

## SEGMENTASI CITRA RETINA DIGITAL RETINOPATI DIABETES UNTUK MEMBANTU PENDETEKSIAN MIKROANEURISMA

I Ketut Gede Darma Putra<sup>1</sup>, I Gede Suarjana

<sup>1</sup>Staff Pengajar Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana  
Kampus Bukit Jimbaran, Bali, 80361  
Email: darma.putra@ee.unud.ac.id

### Abstrak

Retinopati diabetes merupakan komplikasi mikro vaskuler 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. Sistem segmentasi citra retina digital untuk membantu pendeteksian mikroaneurisma adalah sistem yang dikembangkan untuk melakukan segmentasi terhadap citra retina sehingga citra retina yang dihasilkan layak digunakan sebagai masukan pada sistem identifikasi mikroaneurisma.

Pada penelitian ini dilakukan kombinasi terhadap metode-metode seperti variasi *grayscale* (*grayscale* biasa, *red channel*, *green channel*, *blue channel*), *filter Gaussian*, histogram modifikasi (histogram ekualisasi dan adaptif histogram ekualisasi), binerisasi (iterasi dan *threshold ganda*), *filter median* dan pelabelan komponen terhubung.

Pengujian masing-masing kombinasi dilakukan pada citra retina yang berasal dari basis data *Departement of Ophthalmology, Faculty of Medicine, University of Kuopio, Finland* dan dihitung akurasi dengan membandingkan hasil penandaan dokter antara citra asli dan citra hasil segmentasi. Hasilnya kombinasi metode dengan *grayscale green channel*, *filter Gaussian*, adaptif histogram ekualisasi  $9 \times 9$ , *Threshold ganda* dengan  $T1=70$  dan  $T2=90$ , dan *filter median* memberikan akurasi sistem yang paling tinggi yaitu sebesar 94%.

**Kata kunci:** retina, retinopati diabetes, mikroaneurisma, segmentasi

### 1. PENDAHULUAN

Retinopati diabetes merupakan komplikasi mikro vaskular yang dapat terjadi pada pasien diabetes yang tidak ditangani dengan baik. Penyakit ini dapat mengganggu penglihatan, dan pada suatu keadaan dapat menyebabkan kebutaan. Penyakit ini cukup banyak terjadi di Indonesia, oleh karena itu penelitian di bidang diagnosis retinopati diabetes menarik untuk dibahas. Pada penderita retinopati diabetes terdapat beberapa tanda-tanda kelainan pada retina yaitu mikroneurisma, hemorrhages, hard exudate, soft exudates, dan neovaskulurasi.

Pada umumnya dokter spesialis mata mendeteksi tanda-tanda tersebut dengan mengamati langsung dari citra retina yang diambil dengan menggunakan kamera fundus, cara ini kurang efektif karena membutuhkan waktu yang lama dan memungkinkan terjadi kesalahan dalam pengamatan. Hal ini menyulitkan dokter spesialis mata untuk menentukan dengan cepat terapi apa yang tepat diberikan pada pasien. Untuk mengatasi hal ini pengolahan citra digital untuk mendeteksi tanda-tanda kelainan retinopati diabetes bisa dikembangkan, dimana suatu citra retina penderita retinopati diabetes diolah sehingga nantinya dari citra tersebut diketahui tanda-tanda kelainan apa saja yang terkandung didalamnya, namun proses pendeteksian tanda-tanda tersebut tidaklah mudah, karena kompleksnya struktur retina mata.

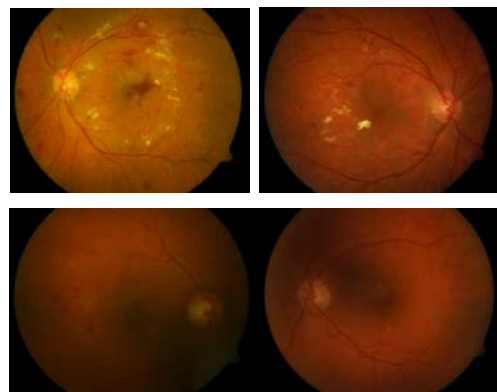
Dari permasalahan tersebut, dalam penelitian ini akan dibahas mengenai pengolahan citra digital untuk segmentasi pada citra retina digital sehingga nantinya

citra yang dihasilkan dapat digunakan untuk membantu proses pendeteksian mikroaneurisma.

### 2. STUDI PUSTAKA

#### 2.1 Pengumpulan Data (Citra) Retina

Citra retina yang diperoleh dari *Departement of Ophthalmology, Faculty of Medicine, University of Kuopio, Finland*. Setiap sampel citra sel darah merah dilakukan pra pemrosesan untuk mendapatkan citra yang layak untuk disegmentasi.



Gambar-1. Sampel citra retina yang digunakan

#### 2.2 Segmentasi Citra Retina

Segmentasi citra retina terdiri dari beberapa proses, diantaranya: Proses *Grayscale*, *Gaussian Filter*, *Histogram Equalization*, *Binary*, *Median*,

Masking dan Pelabelan (*Connected Component Labeling*).

#### A. Grayscale

Citra retina yang diterima adalah citra berwarna, sehingga terlebih dahulu perlu dilakukan proses *grayscale* untuk mendapatkan citra dengan aras keabuan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$I(x, y) = \frac{R + G + B}{3} \quad (1)$$

dimana  $I(x, y)$  adalah level keabuan pada suatu kopordinat yang diperoleh dengan membagi komponen warna R (merah), G (hijau), B (biru).

#### B. Gaussian Filter

Agar hasil ekualisasi histogram nantinya tidak menimbulkan banyak derau, maka sebelumnya dilakukan proses *Gaussian filter*. Fungsi *Gaussian Filter* yang digunakan adalah Gaussian 2-D dengan menggunakan persamaan berikut:

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}\right) \quad (2)$$

dengan  $\sigma$  menyatakan standar deviasi dari distribusi. Fungsi di atas diasumsikan memiliki mean 0 (pusat distribusi pada garis  $x=0$ ). Semakin besar nilai  $\sigma$  maka kurva distribusi *Gaussian* semakin melebar dan puncaknya menurun. Berikut adalah tapis distribusi Gaussian 2-D dengan  $\sigma=1$  dan ukuran tapis  $5 \times 5$ .

Tabel-1. Tapis distribusi Gaussian 2-D dengan  $\sigma=1$  dan ukuran tapis  $5 \times 5$

0.0029	0.0131	0.0215	0.0131	0.0029
0.0131	0.0585	0.0965	0.0585	0.0131
0.0215	0.0965	0.1592	0.0965	0.0215
0.0131	0.0585	0.0965	0.0585	0.0131
0.0029	0.0131	0.0215	0.0131	0.0029

#### C. Histogram Equalization

Citra *grayscale* yang diperoleh dari proses *grayscale*, kemudian dilakukan proses ekualisasi histogram. Tujuan dari teknik ini adalah untuk menghasilkan histogram citra yang seragam. Distribusi ulang terhadap histogram awal dilakukan dengan memetakan setiap nilai *pixel* pada histogram awal menjadi nilai *pixel* baru dengan cara:

$$n(g) = \max\left(0, \text{round}\left(\left(L-1\right) \cdot \frac{c(g)}{N}\right) - 1\right) \quad (3)$$

dengan  $n(g)$  adalah nilai *pixel* baru,  $N$  menyatakan banyaknya *pixel* pada citra (bila citra berukuran  $8 \times 8$ , maka  $N$  adalah 64),  $g$  menyatakan nilai gray level awal yang nilainya dari  $1 \dots L-1$  ( $L$  menyatakan nilai gray level maksimum), sedangkan  $c(g)$  menyatakan banyaknya *pixel* yang memiliki nilai sama dengan  $g$

atau kurang, yang secara matematis dapat dinyatakan sebagai:

$$c(g) = \sum_{i=1}^g h(i), \quad g=1,2,3,\dots,L-1 \quad (4)$$

dengan  $h(\cdot)$  menyatakan histogram awal.

#### D. Binary

Citra *grayscale* yang diperoleh dari proses ekualisasi histogram ini selanjutnya akan mengalami proses binerisasi, sehingga dihasilkan citra biner yang siap untuk proses pelabelan. Adapun metode-metode dalam melakukan binerisasi adalah sebagai berikut:

##### 1) Pengambangan (*thresholding*)

Secara umum proses pengambangan citra *grayscale* untuk menghasilkan citra biner adalah sebagai berikut:

$$g(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{if } f(x, y) \geq T \\ 0, & \text{if } f(x, y) < T \end{cases} \quad (5)$$

dengan  $g(x, y)$  adalah citra biner dari citra *grayscale*  $f(x, y)$ , dan  $T$  menyatakan nilai ambang.

##### 2) Metode Otsu

Tujuan dari metode otsu adalah membagi histogram citra *gray level* kedalam dua daerah yang berbeda secara otomatis. Formulasi dari metode Otsu adalah sebagai berikut.

Nilai Ambang yang akan dicari dari suatu citra *gray level* dinyatakan dengan  $k$ . Nilai  $k$  berkisar antara 1 sampai dengan  $L$ , dengan nilai  $L = 255$ . Probabilitas setiap *pixel* pada *level* ke  $i$  dapat dinyatakan:

$$p_i = \frac{n_i}{N} \quad (6)$$

dengan :

$n_i$  menyatakan jumlah *pixel* pada *level* ke  $i$   
 $N$  menyatakan total jumlah *pixel* pada citra.

Nilai *Zeroth cumulative moment* (7), *First cumulative moment* (8), dan total nilai *mean* (9) berturut-turut dapat dinyatakan dengan rumus berikut.

$$\omega(k) = \sum_{i=1}^k p_i \quad (7)$$

$$\mu(k) = \sum_{i=1}^k i \cdot p_i \quad (8)$$

$$\mu_T = \sum_{i=1}^L i \cdot p_i \quad (9)$$

Nilai ambang  $k$  dapat ditentukan dengan memaksimumkan persamaan :

$$\sigma_B^2(k^*) = \max_{1 \leq k \leq L} \sigma_B^2(k) \quad (10)$$

dengan

$$\sigma_B^2(k^*) = \frac{[\mu_T \omega(k) - \mu(k)]^2}{\omega(k)[1 - \omega(k)]} \quad (11)$$

**3) Metode Iterasi**

Langkah-langkah dalam menentukan nilai batas T untuk metode iterasi adalah sebagai berikut:

- Pilih nilai T awal untuk operasi threshold, biasanya nilai rata-rata dari intensitas citra cukup bagus untuk digunakan
- Bagi citra menjadi dua daerah, misalnya R1 dan R2, menggunakan nilai T awal yang telah ditemukan pada langkah pertama.
- Hitung nilai rata-rata intensitas mean1 dan mean2 untuk daerah R1 dan R2
- Hitung nilai *threshold* yang baru dengan rumus  $T = (\text{mean1} + \text{mean2}) / 2$
- Ulangi langkah 2 sampai 4 hingga nilai-nilai mean1 dan mean2 tidak berubah lagi. Saat itulah nilai T merupakan nilai yang dicari untuk operasi binerisasi citra tersebut

**4) Metode Threshold Ganda**

Algoritma untuk melakukan proses binerisasi dengan menggunakan metode threshold ganda adalah sebagai berikut:

- Pilih 2 nilai threshold, T1 dan T2.
- Partisi citra menjadi tiga daerah, R1 untuk piksel-piksel dibawah T1, R2 untuk piksel-piksel diantara T1 dan T2, dan R3 untuk piksel-piksel diatas T2.
- Periksa piksel-piksel pada R2 jika piksel tersebut mempunyai tetangga atau berdampingan dengan piksel pada R1, masukkan sebagai bagian dari R1.
- Ulangi langkah 3 sampai tidak ada lagi piksel-piksel yang memenuhi syarat.
- Ubah piksel-piksel lain pada R2 menjadi bagian dari R3.

**E. Median Filter**

Filter median menghitung nilai dari setiap *pixel* baru, yaitu nilai *pixel* pada pusat koordinat sliding window dengan nilai tengah (median) dari *pixels* didalam window. Untuk ukuran window m baris dan n kolom, maka banyaknya *pixels* dalam window adalah (m x n). Secara matematis, filter media dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$O(i, j) = \text{median}(U(i+k-1, j+l-1), (k, l) \in W) \quad (12)$$

Gambar 2. menunjukkan contoh citra masukan dan citra keluaran filter median dengan ukuran window 3 x 3.

Nilai pixel 9 pada citra masukan dianggap derau (memiliki frekuensi tinggi), dengan filter median, derau tersebut hilang pada citra keluaran.

0	0	0	0	0			
0	1	1	1	0			
0	1	1	1	0	0	1	0
0	1	1	1	0	1	1	1
0	1	1	1	0	1	1	1
0	1	9	1	0	1	1	1
0	1	1	1	0	1	1	1
0	0	0	1	0	0	1	1

(a) (b)

**Gambar 2. (a) citra masukan, (b) citra keluaran filter median 3 x 3**

**F. Masking**

Citra hasil segmentasi diberikan *masking* agar nantinya *background* hitam pada citra retina, tidak dihitung sebagai objek pada proses pelabelan komponen terhubung.

**4. PERCOBAAN DAN HASIL**

Tahap-tahap pengujian mengikuti langkah segmentasi yang telah dijelaskan pada pembahasan sebelumnya. Pengujian sistem segmentasi dan pelabelan komponen terhubung ini menggunakan 25 citra retina.

Pengujian terhadap segmentasi menggunakan beberapa kombinasi parameter, diantaranya adaptif histogram ekualisasi dengan  $n \times n$  daerah, ukuran  $n \times n$  window seperti pada Tabel 2, parameter T1 dan T2 (binerisasi otomatis) dan metode threshold ganda. Selisih T1 dan T2 yang digunakan adalah 20, pengujian 1 dilakukan dengan nilai T1=50 dan T2=70, pengujian 2 dilakukan dengan nilai T1=60 dan T2=80, Pengujian 3 dilakukan dengan nilai T1=70 dan T2=90, Pengujian 3 dilakukan dengan nilai T1=80 dan T2=100, dan pengujian 5 dilakukan dengan nilai T1=90 dan T2=110.

**Tabel-2. Perbandingan waktu masing-masing ukuran window**

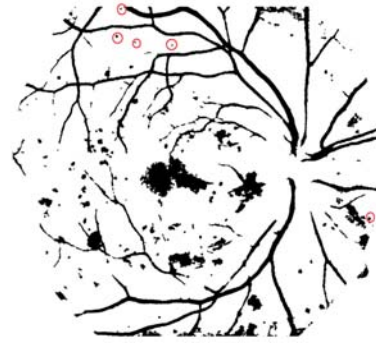
Ukuran window	Waktu ( mm:ss.ms)	
	Grayscale biasa	Grayscale Green channel
7 x 7	02:09.792	02:10.430
9 x 9	01:13.240	01:11.530
13 x 13	00:41.408	00:40.778
17 x 17	00:26.130	00:25.020
21 x 21	00:20.171	00:21.321

Hasil segmentasi kemudian dibandingkan dengan hasil pengamatan dokter antara citra retina yang asli dengan citra retina yang telah disegmentasi, kemudian dihitung secara manual kandidat mikroaneurisma pada citra asli dan dilakukan pengecekan pada citra asli yang telah disegmentasi. Analisa citra retina digital secara konvensional

dibantu oleh dr. A.A.A Sukartini D. Spm. Gambar 2 berikut adalah salah satu contoh pengecekan kandidat mikroaneurisma yang telah dilakukan.

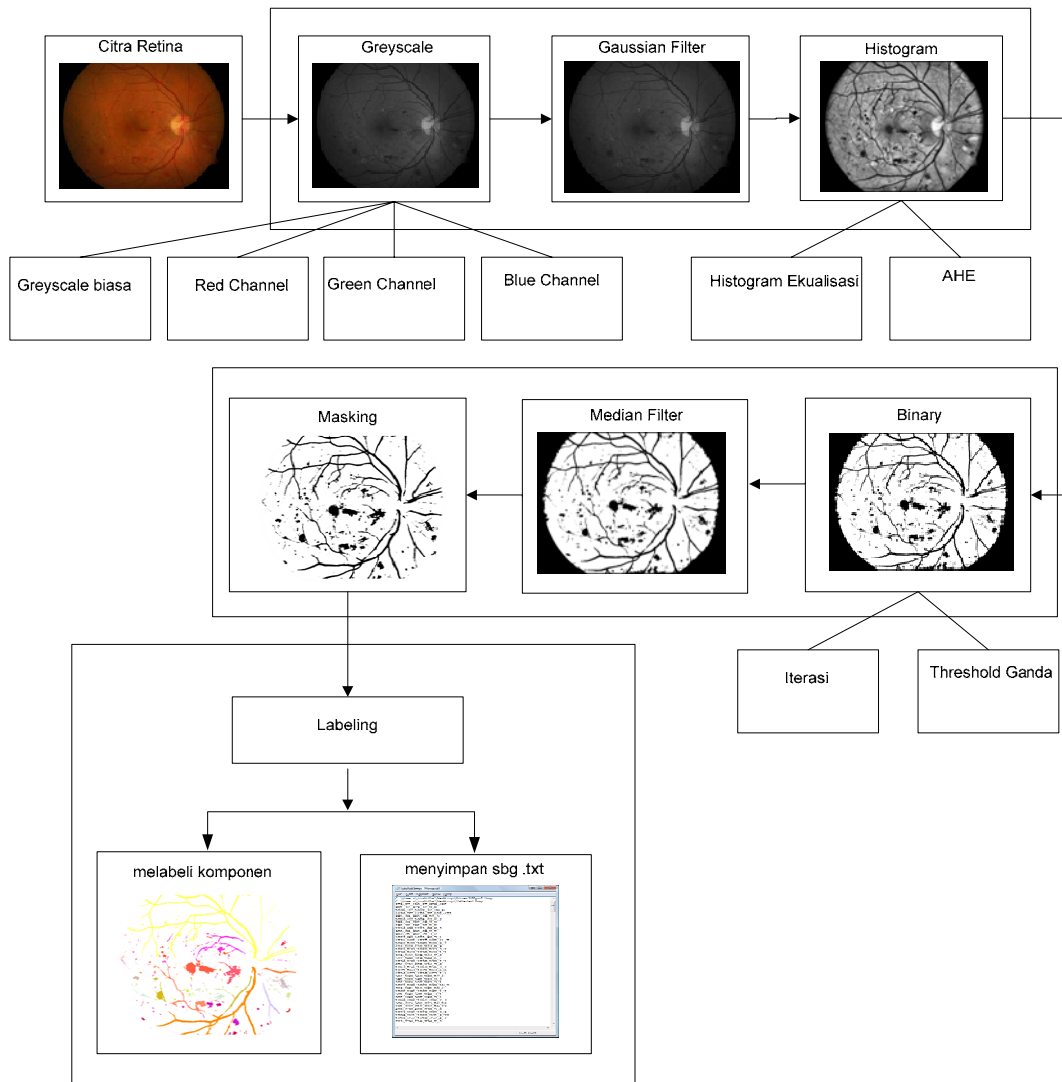


(a)



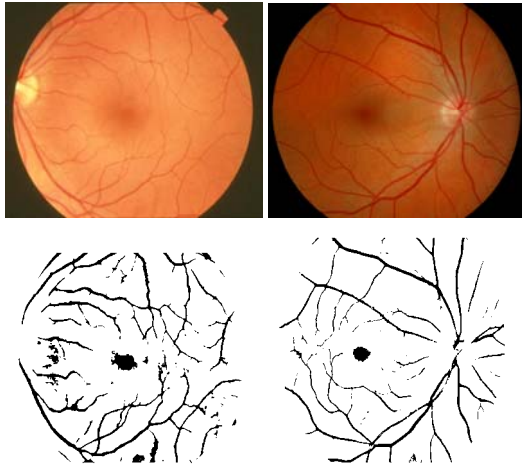
(b)

Gambar 2. Citra retina (a) yang telah ditandai mikroaneurismanya, (b) hasil segmentasi yang telah ditandai kandidat mikroaneurismanya



Gambar-3. Tahapan proses segmentasi citra retina

Berikut adalah hasil segmentasi citra retina dengan kombinasi *Grayscale green channel-Adaptif Histogram Ekualisasi 9x9-Threshold Ganda  $T1=70, T2=90$* .



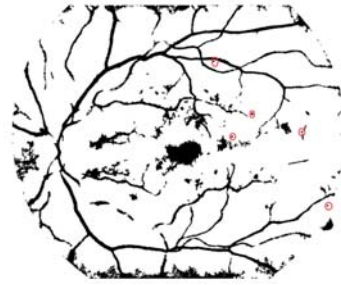
**Gambar-4.** Retina normal dan hasil pengolahan dengan kombinasi *Grayscale green channel-Adaptif Histogram Ekualisasi 9x9-Threshold Ganda  $T1=70, T2=90$*

Tabel 3 adalah hasil perbandingan antara pengamatan konvensional dari dokter dan pengamatan dari hasil segmentasi dengan kombinasi *Grayscale green channel-Adaptif Histogram Ekualisasi 9x9-Threshold Ganda  $T1=70, T2=90$* .

**Tab3.** Hasil pengamatan terhadap segmentasi citra retina dengan kombinasi *Grayscale green channel-Adaptif Histogram Ekualisasi 9x9-Threshold Ganda  $T1=70, T2=90$*

No	Image	Citra Asli	Citra Segmentasi	Akurasi Sistem
1	image001	6	6	100%
2	image002	5	5	100%
3	image003	8	7	88%
4	image004	5	5	100%
5	image005	6	5	83%
6	image006	7	6	86%
7	image007	4	4	100%
8	image008	6	6	100%
9	image009	6	5	83%
10	image010	11	10	91%
11	image011	12	11	92%
12	image012	6	6	100%
13	image013	5	5	100%
14	image014	6	6	100%
15	Image015	16	15	94%
16	image016	7	7	100%
17	image017	4	4	100%
18	image018	6	5	83%
19	image019	18	17	94%
20	image020	15	14	93%

Pada citra yang dihasilkan dengan kombinasi *Grayscale green channel-Adaptif Histogram Ekualisasi 9x9-Threshold Ganda  $T1=70, T2=90$* , kandidat mikroaneurisma dapat tersegmentasi dengan baik, walaupun ada beberapa yang tidak dapat tersegmentasi dengan baik karena mikroaneurisma tertempel pada akar mata, sehingga tidak terlihat. Gambar 5 adalah salah satu contoh penandaan kandidat mikroaneurisma pada citra hasil pengolahan dari kombinasi di atas.



**Gambar-5.** Contoh penandaan citra hasil segmentasi dengan kombinasi *Grayscale green channel-Adaptif Histogram Ekualisasi 9x9-Threshold Ganda  $T1=70, T2=90$*

## 5. SIMPULAN

Pengujian dengan menggunakan masukan berupa citra *grayscale green channel* menghasilkan citra biner paling baik bila diproses dengan *Adaptif Histogram Ekualisasi 9x9 dan Threshold Ganda dengan  $T1=70$  dan  $T2=90$*  dengan keakuratan sebesar 94%.

Perbedaan hasil pengamatan jumlah mikroaneurisma antara hasil dokter dan sistem disebabkan karena ada beberapa informasi objek yang hilang pada tahap binerisasi, selain itu ada beberapa mikroaneurisma yang menempel pada akar dan memiliki warna yang hampir sama, sehingga pada saat proses binerisasi, mikroaneurisma tersebut tidak terlihat, karena menyatu dengan akar mata. Kurang sempurnanya metode segmentasi juga mempengaruhi sehingga beberapa informasi citra tidak dapat direpresentasikan. Kelemahan sistem yang tidak mampu mendeteksi mikroaneurisma pada akar mata perlu diatasi dengan mengembangkan metode segmentasi lainnya seperti *matched filter* sehingga didapatkan hasil citra biner yang lebih baik.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Acharya Tinku, K Jay Ajoy. 2005, "*Image Processing Principles and Applications*". USA : A JOHN WILEY & SONS, MC., PUBLICATION
- [2] American Society of Hematology.-ASH 2009, "*Medical Image Bank*". <http://www.hematologyatlas.com/>. Akses tanggal : 18 Januari.

- [3] Balza Achmad, Kartika Firdausy. 2005, "*Teknik Pengolahan Citra Digital Menggunakan Delphi*". Yogyakarta: Ardi Publising.
- [4] Blekinge Institute of Technology. October 2006. "*Automatic Diagnosis Of Diabetic Retinopathy Using Fundus Images*".
- [5] Darma Putra, IKG. 2009, *Sistem Biometrika Teori dan Aplikasi*, Andi Offset : Jogjakarta
- [6] Darma Putra, IKG. 2009, "*Draf Buku Pengolahan Citra Digital*".
- [7] Jain, Anil K. 1989, "*Fundamentals of Digital Image Processing*". Singapore: Prentice Hall.
- [8] Lappeenranta University Of Technology Department Of Information Technology, June 2005, "*Retinal Image Analysis Using Machine Vision*".
- [9] Ilyas, Sidarta, Prof. dr. 1991, "*Penuntun Ilmu Penyakit Mata*". Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- [10] Robert Fisher, Simon Perkins, Ashley Walker, Erik Wolfart, "*Hypermedia Image Processing Reference (HIPR) 2*". <http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2>.