

**Verifikasi Iris Mata Manusia Untuk Menerima Atau Menolak Identitas Yang  
Diklaim Oleh Penumpang Kapal**  
(Human Eye Iris Verification to Accept or Reject The Identity of The Claimed by Ship  
Passengers)

**Ekka Pujo Ariesanto Akhmad**  
**Ketatalaksanaan Pelayaran Niaga Program Diploma Pelayaran**  
**Universitas Hang Tuah Surabaya**

**Abstrak:** Pada proses pengenalan identitas penumpang kapal ada beberapa masalah yang muncul yaitu masalah identifikasi dan verifikasi, yang membuat proses pengenalan identitas tidak efisien. Masalah verifikasi akan diselesaikan dengan metode pengenalan iris mata, yang terbukti efisien digunakan untuk memecahkan masalah seperti pada proses pengenalan identitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode pengenalan iris mata mampu memverifikasi citra mata dengan tingkat keberhasilan 100% untuk citra uji sama dengan citra basis data dari mata yang sama. Pengujian citra uji berbeda dengan citra basis data dari mata yang sama (intra-class) menghasilkan nilai rasio kesalahan ketidakcocokan (False Non Match Rate (FNMR)) 15,90%. Tingkat kesuksesan pengenalan suatu sistem biometrik (Genuine Acceptance Rate (GAR)) dapat dihitung dengan rumus  $GAR = 1 - FNMR$ , atau  $GAR = 1 - 15,90\%$  hasilnya adalah 84,10%. Pengujian citra uji berbeda dengan citra basis data dari mata yang berbeda (inter-class) menghasilkan nilai rasio kesalahan kecocokan (False Match Rate (FMR)) 27,72%.

**Kata kunci:** verifikasi, pengenalan iris mata, rasio kesalahan ketidakcocokan, tingkat kesuksesan pengenalan, rasio kesalahan kecocokan

***Abstract:** In the process of identifying the passenger identity of the ship there are some problems that arise is the problem identification and verification, which makes the process inefficient identity recognition. Verification problems will be solved by the method of iris recognition, which proved to be efficiently used to solve problems such as identity recognition process. The results showed that the method is able to verify the iris recognition eye imagery with a 100% success rate for the same test images to the image database of the same eye. Testing different test images with the image database from the same eye (intra-class) generates False Non Match Rate (FNMR) 15,90% and Genuine Acceptance Rate (GAR) can be calculated by the formula  $GAR = 1 - FNMR$ , or  $GAR = 1 - 15,90\%$  the result is 84,10%. Testing different test images with the image database of different eyes (inter-class) generates a False Match Rate (FMR) 27,72%.*

***Keywords:** verification, iris recognition, false non match rate, genuine acceptance rate, false match rate*

**Alamat korespondensi:**

Ekka Pujo Ariesanto Akhmad, Program Diploma Pelayaran, Universitas Hang Tuah, Jalan A. R. Hakim 150, Surabaya. e-mail: jurnal\_pdp@yahoo.co.id

**PENDAHULUAN**

Penerapan teknologi informasi dijalankan dalam rangka perbaikan pelayanan tiket penumpang kapal. Hal tersebut untuk memastikan bahwa penumpang yang bepergian sesuai identitas, sehingga memudahkan identifikasi, penyesuaian manifest, dan memudahkan pula mengurus asuransi bila terjadi musibah.

Identifikasi merupakan bagian dari sistem pengenalan diri selain verifikasi. Sistem identifikasi adalah permasalahan memecahkan identitas seseorang (Siapakah yang memiliki

identitas ini?). Sistem verifikasi bertujuan untuk menerima atau menolak identitas yang diklaim oleh seseorang (Apakah identitas saya sama dengan identitas yang saya sebutkan?).

Sebelum teknologi biometrik, pengenalan identitas dilakukan dengan menggunakan metode konvensional (sistem tradisional). Metode tradisional ini masih digunakan secara luas sampai saat ini di berbagai bidang aplikasi. Sistem tradisional tersebut dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu yang didasarkan sesuatu yang diketahui, seperti penggunaan *Personal*

*Identification Number (PIN)* dan *password*, dan berdasarkan sesuatu yang dimiliki, seperti penggunaan kartu dan kunci.

Penggunaan kartu atau kunci memiliki beberapa kelemahan, seperti dapat hilang atau dicuri, dapat digunakan secara bersama-sama serta mudah digandakan. Penggunaan PIN dan *password* juga menimbulkan beberapa permasalahan, seperti tidak ingat (terlupakan), dapat digunakan secara bersama-sama dan dengan menggunakan suatu algoritma *brute force*, *password* seseorang dapat ditebak dan diketahui.

Cara yang kini dikembangkan untuk mengatasi kelemahan tersebut adalah dengan menggunakan biometrik. Salah satu bagian tubuh manusia yang unik dan dapat dijadikan sebagai media keamanan adalah iris mata. Iris mempunyai beberapa sifat yaitu stabil, mempunyai struktur fisik beragam, dan tidak bergantung pada sifat genetik.

Beberapa penelitian pengenalan iris telah dilakukan sebelumnya, misal Daugman, 1993; Boles, W. W. dan Boashash, B., 1998; Lim, S., dkk., 2001; C. H. Daouk, dkk., 2002; Jafar M. H. Ali dan Aboul Ella Hassanien, 2003; Ahmad Poursaberi dan Babak N. Araabi, 2005; Ezzeldine Moukhtar, Mostafa El-Kadi, dkk., 2005; Ajay Kumar dan Arun Passi, 2008. Perbedaan antara penelitian yang satu dengan yang lainnya adalah metode pengolahan awal citra, pemisahan ciri, dan proses pencocokan kode iris.

### **Rumusan Masalah**

Bagaimana melakukan perbandingan satu ke satu citra uji dengan citra basis data dengan menggunakan suatu metode jarak.

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian melakukan verifikasi antara dua kode iris untuk

menerima atau menolak identitas yang diklaim oleh penumpang kapal.

### **Hipotesis Penelitian**

Hipotesis yang dikemukakan dalam penelitian adalah sebagai berikut.

1. Hasil pengukuran jarak antara kode iris citra uji dan citra basis data sama dengan nol untuk citra mata yang diambil dari mata yang sama dan diambil pada periode yang sama.
2. Jika hasil pengukuran jarak tidak sama dengan nol, maka hasil pengukuran jarak dibandingkan dengan suatu nilai ambang untuk memperoleh jawaban cocok (diterima) atau tidak (ditolak).

### **Operasi Pengolahan Citra Digital**

Operasi pengolahan citra dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis sebagai berikut (Munir, 2004, h. 9-11).

#### **1. Perbaikan Kualitas Citra (*Image Enhancement*)**

Sebelum proses segmentasi, citra mengalami beberapa pemrosesan awal (*preprocessing*) untuk memperoleh hasil segmentasi objek yang baik. Pemrosesan awal adalah operasi pengolahan citra untuk meningkatkan kualitas citra (*image enhancement*). Perbaikan kualitas citra adalah proses memperjelas dan mempertajam ciri/fitur tertentu dari citra agar citra lebih mudah dipersepsi maupun dianalisis secara lebih teliti. Operasi-operasi yang digolongkan sebagai perbaikan kualitas citra cukup beragam antara lain, adalah.

- a. Pengubahan kecerahan gambar (*image brightness*)
- b. Peregangan kontras (*contrast stretching*)
- c. Pengubahan histogram citra
- d. Pelembutan citra (*image smoothing*)
- e. Penajaman citra (*image sharpening*)
- f. Pewarnaan semu (*pseudocolouring*)
- g. Pengubahan geometrik

## 2. Segmentasi Citra (*Image Segmentation*)

Segmentasi citra bertujuan memisahkan wilayah (*region*) objek dengan wilayah latar belakang agar objek di dalam citra mudah dianalisis dalam rangka mengenali objek (Munir, 2006, h. 2-3). Selanjutnya, wilayah objek yang telah tersegmentasi digunakan untuk proses berikutnya (deteksi tepi, pengenalan pola, dan interpretasi objek).

## 3. Analisis Citra (*Image Analysis*)

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

- Pendeteksian tepi objek (*edge detection*)
- Ekstraksi batas (*boundary*)
- Representasi daerah (*region*)

### Deteksi tepi Canny

Salah satu algoritma deteksi tepi modern adalah deteksi tepi menggunakan metode Canny. Langkah pertama yang dilakukan pada deteksi tepi canny adalah menghaluskan citra untuk menghilangkan noise. Hal ini akan menghasilkan gradien citra yang mendefinisikan daerah dengan nilai panjang dan lebar yang lebih akurat.

Algoritma ini kemudian melakukan pelacakan pada daerah yang telah didefinisikan di atas dan melakukan proses *non-maximum suppression*, yaitu meredam setiap piksel yang tidak dalam nilai maksimum. Proses tersebut akan mengakibatkan nilai larik gradien berkurang secara berkelanjutan.

Proses dipengaruhi oleh *thresholder hysteresis*. Hysteresis digunakan untuk melacak setiap piksel yang belum diredam. Hysteresis

menggunakan dua threshold. Jika besar sudut berada di bawah nilai threshold yang pertama (T1), maka akan dijadikan nol (dijadikan bukan tepi). Jika nilainya lebih besar dari nilai threshold tertinggi (T2) maka disebut tepi dan jika besar sudut berada di antara dua threshold maka akan dijadikan nol kecuali jika letak piksel berdekatan dengan piksel yang memiliki respons kuat (Darma Putra, 2009, h.131-135).

### Transformasi Hough

Piksel-piksel tepi dalam citra tepi hasil deteksi tepi Canny dilakukan pemungutan suara untuk mendapatkan daerah iris dengan menggunakan transformasi Hough lingkaran. Menurut Maimunah dan Harjoko (2007, h. L-32), algoritma transformasi hough lingkaran adalah sebagai berikut.

- Inisialisasi ruang parameter.
- Telusuri citra tepi. Jika *pixel* merupakan tepi, hitung
 
$$r = \sqrt{(x - a)^2 + (y - b)^2}$$
- Lakukan pemungutan suara.
- Mencari lokal maksimum.

Pengaruh adanya bulu mata dan kelopak mata terhadap daerah lingkaran iris dicari dengan menggunakan transformasi Hough linier. Algoritma transformasi Hough linier pada dasarnya sama dengan algoritma transformasi Hough lingkaran dengan perbedaan pada persamaannya, yaitu
 
$$r = x \cos\theta + y \sin\theta$$

### Alih Ragam Gelombang Singkat (*Transformasi Wavelet*)

Transformasi wavelet akan mengkonversi suatu sinyal ke dalam sederet wavelet. Gelombang singkat tersebut merupakan fungsi basis yang terletak pada waktu yang berbeda (Darma Putra, 2010, h. 95).

Transformasi wavelet selain mampu memberikan informasi frekuensi yang muncul, juga dapat memberikan informasi tentang skala

atau durasi atau waktu. Wavelet dapat digunakan untuk menganalisa suatu bentuk gelombang (sinyal) sebagai kombinasi dari waktu (skala) dan frekuensi. Selain itu perubahan sinyal pada suatu posisi tertentu tidak akan berdampak banyak terhadap sinyal pada posisi-posisi yang lain. Dengan wavelet suatu sinyal dapat disimpan lebih efisien dibandingkan dengan Fourier dan lebih baik dalam hal melakukan aproksimasi terhadap *real world signal*.

### Wavelet Daubechies

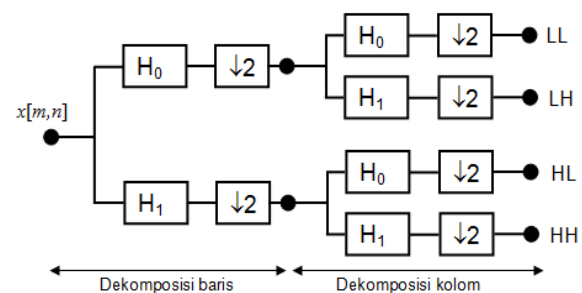
Daubechies adalah salah satu keluarga wavelet, lebih tepatnya keluarga wavelet yang bersifat orthogonal. (Darma Putra, 2010, h.112-114).

Wavelet daubechies memiliki ordo dimana ordo pada Daubechies menggambarkan jumlah koefisien filternya. Sebagaimana diketahui proses filtering oleh *lowpass filter* (*scaling function*) akan menghasilkan koefisien subband dengan frekuensi rendah. Sebaliknya filtering dengan *highpass filter* (*wavelet function*) akan menghasilkan subband dengan frekuensi tinggi. Wavelet daubechies memiliki properti yang dinamakan *vanishing moment*.

Vanishing moment menunjukkan kemampuan wavelet dalam merepresentasikan sifat polinomial. Suatu wavelet Daubechies dengan ordo wavelet  $N$ , memiliki nilai Vanishing moment sama dengan  $N$ . Sifat polinomial yang dimiliki oleh wavelet akan berpengaruh dalam penentuan jumlah koefisien filter wavelet. Semakin besar jumlah filter yang dimiliki oleh suatu wavelet filter daubechies, maka semakin baik filter tersebut dalam melakukan pemilihan frekuensi. Untuk Daubechies dengan ordo  $N$  (db- $N$ ), maka Daubechies tersebut memiliki ukuran koefisien filter  $2N$ .

### Transformasi Wavelet 2D

Transformasi wavelet pada citra 2D pada prinsipnya sama dengan transformasi pada citra 1D. Pada citra 2D proses transformasi dilakukan pada baris terlebih dulu, kemudian dilanjutkan dengan transformasi pada kolom seperti ditunjukkan pada Gambar 1 (Darma Putra, 2010, h. 114).



**Gambar 1**  
**Transformasi wavelet 2D 1 level**

### Metrika Pencocokan

Menurut Darma Putra (2009, h.161), metrika pencocokan digunakan untuk menentukan tingkat kesamaan (*similarity degree*) atau ketidaksamaan (*disimilarity degree*) dua vektor ciri. Tingkat kesamaan berupa suatu skor dan berdasarkan skor tersebut dua vektor akan dikatakan mirip atau tidak. Pada sistem biometrik, skor tersebut digunakan untuk mengenali (mengklasifikasi) suatu vektor ciri apakah sah atau tidak sah, dengan membandingkannya dengan suatu nilai ambang (*threshold value*). Cara yang umum digunakan untuk mengukur jarak dua buah titik pada citra, yaitu *Euclidean Distance*.

Euclidean distance (jarak Euclidean) menghitung akar dari kuadrat perbedaan dua vektor (Darma Putra, 2009, h. 161-162).

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian atau cara penelitian memuat beberapa hal, yakni bahan penelitian, alat, dan jalan penelitian sebagai berikut.

### 1. Bahan Penelitian.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder citra mata dua dimensi. Citra mata yang digunakan adalah citra keabuan dengan ukuran 320 x 280 *pixels* yang diambil dari basis data CASIA (Chinese Academy of Sciences – Institute of Automation) versi 1.0. Jumlah citra mata dalam basis data CASIA versi 1.0 adalah 756 citra mata dari 108 orang. Penelitian ini menggunakan teknik pengambilan sampel probabilitas dengan cara acak sederhana. Jumlah sampel citra mata yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 87 citra mata dari 21 orang.

### 2. Alat Penelitian.

Komputer dengan spesifikasi cukup untuk menjalankan perangkat lunak MATLAB R2010a di atas sistem operasi Microsoft Windows 7 Starter.

### 3. Jalan Penelitian.

a. Pengumpulan data penelitian dilakukan dengan cara penelusuran literatur mengenai citra mata, iris, biometrik, pemrosesan citra digital yang berhubungan dengan pengambilan citra, segmentasi iris, normalisasi iris, alihragam gelombang pendek (*wavelet transform*), dan metrika pencocokan yang bersumber dari buku teks, makalah jurnal, serta literatur yang ada di internet, dan integrasi antara metode dan algoritma menjadi satu sistem yang utuh.

b. Menerapkan algoritma untuk beberapa proses yang dibutuhkan dalam segmentasi

citra iris, normalisasi iris, ekstraksi ciri iris, dan proses pencocokan kode iris.

c. Membuat aplikasi pengenalan iris dan pengujian menggunakan MATLAB.

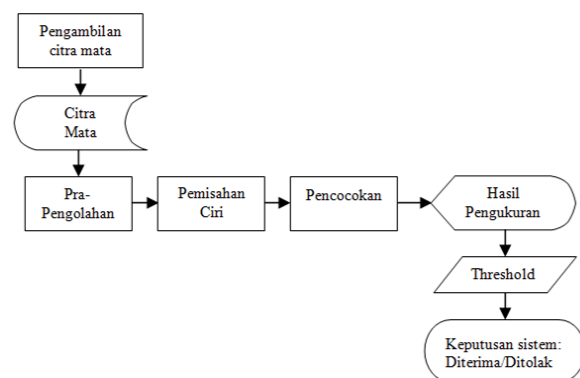
d. Menganalisis dan menyimpulkan hasil pengujian sistem pengenalan iris.

e. Penyusunan laporan dan dokumentasi dari langkah-langkah yang telah dikerjakan dalam pembuatan penelitian.

## PERANCANGAN SISTEM

Sistem verifikasi terdiri dari pelatihan dan pengujian (verifikasi). Pelatihan berguna untuk mendaftarkan pengguna pada sistem basis data beserta fitur (karakteristik) biometrika iris mata pengguna. Sedangkan verifikasi berguna untuk membandingkan fitur iris mata pengguna dengan fitur yang telah tersimpan pada basis data.

Sistem pengenalan iris pada penelitian ini terdiri dari empat tahap proses, yaitu pengambilan citra mata, pra-pengolahan iris, pemisahan ciri, dan pencocokan. Diagram blok sistem pengenalan iris dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.**  
**Diagram Blok Sistem Pengenalan Iris**

Pengambilan citra mata pada penelitian ini tidak dilakukan secara langsung, tetapi menggunakan basis data citra iris CASIA versi 1.0. Pengambilan citra merupakan proses

untuk mendapatkan citra iris dari individu yang digunakan untuk pendaftaran atau pengujian.

Pra-pengolahan diterapkan sebelum proses ekstraksi ciri. Pra-pengolahan mencakup dua tahap, yaitu tahap segmentasi dan tahap normalisasi.

Proses segmentasi bertujuan untuk memisahkan iris dari citra mata keseluruhan, pada proses ini akan dicari titik tengah pupil ( $X_p$ ,  $Y_p$ ) dan titik tengah iris ( $X_i$ ,  $Y_i$ ) selain titik tengah juga dicari jari-jari dari iris ( $R_i$ ) dan jari-jari dari pupil ( $R_p$ ). Setelah ditemukan parameter-parameter tersebut selanjutnya akan dibuat lingkaran pada iris.

Citra hasil segmentasi selanjutnya dilakukan proses normalisasi, yaitu dinormalkan ke dalam ukuran tertentu, tujuan dari normalisasi adalah untuk mendapatkan standar ekstraksi ciri yang sesuai untuk setiap iris mata. Normalisasi dilakukan dengan memetakan ulang setiap titik pada area iris (koordinat polar) ke dalam koordinat cartesian menggunakan Daughman's Rubber Sheet. Citra hasil proses segmentasi dinormalkan ke dalam ukuran 512 x 64 piksel.

Pemisahan ciri atau ekstraksi ciri dilakukan untuk mendapatkan ciri dari karakteristik biometrik yang sebelumnya telah mengalami tahapan pra-pengolahan. Teknik pemisahan ciri yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode dekomposisi alihragam wavelet Daubechies. Jika suatu citra dilakukan proses transformasi wavelet diskrit dua dimensi dengan level dekomposisi satu, maka akan menghasilkan empat buah subband, yaitu koefisien aproksimasi (subband LL), koefisien detail horizontal (subband LH), koefisien detail vertikal (subband HL), dan koefisien detail diagonal (subband HH).

Selanjutnya, hasil transformasi akan dijadikan matrik ciri atau vektor

fitur/ciri dan akan dihitung dengan metrika pencocokan. Penelitian ini menggunakan subband LL, level dekomposisi 4, dan ordo wavelet 2. Vektor fitur yang digunakan dalam proses pencocokan memiliki ukuran 114 ( $= 6 \times 19$ ) fitur.

Metrika pencocokan digunakan untuk menentukan tingkat kesamaan atau ketidaksamaan dua vektor ciri. Metrika pencocokan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jarak Euclidean (Euclidean Distance).

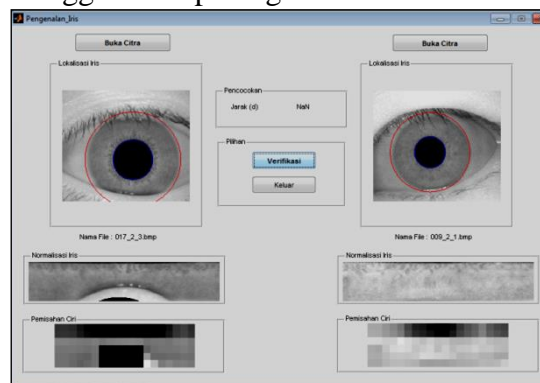
Pencarian batas ambang (threshold) digunakan sebagai klasifikasi, yaitu untuk memisahkan antara pola/kelas yang sama (intra-class) dengan pola/kelas yang berbeda (inter-class).

Setelah proses pelatihan, yaitu mendapatkan nilai batas ambang (threshold) yang terbaik untuk memisahkan antara pola/kelas yang sama (intra-class) dengan pola/kelas yang berbeda (inter-class), maka tahapan selanjutnya adalah pengambilan keputusan pada saat proses pengujian. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sistem verifikasi iris mata.

## ANALISIS SISTEM

### Cara Pengujian

Gambar 3 menjelaskan tampilan aplikasi verifikasi iris mata menggunakan perangkat lunak Matlab.



**Gambar 3. Tampilan aplikasi verifikasi iris mata**

Pengujian dilakukan dalam bentuk simulasi yang terdiri dari dua bagian sebagai berikut.

### ***Cara Pengujian Citra Uji Sama Dengan Citra Basis Data***

Pada bagian pertama penelitian ini sistem diuji dengan citra uji sama dengan citra basis data. Citra uji sama dengan citra basis data adalah citra mata yang diambil dari mata yang sama dan diambil dalam periode yang sama. Pengujian dilakukan terhadap 11 mata dan setiap mata rata-rata diambil 7 citra (3 citra dari sesi satu dan 4 citra dari sesi dua). Jumlah pengujian dalam bagian pertama ini sebanyak  $7 \times \text{jumlah pengguna atau } 7 \times 11 = 77$  verifikasi.

### ***Cara Pengujian Citra Uji Berbeda dengan Citra Basis Data***

Sedangkan pada bagian kedua sistem diuji dengan citra uji berbeda dengan citra basis data. Citra uji berbeda dengan citra basis data adalah citra yang sama sekali berbeda baik dalam pose ataupun waktu pengambilan gambar.

Dalam kasus ini dibagi dua, yaitu citra dari mata yang sama atau pola/kelas yang sama (intra-class) dan dari mata yang berbeda atau pola/kelas yang berbeda (inter-class).

Citra mata yang digunakan pada pengujian citra uji berbeda dengan citra basis data, diambil dari 21 orang.

Pengujian citra uji berbeda dengan citra basis data dari mata yang sama atau kelas yang sama (intra-class) untuk 11 orang, dilakukan sebanyak tujuh kali pengambilan, yang terdiri dari 4 citra latih yang berasal dari sesi dua dan 3 citra uji yang berasal dari sesi satu. Dalam hal ini, citra latih dan citra uji diambil pada sesi yang berbeda. Sehingga diperoleh 44 citra latih dan 33 citra uji. Sistem diuji dengan pengguna sah (genuine) untuk mengetahui tingkat kesalahan False Non Match Rate (FNMR). Jumlah pengujian dalam hal ini sebanyak  $3 \times 4 \times \text{jumlah pengguna atau } 12 \times 11 = 132$  pengujian (verifikasi).

Pengujian citra uji berbeda dengan citra basis data dari mata yang berbeda atau kelas yang berbeda (inter-class) untuk 10 orang lainnya, dilakukan sebanyak satu kali pengambilan citra dari sesi satu yang digunakan untuk citra uji di luar citra basis data/terdaftar (*non register*). Sistem diuji dengan pengguna palsu (impostor) untuk mengetahui tingkat kesalahan False Match Rate (FMR) dengan jumlah pengujian  $10 \times 4 \times \text{jumlah pengguna atau } 40 \times 11 = 440$  verifikasi.

Jadi, total sampel citra yang digunakan pada bagian kedua ini adalah 44 citra latih dan 43 citra uji.

### **Penentuan Keputusan Hasil Verifikasi**

Untuk memutuskan apakah hasil verifikasi sah/diterima atau tidak sah/ditolak, maka digunakan suatu nilai ambang (threshold value)  $T$ , dengan ketentuan bila skor lebih dari  $T$ , maka pengguna dianggap tidak sah/ditolak, dan jika skor kurang dari atau sama dengan  $T$ , maka pengguna dianggap sah/diterima. Penentuan nilai  $T$  menggunakan aturan berikut.

1. Menguji sistem pada suatu nilai ambang tertentu yang ditentukan dengan cara menghitung rata-rata jarak Euclidean ditambah dengan simpangan baku (standar deviasi) dari citra mata yang sama.
2. Menghitung unjuk kerja yang dihasilkan sistem dengan menggunakan nilai ambang yang dipilih pada tahap 1. Unjuk kerja sistem diukur dengan menggunakan rasio kesalahan kecocokan (FMR) dan rasio kesalahan ketidakcocokan (FNMR), yang dihitung dengan rumus berikut.

$$\text{Rasio kesalahan kecocokan} = \frac{\text{Jumlah Kesalahan Cocok}}{\text{Jumlah keseluruhan proses pencocokan}} \times 100\%$$

$$\text{Rasio kesalahan ketidakcocokan} = \frac{\text{Jumlah Kesalahan Tidak Cocok}}{\text{Jumlah keseluruhan proses pencocokan}} \times 100\%$$

GAR menyatakan tingkat kesuksesan pengenalan suatu sistem biometrik (bukan tingkat kesalahan) dan dapat dinyatakan sebagai  $\text{GAR} = 1 - \text{FRR}$ , atau  $\text{GAR} = 1 - \text{FNMR}$ . Menghitung GAR berarti menghitung



seberapa besar sistem sukses mengenali pengguna secara benar.

### Unjuk Kerja Sistem Verifikasi

Nilai rasio kesalahan ketidakcocokan (FNMR) diperoleh dengan menghitung jumlah kesalahan tidak cocok (keputusan ditolak oleh sistem verifikasi) dan jumlah keseluruhan proses pencocokan dari tabel 2 pengujian citra uji berbeda dengan citra basis data dari mata yang sama (intra-class), lalu dimasukkan ke rumus FNMR sebagai berikut.

$$\text{Rasio kesalahan ketidakcocokan} = \frac{\text{Jumlah Kesalahan Tidak Cocok}}{\text{Jumlah keseluruhan proses pencocokan}} \times 100\%$$

$$= \frac{21}{132} \times 100\% = 15,90\% = 0,1590$$

Nilai rasio kesalahan kecocokan (FMR) diperoleh dengan menghitung jumlah kesalahan cocok (keputusan diterima oleh sistem verifikasi) dan jumlah keseluruhan proses pencocokan dari tabel 3 pengujian citra uji berbeda dengan citra basis data dari mata yang berbeda (inter-class), kemudian dimasukkan ke rumus FMR sebagai berikut.

$$\text{Rasio kesalahan kecocokan} = \frac{\text{Jumlah Kesalahan Cocok}}{\text{Jumlah keseluruhan proses pencocokan}} \times 100\%$$

$$= \frac{122}{440} \times 100\% = 27,72\% = 0,2772$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1

Hasil pengujian citra uji sama dengan citra basis data

No	Nama file citra uji	Nama file citra basis data	Verifikasi		Ketepatan %	Keputusan
			Jumlah Eseliden	Tidak bisa diverifikasi		
1	2	3	4	5	6	7
1	009_1_1	009_1_1	0	0	100	Ditama
2	009_1_2	009_1_2	0	0	100	Ditama
3	009_1_3	009_1_3	0	0	100	Ditama
4	009_1_4	009_1_4	0	0	100	Ditama
5	009_1_5	009_1_5	0	0	100	Ditama
6	009_1_6	009_1_6	0	0	100	Ditama
7	009_1_7	009_1_7	0	0	100	Ditama
8	014_1_1	014_1_1	0	0	100	Ditama
9	014_1_2	014_1_2	0	0	100	Ditama
10	014_1_3	014_1_3	0	0	100	Ditama
11	014_1_4	014_1_4	0	0	100	Ditama
12	014_1_5	014_1_5	0	0	100	Ditama
13	014_1_6	014_1_6	0	0	100	Ditama
14	014_1_7	014_1_7	0	0	100	Ditama
15	029_1_1	029_1_1	0	0	100	Ditama
16	029_1_2	029_1_2	0	0	100	Ditama
17	029_1_3	029_1_3	0	0	100	Ditama
18	029_1_4	029_1_4	0	0	100	Ditama
19	029_1_5	029_1_5	0	0	100	Ditama
20	029_1_6	029_1_6	0	0	100	Ditama
21	034_1_1	034_1_1	0	0	100	Ditama
22	034_1_2	034_1_2	0	0	100	Ditama
23	034_1_3	034_1_3	0	0	100	Ditama
24	034_1_4	034_1_4	0	0	100	Ditama
25	034_1_5	034_1_5	0	0	100	Ditama
26	044_1_1	044_1_1	0	0	100	Ditama
27	044_1_2	044_1_2	0	0	100	Ditama
28	044_1_3	044_1_3	0	0	100	Ditama
29	044_1_4	044_1_4	0	0	100	Ditama
30	044_1_5	044_1_5	0	0	100	Ditama
31	044_1_6	044_1_6	0	0	100	Ditama
32	044_1_7	044_1_7	0	0	100	Ditama
33	044_2_1	044_2_1	0	0	100	Ditama
34	044_2_2	044_2_2	0	0	100	Ditama
35	044_2_3	044_2_3	0	0	100	Ditama
36	044_2_4	044_2_4	0	0	100	Ditama
37	051_1_1	051_1_1	0	0	100	Ditama
38	051_1_2	051_1_2	0	0	100	Ditama
39	051_1_3	051_1_3	0	0	100	Ditama
40	051_1_4	051_1_4	0	0	100	Ditama
41	051_1_5	051_1_5	0	0	100	Ditama
42	051_1_6	051_1_6	0	0	100	Ditama

### Citra uji sama dengan citra basis data

Dari hasil Tabel 1 dapat dinyatakan bahwa untuk citra uji yang sama dengan citra basis data, sistem pengenalan iris mata manusia berhasil memverifikasi citra mata dengan tingkat keberhasilan 100%. Dengan demikian sistem dapat memverifikasi citra uji dengan benar.

### Citra Uji Berbeda dengan Citra Basis Data

#### Citra dari Mata yang Sama

Citra uji yang digunakan dalam pengujian ini adalah citra dari mata yang sama dengan yang ada dalam basis data tetapi berbeda dalam hal waktu pengambilan citra ataupun berbeda pose.

Tabel 2

Hasil pengujian citra uji berbeda dengan citra basis data dari mata yang sama (intra-class)

No	Nama file citra uji	Nama file citra basis data	Verifikasi		Nilai ambang (threshold)	Keputusan
			Jumlah Eseliden	Tidak bisa diverifikasi		
1	2	3	4	5	6	7
1	009_1_1	009_2_1	25.5904	0	34,19211	Ditama
2	009_1_1	009_2_2	21.7174	0		Ditama
3	009_1_1	009_2_3	30.7626	0		Ditama
4	009_1_1	009_2_4	30.5625	0		Ditama
5	009_1_2	009_2_1	40.8888	0		Ditama
6	009_1_2	009_2_2	18.2933	0		Ditama
7	009_1_2	009_2_3	10.8203	0		Ditama
8	009_1_2	009_2_4	10.9835	0		Ditama
9	009_1_3	009_2_1	40.3886	0		Ditama
10	009_1_3	009_2_2	19.6406	0		Ditama
11	009_1_3	009_2_3	12.3011	0		Ditama
12	009_1_3	009_2_4	11.4288	0		Ditama
13	014_1_1	014_2_1	42.1819	0	38,89748	Ditama
14	014_1_1	014_2_2	35.1916	0		Ditama
15	014_1_1	014_2_3	36.4069	0		Ditama
16	014_1_1	014_2_4	26.4553	0		Ditama
17	014_1_2	014_2_1	24.2914	0		Ditama
18	014_1_2	014_2_2	15.6128	0		Ditama
19	014_1_2	014_2_3	36.3854	0		Ditama
20	014_1_2	014_2_4	22.2538	0		Ditama
21	014_1_3	014_2_1	26.6619	0		Ditama
22	014_1_3	014_2_2	20.3085	0		Ditama
23	014_1_3	014_2_3	34.4628	0		Ditama
24	014_1_3	014_2_4	23.5085	0	37,3678	Ditama
25	029_1_1	029_2_1	36.4628	0		Ditama
26	029_1_1	029_2_2	28.9767	0		Ditama
27	029_1_1	029_2_3	25.3234	0		Ditama
28	029_1_1	029_2_4	23.4689	0		Ditama
29	029_1_2	029_2_1	34.7172	0		Ditama
30	029_1_2	029_2_2	38.8729	0		Ditama
31	029_1_2	029_2_3	34.8392	0		Ditama
32	029_1_2	029_2_4	38.8816	0		Ditama
33	029_1_3	029_2_1	17.0122	0		Ditama
34	029_1_3	029_2_2	31.0111	0		Ditama
35	029_1_3	029_2_3	31.8865	0		Ditama
36	029_1_3	029_2_4	25.2635	0		Ditama

Dari Tabel 2 diperoleh nilai rasio kesalahan ketidakcocokan (FNMR) adalah 15,90%. Semakin banyak jumlah citra basis data maka nilai rasio kesalahan ketidakcocokan berkurang dengan rata-rata jumlah keputusan verifikasi yang ditolak sebanyak 1 atau 2 dari tiap mata yang sama. Jika citra uji yang dibandingkan satu ke satu dengan citra basis data dari



mata yang sama jumlahnya semakin banyak, maka nilai rasio kesalahan ketidakcocokan juga ikut menurun. Tingkat kesuksesan pengenalan suatu sistem biometrik atau Genuine Acceptance Rate (GAR) dapat dihitung dengan rumus  $GAR = 1 - FNMR$ , atau  $GAR = 1 - 15,90\%$  hasilnya adalah 84,10%.

### Citra dari Mata yang Berbeda

Dalam kasus ini, citra uji berasal dari mata yang berbeda dengan citra yang ada dalam basis data atau citra uji tidak mempunyai wakil dalam basis data. Dalam pengujian ini diambil dari 10 mata yang berbeda dan setiap mata diambil 1 citra dari sesi satu.

Tabel 3

Hasil pengujian citra uji berbeda dengan citra basis data dari mata yang berbeda (inter-class)

No	Nama file citra uji	Nama file citra basis data	Verifikasi		Nilai ambang (threshold)	Keputusan
			Jarak Euclidean	Tidak bisa diverifikasi		
1	2	3	4	5	6	7
1	001_1_3	009_1_1	35,3518	0	34,19211	Ditolak
2	001_1_3	009_1_2	28,1933	0		Diterima
3	001_1_3	009_1_3	34,8005	0		Ditolak
4	001_1_3	009_1_4	35,5113	0		Ditolak
5	016_1_2	009_1_1	34,5475	0		Ditolak
6	016_1_2	009_1_2	20,1388	0		Diterima
7	016_1_2	009_1_3	23,7488	0		Diterima
8	016_1_2	009_1_4	24,3182	0		Diterima
9	017_1_3	009_1_1	43,8703	0		Ditolak
10	017_1_3	009_1_2	40,728	0		Ditolak
11	017_1_3	009_1_3	45,062	0		Ditolak
12	017_1_3	009_1_4	47,1935	0		Ditolak
13	024_1_3	009_1_1	42,0226	0		Ditolak
14	024_1_3	009_1_2	34,8466	0		Ditolak
15	024_1_3	009_1_3	40,7822	0		Ditolak
16	024_1_3	009_1_4	42,8017	0		Ditolak
17	047_1_3	009_1_1	43,7973	0		Ditolak
18	047_1_3	009_1_2	39,0016	0		Ditolak
19	047_1_3	009_1_3	41,4701	0		Ditolak
20	047_1_3	009_1_4	42,5966	0		Ditolak
21	052_1_2	009_1_1	33,5545	0		Ditolak
22	052_1_2	009_1_2	14,1933	0		Diterima
23	052_1_2	009_1_3	18,5848	0		Diterima
24	052_1_2	009_1_4	17,3197	0		Diterima
25	069_1_3	009_1_1	17,4383	0		Diterima
26	069_1_3	009_1_2	40,5379	0		Ditolak
27	069_1_3	009_1_3	40,3169	0		Ditolak
28	069_1_3	009_1_4	37,4301	0		Ditolak
29	075_1_1	009_1_1	38,6117	0		Ditolak
30	075_1_1	009_1_2	21,3681	0		Diterima
31	075_1_1	009_1_3	28,8833	0		Diterima
32	075_1_1	009_1_4	30,8888	0		Diterima
33	085_1_1	009_1_1	34,1938	0		Ditolak
34	085_1_1	009_1_2	30,2983	0		Diterima
35	085_1_1	009_1_3	36,0609	0		Ditolak
36	085_1_1	009_1_4	36,7853	0		Ditolak
37	090_1_2	009_1_1	54,0096	0		Ditolak
38	090_1_2	009_1_2	48,4512	0		Ditolak
39	090_1_2	009_1_3	53,5966	0		Ditolak
40	090_1_2	009_1_4	66,515	0		Ditolak

Dari Tabel 3 diperoleh nilai rasio kesalahan kecocokan (FMR) adalah 22,72%. Semakin banyak jumlah pencocokan dilakukan maka diperoleh nilai rasio kesalahan kecocokan bertambah. Hal ini disebabkan banyak citra uji yang dibandingkan satu ke satu dengan citra basis data memiliki nilai jarak Euclidean yang mirip dengan citra basis data, sehingga jumlah keputusan

verifikasi yang diterima juga meningkat.

### Penyebab Kegagalan Verifikasi

Dari hasil pengujian juga diperoleh citra yang tidak bisa diverifikasi yang berarti ada kesalahan dalam proses segmentasi citra, misal citra mata 017\_2\_3, 052\_2\_1, dan citra mata yang lain. Kesalahan dalam proses segmentasi disebabkan adanya bulu mata, kelopak mata, pemantulan cahaya, jarak dan posisi pengambilan citra mempengaruhi proses pengenalan iris.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berikut ini adalah kesimpulan yang dapat diambil setelah dilakukan implementasi dan uji coba aplikasi verifikasi iris mata.

Sistem dapat memverifikasi citra mata dengan persentase tertinggi 100 % untuk citra uji sama dengan citra yang disimpan dalam basis data untuk mata yang sama dan diambil dalam periode yang sama.

Pengujian citra uji berbeda dengan citra basis data dari mata yang sama (intra-class) menghasilkan nilai rasio kesalahan ketidakcocokan (FNMR) sebesar 15,90% atau sama dengan 0,1590. Tingkat kesuksesan pengenalan suatu sistem biometrik ( $GAR = 1 - 15,90\% = 84,10\%$ ).

Pengujian citra uji berbeda dengan citra basis data dari mata yang berbeda (inter-class) menghasilkan nilai rasio kesalahan kecocokan (FMR) sebesar 27,72% atau sama dengan 0,2772.

### Saran

Adapun saran untuk meningkatkan kinerja sistem pengenalan iris dari segi akurasi adalah sebagai berikut.

Dalam sistem verifikasi iris, proses segmentasi merupakan proses yang paling penting. Adanya bulu mata,

kelopak mata, pemantulan cahaya, jarak dan posisi pengambilan citra mempengaruhi proses segmentasi. Perlu proses segmentasi yang tepat dalam mengidentifikasi daerah iris, agar informasi ciri yang dimiliki iris tidak berkurang sehingga iris template yang dihasilkan tidak berbeda dan akan meningkatkan hasil verifikasi.

Perlu dilakukan penelitian terhadap jenis wavelet selain dari jenis yang telah diujikan kemudian dibandingkan untuk memperoleh jenis wavelet yang paling optimal.

Metrika pencocokan menggunakan jarak Euclidean bisa diganti dengan metrika pencocokan yang lain, kemudian dibandingkan untuk memperoleh metode mana yang lebih baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Poursaberi and Babak N. Araabi. (2005). "A Novel Iris Recognition System Using Morphological Edge Detector and Wavelet Phase Features". [www.icgst.com](http://www.icgst.com)
- Ajay Kumar and Arun Passi. (2008). "Comparison and Combination of Iris Matchers for Reliable Personal Identification," In Proc. of Intl. Conf. on CVPR.
- Boles, Wageeh W. and Boashash, Boualem (1998). "A Human Identification Technique Using Images of the Iris and Wavelet Transform". IEEE Transactions on Signal Processing. 46 (4): 1185-1188, May 1998.
- C. H. Daouk, et al. (2002). "Iris Recognition". Proceeding of the IEEE ISSPIT, Marrakesh, pp. 558-562.
- Chinese Academy of Sciences-Institute of Automation. (2003). "Database of 756 Greyscale Eye Images". <http://www.sinobiometrics.com>. Version 1.0.
- Daugman, J. G. (1993). "High confidence visual recognition of persons by a test of statistical independence." IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 15 (11): 1148-1161
- Darma Putra, I K.G. (2009). "Sistem Biometrika-Konsep Dasar, Teknik Analisis Citra, dan Tahapan Membangun Aplikasi Sistem Biometrika". Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Darma Putra, I K. G. (2010). "Pengolahan Citra Digital". Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Ezzeldine Moukhtar , Mostafa El-Kadi et. al. (2005), "Rejection Analysis of an Iris Recognition System", In Proc. of Intl. Cong. on GVIP.
- Jafar M. H. Ali and Aboul Ella Hassanien, (2003). "An Iris Recognition System to Enhance e-Security Environment Based on Wavelet Theory". AMO – Advanced Modelling and Optimization, Vol 5, Number 2.
- Lim, Shinyoung, et. al. (2001). "Efficient Iris Recognition through Improvement of Feature Vector and Classifier". ETRI Journal / Volume 23, Issue 2.
- Maimunah dan Agus Harjoko. (2007). "Sistem Pengenalan Iris Mata Manusia dengan Menggunakan Transformasi Wavelet". Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI) 2007, Yogyakarta, 16 Juni 2007.
- Munir, Rinaldi. (2004). "Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik". Bandung: Penerbit INFORMATIKA.
- Munir, Rinaldi. (2006). "Aplikasi Image Thresholding untuk Segmentasi Objek". Makalah I SNATI. Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung.