSIAN**

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur penjiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 15 April 2013

Yang Membuat Pernyataan,

Nur Laili

NIM. 09650109

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan mengucap puji dan syukur kepada Allah, kupersembahkan sebuah karya kecilku untuk orang-orang yang kusayangi :

Abi dan Umi (H.Kayadi & Hj.Siti Aminah) tercinta, yang telah memberikan segalanya, kasih sayang, perhatian, motifasi, nasihat, dan semuanya yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

kakak dan adikku (Mas Kahfidz, Mas Arif, dan Sofiyulloh) tersayang, Muttaqiyuddin Romadloni, serta seluruh keluarga besarku

Seluruh penghuni kos 'Sofidifa', Tim Diabetic Retinopathy, teman-teman D'fushie, teman-teman D-TIC, teman-teman angkatan 2009, dan semua teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu-persatu terimakasih atas dukungan dan motivasinya, kakak-kakak angkatan 2008, Admin Jurusan TI, beserta seluruh pihak yang membantu, dan memberi dukungan kepada penulis

Semoga kita senantiasa menjadi hamba yang bersyukur, bermanfaat untuk diri sendiri dan orang lain, diberkahi, dan dirahmati oleh Allah SWT ...

Amien...

MOTTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ۖ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ۖ

*karena Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,(5) Sesungguhnya
sesudah kesulitan itu ada kemudahan(6)*

.....سُبْحَنَهُ إِذَا قَضَىٰ أَمْرًا فَإِنَّمَا يَقُولُ لَهُ كُنْ فَيَكُونُ.....

*.....Maha suci Dia. apabila Dia telah menetapkan sesuatu, Maka Dia hanya berkata
kepadanya: "Jadilah", Maka jadilah ia.....*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puja dan puji syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang yang telah memberikan rahmat, taufik, hidayah dan inayah-Nya kepada kita serta memberikan nikmat Islam dan Iman serta tak lupa nikmat kesehatan yang diberikan kepada penulis khususnya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah dengan judul “Klasifikasi *Diabetic Retinopathy* Menggunakan Metode Naïve Bayeesian”. Penelitian ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam meraih gelar Sarjana Komputer (S.Kom) di Fakultas Sains dan Teknologi Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

Penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini. Untuk itu, iringan doa dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Bapak M. Faisal M.T selaku dosen pembimbing I dan dosen wali, yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, mengarahkan, serta memberikan saran, kemudahan dan kepercayaan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi.

2. Bapak Imammudin selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing, memotivasi, mengarahkan, memberi kemudahan, dan melancarkan proses penyelesaian skripsi.
3. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah mengalirkan ilmu, pengetahuan, pengalaman, dan wawasan, sebagai pedoman dan bekal bagi penulis.
4. 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>.
5. Dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu. Penulis ucapkan terimakasih atas bantuan, dan motivasinya.

Akhirnya atas segala kekurangan dari penyusunan skripsi ini, sangat diharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif dari semua pembaca demi memperbaiki kualitas penulisan selanjutnya. Semoga apa yang telah tertulis di dalam skripsi ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat dan menambah khasanah ilmu pengetahuan. Amien...

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 15 April 2013

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metode Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Landasan Teori.....	7
2.1.1 Struktur Mata	8
2.1.2 Pengantar Diabetes.....	10
2.1.2.1 <i>Diabetic Retinopathy</i>	11
2.1.2.2 Klasifikasi <i>Diabetic Retinopathy</i>	15

2.1.3 Pengolahan Citra Digital	16
2.1.3.1 Tahapan Pengolahan Citra.....	16
2.1.3.2 Morfologi.....	18
2.1.3.3 Detektor Tepi <i>Canny</i>	19
2.1.3.3 Analisa Texture	21
2.1.4 <i>Naïve bayessian</i>	23
2.8 Penelitian Terkait.....	26
2.9 Landasan Keislaman	28
BAB III ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM	
3.1 Lingkungan Perancangan Perangkat Keras	32
3.2 Lingkungan Perancangan Perangkat Lunak.....	33
3.3 Deskripsi Sistem	34
3.3.1 Akuisisi Citra	34
3.3.2. <i>Preprocessing</i>	35
3.3.3. Ekstrasi <i>Fitur</i>	40
3.3.4. Klasifikasi DR dengan <i>Naïve Bayessian</i>	46
3.4 Perancangan Antar Muka.....	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAAN	
4.1 Lingkungan Implementasi	53
4.2 Penjelasan Program.....	54
4.2.1 Proses Menampilkan Halaman Utama.....	54
4.2.2 Proses Input Citra.....	55
4.2.3 Proses Tampil Hasil	56
4.3 Uji Coba	57
4.3.1 Pelatihan	57
4.3.2. Pengujian	59
BAB V PENUTUP	

5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Anatomo Mata	8
Gambar 2.2 Oftalmoskop	10
Gambar 2.3 Digital <i>Fundus</i> (Retina normal).....	10
Gambar 2.4 Variasi fitur <i>Retinopathy</i>	13
Gambar 2.5 <i>Microaneurysms</i>	14
Gambar 2.6 <i>Haemorrhage</i>	14
Gambar 2.7 <i>Hard Exudates</i>	14
Gambar 2.8 <i>Soft Exudates</i>	14
Gambar 2.9 <i>Cotton wool</i>	14
Gambar 2.10 <i>NeoVascularisation</i>	14
Gambar 2.11 Tahapan pengilahan citra digital.....	16
Gambar 2.12 Hasil Operasi Morfologi.....	19
Gambar 3.1 Blok diagram proses klasifikasi <i>diabetic retinopathy</i>	34
Gambar 3.2 Citra digital fundus mata berwarna	35
Gambar 3.3 Citra RGB, <i>grayscale</i> , <i>greenchannel</i> , hasil ‘imadjust’	36
Gambar 3.4 Ilustrasi gambar sebelum dan sesudah operasi closing	37
Gambar 3.5 Deteksi dan Penghilangan <i>Optic Disk</i>	37
Gambar 3.6 Penghilangan batas lingkaran	39
Gambar 3.7 Blok Diagram Deteksi <i>Microaneurysms</i>	40
Gambar 3.8 Deteksi <i>Microaneurysms</i>	41

Gambar 3.9 Blok Diagram Deteksi <i>Exudates</i>	42
Gambar 3.10 Deteksi <i>Exudates</i>	42
Gambar 3.11 <i>Exudates</i> dengan jumlah pixel 1452.....	43
Gambar 3.12 <i>Blood Vessel</i> dengan jumlah pixel 31249.....	44
Gambar 3.13 Blok diagram analisis texture berdasarkan nilai entropy.....	45
Gambar 3.14 Citra 20051214_52349_0100_PP.tif	46
Gambar 3.15 Desain Interface.....	52
Gambar 4.1 Tampilan Halaman Utama.....	54
Gambar 4.2 Proses Input Citra	56
Gambar 4.3 Tampilan hasil	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Training</i>	24
Tabel 2.2 Tabel <i>mean</i> dan standar deviasi.....	25
Tabel 2.3 Tabel <i>Testing</i>	25
Tabel 3.1 Data Uji	47
Tabel 3.2 <i>Mean</i> dan standar deviasi	47
Tabel 4.1 Lingkup Uji Coba.....	53
Table 4.2 Tabel Ekstrasi Fitur Data Training.....	58
Tabel 4.3 Data Uji Coba.....	59
Tabel 4.4 Hasil Uji Coba Program	60
Tabel 4.5 Hasil Klasifikasi DR.....	62
Tabel 4.6 Hasil Klasifikasi tingkat NPDR	63
Tabel 4.7 Hasil Klasifikasi tingkat PDR	64
Tabel 4.8 Efektifitas sistem keseluruhan.....	64

ABSTRAK

Laili, Nur. 2013. **Klasifikasi *Diabetic Retinopathy* menggunakan metode naïve bayessian** Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Pembimbing: (I) Muhammad Faisal, M.T (II) M.Imammudin, Lc.M.A.

Kata kunci: *diabetic retinopathy*, naïve bayes

Diabetic retinopathy (DR) adalah penyakit mata yang disebabkan oleh penyakit diabetes. *Diabetic retinopathy* (DR) merupakan komplikasi *mikrovaskuler* yang terjadi pada penderita diabetes yang menyebabkan kelainan pada retina dan dapan menyebabkan kebutaan.

Penelitian ini dilakukan untuk membangun sebuah aplikasi yang dapat mengklasifikasi *Diabetic Retinopathy* secara otomatis sesuai dengan tingkatannya, yaitu normal, *Non-Proliferate Diabetic Retinopathy* (NPDR), dan *Proliferate Diabetic Retinopathy* (PDR). Penelitian ini menggunakan pengolahan citra digital untuk mengekstrasi ciri dan metode naïve bayessian untuk mengklasifikasi ciri.

Hasil pengujian aplikasi menunjukkan bahwa tingkat keakurasian metode naïve bayessian dalam mengklasifikasi DR berdasarkan tingkatannya, normal, NPDR san PDR mencapai 97 %.

ABSTRACT

Laili, Nur. 2013. **Klasifikasi *Diabetic Retinopathy* menggunakan metode naïve bayessian** Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Pembimbing: (I) Muhammad Faisal, M.T (II) M.Imammudin, Lc.M.A.

Kata kunci: *diabetic retinopathy, naïve bayes*

Diabetic retinopathy (DR) is a eye disease caused by diabetes. Diabetic retinopathy (DR) is a microvascular complication that occurs people with diabetes that causes abnormalities in the retina and it's can causes of blindness.

Research is underway to build an application that can automatically classify diabetic retinopathy according to its level, ie normal, non-Proliferate Diabetic Retinopathy (NPDR), and Proliferate Diabetic Retinopathy (PDR). The research use digital image processing to extract the features and clasify the features by naïve bayessian method

The application test results shows that level accuracy of naïve bayessian method in classify the DR based levels, normal, NPDR san PDR getting to 97%.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Diabetic retinopathy (DR) adalah gangguan pada mata yang disebabkan oleh penyakit diabetes. *Diabetic retinopathy* (DR) merupakan komplikasi *mikrovaskuler* yang terjadi pada penderita diabetes yang menyebabkan kelainan pada retina. DR biasanya ditandai dengan perubahan kecil dalam kapiler retina, kemudian muncul *microaneurysm* (MA) sebagai titik-titik merah kecil di retina. Lemahnya dinding kapiler menyebabkan terjadinya pendarahan/*haemorrhages* (HA) pada retina (Kauppi, 2010). Gejala klinis dari penyakit ini adalah munculnya *mikroaneurisma* yang merupakan pembengkakan pembuluh darah berukuran mikro dan dapat terlihat sebagai titik-titik kemerahan pada retina (I Ketut Gede Darma Putra, 2010).

Retinopathy merupakan penyebab utama kebutaan pada orang dewasa (Sitompul, 2011). Risiko menderita *retinopati* DM meningkat sebanding dengan semakin lamanya seseorang menyandang DM. Faktor risiko lain untuk *retinopati* DM adalah ketergantungan *insulin* pada penyandang DM tipe II, *nefropati*, dan *hipertensi* (American Diabetes Association, 2010). Sementara itu, pubertas dan kehamilan dapat mempercepat progresivitas *retinopati* DM (Garg S, 2009).

Survey kesehatan di Amerika Serikat tahun 2005-2008 melibatkan penyandang DM menunjukkan 28,5% diantaranya didiagnosa RD dan 4,4% dengan RD yang terancam buta (Zhang dkk, 2010). *The diabCare Asia 2008 Study* melibatkan 1785 penderita DM pada 18 pusat kesehatan primer dan sekunder di Indonesia dan melaporkan bahwa 42% penderita DM mengalami komplikasi *retinopati*, dan 6,4% diantaranya merupakan *retinopati* DM *poliferatif* (Sitompul, 2011).

Kebutaan merupakan masalah kesehatan yang patut diwaspadai karena kebutaan dapat menurunkan kualitas hidup dan tingkan produktivitas penderitannya. Salah satu penyebab kebutaan adalah DR, keterlambatan diagnosis pasien *retinopati* DM menjadi masalah utama. Moss, menyebutkan terdapat beberapa faktor yang menyebabkan penyandang DM tidak memeriksakan matanya, yaitu karena tidak diberitahukan untuk memeriksa oleh dokter (75%) dan merasa tidak memiliki keluhan pada mata (33%). Selain itu tidak tersedianya waktu dan tidak mampu membayar adalah salah satu alasan penyandang DM (Nasution, 2008).

Dari fakta diatas, dapat dikatakan bahwa pasien DR tidak memeriksakan matanya karena tidak diberitahukan oleh dokter. Seharusnya dokter mengingatkan pasien untuk memeriksakan matanya setelah pasien didiagnosa menderita DR. Dalam Alquran surat Almaidah ayat 32 dijelaskan

مِنْ أَجْلِ ذَلِكَ كَتَبْنَا عَلَى بَنِي إِسْرَءِيلَ أَنَّهُ مَنْ قَتَلَ نَفْسًا بِغَيْرِ نَفْسٍ أَوْ فَسَادٍ فِي

الْأَرْضِ فَكَأَنَّمَا قَتَلَ النَّاسَ جَمِيعًا وَمَنْ أَحْيَاهَا فَكَأَنَّمَا أَحْيَا النَّاسَ جَمِيعًا وَلَقَدْ

جَاءَتْهُمْ رُسُلُنَا بِالْبَيِّنَاتِ ثُمَّ إِنَّ كَثِيرًا مِّنْهُمْ بَعَدَ ذَلِكَ فِي الْأَرْضِ لَمُسْرِفُونَ ﴿١٧﴾

Artinya “oleh karena itu Kami tetapkan (suatu hukum) bagi Bani Israil, bahwa: Barangsiapa yang membunuh seorang manusia, bukan karena orang itu (membunuh) orang lain, atau bukan karena membuat kerusakan dimuka bumi, Maka seakan-akan Dia telah membunuh manusia seluruhnya. dan Barangsiapa yang memelihara kehidupan seorang manusia, Maka seolah-olah Dia telah memelihara kehidupan manusia semuanya[1]. 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”.

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

Penyakit *diabetic retinopathy* diklasifikasikan menjadi tiga tahap: Normal, *Non-Polifera diabetic retinopathy* (NPDR) dan *Polifera Diabetic Retinopathy* (PDR). Pada tahap *Non-Polifera diabetic retinopathy* (NPDR) diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu *mild*, *moderat* dan *serve* (Agung kyaw Thet, 2009).

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode naïve bayessian untuk mengklasifikasi *diabetic retinopathy* berdasarkan tahapan-tahapannya. Metode ini cocok digunakan dalam klasifikasi karena tingkat keakuratan dapat mencapai 91%.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas dapat dirumuskan, Bagaimana mengklasifikasi penderita *diabetic retinopathy* berdasarkan tahapan-tahapan DR dengan menggunakan metode *naïve bayessian*?

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 dideteksi adalah *diabetic retinopathy*.
4. Format citra yang digunakan berupa format *Tagged Image File Format* (TIFF)

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah agar dapat menampilkan hasil klasifikasi tingkat keparahan *diabetic retinopathy* berdasarkan gambar yang diidentifikasi.

1.5. Manfaat Penelitian

- 1 Memberikan kontribusi bagi perkembangan pengolahan citra digital medis khususnya dalam klasifikasi citra *fundus* pada penyakit *diabetic retinopathy*.

- 2 Membantu ahli *ophthalmologist* dalam mengklasifikasikan fitur citra *fundus* sesuai dengan jenis kerusakan pada penderita *diabetic retinopathy*

1.6. Metode Penelitian

Pada penelitian ini, penulis menggunakan metode *naïve bayessian* untuk mengklasifikasi penderita *diabetic retinopathy*.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini akan membahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, metode dari penelitian mengenai klasifikasi penderita *diabetic retinopathy* menggunakan metode *naïve bayessian*, serta sistematika penulisan laporan penelitian tugas akhir.

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini akan menjelaskan mengenai landasan teori, penelitian terkait, dan landasan keislaman. Landasan teori akan membahas mengenai struktur mata, *diabetic retinopathy*, pengolahan citra digital dan metode *naïve bayessian*. Penelitian terkait akan membahas mengenai penelitian yang telah dilakukan yang terkait dengan penelitian klasifikasi *diabetic retinopathy*. Landasan keislaman membahas mengenai integrasi antara penelitian dan keislaman.

BAB III Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan mengenai analisis dan perancangan aplikasi Klasifikasi Penderita *Diabetic retinopathy* Menggunakan Metode *Naïve bayessian*.

BAB IV Hasil Dan Pembahasan

Bab ini akan membahas implementasi metode, penjelasan program, hasil pelatihan, dan hasil uji coba program.

BAB V Penutup

Bab ini 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.Landasan Teori

وَاللَّهُ أَخْرَجَكُمْ مِنْ بُطُونِ أُمَّهَاتِكُمْ لَا تَعْلَمُونَ شَيْئًا وَجَعَلَ لَكُمُ السَّمْعَ وَالْأَبْصَرَ وَالْأَفْئِدَةَ
لَعَلَّكُمْ تَشْكُرُونَ

Artinya: “Dan Allah mengeluarkan kamu dari perut ibumu dalam Keadaan tidak mengetahui sesuatupun, dan Dia memberi kamu pendengaran, penglihatan dan hati, agar kamu bersyukur.” (Qs. An-Nahl: 78).

Tiga alat yang seringkali disinggung dalam Alquran, dimana manusia dimungkinkan untuk mengetahui alam sekitarnya (melalui pendengaran dan penglihatan) dan alam-alam yang lebih tinggi yang dapat diketahui lewat hati (*qalb*).

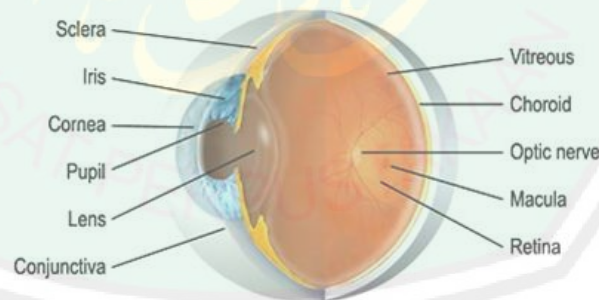
Dengan penglihatan kita bisa mengetahui keradaan dari hampir semua benda-benda fisik, dari mulai langit dan alam semesta yang luas, sampai kepada makhluk-makhluk kecil yang ada di hadapannya. Dengan mata yang diciptakan sebagai alat penglihatan, maka manusia telah melakukan pengamatan yang seksama tentang alam fisik ini, dan terciptalah berbagai disiplin ilmu fisika, dari mulai astrofisika (hasil pengamatan terhadap langit dan bintang-gemintang), meteorolgi (hasil pengamatan terhadap objek-objek yang ada antara langit dan bumi), kimia (hasil pengamatan

terhadap unsur-unsur materi), fisika (hasil pengamatan terhadap materi, bentuk, ruang, waktu dan gerak), mineralogi (hasil pengamatan terhadap batu-batuan, logam dan benda-benda cair), botani (hasil pengamatan terhadap tumbuh-tumbuhan), zoology (hasil pengamatan terhadap hewan), anatomi (hasil pengamatan terhadap tubuh manusia) dan psikologi (hasil pengamatan terhadap aktivitas mental manusia).¹

Dapat disimpulkan bahwa dengan adanya mata (sebagai alat penglihatan), manusia dapat meliha, mengerti, dan memahami segala sesuatu yang ada di sekitarnya. Oleh sebab itu, mari kita menjaga mata kita agar dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya.

2.1.1. Struktur Mata

Mata adalah organ yang berhubungan dengan penglihatan. mata terletak di soket tulang atau orbit dan dilindungi oleh kelopak mata dari udara luar. Berikut gambar anatomi mata



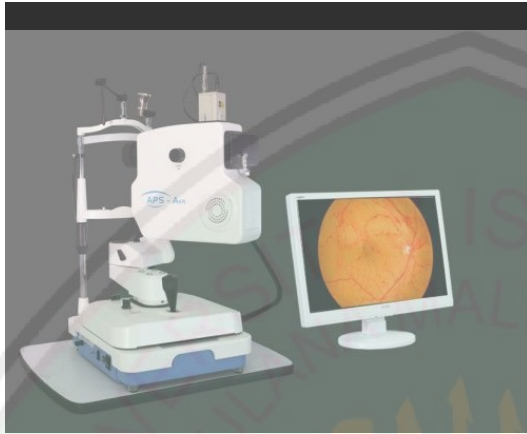
Gambar 2.1 Anatomi Mata (Aung Kyaw Thet, 2009)

¹ Terdapat di halaman pembuka Mushaf Al'Alim: Alquran Edisi Ilmu Pengetahuan

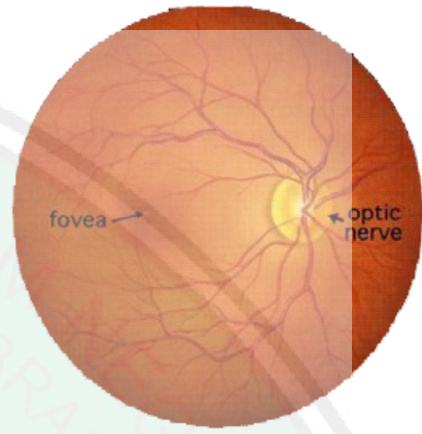
- Sclera: lapisan berwarna putih, pelindung yang mempertahankan bentuk bulat
- Iris: bagian yang mengontrol tingkat cahaya
- Kornea: bagian transparan yang menutupi iris dan pupil, berfungsi untuk merefleksikan cahaya dan membantu mata untuk tetap focus
- Lensa: bagian transparan yang berbentuk biconvex, berfungsi untuk membantu menfokuskan mata
- Pupil: permukaan yang terletak di pusat dari iris, berfungsi mengontrol jumlah cahaya yang masuk kemata
- Konjungtiva: bagian yang menutupi sclera dan garis bagian dalam kelopak mata, berfungsi melumasi mata.
- Vitreous: gel bening yang mengisi ruang antara lensa dan retina
- Koroid: terletak antara retina dan sclera, terdiri dari lapisan pembuluh darah yang mensuplai makanan ke mata bagian dalam dan mensuplai pasokan darah ke retina
- Syaraf optic: syaraf yang mengirimkan informasi visual dari retina ke otak
- Macula: terletak di bagian tengah retina
- Retina: lapisan bagian belakang mata, bertindak seperti film kamera. Cahaya harus benar terfokus ke retina

Permukaan mata bagian dalam disebut *fundus*, yaitu terletak bertentangan dengan lensa. *Fundus* dapat dilihat menggunakan oftalmoskop. *Fundus* terdiri dari retina,

macula, fovea, optic disk dan *posterior pole* (retina yang terletak antara macula dan optic disk). Berikut gambar oftalmoskop dan *fundus* mata:



Gambar 2.2 oftalmoskop



Gambar 2.3 Digital *fundus*. (Retina normal)

2.1.2. 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* (DM) 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, pembusukan 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)

2.1.2.1. Diabetic Retinopathy

Diabetic retinopathy (DR) merupakan komplikasi *mikrovaskuler* yang terjadi pada penderita diabetes yang menyebabkan kelainan pada retina. DR biasanya ditandai dengan perubahan kecil dalam kapiler retina, kemudian muncul *microaneurysm* (MA) sebagai titik-titik merah kecil di retina. Lemahnya dinding

kapiler menyebabkan terjadinya pendarahan/*haemorrhages* (HA) pada retina. (Kauppi, 2010)

Seiring dengan kebocoran pembuluh darah, *lipid* dan protein juga keluar dari pembuluh darah dan membentuk titik-titik terang kecil yang di sebut dengan *exudates*. 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 mensuplai lebih banyak oksigen ke retina. Pembuluh darah baru ini dinamakan *neovaskularization*, beresiko lebih besar untuk pecah dan menyebabkan *haemorrhage* yang lebih luas. Adapun variasi fitur *retinopathy* dapat dilihat pada gambar 2.4.

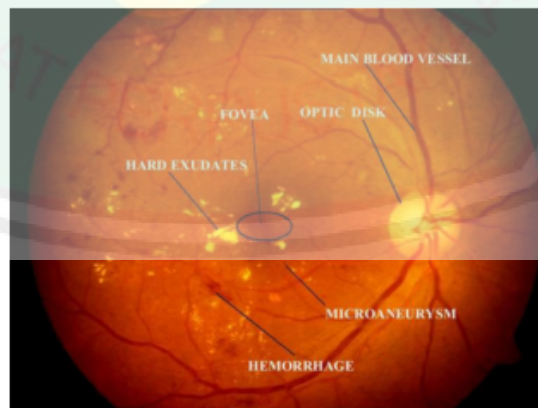
Microaneurysm (Gambar 2.5) merupakan bintik-bintik merah gelap atau biasanya tampak seperti pendarahan kecil dalam retina. Ukuran *mikroaneurisme* berkisar 10-100 μ atau kurang dari 1/2th diameter optic disk, dan rata-rata berbentuk lingkaran.

Haemorrhage (Gambar 2.6) merupakan kerusakan akibat DR berupa bercak-bercak merah darah akibat pecahnya *microaneurysm*, kerusakan ini terus berlanjut dan semakin meluas bila tidak segera ditangani dengan baik bisa mengakibatkan *exudates*.

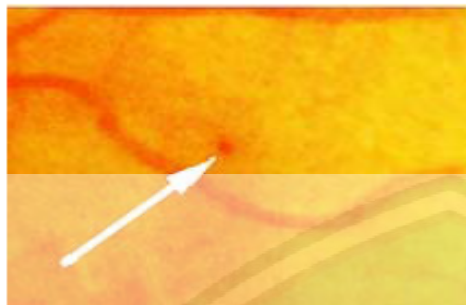
Exudates merupakan titik-titik kecil yang terbentuk dari lipid dan protein yang keluar dari pembuluh darah akibat kebocoran pembuluh darah. Ada dua karakteristik *exudates*, yaitu *hard exudates* dan *soft exudates*.

Hard exudates (Gambar 2.7) merupakan kerusakan akibat *DR*, *exudate* ini terlihat melebar dan membesar, bila tidak segera ditangani dengan baik dapat mengakibatkan kondisi mata semakin parah dan bisa mengakibatkan muncul bercak-bercak putih seperti kapas yang disebut sebagai *cotton wool*. *Soft exudates* (Gambar 2.8) tampak seperti bercak - bercak putih kecil kekuning-kuningan, bila tidak segera ditangani dapat mengakibatkan *hard exudates*. *Cotton wool* (Gambar 2.9) tampak seperti bercak-bercak putih seperti kapas, bila tidak segera ditangani secara baik dan bisa mengakibatkan kondisi mata semakin parah dan bisa mengakibatkan kebutaan.

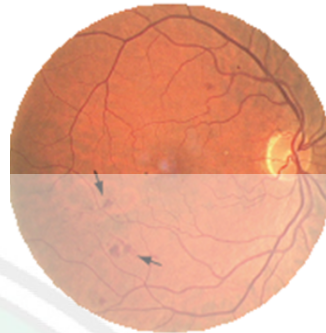
Neovascularisation (Gambar 2.10) merupakan pembuluh darah baru yang mensuplai oksigen ke retina. *neovascularisation* terbentuk akibat *ischemic*, yaitu kekurangan darah. Pembuluh darah baru ini memiliki dinding yang lemah, sehingga mudah pecah dan berdarah, atau menyebabkan jaringan parut tumbuh yang dapat menarik retina dari bagian belakang mata (*ablasi*), jika tidak segera diobati akan berakibat kehilangan penglihatan atau terjadi kebutaan (Iqbal dkk, 2006).



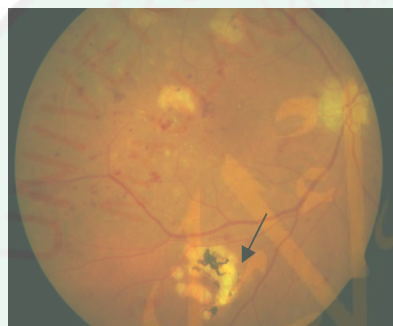
Gambar 2.4 Variasi fitur *retinopati* (Ravishankar, 2009)



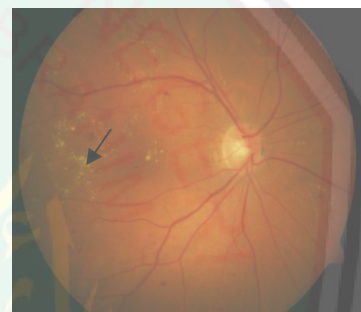
Gambar 2.5 *Microaneurysm* (Tomi kauppi, 2006)



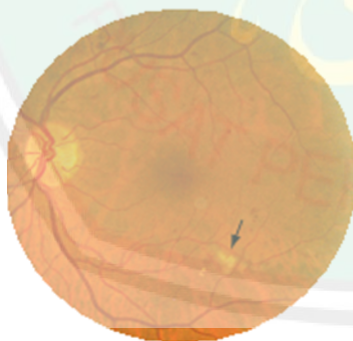
Gambar 2.6 *Haemorrhage* (Tomi Kauppi, 2006)



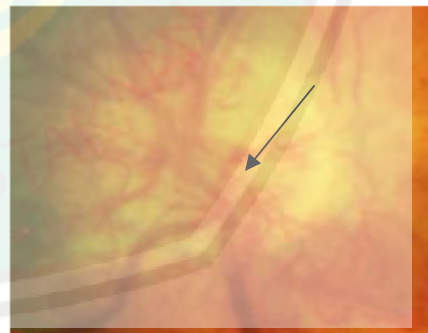
Gambar 2.7 *Hard Exudates* (Tomi Kauppi, 2006)



Gambar 2.8 *Soft Exudates* (Tomi Kauppi, 2006)



Gambar 2.9 *Cotton wool* (Tomi Kauppi, 2006)



Gambar 2.10 *Neovascularisation* (Tomi Kauppi, 2006)

2.1.2.2. Klasifikasi *Diabetic Retinopathy*

Penyakit *DR* diklasifikasikan menjadi 3 tahap: Normal, *Non-Polifera diabetic retinopathy* (NPDR) dan *Polifera Diabetic Retinopathy* (PDR).

1. Normal

2. *Non-Polifera diabetic retinopathy* (NPDR)

Tahap NPDR tergantung pada kemunculan dan ukuran fitur, seperti *hard exudate*, *microaneurisms*, dan *cotton wool*. NPDR dibagi menjadi tiga, yaitu:

- *Mild Polifera diabetic retinopathy* (NPDR): pada tahap ini muncul mikroaneurisma.
- *Moderat Polifera diabetic retinopathy* (NPDR): terjadi penyumbatan pada pembuluh darah yang mengairi retina. Memungkinkan untuk terjadi pendarahan yang mengakibatkan muncul *cotton wool* dan *exudates*.
- *Serve Polifera diabetic retinopathy* (NPDR): semakin banyak daerah yang tersumbat yang mengakibatkan retina kekurangan darah dan oksigen, sehingga dapat memunculkan pembuluh darah baru.

3. *Polifera diabetic retinopathy* (PDR)

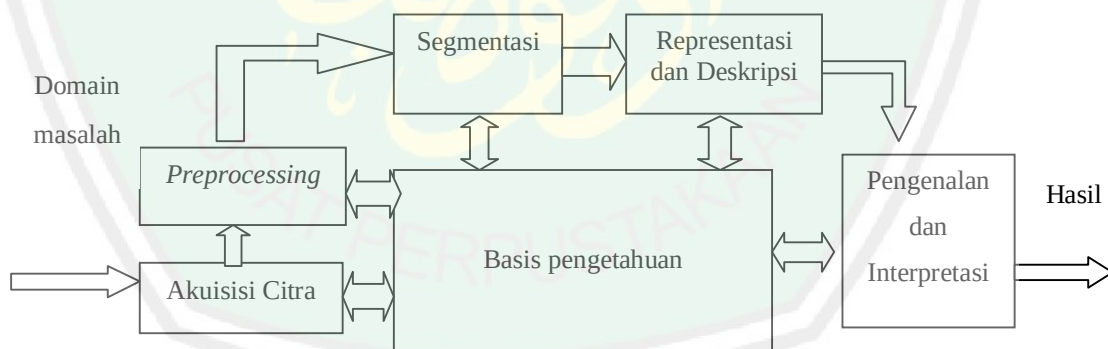
Tahap PDR merupakan tahapan lanjutan dari *serve* NPDR, dimana daerah retina kekurangan darah dan oksigen, sehingga menimbulkan adanya pembuluh darah baru yang abnormal dan rapuh. Ketika pembuluh darah baru mengalami kebocoran maka dapat menimbulkan kehilangan penglihatan bahkan dapat terjadi kebutaan permanen.

2.1.3. Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan perbaikan kualitas gambar (peningkatan kontras, transformasi, warna, restorasi citra), transformasi gambar (rotasi, translasi, skala, transformasi *geometric*), melakukan pemilihan citra ciri (*feature images*), melakukan proses penarikan informasi atau deskripsi objek atau pengenalan objek, melakukan kompresi atau reduksi data untuk tujuan penyimpanan data, dan waktu proses data. Input dari pengolahan citra adalah citra, sedangkan outputnya adalah ciri hasil pengolahan (T. Sutoyo dkk, 2009:5).

2.1.3.1. Tahapan Pengolahan Citra

Berikut merupakan tahapan – tahapan pengolahan citra yang digunakan:



Gambar 2.11 Tahapan pengolahan citra digital

(Gonzales & Woods, 1992, T.Sutoyo dkk, 2009:7)

1. Akuisis Citra

Akuisisi citra adalah tahap awal untuk mendapatkan citra digital. Tahapan ini dimulai dengan memilih objek yang akan diambil (dalam hal ini adalah citra retina), persiapan alat (pengambil citra retina menggunakan *oftamoloskop*) sampai pada pencitraan. Pencitraan merupakan transformasi dari citra tampak menjadi citra digital.

2. Preprocessing

Pada tahapan ini dilakukan beberapa tahapan penting yang bertujuan untuk memperlancar proses /tahapan berikutnya. Berikut tahapan yang harus dilakukan:

- a. Peningkatan kualitas citra (kontras, *brightness*, dll)
- b. Menghilangkan *noise*
- c. Perbaikan citra (*images restoration*)
- d. Transformasi (*Images Transformation*)
- e. Menentukan bagian citra yang akan diobservasi

3. Segmentasi

Tahapan ini bertujuan untuk mempartisi citra menjadi bagian-bagian pokok yang mengandung informasi penting. Misalnya, memisahkan objek dan latar belakang.

4. Representasi dan Deskripsi

Dalam hal ini representasi merupakan suatu proses untuk merepresentasikan suatu wilayah sebagai suatu daftar titik-titik koordinat dalam kurva yang tertutup, dengan deskripsi luasan atau perimeternya.

5. Pengenalan dan Interpretasi

Tahap pengenalan bertujuan untuk memberi label pada sebuah objek yang informasinya disediakan oleh *descriptor*, sedangkan tahap interpretasi bertujuan untuk memberi arti atau makna kepada kelompok objek-objek yang dikenali.

6. Basis Pengetahuan

Basis pengetahuan digunakan sebagai basis data pengetahuan, berfungsi untuk memandu operasi dari masing-masing proses dan mengontrol interaksi antara proses tersebut. Bisa juga dijelaskan sebagai metode yang akan diterapkan pada suatu proses pengolahan citra. Pada penelitian ini penulis menggunakan metode *Naïve bayessian*.

2.1.3.2. Morfologi

Operasi morfologi adalah seperangkat operasi pengolahan citra yang menganalisis bentuk dalam gambar. Operasi morfologi yang paling dasar yang digunakan adalah dilatasi dan erosi. Erosi menghilangkan pixel pada batas-batas objek dalam gambar dengan mengubah ke pixel *background*, *shrinks* objek dan memecah satu objek. Pelebaran pada sisi lain, menambahkan pixel dengan batas-batas objek dengan mengubah pixel *background* sekitarnya. Hal ini akan memperbesar objek dan beberapa objek bisa bergabung menjadi satu (*Image Processing Toolbox*, diakses: 2012).

Opening atau *closing* adalah fungsi tunggal dengan kombinasi pelebaran dan erosi. Dalam *opening*, gambar akan menjalani erosi diikuti dengan pelebaran. Yaitu

menghapus pixel objek yang kecil sebelum memperluas sambil tetap dalam operasi *closing*. Hal ini bertujuan untuk menghilangkan pixel *background* yang kecil sebelum memperbesar sisanya. Dengan cara ini, kontur objek diperhalus dan objek kecil yang merenggang menyatu. Fungsi ini membantu menangani *noise* pada gambar atau menyesuaikannya.



Gambar 2.12 Hasil dari Operasi Morfologi: (a) *Original Image*, (b) *Erosion*, (c) *Dilation*, (d) *Opening*, (e) *Closing* (Sumber: Steven, W.Smith: 2012)

2.1.3.3. Detektor Tepi *Canny*

Deteksi ini digunakan untuk menemukan tepi dengan mencari local maximum dari gradient $f(x,y)$. Gradient dihitung menggunakan turunan filter Gaussian. Metode ini menggunakan dua threshold untuk mendeteksi tepi yang kuat dan lemah, dan memasukkan tepi lemah dalam output hanya jika tepi tersebut terhubung ke tepi yang kuat. Maka, metode ini lebih memungkinkan untuk mendeteksi tepi lemah dengan benar. Berikut penjelasan secara ringkas mengenai metode *canny*.

- Citra dihaluskan menggunakan filter Gaussian dengan standar deviasi yang ditentukan (σ) , untuk mengurangi noise.
- Gradient local, $g(x, y) = [G_x^2 + G_y^2]^{1/2}$, dari arah tepi $\alpha(x, y) = \tan^{-1}(\frac{G_x}{G_y})$, dihitung pada setiap titik. Titik tepi didefinisikan sebagai titik dimana kekuatan secara lokasi maksimum dalam arah gradient
- Titik-titik tepi ditentukan dalam langkah (2) memberikan kemunculan terhadap pertemuan dua permukaan yang melereng (*ridge*) dalam jarak gradient citra, algoritma kemudian melacak sepanjang puncak *ridge* dan memberikan nilai nol semua pixel yang sebenarnya tidak berada dipuncak *ridge* sehingga memberikan sebuah garis tipis dalam keluarannya. Proses ini disebut *nonmaximal suppression*. Pixel *ridge* kemudian di threshold menggunakan dua threshold, T1 dan T2, dengan $T1 < T2$. Pixel *ridge* dengan nilai yang lebih besar dari pada T2 disebut pixel yang “kuat”. Pixel *ridge* dengan nilai diantara T1 dan T2 disebut pixel tepi “lemah”.
- Akhirnya algoritma melakukan *linking* tepi dengan menemani piksel lemah yang 8-connected menjadi pixel kuat.

Syntaks untuk detector *canny* adalah :

$[g, t] = \text{edge}(f, 'canny', T, \sigma)$

Dimana T adalah vector $T = [T1, T2]$, berisi dua threshold yang dijelaskan pada langkah 3 prosedur diatas, dan sigma adalah standar deviasi dari filter penghalusan yang defaultnya adalah 1. Jika t dimasukkan dalam argument

output, t berisi dua elemen vector yang merupakan dua threshold yang digunakan dalam algoritma.

2.1.3.4. Analisis Texture

Istilah tekstur pada kehidupan sehari-hari adalah berkaitan dengan sifat permukaan benda yaitu kasar, halus atau bergelombang saat tersentuh indera peraba kita. Sebuah tekstur dikatakan kasar jika perbedaan tinggi-rendah antara titik-titik pada permukaan obyek besar, namun jika sebaliknya perbedaan tinggi rendah pada masing-masing titik pada permukaan obyek rendah, maka tekstur tersebut dikatakan halus. Pada tekstur citra digital juga berlaku sama, tetapi bukan dengan mengukur tinggi rendah titik-titik pada permukaan obyek dengan jari melainkan dengan menganalisa tingkat keabuan citra tersebut (Cucun Very Angkoso, 2011).

Pada umumnya menentukan tekstur sebuah citra digital adalah dengan mengukur perbedaan tingkat keabuan (kontras) dengan melakukan *windowing*. Citra digital memiliki beberapa elemen-elemen dasar seperti yang disebutkan berikut ini (Munir, 2004):

a. Kecerahan (*brightness*)

Kecerahan disebut juga intensitas cahaya, atau intensitas rata-rata dari suatu area yang melingkupinya.

b. Kontras (*contrast*)

Kontras menyatakan sebaran terang (*lightness*) dan gelap (*darkness*) di dalam sebuah citra.

c. Kontur (*contour*)

Kontur adalah keadaan yang ditimbulkan oleh perubahan intensitas pada piksel-piksel yang bertetangga.

d. Warna (*colour*)

Warna adalah persepsi yang dirasakan oleh sistem *visual* manusia terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh obyek. Setiap warna mempunyai panjang gelombang (λ). Warna yang diterima mata merupakan hasil kombinasi cahaya dengan panjang gelombang. Kombinasi warna yang memberikan rentang warna yang paling lebar adalah *red* (R) merah, *green* (G) hijau, *blue* (B) biru.

e. Bentuk (*shape*)

Shape adalah *property intrinsic* dari obyek tiga dimensi, dengan pengertian bahwa *shape* merupakan *property intrinsic* utama untuk sistem *visual* manusia. Pada umumnya citra yang dibentuk oleh mata merupakan citra dwimatra (2 dimensi), sedangkan obyek yang dilihat umumnya berbentuk trimatra (3 dimensi). Informasi bentuk dari obyek yang sedang diteliti dapat diekstraksi dari citra pada saat proses *preprocessing* dan segmentasi citra.

b. Tekstur (*texture*)

Tekstur diartikan sebagai distribusi spasial dari derajat keabuan di dalam sekumpulan piksel-piksel yang bertetangga. Resolusi citra yang diamati ditentukan oleh skala pada mana tekstur tersebut dipersepsi.

2.1.4. Naïve Bayessian

Teori keputusan *bayes* adalah pendekatan *statistic* yang fundamental dalam pengenalan pola (*pattern recognition*). Pendekatan ini didasarkan pada kuantitatif antara berbagai keputusan klasifikasi dengan menggunakan probabilitas dan ongkos yang ditimbulkan dalam keputusan-keputusan tersebut.

Teorema bayes menyediakan cara untuk menghitung probabilitas posterior $P(c|x)$, dari Probabilitas prior kelas ($P(c)$), Probabilitas prior ciri ($P(x)$) dan Probabilitas likelihood ($P(x|c)$). naïve bayes classifier berasumsi bahwa efek dari nilai predictor (x) pada kelas tertentu (C) tidak tergantung pada nilai-nilai predictor lain. Asumsi ini disebut *conditional independence* (Ying, Yang, 2003)

$$P(c|x) = \frac{P(x|c) * P(c)}{P(x)}$$

Dimana,

$P(c|x)$ = probabilitas posterior (probabilitas awal) dari class target yang diberikan predictor (atribut)

$P(c)$ = probabilitas prior dari *class*

$P(x|c)$ = probabilitas likelihood (probabilitas predictor yang diberi class)

$P(x)$ = probabilitas prior dari predictor

Untuk menghitung parametes estimasi dapat menggunakan beberapa distribusi, diantaranya adalah distribusi normal, kernel, dan multinominal. Dalam

hal ini penulis menggunakan distribusi normal (Gaussian) dengan rumus (George H. John and Pat Langley. 1995).

$$f(x|c) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Dimana,

$f(x|c)$ = Probabilitas prior (untuk menghitung nilai estimasi tiap kelas)

σ = Standar deviasi (dari masing-masing kelas dan masing-masing ciri)

μ = *Mean* (nilai rata-rata dari masing-masing kelas dan masing-masing ciri)

x = Nilai parameter yang akan diuji

Berikut adalah contoh perhitungan probabilitas posterior untuk menentukan seseorang adalah laki-laki (*male*) atau perempuan (*female*) dari beberapa ciri, ciri yang di gunakan adalah tinggi badan, berat badan, dan ukuran kaki. Berikut data *training* yang digunakan.

Tabel 2.1 *Training*

No	Gender	Tinggi Badan(feet)	Berat Badan(lbs)	Ukuran Kaki(inches)
1	<i>male</i>	6	180	12
2	<i>male</i>	5.92	190	11
3	<i>male</i>	5.58	170	12
4	<i>male</i>	5.92	165	10
5	<i>female</i>	5	100	6
6	<i>female</i>	5.5	150	8
7	<i>female</i>	5.42	130	7
8	<i>female</i>	5.75	150	9

Dari data diatas diperoleh nilai rata-rata (*mean*) dan standar deviasi. Klasifikasi menggunakan distribusi Gaussian. Berikut tabel *mean* dan standar deviasi.

Tabel 2.2 Tabel *mean* dan standar deviasi

<i>Gender</i>	<i>Mean</i> (TB)	<i>Std</i> (TB)	<i>Mean</i> (BB)	<i>Std</i> (BB)	<i>Mean</i> (UK)	<i>Std</i> (UK)
<i>male</i>	5.855	0.18717	176.25	11.08692	11.25	0.95742
<i>female</i>	5.4175	0.31180	132.5	23.62900	7.5	1.29100

TB = Tinggi Badan

BB = Berat Badan

UK = Ukuran Kaki

Berikut adalah data yang harus diklasifikasikan, data ini termasuk *male* atau *female*.

Tabel 2.3 *Testing*

Gender	TB	BB	UK
?	6	130	8

$$posterior(male) = P(male)P(TB|male)P(BB|male)P(UK|male)$$

$$posterior(female) = P(female)P(TB|female)P(BB|female)P(UK|female)$$

Evidence di hilangkan karena nilainya akan selalu sama untuk semua sample.

$$P(male) = \frac{4}{8} = 0.5$$

$$P(TB|male) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}0.18717} e^{-\frac{(6-5.855)^2}{2(0.18717)^2}} = 1.5789$$

$$P(BB|male) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}11.08692} e^{-\frac{(130-176.25)^2}{2(11.08692)^2}} = 5.9880e - 006$$

$$P(UK|male) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}0.95742} e^{-\frac{(8-11.25)^2}{2(0.95742)^2}} = 0.0013$$

$$P(female) = \frac{4}{8} = 0.5$$

$$P(TB|female) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}0.31180} e^{-\frac{(6-5.4175)^2}{2(0.31180)^2}} = 0.2234$$

$$P(BB|female) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}23.62900} e^{-\frac{(130-132.5)^2}{2(23.62900)^2}} = 0.0168$$

$$P(UK|female) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}1.29100} e^{-\frac{(8-7.5)^2}{2(1.29100)^2}} = 0.2867$$

$$Posterior (male) = 6.1454e - 009$$

$$Posterior (female) = 5.3801e-004$$

karena nilai posterior *female* > posterior *male* ($5.3801e - 004 > 6.1454e - 009$), maka data *testing* diatas diklasifikasi dalam kategori *female*.

2.2. Penelitian Terkait

(Sopharak dkk, 2008) dalam penelitiannya *preprocessing* dilakukang dengan mengubah citra RGB ke HIS, kemudian menggunakan *median filtering* pada kanal I untuk mengurangi noise kemudian menggunakan *Contras-Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) untuk meningkatkan kontras.

Pada penelitian lain dari (Sopharak dkk, 2008b) optic disk mudah dibedakan dengan fitur lain dari retina karena teksturnya halus. Untuk menentukannya dihitung

entropinya dengan menghitung fungsi massa probabilitas untuk intensitas pixel pada area local. Selanjutnya dipilih komponen terkoneksi paling luas dan berbentuk lingkaran

Pada penelitian lainnya (Sopharak dkk, 2009) menjelaskan, untuk membedakan pixel eksudat dan non-eksudat mereka mengekstraksi beberapa fitur yang relevan dan signifikan. Ada empat fitur yang dipilih dan digunakan sebagai masukan untuk mengelompokkan (FCM). Adapun masukan itu adalah nilai intensitas setelah *preprocessing*, intensitas standar deviasi, warna dan jumlah pixel tepi dari citra tepi.

(Thongnuch & Uyyanonvara, 2007) dalam penelitiannya menggunakan transformasi hough lingkaran untuk mendeteksi optic disk pada citra fundus bayi dengan kontur rendah berhasil mendeteksi optic disk dengan akurasi 81,7%. Pada penelitiannya yang selanjutnya, untuk mendeteksi optic disk berdasarkan *Mathematical Morphology*. Pembuluh darah dihapus menggunakan closing morfologi. Bentuk dari optic disk diekstraksi dengan menggunakan dilatasi, erosi, dan komponen terhubung. Dari penelitiannya dihasilkan akurasi 87.0%.

(Thomas dkk, 2001) Optik disk dideteksi dengan memperkirakan posisinya, kemudian kontur pastinya didapatkan dengan menggunakan transformasi watershed.

Saiprasad, Arpit, dan Anurag dalam penelitiannya mengembangkan metode yang secara otomatis dapat mendeteksi semua fitur dalam citra fundus menggunakan teknik pengolahan citra. (Aung Kyaw Thet) dalam penelitiannya, *preprocessing* dilakukan dengan mengubah citra RGB ke *grayscale* dan *histogram equalization*. (Alvian Nasukhi) dalam penelitiannya, *preprocessing* dilakukan dengan mengubah

citra RGB ke grayscale kemudian penyesuaian intensitas dengan menggunakan fungsi *imadjust*.

(Sanny dkk, 2011) dalam penelitiannya untuk mendeteksi titik potong pembuluh darah pada citra fundus retina *preprocessing* dilakukan dengan mencari nilai *green channel* dari citra berwarna, karena *green channel* memiliki saturasi komposisi yang tepat. (Ravishankar dkk, 2009) dalam penelitiannya ekstraksi fitur untuk deteksi *diabetic retinopathy* pada citra fundus retina semua operasi menggunakan *green channel*, karena *red channel* *oversaturasi* dan *blue channel* *undersaturasi*.

(Ika dkk, 2012) dalam penelitiannya mengenai segmentasi pembuluh darah proses pertama yang dilakukan adalah mencari nilai *green channel*. Karena sifat refleksi dari permukaan mata, *red channel* dari foto fundus terkadang mengalami saturasi yang berlebihan, terutama di daerah pusat saraf optic. Sedangkan *blue channel* mengalami saturasi yang terlalu rendah, dan terdapat banyak *noise*.

2.3.Landasan Keislaman

Diriwayatkan oleh Imam Bukhari di dalam shahihnya, dari shahabat Abu Hurairah bahwasanya Nabi bersabda,

أَنْزَلَ مَلَكٌ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً

“Tidaklah Allah turunkan penyakit kecuali Allah turunkan pula obatnya”

Dari riwayat Imam Muslim dari Jabir bin Abdillah dia berkata bahwa Nabi bersabda,

لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءٌ، فَإِذَا أَصَابَ الدَّاءُ الْوَجْهَ بِإِذْنِ اللَّهِ عَزَّ وَجَلَّ

“Setiap penyakit pasti memiliki obat. Bila sebuah obat sesuai dengan penyakitnya maka dia akan sembuh dengan seizin Allah Subhanahu wa Ta’ala.” (HR. Muslim)

Diriwayatkan pula dari musnad Imam Ahmad dari shahabat Usamah bin Suraik , bahwasanya Nabi bersabda,

كُنْتُ عِنْدَ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ، وَجَاءَتِ الْأَعْرَابُ، فَقَالَ: سَوَّلَ اللَّهُ، أَنْتَدَاوَى؟
نَعَمْ يَقُولُ بِإِذْنِ اللَّهِ، تَدَاوَوْا، فَإِنَّ اللَّهَ عَزَّ وَجَلَّ دَلَّمَ إِلَّا وَضَعَ لَهُ شِفَاءً غَيْرَ دَاءٍ وَاحِدٍ.
قَالُوا: بَا هُوَ؟ قَالَ: الْبَهْرَمُ

“Aku pernah berada di samping Rasulullah b. Lalu datanglah serombongan Arab dusun. Mereka bertanya, “Wahai Rasulullah, bolehkah kami berobat?” Beliau menjawab: “Iya, wahai para hamba Allah, berobatlah. Sebab Allah I tidaklah meletakkan sebuah penyakit melainkan meletakkan pula obatnya, kecuali satu penyakit.” Mereka bertanya: “Penyakit apa itu?” Beliau menjawab: “Penyakit tua.” (HR. Ahmad, Al-Bukhari dalam Al-Adabul Mufrad, Abu Dawud, Ibnu Majah, dan At-Tirmidzi, beliau berkata bahwa hadis ini hasan shahih. Syaikhuna Muqbil bin Hadi Al-Wadi’i menshahihkan ini dalam kitabnya Al-Jami’ Ash-Shahih mimma Laisha fish Shahihain, 4/486)

Dalam hadis tersebut, Rasulullah memerintahkan umatnya untuk berobat, apabila merasakan sakit atau menderita suatu penyakit. Rasulullah juga menegaskan bahwa tidak ada penyakit yang tidak ada obatnya karena Allah tak akan menciptakan suatu penyakit tanpa menciptakan obat nya, dan semua penyakit pasti bisa disembuhkan kecuali penyakit tua.

Oleh sebab itu sangat dianjurkan bagi orang – orang yang menderita penyakit diabetes untuk segera memeriksakan lebih lanjut mengenai penyakit yang dideritanya

dan dampak dari penyakit tersebut kedepannya. Termasuk memeriksakan retina mata, untuk mengetahui tingkat keparahan *diabetic retinopathy*.

Dari Ibnu Mas'ud , bahwa Rasulullah bersabda:

بِإِنَّ اللَّهَ لَمْ يَنْزِلْ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً مِنْ عِلِّهِ وَجَهْلُهُ مَنْ جَهْلُهُ

“Sesungguhnya Allah tidaklah menurunkan sebuah penyakit melainkan menurunkan pula obatnya. Obat itu diketahui oleh orang yang bisa mengetahuinya dan tidak diketahui oleh orang yang tidak bisa mengetahuinya.” (HR. Ahmad, Ibnu Majah, dan Al-Hakim, beliau menshahihkannya dan disepakati oleh Adz-Dzahabi. Al-Bushiri menshahihkan hadis ini dalam Zawa'id-nya. Lihat *takhrij Al-Arnauth* atas *Zadul Ma'ad*, 4/12-13)

Untuk mengetahui sebuah penyakit dan obatnya dibutuhkan sebuah pengetahuan dan ilmu.

أَرَادَ الدُّنْيَا فَعَلَيْهِ بِالْعِلْمِ وَمَنْ أَرَادَ الْآخِرَةَ فَعَلَيْهِ بِالْعِلْمِ وَمَنْ أَرَادَ هُمَا فَعَلَيْهِ بِالْعِلْمِ (رواه الطبراني)

Artinya : “Barangsiapa yang menginginkan kehidupan dunia, maka ia harus memiliki ilmu, dan barang siapa yang menginginkan kehidupan akhirat maka itupun harus dengan ilmu, dan barang siapa yang menginginkan keduanya maka itupun harus dengan ilmu” (HR. Thabrani).

Dari hadis tersebut diatas, manusia haruslah senantiasa haus akan ilmu dan pengetahuan dalam bidang apapun. Seperti halnya dalam penyakit DR, dimana di dalam pengobatan penyakit ini tentunya harus menggunakan ilmu pengetahuan yang luas. Dan dalam Alquran Allah berfirman dalam surat *Al-Mujaadilah* ayat 11:

يَتَأْتِيهِمُ الَّذِينَ ءَامَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا يَفْسَحِ اللَّهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ
 أَنْشُرُوا فَأَنْشُرُوا يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ ءَامَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ



Artinya: “Hai orang-orang beriman apabila kamu dikatakan kepadamu: “Berlapang-lapanglah dalam majlis”, Maka lapangkanlah niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. dan apabila dikatakan: “Berdirilah kamu”, Maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. dan Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan”

Klasifikasi *diabetic retinopathy* dimulai dengan segmentasi *microaneurisma*, *haemorrhage*, dan *exudates* pada citra fundus *diabetic retinopathy*. Hal ini merupakan salah satu upaya pendeteksian dini tingkat keparahan penderita penyakit diabetes dan juga merupakan salah satu usaha meningkatkan ketelitian dalam diagnosis tingkat keparahan *diabetic retinopathy*. sehingga, nantinya diharapkan akan dapat membantu dokter dalam melakukan diagnosis dan menentukan tindakan preventif apa yang dapat dilakukan pada pasien maupun pengobatannya.

Dalam penelitian ini, penulis mencoba untuk membuat sebuah inovasi baru dalam pengklasifikasi tingkat keparahan penyakit *diabetic retinopathy* melalui pendekatan ilmu pengolahan citra digital dengan menggunakan metode *naïve bayessian*.

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini akan diuraikan mengenai metode penelitian untuk mengidentifikasi 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 yang dapat mengidentifikasi *Diabetic Retinopathy* menggunakan metode *Naïve bayessian*, spesifikasi perangkat computer yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Processor Intel® Core™ i5 CPU 430 @ 1.20Ghz (4CPUs),~1.2GHz
2. Intel(R) Graphics Media Accelerator HD
3. RAM 2048MB
4. Harddisk 160 GB
5. Perangkat output monitor LED 11"
6. Keyboard dan mouse

3.2. Lingkungan Perancangan Perangkat Lunak

Untuk merancang dan membuat program identifikasi fitur *Diabetic Retinopathy* menggunakan metode *Naïve bayessian*, ada beberapa perangkat lunak yang digunakan, yaitu:

1. Sistem Operasi Windows 7 Ultimate 32-bit

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 R2011a

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.

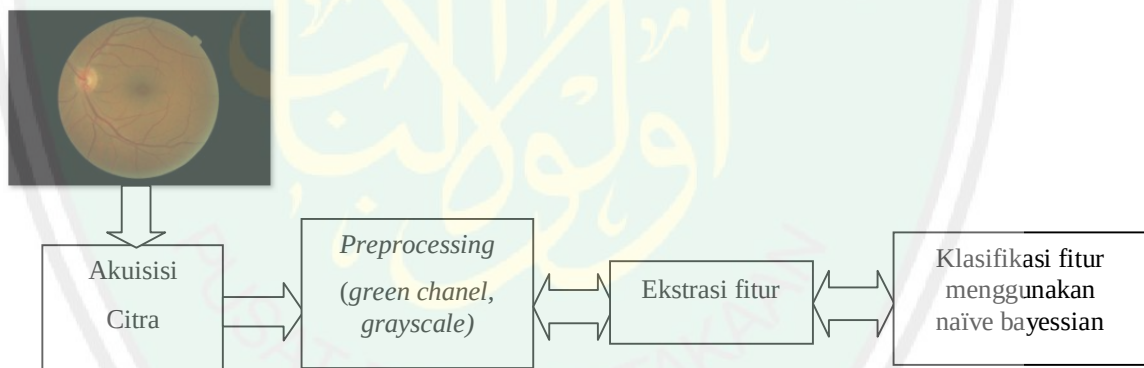
3. Microsoft Office 2010

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.

3.3. Deskripsi Sistem

Pada subbab ini akan dibahas mengenai deskripsi sistem yang dikerjakan pada skripsi ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat suatu program yang mampu mengklasifikasi *Diabetic Retinopathy* berdasarkan tingkat keparahannya.

Proses pertama yang dilakukan adalah memasukkan input data berupa citra *fundus* mata penderita *Diabetic Retinopathy*. Selanjutnya dilakukan proses *Preprocessing*, yaitu mengambil nilai *green channel* (kanal hijau) dari citra RGB kemudian dikonversi ke *grayscale*, penajaman citra, menghilangkan *optic disk*, mendeteksi *exudates*, *microaneurysms*, dan nilai *entropy*. Tahap ini akan dibahas lebih detail pada desain proses sistem.



Gambar 3.1 Blok Diagram Proses Klasifikasi *Diabetic Retinopathy*

Gambar diatas merupakan alur proses klasifikasi secara garis besar dalam penelitian.

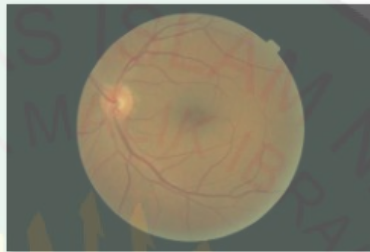
Berikut keterangan blog diagram diatas:

3.3.1. Akuisisi Citra

Mengambil citra retina dari drive computer untuk di *load* dalam aplikasi. Proses *training* dibutuhkan inputan sebanyak *n* gambar sebagai data latih, sedangangkan

proses pengujian hanya menggunakan 1 inputan. Berikut adalah contoh *sourcecode* dan hasil akuisisi citra.

```
I=imread([FilePath, FileName]);
guidata(hObject,handles);
set(proyek.figure1,'CurrentAxes',proyek.Citra_Ori);
imshow(I);
```



Gambar 3.2 Citra digital fundus mata berwarna

3.3.2. *Preprocessing*

Preprocessing dilakukan dengan tujuan agar mendapatkan hasil yang maksimal saat proses identifikasi untuk dapat menghasilkan identifikasi yang terbaik. Adapun tahapan-tahapan yang ada pada proses *preprocessing* adalah

- a. Konversi Citra RGB Ke Citra *Green Channel*, *Grayscale*, dan Penyesuaian Intensitas Citra.

Konversi citra menjadi *grayscale* digunakan untuk proses pendeteksian *exudate* dan nilai *homogeneity*. Untuk proses pendeteksian *microaneurysms* dan nilai *entropy* menggunakan citra hasil konversi ke *green channel*, karena pada proses ini memerlukan refleksi cahaya yang paling baik sehingga dapat dihasilkan informasi yang signifikan pada proses pendeteksiannya (Wahyudi Setiawan, 2012).

Kemudian dilakukan penyesuaian intensitas citra dengan menggunakan fungsi *imadjust* untuk memperjelas objek yang ada pada citra.

```
GreenC=I2(:, :, 2);
Grayscale = rgb2gray (I2Grayscale_brighten =
imadjust(Grayscale);
```



Gambar 3.3 (a) Citra RGB, (b) citra *grayscale*, (c) citra *green channel*, (d) hasil '*imadjust*'

b. Penghilangan Pembuluh Darah

Untuk penghilangan pembuluh darah menggunakan operasi morfologi yaitu operasi *closing*, operasi ini cenderung menghaluskan garis-garis bentuk. Kemudian baru diikuti dengan proses *erosi*. Fungsi dilasi berfungsi untuk memperluas area *optic disc* sedangkan fungsi *erosi* berguna untuk menghilangkan pembuluh darah. Operasi *closing* dari citra A oleh *strel* B, dinyatakan oleh $A \bullet B$, di definisikan sebagai:

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B$$

Dapat dikatakan bahwa *closing* A oleh B adalah dilasi A oleh B, diikuti oleh erosi hasilnya oleh B. *Strel* (*structuring element*) adalah refleksi dan translasi yang digunakan untuk menformulasikan operasi yang digunakan secara luas dalam morfologi. *Strel* yang digunakan dalam proses ini adalah *strel* bertipe '*disk*', dengan

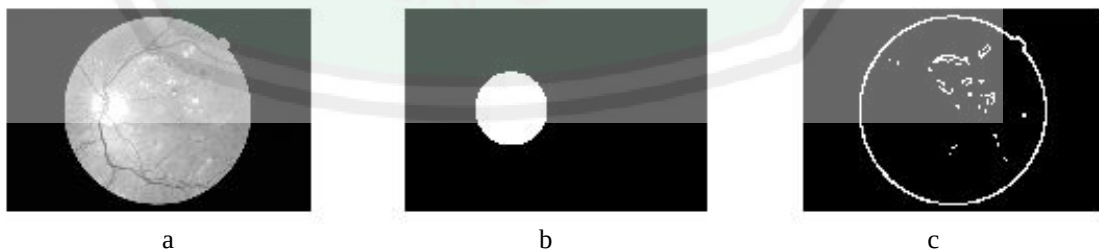
formula: $SE = strel('disk', R, N)$. *Strel* ini memiliki bentuk *disk flat*, dimana R adalah radius. N harus 0, 4, 6 atau 8. Jika N tidak dimasukkan, maka *default*-nya adalah 4. Adapun ilustrasi dari proses operasi *closing* adalah:



Gambar 3.4 Ilustrasi gambar sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) operasi closing

c. Pendeteksian dan Penghilangan *Optik Disk*

Citra *grayscale* akan diproses untuk mencari nilai maksimum tiap kolom. Lokasi *optic disk* terdeteksi berupa titik terang pada citra *grayscale*. Untuk dapat diproses, dibutuhkan penutup lingkaran yang akan ditempelkan pada area *optic disk*. Dan tahap terakhir untuk menghilangkan *optic disk* adalah melakukan penghapusan pada objek lingkaran yang sudah ditutupi, dan *optic disk* akan hilang.



Gambar 3.5 Deteksi dan Penghilangan *Optik Disk*
(a) grayscale, (b) mask untuk *optic disk*, (c) *optic disk* dihilangkan

d. Pendeteksian dan Penghilangan Batas Lingkar Retina

Pada tahap ini dilakukan pendeteksian terhadap batas lingkaran retina. Pembentukan perbatasan adalah untuk membersihkan *noise* pada tepi lingkaran retina sehingga nanti akan didapatkan hasil citra tanpa batas lingkaran.

Proses citra awal berupa citra *grayscale* akan dilakukan deteksi tepi (*edge detecting*). Sintak umum yang digunakan untuk fungsi ini adalah :

$$[g, t] = \text{edge}(f, \text{'method'}, \text{parameters})$$

Dimana f adalah citra input, *method* adalah model pendekatan yang digunakan, *parameters* adalah parameter tambahan. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan dengan metode '*canny*'. Metode ini menggunakan dua *threshold* untuk mendeteksi tepi yang kuat dan lemah, dan memasukkan tepi lemah dalam output hanya jika tepi tersebut terhubung ke tepi yang kuat. Maka, metode ini lebih memungkinkan untuk mendeteksi tepi yang lemah dengan benar. Setelah itu dilakukan operasi morfologi *dilasi* dan *erosi*. Persamaan operasi *dilasi* didefinisikan dengan:

$$A \oplus B = \{z | (\hat{B})_z \cap A \neq \emptyset\}$$

Citra B adalah *strel*, sedangkan A citra (objek citra) yang terdilasi. Proses dalam dilasi adalah “penumbuhan” atau “penebalan” citra biner. Sedangkan Persamaan operasi *erosi*, jika A dan B himpunan dalam Z_2 , *erosi* A oleh B dinyatakan dengan $A \ominus B$, di definisikan sebagai :

$$A \ominus B = \{z | (B)_z \subseteq A\}$$

Persamaan di atas menunjukkan bahwa *erosi* A oleh B adalah kumpulan semua titik dimana B di translasikan oleh z di dalam isi A. B disini adalah *strel*.

Dilasi digunakan untuk memperbesar objek lingkaran. Kemudian dibuat lagi lingkaran yang lebih kecil dengan melakukan operasi morfologi *erosi*. Perbatasan melingkar akan diperoleh dari hasil operasi aritmatika, yaitu pengurangan dari daerah lingkaran besar dengan daerah lingkaran yang lebih kecil.

Formula operasi pengurangan:

$$g(x,y) = f(x,y) - h(x,y)$$

Pengurangan antara dua buah citra menghasilkan sebuah citra baru dimana pixel pada koordinat (x,y) dihasilkan dari pengurangan antara pixel pada lokasi yang sama dalam 2 buah citra yang dikurangi. Setelah batas retina terdeteksi, batas retina akan digunakan untuk penghilangan batas retina. Berikut adalah gambar dengan batas lingkaran yang sudah dihilangkan,



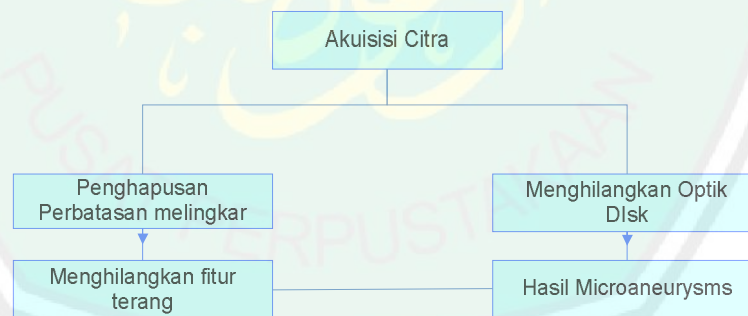
Gambar 3.6 Penghilangan batas lingkaran
(a) Sebelum batas lingkaran dihilangkan (b) sesudah batas lingkaran dihilangkan

3.3.3. Ekstraksi Fitur

Pada proses ini dilakukan pengambilan *fitur* / ciri, yang selanjutnya akan digunakan sebagai parameter dalam pelatihan (*data training*) dan ujicoba. Fitur yang diekstraksi dalam hal ini adalah nilai pixel *microaneurysms*, *exudates*, *blood vessel*, *entropy*.

a. *Microaneurysms*

Mikroaneurysms muncul sebagai titik bulat kecil gelap pada citra *fundus*. Untuk proses pendeteksian *microaneurysms* dan nilai *entropy* menggunakan citra hasil konversi ke *green channel*, karena pada proses ini memerlukan refleksi cahaya yang paling baik sehingga dapat dihasilkan informasi yang signifikan pada proses pendeteksiannya (Wahyudi Setiawan, 2012). Berikut adalah blok diagram deteksi *microaneurysms*.



Gambar 3.7 Deteksi *Microaneurysms*

Gambar 3.6. menjelaskan bahwa citra RGB akan di dikonversi ke *grayscale* dan *green channel*. Citra *grayscale* digunakan untuk mendeteksi perbatasan tepi retina dan *mask optical disk* (penutup *optic disk*). *Green Channel* digunakan untuk

menemukan garis tepi (*border*) untuk menghapus perbatasan melingkar untuk mengisi daerah kecil yang tertutup. Daerah yang lebih besar akan dihapus dan diterapkan dengan logika AND untuk menghapus *exudate*. Karena tanda awal pada *microaneurysms* adalah berupa *fitur* gelap. Penghapusan *exudate* merupakan salah satu cara pemisahan fitur terang dan gelap. Pembuluh darah dan *optical disk* kemudian juga dihapus untuk mendapatkan *mikroaneurysms*. Berikut adalah ilustrasi dari penghilangan fitur terang dan deteksi *microaneurysms*.



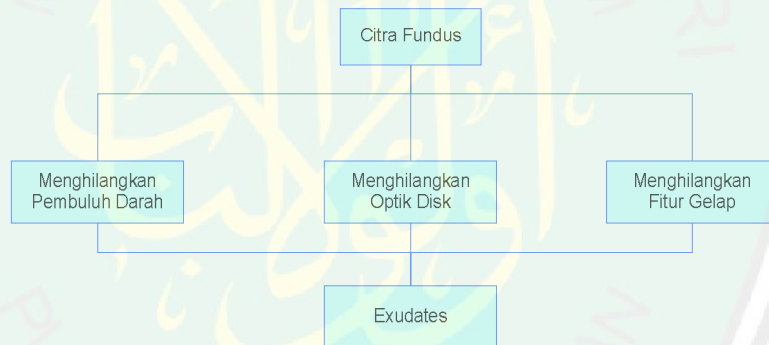
Gambar 3.8 Deteksi *Microaneurysms*
(a)Fitur terang, (b) *Microaneurysms*

Adapun ciri yang diambil dari *microaneurysms* adalah jumlah pixel terang yang muncul. Gambar *Microaneurysms* diatas memiliki jumlah pixel 169. Berikut adalah potongan *sourcecode* *microaneurysms*.

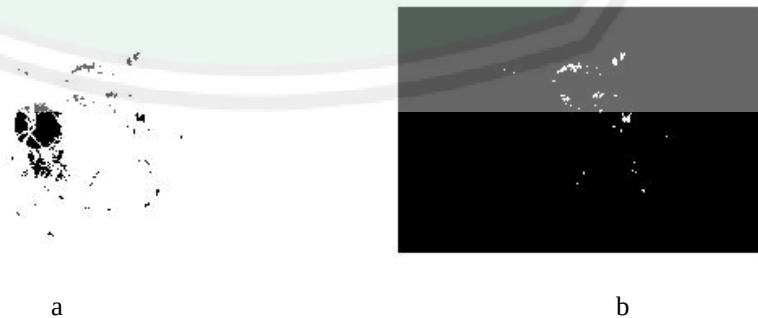
```
area_micro_a = 0;
for x = 1:496 for y = 1:748
    if microa_image(x,y) == 1
        area_micro_a = area_micro_a+1;
    end
end
end
```


b. *Exudates*

Exudates muncul sebagai wilayah kuning terang-putih pada retina, hal ini disebabkan terdapat kebocoran darah dari pembuluh yang abnormal. Pendeteksian *exudate* diawali dengan proses akuisisi citra. Citra RGB di konversi menjadi citra *grayscale*, kemudian operasi morfologi diterapkan untuk menghilangkan pembuluh darah dan mengidentifikasi wilayah *exudates*. *Exudates* akan terdeteksi setelah menghapus perbatasan (batas tepi retina), *optical disk* dan daerah non-*exudates*. Berikut adalah blok diagram proses pendeteksian *exudates* dan gambar hasil deteksi *exudates*:



Gambar 3.9 Blok Diagram Deteksi *Exudate*



Gambar 3.10 Deteksi *exudates*

(a)Dark fitur, (b) *exudates*

Adapun ciri yang diambil dari *exudates* adalah jumlah pixel terang yang muncul. Berikut adalah potongan *sourcecode* untuk menghitung jumlah *exudates*, dan tampilan gambar *exudates*.

```
for x = 1:496 for y = 1:748
    if EX_image(x,y) == 1
        area_exudates = area_exudates+1;
    end
end
end
```



Gambar 3.11 *Exudates* dengan jumlah pixel 1452

c. *Blood Vessel*

Blood Vessel adalah pembuluh darah yang nampak seperti akar pada fundus mata. Pendeteksian *blood vessel* menggunakan operasi morfologi yaitu operasi closing. Operasi closing merupakan penggabungan antara operasi erosi dan dilasi. Hanya saja operasi dilasi dilakukan terlebih dahulu. Kemudian baru diikuti dengan proses erosi (Nasukhi, Alvian.2012). Pendeteksian pembuluh darah dilakukan pada saat *preprocessing*, yaitu pada penghilangan pembuluh darah. Sebelum pembuluh darah dihilangkan, akan dihitung terlebih dahulu jumlah pixel terang yang muncul. Berikut adalah potongan *sourcecode* untuk menghitung jumlah pixel terang dan hasil gambar.

```

area_bloodvessels_final = 0;
for x = 1:496 for y = 1:748
    if bloodvessels_final(x,y) == 1
        area_bloodvessels_final =
area_bloodvessels_final+1;
    end
end
end

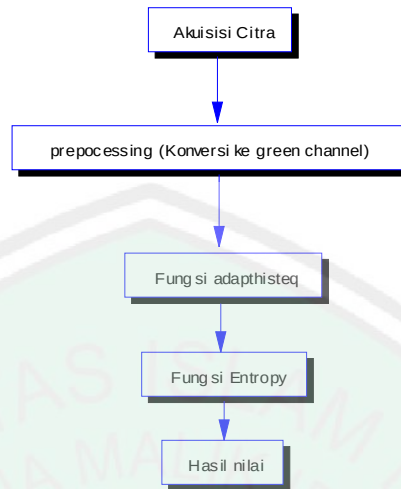
```



Gambar 3.12 *Blood vessel* dengan jumlah pixel 31249

d. *Texture Entropy*

Analisis *texture* berdasarkan nilai *entropy* adalah ukuran statistik keacakan yang dapat digunakan untuk menggambarkan *texture* citra masukan. *Entropy* didefinisikan sebagai $-\sum (p_i \cdot \log_2(p_i))$ di mana p_i berisi jumlah histogram dari fungsi *imhist*. Secara default, *entropy* menggunakan dua buah tempat untuk array logis dan 256 bins untuk *uint8*, *uint16* atau *double* array yang diterapkan di *matlab* (Gonzalez, R.C., R.E. Woods, S.L. Eddins, 2003). Adapun blok diagram analisis *texture* dengan mengambil nilai *entropy* suatu citra masukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.13 Blok Diagram Analisis Texture Berdasarkan Nilai Entropy (Sumber: Niyalatul, 2013)

Gambar 3.9. menjelaskan tentang urutan proses pengambilan nilai dari ekstraksi fitur berupa nilai *entropy*. Seperti proses-proses sebelumnya. Akuisisi citra harus dilakukan terlebih dahulu, setelah itu melakukan proses *preprocessing*. Tahap *preprocessing* ini menghasilkan konversi citra asli ke *green channel* yang nantinya akan dilakukan proses perhitungan untuk mendapatkan nilai *entropy*, sesuai dengan teori yang sudah dijelaskan. Selain *green channel*, *entropy* yang diambil adalah *graylevel*, tingkat *saturasai*, dan *rgb*.

```

EntroGC = round(entropy(Image_green));
%%
Ih = imhist(Igray);
Ih(Ih == 0) = [];
[p, SI] =
graycomatrix(Igray, 'NumLevels', max(max(Igray))+1, 'G', [])
;
p(p==0) = [];
p = p/sum(p);
%Entropy
En = round(-sum((p). * log2(p)));
  
```

```

s = hsv(:,:,2);
s = im2uint8(s);
shist = imhist(s);
shist = shist(20:220);
shist(shist == 0) = [];
[p2,SI] = graycomatrix(s, 'NumLevels', max(max(s))+1, 'G', []);
p2(p2==0) = [];
p2 = p2/sum(p2);
ESat = round(-sum((p2).*log2(p2)));
[p2,SI] =
graycomatrix(Img, 'NumLevels', max(max(Img))+1, 'G', []);
p2(p2==0) = [];
p2 = p2/sum(p2);
ERGB =round(-sum((p2).*log2(p2)));
eNT=[EntroGC, En, ESat, ERGB];

```

3.3.4. Klasifikasi DR dengan Naïve Bayessian

Pada proses ini dilakukan klasifikasi berdasarkan tingkat keparahan *diabetic retinopathy*, yaitu normal, NPDR, dan PDR. Diabetic Retinopathy akan diklasifikasikan menjadi tiga class, yaitu kelas 1(Normal), 2(NPDR), dan 3(PDR). Berikut contoh klasifikasi untuk menentukan kelas/tingkatan *Diabetic Retinopathy* yang diderita berdasarkan nilai ciri (*ekstraksi fitur*) yang diperoleh dari citra retina yang diproses. Berikut adalah ciri yang diperoleh:

Langkah – langkah klasifikasi:

1. Mengambil citra yang akan diklasifikasi,



Gambar 3.14 Citra 20051214_52349_0100_PP.tif

2. Hitung *mean* dan standar deviasi untuk masing-masing ciri dan masing-masing kelas dari data training. Berikut adalah data *Training*,

Tabel 3.1 Training

No	Nama Gambar	Ex	Mic	BV	En1	En2	En3	Kelas	Det. Manual	Det. Program
1	20051021_57798_0100_PP.tif	0	18	19280	4	7	6	1	Normal	Normal
2	20051021_58316_0100_PP.tif	5	7	31532	4	7	7		Normal	Normal
3	20051021_58178_0100_PP.tif	8	33	28879	4	7	7	2	NPDR	NPDR
4	20051021_58388_0100_PP.tif	66	14	21546	4	7	7		NPDR	NPDR
5	20051021_58683_0100_PP.tif	541	212	19888	4	7	7	3	PDR	PDR
6	20051021_58802_0100_PP.tif	277	77	21760	4	7	7		PDR	PDR

Dari data diatas dihitung *mean* dan standar deviasi dari masing-masing kelas sebagai parameter untuk klasifikasi. Berikut adalah tabel *mean* dan standar deviasi.

Tabel 3.2 *Mean* dan Standar deviasi

Kelas	Var	Ex (1)	Mic (2)	BV (3)	En1 (4)	En2 (5)	En3(6)
1	Std (C)	2.5	12.5	25406	7	6.5	6
	mean (B)	3.5355	7.7782	8.66E+03	0	0.7071	0
2	Std (C)	37	23.5	2.52E+04	7	7	6
	mean (B)	41.0122	13.435	5.19E+03	0	0	0
3	Std (C)	409	144.5	20824	7	7	5.5
	mean (B)	186.6762	95.4594	1.32E+03	0	0	0.7071

K = Kelas, 1(Normal), 2 (NPDR), 3 (PDR)

Mean (C) = nilai rata-rata dari masing-masing K

Std (B) = Standar deviasi dari masing-masing K

3. Mengambil ciri (*ekstraksi fitur*) dari citra 20051214_52349_0100_PP sebaga data uji (Ex, Mic, BC, En1, En2, dan En3).

Tabel 3.3 Data Uji

Ex	Mic	BV	En1	En2	En3
0	18	13100	4	6	7

Ex = Fitur 1 (*exudates*)

Mic = Fitur 2 (*Microaneurysms*)

BV = Fitur 3 (*Blood vessel*)

En1 = Fitur 4 (*entropy 1*)

En2 = Fitur 5 (*entropy 2*)

En3 = Fitur 6 (*entropy 3*)

- 4 Menghitung probabilitas *priori* (probabilitas masing-masing kelas) dengan rumus:

$$p(h_i) = \frac{N_i}{N}$$

Dimana,

$p(h_i)$ = probabilitas kelas 1, kelas 2, dan kelas 3

N_i = jumlah data dalam kelas *i* (kelas 1, kelas 2, dan kelas 3)

N = jumlah data keseluruhan

Jumlah kelas 1 = 40

Jumlah kelas 2 = 40

Jumlah kelas 3 = 40

Jumlah data keseluruhan = 120

Berikut adalah probabilitas prior dari masing-masing kelas,

$$p(\text{Kelas 1}) = \frac{40}{120} = 0.333$$

$$p(\text{Kelas 2}) = \frac{40}{120} = 0.333$$

$$p(\text{Kelas 3}) = \frac{40}{120} = 0.333$$

4. Hitung probabilitas *posteriori* dengan rumus

$$p(h_j|x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}(\sigma)} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2(\sigma)^2}}$$

Dimana,

$p(h_j|x)$ = Probabilitas muncul kelas1/kelas2/kelas3 jika diketahui fitur(ciri)

σ = Standar deviasi

μ = nilai rata-rata fitur

x = nilai fitur

Rumus:

$$p(K = ki|F = fi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}(\sigma)} e^{-\frac{(f-\mu)^2}{2(\sigma)^2}}$$

Dimana,

$K = ki$, K adalah kelas, i adalah kelas ke-1,2,dan 3

$F = fi$, F adalah fitur, i adalah fitur ke-1, 2, 3, 4, 5,dan 6

σ = Standar deviasi kelas

μ = rata-rata kelas

- a. Menghitung fitur 1 dari data

$$P(0|1) = 1/(\sqrt{2\pi}) \cdot B1 \cdot \exp(-(0-324.25)^2/(2 \cdot (B1)^2)) = 0.0587$$

$$P(0|2) = 1/(\sqrt{2\pi}) \cdot B1 \cdot \exp(-(0-C1)^2/(2 \cdot (B1)^2)) = 0.0058$$

$$P(0|3) = 1/(\sqrt{2\pi}) \cdot B1 \cdot \exp(-(0-C1)^2/(2 \cdot (B1)^2)) = 8.79E-04$$

- b. Menghitung fitur 2 dari data

$$P(66|1) = 1/(\sqrt{2\pi}) \cdot B2 \cdot \exp(-(18-C2)^2/(2 \cdot (B2)^2)) = 0.0228$$

$$P(66|1) = 1/(\sqrt{2\pi}) \cdot B2 \cdot \exp(-(18-C2)^2/(2 \cdot (B2)^2)) = 0.0167$$

$$P(66|1) = 1/(\sqrt{2\pi}) \cdot B2 \cdot \exp(-(18-C2)^2/(2 \cdot (B2)^2)) = 0.0024$$

- c. Menghitung fitur 3 dari data

$$P(25919|1) = 1/(\sqrt{2\pi}) \cdot B3 \cdot \exp(-(13100-C3)^2/(2 \cdot (B3)^2)) = 1.55E-05$$

$$P(25919|1) = 1/(\sqrt{2\pi}) \cdot B3 \cdot \exp(-(13100-C3)^2/(2 \cdot (B3)^2)) = 1.51E-05$$

$$P(25919|1) = 1/(\sqrt{2\pi}) \cdot B3 \cdot \exp(-(13100-C3)^2/(2 \cdot (B3)^2)) = 1.63E-05$$

- d. Menghitung fitur ke 4 dari data

$$P(4|1) = 1/(\sqrt{2\pi}) \cdot B4 \cdot \exp(-(6-C4)^2/(2 \cdot (B4)^2)) = 0.0395$$

$$P(4|1) = 1/(\sqrt{2\pi}) \cdot B4 \cdot \exp(-(6-C4)^2/(2 \cdot (B4)^2)) = 0.0395$$

$$P(4|1) = 1/(\sqrt{2\pi}) \cdot B4 \cdot \exp(-(6-C4)^2/(2 \cdot (B4)^2)) = 0.0395$$

- e. Menghitung fitur ke 5 dari data

$$P(7|1) = 1/(\sqrt{2\pi}) \cdot B5 \cdot \exp(-(7-C5)^2/(2 \cdot (B5)^2)) = 0.0384$$

$$P(7|1) = 1/(\sqrt{2\pi}) \cdot B5 \cdot \exp(-(7-C5)^2/(2 \cdot (B5)^2)) = 0.0346$$

$$P(7|1) = 1/(\sqrt{2\pi}) \cdot B5 \cdot \exp(-(7-C5)^2/(2 \cdot (B5)^2)) = 0.0346$$

- f. Menghitung fitur ke 6 dari data

$$P(6|1) = 1/(\sqrt{2\pi}) \cdot B6 \cdot \exp(-(5-C6)^2/(2 \cdot (B6)^2)) = 0.047$$

$$P(6|1) = 1/(\sqrt{2\pi}) \cdot B6 \cdot \exp(-(5-C6)^2/(2 \cdot (B6)^2)) = 0.047$$

$$P(6|1) = 1/(\sqrt{2\pi}) \cdot B6 \cdot \exp(-(5-C6)^2/(2 \cdot (B6)^2)) = 0.0535$$

Dari data diketahui

$$P(\text{fitur}|1) = 4.93\text{E-}13$$

$$P(\text{fitur}|2) = 3.13\text{E-}14$$

$$P(\text{fitur}|3) = 8.35\text{E-}16$$

$P(\text{fitur}|2) > P(\text{fitur}|3) > P(\text{fitur}|1)$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data citra diatas masuk kedalam kelas 1 (Normal).

Berikut ini adalah *Sourcecode* untuk proses klasifikasi *diabetic retinopathy*,

```
%input_data/ data uji
Uji = [MIC_area, area_exudates, TEXT_GreenX2_value, HOMO_value,
       area_bloodvessels_final] ;

%load data training
load 'Training_Data.matrix'
load 'Data_class.matrix'
training= Training_Data(1:69,:);
class_train = Data_class(1:69,:);
%Testing
testing= Uji;
class_tes= Data_class(69:69,:);
model = NaiveBayes.fit(training,class_train);
klasifikasi = model.predict(testing);
C = confusionmat(class_tes, klasifikasi);
%menghitung nilai akurasi
acc = sum(diag(C))/sum(C(:))*100.0;
%Klasifikasi
if klasifikasi==1;
    class = 'Normal';
elseif klasifikasi==2;
    class = 'NPDR';
elseif klasifikasi==3;
    class = 'PDR';
end
set(handles.Hasil_Klasifikasi,'string',class);
```

3.4.3. Perancangan Antarmuka

KLASIFIKASI DIABETIC RETINOPATHY DENGAN METODE NAIVE BAYESSIAN

Nama File :

Hasil Klasifikasi :

--[Proses Klasifikasi]--

Gambar 3.15 Desain Interface

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan mengenai rangkaian uji coba dan evaluasi terhadap penelitian yang telah dilakukan. Implementasi berupa fungsi-fungsi atau *source code* untuk proses klasifikasi *Diabetic Retinopathy* mulai dari tahap awal hingga akhir. Uji coba dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari hasil implementasi sistem, evaluasi dilakukan untuk menganalisis hasil uji coba dan untuk mendapatkan kesimpulan dari sistem.

4.1 Lingkungan Implementasi

Implementasi merupakan proses penerapan desain sistem menjadi suatu aplikasi. Implementasi terdiri dari lingkungan perangkat keras dan lingkungan perangkat lunak yang akan 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	Lenovo IdeaPad
2.	Processor	Processor Intel® Core™ i5 CPU 430@ 1.20Ghz (4CPUs),~1.2GHz
3.	Memori	RAM 2048MB
4.	Perangkat Lunak	Matlab R2011a

4.2 Penjelasan Program

Subbab ini menjelaskan mengenai alur pembuatan dan kegunaan program serta tampilan desain dari program. Berikut ini tampilan-tampilan halaman dalam program yang dibuat.

4.2.1. Proses Menampilkan Halaman Utama

Halaman ini menampilkan semua tahapan klasifikasi, mulai dari input image hingga proses penyimpanan citra hasil klasifikasi. Berikut tampilan halaman utama.



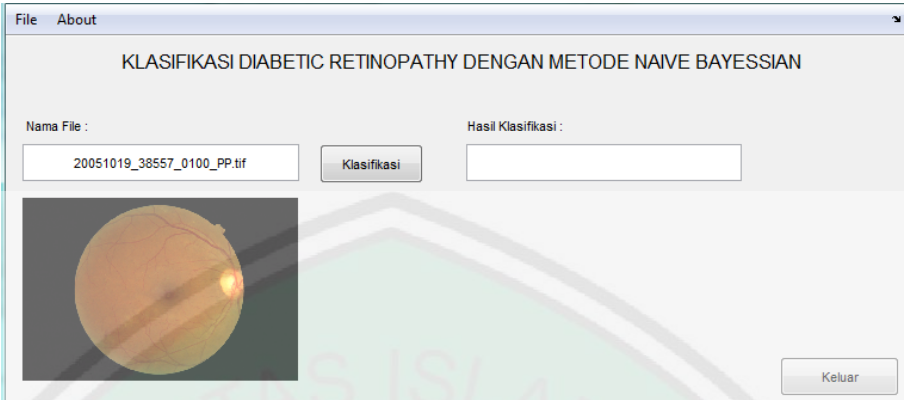
Gambar 4.1 Tampilan Halaman Utama

Di dalam halaman utama terdapat menubar dan beberapa tombol, berikut fungsi-fungsinya,

1. Menu 'File' → 'Buka' berfungsi untuk mengambil *image* yang terdapat pada *drive* computer (mengambil gambar yang akan diidentifikasi).
2. Menu 'File' → 'Keluar' atau tombol 'Keluar' berfungsi untuk mengakhiri aplikasi (keluar dari aplikasi).
3. Menu 'About' berfungsi untuk menampilkan tentang pembangun aplikasi.
4. Tombol 'Analisis' berfungsi untuk melakukan proses analisis. Hasil analisis akan ditampilkan pada axes – axes yang ada dibawahnya, sesuai dengan identifikasi.
5. Hasil klasifikasi akan ditampilkan pada kolom 'Hasil Klasifikasi'.
6. Tombol 'Simpan' berfungsi untuk menyimpan hasil klasifikasi.

4.2.2. Proses Input Citra

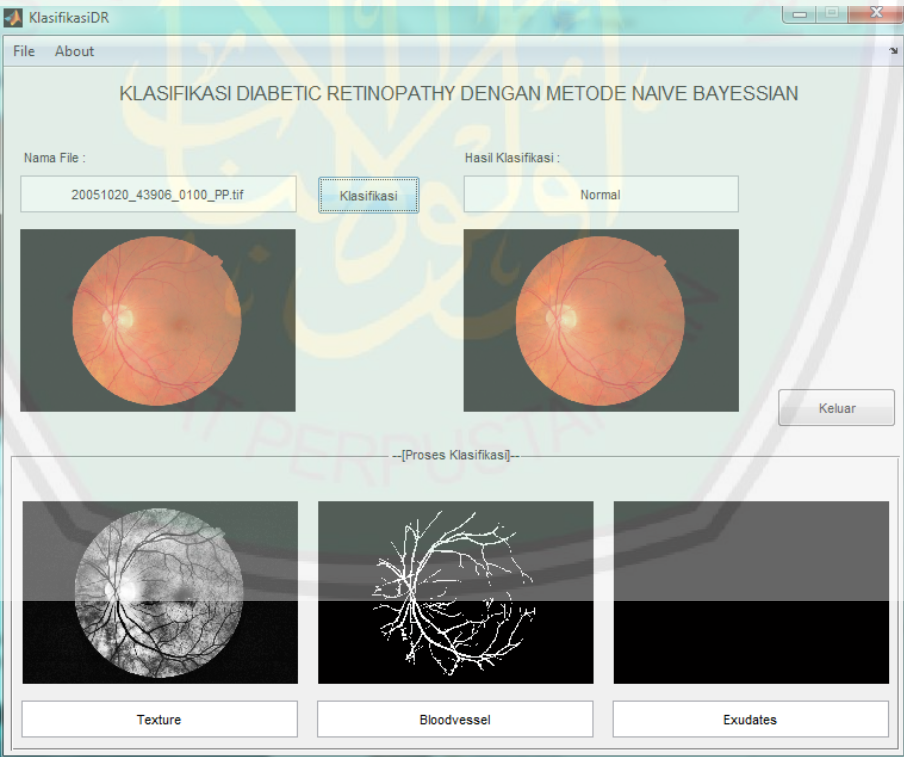
Proses input citra merupakan proses pengambilan file citra digital fundus mata dari *drive* computer. Citra yang diinputkan akan dimasukkan ke axes Citra_Ori. Tampilan form input image dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut ini.



Gambar 4.2 Proses Input Citra

4.2.3. Proses Tampil Hasil

Berikut adalah tampilan dari hasil proses klasifikasi:



Gambar 4.3 Tampilan hasil

4.3. Uji Coba

Proses uji coba terdiri dari dua tahap, yaitu pelatihan dan pengujian. Untuk uji coba menggunakan 120 data yang diperoleh dari database Messidor yang telah diklasifikasikan. Data di peroleh di 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*.

4.3.1. Pelatihan

Berikut adalah data latih. Data ini terdiri dari beberapa fitur dari hasil ekstrasi, adapun fitur-fitur yang digunakan adalah sebagai berikut:

EX = fitur dari hasil penjumlahan piksel *exudates*

MIC = fitur dari hasil penjumlahan piksel *microaneurysms*

BV = fitur dari hasil penjumlahan piksel *blood vessel*

EN = entropy (1) *grayscale* (2) *saturasi* (3) RGB

K = Kelas, terdiri dari 3 kelas, dimana K1 (Normal), K2 (NPDR), dan K3 (PDR)

Jumlah data = 84

Jumlah kelas 1 = 28

Jumlah kelas 2 = 28

Jumlah kelas 3 = 28

Tabel 4.2 Tabel Ekstraksi Fitur Data Training

NO	EX	MIC	BV	EN1	EN2	EN3	EN4	NO	EX	MIC	BV	EN1	EN2	EN3	EN4	NO	EX	MIC	BV	EN1	EN2	EN3	EN4
1	3	33	20815	4	7	7	5	29	44	78	27131	4	7	8	7	57	0	13	16436	4	7	6	5
2	67	38	11578	4	7	6	6	30	107	23	27237	4	7	8	6	58	129	0	7044	4	7	6	6
3	9	64	9568	4	7	6	6	31	0	0	24460	4	7	8	6	59	480	133	11514	4	7	6	6
4	0	10	17503	4	7	7	6	32	0	0	24154	4	7	8	6	60	0	0	19327	4	7	8	5
5	0	128	24490	4	8	8	6	33	4	187	11413	4	7	6	6	61	0	0	20996	4	7	6	5
6	0	99	22973	4	7	8	6	34	0	36	20750	4	7	6	5	62	0	0	16446	4	7	7	5
7	0	18	19280	4	7	6	6	35	0	78	18213	4	7	6	5	63	6	0	20670	4	7	7	6
8	5	7	31532	4	7	7	6	36	0	77	22700	4	7	6	6	64	240	10	18150	4	7	8	6
9	8	33	28879	4	7	7	6	37	15	57	18807	4	7	7	5	65	0	0	15202	4	8	8	6
10	66	14	21546	4	7	7	6	38	0	0	15188	4	7	7	6	66	0	0	15047	4	7	8	5
11	541	212	19888	4	7	7	6	39	0	27	14173	4	7	7	6	67	0	0	19794	4	7	6	5
12	277	77	21760	4	7	7	5	40	4	0	18164	5	7	7	6	68	0	21	14865	4	7	7	5
13	50	157	20026	4	7	6	6	41	17	316	29793	4	7	6	6	69	0	0	8200	4	7	7	5
14	801	155	18806	4	7	6	6	42	19	0	24316	4	7	6	6	70	0	0	20910	4	7	8	5
15	209	88	15278	4	7	6	5	43	0	61	20451	4	7	7	5	71	0	0	22919	4	8	8	6
16	245	82	12281	4	7	6	5	44	0	19	19164	4	7	7	6	72	0	0	16340	4	7	7	6
17	0	0	10398	4	7	7	6	45	0	8	23630	4	7	6	6	73	0	26	18525	4	7	8	6
18	0	0	16905	4	7	7	6	46	0	34	21439	4	7	6	6	74	189	4	19404	4	7	7	5
19	0	19	13106	4	6	7	4	47	150	121	19443	4	7	8	6	75	86	11	20266	4	7	6	6
20	0	66	18237	4	7	6	6	48	490	163	21926	4	7	7	6	76	2	57	20831	4	7	6	6
21	2452	243	15197	4	7	8	6	49	514	364	20576	4	7	6	6	77	0	82	5680	4	7	6	6
22	960	116	20983	4	7	8	6	50	672	41	21144	4	7	7	6	78	3	9	22719	4	7	6	6
23	0	35	18058	4	8	8	5	51	18	69	17320	4	7	8	6	79	0	42	18199	4	7	6	6
24	7	0	408	4	7	8	5	52	487	314	16044	4	7	8	5	80	5	10	17636	4	7	6	6
25	152	80	4944	4	7	6	6	53	1249	108	21820	4	7	7	5	81	60	61	21456	4	7	8	6
26	130	25	6655	4	7	6	6	54	0	0	20494	4	7	7	5	82	0	33	16624	4	7	8	6
27	0	0	20386	4	7	8	6	55	0	514	21063	4	7	8	5	83	57	49	27560	4	7	6	6
28	0	27	20181	4	7	8	6	56	1	452	22937	4	7	6	5	84	0	15	10300	4	7	8	6

4.3. Pengujian

Pengujian dimulai dengan melakukan pelatihan terhadap 100 buah data sampel (lihat data pelatihan). Dan pengujian menggunakan 35 data. Berikut data uji coba.

Tabel 4.3 Data Uji Coba

No	EX	MIC	BV	EN1	EN2	EN3	K
1	3	0	24745	7	6	5	1
2	0	0	20951	6	6	5	1
3	0	22	19839	7	6	5	1
4	0	0	15943	6	7	6	1
5	0	0	16660	6	6	6	1
6	0	0	15235	6	6	6	1
7	0	84	23262	7	6	5	2
8	0	0	15821	6	6	5	1
9	0	6	12912	6	7	6	1
10	0	0	15195	6	7	6	1
11	0	47	18522	6	6	5	2
12	0	67	17987	6	7	6	2
13	0	6	22717	6	7	6	1
14	66	16	16832	6	6	5	2
15	0	0	20634	7	6	6	1
16	23	37	19887	7	7	5	2
17	140	27	21009	6	6	5	2
18	0	64	21671	6	6	6	2
19	20	72	25638	5	6	5	2
20	162	66	20242	7	7	6	2
21	0	11	22845	7	7	5	1
22	0	78	13927	7	6	5	2
23	0	53	22218	7	7	6	2
24	1	41	22349	7	7	6	2
25	175	0	7561	6	7	6	3
26	135	70	8112	6	6	5	3
27	97	145	14652	6	7	6	3
28	15	142	12477	6	7	6	3
29	49	158	22851	6	6	6	3
30	807	213	25066	6	6	6	3
31	25	267	18610	6	5	6	3
32	0	18	13100	6	7	5	3
33	0	141	9950	6	6	6	3
34	466	158	14612	6	7	6	3
35	480	133	11514	6	6	6	3
36	743	208	26305	4	6	6	3

Label = Kelas, 1(Normal), 2(NPDR), 3(PDR)

Uji 1 = Menggunakan tiga fitur (EX, MIC, dan BV)

Uji 2 = Menggunakan tujuh fitur (EX, MIC, BV, EN1, EN2, dan EN3)

Tabel 4.4 Hasil Uji Coba Program

No	Nama Citra	Klasifikasi Expert	Klasifikasi Program
1	20060522_43758_0100_PP.tif	1	NORMAL
2	20060522_45777_0100_PP.tif	1	NORMAL
3	20060523_49663_0100_PP.tif	1	NORMAL
4	20060523_49681_0100_PP.tif	1	NORMAL
5	20060523_49726_0100_PP.tif	1	NORMAL
6	20060523_49745_0100_PP.tif	1	NORMAL
7	20060523_43038_0100_PP.tif	2	NPDR
8	20060523_43248_0100_PP.tif	1	NORMAL
9	20060523_48357_0100_PP.tif	1	NORMAL
10	20060523_48406_0100_PP.tif	1	NORMAL
11	20060523_48572_0100_PP.tif	2	NPDR
12	20060523_45235_0100_PP.tif	2	NPDR
13	20060523_45316_0100_PP.tif	1	NORMAL
14	20060523_45389_0100_PP.tif	2	NPDR
15	20060523_45449_0100_PP.tif	1	NORMAL
16	20060523_45662_0100_PP.tif	2	NPDR
17	20060523_45697_0100_PP.tif	2	NPDR
18	20060523_45787_0100_PP.tif	2	NPDR
19	20060523_45812_0100_PP.tif	2	NPDR
20	20051214_57404_0100_PP.tif	2	NPDR
21	20060522_45455_0100_PP.tif	1	NORMAL
22	20060523_48028_0100_PP.tif	2	NPDR
23	20060523_48990_0100_PP.tif	2	NPDR
24	20060523_49010_0100_PP.tif	2	NPDR
25	20051214_56778_0100_PP.tif	3	PDR
26	20051214_56821_0100_PP.tif	3	PDR
27	20051214_56944_0100_PP.tif	3	PDR
28	20051214_56971_0100_PP.tif	3	NPDR
29	20051214_57125_0100_PP.tif	3	NPDR
30	20051214_57154_0100_PP.tif	3	PDR
31	20051214_57230_0100_PP.tif	3	PDR
32	20051214_52349_0100_PP.tif	3	NORMAL
33	20051214_52492_0100_PP.tif	3	NPDR
34	20051214_57940_0100_PP.tif	3	PDR
35	20051214_56169_0100_PP.tif	3	PDR
36	20060522_45583_0100_PP.tif	3	PDR

Pengujian menggunakan 36 data yang terdiri dari 12 data normal, 12 data dengan DR tingkat NPDR, dan 12 data dengan DR tingkat PDR. Dari hasil pengujian terdapat 32 data terklasifikasi dengan benar dan 4 data terklasifikasi dalam kelas lain. Untuk menghitung prosentase efektifitas sistem dapat menggunakan *f-measures*:

$$TPR = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$PR = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$Efektifitas = \frac{TPR \times PR}{\beta \times TPR + (1 - \beta) \times PR}$$

Dimana,

Keterangan Persamaan untuk Pengujian I :

- a. TP (True Positive) adalah menunjuk pada banyaknya citra *fundus* yang terkena DR dengan hasil test klasifikasi positif DR.
- b. FP (False Positif) adalah menunjuk pada banyaknya citra *fundus* yang tidak terkena DR tetapi menunjukkan hasil yang positif.
- c. FN (False Negatif) adalah menunjuk pada banyaknya citra *fundus* yang terkena DR tetapi hasil test klasifikasi negatif.
- d. TPR adalah singkatan dari True Positif Rate atau Laju Positif Sebenarnya.
- e. PR adalah singkatan dari Precision Rate atau Laju Ketepatan
- f. β adalah koefisien bobot relatif pada True Positif Rate dan Laju Ketepatan dengan rentang ($0 < \beta < 1$), dan pada tugas akhir ini ditentukan 0.5.

Keterangan Persamaan untuk Pengujian II:

- a. TP (True Positive) adalah menunjuk pada banyaknya citra *fundus* yang terkena DR diklasifikasikan ke kelas tertentu dengan hasil klasifikasi benar.
- b. FP (False Positif) adalah menunjuk pada banyaknya citra *fundus* yang tidak terkena DR dan diklasifikasikan ke salah satu kelas DR.
- c. FN (False Negatif) adalah menunjuk pada banyaknya citra *fundus* yang terkena DR diklasifikasikan ke kelas tertentu dengan hasil klasifikasi salah.
- d. TPR adalah singkatan dari True Positif Rate atau Laju Positif Sebenarnya.
- e. PR adalah singkatan dari Precision Rate atau Laju Ketepatan.
- f. β adalah koefisien bobot relatif pada True Positif Rate dan Laju Ketepatan dengan rentang ($0 < \beta < 1$), dan pada tugas akhir ini ditentukan 0.5 (Sirait, Laurent Riara, 2011)

Pada hasil ujicoba I dari 36 data diperoleh 12 data normal dan 24 data terkena DR. Data yang ber tanda (-) adalah normal, dan (+) adalah DR.

Tabel 4.5 Hasil Klasifikasi DR

No	Expert	Program
1	-	-
2	-	-
3	-	-
4	-	-
5	-	-
6	-	-
7	-	-
8	-	-
9	-	-
10	-	-
11	-	-
12	-	-
13	+	+
14	+	+
15	+	+
16	+	+
17	+	+
18	+	+

No	Expert	Program
19	+	+
20	+	+
21	+	+
22	+	+
23	+	+
24	+	+
25	+	+
26	+	+
27	+	+
28	+	+
29	+	+
30	+	+
31	+	+
32	+	-
33	+	+
34	+	+
35	+	+
36	+	+

Dari data diatas dapat dirincikan,

$$TR \text{ (True Positif)} = 23$$

$$FN \text{ (False Negatif)} = 1$$

$$FP \text{ (False Positif)} = 0$$

Berikut perhitungan nilai efektifitas program dengan koefisien $\beta = 0.5$,

$$TPR = \frac{23}{23 + 1} = 0.95 \quad PR = \frac{23}{23 + 0} = 1$$

$$Efektifitas = \frac{0.95 \times 1}{0.5 \times 0.95 + (1 - 0.5) \times 1} = 0.97$$

Dari nilai *efektifitas* diatas, maka presentase keakuratan sistem dalam mengidentifikasi citra *fundus* yang terkena DR sebesar 97%.

Berikut perhitungan nilai efektifitas program dalam klasifikasi NPDR dan PDR

Tabel 4.6 Hasil klasifikasi tingkatan NPDR

Data yang dikelani PDR (++) dan NPDR (+) normal (-)												
No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
NPDR	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Efektifitas NPDR

$$TR \text{ (True Positif)} = 12$$

$$FN \text{ (False Negatif)} = 0$$

$$FP \text{ (False Positif)} = 0$$

$$TPR = \frac{12}{12 + 0} = 1 \quad PR = \frac{12}{12 + 0} = 1$$

$$Efektifitas = \frac{1 \times 1}{0.5 \times 1 + (1 - 0.5) \times 1} = 1$$

Tabel 4.7 Hasil klasifikasi tingkatan PDR

Data yang dikelani PDR (++) dan NPDR (+) normal (-)												
No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PDR	++	++	++	+	+	++	++	-	+	++	++	++

Efektifitas PDR

TR (*True Positif*) = 12

FN (*False Negatif*) = 0

FP (*False Positif*) = 4

$$TPR = \frac{12}{12 + 0} = 1 \quad PR = \frac{12}{12 + 4} = 0.75$$

$$Efektifitas = \frac{1 \times 0.75}{0.5 \times 1 + (1 - 0.5) \times 0.75} = 0.86$$

Tabel 4.8 Efektifitas sistem keseluruhan

Proses	Citra <i>fundus</i> terkena DR	NPDR	PDR
Pengujian	0.97	1	0.86

Dari nilai *efektifitas* diatas, maka presentase keakuratan sistem dalam klasifikasi citra *fundus* tingkat NPDR adalah 100% dan klasifikasi citra *fundus* tingkat PDR sebesar 86%. Secara keseluruhan prosentase sistem dalam mengklasifikasi DR sebesar 97%.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Klasifikasi *diabetic retinopathy* dengan menggunakan program dilakukan sebanyak dua kali pengujian dengan data latih sebanyak 84 dan data pengujian sebanyak 36 data. Hasil yang diperoleh dari pengujian program terdapat 32 data yang terklasifikasi dengan benar, dan 4 data terklasifikasi pada kelas lain.

Berdasarkan pembahasan dari uraian pada aplikasi yang telah dibuat beserta uji Coba yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi dapat mendeteksi *diabetic retinopathy* dengan persentase sebesar 97% dan mengklasifikasi DR tingkat NPDR sebesar 100% dan PDR sebesar 86%. Secara keseluruhan sistem, tingkat keakuratan sistem mencapai 975.

5.2 Saran

Aplikasi ini dapat dikembangkan lebih lanjut, parameter nilai yang diambil untuk proses ekstasi fitur, dan proses pengidentifikasian dapat ditambahkan agar hasil identifikasi lebih akurat. Metode pada proses *preprocessing* dapat diganti dengan metode lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Santoso, Budi. 2007. *Data mining Teknik Pemanfaatan Data untuk Keperluan Bisnis*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Putra, darma. 2010. *Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: ANDI
- Purnomo, Mauridhy henry & Muntasa, Arif. 2010. *Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstrasi Fitur*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Iqbal, M.I, Aibinu, A.M, Gubbal, N.S, Khan, (2006), A, *Automatic Diagnosis of Diabetic Retinopathy using fundus Citras*, Blekinge Institute of Technology.
- Sutoyo dkk, (2009), *Teori Pengolahan Citra Digital*, ANDI, Yogyakarta.
- I Ketut Gede Darma Putra, I. G. S. (2010). Segmentasi citra retina digital retinopati diabetes untuk membantu pendeteksian mikroaneurisma 1), 9(1).
- Kauppi, T. (2010). EYE FUNDUS IMAGE ANALYSIS FOR AUTOMATIC.
- Nasution, K. (2008). Deteksi Dini Retinopati Diabetik di Pelayanan Primer Indonesia, Mungkinkah ?, 307–309.
- Ravishankar, S. (2009). Automated Feature Extraction for Early Detection of Diabetic Retinopathy in Fundus Images, 210–217.
- SIM_Aung Kyaw Thet_FYP SVM. (n.d.).
- Sitompul, R. (2011). Retinopati Diabetik, (Dm), 337–341.
- Sopharak, A., Nwe, K. T., Moe, Y. A., Dailey, M. N., & Uyyanonvara, B. (n.d.). Automatic Exudate Detection with a Naive Bayes Classifier, 3–6.
- Sopharak, A., Uyyanonvara, B., & Barman, S. (2009). Automatic Exudate Detection from Non-dilated Diabetic Retinopathy Retinal Images Using Fuzzy C-means Clustering. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 9(3), 2148–61. doi:10.3390/s90302148
- Sopharak, A., Uyyanonvara, B., Barman, S., & Williamson, T. H. (2008). Automatic detection of diabetic retinopathy exudates from non-dilated retinal images using

mathematical morphology methods. Computerized medical imaging and graphics : the official journal of the Computerized Medical Imaging Society, 32(8), 720–7. doi:10.1016/j.compmedimag.2008.08.009

Thesis, M. (2006). AUTOMATIC DIAGNOSIS OF DIABETIC, (October).

Thongnuch, V., & Uyyanonvara, B. (n.d.). AUTOMATIC OPTIC DISK DETECTION FROM LOW CONTRAST RETINAL IMAGES OF ROP INFANT USING MATHEMATICAL MORPHOLOGY.

Aung Kyaw Thet. 2010. *APPLICATION OF HIGHER ORDER SPECTRA FOR THE IDENTIFICATION OF DIABETIC RETINOPATHY STAGES*. SIM University

Alvian, Nasukhi, (2012), Segmentasi Exudate Pada Citra Digital Fundus Diabetic Retinopathy Menggunakan Metode Graph-Based, Jurusan Teknik Informatika Uin Maliki Malang.

Niyalatul, Muna(2013), identifikasi diabetic retinopathy menggunakan support vector machine, Jurusan Teknik Informatika Uin Maliki Malang.

Sutoyo, T. dkk. 2009. Teori Pengolahan Citra Digital. Semarang: Penerbit Andi

Paulus, Eric & Nataliani, Yessica. 2007. GUI Matlab. Yogyakarta: Penerbit ANDI

Kusrini & Luthfi, Emha Taufiq. 2009. Algoritma Data Mining. Yogyakarta: Penerbit ANDI

Prasetyo, Eko. 2011. Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya menggunakan Matlab. Yogyakarta: Penerbit ANDI

..., Image Processing Toolbox™, Function Reference
<http://www.mathworks.com/products/image/functionlist.html> (diakses pada tanggal 29 Desember 2012 pukul 14:05 WIB).

Riara, Sirait Laurent. 2011. Pengembangan Modeul Klasifikasi pada M-Analyzer, Sistem Portabel Cerdas untuk Identifikasi Parasit Malaria. Jurusan Teknik Elektro ITS Surabaya.

Setiawan, Wahyudi. 2012. Sistem Deteksi Retinopathy Diabetic Menggunakan Support Vector Machine. Program Pasca Sarjana Jurusan Sistem Informasi Universitas Diponegoro Semarang.

LAMPIRAN

- Fungsi Ekstraksi *Microaneurysms, exudates, blood vessel*

```
function [FiTur] = function_EXtrasi (I)

[FileName,PathName] = uigetfile('*.tif;*.jpg;*.png;*.bmp','Select
the input image');

str=strcat(PathName,FileName);

I=imread(str);

I2=imresize(I, [496 748]);

%=====BlOodVeSsEl=====

for x=1:30 for y=1:60
GreenC(x,y)=0; %255=white, 0=black
end
end

Ginv2=imcomplement(GreenC);
Gadpt_his3=adapthisteq(Ginv2);
se = strel('ball',8,8);
Gopen4=imopen(Gadpt_his3,se);
G_Odisk_R5=Gadpt_his3-Gopen4;
G_BW6 = im2bw(G_Odisk_R5,0.105);
G_BWareaopen7 = bwareaopen(G_BW6,65);

=====Border formation to enclose the the image

for x=1:5 for y=1:748 %for top bar
box_5pix(x,y)=1; %1->white
end
end

for x=492:496 for y=1:748 %for bottom bar
```

```

box_5pix(x,y)=1; %1->white
    end
end
for x=1:496 for y=1:5 %for left bar
box_5pix(x,y)=1; %1->white
end
end
for x=1:496 for y=733:748 %for right bar
box_5pix(x,y)=1; %1->white
end
end
box_5pixel = logical(box_5pix);
Grayscale_8 = rgb2gray (I2);
Grayscale_brighten_9 = imadjust(Grayscale_8);
outline_border=edge(Grayscale_brighten_9, 'canny', 0.09);
for x=2:5 for y=100:748 %for top bar 4x520
outline_border(x,y)=1; %1->white
end
end
for x=492:495 for y=100:748 %for bottom bar 4x520
outline_border(x,y)=1; %1->white
end
end
Grayscale_imfill_10 = imfill(outline_border, 'holes');
se = strel('disk',6);
Grayscale_imerode = imerode(Grayscale_imfill_10, se);
Grayscale_imdilate= imdilate(Grayscale_imfill_10, se);
A = imclose(Grayscale_imfill_10, se);

```

```

Grayscale_C_border = Grayscale_imdilate - Grayscale_imerode;
Grayscale_C_border_L = logical(Grayscale_C_border);
area_Cborder = 0;
area_new_Cborder=0;
for x = 1:496 for y = 1:748
    if Grayscale_C_border_L(x,y) == 1
        area_Cborder = area_Cborder+1;
    end
end
end
%=====
if area_Cborder > 50000
    clear Grayscale_C_border_L
    G_invert_G_B_9 = imcomplement(Grayscale_brighten_9);
    black_filled_10 = im2bw(G_invert_G_B_9, 0.94);
    se = strel('disk',6);
    black_imerode = imerode(black_filled_10, se); %reduce size
    black_imdilate= imdilate(black_filled_10, se);
    black_new_Cborder = black_imdilate - black_imerode;
    Grayscale_C_border_L = logical(black_new_Cborder);
    area_new_Cborder = 0;
    for x = 1:496 for y = 1:748
        if Grayscale_C_border_L(x,y) == 1
            area_new_Cborder = area_new_Cborder+1;
        end
    end
end
end
end
end

```

```

%Finding Optical Disk =====
max_GB_column=max(Grayscale_brighten_9);
max_GB_single=max(max_GB_column);
[row,column] = find(Grayscale_brighten_9==max_GB_single);
median_row = floor(median(row));
median_column = floor(median(column));
%Drawing the mask =====
radius = 90;
[x,y]=meshgrid(1:748, 1:496);
mask = sqrt( (x - median_column).^2 + (y - median_row).^2 )<=
radius;
Gadpt_his_X1 = adapthisteq(GreenC);
Gadpt_his_X2 = adapthisteq(Gadpt_his_X1);
Gadpt_his_X3 = adapthisteq(Gadpt_his_X2);
Gadpt_X2_bright_2 = ~im2bw(Gadpt_his_X3,0.3);
Gadpt_X2_bright_3 = bwareaopen(Gadpt_X2_bright_2,100);
Gadpt_X2_bright_4mask = Gadpt_X2_bright_3 + mask;
finetune_blood = logical(GreenC * 0);
finetune_blood (G_BWareaopen7 & Gadpt_X2_bright_4mask) = 1;
bloodvessels_final = finetune_blood - box_5pixel -
Grayscale_C_border_L;
    bloodvessels = 0;
    for x = 1:496 for y = 1:748
        if bloodvessels_final(x,y) == 1
            bloodvessels = bloodvessels+1;
        end
    end
end
end
%=====MiCrOaNeUryMs=====

```



```

Grayscale = rgb2gray (I2);
Grayscale_brighten = imadjust(Grayscale);
%remove date (upper left corner)
for x=1:30 for y=1:60
Grayscale_brighten(x,y)=0; %255=white, 0=black
GreenC(x,y)=0; %255=white, 0=black
end
end
Gadpt_his_X1 = adapthisteq(GreenC);
Gadpt_his_X2 = adapthisteq(Gadpt_his_X1);
outline_border=edge(Grayscale_brighten, 'canny', 0.09);
for x=2:5 for y=100:648 %for top bar 4x520
outline_border(x,y)=1; %1->white
end
end
for x=492:495 for y=100:648 %for bottom bar 4x520
outline_border(x,y)=1; %1->white
end
end
Grayscale_imfill = imfill(outline_border, 'holes');
se = strel('disk',6);
Grayscale_imerode = imerode(Grayscale_imfill, se);
Grayscale_indilate= imdilate(Grayscale_imfill, se);
Grayscale_C_border = Grayscale_indilate - Grayscale_imerode;
Grayscale_C_border_L = logical(Grayscale_C_border);
%Area Calculation for Grayscale_C_border_L
area_Cborder = 0;
area_new_Cborder = 0;

```

```

for x = 1:496 for y = 1:748
    if Grayscale_C_border_L(x,y) == 1
        area_Cborder = area_Cborder+1;
    end
end
end
if area_Cborder > 50000;
    clear Grayscale_C_border_L
    G_invert_G_B = imcomplement(Grayscale_brighten);
    black_filled = im2bw(G_invert_G_B, 0.94);
    se = strel('disk',6);
    black_imerode = imerode(black_filled, se);
    black_imdilate= imdilate(black_filled, se);
    black_new_Cborder = black_imdilate - black_imerode;
    Grayscale_C_border_L = logical(black_new_Cborder);
    %Area Calculation for new Grayscale_C_border_L
    area_new_Cborder = 0;
    for x = 1:496 for y = 1:748
        if Grayscale_C_border_L(x,y) == 1
            area_new_Cborder = area_new_Cborder+1;
        end
    end
end
end
end
end

```

%Finding the Microaneurysms =====

```

edge_Gadpt_his_X1 = edge(Gadpt_his_X1, 'canny', 0.18); %find the
outline/Edges of the features

```

```

edge_lessborder = edge_Gadpt_his_X1 - Grayscale_C_border_L;

edge_imfill = imfill(edge_lessborder, 'holes'); %Imfilled on the
image without Cborder

image_holes = edge_imfill - edge_Gadpt_his_X1; %getting the area
filled with imfill

image_largerarea = bwareaopen(image_holes,70); %Remove all obj
smaller than pixels value

image_microa = image_holes - image_largerarea; %area of
microaneurysms with noise

Gadpt_X2_bright = im2bw(Gadpt_his_X2,0.7);

%removing exduates area =====
microa_less_ex = image_microa; %setting the size
microa_less_ex (image_microa & Gadpt_X2_bright) = 0;
Gadpt_X2_bright_2 = ~im2bw(Gadpt_his_X2,0.3);
Gadpt_X2_bright_3 = bwareaopen(Gadpt_X2_bright_2,100);
%removing blood vessels area =====
microa_less_blood = microa_less_ex;
microa_less_blood (microa_less_ex & Gadpt_X2_bright_3) = 0;
%Finding Optical Disk =====
max_GB_column=max(Grayscale_brighten);
max_GB_single=max(max_GB_column);
[row,column] = find(Grayscale_brighten==max_GB_single);
median_row = floor(median(row)); %median(a),find 50th percentile
(the middle) then
median_column = floor(median(column)); %use floor(a),round towards
minus infinity

%Drawing the mask =====
radius = 90; %size of the mask
[x,y] = meshgrid(1:748, 1:496);
mask = sqrt( (x - median_column).^2 + (y - median_row).^2 )<=
radius;

```

```

%Getting area of Microaneurysms
=====

microa_less_smallarea = bwareaopen (microa_less_blood,5); %remove
small area/ residue of reduction

microa_less_cborder = microa_less_smallarea - Grayscale_C_border_L;
%Remove cborder

microa_image = microa_less_cborder - mask;

%area calcuation =====
micro = 0;
for x = 1:496 for y = 1:748
    if microa_image(x,y) == 1
        micro = micro+1;
    end
end
end

%=====ExUdAtEs=====
se2 = strel('ball',10,10); %values use ard 8-12
G_imclose = imclose(Grayscale_brighten, se2);
%Use of Column filter =====
filter_db_G_imclose = double(G_imclose);
filter_colfilt = colfilt(filter_db_G_imclose,[6 6],'sliding',@var);
filter_uint8_colfilt = uint8(filter_colfilt);
filter_image_seg = im2bw(filter_uint8_colfilt, 0.45);
%Finding Optical Disk =====

max_GB_column=max(Grayscale_brighten);
max_GB_single=max(max_GB_column);
[row,column] = find(Grayscale_brighten==max_GB_single);
median_row = floor(median(row)); %median(a),find 50th percentile
(the middle) then
median_column = floor(median(column));

```

```

%Drawing the mask =====
radius = 90;

[x,y]=meshgrid(1:748, 1:496);

mask = sqrt( (x - median_column).^2 + (y - median_row).^2 )<=
radius;

=====
%Removing optical disk portion

image_optical_removed = filter_image_seg - mask;

%Removing Circular and Rectangle border
=====

image_od_Cborder_removed=image_optical_removed-Grayscale_C_border_L;
image_ex = image_od_Cborder_removed - box_5pixel;

%Expanding the region =====
image_ex_imclose = imclose (image_ex, se);

%Non-exudates region =====
Gadpt_his = adapthisteq(Grayscale_brighten);
dark_region = im2bw(Gadpt_his,0.85);
dark_features = ~dark_region;

%exudates area =====
EX_image = image_ex_imclose;
EX_image (image_ex_imclose & dark_features) = 0;

%area caluation =====

exudates = 0;
for x = 1:496 for y = 1:748
    if EX_image(x,y) == 1
        exudates = exudates+1;
    end
end
end

FiTur = [exudates, micro, bloodvessels];

```

- Fungsi Entropy

```
function [A]= MIX_STAT(Image_rgb)

%[FileName,PathName] = uigetfile('*.tif;*.jpg;*.png;*.bmp','Select
the input image');

%str=strcat(PathName,FileName);

%Image_rgb = imread(str);

Igray = rgb2gray(Image_rgb);

hsv = rgb2hsv(Image_rgb);

Image_rgb = double(Image_rgb);

Image_red = Image_rgb(:,:,1);
Image_green = Image_rgb(:,:,2);
Image_blue = Image_rgb(:,:,3);

[row,col] = size(Image_rgb(:,:,1));

for y = 1:row %-->numberof rows in image
for x = 1:col %-->number of columns in the image
Red = Image_red(y,x);
Green = Image_green(y,x);
Blue = Image_blue(y,x);
NormalizedRed = Red /sqrt(Red^2 + Green^2 + Blue^2);
NormalizedGreen = Green/sqrt(Red^2 + Green^2 + Blue^2);
NormalizedBlue = Blue /sqrt(Red^2 + Green^2 + Blue^2);
Image_red(y,x) = NormalizedRed;
Image_green(y,x) = NormalizedGreen;
Image_blue(y,x) = NormalizedBlue;
end
end

Image_rgb(:,:,1) = (Image_red);
```



```

Image_rgb(:,:,2) = (Image_green);
Image_rgb = Image_rgb(:,:,1).*Image_rgb(:,:,2);
Img = im2uint8(Image_rgb);
EntroGC = round(entropy(Image_green));
%%
Ih = imhist(Igray);
Ih(Ih == 0) = [];
[p,SI] = graycomatrix(Igray,'NumLevels',max(max(Igray))+1,'G',[]);
p(p==0) = [];
p = p/sum(p);
En = round(-sum((p).*log2(p)));
%%
s = hsv(:,:,2);
s = im2uint8(s);
shist = imhist(s);
shist = shist(20:220);
shist(shist == 0) = [];
[p2,SI] = graycomatrix(s,'NumLevels',max(max(s))+1,'G',[]);
p2(p2==0) = [];
p2 = p2/sum(p2);
ESat = round(-sum((p2).*log2(p2)));
%%
[p2,SI] = graycomatrix(Img,'NumLevels',max(max(Img))+1,'G',[]);
p2(p2==0) = []; p2 = p2/sum(p2);
ERGB =round(-sum((p2).*log2(p2)));
eNT=[EntroGC, En, ESat, ERGB];
A =eNT;
end

```