

**IDENTIFIKASI HEMORRHAGE MENGGUNAKAN GAUSS
GRADIENT FILTER**

SKRIPSI

Oleh:

Nursih Dwi Hastuti
NIM. 09650015



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2014**

**IDENTIFIKASI HEMORRHAGE MENGGUNAKAN GAUSS
GRADIENT FILTER**

SKRIPSI

Diajukan Kepada:

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang

Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam

Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Oleh:

Nursih Dwi Hastuti

NIM. 09650015

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN) MAULANA MALIK IBRAHIM

MALANG

2014

**IDENTIFIKASI HEMORRHAGE MENGGUNAKAN GAUSS
GRADIENT FILTER**

SKRIPSI

Oleh:

Nursih Dwi Hastuti

NIM. 09650015

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

Tanggal, 11 September 2014

Susunan Dewan Penguji		Tanda Tangan
1. Penguji Utama	: <u>Dr. Cahyo Crysdiان</u> NIP. 19740424 200901 1 008	()
2. Ketua	: <u>A'la Syaugi, M.Kom</u> NIP. 19771201200801 1 007	()
3. Sekretaris	: <u>Dr. M. Faisal, M.T</u> NIP. 19740510 200501 1 007	()
4. Anggota	: <u>Ririen Kusumawati, M.Kom</u> NIP. 19720309 200501 2 002	()

Mengetahui dan Mengesahkan,

Ketua Jurusan Teknik Informatika

**Dr. Cahyo Crysdiان
NIP. 19740424 200901 1 008**

ORISINALITAS PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nursih Dwi Hastuti
NIM : 09650015
Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika
Judul Penelitian : **IDENTIFIKASI HEMORRHAGE MENGGUNAKAN
GAUSS GRADIENT FILTER**

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, 1 September 2014

Yang Membuat Pernyataan,

Nursih Dwi Hastuti

NIM. 09650015

MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

يَأَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا إِن تَنصُرُوا اللَّهَ يَنصُرْكُمْ وَيُثَبِّتْ أَقْدَامَكُمْ

“Hai orang-orang yang beriman, jika kamu menolong (agama) Allah, niscaya Dia akan menolongmu dan meneguhkan kedudukanmu.”

(Q. S. Muhammad ayat 7)

” Great minds discuss ideas; average minds discuss events; small minds discuss people.”

~Eleanor Roosevelt

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Wahai Dzat Yang Maha Memberi Manfaat.

*Dengan mengucap puji dan syukur kepada Allah, kupersembahkan sebuah karya kecilku untuk Tuhan,
orangtua, bangsa, dan almamater.*

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

Aamiin...



KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puja dan puji syukur penulis panjatkan kehadirat 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 khususnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir berjudul “Identifikasi *Hemorrhage* Menggunakan *Gauss Gradient Filter*” dengan baik dan lancar. 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 Saimin, Ibu Winarsi, dan Nurdin Wibisono, orang tua dan kakak dari penulis. Terima kasih atas cinta, doa, dan dukungan yang terus diberikan selama ini. Semoga selalu ada kesempatan untuk memberikan kebahagiaan dan kebanggaan, walaupun itu tetap tidak mampu membalas pengorbanan yang telah kalian berikan.
2. Bapak Dr. M. Faisal M.T dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan perhatiannya untuk memberi arahan, saran, berbagi ilmu, nasehat serta inspirasi

selama proses pengerjaan karya skripsi ini. Terima kasih atas kesabaran dan pengertian bapak menerima berbagai kekurangan diri saya yang hadir dalam interaksi selama ini.

3. Ibu Ririen Kusumawati, M.Kom selaku dosen pembimbing II sekaligus dosen wali penulis selama ada di Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang yang tidak pernah lelah memberikan arahan, saran, nasehat serta inspirasi yang ibu berikan selama saya ada di Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Seluruh Dosen serta Staff di Universitas Islam Negeri (UIN). Khususnya kepada Bapak Dr. Cahyo Crysdiان (Ketua Jurusan Teknik Informatika), Bapak H. Fatchurrochman, M.Kom, Bapak Zainal Abidin, M.Kom, Ibu Roro Inda Melani, M.T., M.Sc, Bapak Dr. Suhartono, M.Kom, MM., Bapak H. Syahiduz Zaman, M.Kom, Bapak Totok Chamidy, M.Kom, Bapak Ir. M. Amin Hariyadi, M.T, Ibu Hani Nurhayati, M.T, Ibu Linda Salma, M.T, Bapak A'la Syauqi, M.Kom, Bapak Yunifa M. Arif, M.T., Bapak Dr. Ali Mahmudi, B.Eng, Bapak Fachrul Kurniawan, ST., M. MT, Bapak Fressy, M.T., yang telah mendidik dan membekali dengan ilmu serta inspirasi berharga untuk kehidupan penulis.
5. Teman-teman penulis di program studi Teknik Informatika angkatan 2009. Terima kasih atas masa-masa penuh inspirasi dan pembelajaran yang telah diberikan selama ada di kampus Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang. Khususnya untuk Firda, Helga, Firdaus, Andy, Idhar, Shev, Syauqil, Tyas, Aji, Zifora, Adit, Dian, Meidoasa, Rizqy, Rosita, Alif, Faisal, Niya, Pipit, Agung, dan teman-teman di kelas A 2009 lainnya, semoga kita semua dapat meraih kesuksesan di bidang dan tempatnya masing-masing.

6. Teman-teman dan para panutan penulis di *Mastering at Youth Leadership and Focusing on Education* (MY LiFE) Malang. Menjadi bagian dari MY LiFE telah membuka cakrawala pemikiran dan mendorong untuk lebih banyak berbuat untuk negeri ini, tidak hanya sekedar menjadi pemuda biasa yang hidup seperti pemuda/i kebanyakan. Semoga kita bisa terus menjadi pelita yang benderang dan penuh kemanfaatan untuk agama dan umat. Terima kasih atas kepercayaan dan kesempatan yang diberikan kepada saya selama ini, sehingga aktualisasi diri untuk selalu memberikan kemanfaatan kepada umat dapat terlaksana sesuai amanah dan tanggung jawab yang ada. Khususnya untuk Pak Suhari, Pak Zaky, Pak Syahdikin, mba Fina, mba Eli, Bu Lenny, Bu Santi, mba Norma, akh Bagus Pujilaksono, akh Taufik, mba Alin Diliyanti, mba Selly, mba Miha Bibah, Anita Anggraini, Rohmatul Asiyah, Andan Trihandini, Atifah, Firdausy Esya, Hanifah, Hasna, akh Husain, Hasto, Ina, Iva Lutvia, mba Tiya, Rossy, Sarsiyani, dan lainnya yang belum disebutkan namanya.
7. Inspirator terbesar dalam kehidupan penulis yaitu teh Sari Asih Rahmawati dan mas Kurniawan Gunadi yang selalu mencerahkan dengan ide-ide yang luar biasa. Dan juga untuk rekan-rekan KARISMA ITB yang selalu memberikan inspirasi kebaikan dan amal shalih: teh Hani, kang Kasmita, teh Hanifah, kang Ibam, kang Rizki, kang Rino, teh Yuli, teh Hanna, kang Yudi, kang Pras, teh Ai, teh Intan, teh Anis, dan para penggiat Gedung Kayu Masjid Salman ITB lainnya.
8. Para Penghuni Kost Pink III sebagai keluarga kedua di Malang yang selalu siap membantu di kala senang dan susah dan memperlakukan penulis sebagai anggota keluarga dengan baik.

9. Keluarga besar Komunitas Linux Arek Malang (KOLAM) khususnya para partner penulis Om Deche, mas Putra, mba Dita Oktaria, mas Gilang, mas Rachmad, mas Zen, mas Dana, dan mas Yudhi. Semoga dikemudian hari kalian bisa meraih lebih banyak prestasi dan terus tersambung silaturahmi di antara kita semua.
10. 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>.
11. 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 tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat dan menambah khasanah ilmu pengetahuan. Aamiin...

Wassalamu'alaykum Wr. Wb.

Malang, 01 September 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN ORISINILITAS KARYA	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
ABSTRAK	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah	5
1.3 Batasan masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Metodologi.....	6
1.7 Sistematika Penulisan	6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengenalan Mata.....	8
2.2 Anatomi Mata	9
2.3 Pengantar Diabetes	13
2.4 <i>Diabetic Retinopathy</i>	15
2.5 <i>Hemorrhage</i>	17
2.6 Dasar Pengolahan Citra Digital.....	22
2.7 Gauss Gradient Filter	26
2.8 Matlab	28
2.9 Penelitian Terkait	31
2.10 Identifikasi <i>Hemorrhage</i> pada Citra Fundus <i>Diabetic Retinopathy</i> dalam Pandangan Islam.....	32

BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

3.1 Lingkungan Perancangan Perangkat Keras.....	38
3.2 Lingkungan Perancangan Perangkat Lunak.....	39
3.3 Deskripsi Sistem.....	40
3.4 Desain Sistem.....	42
3.4.1 Desain Data Sistem.....	43
3.4.2 Desain Proses Sistem.....	44
3.4.3 Desain Antar Muka.....	52

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

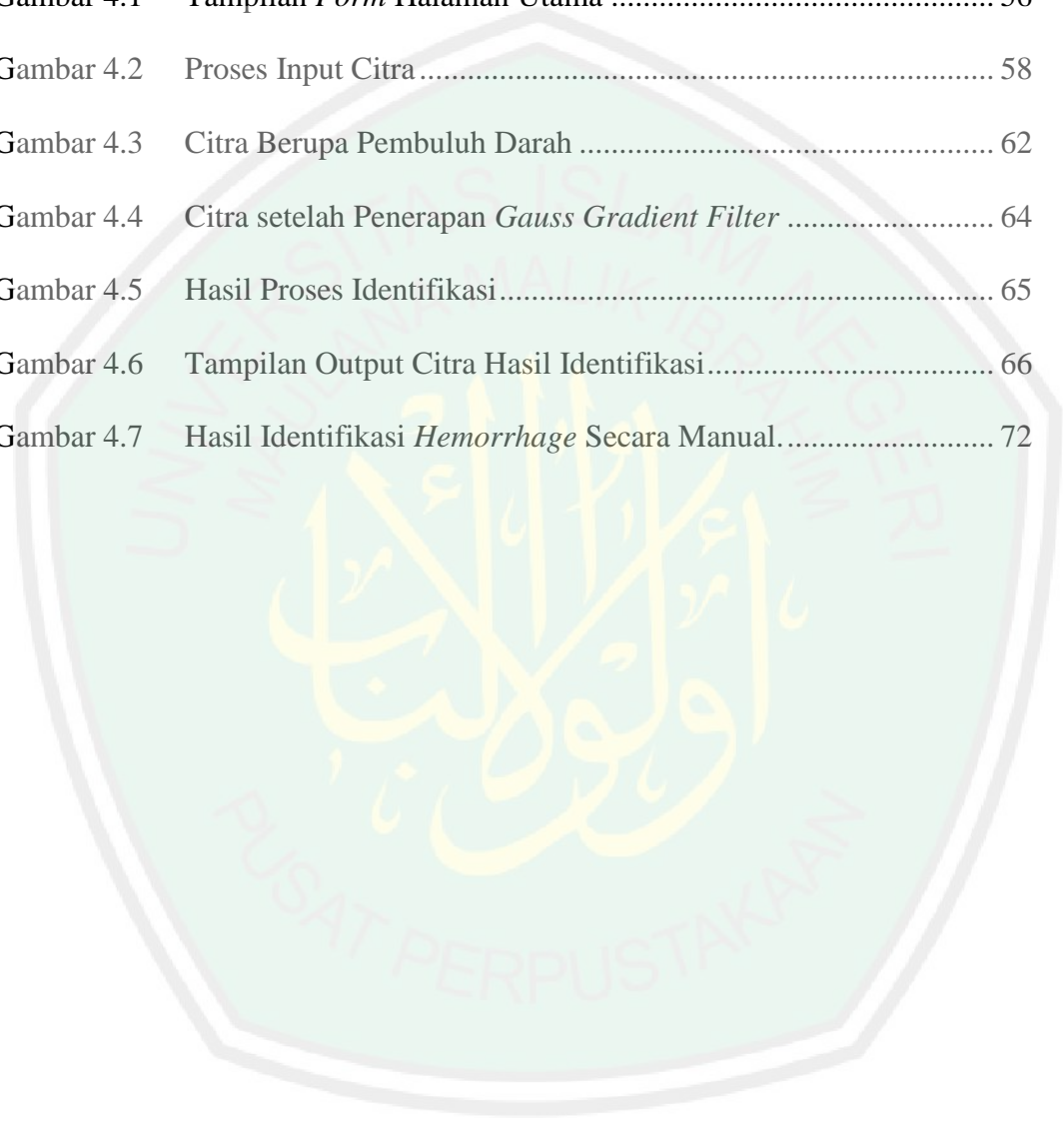
4.1 Lingkungan Implementasi.....	55
----------------------------------	----

4.2	Penjelasan Program	56
4.2.1	Proses Menampilkan Halaman Utama	56
4.2.2	Proses Input Citra	57
4.2.3	Preprocessing Citra	59
4.2.4	Proses Deteksi Citra	62
4.2.5	Proses Identifikasi Citra	63
4.2.6	Proses Identifikasi Hasil	66
4.3	Pengujian	67
4.4	Integrasi Metode <i>Gauss Gradient Filter</i> dengan Quran	72
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	74
5.2	Saran	74
DAFTAR PUSTAKA		75
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

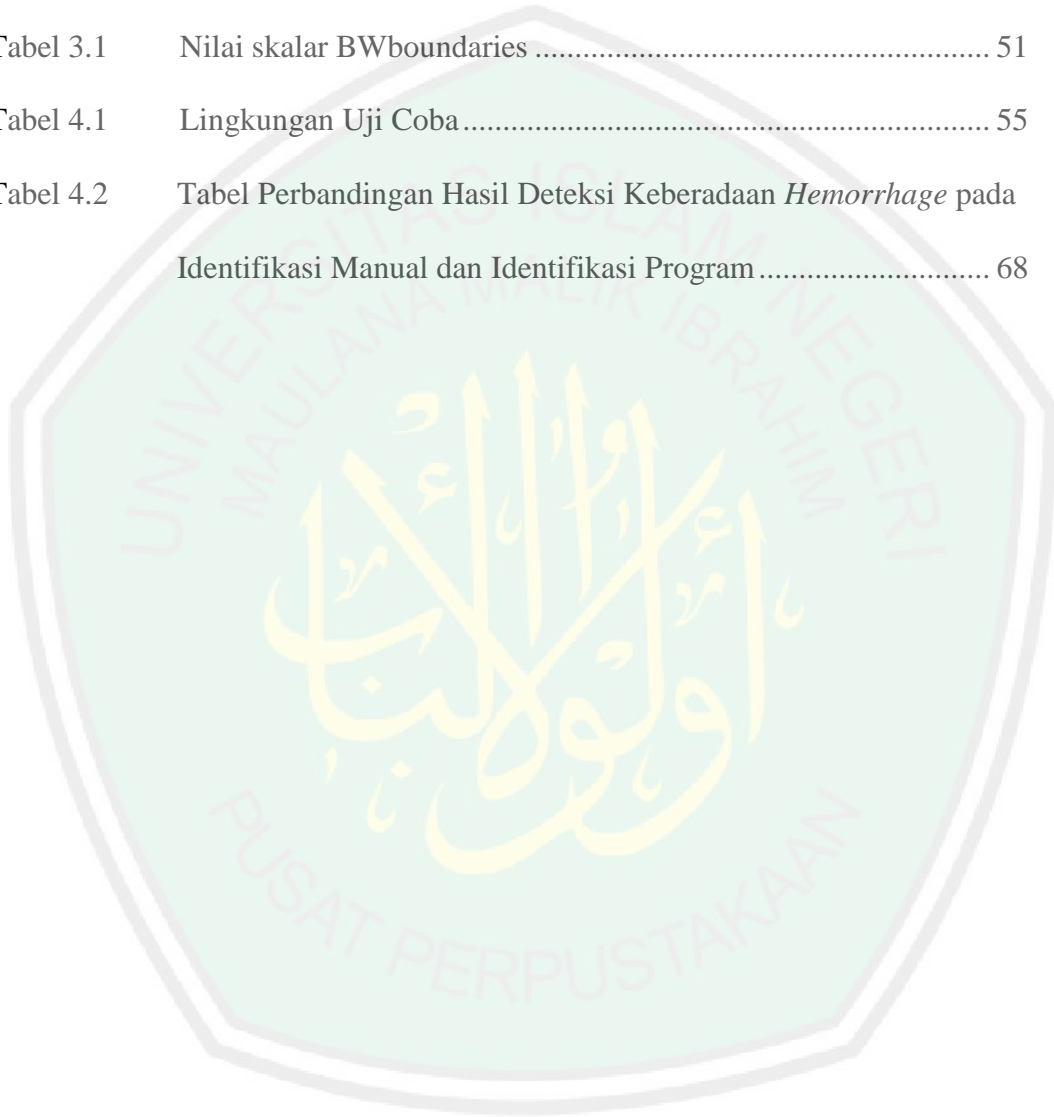
Gambar 2.1	Struktur Mata	10
Gambar 2.2	Oftalmoskop	13
Gambar 2.3	Digital Fundus (Retina Normal).....	13
Gambar 2.4	Perbedaan Pandangan Mata Normal dan Penderita <i>Diabetic Retinopathy</i>	16
Gambar 2.5	Variasi Fitur Retinopati	20
Gambar 2.6	<i>Microaneurysm</i>	21
Gambar 2.7	<i>Hemorrhage</i>	21
Gambar 2.8	<i>Hard Exudates</i>	21
Gambar 2.9	<i>Soft Exudates</i>	21
Gambar 2.10	<i>Cotton Wool</i>	21
Gambar 2.11	<i>Neovascularisation</i>	21
Gambar 2.12	Detail <i>Hemorrhage</i>	22
Gambar 2.14	Kurva berbasis splats ROC	28
Gambar 3.1	Diagram Alir Proses Secara Keseluruhan	41
Gambar 3.2	Diagram Garis Besar Desain Proses	42
Gambar 3.3	Diagram Blok Preprocessing.....	44
Gambar 3.4	Citra Fundus <i>Diabetic Retinopathy</i> Berwarna	45
Gambar 3.5	Citra Fundus <i>Diabetic Retinopathy</i>	46
Gambar 3.6	Operasi Mendeteksi Pembuluh Darah	47
Gambar 3.7	Plot Fungsi Gaussian Orde 2	49
Gambar 3.8	File Citra yang Belum Difilter Gaussian.....	50
Gambar 3.9	File Citra yang Sudah Terdeteksi Hemorrhage	50

Gambar 3.10	Identifikasi dengan BWboundaries	50
Gambar 3.11	Menu Editor Pada Tampilan Utama.....	53
Gambar 3.12	Desain Antarmuka Perangkat Lunak	53
Gambar 4.1	Tampilan <i>Form</i> Halaman Utama	56
Gambar 4.2	Proses Input Citra.....	58
Gambar 4.3	Citra Berupa Pembuluh Darah	62
Gambar 4.4	Citra setelah Penerapan <i>Gauss Gradient Filter</i>	64
Gambar 4.5	Hasil Proses Identifikasi.....	65
Gambar 4.6	Tampilan Output Citra Hasil Identifikasi.....	66
Gambar 4.7	Hasil Identifikasi <i>Hemorrhage</i> Secara Manual.....	72



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Nilai skalar BWboundaries	51
Tabel 4.1	Lingkungan Uji Coba.....	55
Tabel 4.2	Tabel Perbandingan Hasil Deteksi Keberadaan <i>Hemorrhage</i> pada Identifikasi Manual dan Identifikasi Program.....	68



ABSTRAK

Hastuti, Nursih Dwi. 2014. **Identifikasi Hemorrhage Menggunakan Gauss Gradient Filter**. Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Pembimbing: (I) Muhammad Faisal, M.T (II) Ririen Kusumawati, M.Kom.

Kata kunci: *hemorrhage, gauss gradient filter*

Salah satu dampak dari penyakit *Diabetic Retinopathy (DR)* adalah pecahnya pembuluh darah mata, dikenal sebagai *Hemorrhage*. Gejala yang dapat ditemui oleh orang yang terkena penyakit ini adalah kesulitan dalam membaca, penglihatan kabur, penglihatan tiba-tiba menurun pada satu mata, melihat lingkaran-lingkaran cahaya, melihat bintik gelap, dan cahaya berkedip. Hal ini terjadi karena ada rembesan darah yang mengenai lensa mata.

Penelitian dilakukan untuk membuat suatu aplikasi yang dapat menampilkan hasil identifikasi *Hemorrhage* pada citra retina sesuai dengan tingkat stadium *Retinopathy Gradenya*. Proses identifikasi dari *hemorrhage*, meliputi dua tahap utama yaitu *preprocessing* dan identifikasi. Metode *preprocessing* yang digunakan diantaranya penyesuaian ukuran citra, operasi *BV_Image*, penghilangan noise dengan *medfilt2*, *threshold*, dan proses identifikasi menggunakan metode *gauss gradient filter orde 2* sehingga *hemorrhage* dapat dideteksi.

Aplikasi dapat mendeteksi *Hemorrhage* dan dalam citra *fundus* yang diujikan dengan persentase keberhasilan sebesar 87 % dari seluruh citra.

ABSTRACT

Hastuti, Nursih Dwi. 2014. **Identification Hemorrhages Using Gauss Gradient Filter**. Department of Informatics Engineering, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang, Advisers: (I) Muhammad Faisal, M.T (II) Ririen Kusumawati, M.Kom.

Keywords: *hemorrhage, gauss gradient filter*

One of the effects of the Diabetic Retinopathy (DR) disease is a cracked of eye blood vessels, known as the Hemorrhages disease. Symptoms that can be encountered by people affected by this disease are difficulty in reading, blurred vision, sudden decreased vision in one eye, seeing halos, seeing dark spots, and a flashing light. This happens because there is seepage of blood on the lens of the eye.

The research was conducted to create an application that can display the results of the identification hemorrhages on retinal image according to the degree of its retinopathy grade stage. The process of identification of hemorrhage, includes two main phases, namely preprocessing and identification. Preprocessing methods are used including image size adjustments, BV_Image operation, noise removal with medfilt2, thresholding, and the process of identification using the method of Gauss gradient filter of order 2 so that hemorrhage can be detected.

Applications can detect hemorrhage and tested in a fundus image with a success percentage of 87% of the entire images.

ملخص البحث

حستوتي. نورسيه ديوي. 2014 تحديد نزف (*hemorrhage*) عن طريق *gauss gradient filter*. قسم المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة ولاية الإسلامية مولانا مالك إبراهيم بمالانج. المشرف: محمد فيصل الماجستير، و ريرين جوسوماوتي. الما جستير

كلمات الأساسية: *hemorrhage, gauss gradient filter*

واحدة من آثار المرض اعتلال الشبكية السكري (*Diabetic Retinopathy*) هي تمزق الأوعية الدموية العين التي تعرف باسم نزف (*Hemorrhage*). الأعراض التي قد يواجهها الأشخاص المتضررين من هذا المرض صعوبة في القراءة، وعدم وضوح الرؤية، وانخفاض مفاجئ في الرؤية في عين واحدة، ورؤية هالات، ورؤية بقع داكنة، وضوء وامض. يحدث هذا لأن هناك تسرب الدم على العدسة.

هذه الدراسة أجريت لإنشاء تطبيق التي يمكن عرضها على نتيجة تحديد نزف (*Hemorrhage*) على الصورة الشبكية وفقا لدرجة من مرحلة اعتلال الشبكية العلمية (*Retinopathy Grade*), وتغطي عملية تحديد النزف (*hemorrhage*), مرحلتين هما تجهيزها (*preprocessing*) وتحديد الهوية. وتستخدم أساليب تجهيزها (*preprocessing*) بما في ذلك التعديلات حجم الصورة وتشغيل *BV_Image*, وإزالة الضوضاء مع *medfilt2*, عتبة *threshold*, وعملية تحديد الهوية باستخدام *gauss gradient filter orde 2* بحيث يكشف عن (*hemorrhage*)

استطيع عن يكشف لتطبيقات النزف (*Hemorrhage*) واختبارها في صورة قاع العين مع نسبة نجاح 87%. من كل الصورة

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetic retinopathy (DR) adalah gangguan pada mata yang disebabkan oleh penyakit diabetes (Iqbal dkk, 2006). *Diabetic retinopathy* merupakan komplikasi *mikrovaskuler* yang dapat terjadi pada penderita diabetes dan menyerang fungsi penglihatan. 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% di antaranya 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 *et al*, menyebutkan terdapat beberapa factor 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 Al Maidah ayat 32 dijelaskan:

مِنْ أَجْلِ ذَلِكَ كَتَبْنَا عَلَىٰ بَنِي إِسْرَائِيلَ أَنَّهُ مَن 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 ﴿٣٢﴾

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”.

“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: *Background Diabetic Retinopathy* (BDR) atau sering disebut *Non-Poliferasis diabetic retinopathy* (NPDR), *Poliferasis Diabetic Retinopathy* (PDR), dan *Severe Diabetic Retinopathy* (SDR).

Pada fase BDR, arteri di retina menjadi lemah dan bocor kemudian membentuk titik-titik kecil seperti pendarahan (*hemorrhages*). *Vessel* yang mengalami kebocoran sering menyebabkan pembengkakan pada retina sehingga dapat menurunkan penglihatan. Fase BDR dibagi menjadi beberapa tingkatan *Mild*, *Moderat*, dan *Severe*. Pada fase PDR, masalah sirkulasi menyebabkan daerah retina menjadi kekurangan oksigen atau *ischemic*, untuk menjaga peredaran oksigen di retina, *vessel* menjadi besar, fenomena ini disebut *neovaskularization*. Fase selanjutnya adalah fase SDR, pada fase ini terdapat

pertumbuhan pembuluh abnormal dan jaringan parut yang dapat menyebabkan masalah serius seperti *detachment* retina, glaucoma, dan penglihatan yang berangsur-angsur menurun. Pada tahap inilah bercak-bercak putih (*cotton wool*) mulai terlihat (Iqbal dkk, 2006).

Teknologi informasi saat ini sangat berkembang dengan pesatnya dan pada perkembangannya tersebut dapat memberikan manfaat kepada manusia sehingga manusia dapat lebih dimudahkan dengan teknologi tersebut. Seperti pada perkembangan teknologi pengolahan citra hingga saat ini terus diperluas dengan tujuan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaannya. Pengolahan citra itu sendiri merupakan salah satu jenis teknologi untuk menyelesaikan masalah mengenai pemrosesan gambar. Dalam pengolahan citra, gambar yang ada diolah sedemikian rupa sehingga gambar tersebut lebih mudah untuk diproses. Perkembangan teknologi pengolahan citra yang didukung dengan semakin terjangkaunya harga-harga alat-alat perekam data citra membuat pemanfaatan data citra menjadi sangat populer di banyak aplikasi laboratorium luar negeri, khususnya pada permasalahan medis dan praktek-praktek biologi.

Oleh karena itu, perlu dibuat sebuah aplikasi yang mampu mendeteksi penyakit *diabetic retinopathy* khususnya Hemorrhage melalui citra fundus mata sejak dini, agar dapat menekan jumlah penderita kebutaan yang diakibatkan oleh terlambatnya pemeriksaan dan juga penanganan dokter ahli.

Dalam penelitian ini *Gauss Gradient Filter* digunakan untuk mengklasifikasi hemorrhage. Metode Gauss Gradient filter ini cocok digunakan

untuk klasifikasi karena memiliki akurasi dan kecepatan yang tinggi saat diaplikasikan ke dalam database dengan data yang besar.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut kemudian dapat ditarik rumusan masalah mengenai: Bagaimana mengembangkan suatu sistem pengenalan *hemorrhage* pada citra digital fundus *diabetic retinopathy*.

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah yang dimaksudkan untuk membatasi ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas mengingat waktu yang tersedia terbatas, demikian pula biaya dan tenaga, bukan untuk mengurangi sifat ilmiah suatu pembahasan. Batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Citra yang digunakan adalah citra *fundus* mata.
2. Proses pendeteksian diimplementasikan dengan Matlab R2011a.
3. Penyakit mata yang dideteksi adalah *hemorrhage*.
4. Format citra yang digunakan berupa format *Tagged Image File Format* (TIFF)

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk membangun sebuah aplikasi yang dapat menampilkan identifikasi *hemorrhage* berdasarkan gambar yang diidentifikasi kemudian menampilkan hasil klasifikasi menggunakan Gauss Gradient Filter.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat dihasilkan dari penelitian dalam skripsi ini adalah dengan adanya aplikasi yang mampu mendeteksi *hemorrhage* secara otomatis, diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi perkembangan pengolahan citra digital medis khususnya dalam klasifikasi citra *fundus* secara lebih teliti dan membantu ahli ophthalmologist dalam mengklasifikasikan fitur citra *fundus* sesuai dengan jenis kerusakan pada penderita *hemorrhage* .

1.6 Metodologi

Metodologi pengumpulan data penelitian dalam skripsi ini adalah:

1. *Library research* yaitu suatu cara penelitian dan pengumpulan data teoritis dari berbagai literatur yang mendukung penyusunan tugas akhir.
2. Studi eksperimen yaitu melakukan perancangan sistem pendeteksian *hemorrhage*.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, metodologi penelitian dan sistematika penulisan skripsi ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi uraian singkat tentang teori-teori yang terkait dengan permasalahan yang diambil yang melandasi proses perancangan dan pembuatan aplikasi.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang analisa yang dilakukan dalam merancang dan membuat sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang implementasi dari aplikasi yang dibuat secara keseluruhan. Serta melakukan pengujian terhadap aplikasi yang dibuat untuk mengetahui aplikasi tersebut telah dapat menyelesaikan permasalahan yang dihadapi sesuai dengan yang diharapkan.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang diharapkan dapat bermanfaat untuk mengembangkan pembuatan program aplikasi selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengenalan Mata

Allah SWT. berfirman di dalam Alqur'an surat Al-Araf/7 ayat 179 yang berbunyi :

وَلَقَدْ ذَرَأْنَا لِجَهَنَّمَ كَثِيرًا مِّنَ الْجِنِّ وَالإِنسِ ۗ لَهُمْ قُلُوبٌ لَّا يَفْقَهُونَ بِهَا
 وَهُمْ أَعْيُنٌ لَّا يُبْصِرُونَ بِهَا وَهُمْ ءَاذَانٌ لَّا يَسْمَعُونَ بِهَا ۗ أُولَٰئِكَ كَآلَآءِ نَعْمٍ لِّبَلَّٰهُمُ
 أَضَلُّ ۗ أُولَٰئِكَ هُمُ الْغَافِلُونَ ﴿١٧٩﴾

Artinya: “*dan Sesungguhnya Kami jadikan untuk (isi neraka Jahannam) kebanyakan dari jin dan manusia, mereka mempunyai hati, tetapi tidak dipergunakannya untuk memahami (ayat-ayat Allah) dan mereka mempunyai mata (tetapi) tidak dipergunakannya untuk melihat (tanda-tanda kekuasaan Allah), dan mereka mempunyai telinga (tetapi) tidak dipergunakannya untuk mendengar (ayat-ayat Allah). mereka itu sebagai binatang ternak, bahkan mereka lebih sesat lagi. Mereka itulah orang-orang yang lalai.*” (Qs. Al-Araaf/7 : 179)

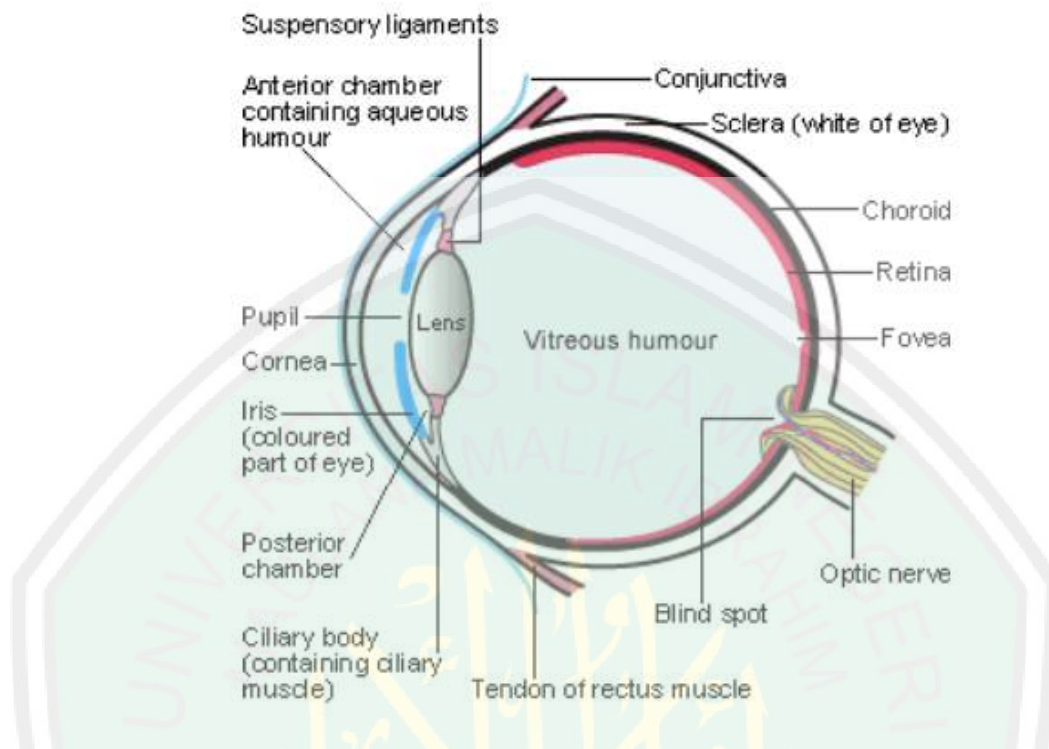
Dari ayat di atas dapat disimpulkan bahwa Allah menciptakan manusia beserta kemampuannya untuk mendengar dan melihat agar manusia senantiasa dapat memahami tanda-tanda kekuasaan dan bertaqwa kepada-Nya. Secara tersirat ayat tersebut menyebutkan bahwa Allah menciptakan manusia lengkap dengan alat indra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

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

2.2 Anatomi 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 struktur mata manusia.¹

¹ “Anatomy and Physiology of the eye”, diakses dari <http://www.freedomscientific.com/resources/vision-anatomy-eye.asp>, pada tanggal 25 April 2013.



Gambar 2.1. Struktur mata manusia

- *Sclera*

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

- *Iris:*

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

- *Kornea:*

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

- *Lensa:*

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

- *Pupil:*

Pupil adalah permukaan yang terletak di pusat dari iris, berfungsi mengontrol jumlah cahaya yang masuk ke mata

- *Konjungtiva*

Konjungtiva adalah bagian yang menutupi sclera dan garis bagian dalam kelopak mata, berfungsi melumasi mata.

- *Vitreous:*

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

- *Koroid:*

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 optic adalah syaraf yang mengirimkan informasi visual dari retina ke otak.

- *Macula:*

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

- *Retina:*

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

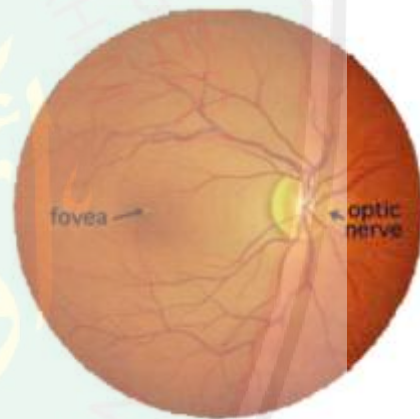
Cahaya yang masuk ke mata melewati pupil akan difokuskan pada retina, jumlah cahaya yang masuk dikontrol oleh iris mata. Lensa berfungsi untuk memfokuskan gambar dari jarak yang berbeda. Bagian luar mata disebut konjungtiva, otot ciliary di *ciliary body* berfungsi untuk mengontrol focus lensa secara otomatis. Choroid pada lapisan pembuluh darah berfungsi untuk mensuplay nutrisi ke seluruh bagian mata. Gambar yang terbentuk pada retina ditransmisikan ke otak melalui saraf optic. Hard optic adalah bagian dari citra retina yang berbentuk lingkaran, bagian yang dekat dengan pusat retina dengan bentuk oval

disebut macula, di dekat macula terdapat fovea, fovea bertanggung jawab atas keakuratan penglihatan. Retina merupakan jaringan sensorik berlapis yang melapisi bagian belakang mata.

Fundus adalah permukaan dalam mata, yang terletak bertentangan dengan lensa dan bisa dilihat dengan menggunakan oftalmoskop. Pemeriksaan *fundus* disebut *oftalmoskopi* / *funduskopi*. Terdiri dari retina, makula, fovea, optic disc dan posterior pole (retina yang terletak antara macula dan optic disc). Gambar di bawah ini menunjukkan gambar oftalmoskop dan *fundus* mata:



Gambar 2.2. Oftalmoskop



Gambar 2.3. Digital *fundus*. (Retina normal)

2.3 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 ditandai, ditandai dengan kadar glukosa darah yang melebihi nilai normal akibat tubuh kekurangan insulin. Penyakit ini bersifat kronis. Penderitanya pun dari semua lapisan umur serta tidak membedakan orang kaya atau miskin.

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

Apabila penyakit ini dibiarkan tidak terkendali atau penderita tidak menyadari penyakitnya maka bertahun-tahun kemudian akan timbul berbagai komplikasi kronis yang berakibat fatal. Penyakit jantung, terganggunya fungsi ginjal, kebutaan, 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)

2.4 Diabetic Retinopathy

Diabetic retinopathy merupakan komplikasi penyakit *diabetes mellitus* yang timbul pada mata, yakni terjadi perubahan dalam penglihatan. Penglihatan yang mendadak menjadi buram atau terasa seperti berkabut sehingga sering mengganti kaca mata merupakan keluhan yang paling sering ditemui. Keadaan tersebut sebenarnya disebabkan oleh kadar gula darah yang tinggi yang menyebabkan sembab pada lensa mata. Bila sudah mendapatkan pengobatan yang cukup dan kadar gula darah sudah terkontrol maka penglihatan akan menjadi normal kembali. Kekeruhan pada lensa mata (katarak) juga sering terjadi pada penderita, di samping gangguan saraf mata, pendarahan bola mata, dan berbagai kelainan pada mata akibat kadar gula darah yang tinggi. (Dalimartha,2007: 44–45)

Diabetic retinopathy adalah komplikasi kronis akibat penyakit *diabetes mellitus* yang tidak terkontrol dan telah diderita sejak lama yang akhirnya mengakibatkan kerusakan selaput jala (retina). *Diabetic retinopathy* dengan kata sederhana adalah kerusakan pada pembuluh darah yang ada di retina mata. *Diabetic retinopathy* merupakan gejala penyakit diabetes yang paling umum dan penyebab utama kebutaan pada orang dewasa Amerika. Hal ini disebabkan oleh perubahan pembuluh darah pada retina. Pada beberapa orang dengan *diabetic retinopathy*, pembuluh darah dapat membengkak dan cairan bocor. Pada kasus yang lain, pembuluh darah baru abnormal tumbuh pada permukaan retina. Retina adalah jaringan peka cahaya di belakang mata. Sebuah retina yang sehat diperlukan untuk penglihatan yang baik.²

² “*Diabetic retinopathy*”, diakses dari <http://www.healthcentral.com/diabetes/more-images-7215-146.html>, pada tanggal 27 April 2013.



(a) Pandangan Mata Normal

(b) Pandangan Penderita *Diabetic Retinopathy*

Gambar 2.4 : Perbedaan Pandangan Mata Normal dan Penderita *Diabetic Retinopathy*, (sumber : www.nei.nih.gov/health/diabetic/retinopathy.asp)

Diabetic retinopathy merupakan komplikasi pembuluh darah mikro pada penderita diabetes. *Diabetic retinopathy* ditandai dengan perubahan pada retina, meliputi perubahan diameter pembuluh darah, *microaneurysm*, *exudate*, *cotton wool*, *hemorrhage* dan tumbuhnya pembuluh darah baru. Pembuluh darah kapiler merupakan pembuluh darah yang sangat kecil, berbentuk seperti tabung yang sempit dengan diameter sekitar 5-10 μm . Pembuluh darah ini memungkinkan terjadinya sirkulasi mikro yang melibatkan beberapa substansi termasuk air, oksigen (O_2), karbon dioksida (CO_2), zat makanan, dan residu zat kimia antara pembuluh darah dan jaringan lunak di sekitarnya. (Fagrell B, 1985 & Braverman IM, 2000)

Tanda-tanda kelainan yang terjadi antara lain munculnya *microaneurysm*. *Microaneurysm* merupakan titik merah kecil di antara pembuluh darah retina. Hal ini terjadi karena dinding pembuluh darah terkecil (kapiler) melemah kemudian pecah. Dalam beberapa kasus *microaneurysm* ini meledak menyebabkan

hemorrhage. Seiring dengan kebocoran darah, lemak dan protein juga ikut keluar dari pembuluh darah yang akhirnya membentuk titik terang kecil yang dinamakan *exudate*.

Selanjutnya beberapa bagian dari retina menjadi isemik (kekurangan darah). Area isemik ini tampak pada retina sebagai gumpalan bulu halus berwarna putih yang dinamakan noda *cotton wool*. Sebagai tanggapan atas daerah isemik ini, munculah pembuluh darah baru untuk menyuplai lebih banyak oksigen ke retina. Pembuluh darah baru ini dinamakan *neovascularisation*, beresiko lebih besar untuk pecah dan menyebabkan *hemorrhage* yang lebih luas. Keberadaan *diabetic retinopathy* dapat dideteksi dengan menganalisa karakteristiknya pada retina.

2.5 Hemorrhage

Hemorrhage pada retina (HMA) adalah kehilangan darah dari pembuluh darah. *Hemorrhage* muncul sebagai bentuk struktur merah di fundus. *Hemorrhage* merupakan kerusakan akibat DR berupa bercak-bercak merah darah akibat pecahnya *microneurysm*. Bentuknya dapat dikorelasikan dengan kedalaman di retina. *Hemorrhage* cenderung menghilang dalam waktu singkat. *Hemorrhage* bintik dan titik memiliki bentuk putaran dan terletak di nuclear dalam retina dan luar lapisan plexiform. Konfigurasi *Hemorrhage* karena kompresi intraretinal, membatasi perdarahan dalam lokasi tertentu (Niki et al., 1984). Mereka lebih serius karena terhubung dengan *Diabetic Retinopathy* (DR). Ketika *Hemorrhage* terjadi pada vitreous humor, disebut *Hemorrhage vitreous* (VHS) atau perdarahan

preretinal (PRHs) jika terjadi tepat di antara humor vitreous dan retina. VHS dan PRHs sering terjadi karena neovaskularisasi.

Hemorrhage ditandai dengan adanya darah di rongga vitreous akibat trauma, penyakit retina maupun penyakit sistemik yang mempunyai gejala klinik visus mendadak menurun dan atau vitreous keruh dengan atau tanpa sel-sel darah merah. Jika sebelah mata secara tiba-tiba menjadi merah tanpa ada gangguan apa-apa, maka kemungkinan itu adalah *hemorrhage* di mana darah merembes pada lapisan kulit yang tipis pada bagian depan bola mata. Hal ini sangat umum terjadi, khususnya pada orang tua. Hal ini bisa disebabkan oleh kecegukan (*coughing fit*) yang keras, muntah-muntah, atau jika mudah kena mimisan atau memar (*bruising*). Keadaan seperti ini akan hilang dengan sendirinya dalam beberapa minggu, kata Profesor Grierson.

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 mulcul *microaneurysm* (MA) sebagai titik-titik merah kecil di retina. Lemahnya dinding kapiler menyebabkan terjadinya pendarahan/*hemorrhages* (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 menyuplai lebih banyak oksigen ke retina. Pembuluh darah baru ini dinamakan *neovaskularization*, beresiko lebih besar untuk pecah dan menyebabkan *hemorrhage* yang lebih luas. Adapun variasi fitur retinopathy dapat dilihat pada gambar 4.

Microaneurysm (Gambar 5) merupakan bintik-bintik merah gelap atau biasanya tampak seperti pendarahan kecil dalam retina. Ukuran *mikroaneurisme* berkisar 10-100 mikron atau kurang dari 1/2th diameter optic disk, dan rata-rata berbentuk lingkaran.

Hemorrhage (Gambar 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*.

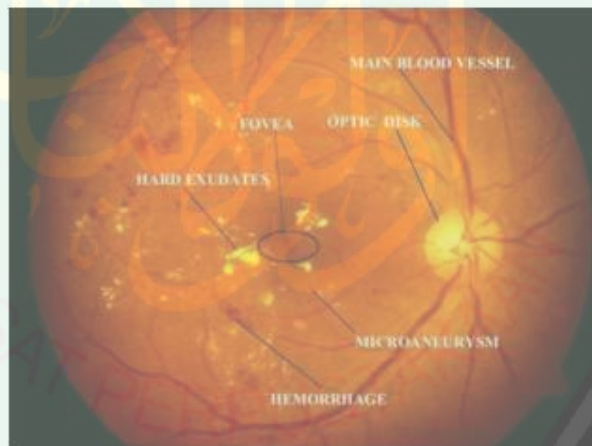
Exudates merupakan titik-titik kecil yang terbentuk dari lipid dan protein yang keluar dari pembuluh darah akibat kebocoran pembuluh darah. Ada dua karakteristik *exudates*, yaitu *hard exudates* dan *soft exudates*.

Hard exudates (Gambar 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 8) tampak seperti bercak - bercak putih kecil kekuning-kuningan, bila tidak segera ditangani dapat mengakibatkan *hard exudates*.

Cotton wool (Gambar 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.

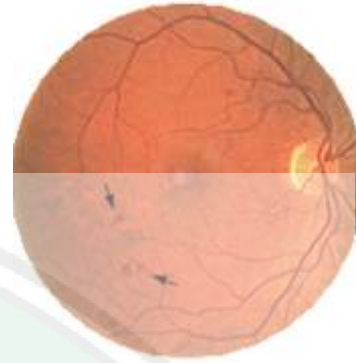
Neovascularisation (Gambar 10) merupakan pembuluh darah baru yang menyuplai oksigen ke retina. *neovascularisation* terbentuk akibat *ischemic*, yaitu kekurangan darah. Pembuluh darah baru ini memiliki dinding yang lemah, sehingga mudah pecah dan berdarah, atau menyebabkan jaringan parut tumbuh yang dapat menarik retina dari bagian belakang mata (ablasi), jika tidak segera diobati akan berakibat kehilangan penglihatan atau terjadi kebutaan (Iqbal dkk, 2006).



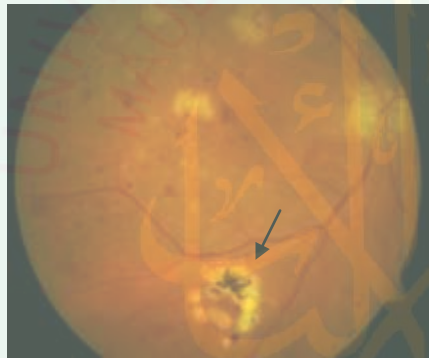
Gambar 2.5. Variasi fitur retinopati (Ravishankar, 2009)



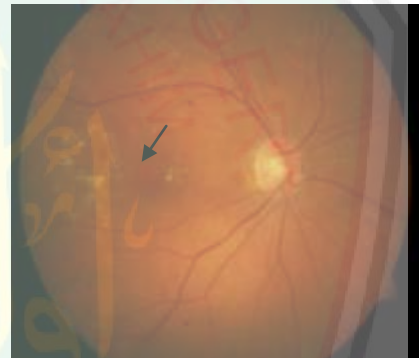
Gambar 2.6. *Microaneurysm* (Tomi Kauppi, 2006)



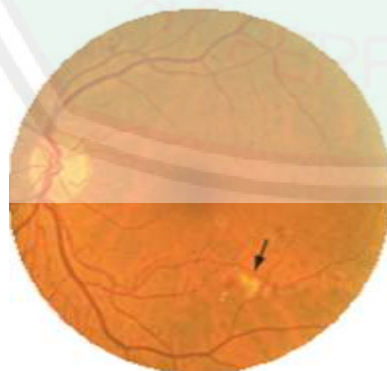
Gambar 2.7. *Hemorrhage* (Tomi Kauppi, 2006)



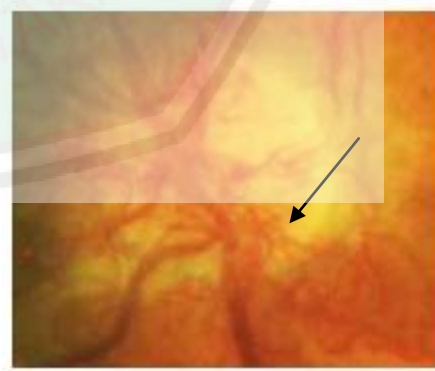
Gambar 2.8. *Hard Exudates* (Tomi Kauppi, 2006)



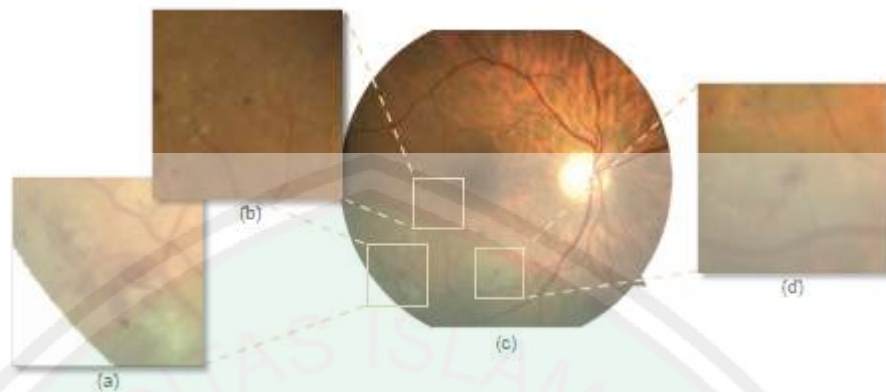
Gambar 2.9. *Soft Exudates* (Tomi Kauppi, 2006)



Gambar 2.10. *Cotton wool* (Tomi Kauppi, 2006)



Gambar 2.11. *Neovascularisation* (Tomi Kauppi, 2006)



Gambar 2.12. (a) Detail luar *Hemorrhages*; (b) gambar fundus; (c) Detail sebuah titik *hemorrhage*; (d) Detail sebuah bintik *hemorrhage*; (Luca Giancardo, 2011)

2.6 Dasar Pengolahan Citra Digital

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

Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer, menjadi citra yang kualitasnya lebih baik. Perbaikan atau modifikasi citra perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitas penampakan atau untuk menonjolkan beberapa aspek informasi yang terkandung di dalam citra. Elemen di

dalam citra perlu dikelompokkan, dicocokkan, atau diukur. Sebagian harus digabung dengan citra lain. (Munir, 2004 : 3)

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

1. Peningkatan kualitas citra

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

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

2. Restorasi citra (*image restoration*)

Operasi ini bertujuan menghilangkan atau meminimumkan cacat pada citra. Tujuan restorasi citra hampir sama dengan operasi peningkatan kualitas citra. Bedanya, pada restorasi citra penyebab degradasi gambar diketahui. Contoh operasi restorasi citra :

1. Penghilangan kesamaran (*deblurring*)
2. Penghilangan derau (*noise*)

3. Kompresi citra (*image compression*)

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

4. Segmentasi citra (*image segmentation*)

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

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

- a. Teknik *threshold*, yaitu pengelompokan citra sesuai dengan distribusi properti pixel penyusun citra.
- b. Teknik *region-based*, yaitu pengelompokan citra kedalam *region-region* tertentu secara langsung berdasar persamaan karakteristik suatu area citranya.

- c. *edge-based methods*, yaitu pengelompokkan citra kedalam wilayah berbeda yang terpisahkan karena adanya perbedaan perubahan warna tepi dan warna dasar citra yang mendadak.

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

5. Analisis citra (*image analysis*)

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

- a. Pendeteksian tepi objek (*edge detection*)
- b. Ekstraksi batas (*boundary*)
- c. Representasi daerah (*region*)

6. Rekonstruksi citra (*image reconstruction*)

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

2.7 Gauss Gradient Filter

Gauss Gradient Filter merupakan turunan pertama dari *Matched Filter*. Ide penggunaan dari *Gauss Gradient Filter* adalah percabangan pembuluh akan memiliki respon kuat positif terhadap *Matched Filter* tetapi respon terhadap *Gauss Gradient Filter* adalah anti-simetrik. Pada non pembuluh juga akan memiliki respon kuat positif terhadap *Matched Filter* tetapi respon terhadap *Gauss Gradient Filter* adalah positif dan simetrik. Oleh karena itu dapat digunakan untuk membedakan pembuluh dan non pembuluh yang kemudian meminimalisir munculnya non pembuluh pada citra. *Gauss Gradient Filter* didefinisikan pada persamaan $g(x,y) = -x \cdot 2\pi s^3 \exp(-x^2/2s^2)$ (7) $x \leq t \cdot s, y \leq L/2$, dimana s merepresentasikan skala dari *filter* ini. L adalah panjang dari *neighborhood* sepanjang sumbu y untuk menghilangkan *noise*. Nilai t bernilai konstan dan biasanya diset 3 karena lebih dari 99% area dari kurva *Gaussian* berada pada rentang $[-3s, 3s]$. Parameter L dipilih berdasarkan s . Ketika s kecil, maka L relatif bernilai kecil dan sebaliknya. $g(x,y)$ akan dirotasi dengan sudut θ untuk mendeteksi pembuluh di orientasi yang berbeda. Rotasi $f(x,y)$ dengan sudut θ dapat dilihat pada persamaan

$$g_\theta(x',y') = g(x,y) \quad \begin{matrix} x' = x \cos\theta + y \sin\theta \\ y' = y \cos\theta - x \sin\theta \end{matrix} \quad (8)$$

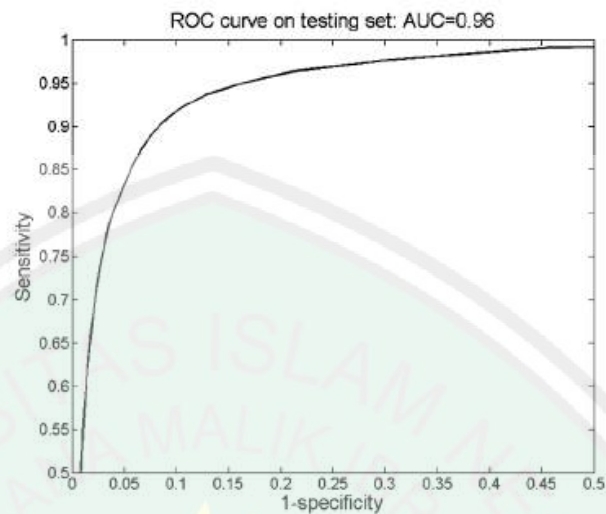
Misalkan 50 dari 357 fitur yang dipilih oleh pendekatan penyaring dan sembilan belas dari mereka dipilih oleh pendekatan wrapper:

- Mean orde kedua turunan Gaussian dari green channel di $s=1,2,4$ orientasi 1,2,3.
- Mean orde kedua turunan Gaussian dari green channel di $s=8$, orientasi 2,3.

- Mean orde kedua turunan Gaussian dari green channel di $s=16$, orientasi 3.
- Mean DoG ($s_2-s_{0.5}$) dari green channel.
- Mean DoG ($s_4-s_{0.5}$) dari db dan rg opponency.
- Mean DoG ($s_8-s_{0.5}$) dari db opponency.
- Mean Gaussian dari green channel di $s=8, 16$;

Ini adalah respon mean yang dikumpulkan melalui splat. 12 fitur tanggapan dari orde kedua turunan Gaussian pada berbagai skala dan orientasi, empat dari DoG filter, dua dari nol-order kernel Gaussian, dan satu dari filter Schmid.

Respon dari orde kedua turunan Gaussian membedakan memanjang struktur seperti pembuluh darah pada skala dan orientasi yang berbeda, sedangkan saringan DoG merespon terutama untuk gambar percikan darah dengan berbagai ukuran dan bentuk, termasuk kapal dan perdarahan. Kombinasi saluran warna dan gambar opponency memilih warna yang tepat atau kontras milik darah di bawah berbagai pencitraan kondisi.



Gambar. 2.13 Kurva berbasis splats ROC dengan AUC 0,96 pada set pengujian. Catatan jangkauan terbatas dari kedua sumbu x dan y.

2.8 Matlab

Matlab merupakan bahasa canggih untuk komputansi teknik. Matlab merupakan integrasi dari komputansi, visualisasi dan pemrograman dalam suatu lingkungan yang mudah digunakan, karena permasalahan dan pemecahannya dinyatakan dalam notasi matematika biasa.

Matlab adalah sistem interaktif dengan elemen dasar array yang merupakan basis datanya. Array tersebut tidak perlu dinyatakan khusus seperti di bahasa pemrograman yang ada sekarang. Hal ini memungkinkan anda untuk memecahkan banyak masalah perhitungan teknik, khususnya yang melibatkan matriks dan vektor dengan waktu yang lebih singkat dari waktu yang dibutuhkan untuk menulis program dalam bahasa C atau Fortran.

Matlab memang merupakan bahasa pemrograman komputer berbasis windows dengan orientasi dasarnya adalah matrik, namun pada program ini tidak

menutup kemungkinan untuk pengerjaan permasalahan non matrik. Selain itu matlab juga merupakan bahasa pemrograman yang berbasis pada obyek (OOP), namun disisi lain karena matlab bukanlah *type compiler*, maka program yang dihasilkan pada matlab tidak dapat berdiri sendiri, agar hasil program dapat berdiri sendiri maka harus dilakukan transfer pada bahasa pemrograman yang lain, misalnya C++. Pada matlab terdapat tiga windows yang digunakan dalam operasinya yaitu *command windows* (layar perintah) dan *figure windows* (layar gambar), serta *Note Pad* (sebagai editor program).

Keunggulan yang dimiliki Matlab sebagai sebuah system, Matlab tersusun dari 5 bagian utama:

1. *Development Environment*. Merupakan sekumpulan perangkat dan fasilitas yang membantu anda untuk menggunakan fungsi-fungsi dan file-file Matlab. Beberapa perangkat ini merupakan sebuah *graphical user interfaces* (GUI). Termasuk didalamnya adalah Matlab desktop dan *Command Window*, *command history*, sebuah editor dan *debugger*, dan *browsers* untuk melihat *help*, *workspace*, *files*, dan *search path*.
2. *Matlab Mathematical Function Library*. Merupakan sekumpulan algoritma komputasi mulai dari fungsi-fungsi dasar seperti: *sum*, *sin*, *cos*, dan *complex arithmetic*, sampai dengan fungsi-fungsi yang lebih kompleks seperti matrik inverse, matrik eigenvalues, Bessel functions, dan fast Fourier transforms.

3. Matlab *Language*. Merupakan suatu *high-level matrix/ array language* dengan *control flow statements, functions, data structures, input/output*, dan fitur-fitur *object-oriented programming*.
4. Graphics. Matlab memiliki fasilitas untuk menampilkan vektor dan matrik sebagai suatu grafik. Didalamnya melibatkan *high-level functions* (fungsi-fungsi level tinggi) untuk visualisasi data dua dikensi dan data tiga dimensi, *image processing, animation*, dan *presentation graphics*. Ini juga melibatkan fungsi level rendah yang memungkinkan bagi anda untuk membiasakan diri untuk memunculkan grafik mulai dari bentuk yang sederhana sampai dengan tingkatan *graphical user interfaces* pada aplikasi.
5. Matlab *Application Program Interface* (API). Merupakan suatu library yang memungkinkan program yang telah anda tulis dalam bahasa C dan Fortran mampu berinteraksi dengan Matlab. Ini melibatkan fasilitas untuk pemanggilan *routines* dari Matlab (*dynamic linking*), pemanggilan matlab sebagai sebuah *computational engine*, dan untuk membaca dan menuliskan MAT-files.

Dari sejak awal digunakan, matlab memperoleh masukan ribuan pemakai. Penggunaan matlab antara lain: matematika & komputasi, pengembangan algoritma, pemodelan, simulasi dan prototipe, analisa data, eksplorasi, dan visualisasi, grafik untuk sains dan teknik, serta pengembangan aplikasi, termasuk pembuatan graphical user interface. (Wijaya, 2007)

2.9 Penelitian Terkait

(Gulati dkk, 2012) dalam penelitiannya pre-processing dilakukan 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 (Gulati dkk, 2012) optic disk mudah dibedakan dengan fitur lain dari retina karena teksturnya halus. Untuk menentukannya dihitung entropinya dengan menghitung fungsi massa probabilitas untuk intensitas piksel pada area local. Selanjutnya dipilih komponen terkoneksi paling luas dan berbentuk lingkaran

Pada penelitian lainnya (Gulati dkk, 2012) menjelaskan, untuk membedakan bercak hemorrhage dan non-hemorrhage mereka mengekstrasi 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 preproccesing, intensitas standar deviasi, warna dan jumlah piksel tepi dari citra tepi.

(Zhang & Chutatape, 2005) dalam penelitiannya menggunakan pendekatan SVM untuk mendeteksi *hemorrhage* pada citra dengan latar belakang *diabetic retinopat*y dengan kontur rendah berhasil mendeteksi optic disk dengan akurasi 81,7%. Pada penelitiannya yang selanjutnya, untuk mendeteksi optic disk berdasarkan menghitung tiap pixel, digunakan gabungan SVM dengan 2DPCA. Gabungan 2DPCA dan SVM diterapkan untuk mencapai akurasi yang lebih tinggi dari klasifikasi.

(Niemeijer dkk, 2013) Optik disk dideteksi dengan memisahkan setiap kontur warna dari keseluruhan gambar, kemudian kontur pastinya didapatkan dengan menggunakan splat feature classification.

2.10 Identifikasi Hemorrhage pada Citra Fundus *Diabetic Retinopathy* dalam Pandangan Islam

Islam memerintahkan manusia untuk berobat dan melarang untuk pasrah pada keadaan tanpa usaha dan ikhtiar yang maksimal ketika sedang sakit, karena usaha dan ikhtiar berobat sama sekali tidak bertentangan dengan sikap tawakal. Yang dilarang adalah berobat dengan menggunakan media dan sarana yang diharamkan kecuali dalam keadaan darurat atau terpaksa., seperti yang Rasulullah SAW sabdakan dalam hadist riwayat Abu Dawud:

إِنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ الدَّاءَ وَالِدَوَاءَ وَجَعَلَ لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءً فَتَدَاوَوْا وَلَا تَدَاوَوْا بِحَرَامٍ

Artinya: “*Sesungguhnya Allah telah menurunkan penyakit dan obatnya, demikian pula Allah menjadikan bagi setiap penyakit ada obatnya. Maka berobatlah kalian dan janganlah berobat dengan yang haram.*” (HR. Abu Dawud dari Abud Darda` radhiallahu ‘anhu).

Dan juga dalam hadist yang diriwayatkan oleh Ahmad, Ibnu Majah dan Al-Hakim, dari Rasulullah SAW bahwa beliau bersabda:

إِنَّ اللَّهَ لَمْ يَنْزِلْ دَاءً إِلَّا أَنْزَلَ لَهُ شِفَاءً، عِلْمَهُ مِّنْ عِلْمَةٍ وَجَهْلُهُ مِّنْ جَهْلَةٍ

Artinya: “*Sesungguhnya Allah Subhanahu wa Ta’ala 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 hadits ini dalam Zawa`id-nya. Lihat takhrij Al-Arnauth atas Zadul Ma`ad, 4/12-13)

Hadist di atas menunjukkan disyariatkan dan diperintahkannya berobat, dan Allah SWT menjadikan setiap penyakit ada obatnya. Obat tersebut dapat diketahui oleh orang yang bisa mengetahuinya yang artinya adalah orang-orang yang mau belajar dan melakukan penelitian dan tidak diketahui oleh orang yang tidak mengetahuinya, yang berarti adalah orang-orang yang tidak mau belajar dan abai terhadap ilmu pengetahuan. Hal ini mengandung anjuran dan dorongan untuk terus melakukan pengkajian, penelitian dan penemuan obat-obatan yang efektif untuk mengobati penyakit.

Di dalam hadist ini, Rasulullah SAW juga menjelaskan aturan-aturan dasar dalam mengobati penyakit, yaitu pertama-tama dokter (tenaga medis) yang berkompeten melakukan diagnosis penyakit dan mencari tahu hakikat penyakit itu kemudian memberikan resep obat yang sesuai. Tidak diragukan lagi, kesembuhan suatu penyakit tergantung pada ketepatan diagnosis dan ketepatan obat yang digunakan atas izin dan kehendak Allah SWT. (Muhammad, 2009 : 7)

Kutipan sabda Rasulullah SAW “...obatnya yang diketahui oleh orang yang mengetahui dan tidak diketahui oleh orang yang tidak mengetahui” memberikan motivasi bagi dokter atau ilmuwan muslim untuk terus melakukan penelitian guna menemukan obat-obatan atau metode penyembuhan berbagai penyakit yang hingga kini belum ditemukan obatnya. Obat yang benar-benar efektif, tepat dan

manjur. Lebih dari itu dokter dan ilmuwan juga diserukan untuk menciptakan obat-obatan ataupun metode pengobatan yang baru yang lebih baik dari pada pengobatan yang ada sebelumnya. (Muhammad, 2009 : 18-19)

Semua ini merupakan dorongan bagi para dokter dan ilmuwan muslim untuk terus meningkatkan pengetahuan, wawasan dan keahlian mereka dalam bidang kedokteran dan kaidah-kaidah agar pengobatan yang dilakukan terhadap suatu penyakit benar-benar tepat.

Hal ini tentunya sejalan dengan usaha para ilmuwan dan dokter yang sampai saat ini tak henti-hentinya terus berusaha untuk mencari metode pengobatan-pengobatan baru atau menyempurnakan pengobatan yang telah ada yang diharapkan dapat mengobati berbagai macam penyakit secara lebih efektif dan manjur, tak terkecuali dalam mengobati kelainan retina yang terjadi pada penderita penderita *diabetes mellitus* yang biasa disebut dengan *diabetic retinopathy*.

Kutipan sabda Rasulullah SAW “...obatnya yang diketahui oleh orang yang mengetahui dan tidak diketahui oleh orang yang tidak mengetahui” memberikan motivasi bagi dokter atau ilmuwan muslim untuk terus melakukan penelitian guna menemukan obat-obatan atau metode penyembuhan berbagai penyakit yang hingga kini belum ditemukan obatnya. Obat yang benar-benar efektif, tepat dan manjur. Lebih dari itu dokter dan ilmuwan juga diserukan untuk menciptakan obat-obatan ataupun metode pengobatan yang baru yang lebih baik dari pada pengobatan yang ada sebelumnya. (Muhammad, 2009 : 18-19)

Semua ini merupakan dorongan bagi para dokter dan ilmuwan muslim untuk terus meningkatkan pengetahuan, wawasan dan keahlian mereka dalam bidang kedokteran dan kaidah-kaidah agar pengobatan yang dilakukan terhadap suatu penyakit benar-benar tepat.

Hal ini tentunya sejalan dengan usaha para ilmuwan dan dokter yang sampai saat ini tak henti-hentinya terus berusaha untuk mencari metode pengobatan-pengobatan baru atau menyempurnakan pengobatan yang telah ada yang diharapkan dapat mengobati berbagai macam penyakit secara lebih efektif dan manjur, tak terkecuali dalam mengobati kelainan retina yang terjadi pada penderita penderita *diabetes mellitus* yang biasa disebut dengan *diabetic retinopathy*.

Hadist tersebut diperkuat pula oleh hadist yang diriwayatkan dari Abdullah RA, dari Rosululloh SAW bahwa beliau bersabda :

كُنْتُ عِنْدَ النَّبِيِّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ، وَجَاءَتِ الْأَعْرَابُ، فَقَالَ: يَا رَسُولَ اللَّهِ، أَتَدَاوَى؟ فَقَالَ: نَعَمْ يَا عِبَادَ اللَّهِ، تَدَاوَوْا، فَإِنَّ اللَّهَ عَزَّ وَجَلَّ لَمْ يَضَعْ دَاءً إِلَّا وَضَعَ لَهُ شِفَاءً غَيْرَ دَاءٍ وَاحِدٍ. قَالُوا: مَا هُوَ؟ قَالَ: الْهَرَمُ

Artinya: "Aku pernah berada di samping Rasulullah Shallallahu 'alaihi wa sallam. Lalu datanglah serombongan Arab dusun. Mereka bertanya, "Wahai Rasulullah, bolehkah kami berobat?" Beliau menjawab: "Iya, wahai para hamba Allah, berobatlah. Sebab Allah Subhanahu wa Ta'ala 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 hadits ini hasan shahih. Syaikhuna Muqbil bin Hadi Al-

Wadi'i menshahihkan hadits ini dalam kitabnya Al-Jami' Ash-Shahih mimma Laisa fish Shahihain, 4/486)

Allah SWT berfirman di dalam Alqur'an surat Al-Kahfi/18 ayat 109 yang berbunyi :

قُلْ لَوْ كَانَ الْبَحْرُ مِدَادًا لَكَلِمَتِ رَبِّي لَنَفِدَ الْبَحْرُ قَبْلَ أَنْ تَنفَدَ كَلِمَتُ رَبِّي وَلَوْ جِئْنَا بِمِثْلِهِ مَدَدًا ﴿١٠٩﴾

Artinya : “ Kalau sekiranya lautan menjadi tinta untuk menulis ilmu – ilmu Allah, Sungguh habislah lautan itu sebelum habis ditulis ilmu-ilmu Allah, meskipun didatangkan tambahan sebanyak itu pula.” (QS.Al-Kahfi / 18 : 109)

Ayat tersebut menggambarkan luasnya ilmu Allah yang tak terhingga, termasuk dalam ilmu kedokteran (Hasan, 2008). Sampai saat ini pun penelitian dan pencarian ilmu-ilmu Allah yang belum terkuak terus dilakukan, tak terkecuali dalam pengobatan pasien *diabetic retinopathy* yang masih memerlukan kajian yang lebih dalam.

Identifikasi *Hemorrhage* pada citra fundus *diabetic retinopathy* merupakan salah satu upaya pendeteksian dini tingkat keparahan penderita penyakit diabetes dan juga merupakan salah satu usaha meningkatkan ketelitian dalam diagnosis 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 pendeteksian kelainan *hemorrhage* pada penderita *diabetic retinopathy*

melalui pendekatan ilmu pengolahan citra digital dengan menggunakan metode *Gauss Gradient Filter*.



BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini akan diuraikan mengenai metode penelitian untuk mengidentifikasi penyakit *Hemorrhage* 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 *Hemorrhage* menggunakan metode *Gauss Gradient Filter*, penulis menggunakan perangkat komputer dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Laptop Toshiba Satellite L640
2. Processor Intel® Core i3-350M / 2.26 GHz (Dual-Core)
3. VGA Intel(R) HD Graphics
3. 3072MB RAM DDR2
4. Harddisk 160 GB
5. Perangkat output monitor LED 14"
6. Keyboard dan mouse

3.2. Lingkungan Perancangan Perangkat Lunak

Untuk merancang dan membuat program identifikasi fitur *Hemorrhage* menggunakan metode *Gauss Gradient Filter*, penulis menggunakan beberapa perangkat lunak yaitu:

1. Sistem Operasi 7 Ultimate

Sistem operasi windows 7 Ultimate digunakan sebagai susunan arahan yang dapat dipahami 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 2007

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

4. Power Designer Data Architect

Power Designer Data Architect merupakan sebuah paket aplikasi yang digunakan di bawah system operasi windows yang membantu dalam merancang sebuah blok diagram atau alur sistem sebuah program yang akan dibuat oleh penulis.

3.3 Deskripsi Sistem

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

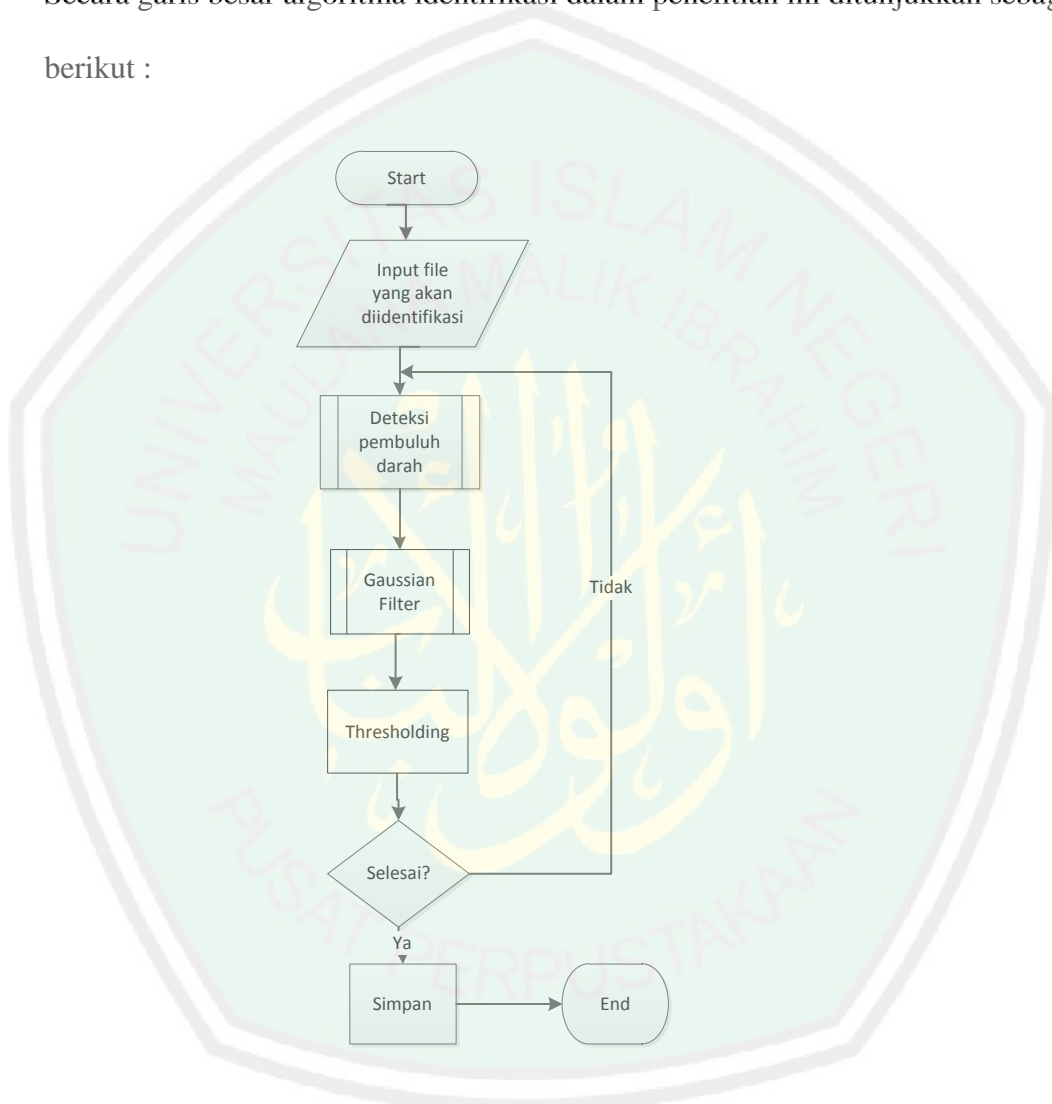
Pada awalnya pengguna memasukkan *input* data berupa citra fundus *diabetic retinopathy*. Proses awal yang harus dilakukan sebelum sistem melakukan proses segmentasi, terlebih dahulu sistem melakukan proses deteksi terhadap citra untuk memisahkan pembuluh darah untuk mendapatkan hasil deteksi *hemorrhage* yang maksimal.

Preprocessing yang dilakukan antara lain meliputi penajaman citra, memisahkan pembuluh darah, mendeteksi *hemorrhage* menghilangkan *optik disk*. Untuk menghilangkan pembuluh darah dan mendeteksi *hemorrhage*, penulis menggunakan operasi *BV_image*.

Setelah *preprocessing* selesai, proses selanjutnya ialah deeksi citra dengan menggunakan metode *Gauss Gradient Filter*, sehingga nantinya akan diperoleh

hasil akhir berupa citra fundus *diabetic retinopathy* dengan *hemorrhage* yang telah tersegmentasi.

Secara garis besar algoritma identifikasi dalam penelitian ini ditunjukkan sebagai berikut :



Gambar 3.1 : Diagram alir proses secara keseluruhan

Keterangan :

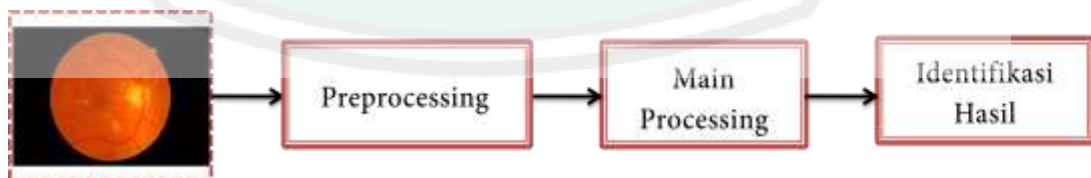
- (i) *Input file* yang nantinya akan diidentifikasi, setelah *file* di *input*, gambar di *load* dan dipersiapkan untuk identifikasi.
- (ii) Pendeteksian pembuluh darah dari gambar untuk dipisahkan dari file gambar asal menggunakan fungsi *bv_image*.

- (iii) Gambar yang sudah disiapkan melalui proses pendeteksian pembuluh darah diidentifikasi dengan menggunakan metode *Gauss Gradient Filter*.
- (iv) Gambar yang sudah diidentifikasi kemudian di *threshold* untuk memisahkan *hemorrhage* yang telah didapat dari proses sebelumnya.
- (v) Proses dapat berhenti disini atau dapat juga dilakukan proses identifikasi ulang untuk objek yang berbeda.
- (vi) Hasil identifikasi yang telah didapatkan bisa disimpan.

3.4 Desain Sistem

Pada subbab ini akan dijelaskan desain aplikasi untuk implementasi metode *Gauss Gradient Filter* dalam proses segmentasi citra. Desain aplikasi ini meliputi desain data, desain proses dalam sistem yang digambarkan dengan diagram alir, dan desain *interface*/antar muka. Desain data menjelaskan tentang data masukan, data proses dan data keluaran dari sistem yang dibuat. Desain proses antara lain menjelaskan tentang proses awal sampai dengan proses akhir identifikasi. Dari semua rencana proses yang dibuat, diharapkan akan mendapatkan hasil yang sesuai dan maksimal.

Secara garis besar desain proses ditunjukkan sebagai berikut :



Gambar 3.2 : Diagram garis besar desain proses

3.4.1. Desain Data Sistem

Data yang digunakan dalam pembuatan aplikasi ini adalah berupa citra retina *diabetic retinopathy*. Data yang digunakan antara lain :

1. Data Masukan Sistem

Data masukan yang digunakan dalam pembuatan aplikasi ini adalah data citra fundus retina *diabetic retinopathy* beresolusi yang tinggi (2240 x 1488 *pixel*) dengan format tiff. Data citra fundus didapat dari <http://www.ophtalmologie-lariboisiere.fr>, merupakan data dari departemen oftalmologi Rumah Sakit *Lariboisière*, Paris, Prancis, sebuah rumah sakit yang mengkhususkan diri dalam penyakit dan bedah retina.

2. Data proses

Data proses berupa citra retina yang digunakan untuk proses identifikasi penyakit pada retina. Pada tahap pre-processing citra akan diperkecil ukurannya agar mudah dikomputasi. Kemudian dilakukan proses pendeteksian dan pemisahan pembuluh darah dari retina tersebut, pemisahan pembuluh darah ini mempunyai tujuan yaitu menyederhanakan gambar retina. Selanjutnya yaitu proses pengidentifikasian *Hemorrhage* menggunakan algoritma *Gauss Gradient Filter*.

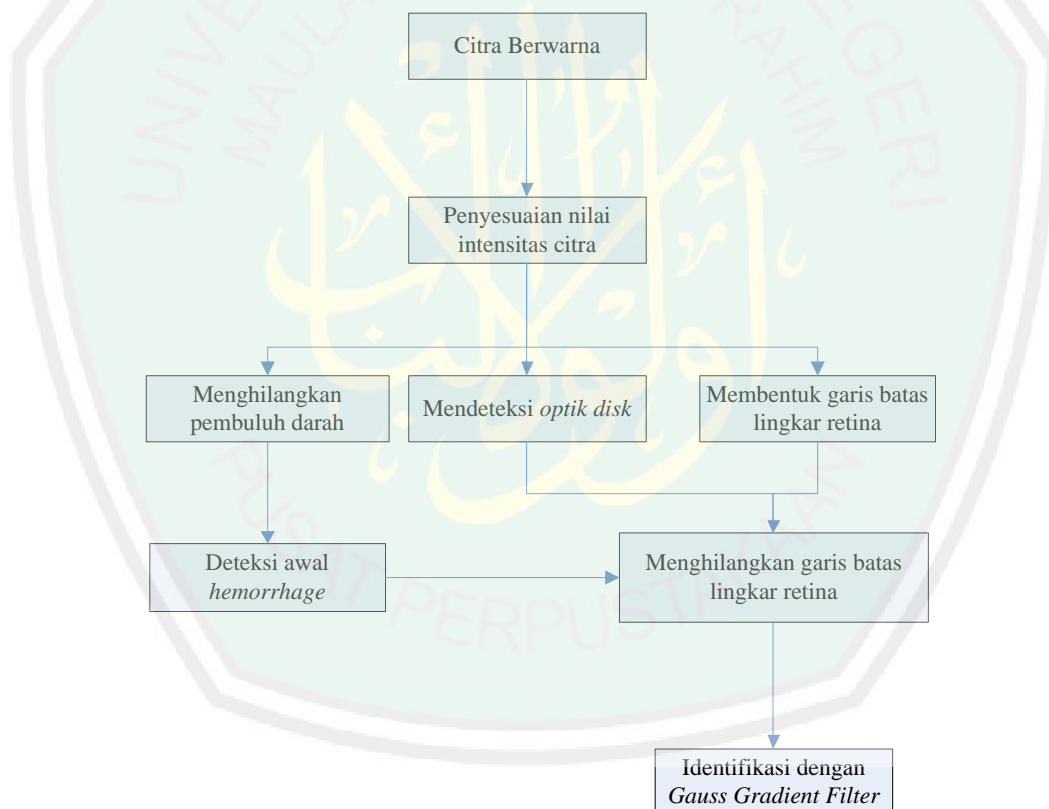
3. Data Keluaran Sistem

Data keluaran adalah berupa data citra yang diperoleh dari hasil *preprocessing* dan segmentasi citra. Pada saat input gambar, ukuran data

diperkecil untuk mempermudah proses komputasi. Sehingga, data keluaran adalah berupa file JPG berukuran 720 x 478 pixel.

3.4.2 Desain Proses Sistem

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai desain proses yang digunakan untuk mengetahui proses apa saja yang berlangsung pada sistem. Secara lengkap urutan prosesnya sebagai berikut :



Gambar 3.3 : Diagram blok proses *preprocessing* dan identifikasi *hemorrhage* dengan menggunakan metode *Gauss Gradient Filter*.

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

Hemorrhage merupakan bercak-bercak merah gelap pada retina akibat pecahnya *microneurysm* dari pembuluh darah yang abnormal. Bentuk dan ukurannya pun akan berbeda beda antara satu citra dengan citra yang lain dengan tahap retinopathy yang berbeda. Proses selengkapnya akan dibahas satu persatu :

1. *Input image*

Input image merupakan proses yang pertama kali dilakukan untuk mendapatkan data citra yang akan diproses selanjutnya. Citra *input*-an berupa citra dengan format warna RGB.



Gambar 3.4 : Citra fundus *diabetic retinopathy* berwarna

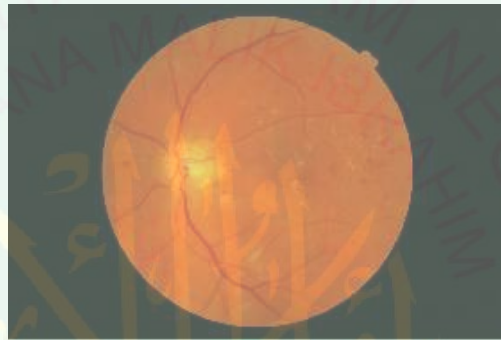
2. *Preprocessing*

Sebelum suatu citra mengalami pemrosesan lebih lanjut, perlu dilakukan proses awal (*preprocessing*) terlebih dahulu, yaitu pengolahan citra (*image*) dengan tujuan agar mendapatkan hasil yang maksimal di saat proses

segmentasi untuk dapat menghasilkan segmentasi yang terbaik. Tahapan-tahapan yang dilakukan yaitu:

a. Memperkecil Ukuran

Tahap awal *preprocessing* adalah tahap penyederhanaan ukuran citra retina agar mudah disegmentasi menjadi 720 x 478 pixel.



Gambar 3.5 : Citra fundus *diabetic retinopathy*

b. Meningkatkan Kontras dan Menyesuaikan Intensitas Citra

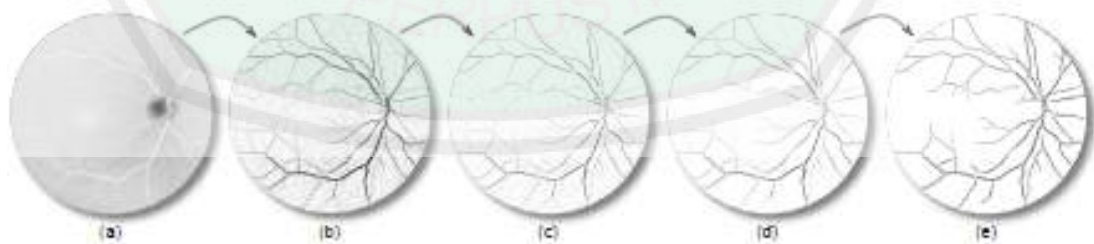
Perbaikan citra bertujuan untuk meningkatkan kualitas tampilan citra untuk mengkonversi suatu citra agar memiliki format yang lebih baik sehingga citra tersebut menjadi mudah diolah dengan mesin (komputer). Penulis menggunakan fungsi *imadjust* dan *adapthisteq* sebagai metode perbaikan citra. *Imadjust* untuk mengatur intensitas nilai atau colormap.

Histogram equalization merupakan salah satu bagian penting dari beberapa aplikasi pengolahan citra. Tujuan dari teknik ini adalah untuk menghasilkan histogram citra yang seragam. Teknik ini dapat dilakukan pada keseluruhan citra atau beberapa bagian citra saja.

Histogram hasil proses ekualisasi tidak akan seragam atau sama untuk seluruh intensitas. Teknik ini hanya melakukan distribusi ulang terhadap distribusi intensitas dari histogram awal. Jika histogram awal memiliki beberapa puncak dan lembah maka histogram hasil ekualisasi akan tetap memiliki puncak dan lembah. Akan tetapi puncak dan lembah tersebut akan digeser. Histogram hasil ekualisasi akan disebarakan. Pada dasarnya *adaptif histogram equalization* sama dengan *histogram equalization*. Hanya saja pada ada *adaptif histogram equalization* citra dibagi menjadi blok-blok (sub-image) dengan ukuran $n \times n$, kemudian pada tiap blok dilakukan proses histogram equalization.

c. Mendeteksi Pembuluh Darah

Untuk mendeteksi pembuluh darah, penulis menggunakan operasi *BV_Image* yang ada pada matlab dan dapat digunakan untuk mendeksi dan memisahkan pembuluh darah (*blood vessel*) dari gambar aslinya.



Gambar 3.6 : Operasi mendeteksi pembuluh darah

Segmentasi pembuluh darah dimulai dengan menggunakan gambar *green channel* yang sudah diekstrak. Kenyataannya, *blue channel* yang muncul sangat lemah tanpa banyak warna kontras di pembuluh darah.

Warna merah biasanya sangat penuh karena pembuluh darah dan fitur retina lainnya merefleksikan sinyalnya di panjang gelombang merah. Operasi sebelumnya menambah kontras pembuluh darah sekaligus menghilangkan struktur lain yang tidak diinginkan. Langkah terakhir segmentasi, gambar dibinerkan dan menghilangkan semua komponen yang tersambung yang luas areanya kurang dari 250 piksel.

d. Menghilangkan *Optik Disk*

Lokasi *optik disk* terdeteksi berupa titik terang pada gambar *grayscale*. Biasanya *optik disk* memiliki nilai maksimum, sehingga nantinya akan dibuat penutup melingkar untuk menutupinya. Letak *optik disk* ini hanya akan merujuk ke satu tempat dimana kemungkinan letak *optik disk* berada.

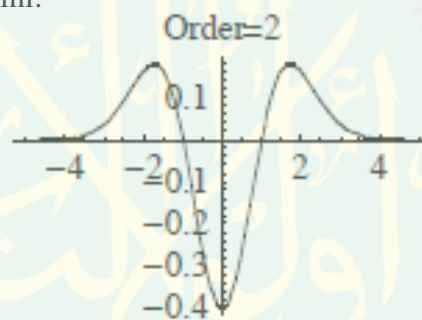
Prosesnya, sistem akan mencari nilai maksimum dari masing-masing kolom. Setelah *optik disk* ditemukan barulah dibuat penutup. Penutup dibuat menyerupai bentuk *optik disk* yaitu bentuk lingkaran untuk mengurangi kesalahan pendeteksian. Daerah yang nantinya tertutupi oleh penutup akan dihilangkan.

3. Deteksi *Hemorrhage*

Deteksi merupakan proses pembagian daerah dalam suatu gambar untuk dikelompokkan ke dalam segmen-segmen tertentu. Di dalam penelitian ini, metode deteksi yang digunakan adalah deteksi dengan metode *gauss gradient filter*.

Deteksi dilakukan dengan penggabungan antara *threshold* dengan metode *gauss gradient filter*. Deteksi *hemorrhage* dengan *medfilt2* digunakan untuk menghilangkan noise '*salt and pepper*' pada citra hasil proses pendeteksian *hemorrhage* awal karena daerah yang diduga *hemorrhage* pada proses tersebut masih termasuk pula daerah non- *hemorrhage* seperti *microaneurysm*, sehingga daerah yang *bukan hemorrhage* tersebut harus di hilangkan.

Setelah daerah non *hemorrhage* dihilangkan barulah dilakukan segmentasi dengan metode *gauss gradient filter*. Metode Gauss yang digunakan adalah orde 2 seperti gambar di bawah ini:



Gambar 3.7 : Plot fungsi Gaussian orde 2.

Sedangkan kernel Gaussian yaitu G_x dan G_y masing-masing adalah sebagai berikut:

$$G_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \quad G_y = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Kedua kernel tersebut dikonvolusi pada $f(x,y)$.

Setelah daerah non *hemorrhage* dihilangkan barulah dilakukan identifikasi dengan metode *Gauss Gradient Filter orde 2*. Untuk sampai pada perancangan program, akan ditentukan dahulu bentuk algoritma dalam mendukung proses identifikasi citra menggunakan metode identifikasi gauss gradient filter.



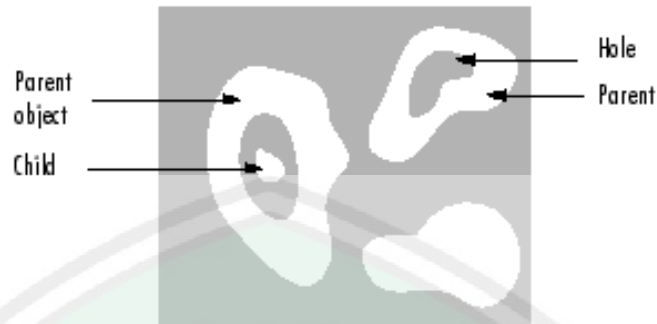
Gambar 3.8 : File citra yang belum di filter Gaussian



Gambar 3.9 : File citra yang sudah terdeteksi hemorrhage dari filter Gaussian

4. Identifikasi Hemorrhage

Identifikasi hemorrhage pada penelitian ini menggunakan operasi BWboundaries. BWboundaries (BW) digunakan menelusuri batas-batas luar objek, serta batas-batas tepi dalam benda-benda ini, dalam citra biner BW. BWboundaries juga turun ke objek terluar (*parent*) dan jejak anak-anak mereka (*child*). BW harus menjadi gambar biner dimana piksel 1 milik obyek dan piksel 0 merupakan latar belakang (background). Gambar berikut mengilustrasikan komponen ini.



Gambar 3.10 : Identifikasi dengan bwboundaries

BWboundaries mengembalikan B, array sel P-by 1, di mana P adalah jumlah objek dan lubang. Setiap sel dalam array sel berisi Q-by-2 matriks. Setiap baris dalam matriks berisi baris dan kolom koordinat piksel batas. Q adalah jumlah piksel batas untuk wilayah yang sesuai.

B = bwboundaries (BW) menentukan konektivitas untuk digunakan ketika menelusuri orangtua dan anak batas. conn dapat memiliki salah satu dari nilai-nilai skalar berikut.

Nilai	Arti
4	4 lingkungan yang tersambung
8	8 lingkungan yang tersambung.

Tabel 3.1 : Nilai skalar BWboundaries

B = bwboundaries (BW) menentukan argumen opsional, di mana opsi dapat memiliki salah satu dari nilai berikut:

- Cari kedua kedua objek dan hole batas.
- Cari hanya untuk objek (orang tua dan anak) batas. Hal ini dapat memberikan kinerja yang lebih baik.

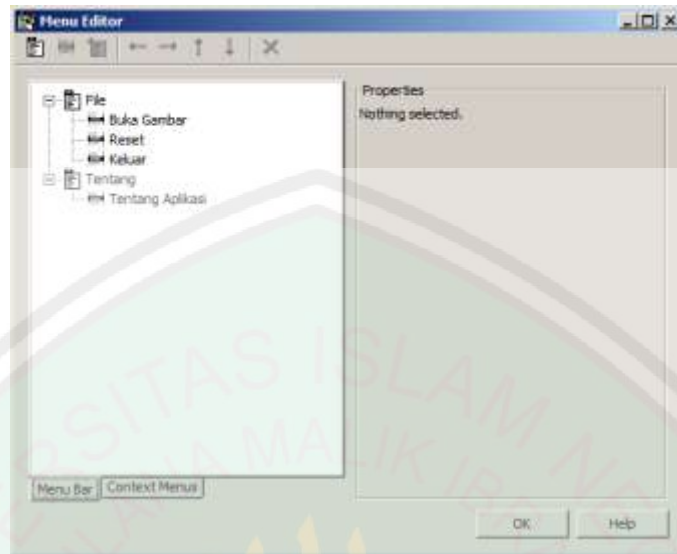
$[B, L] = \text{bwboundaries}$ mengembalikan label matriks L sebagai argumen output kedua. Objek dan lubang diberi label. L adalah array dua dimensi bilangan bulat non-negatif yang mewakili daerah berdekatan. Wilayah k mencakup semua elemen dalam L yang memiliki nilai k . Jumlah objek dan lubang diwakili oleh L sama dengan $\max(L(:))$. Unsur-unsur zero-nilai dari L membuat latar belakang.

$[B, L, N, A] = \text{bwboundaries}(\dots)$ mengembalikan N , jumlah benda yang ditemukan, dan A , matriks yang berdekatan. Sel-sel N pertama di B adalah batas objek. A merupakan dependensi orangtua-anak-lubang. A adalah persegi, jarang, matriks logis dengan sisi panjang $\max(L(:))$, yang baris dan kolom sesuai dengan posisi batas disimpan di B .

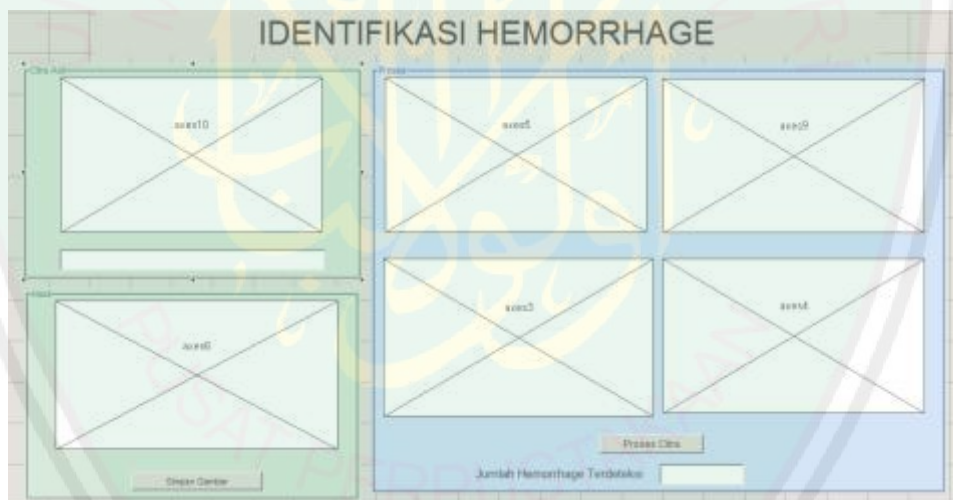
3.4.3 Desain Antar Muka

Untuk memudahkan pengguna, maka diperlukan *form* antar muka atau *interface*. Gambar menampilkan desain *form* antar muka untuk mengimplementasikan proses segmentasi *hemorrhage*.

Berikut ini adalah desain antar muka dari aplikasi :



Gambar 3.11 : Menu editor pada tampilan utama.



Gambar 3.12 : Desain antar muka perangkat lunak.

Pada form utama, terdapat tombol ‘buka citra’ di menu bar untuk mencari file yang akan menjadi citra inputan. Sesaat setelah diinput, file input akan tampil pada *axes* kiri (*axes10*) bagian atas. Kemudian tombol ‘Proses Citra’ pada bagian bawah *axes* kanan digunakan untuk menjalankan proses identifikasi *hemorrhage* secara keseluruhan yang akan ditunjukkan pada keempat *axes* di sebelah kanan. Setelah proses segmentasi selesai, hasil citra keluaran akan ditampilkan pada *axes*

sebelah kiri bagian bawah (axes6). Baru kemudian citra hasil segmentasi bisa di simpan melalui tombol ‘Simpan Gambar’. Tombol ‘Reset’ pada menu bar digunakan untuk menghapus seluruh gambar dan mengulangi proses jika diperlukan, sedangkan tombol ‘Tutup aplikasi’ digunakan untuk menutup program.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini dibahas mengenai implementasi dan hasil uji coba program yang telah dirancang dan dibuat, serta kontribusi program. Implementasi berupa fungsi-fungsi atau *source code* untuk proses identifikasi *hemorrhage* mulai dari tahap awal hingga akhir. Uji coba dilakukan untuk mengetahui apakah program dapat berjalan sebagaimana mestinya dengan lingkungan uji coba yang telah ditentukan serta dilakukan sesuai dengan tahapan uji coba yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

4.1 Lingkungan Implementasi

Implementasi merupakan proses pembangunan komponen-komponen pokok sebuah sistem berdasarkan desain yang sudah dibuat. Implementasi sistem juga merupakan sebuah proses pembuatan dan penerapan sistem secara utuh baik dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunaknya.

Implementasi ini terdapat lingkungan perangkat keras dan lingkungan perangkat lunak yang mendukung kinerja sistem. Spesifikasi dari perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan dalam uji coba ini antara lain adalah :

Tabel 4.1 Lingkungan Uji Coba

No	Jenis Perangkat	Spesifikasi
1	Laptop	Toshiba Satellite L640
2	Prosesor	Intel Core i3-350M / 2.26 GHz (Dual-Core)

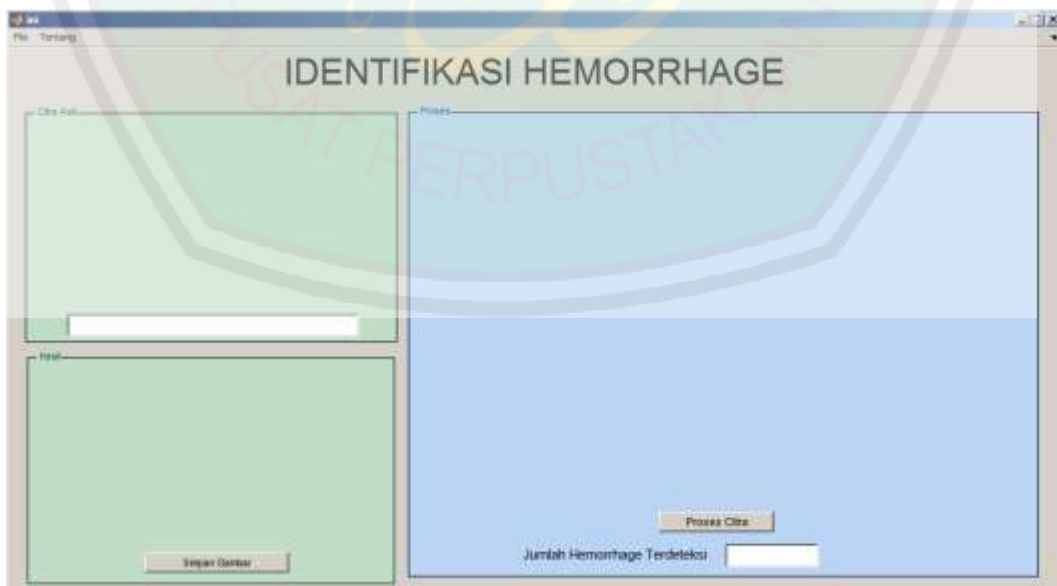
3	Memori	3072MB RAM DDR2
4	Sistem Operasi	Microsoft <i>Windows 7 Ultimate</i> 32-bit (6.1, <i>Built</i> 7600)
5	Perangkat Pengembang	Matlab 2011a

4.2 Penjelasan Program

Di dalam penjelasan program ini dijelaskan tentang alur pembuatan dan kegunaan program yang dibuat beserta tampilan desain. Berikut ini tampilan-tampilan halaman yang ada dalam program yang dibuat :

4.2.1 Proses Menampilkan Halaman Utama

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

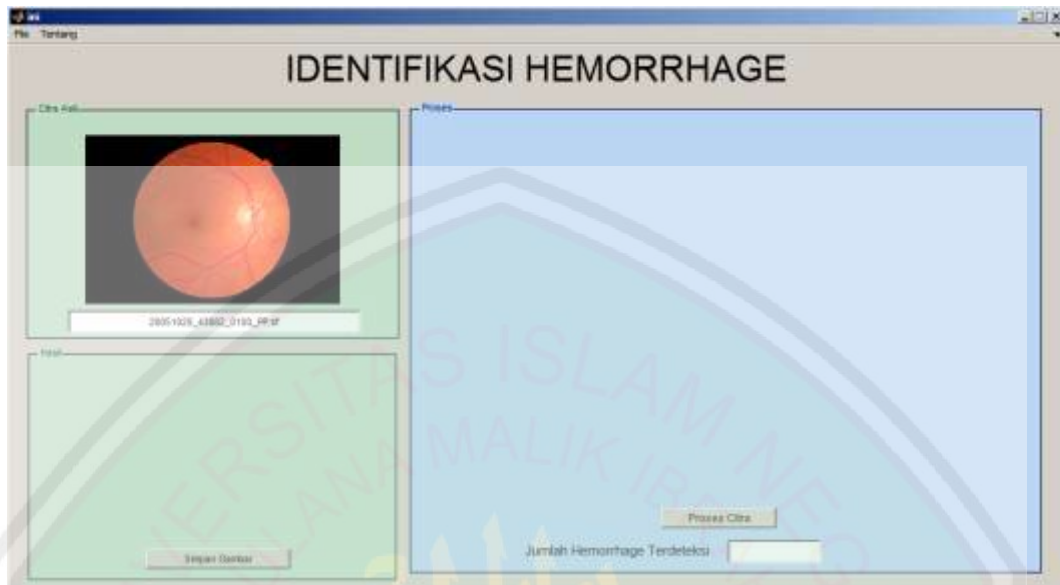


Gambar 4.1 : Tampilan *form* halaman utama

Pada menu bar atas terdapat tombol-tombol akan digunakan selama proses identifikasi citra. Tombol-tombol yang ada meliputi tombol buka citra, tombol reset, dan tombol tutup aplikasi. Pada sisi kanan terdapat *axes-axes* yang akan menampilkan proses identifikasi dan pada sisi kiri bawah terdapat *axes* yang menjadi tempat citra yang telah teridentifikasi ditampilkan dan juga tombol simpan gambar.

4.2.2 Proses Input Citra

Sebelum proses identifikasi, proses awal yang harus dilakukan adalah proses input citra, yaitu proses mengambil data berupa citra fundus *diabetic retinopathy* yang akan diproses/diidentifikasi. Pengujian menggunakan 100 data yang diperoleh dari database Messidor yang telah diklasifikasikan. Data diperoleh dari alamat <http://messidor.crihan.fr>. Messidor merupakan program riset yang didanai oleh TECHNO-VISI Kementerian Riset dan Pertahanan Perancis 2004 yang berkonsentrasi pada penelitian tentang *Diabetic Retinopathy*. Tampilan input citra dapat dilihat pada gambar 4.2 di bawah ini :



Gambar 4.2 : Proses Input Citra

Setelah halaman utama muncul, user dapat memasukkan citra yang akan diproses dengan menekan tombol 'Buka Gambar'. Kemudian citra inputan akan muncul pada *axes* yang ada pada sisi kiri *form* utama. Ditampilkan pula data informasi dari file citra berupa nama citra pada text box yang ada di bawah *axes* sebelah kiri. Berikut ini adalah listing program untuk input citra :

```
function open_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject      handle to open (see GCBO)
% eventdata    reserved - to be defined in a future version of
MATLAB
% handles      structure with handles and user data (see GUIDATA)
proyek=guidata(gcbo);
[FileName, FilePath] = uigetfile({'*.tif'; '*.jpg'; '*.jpeg';
'*.bmp'; '*.gif';
'*.png' }, 'Ambil Citra...');

if isequal(FileName,0)
    errordlg('Citra belum dipilih..', 'Silahkan ambil gambar');
    return;
end

I=imread([FilePath, FileName]);
guidata(hObject, handles);
```

```

set (proyek.figure1, 'CurrentAxes', proyek.axes10);

I=imresize(I, [720 1084]);
imshow(I);

set (proyek.axes10, 'Userdata', I);
set (proyek.figure1, 'Userdata', I);
setappdata(handles.figure1, 'img', I);
%set(handles.slider1, 'Value', 0);

%end
% Membaca File Citra
set(handles.edit1, 'String', FileName);

```

4.2.3 Preprocessing Citra

Setelah file diinputkan, ukuran citra diubah menjadi ukuran 720 x 1084 pixel. Alasan mengubah ukuran citra masukan adalah untuk memudahkan proses komputasi pada citra.

Tahap selanjutnya yaitu mendeteksi pembuluh darah untuk selanjutnya dipisahkan dari citra. Untuk mendeteksi pembuluh darah, penulis menggunakan operasi *BV_Image*.

```

function [area_bloodvessels_final bloodvessels_final] =
function_BV (I)

I2=imresize(I, [576 720]);

GreenC=I2(:,:,2);
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('disk',8); %histg is not smooth
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);

bloodvessels_wnoise = G_BWareaopen7;

for x=1:5 for y=1:720 %for top bar
box_5pix(x,y)=1; %1->white
end
end
for x=572:576 for y=1:720 %for bottom bar
box_5pix(x,y)=1; %1->white
end
end
for x=1:576 for y=715:720 %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=100:620 %for top bar 4x520
outline_border(x,y)=1; %1->white
end
end
for x=572:575 for y=100:620 %for bottom bar 4x520
outline_border(x,y)=1; %1->white
end
end
Grayscale_imfill_10 = imfill(outline_border, 'holes');
se = strel('disk',6);

%cant use imopen in this case to replace imerode & imdilate
Grayscale_imerode = imerode(Grayscale_imfill_10, se); %reduce size
Grayscale_imdilate= imdilate(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 = 1:576 for y = 1:720
    if Grayscale_C_border_L(x,y) == 1
        area_Cborder = area_Cborder+1;
    end
end
if area_Cborder > 50000
    clear Grayscale_C_border_L
    G_invert_G_B_9 = imcomplement(Grayscale_brighten_9); %

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 = 1:576 for y = 1:720
    if Grayscale_C_border_L(x,y) == 1
        area_new_Cborder = area_new_Cborder+1;
    end
end
end
end

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));
radius = 90; %size of the mask

[x,y]=meshgrid(1:720, 1:576);

mask = sqrt( (x - median_column).^2 + (y - median_row).^2 )<=
radius;
Gadpt_his_X1 = adapthisteq(GreenC); % enhances the contrast of the
intensity image by transforming the values
Gadpt_his_X2 = adapthisteq(Gadpt_his_X1); % enhances the contrast
of the intensity image by transforming the values
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); %to get a black box in
logical
finetune_blood (G_BWareaopen7 & Gadpt_X2_bright_4mask) = 1;

bloodvessels_final = finetune_blood - box_5pixel -
Grayscale_C_border_L;

area_bloodvessels_final = 0;
for x = 1:576 for y = 1:720
    if bloodvessels_final(x,y) == 1
        area_bloodvessels_final = area_bloodvessels_final+1;
    end
end
end
end

```


Berikut ini adalah cuplikan kode untuk menghilangkan pembuluh darah :

```
[~, BV_image]=function_BV(I);
set(proyek.figure1,'CurrentAxes',proyek.axes5);
BV_image=imresize(BV_image,[720 1084]);
imshow(BV_image);
set(handles.textpre,'string','Deteksi Pembuluh Darah');
```

Hasil dari pemisahan pembuluh darah dapat dilihat pada gambar 4.7

berikut ini :



Gambar 4.3 : Citra berupa pembuluh darah

4.2.4 Proses Deteksi Citra

Setelah proses *preprocessing* selesai, barulah menginjak pada tahap berikutnya yaitu identifikasi *hemorrhage* dengan metode *Gauss Gradient Filter*. Namun sebelumnya dilakukan proses penghilangan fitur gelap dengan menerapkan logika *medfilt2*. Logika *medfilt2* digunakan untuk menghilangkan noise '*salt and pepper*' dalam proses pendeteksian *hemorrhage*.

Daerah dengan *hemorrhage* dapat ditandai setelah menerapkan filter *column*. Namun citra yang dihasilkan masih berupa citra *hemorrhage* yang masih termasuk *mycroanurysm* dan *exudate* dan harus di hilangkan sebagai *noise* pada tahap akhir.

Berikut ini adalah listing program untuk pendeteksian *hemorrhage* :

```
function [gbr]=filtergauss(I,sigma)

fim=mat2gray(I);
[imx,imy]=gaussgradient(fim,sigma);
gbr = abs(imx)+abs(imy);

end
```

```
function [gx,gy]=gaussgradient(IM,sigma)
epsilon=1e-2;
halfsize=ceil(sigma*sqrt(-2*log(sqrt(2*pi))*sigma*epsilon));
size=2*halfsize+1;
%generate a 2-D Gaussian kernel along x direction
for i=1:size
    for j=1:size
        u=[i-halfsize-1 j-halfsize-1];
        hx(i,j)=gauss(u(1),sigma)*dgauss(u(2),sigma);
    end
end
hx=hx/sqrt(sum(sum(abs(hx).*abs(hx))));
%generate a 2-D Gaussian kernel along y direction
hy=hx';
%2-D filtering
gx=imfilter(IM,hx,'replicate','conv');
gy=imfilter(IM,hy,'replicate','conv');

function y = gauss(x,sigma)
%Gaussian
y = exp(-x^2/(2*sigma^2)) / (sigma*sqrt(2*pi));

function y = dgauss(x,sigma)
%first order derivative of Gaussian
y = -x * gauss(x,sigma) / sigma^2;
```

4.2.5 Proses Identifikasi Citra

Proses yang terakhir adalah mengidentifikasi *hemorrhage* dari bercak-bercak yang telah dideteksi pada proses sebelumnya. Pada proses akhir ini digunakan operasi `bwboundaries`.

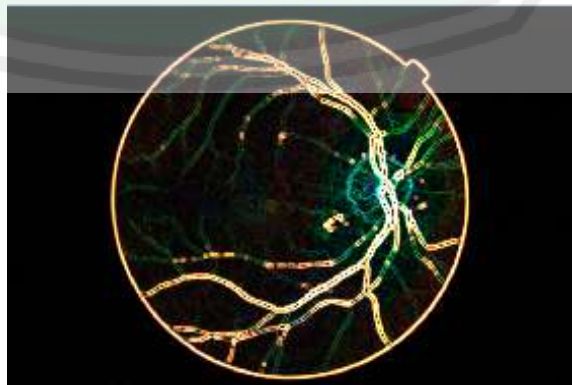
Berikut listing programnya:

```

[B,~,N,~] = bwboundaries(gbrthreshold,8,'noholes');
set(proyek.figure1,'CurrentAxes',proyek.axes4);
%imshow(gbrthreshold);
gbrbackground = zeros(720, 1084);
imshow(gbrbackground), zoom on;
hold on
for i = 1:length(B)-1 %sorting pixel merah terbesar ke terkecil .
    for j=i+1:length(B)
        boundary1 = B{i};
        boundary2 = B{j};
        if length(boundary1) < length(boundary2)
            temp = B{i};
            B{i} = B{j};
            B{j} = temp;
        end
    end
end
jumihilangkan = 0;
for k = 1:length(B) %jumlah index yang akan dihilangkan
    boundary = B{k};
    if length(boundary) > 100
        jumihilangkan = jumihilangkan +1;
    end
end
indexdihilangkan = zeros (jumihilangkan,1);
i=1;
end
B(indexdihilangkan,:)=[]; %menghilangkan lingkaran paling besar
berdasarkan threshold length pixel 100
for k = 1:length(B)
    boundary = B{k};
    plot(boundary(:,2), boundary(:,1), 'r', 'LineWidth', 1)
end

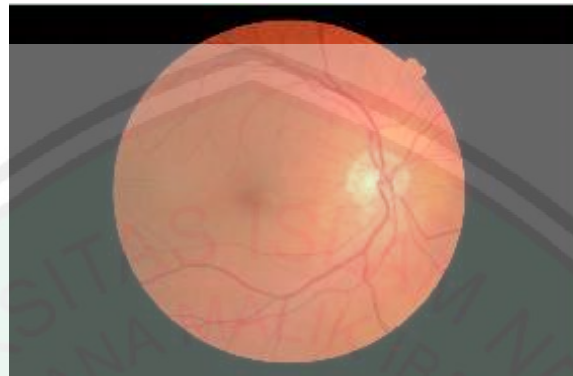
```

Gambaran proses dari pendeteksian *hemorrhage* dapat dilihat dalam gambar berikut :



Gambar 4.4 : Citra setelah penerapan Gauss Gradient filter

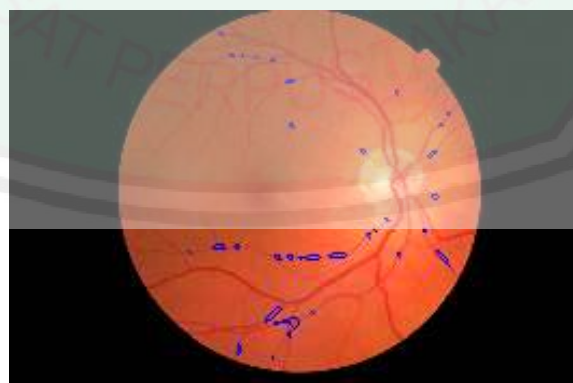
Hasil dari proses Identifikasi *Gauss Gradient Filter* dapat dilihat pada gambar 4.5 berikut ini :



(a)



(b)

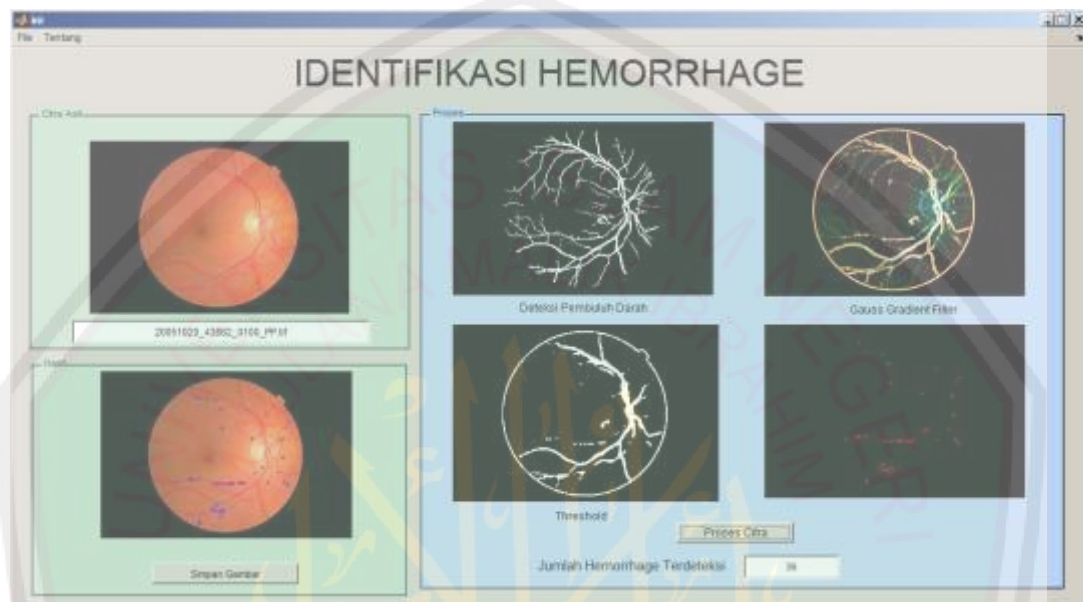


(c)

Gambar 4.5: Hasil proses identifikasi. Citra awal (a), hasil setelah identifikasi (b), hasil setelah digabungkan dengan citra awal(c).

4.2.6 Proses Tampil Hasil

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



Gambar 4.6 : Tampilan output citra hasil identifikasi

Seperti yang terlihat dalam gambar 4.14, setelah citra melalui proses identifikasi, proses ditampilkan pada *axes* hasil sebelah kanan dan hasil ditampilkan di sebelah kiri bawah. Ditampilkan pula informasi jumlah hasil deteksi *hemorrhage* pada text box yang ada di bawah *axes* proses. Pada proses identifikasi dengan program, ada kemungkinan bercak yang terdeteksi bukan *hemorrhage* sebenarnya melainkan pembuluh darah yang belum dihilangkan secara sempurna. Karena itu apabila *hemorrhage* yang terdeteksi hanya sedikit maka akan dianggap tidak ada atau tidak terdeteksi adanya *hemorrhage*.

. Berikut ini adalah listing code pendeteksian *hemorrhage*:

```
[baris, kolom] = find(BV_image==1);%urat = 1
for ulang=1:size(baris)
    I (baris (ulang), kolom (ulang), 1)=0;%234;% harusnya nilai
rata2 oranye.
```

```

        I (baris (ulang), kolom (ulang), 2) = 0;%63; %nilai contoh
        diambil lewat photosop di daerah dekatnya urat
        I (baris (ulang), kolom (ulang), 3) = 0;%27;
    end

    gbrgaus = filtergauss (I, 2.0);
    set (proyek.figure1, 'CurrentAxes', proyek.axes9);
    imshow (gbrgaus);
    set (handles.textGauss, 'string', 'Gauss Gradient Filter');

```

4.3 Pengujian

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai proses pengujian dari aplikasi yang telah dibuat. Proses pengujian aplikasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil identifikasi *hemorrhage* pada *citra diabetic retinopathy* yang diperoleh dari program dengan hasil identifikasi *hemorrhage* secara manual.

Dari hasil proses identifikasi tersebut, aplikasi akan mendeteksi ada atau tidaknya bercak *hemorrhage* pada setiap sampel. Hasil nya kemudian dihitung sehingga dapat diketahui berapakah persentase sampel yg berhasil dideteksi oleh aplikasi.

Agar penilaian tidak bersifat subyektif, maka identifikasi manual dilakukan oleh 2 orang penguji. Setiap penguji melakukan identifikasi manual sejumlah 100 buah citra, dimana data yang digunakan dalam pengujian antara penguji satu dan penguji dua adalah sama.

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

Tabel 4.2 : Tabel perbandingan hasil deteksi keberadaan *hemorrhage* pada identifikasi manual dan identifikasi program.

No Data Uji	Hasil Deteksi Hemorrhage identifikasi Manual		Hasil Deteksi Hemorrhage identifikasi Program	Hasil Uji Kecocokan
	Penguji 1	Penguji 2		
1	ada	ada	ada	cocok
2	ada	ada	ada	cocok
3	tidak ada	tidak ada	tidak ada	cocok
4	ada	ada	ada	cocok
5	ada	ada	ada	cocok
6	tidak ada	tidak ada	ada	tidak cocok
7	tidak ada	tidak ada	ada	tidak cocok
8	tidak ada	tidak ada	ada	tidak cocok
9	ada	ada	ada	cocok
10	tidak ada	tidak ada	ada	tidak cocok
11	tidak ada	tidak ada	ada	tidak cocok
12	ada	ada	ada	cocok
13	ada	ada	ada	cocok
14	tidak ada	tidak ada	tidak ada	cocok
15	ada	ada	ada	cocok
16	tidak ada	tidak ada	tidak ada	cocok
17	ada	ada	ada	cocok
18	ada	ada	ada	cocok
19	ada	ada	ada	cocok
20	ada	ada	ada	cocok
21	tidak ada	tidak ada	tidak ada	cocok
22	ada	ada	ada	cocok
23	ada	ada	ada	cocok
24	ada	ada	ada	cocok
25	ada	ada	ada	cocok
26	ada	ada	ada	cocok

No Data Uji	Hasil Deteksi Hemorrhage identifikasi Manual		Hasil Deteksi Hemorrhage identifikasi Program	Hasil Uji Kecocokan
	Penguji 1	Penguji 2		
27	ada	ada	ada	cocok
28	ada	ada	ada	cocok
29	ada	ada	ada	cocok
30	tidak ada	tidak ada	tidak ada	cocok
31	ada	ada	ada	cocok
32	ada	ada	ada	cocok
33	ada	ada	ada	cocok
34	ada	ada	ada	cocok
35	tidak ada	tidak ada	ada	tidak cocok
36	ada	ada	ada	cocok
37	ada	ada	ada	cocok
38	ada	ada	ada	cocok
39	ada	ada	tidak ada	tidak cocok
40	ada	ada	tidak ada	tidak cocok
41	ada	ada	ada	cocok
42	ada	ada	ada	cocok
43	ada	ada	ada	cocok
44	ada	ada	ada	cocok
45	ada	ada	ada	cocok
46	ada	ada	ada	cocok
47	ada	ada	ada	cocok
48	ada	ada	ada	cocok
49	ada	ada	ada	cocok
50	ada	ada	tidak ada	tidak cocok
51	ada	ada	ada	cocok
52	ada	ada	ada	cocok
53	ada	ada	ada	cocok
54	ada	ada	ada	cocok
55	ada	ada	ada	cocok

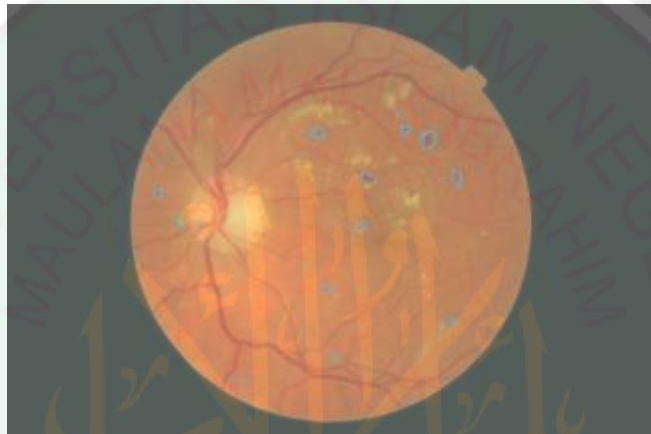
No Data Uji	Hasil Deteksi Hemorrhage identifikasi Manual		Hasil Deteksi Hemorrhage identifikasi Program	Hasil Uji Kecocokan
	Penguji 1	Penguji 2		
56	ada	ada	ada	cocok
57	ada	ada	ada	cocok
58	ada	ada	ada	cocok
59	ada	ada	ada	cocok
60	ada	ada	ada	cocok
61	ada	ada	ada	cocok
62	ada	ada	ada	cocok
63	tidak ada	tidak ada	tidak ada	cocok
64	ada	ada	ada	cocok
65	tidak ada	tidak ada	ada	tidak cocok
66	ada	ada	ada	cocok
67	ada	ada	ada	cocok
68	ada	ada	ada	cocok
69	ada	ada	ada	cocok
70	ada	ada	ada	cocok
71	ada	ada	ada	cocok
72	tidak ada	tidak ada	tidak ada	cocok
73	ada	ada	ada	cocok
74	tidak ada	tidak ada	tidak ada	cocok
75	tidak ada	tidak ada	tidak ada	cocok
76	ada	ada	ada	cocok
77	ada	ada	ada	cocok
78	ada	ada	tidak ada	tidak cocok
79	ada	ada	ada	cocok
80	ada	ada	ada	cocok
81	ada	ada	ada	cocok
82	ada	ada	ada	cocok
83	ada	ada	tidak ada	tidak cocok
84	ada	ada	ada	cocok

No Data Uji	Hasil Deteksi Hemorrhage identifikasi Manual		Hasil Deteksi Hemorrhage identifikasi Program	Hasil Uji Kecocokan
	Penguji 1	Penguji 2		
85	ada	ada	ada	cocok
86	tidak ada	tidak ada	tidak ada	cocok
87	ada	ada	ada	cocok
88	ada	ada	ada	cocok
89	ada	ada	ada	cocok
90	ada	ada	ada	cocok
91	ada	ada	ada	cocok
92	tidak ada	tidak ada	ada	tidak cocok
93	ada	ada	ada	cocok
94	ada	ada	ada	cocok
95	ada	ada	ada	cocok
96	ada	ada	ada	cocok
97	ada	ada	ada	cocok
98	ada	ada	ada	cocok
99	tidak ada	tidak ada	tidak ada	cocok
100	ada	ada	ada	cocok

Tabel 4.2 menunjukkan perbandingan antara hasil pendeteksian keberadaan *hemorrhage* dari proses identifikasi manual dengan hasil pendeteksian keberadaan *hemorrhage* dari proses identifikasi program. Bercak yang hanya sedikit terdeteksi dari program dianggap bukan *hemorrhage* karena sebenarnya melainkan pembuluh darah yang belum dihilangkan secara sempurna. Dari 100 buah sampel yang diujikan, di dapatkan hasil jumlah sampel yang cocok adalah 87 sampel dan jumlah sampel yang tidak cocok adalah 13 sampel. Sehingga dapat diperoleh data keberhasilan dengan nilai 87 :

$$\begin{aligned} \text{Persentase} &= \frac{\text{data keberhasilan}}{\text{jumlah data}} \times 100 \\ &= \frac{87}{100} \times 100 = 87 \% \end{aligned}$$

Jadi dari hasil perhitungan di atas didapat hasil persentase keberhasilan deteksi *hemorrhage* sebesar 87 %.



Gambar 4.7 : Hasil identifikasi *hemorrhage* secara manual.

4.4 Integrasi Metode Gauss Gradient Filter dengan Al-Quran

Allah SWT berfirman dalam surah An-Naba ayat 18:

يَوْمَ يُنْفَخُ فِي الصُّورِ فَتَأْتُونَ أَفْوَاجًا ﴿١٨﴾

Yang artinya: “Yaitu hari (yang pada waktu itu) ditiup sangkakala lalu kamu datang berkelompok-kelompok.”

Berdasarkan Q.S. An-Naba ayat 18, hari kiamat pada waktu itu ditiup sangkakala oleh malaikat Israfil yang menyebabkan seluruh makhluk akan dihidupkan kembali, bangkit dari kuburnya masing-masing dan berkumpul di padang

Mahsyar dan tiap-tiap umat dipimpin oleh Rasulnya, sehingga datang berkelompok-kelompok.

Allah SWT berfirman di dalam Al-Quran surat An Naml Ayat 83:

وَيَوْمَ نَحْشُرُ مِنْ كُلِّ أُمَّةٍ فَوْجًا مِمَّنْ يُكَذِّبُ بِآيَاتِنَا فَهُمْ يُوزَعُونَ ﴿٨٣﴾

Artinya : “dan (ingatlah) hari (ketika) Kami kumpulkan dari tiap-tiap umat segolongan orang-orang yang mendustakan ayat-ayat Kami, lalu mereka dibagi-bagi (dalam kelompok-kelompok)”

Pada Q.S. An Naml ayat 83, dijelaskan bahwa Allah SWT menerangkan tingkah laku dan perbuatan orang-orang kafir yang mendustakan Allah dan Rasul-Nya ketika mereka menyaksikan sendiri datangnya hari Kiamat setelah menjelaskan tanda-tanda pendahuluannya. Pada hari itu Allah mengumpulkan dari tiap-tiap umat segolongan manusia yang besar sekali jumlahnya yang mendustakan ayat-ayat Allah, dan setelah mereka berkumpul semuanya di padang mahsyar untuk menerima celaan dan penghinaan, mereka semuanya berdiri di hadirat Allah SWT untuk menghadapi berbagai-bagai pertanyaan dan pemeriksaan. Dari penjelasan Q.S. An-Naba: 18 dan Q.S.An-Naml: 83 dapat dikaitkan bahwasannya metode Gaussian juga mengelompokkan *hemorrhage* pada *Diabetic Retinopathy*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dan uraian pada aplikasi yang telah dibuat beserta uji coba yang telah dilakukan maka dapat di tarik kesimpulan :

Uji coba dilakukan 100 kali menggunakan 100 sampel citra fundus *diabetic retinopathy* dengan membandingkan hasil dari segmentasi *hemorrhage* secara manual dengan hasil dari segmentasi program. Dari hasil uji coba dan perhitungan yang telah dilakukan tersebut, didapat hasil persentase keberhasilan deteksi *hemorrhage* sebesar 87 %.

5.2 Saran

Kesalahan dalam pendeteksian *hemorrhage* sebagian besar disebabkan karena proses penghilangan pembuluh darah yg kurang sempurna. Untuk pengembangan aplikasi selanjutnya, penelitian yang lebih mendalam mengenai proses penghilangan pembuluh darah diharapkan dapat mengatasi masalah ini sehingga pendeteksian *hemorrhage* menjadi lebih sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- Prasetyo, Eko. 2011. *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan Matlab*. ANDI Offset: Yogyakarta.
- Akara Sopharak, Khine Thet Nwe, (2008), *Automatic Exudate Detection with a Naive Bayes Classifier*, Asian Institute of Technology , Bangkok, Thailand.
- Akara Sopharak, Bunyarit Uyyanonvara, (2007.1), *Automatic Exudates Detection From Diabetic Retinopathy Retinal Citra Using Fuzzy C-Means And Morphological Methods*, Advances In Computer Science And Technology, Thailand.
- Alvian, Nasukhi, (2012), *Segmentasi Exudate Pada Citra Digital Fundus Diabetic Retinopathy Menggunakan Metode Graph-Based*, Jurusan Teknik Informatika Uin Maliki Malang.
- Budi Santosa, (2007), *Data Mining Terapan dengan Matlab*, Graha Ilmu.
- Yusuf. (2009), *Solusi Alquran Tentang Problema Sosial Politik dan Budaya*, Rineka Cipta, Jakarta
- Cataract and Laser Institute,..., *Conditions Diabetic Retinopathy*, <http://www.stlukeseye.com/conditions/DiabeticRetinopathy.html> (diakses pada tanggal 27 Desember 2012 pukul 13.15 WIB).
- Cucun Very Angkoso, (2011), *Klasifikasi Tumor dan Kista Pada Citra Panoramik Gigi Manusia Menggunakan Metode Support Vector Machine (SVM)*, Program Magister Bidang Keahlian Jaringan Cerdas Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

B., Fagrell, IM, Braverman. (2000), *Level Set Evolution Without Re-initialization: A New Variational Formulation*, IEEE.

Departemen Agama RI, (2005). *Al-Quran dan Terjemahannya*, PT. Syaamil Cipta Media, Bandung.

Dalimartha. *Kajian Kemampuan Generalisasi Gaussian dalam Pengenalan Jenis Splices Sites Pada Barisan DNA*. Makara, Sains, Vol 8, No 3, Desember 2007:89-95. FMIPA UI: Jakarta.

Ensiklopedia Support Vector Machine, <http://digilib.ittelkom.ac.id> diakses pada tanggal 2 Januari 2012 pukul 21:26 WIB 95

Munir, Rinaldi. (2004), *Pengolahan Citra Digital Dengan Pendekatan Algoritmik*, Penerbit Informatika, Bandung.

Bilous, (2003), *An Investigation into The Design of An Automated Glaucoma Diagnostic System*, Thesis, Texas Tech University.

Ratna Sitompul, (2011), *Retinopati Diabetik, Artikel Pengembangan Pendidikan Keprofesian Berkelanjutan*, J Indon Med Assoc, Volum: 61, Nomor: 8.

Steven W. Smith, ..., *Morphological Image Processing*. <http://www.dspguide.com/ch25/4.htm> (diakses pada tanggal 24 Januari 2013 pukul 16:51 WIB).

Nugroho, A.S., Witarto, B.A., Handoko, D. (2003), *Support Vector Machine Teori dan Aplikasinya Dalam Bioinformatika*, Kuliah Umum Ilmu Komputer.com.

T.Sutoyo dkk, (2009), *Teori Pengolahan Citra Digital*, ANDI, Yogyakarta.

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

Viranee Thongnuch dan Bunyarit Uyyanonvara, (2007), *Automatic Optic Disk Detection from Low Contrast Retinal Images of ROP Infant Using Mathematical Morphology*, Sirindhorn International Institute of Technology, Thammasat University, Thailand.

Wong TY, Yau J, Rogers S, Kawasaki R, Lamoureux EL, Kowalski J, (2011), *Global prevalence of diabetic retinopathy: Pooled data from population studies from the United States, Australia, Europe and Asia*. Prosiding The Association for Research in Vision and Ophthalmology Annual Meeting.

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

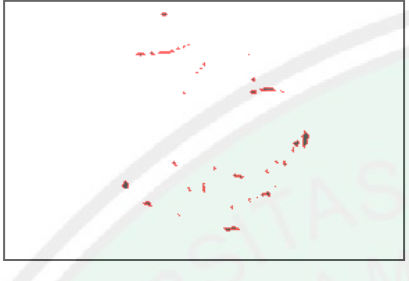
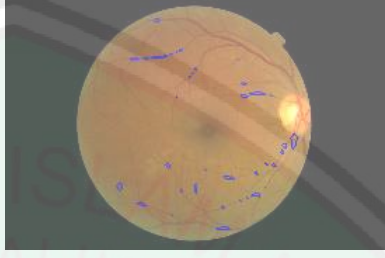

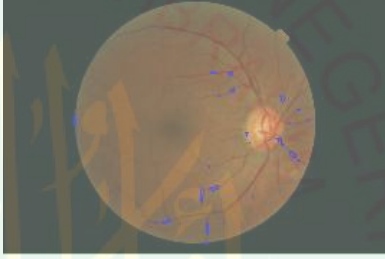

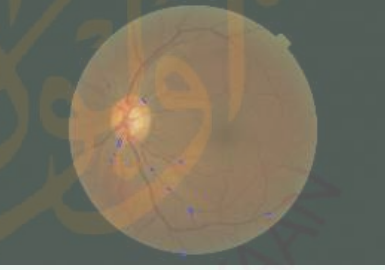
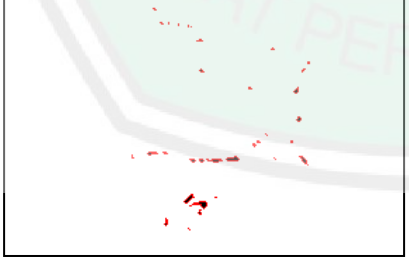
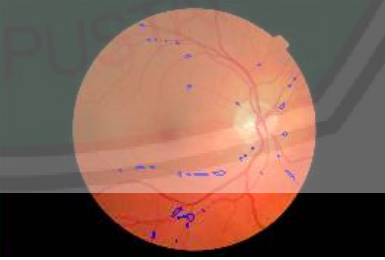
“Diabetic Retinopathy, diakses dari http://www.kellog.umich.edu/patiencare/conditions/Diabetic_retnopathy.html, pada tanggal 5 Mei 2012.

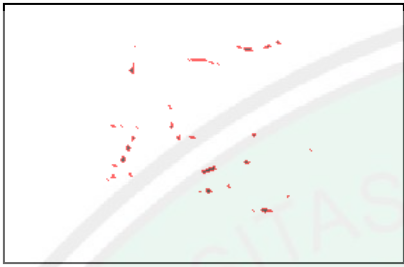
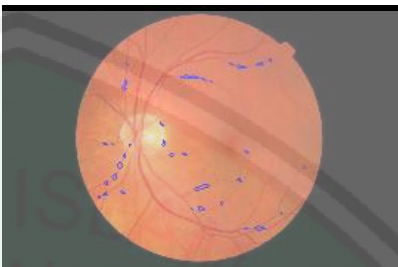

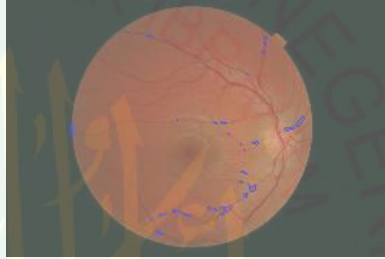

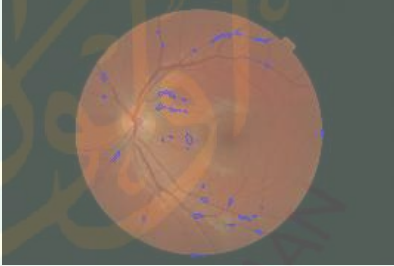
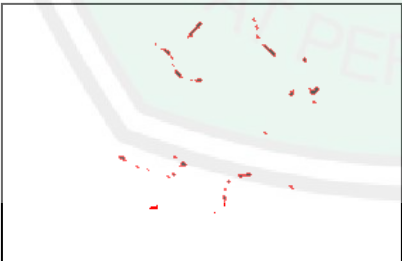
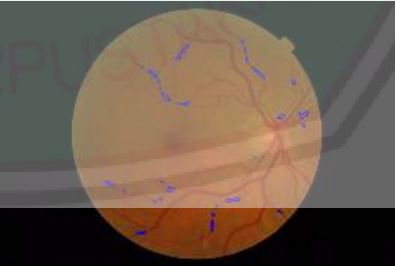
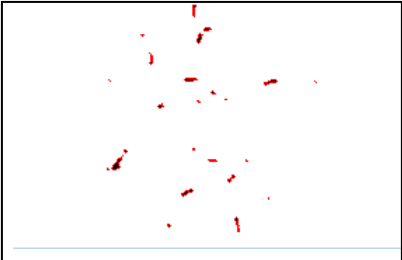
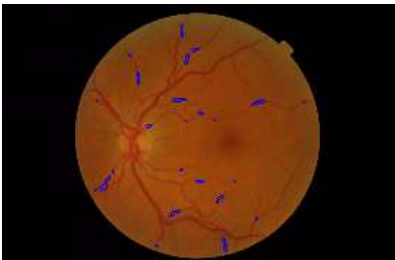
“*Diabetic retinopathy*”, diakses dari <http://www.healthcentral.com/diabetes/more-images-7215-146.html>, pada tanggal 5 Mei 2012.

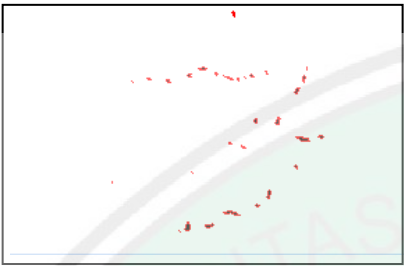
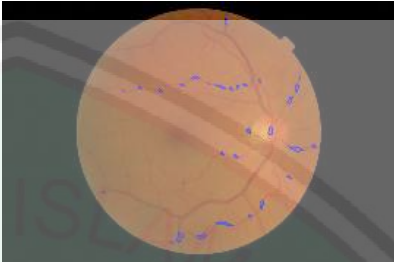
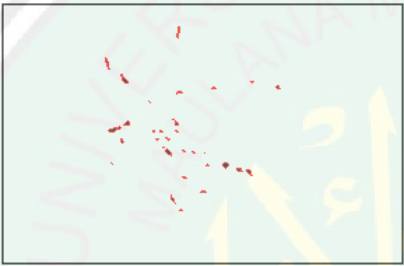
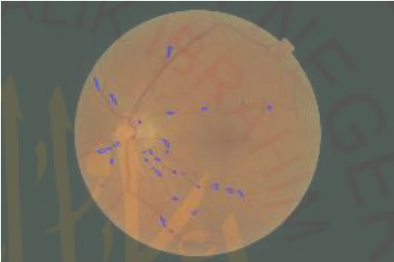

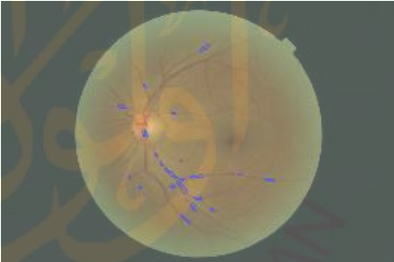
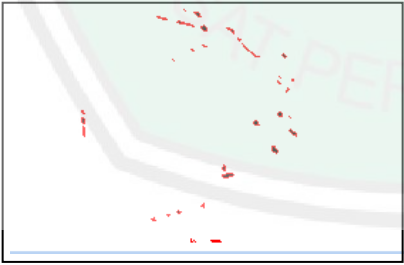
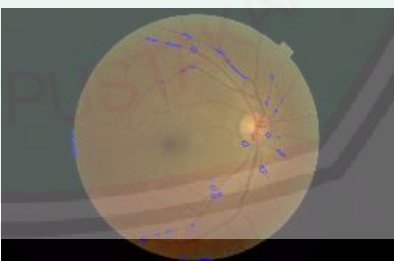
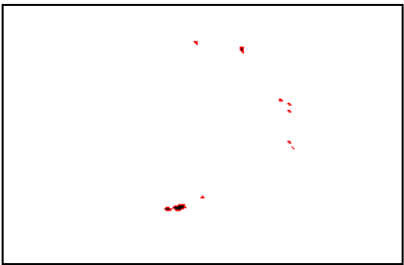
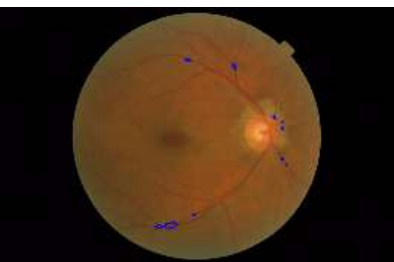
“Dibetic Retinopathy”, diakses dari <http://www.eyemdlink.com/condition.asp?conditionID> pada tanggal 12 Februari 2012

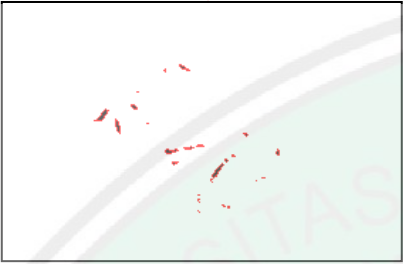
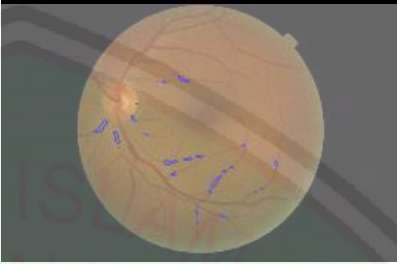

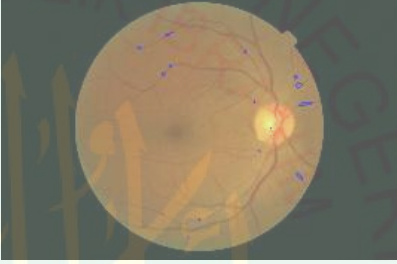

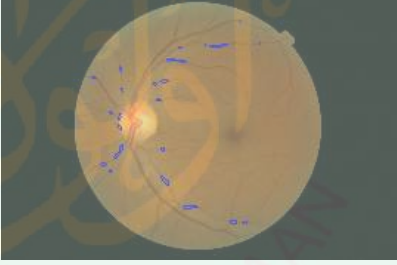
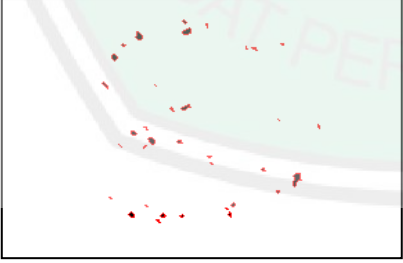
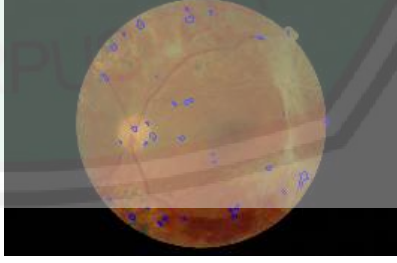
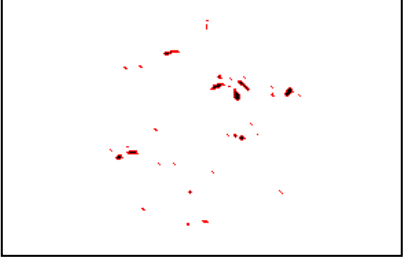
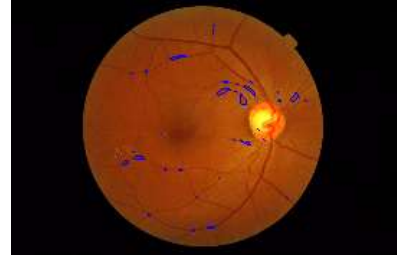
“Anatomy and Physiology of the eye”, diakses dari <http://www.freedomscientific.com/resources/vision-anatomy-eye.asp>, pada tanggal 25 April 2013.

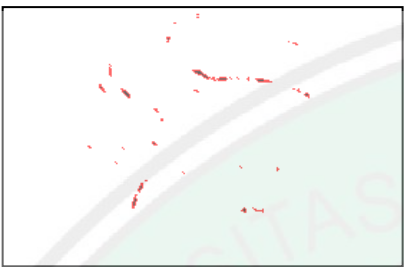
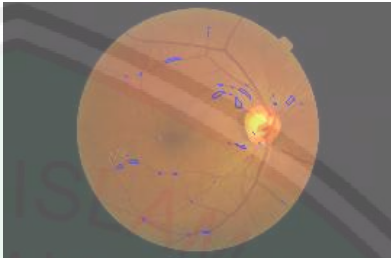

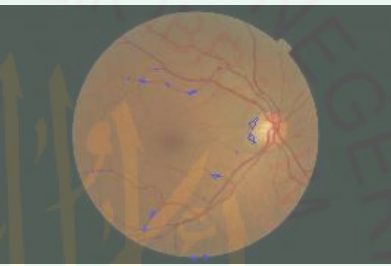
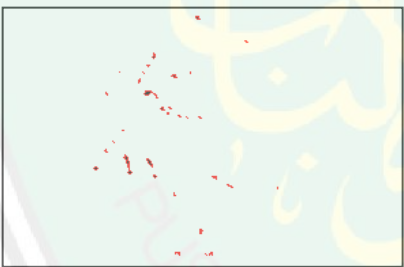
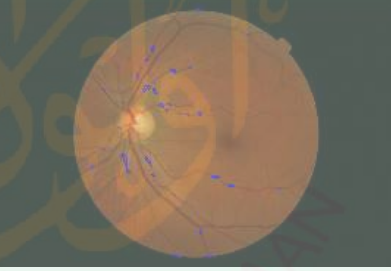
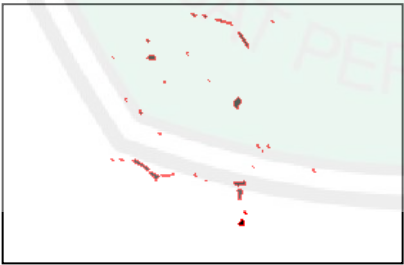
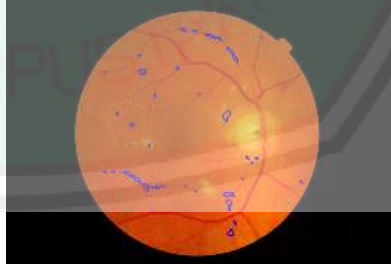
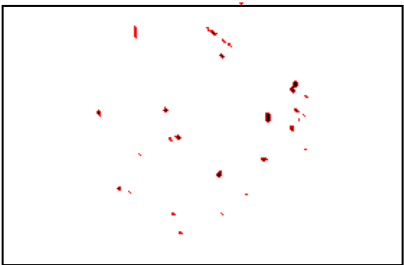
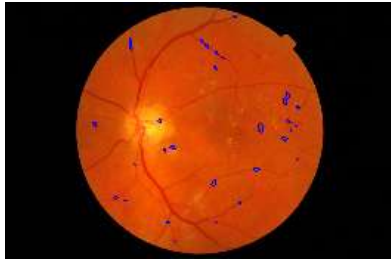
Lampiran : Tabel Hasil Identifikasi Program

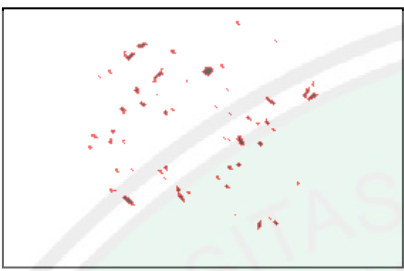
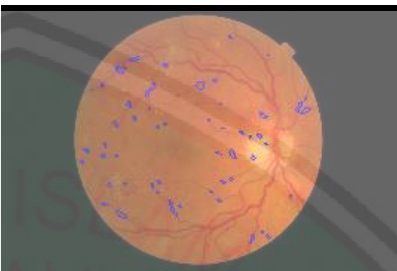
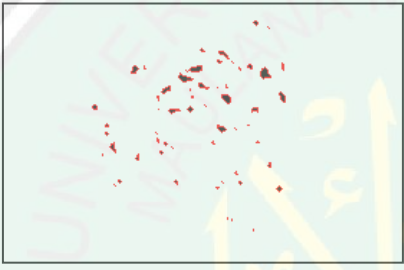
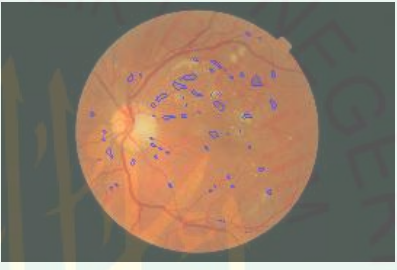

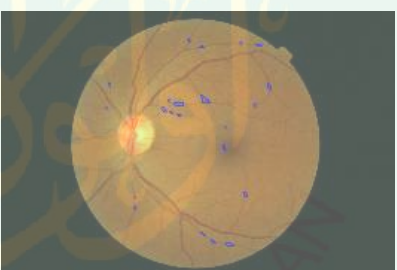
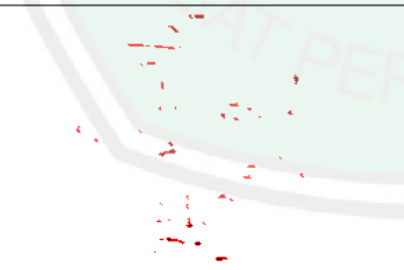
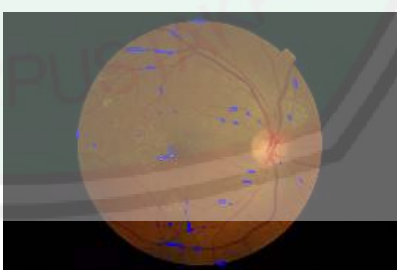

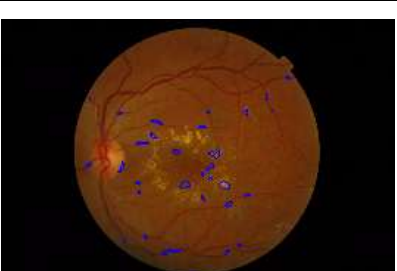
No Citra	Hasil Identifikasi	Hasil Identifikasi yg telah digabungkan	Hasil deteksi hemorrhage	Label DR
1			ada	3
2			ada	2
3			tidak ada	1
4			ada	2


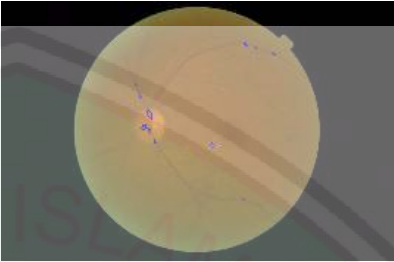

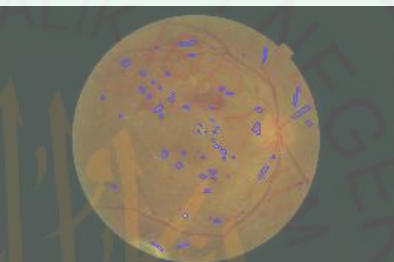

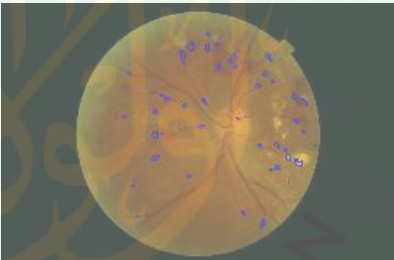

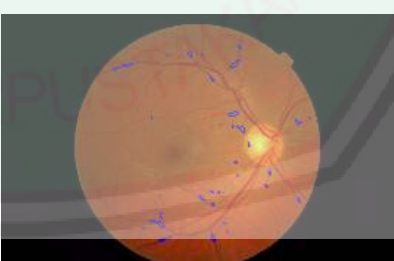
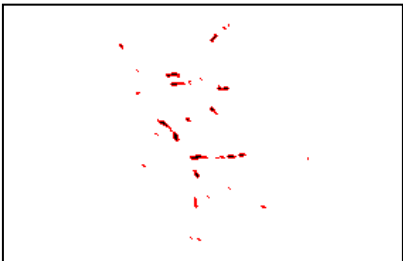
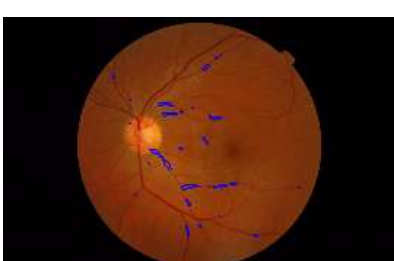
No Citra	Hasil Identifikasi	Hasil Identifikasi yg telah digabungkan	Hasil deteksi hemorrhage	Label DR
5			ada	3
6			ada	1
7			ada	3
8			ada	0
9			ada	3

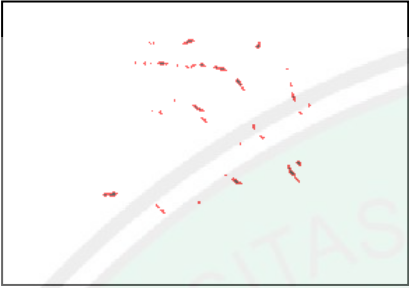
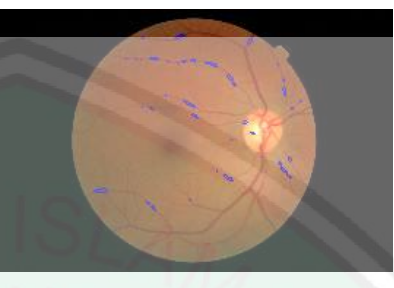

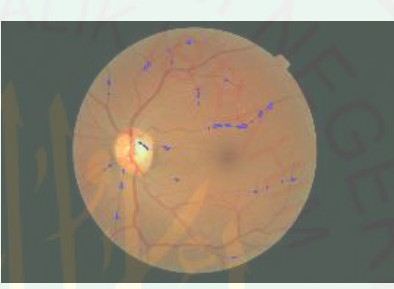

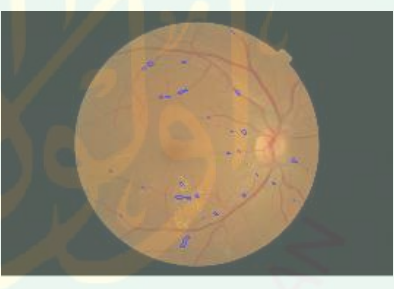
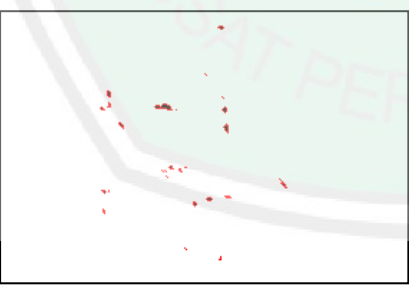
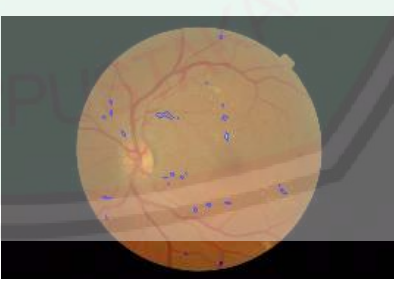
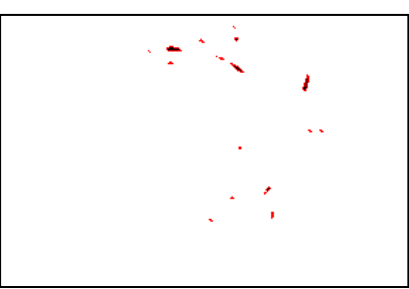
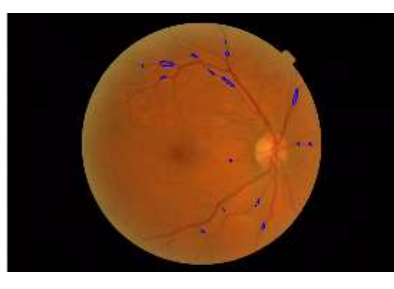
No Citra	Hasil Identifikasi	Hasil Identifikasi yg telah digabungkan	Hasil deteksi hemorrhage	Label DR
10			ada	1
11			ada	0
12			ada	3
13			ada	3
14			tidak ada	0


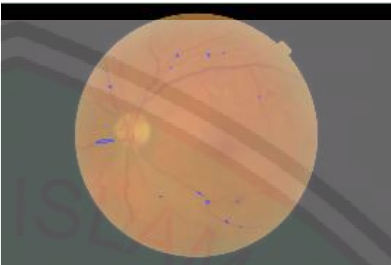

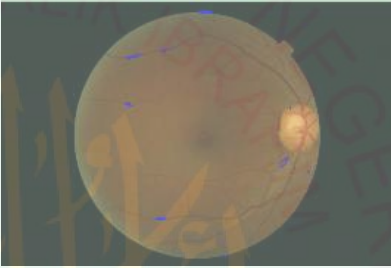

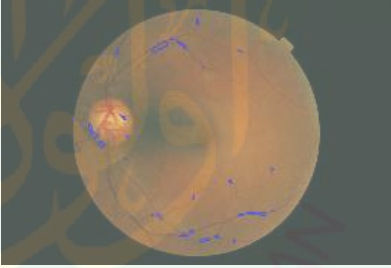
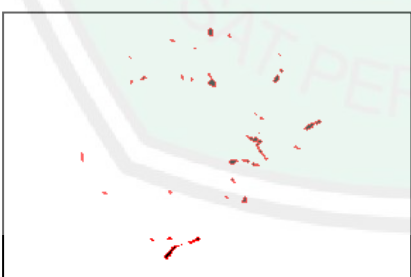
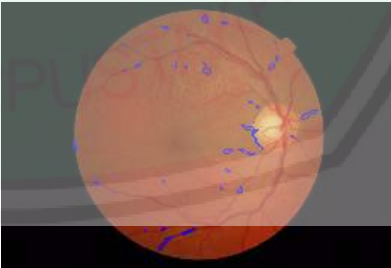
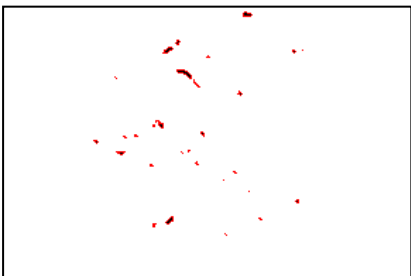
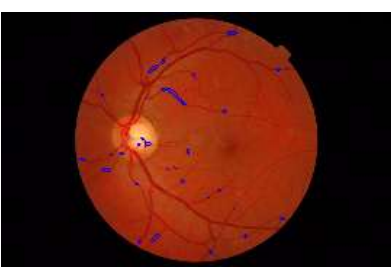
No Citra	Hasil Identifikasi	Hasil Identifikasi yg telah digabungkan	Hasil deteksi hemorrhage	Label DR
15			ada	0
16			tidak ada	0
17			ada	1
18			ada	3
19			ada	2

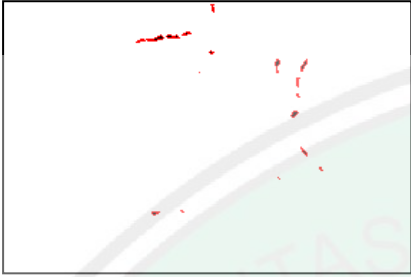
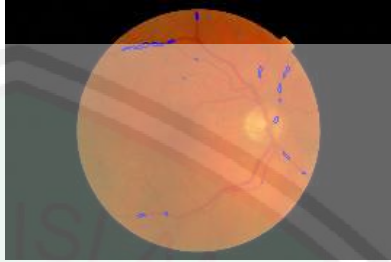

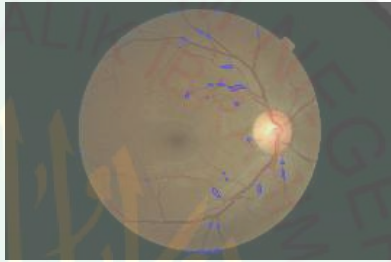

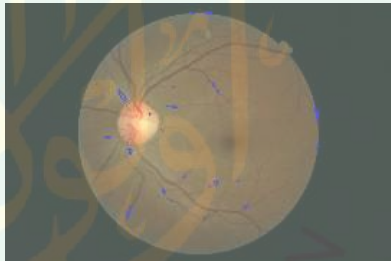
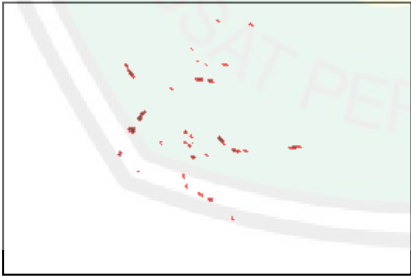
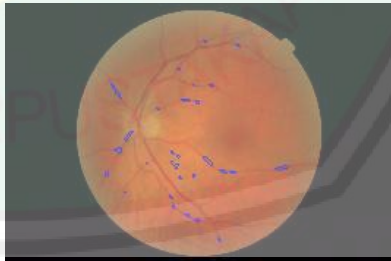
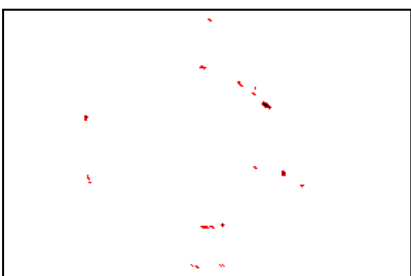
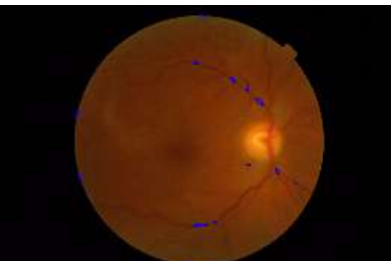
No Citra	Hasil Identifikasi	Hasil Identifikasi yg telah digabungkan	Hasil deteksi hemorrhage	Label DR
20			ada	2
21			tidak ada	0
22			ada	2
23			ada	3
24			ada	3

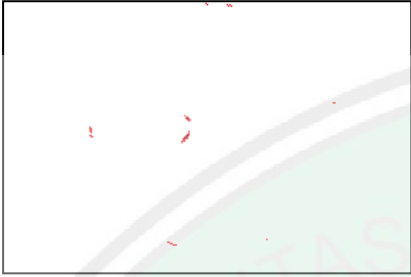
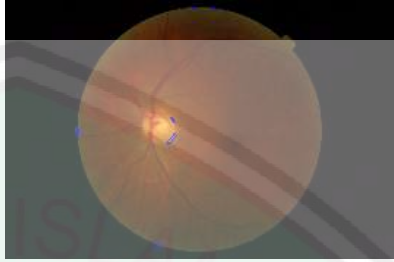

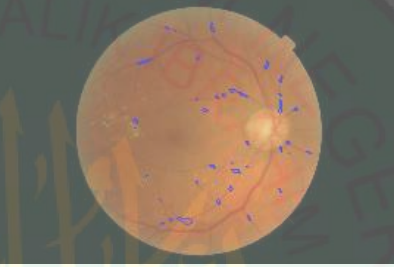

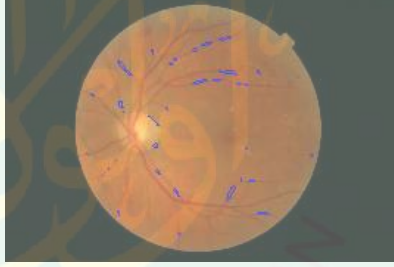
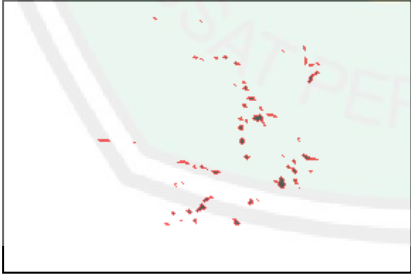
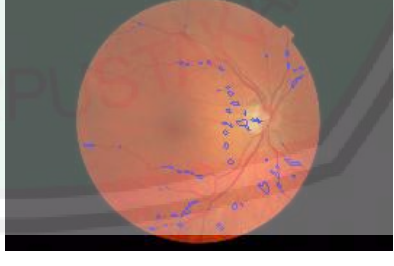
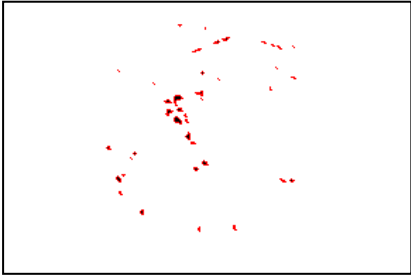
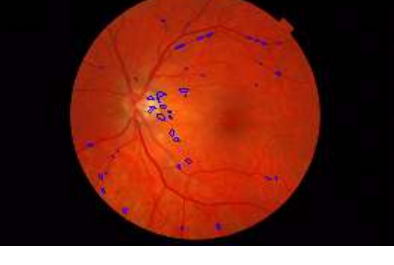
No Citra	Hasil Identifikasi	Hasil Identifikasi yg telah digabungkan	Hasil deteksi hemorrhage	Label DR
25			ada	3
26			ada	3
27			ada	3
28			ada	3
29			ada	3

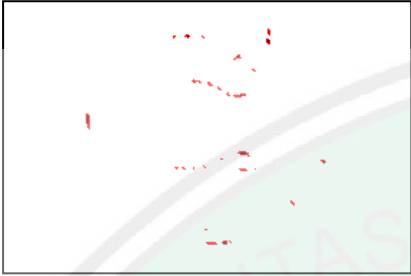
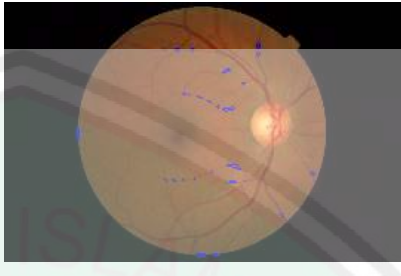

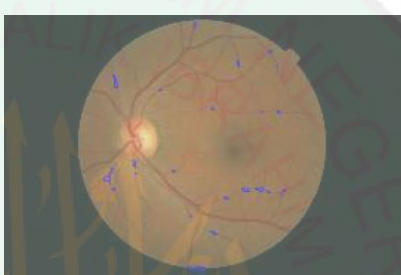

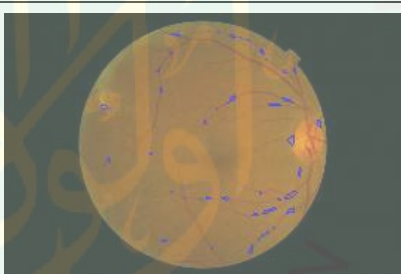
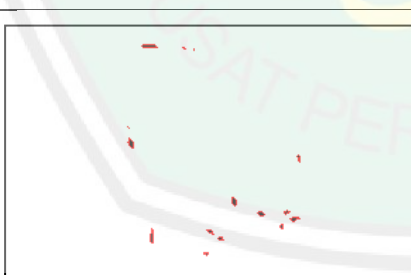
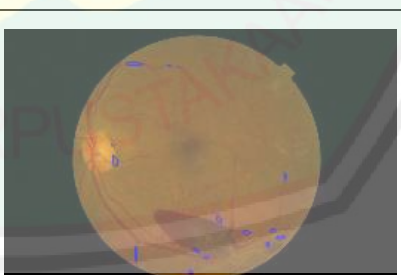
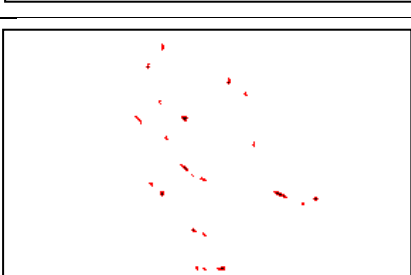
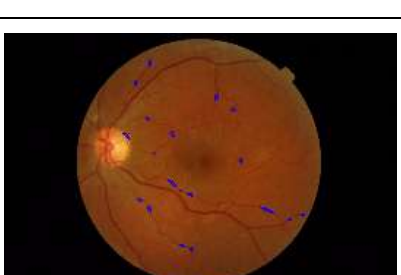
No Citra	Hasil Identifikasi	Hasil Identifikasi yg telah digabungkan	Hasil deteksi hemorrhage	Label DR
30			tidak ada	0
31			ada	3
32			ada	3
33			ada	1
34			ada	1

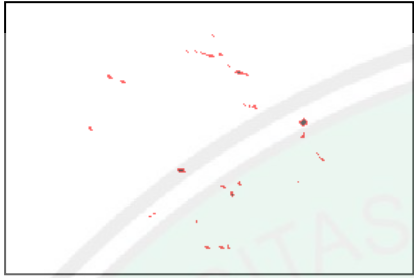
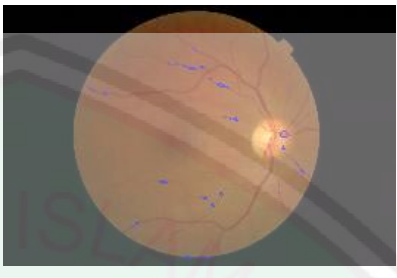

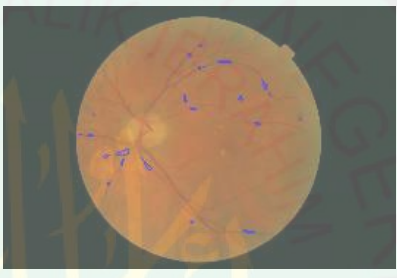
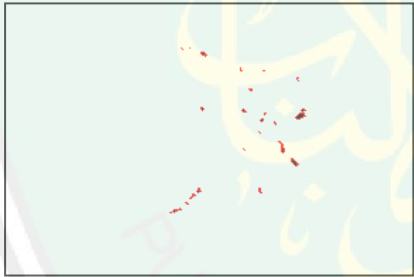
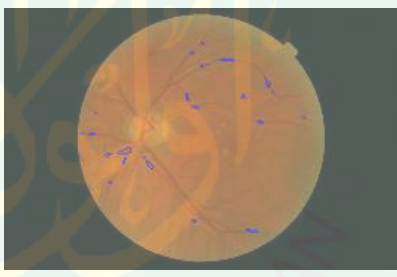
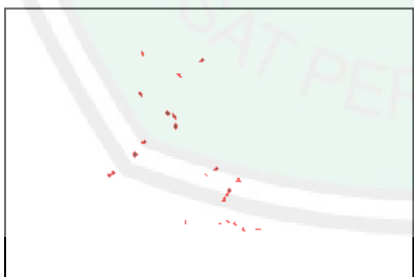
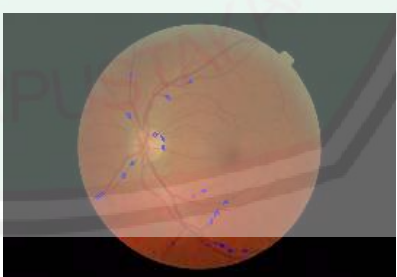
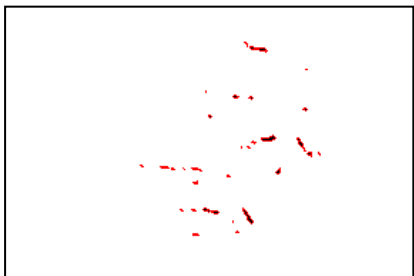
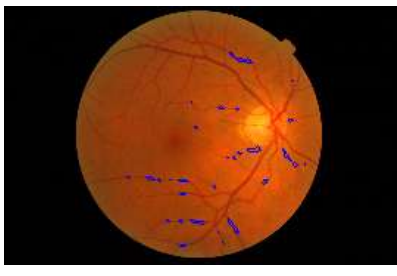
No Citra	Hasil Identifikasi	Hasil Identifikasi yg telah digabungkan	Hasil deteksi hemorrhage	Label DR
35			ada	0
36			ada	0
37			ada	3
38			ada	3
39			tidak ada	0

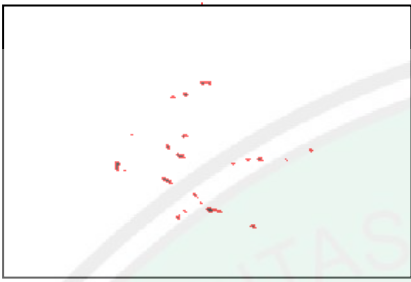
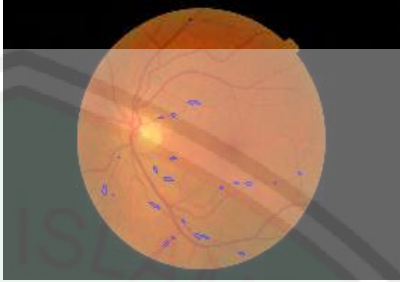

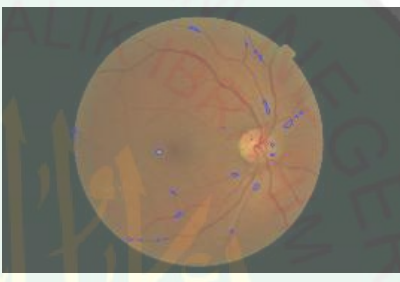
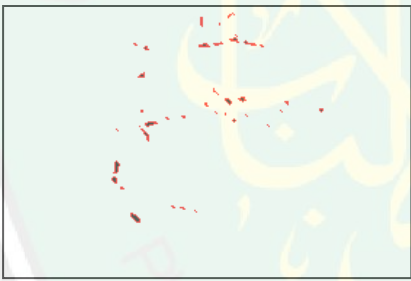
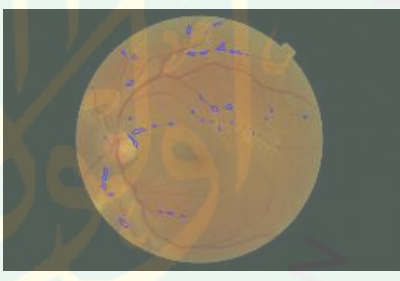
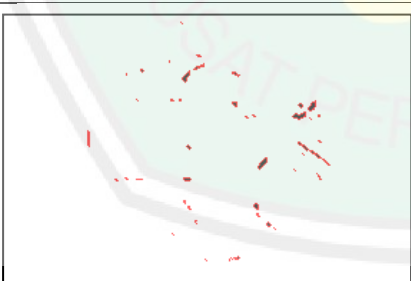
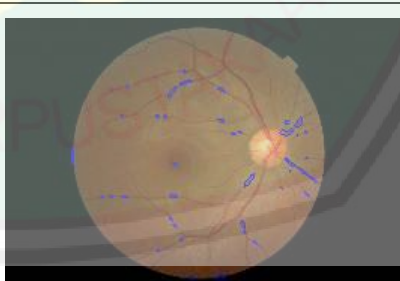
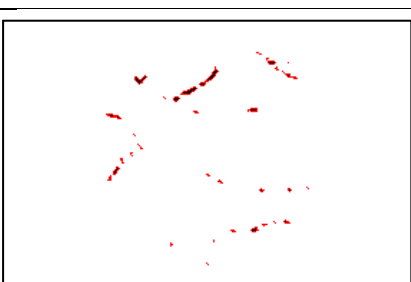
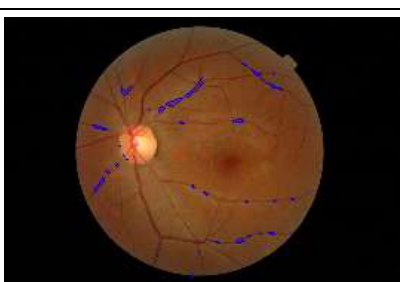
No Citra	Hasil Identifikasi	Hasil Identifikasi yg telah digabungkan	Hasil deteksi hemorrhage	Label DR
40			tidak ada	3
41			ada	0
42			ada	0
43			ada	3
44			ada	3

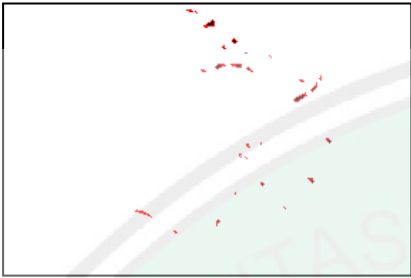
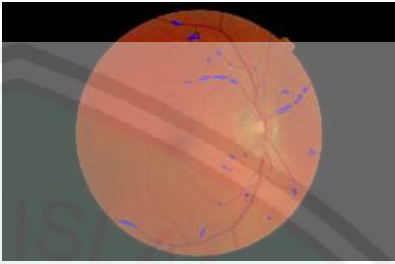



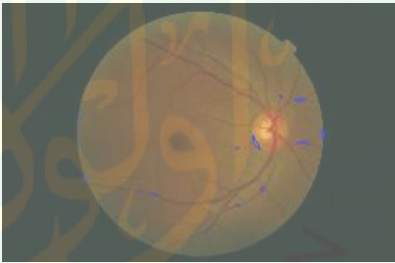
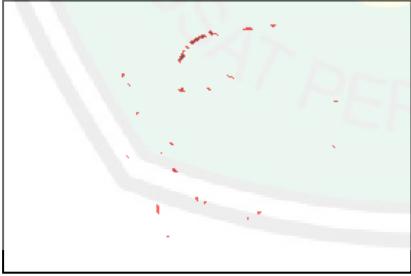
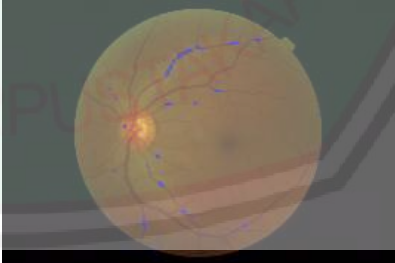
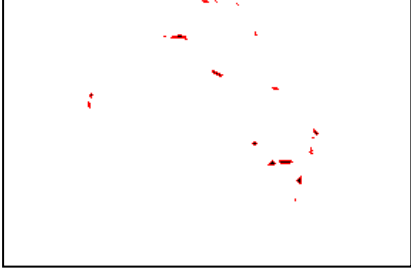
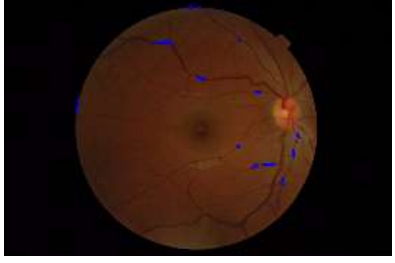
No Citra	Hasil Identifikasi	Hasil Identifikasi yg telah digabungkan	Hasil deteksi hemorrhage	Label DR
45			ada	3
46			ada	0
47			ada	0
48			ada	0
49			ada	1

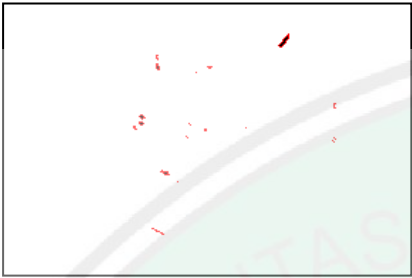
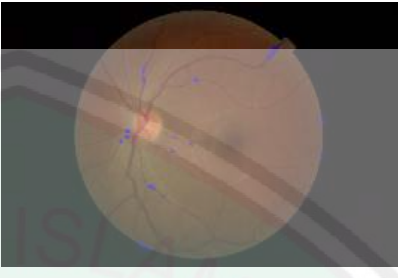

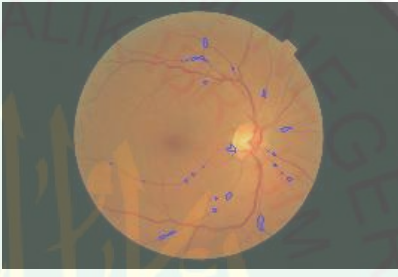




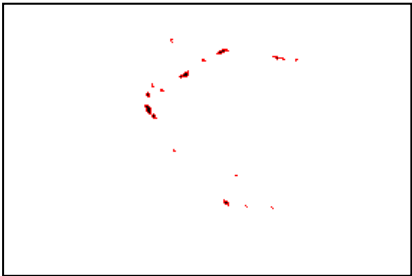
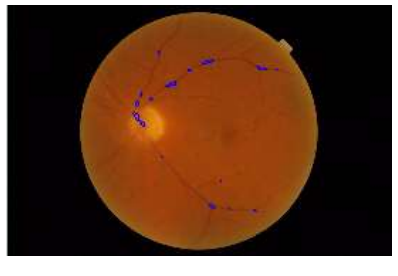
No Citra	Hasil Identifikasi	Hasil Identifikasi yg telah digabungkan	Hasil deteksi hemorrhage	Label DR
50			tidak ada	1
51			ada	3
52			ada	3
53			ada	1
54			ada	0

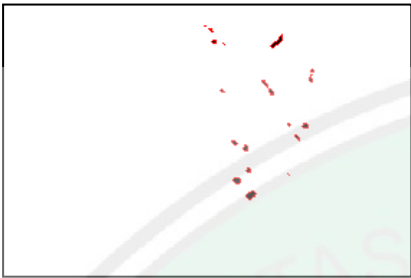
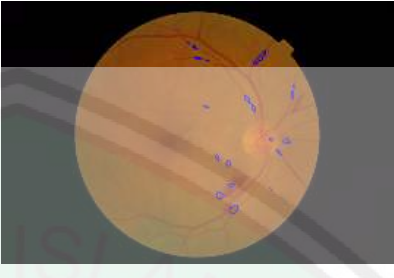

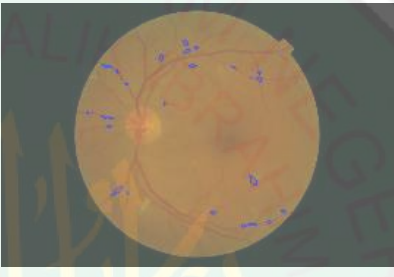

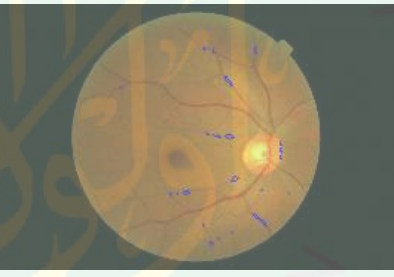
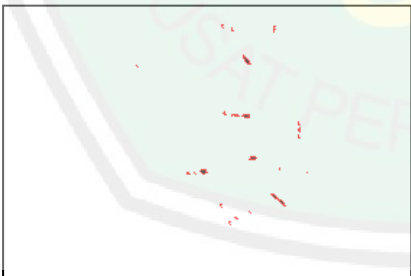
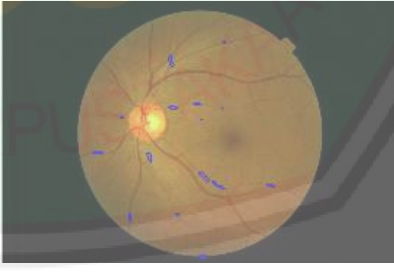
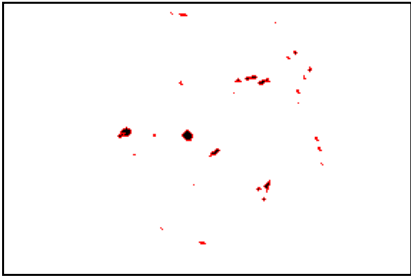
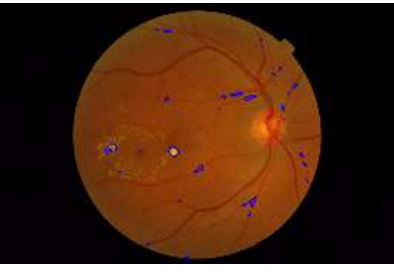
No Citra	Hasil Identifikasi	Hasil Identifikasi yg telah digabungkan	Hasil deteksi hemorrhage	Label DR
55			ada	2
56			ada	2
57			ada	3
58			ada	3
59			ada	2

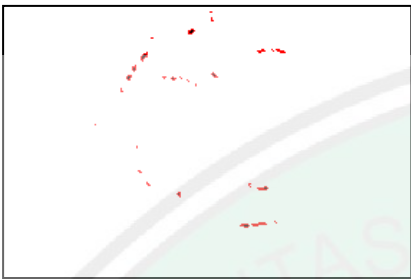
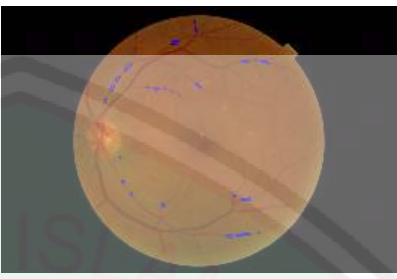

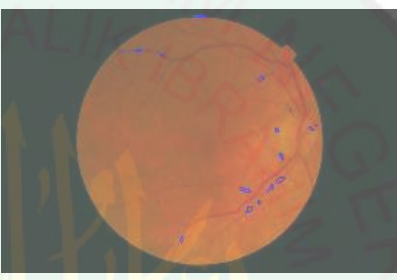

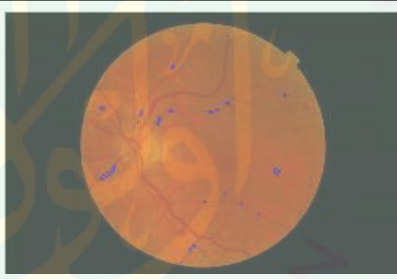
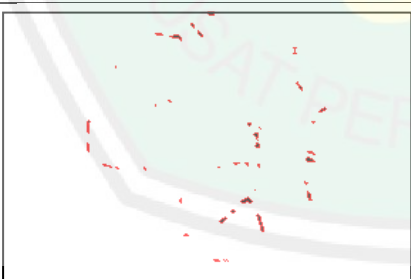
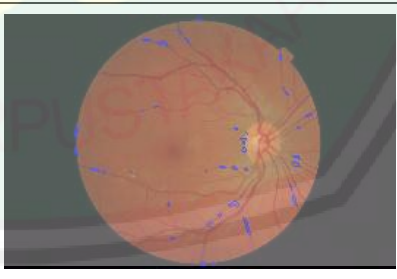
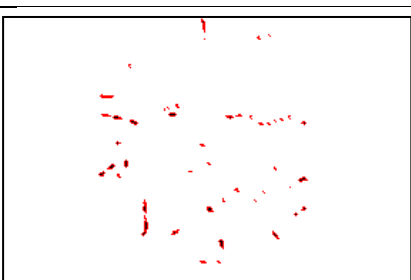
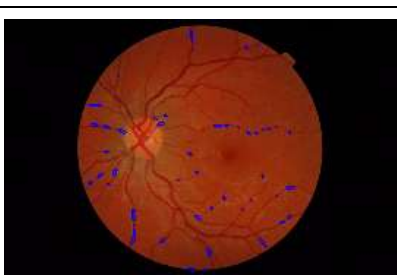
No Citra	Hasil Identifikasi	Hasil Identifikasi yg telah digabungkan	Hasil deteksi hemorrhage	Label DR
60			ada	3
61			ada	3
62			ada	0
63			tidak ada	1
64			ada	2

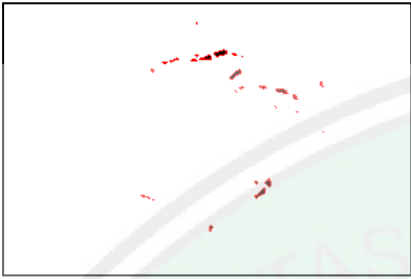
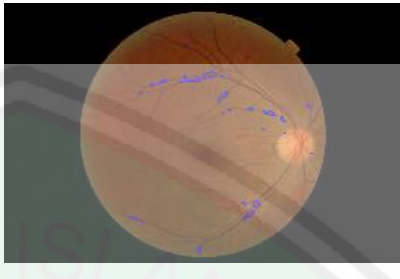

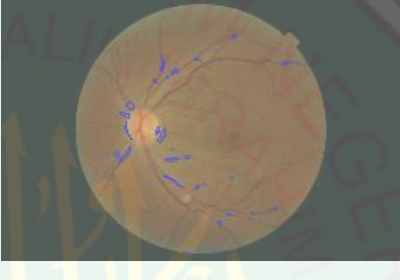

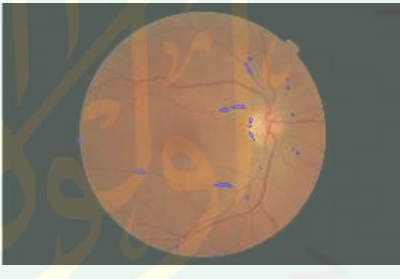
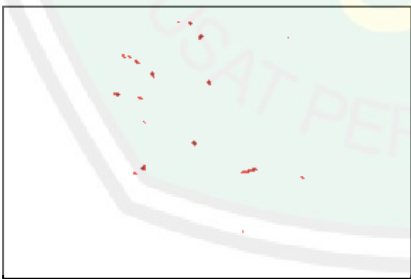
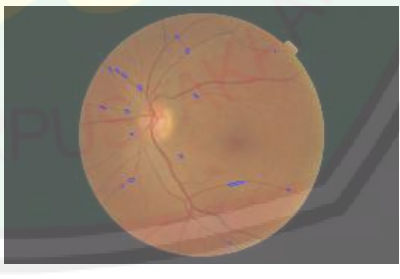
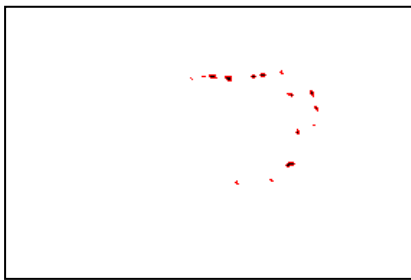
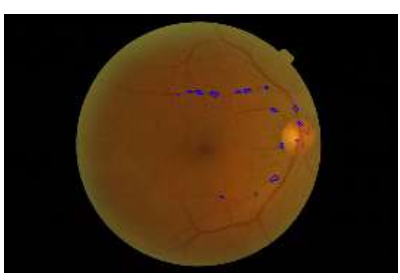
No Citra	Hasil Identifikasi	Hasil Identifikasi yg telah digabungkan	Hasil deteksi hemorrhage	Label DR
65			ada	2
66			ada	3
67			ada	1
68			ada	0
69			ada	0

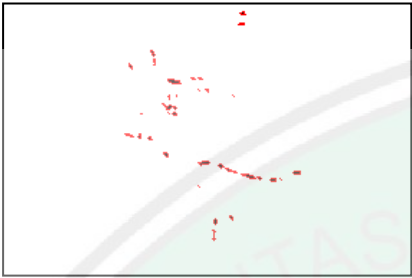
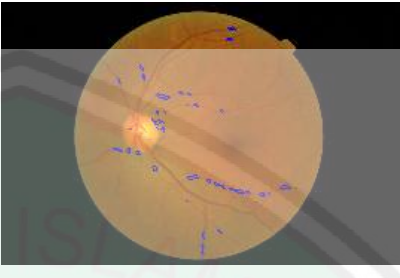

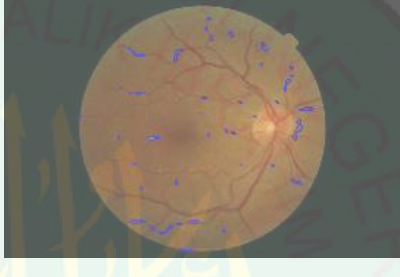

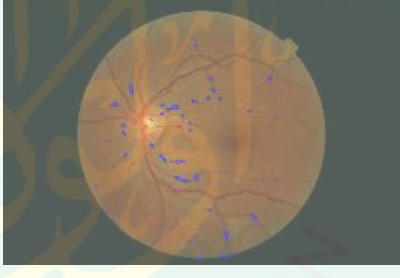
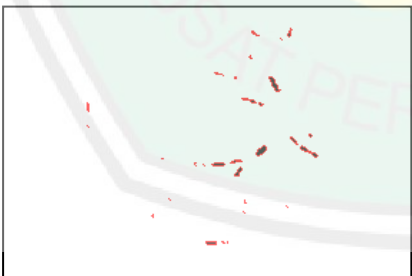
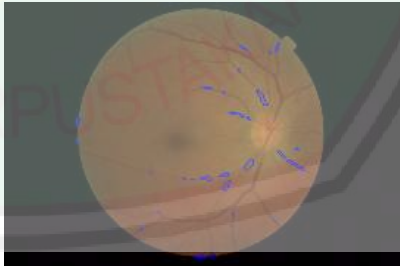
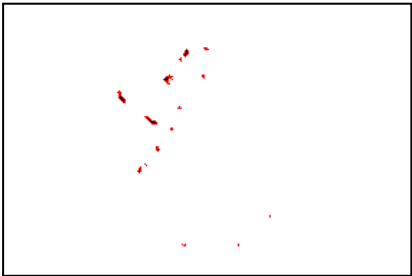
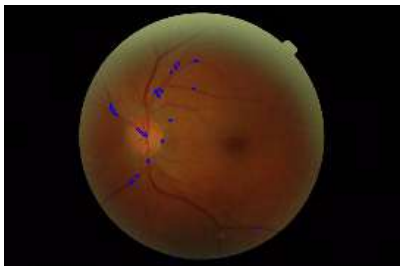
No Citra	Hasil Identifikasi	Hasil Identifikasi yg telah digabungkan	Hasil deteksi hemorrhage	Label DR
70			ada	3
71			ada	3
72			tidak ada	0
73			ada	0
74			tidak ada	0

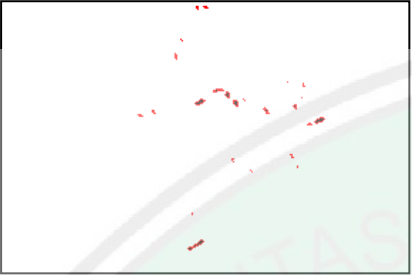
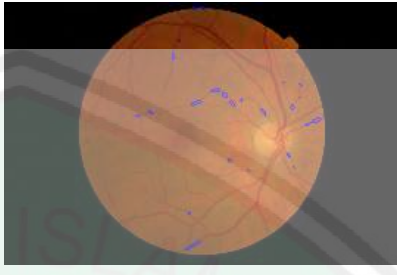
No Citra	Hasil Identifikasi	Hasil Identifikasi yg telah digabungkan	Hasil deteksi hemorrhage	Label DR
75			tidak ada	0
76			ada	1
77			ada	1
78			tidak ada	3
79			ada	3

No Citra	Hasil Identifikasi	Hasil Identifikasi yg telah digabungkan	Hasil deteksi hemorrhage	Label DR
80			ada	3
81			ada	3
82			ada	1
83			tidak ada	0
84			ada	3

No Citra	Hasil Identifikasi	Hasil Identifikasi yg telah digabungkan	Hasil deteksi hemorrhage	Label DR
85			ada	3
86			tidak ada	0
87			ada	3
88			ada	1
89			ada	3

No Citra	Hasil Identifikasi	Hasil Identifikasi yg telah digabungkan	Hasil deteksi hemorrhage	Label DR
90			ada	0
91			ada	0
92			ada	0
93			ada	3
94			ada	2

No Citra	Hasil Identifikasi	Hasil Identifikasi yg telah digabungkan	Hasil deteksi hemorrhage	Label DR
95			ada	2
96			ada	3
97			ada	3
98			ada	0
99			tidak ada	0

No Citra	Hasil Identifikasi	Hasil Identifikasi yg telah digabungkan	Hasil deteksi hemorrhage	Label DR
100			ada	3

