



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

**APLIKASI FILTER LOG GABOR
PADA SISTEM PENGENALAN IRIS MATA**
(*Application Log-Gabor Filter in Iris Recognition System*)

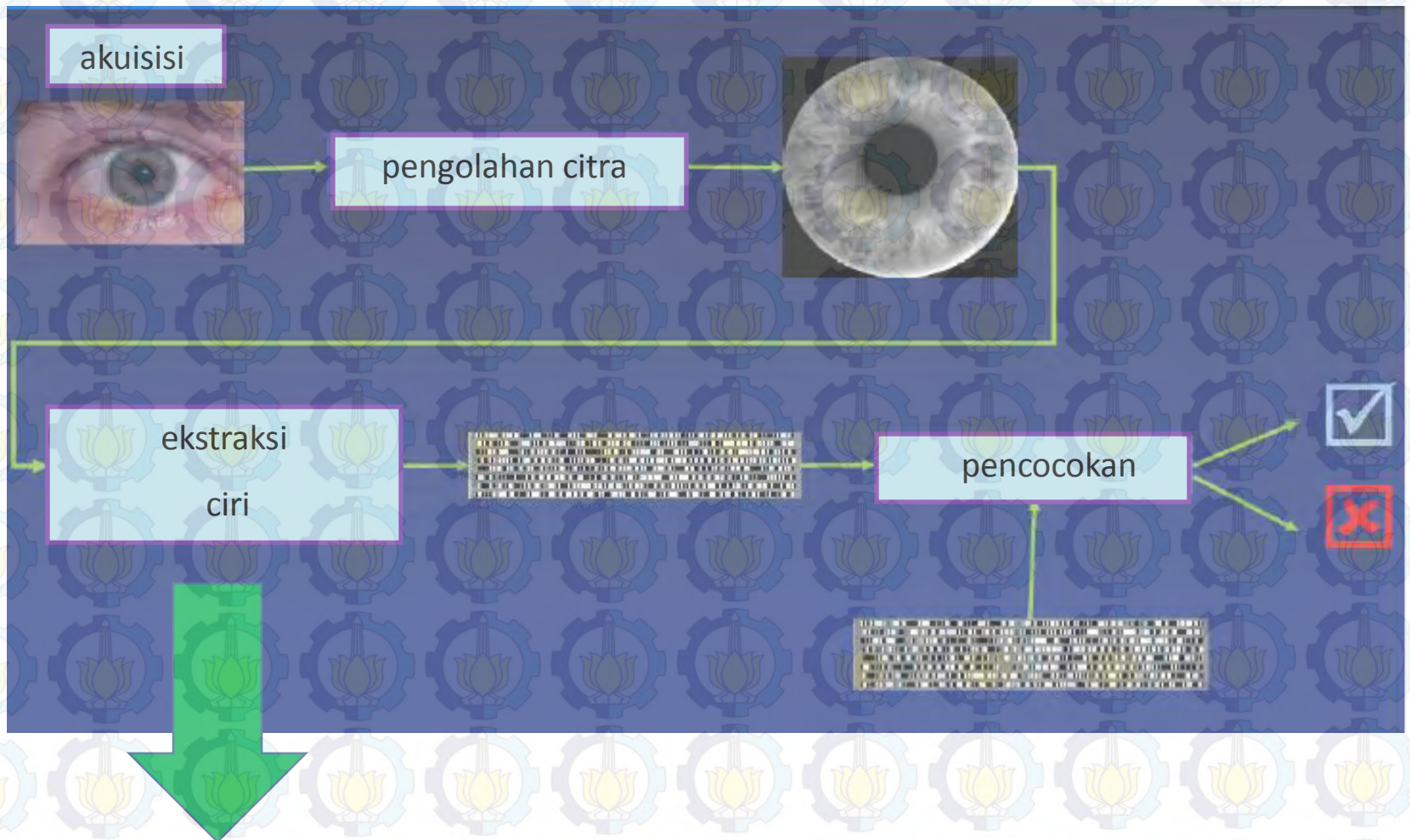
SEMINAR TUGAS AKHIR

M. RIZKY FAUNDRA
NRP 1206100051

DOSEN PEMBIMBING:
Drs. Daryono Budi Utomo, M.Si

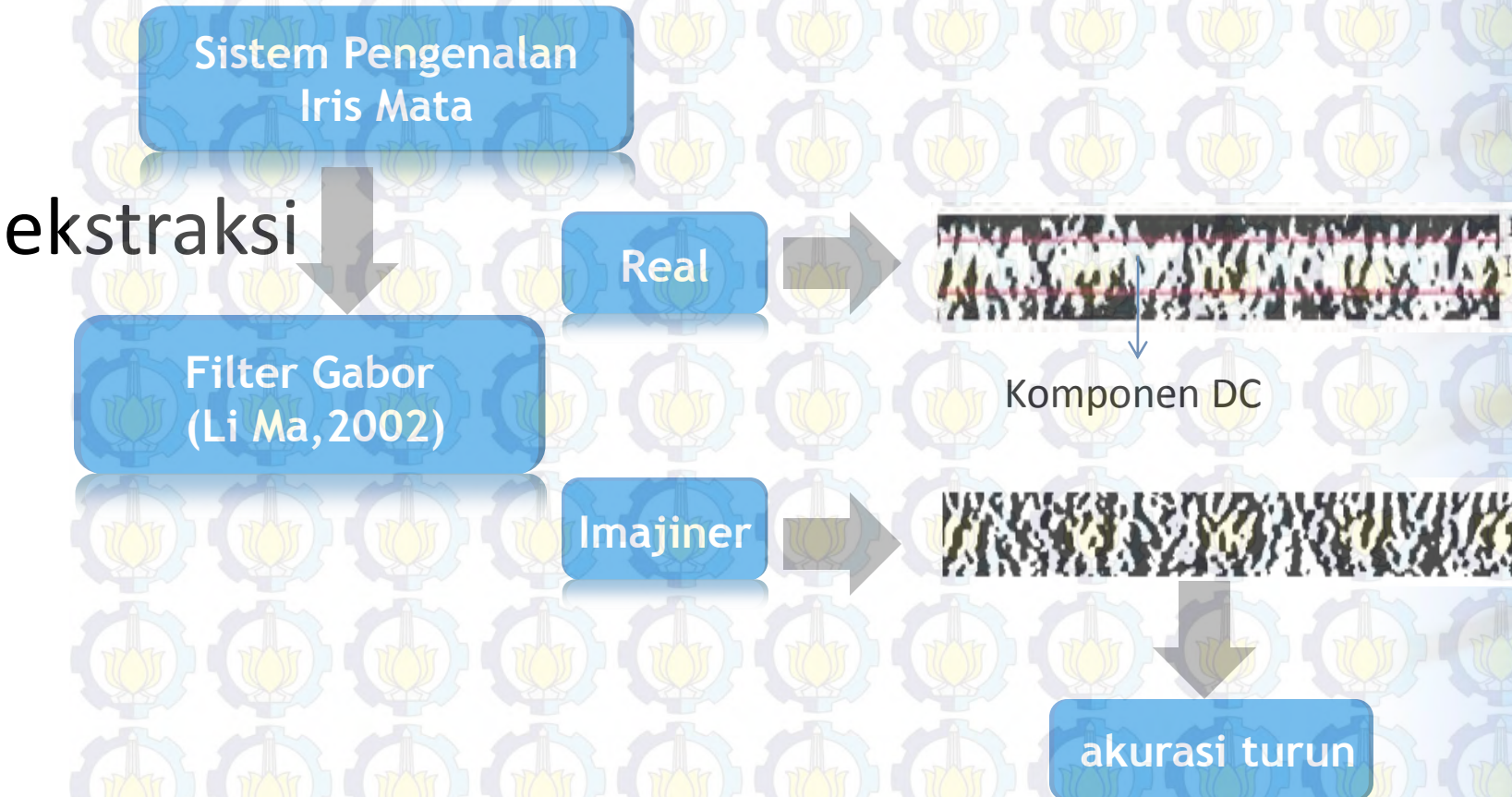
JURUSAN MATEMATIKA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2011

Sistem Pengenalan Iris Mata



mempengaruhi akurasi sistem

Latar Belakang



Pada bagian real kurang detail

Sistem Pengenalan
Iris Mata

ekstraksi

Filter Log-Gabor
(Ramy, 2003)

Real

Imajiner



akurasi naik

Pada bagian real lebih detail (tidak ada komponen DC)

Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan algoritma pra-pengolahan citra iris mata
2. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan algoritma metode Filter Log-Gabor dalam mengekstraksi citra iris mata
3. Bagaimana hasil akurasi sistem pengenalan iris mata

Batasan Masalah

1. Data citra berupa gambar iris mata dengan format bitmap (*.bmp) yang diambil dari *CASIA iris database*
2. Pengenalan dilakukan per-citra iris mata.
3. Implementasi metode pengenalan iris mata menggunakan bahasa pemrograman Matlab 7.0

Tujuan

1. Mengimplementasikan metode Filter Log-Gabor pada pengenalan iris mata dengan input data iris mata menggunakan bahasa pemrograman Matlab 7.0
2. Mendapatkan besar akurasi sistem pengenalan iris mata

Manfaat

1. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan pemilihan metode ekstraksi pada pengenalan iris mata.
2. Perangkat lunak yang dihasilkan dapat digunakan sebagai langkah awal pembuatan sistem pengenalan iris mata.

Tinjauan Pustaka

- **BIOMETRIKA**

studi tentang metode otomatis untuk mengenali manusia berdasarkan satu atau lebih bagian tubuh manusia atau perilaku dari manusia itu sendiri yang memiliki keunikan

Tinjauan Pustaka (lanjutan)

- Secara karakteristik biometrika dibagi menjadi 2 yaitu:

Berdasarkan Karakteristik Fisiologis

Contoh: Telapak Tangan, Wajah, Sidik Jari, Iris Mata, Retina Mata

Berdasarkan Karakteristik Perilaku

Contoh: Suara, Tandatangan, Gaya Berjalan, Cara Mengetik

Tinjauan Pustaka (lanjutan)

Tabel Perbandingan Karakteristik Biometrika

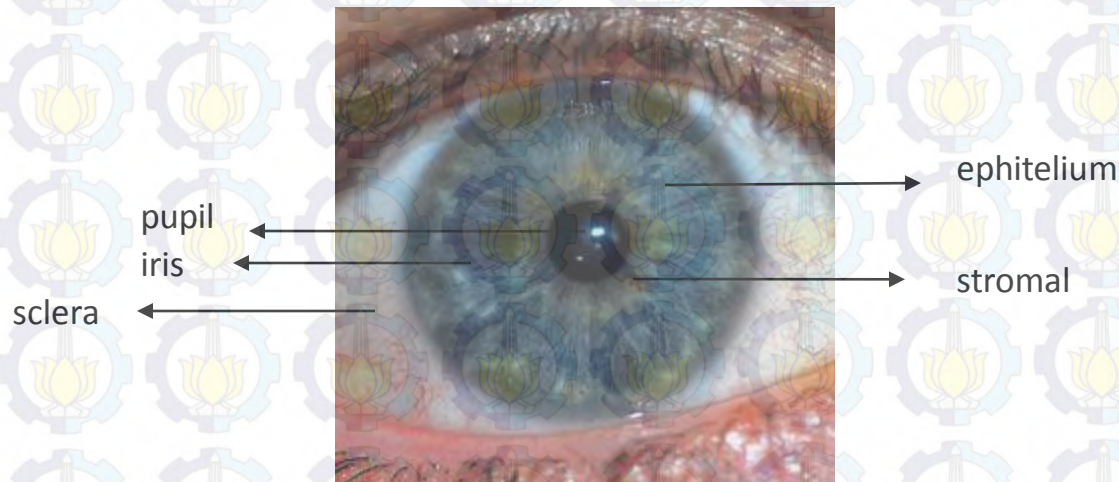
Biometrika	Sidik Jari	Wajah	Telapak Tangan	Iris Mata	Suara
Universal	Tinggi	Rendah	Sedang	Tinggi	Rendah
Membedakan	Tinggi	Sedang	Sedang	Tinggi	Rendah
Permanen	Sedang	Tinggi	Tinggi	Sedang	Sedang
Kolektabilitas	Tinggi	Rendah	Sedang	Tinggi	Rendah

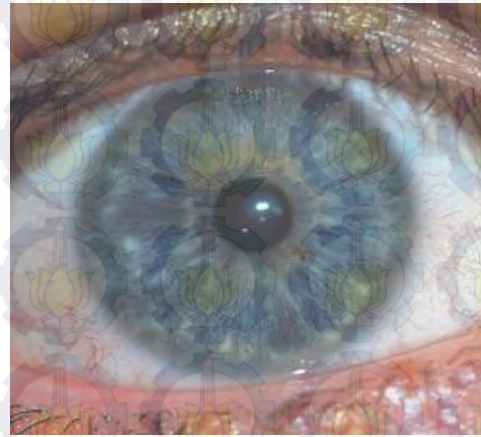
Karakteristik biometrika iris mata termasuk baik karena memiliki rata-rata yang cukup tinggi bila dibandingkan dengan karakteristik biometrika yang lain

Tinjauan Pustaka (lanjutan)

Iris Mata

Iris atau selaput pelangi pada mata merupakan bagian dari mata yang berfungsi untuk mengontrol pupil dan mengatur banyaknya cahaya yang mencapai pupil. Iris memiliki 2 layer yaitu *epithelium* layer dan *stromal* layer, kedua kombinasi layer tersebut membentuk sebuah pola warna yang sangat beragam.

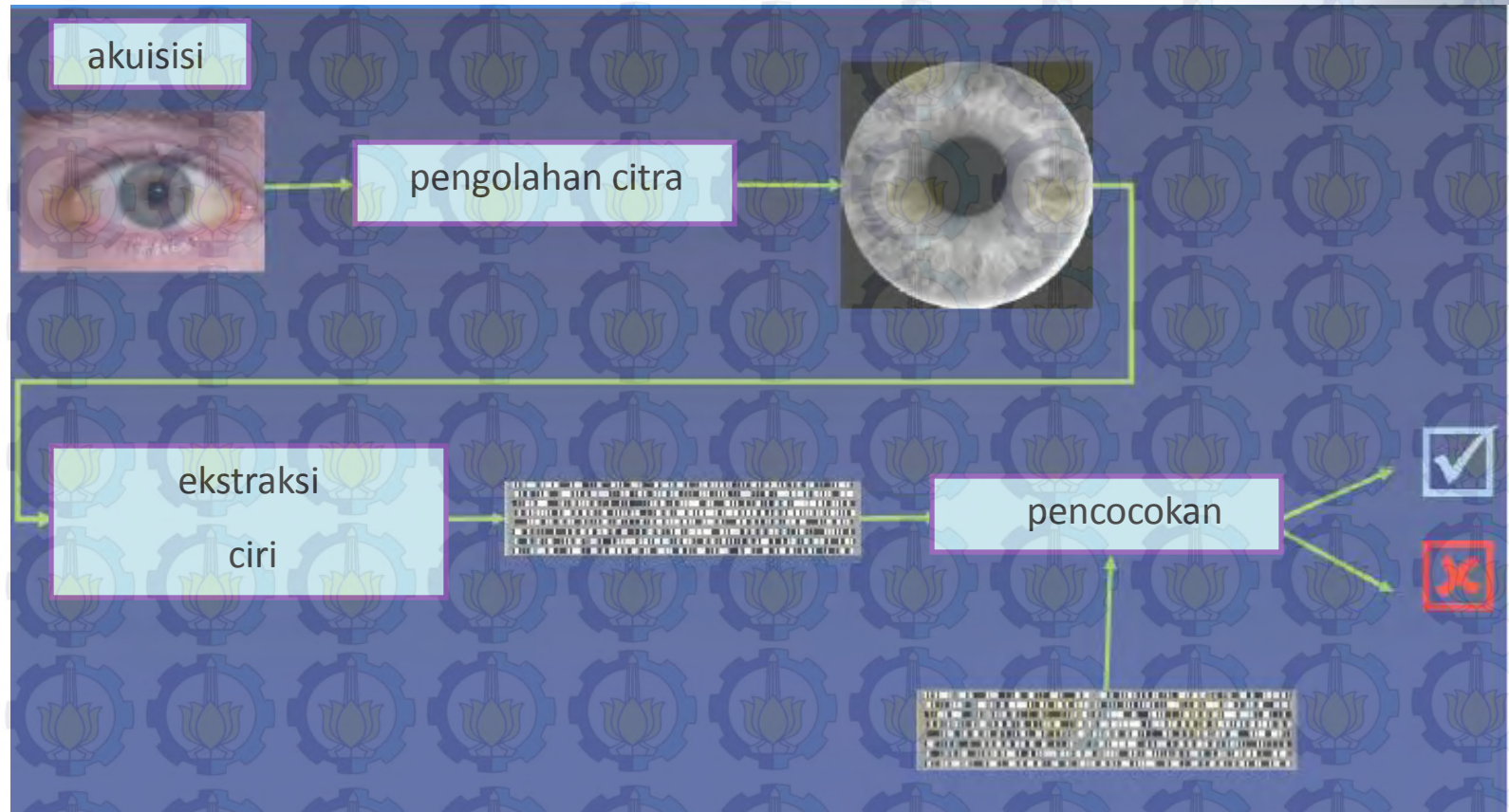




- Pola iris mata mulai terbentuk sejak bulan ke-3 kehamilan melalui proses yang dikenal dengan kekacauan morfogenesis (chaotic morphogenesis) yakni perkembangan dan reaksi jaringan secara random terhadap kondisi-kondisi lingkungan yang berubah.
- Setelah bayi berusia 1 tahun, pola iris tidak akan berubah sepanjang hidup
- Tidak ada dua iris mata yang persis sama, bahkan iris mata kanan dan kiri dari orang yang sama pun berbeda dan bersifat unik. Anak kembar yang identik memiliki pola DNA yang sama tetapi mempunyai pola iris mata yang berbeda dan benar-benar unik.

Tinjauan Pustaka (lanjutan)

Tahapan Sistem Pengenalan Iris



Tinjauan Pustaka (lanjutan)

1. Pra Pengolahan Citra

Bagian pra-pengolahan citra berfungsi melakukan pengolahan awal citra mata agar dapat diolah dengan mudah pada bagian selanjutnya yaitu ekstraksi.

Dasar dari pra-pengolahan citra adalah citra digital

Citra digital dalam bentuk matriks berukuran $M \times N$ tersusun sebagai berikut:

$$f(x,y) = \begin{pmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1,N-1) \end{pmatrix} \quad (2.1)$$

Interval citra $f(x,y)$ sebagai berikut :

$$0 \leq x \leq N-1$$

$$0 \leq y \leq M-1$$

$$0 \leq f(x,y) \leq G-1$$

dimana M = banyaknya baris pada array citra

N = banyaknya kolom pada array citra

G = banyaknya skala keabuan (*graylevel*)

Pra-pengolahan citra iris mata pada tugas akhir ini dibagi menjadi 2 tahap yaitu segmentasi dan normalisasi.

a. Segmentasi

Proses ini bertujuan untuk mengambil bagian iris pada mata.

Metode yang digunakan adalah gabungan deteksi tepi *Canny* dan Transformasi Hough.

1. Deteksi Tepi Canny

Berikut langkah-langkah deteksi tepi Canny pada iris

a. Mengurangi noise, menggunakan filter Gaussian 13x13

b. Menentukan intensitas gradien . Secara matematis penghitungan gradien sebagai berikut:

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (2.2)$$

dimana G_x = gradien ke arah sumbu- x

G_y = gradien ke arah sumbu- y

G = intensitas gradien

Setelah itu mencari arah gradien dengan rumus:

$$\theta = \arctan \frac{G_y}{G_x}$$

dimana θ adalah arah gradien

- c. Mengatur gamma, penegasan ke arah yang telah terdeteksi (pengontrasan), secara matematis sebagai berikut:

$$M = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \quad (2.4)$$

dimana I_{\max} = nilai citra intensitas maksimum

I_{\min} = nilai citra intensitas minimum

M = nilai citra intensitas rata-rata

Hasil dari pengontrasan didapat dengan rumusan sebagai berikut:

$$C = M^{1/g} \quad (2.5)$$

dimana C = citra gamma

g = nilai gamma

M = nilai citra intensitas rata-rata

- c. Non maximum suppression, penelusuran tepi yang ada di dalam arah tepi dan meredam nilai piksel yang dianggap tidak layak menjadi tepi dengan radius 1.5 dari tepi pengontrasan

- e. Hystheresis dilakukan untuk menghilangkan streaking yaitu merusakkan sekeliling tepi yang diakibatkan nilai output menjadi fluktuatif berada di atas atau bawah nilai threshold tunggal.

Syarat hystheresis:

- 1. Semua piksel diatas T1 ditandai sebagai tepi
- 2. Semua piksel yang berdekatan dengan titik yang telah ditandai sebagai tepi dan dengan nilai yang diatas T2 juga ditandai sebagai tepi.

Untuk mengetahui titik yang berdekatan dengan titik yang telah ditandai sebagai tepi digunakan 8 konektivitas

X	X	X
X	n	X
X	X	X

2. Transformasi Hough

Tujuan dilakukan transformasi ini adalah mendeteksi bentuk-bentuk lingkaran pada bagian iris dan sclera serta bagian iris dan pupil yang disebut transformasi Hough Lingkaran, sedangkan bentuk garis pada bagian kelopak mata yang disebut Transformasi Hough Linear.

a. Transformasi Hough Lingkaran

- 1. Dari deteksi tepi *Canny* diambil citra dengan batasan piksel untuk iris memiliki interval 80-150 piksel, untuk pupil memiliki interval 28-75 piksel
- 2. Membuat lingkaran di setiap tepi yang telah dibatasi
- 3. Dilakukan voting (*local maxima*) untuk mencari parameter lingkaran yaitu koordinat pusat dan jari-jari yang memenuhi persamaan lingkaran sebagai berikut:

$$x_c^2 + y_c^2 = r^2 \quad (2.6)$$

dimana x_c, y_c = koordinat pusat lingkaran

r = jari-jari lingkaran

Pada gambar 2.4 adalah ilustrasi Transformasi Hough Lingkaran



Gambar 2.4 Transformasi Hough Lingkaran

b. Transformasi Hough Linear

2. Transformasi Hough Linear

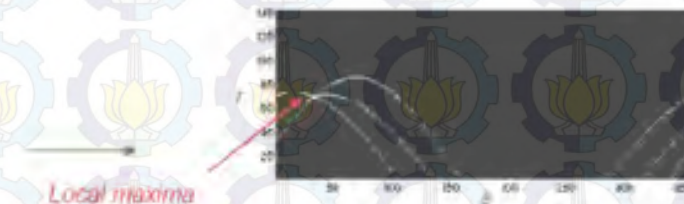
- Menentukan nilai $\theta = 0 - 179^\circ$
- Menghitung setiap piksel (x, y) dengan rumus sebagai berikut:

$$r = x \cos \theta + y \sin \theta \quad (2.7)$$

untuk semua nilai θ yang telah ditentukan sebelumnya.

- Buat array θ dan r .
- Dilakukan voting (*local maxima*) untuk mencari garis.

Langkah a dan b merupakan Transformasi Radon.
Pada gambar 2.5 adalah ilustrasi Transformasi Hough Linear.



Gambar 2.5 Transformasi Hough Linear

b. Normalisasi

Proses ini melakukan perubahan bentuk pola iris hasil segmentasi yaitu bentuk lingkaran menjadi bentuk persegi panjang. Metode yang digunakan dalam proses normalisasi ini adalah *Daughmann Rubber Sheet Model*. Secara matematis sebagai berikut:

$$r' = \sqrt{\alpha} \beta \pm \sqrt{\alpha \beta^2 - \alpha - r_1^2} \quad (2.8)$$

dimana

$$\alpha = o_x^2 + o_y^2$$

$$\beta = \cos \left(\pi - \arctan \left(\frac{o_y}{o_x} \right) - \theta \right)$$

Keterangan:

o_x = jarak antara pusat pupil dan pusat iris terhadap sb- x

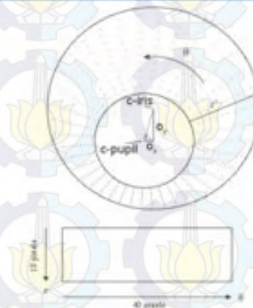
o_y = jarak antara pusat pupil dan pusat iris terhadap sb- y

r' = jarak antara tepi pupil dan tepi iris pada sudut tertentu

r_1 = jari-jari iris

θ = sudut kemiringan $[0, 2\pi]$

Pada Gambar 2.6 menunjukkan *Daughmann Rubber Sheet Model* sebagai berikut:



Gambar 2.6 *Daughmann Rubber Sheet Model*

Setelah didapatkan perubahan bentuk maka dilakukan pemetaan citra dengan rumus sebagai berikut:

$$I(x(r, \theta), y(r, \theta)) \rightarrow I(r, \theta) \quad (2.9)$$

dengan:

$$x(r, \theta) = (1 - r)x_p(\theta) + rx_i(\theta)$$

$$y(r, \theta) = (1 - r)y_p(\theta) + ry_i(\theta)$$

dimana: $x_p(\theta) = x_{op} + r_{pupil} \cos \theta$

$$y_p(\theta) = y_{op} + r_{pupil} \sin \theta$$

$$x_i(\theta) = x_{oi} + r_{iris} \cos \theta$$

$$y_i(\theta) = y_{oi} + r_{iris} \sin \theta$$

Keterangan:

x_{op} = koordinat pusat pupil pada sb- x

y_{op} = koordinat pusat pupil pada sb- y

x_{oi} = koordinat pusat iris pada sb- x

y_{oi} = koordinat pusat iris pada sb- y

θ = sudut kemiringan $|0, 2\pi|$

c. Ekstraksi

Proses ini melakukan ekstraksi terhadap hasil dari citra ternormalisasi dengan menggunakan filter Log-Gabor kemudian dikodekan dengan fase kuantisasi. Secara matematis filter Log-Gabor sebagai berikut:

$$G(f) = \exp \left(\frac{-(\log(f/f_0))^2}{2(\log(\sigma/f_0))^2} \right) \quad (2.10)$$

dimana f_0 = pusat frekuensi (1/18 Hz)

f = frekuensi (0-0.5)

σ = bandwidth

Proses filter Log-Gabor membutuhkan sinyal dari *fast fourier transform* (*fft*) yang berasal dari citra template, secara matematis *fft* dirumuskan sebagai berikut:

$$X_k = \sum_{j=1}^N x_n \omega_N^{(j-1)(k-1)} \quad (2.11)$$

dimana: $k = 1, \dots, N$

$$\omega_N = e^{(-2\pi i/N)}$$

Keterangan:

x_n = nilai matriks yang ke-n pada citra template

N = banyaknya citra

Langkah selanjutnya dilakukan konvolusi antara sinyal dengan frekuensi Log-Gabor sehingga membentuk citra *fft*. Hasil filter Log-Gabor berupa citra *inverse fast fourier transform (ifft)* dari hasil konvolusi antara citra *fft* dengan frekuensi Log-Gabor, secara matematis *ifft* dirumuskan sebagai berikut:

$$x(j) = (1/N) \sum_{k=1}^N X_k \omega_N^{-(j-1)(k-1)} \quad (2.12)$$

dimana: $k = 1, \dots, N$
 $\omega_N = e^{(-2\pi/N)}$

Keterangan:

X_k = nilai matriks yang ke- k pada citra hasil konvolusi dengan sinyal Log-Gabor

N = banyaknya citra

Selanjutnya dilakukan fase kuantisasi terhadap hasil filter Log-Gabor (h). Kedua langkah ekstraksi diatas dirumuskan secara matematis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} h_{Re} &= 1, \text{Re}(ifft(G(f) * fft(template))) \geq 0 \\ h_{Re} &= 0, \text{Re}(ifft(G(f) * fft(template))) \leq 0 \\ h_{Im} &= 1, \text{Im}(ifft(G(f) * fft(template))) \geq 0 \\ h_{Im} &= 0, \text{Im}(ifft(G(f) * fft(template))) \leq 0 \end{aligned} \quad (2.13)$$

Cara yang sama dilakukan untuk mendapatkan kode mask (m). Secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

Cara yang sama dilakukan untuk mendapatkan kode mask (m). Secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} m_{Re} &= 1, \text{abs}(\text{ifft}(G(f) * \text{fft}(\text{imagefft}))) > 0.0001 \\ m_{Re} &= 0, \text{abs}(\text{ifft}(G(f) * \text{fft}(\text{imagefft}))) \leq 0.0001 \end{aligned} \quad (2.14)$$

d. Pencocokan

Proses ini melakukan pe dimana $\text{abs} = \sqrt{\text{Re}^2 + \text{Im}^2}$, kemudian dihitung jarak diantara kedua kode tersebut. Pada proses ini dilakukan dengan menggunakan metode jarak Hamming (*Hamming Distance*).

Secara matematis dirumuskan sebagai berikut:

$$HD = \frac{1}{N - \sum_{k=1}^N X_{n_k} \otimes Y_{n_k}} \sum_{j=1}^N (X_j \otimes Y_j) \cap (X_{n_j} \cap Y_{n_j}) \quad (2.15)$$

dimana X_j = kode bit template I

Y_j = kode bit template II

X_n = kode bit mask I

Y_n = kode bit mask II

N = jumlah bit pada tiap template

\otimes = operator XOR

Karena ada ketidak konsistenan ketika mencocokkan 2 iris yang sama yang disebabkan pengambilan iris ke kiri dan ke kanan maka dilakukan (*shiftbit*) sebanyak 16 bit ke kiri dan 16 bit ke kanan kemudian dilakukan pencarian Jarak Hamming paling kecil.

Sebelum memutuskan cocok atau tidak cocok maka digunakan nilai ambang terlebih dahulu sebesar 0.4 [5] artinya jika Jarak Hamming kurang dari sama dengan 0.4 maka cocok dan jika lebih dari 0.4 maka tidak cocok

e. Perbandingan Akurasi

Perbandingan akurasi diukur dengan melihat besar *EER* (*Error Equal Rate*) pada grafik *ROC* (*Receiver Operation Characteristic*).). Grafik *ROC* pada tugas akhir ini terdiri atas *FAR* (*False Acceptance Rate*) dan *FRR* (*False Rejection Rate*) dengan *threshold*.

1. FAR

adalah angka kesalahan yang diterima sistem

$$FAR = \frac{\text{jumlah kesalahan penerimaan}}{\text{jumlah beda}} \times 100\% \quad (2.16)$$

2. FRR

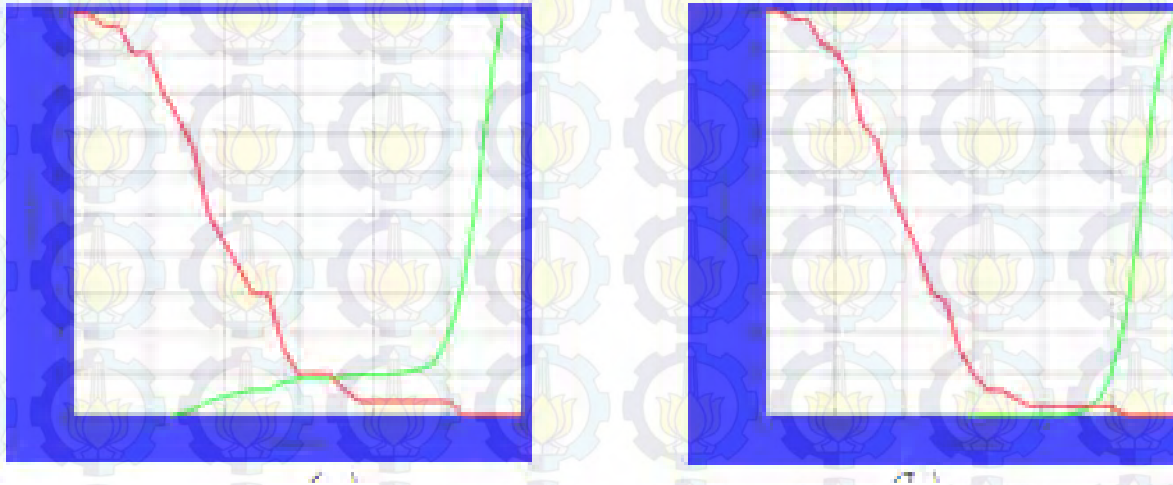
adalah angka kesalahan yang ditolak sistem

$$FRR = \frac{\text{jumlah kesalahan penolakan}}{\text{jumlah sama}} \times 100\% \quad (2.17)$$

3. EER

- **adalah angka kesalahan yang sama antara FAR dan FRR.** Pada grafik *ROC*, *EER* berada pada titik pertemuan *FAR* dan *FRR*

f. Perbandingan grafik ROC



FAR dinyatakan dengan garis berwarna hijau sedangkan *FRR* dinyatakan dengan garis berwarna merah, grafik(a) terlihat bahwa *EER* sebesar 9 % sedangkan pada grafik (b) *EER* sebesar 2 % sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem pada grafik (b) lebih akurat dari pada grafik (a).

g. Mengukur Tingkat Akurasi

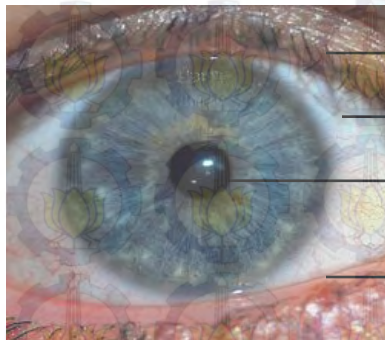
$$GAR = (1 - FRR) \times 100 \% \quad (2.18)$$

Perancangan Perangkat Lunak

a. Rancangan Segmentasi

Proses ini mendeteksi dan mengambil bagian tepi iris dan sclera serta iris dan pupil. Terdapat 3 bagian dalam proses ini:

1. Deteksi Tepi Iris dan Pupil
2. Deteksi Tepi Iris dan Sclera
3. Menutup kelopak mata dan bulu mata

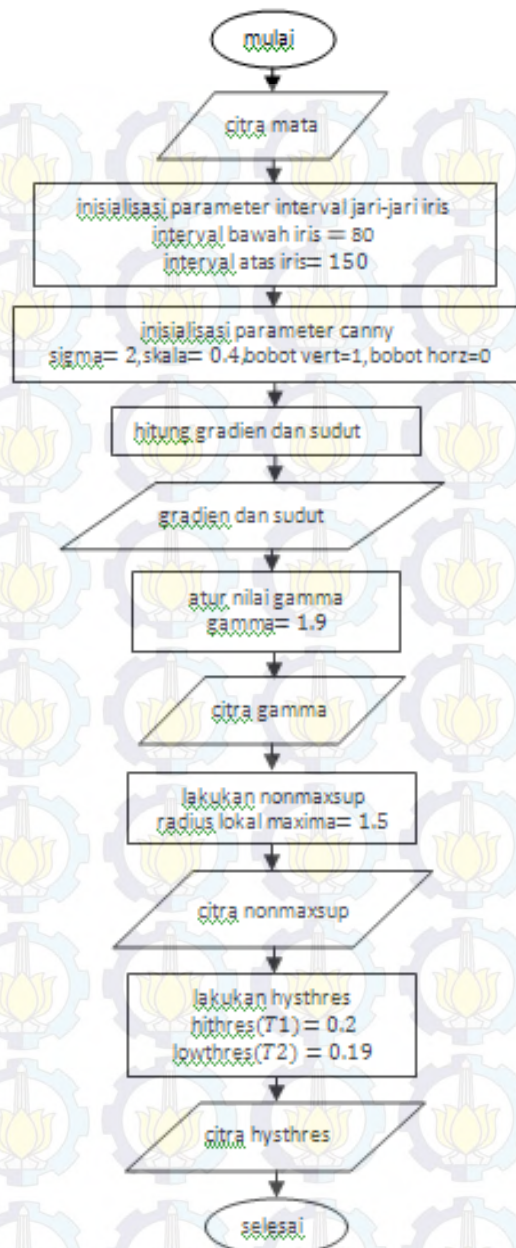


mata

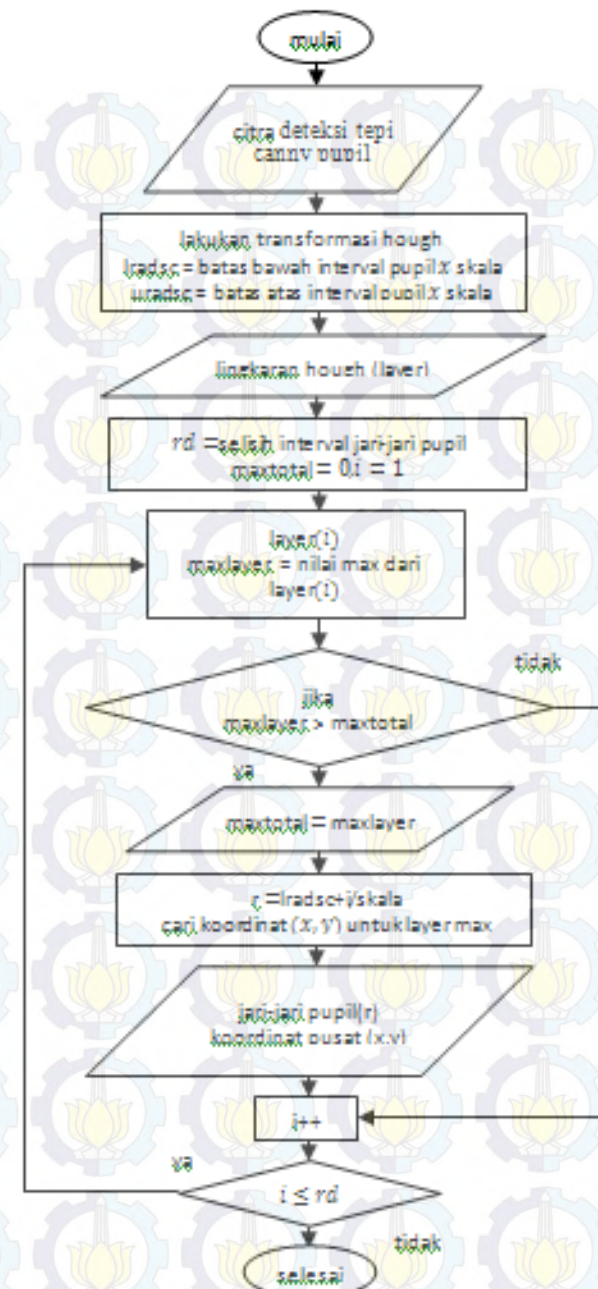
iris dan sclera

iris dan pupil

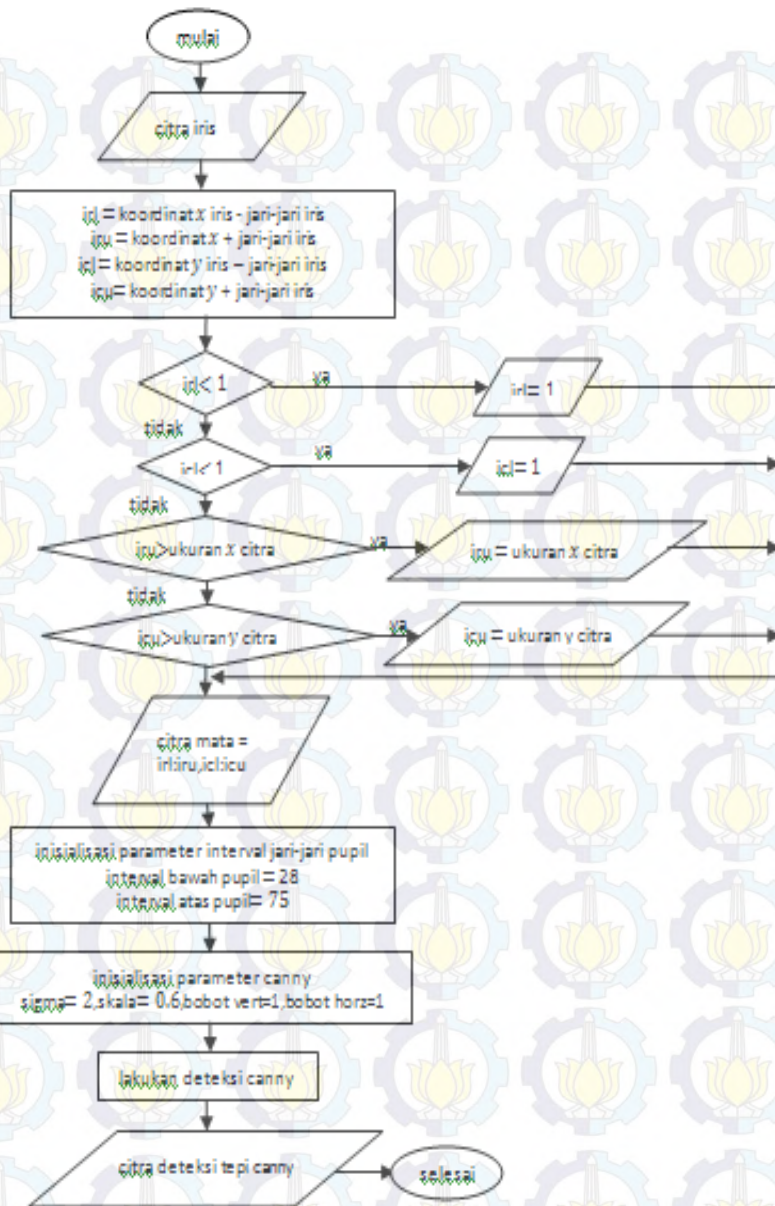
kelopak mata



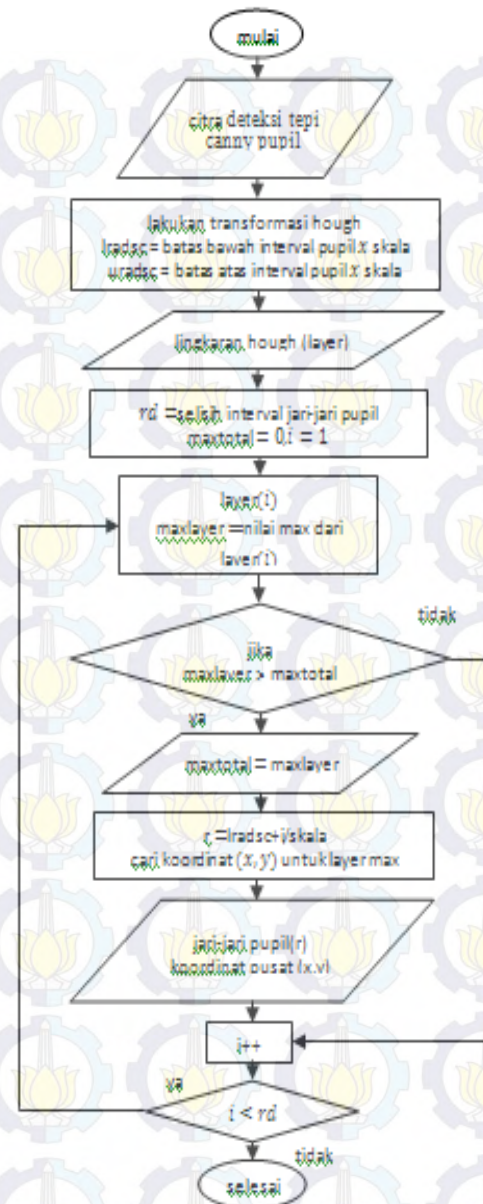
Gambar 4.1 Algoritma Deteksi Tepi Canny Untuk Iris dan Sclera



Gambar 4.2 Algoritma Deteksi Lingkaran Untuk Iris dan Sclera



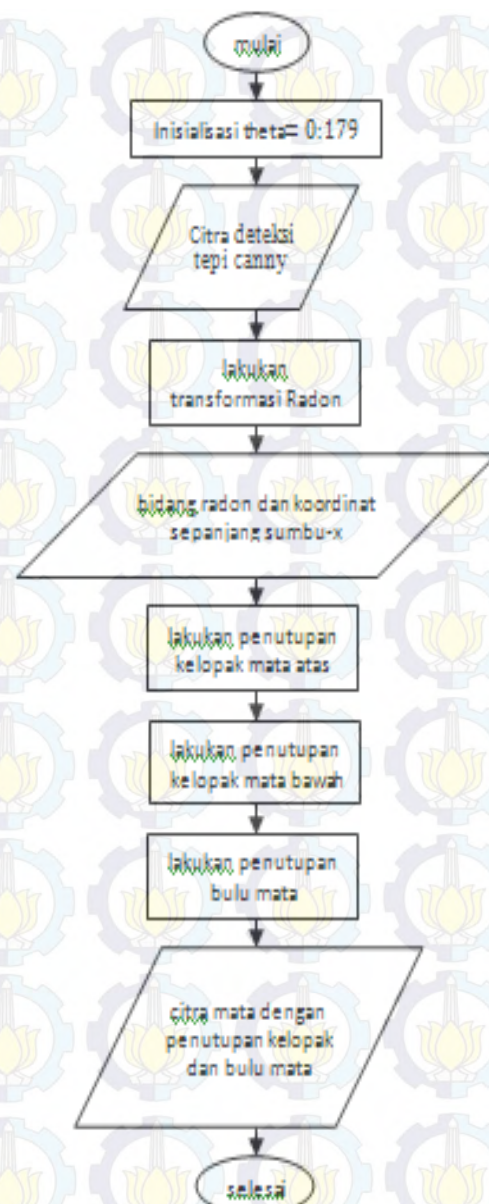
Gambar 4.3. Algoritma Deteksi Tepi Canny Untuk Iris dan Pupil



Gambar 4.4 Algoritma Deteksi Lingkaran Untuk Iris dan Pupil



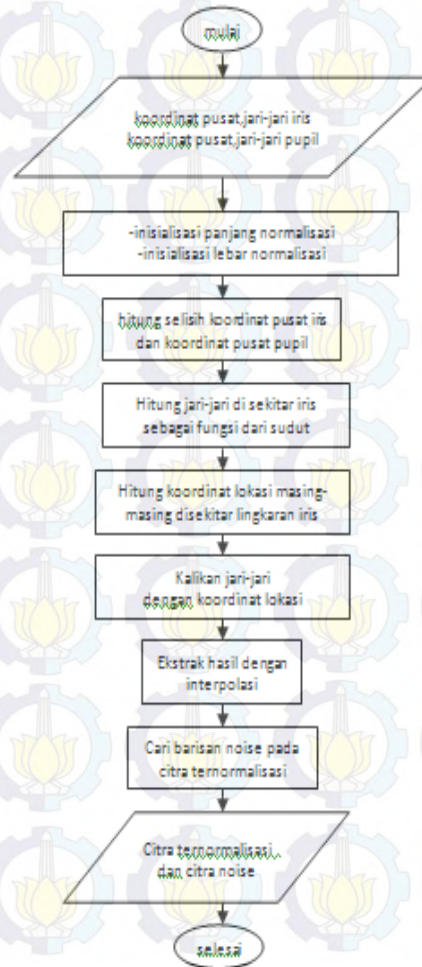
Gambar 4.5 Algoritma Deteksi Tepi Canny
Untuk Menutup Kelopak Mata dan Bulu Mata



Gambar 4.6 Algoritma Penutupan Kelopak Mata dan Bulu Mata

b. Rancangan Normalisasi

Pada proses normalisasi dilakukan perubahan bentuk dari bentuk lingkaran yang berasal dari proses segmentasi ke bentuk persegi panjang. Proses ini dilakukan agar bagian iris mudah untuk diekstraksi. Berikut algoritma normalisasi

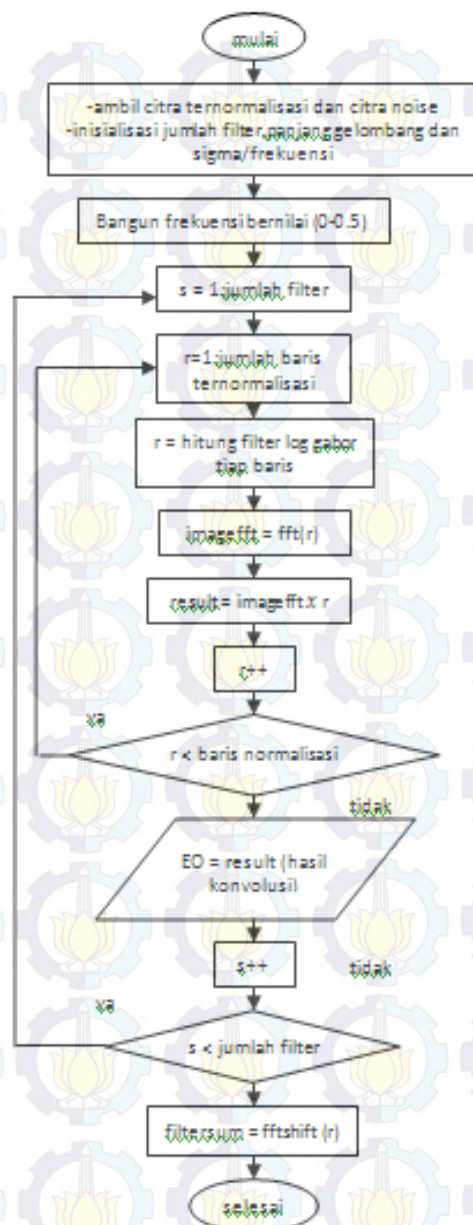


Gambar 4.7 Algoritma Normalisasi

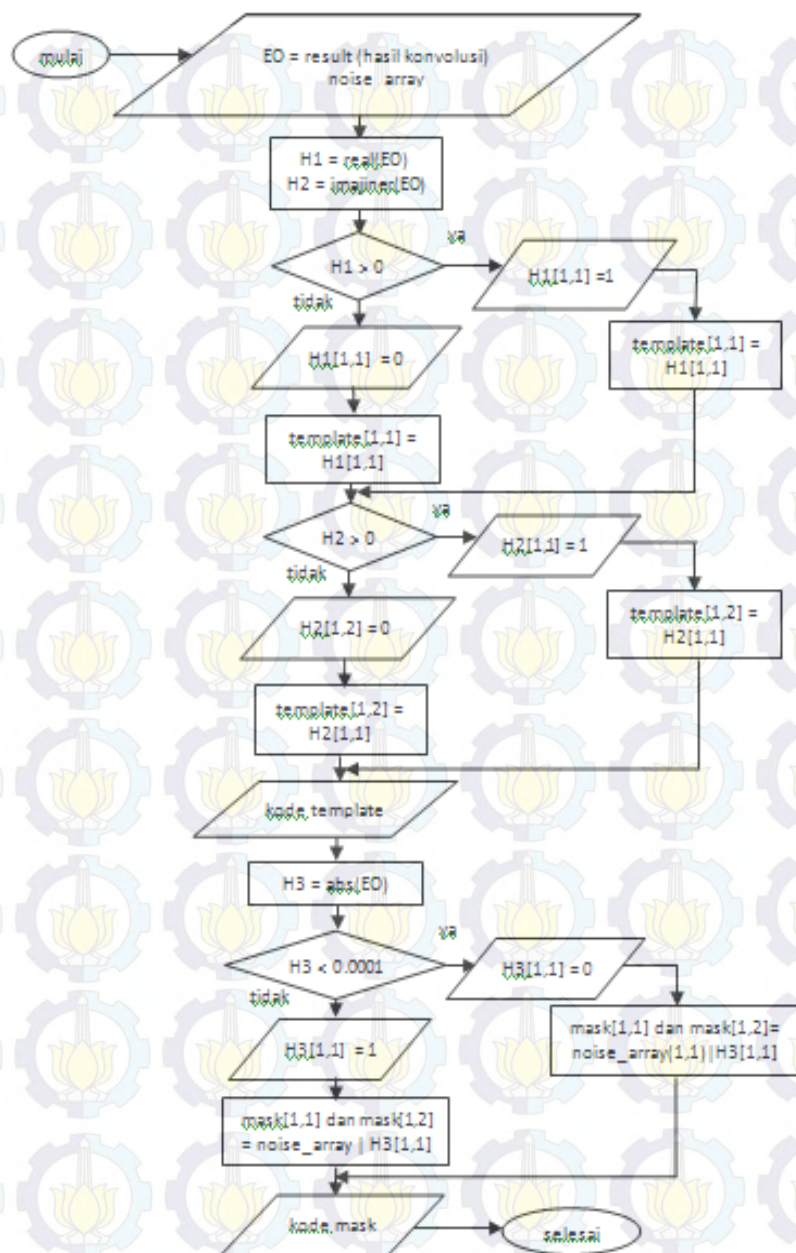
c. Rancangan Ekstraksi

Pada proses ekstraksi citra ternormalisasi dan citra noise diekstraksi untuk kemudian diambil kode dengan menggunakan filter log-gabor.

Perancangan algoritma pada proses ekstraksi dibagi menjadi 2 yaitu tahap konvolusi dengan filter log gabor kemudian tahap pengkodean dengan fase kuantisasi.



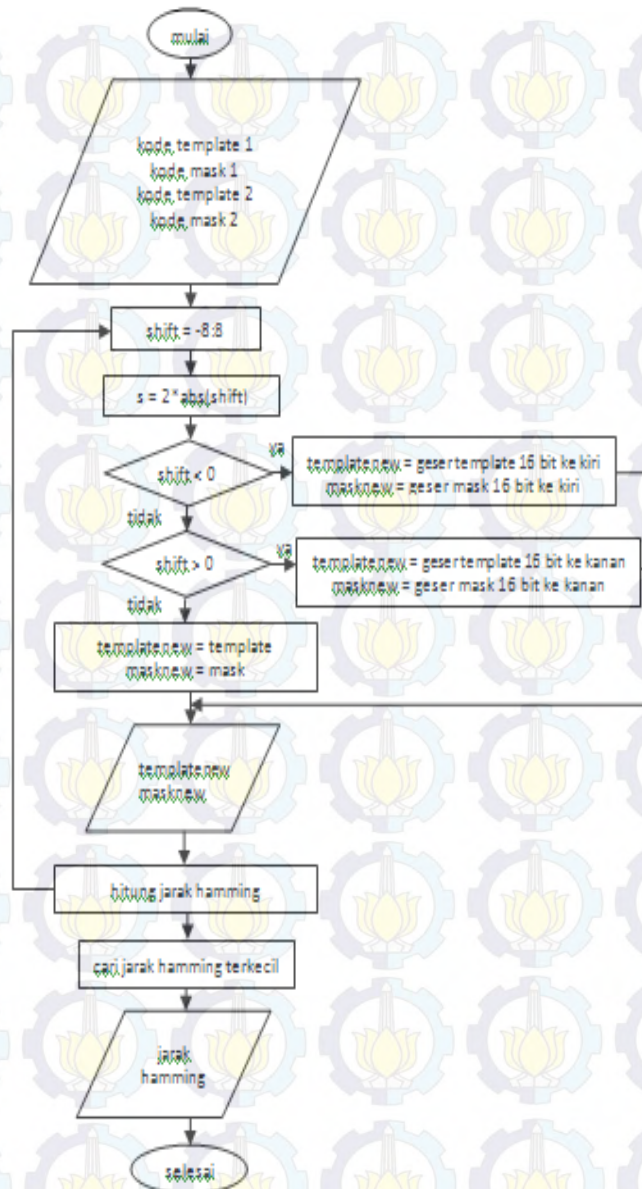
Gambar 4.8 Algoritma Konvolusi dengan Filter Log-Gabor



Gambar 4.9 Algoritma Pengkodean dengan Fase Kuantisasi

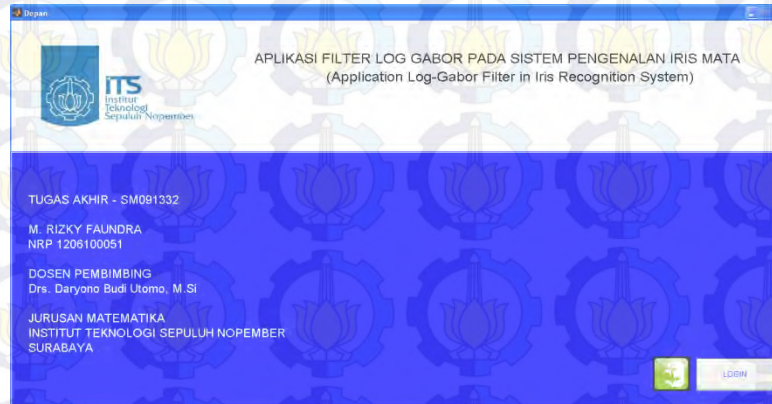
d. Rancangan Pencocokan

Pada proses pencocokan (*matching*) digunakan metode *Modified Hamming Distance* (Jarak Hamming Termodifikasi). Inputan dari proses ini adalah 2 kode template dan 2 kode mask yang berasal dari proses ekstraksi yang merepresentasikan 2 citra iris. Jadi proses ini mencocokkan kesamaan 2 citra iris, semakin kecil nilai Jarak Hamming maka semakin cocok 2 citra iris tersebut. Pergeseran bit dilakukan karena 2 citra iris yang sama bisa berbeda disebabkan pengambilan citra iris yang berubah posisi sedikit ke kiri atau ke kanan. Pergeseran bit pada proses ini diambil sebanyak 16 bit masing-masing ke kiri dan ke kanan [5]



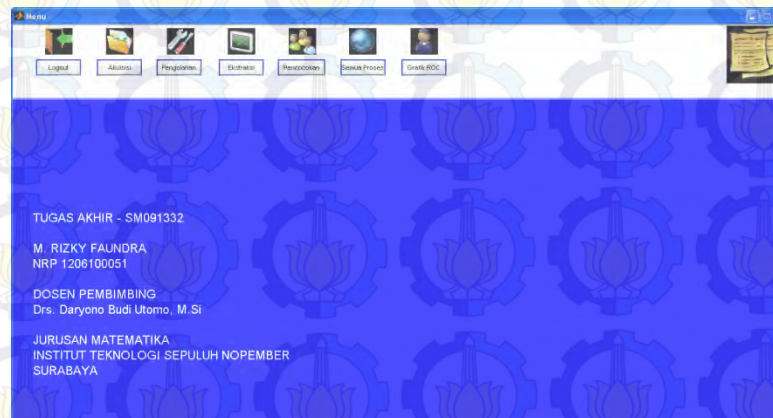
Gambar. 4.10 Algoritma Pencocokan

Implementasi Perangkat Lunak



Gambar 4.11 Tampilan Depan Program

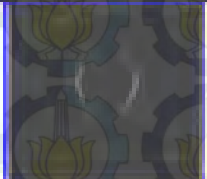

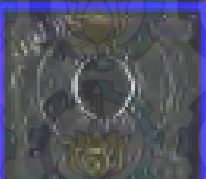






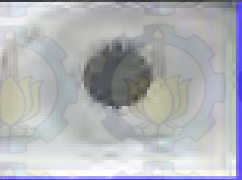
Tampilan menu utama program terdiri atas tombol logout, akuisisi, pengolahan, ekstraksi, pencocokan, semua proses dan grafik ROC yang dapat dilihat pada Gambar 4.12 berikut.



Gambar 4.12 Tampilan Menu Utama Program

Uji Coba Pengolahan

Tabel 5.1 Hasil Pengolahan Citra Mata

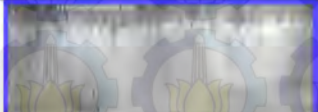
Hasil Segmentasi (Deteksi)				
Gradien	Gamma	Non-maxsup	Hysthresh	Segmentasi
				
				

Uji Coba Pengolahan

Tabel 5.2 Hasil Menutup Bagian Kelopak Mata

Hasil Menutup Kelopak Mata	
Segmentasi	Menutup Kelopak Mata
	

Tabel 5.3 Hasil Normalisasi

Hasil Normalisasi	
Template	Mask
	

Tabel 5.4 Koordinat Pusat dan Jari-Jari Iris

Hasil Koordinat Pusat dan Jari-Jari Iris	
Koordinat Pusat Iris	168,125
Jari-Jari Iris	110

Tabel 5.5 Koordinat Pusat dan Jari-Jari Pupil

Hasil Koordinat Pusat dan jari-Jari Pupil	
Koordinat Pusat Pupil	127,163
Jari-Jari Pupil	48

Uji Coba Ekstraksi

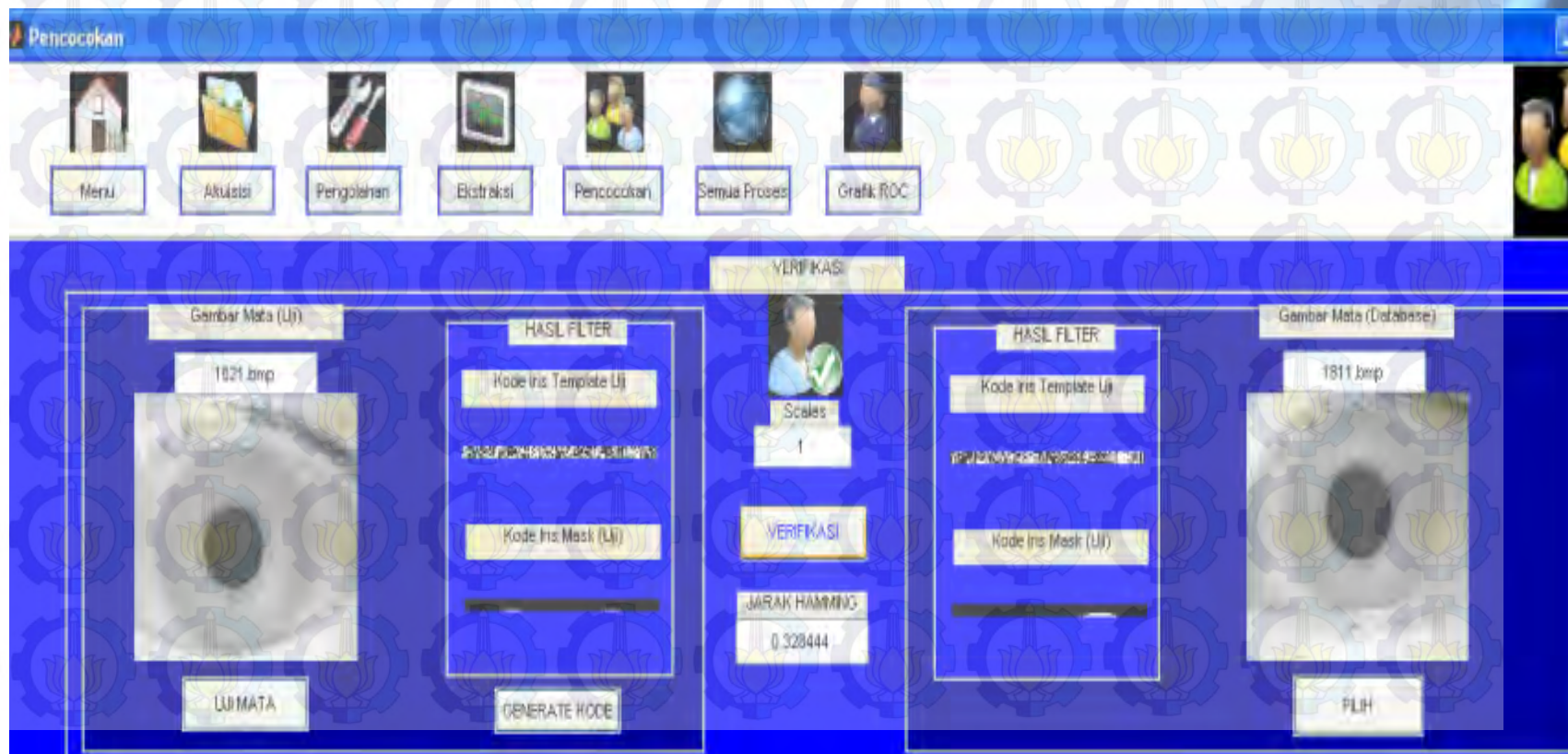
Tabel 5.6 Hasil Ekstraksi

Hasil Ekstraksi	
Template	
Mask	

Uji Coba Pencocokan

a. Uji Verifikasi

Pengujian verifikasi dilakukan untuk mencocokkan citra mata uji yang sama dengan citra mata di database.



Uji Coba Pencocokan

b. Uji Identifikasi

Proses identifikasi dilakukan untuk mengetahui apakah mata yang diujikan berada di dalam database



Uji Akurasi

Pada bagian ini dilakukan pengujian akurasi sistem pengenalan iris mata dengan melihat besar *EER (Error Equal Rate)*. Proses pengujian dibagi menjadi 2 yaitu pengujian internal dan pengujian eksternal. Pengujian internal adalah pengujian terhadap perubahan parameter filter Log-Gabor, sedangkan pengujian eksternal adalah pengujian terhadap gangguan yang terjadi pada citra mata, gangguan pada citra mata disimulasikan sebagai citra mata yang teriluminasi oleh cahaya blitz pada kamera yang menyebabkan bagian iris menjadi berkurang.

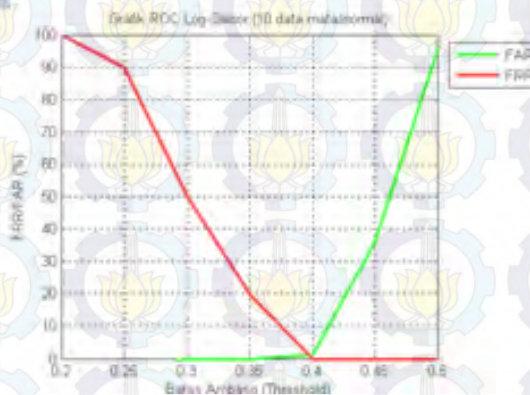
Uji Akurasi

1. Uji Internal

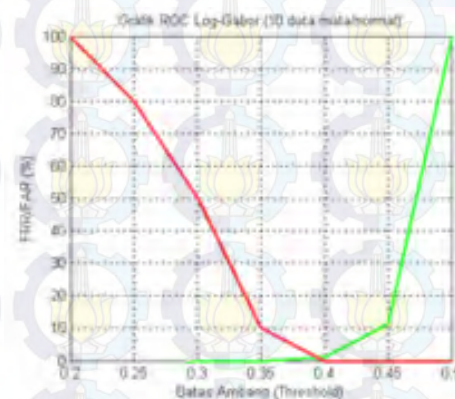
Uji internal adalah pengujian terhadap perubahan parameter filter Log-Gabor. Parameter sigma/frekuensi pusat memiliki 2 variasi nilai yaitu 0.3, 0.5 sedangkan jumlah filter dan panjang gelombang tetap.

**Untuk sigma/frekuensi = 0.3
dengan 10 data mata (normal)**

mal)

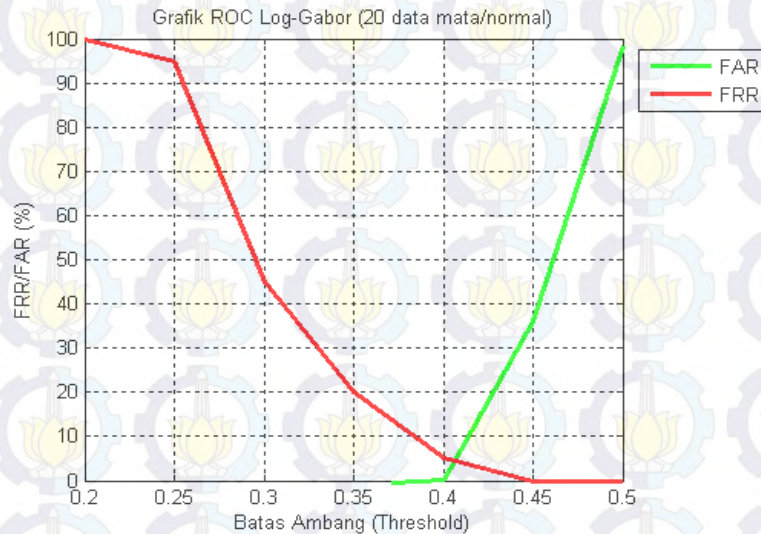


**Untuk sigma/frekuensi = 0.5
dengan 10 data mata (normal)**

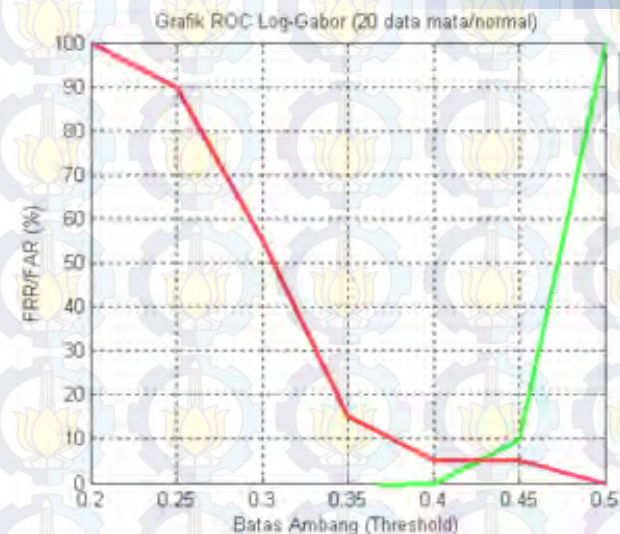


Kedua grafik diatas memiliki kesamaan EER yaitu 1 % yang berarti kedua parameter diatas bisa dipakai pada 10 data mata. Dengan cara yang sama untuk 20 dan 30 data mata

Untuk sigma/frekuensi = 0.3
dengan 20 data mata (normal)

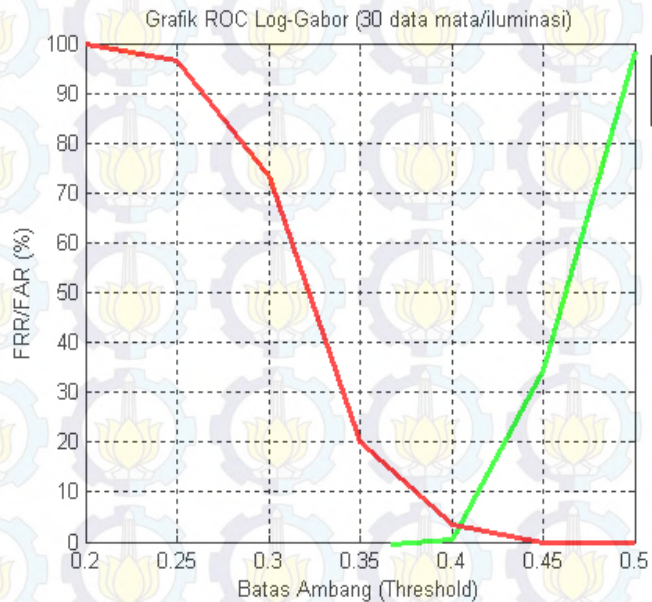


Untuk sigma/frekuensi = 0.5
dengan 20 data mata (normal)

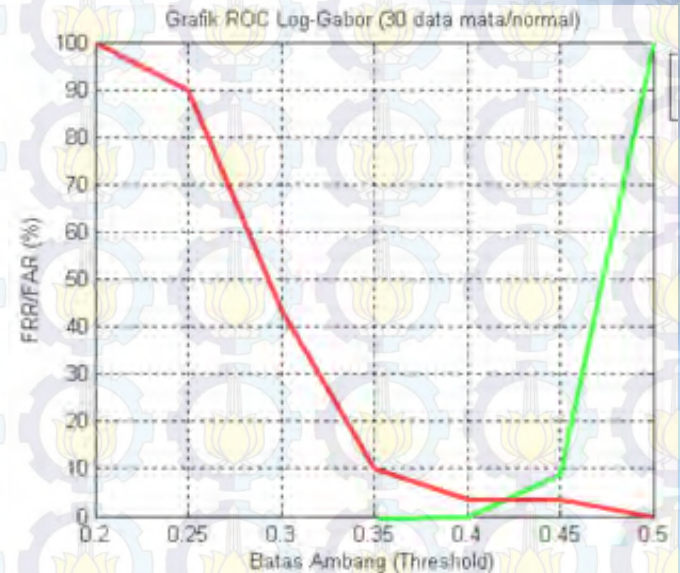


Kedua grafik diatas memiliki *EER* yang nilainya tidak jauh berbeda. Parameter sigma/frekuensi dengan nilai 0.3 memiliki *EER* = 4% sedangkan parameter sigma/frekuensi dengan nilai 0.5 memiliki *EER* = 5 %.

Untuk $\sigma/\text{frekuensi} = 0.3$
dengan 30 data mata (normal)



Untuk $\sigma/\text{frekuensi} = 0.5$
dengan 30 data mata (normal)

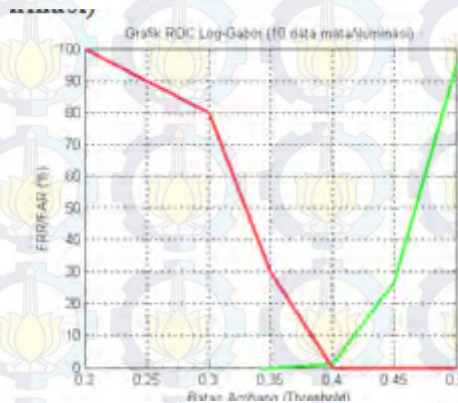


Kedua grafik ROC diatas memiliki *EER* masing-masing 3.5 % untuk $\sigma/\text{frekuensi} = 0.3$ dan 4 % untuk $\sigma/\text{frekuensi} = 0.5$.

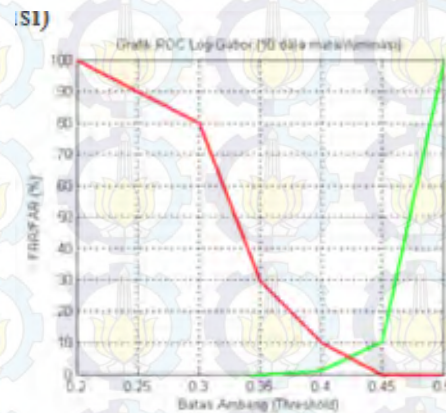
1. Uji Eksternal

Uji eksternal pengujian terhadap gangguan yang terjadi pada citra mata, gangguan pada citra mata disimulasikan sebagai citra mata yang teriluminasi oleh cahaya blitz pada kamera yang menyebabkan bagian iris menjadi berkurang

**Untuk sigma/frekuensi = 0.3
dengan 10 data mata (iluminasi)**

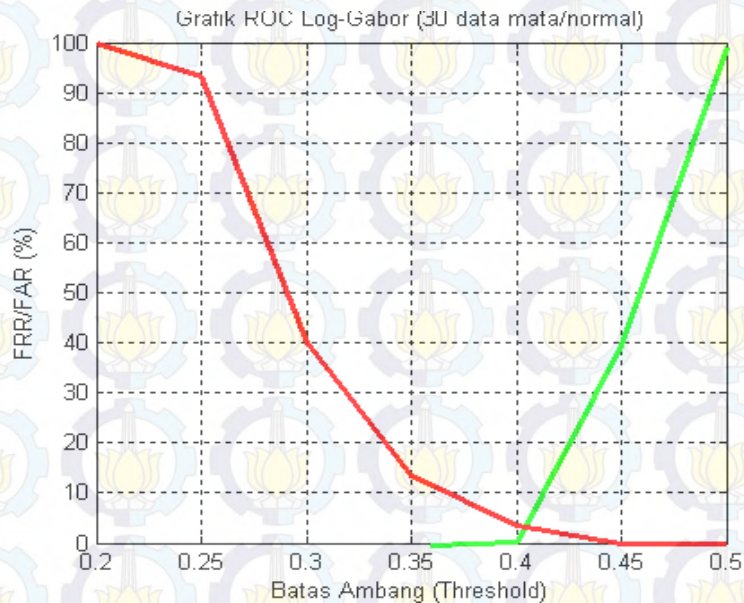


**Untuk sigma/frekuensi = 0.5
dengan 10 data mata (iluminasi)**

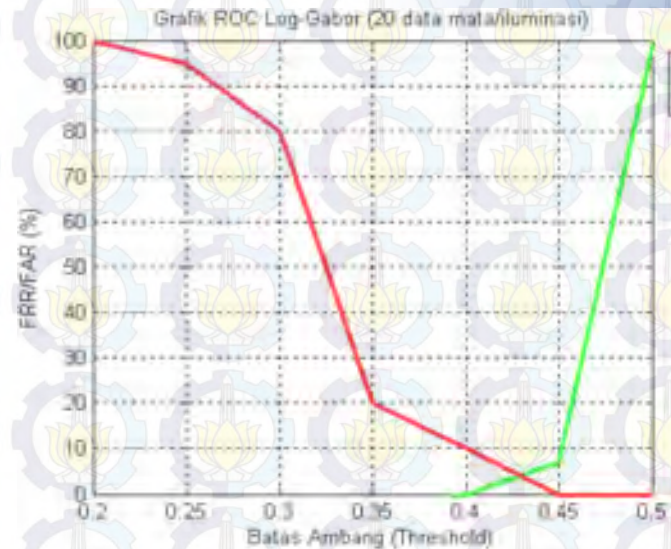


Kedua grafik diatas memiliki EER masing-masing yaitu 1 % untuk sigma/frekuensi 0.3 dan 5% untuk sigma/frekuensi = 0.5. Jadi dapat disimpulkan bahwa sigma/frekuensi = 0.3 memiliki akurasi yang baik pada 10 data mata. Dengan cara yang sama untuk 20 dan 30 data mata.

Untuk $\sigma/\text{frekuensi} = 0.3$
dengan 20 data mata (iluminasi)

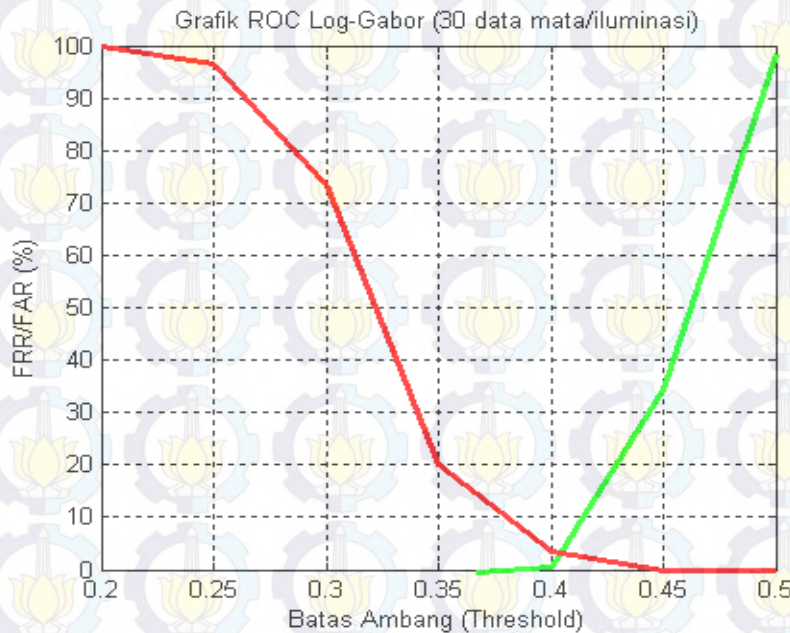


Untuk $\sigma/\text{frekuensi} = 0.5$
dengan 20 data mata (iluminasi)

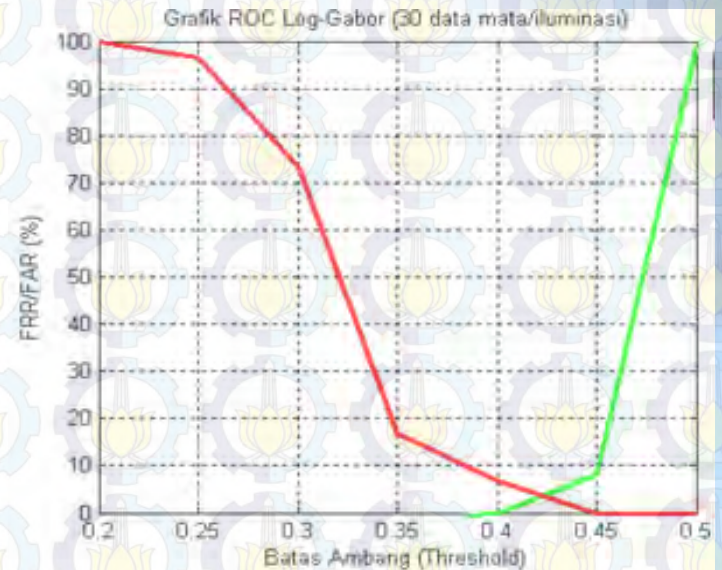


Kedua grafik ROC diatas memiliki EER yang sama yaitu 4.2 % untuk $\sigma/\text{frekuensi} = 0.3$ dan $\sigma/\text{frekuensi} = 0.5$

Untuk $\sigma/\text{frekuensi} = 0.3$
dengan 30 data mata (iluminasi)



Untuk $\sigma/\text{frekuensi} = 0.5$
dengan 30 data mata (iluminasi)



Kedua grafik ROC diatas memiliki *EER* masing-masing 3.5 % untuk $\sigma/\text{frekuensi} = 0.3$ dan 3.8% untuk $\sigma/\text{frekuensi} = 0.5$

Uji Akurasi

Hasil Pengujian Akurasi dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 5.7 Hasil Pengujian Sistem
(sigma/frekuensi = 0.3)**

Hasil Pengujian Sistem Pengenalan Iris Mata			
Jenis Data	EER	Threshold	GAR
10 data mata (normal)	1 %	0.4	100 %
20 data mata (normal)	4 %	0.41	95 %
30 data mata (normal)	3.5 %	0.41	96.7 %
10 data mata (iluminasi)	1 %	0.4	95 %
20 data mata (iluminasi)	4.2 %	0.41	90 %
30 data mata (iluminasi)	3.5 %	0.41	93.4 %

**Tabel 5.7 Hasil Pengujian Sistem
(sigma/frekuensi = 0.5)**

Hasil Pengujian Sistem Pengenalan Iris Mata			
Jenis Data	EER	Threshold	GAR
10 data mata (normal)	1 %	0.4	100 %
20 data mata (normal)	5 %	0.43	93 %
30 data mata (normal)	4 %	0.42	95 %
10 data mata (iluminasi)	5 %	0.425	94 %
20 data mata (iluminasi)	4.2 %	0.43	90 %
30 data mata (iluminasi)	3.8 %	0.425	92 %

Hasil akurasi didapatkan dari nilai *GAR* (*Genuine Acceptance Rate*) yaitu angka kebenaran penerimaan.

Dari kedua tabel diatas rata-rata GAR untuk sigma/frekuensi = 0.3 adalah 94 % sedangkan rata-rata GAR untuk sigma/frekuensi = 0.5 adalah 93 %. Jadi diperoleh kesimpulan bahwa, hasil akurasi didapatkan dengan rata-rata *GAR* yaitu sekitar 94 % untuk sigma/frekuensi = 0.3.

Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

Dari hasil uji coba perangkat lunak diperoleh kesimpulan sebagai berikut:
Nilai optimal untuk sigma/frekuensi pada parameter filter Log-Gabor agar menghasilkan sistem pengenalan iris yang akurat adalah 0.3

Nilai EER pada citra teriluminasi tidak jauh berbeda dengan nilai EER pada citra normal sehingga dapat disimpulkan bahwa metode filter Log-Gabor memiliki tingkat kehandalan yang cukup tinggi

Hasil akurasi sistem pengenalan iris dengan menggunakan filter Log-Gabor adalah 94 %

6.2 Saran

Beberapa saran yang disampaikan penulis untuk penelitian lanjut mengenai Aplikasi Filter Log-Gabor Pada Sistem Pengenalan Iris Mata adalah sebagai berikut:

Perlu dilakukan pengujian terhadap metode yang lain seperti *Wavelet*, *Gabungan Wavelet Filter Log- Gabor* untuk mendapatkan akurasi yang lebih baik.

Pengenalan iris mata dilakukan secara *on-line*.

Filter Log-Gabor diaplikasikan pada sistem biometrika yang lain berbasis pengenalan pola seperti sidik jari, wajah, retina mata atau identifikasi benda seperti pengenalan uang palsu, pengenalan pola batik.

Daftar Pustaka

- [1] Anil K. Jain, Sharath Pankanti, Salil Prabhakar, **“Biometric Recognition: Security and Privacy Concerns”**, IEEE Security & Privacy, March 2003.
- [2] John Daughman, **“New Methods in Iris Recognition”**, IEEE Transactions On Systems, Man, And Cybernetics—Part B: Cybernetics, Vol. 37, No. 5, October 2007.
- [3] Li Ma, Yunhong Wang, Tieniu Tan, **“Iris Recognition Based on Multichannel Gabor Filter”**, ACCV2002: The 5th Asian Conference on Computer Vision, 23--25 January 2002.
- [4] Li Ma, Yunhong Wang, Tieniu Tan, **“Iris Recognition Using Circular Symmetric Filter”**, Proceedings of the 16th International Conference on Pattern Recognition, Vol. II, pp. 414–417, 2002.
- [5] L.Masek, **“Recognition of Human Iris Pattern for Biometric Identification”**, <http://www.csse.uwa.edu.au/pk/student/project/libor>, 2003.
- [6] Putra Darma, **“Sistem Biometrika, Konsep Dasar, Teknik Analisis Citra, dan Tahapan Membangun Aplikasi Sistem Biometrika”**. Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2009.
- [7] Ramy Zewail, etc, **“Iris Identification Based on Log-Gabor Filtering”**, Micro-Nano Mechatronics and Human Science IEEE International Symposium on Page 333-336 Vol 1, 2003.
- [8] Wijaya, M. Ch. dan Prijono, A. **Pengolahan Citra Digital menggunakan MatLAB Imaging Processing Toolbox**. Bandung: Penerbit Informatika. 2007.
- [9] www.sinobiometrics.com
- [10] www.wikipedia.com

The background features a repeating pattern of light blue gears, each containing a yellow lotus flower. Scattered across this pattern are several semi-transparent colored squares: an orange square at the top right, a red square on the left, a yellow square in the upper middle, a blue square on the right, an orange square in the center, a purple square in the lower middle, a teal square on the bottom left, an orange square on the bottom right, and a red square at the bottom right. The word "TERIMA KASIH" is centered in a large, bold, black font.

TERIMA KASIH