

# PENGENALAN IDENTITAS MANUSIA MELALUI POLA IRIS MATA MENGUNAKAN TRANSFORMASI WAVELET DAN MAHALANOBIS DISTANCE

Ronald Ommy Y<sup>1)</sup>, Achmad Rizal, ST., MT<sup>2)</sup>, M. Ary Murti, ST., MT<sup>3)</sup>  
Departemen Teknik Telekomunikasi, Institut Teknologi Telkom Bandung  
roy\_rty@yahoo.com<sup>1)</sup>, arz@stttelkom.ac.id<sup>2)</sup>, mam@stttelkom.ac.id<sup>3)</sup>

## ABSTRACT

Each human body is created by the God uniquely using various combinations of infinite DNA structure and at all different from others. Even a twin people have some kind of differences in characters and others. Biometric Technology exploits this unique property to ensure that it is only one person enlisted for the sake of accessing a system. One type of available biometric techniques is the detection of iris. Iris is an internal organ of eye. This membrane is in the form of ring encircling pupil and gives colour pattern of an eye. There is no one has the same iris structure. Even the irises of left and right eye are different. Here, random pattern slice of iris can be used as a passport or a password for a person within his/her lifetime. In this case, the iris image is processed by converting the image into grayscale, and using segmentation and normalization for further process. In this research, wavelet method transformation is used to extract images and mahalnobis distance is used for pattern recognition.

**Keywords:** Biometric, Daubechies Wavelet Transformation, Weighted Euclidean Distance

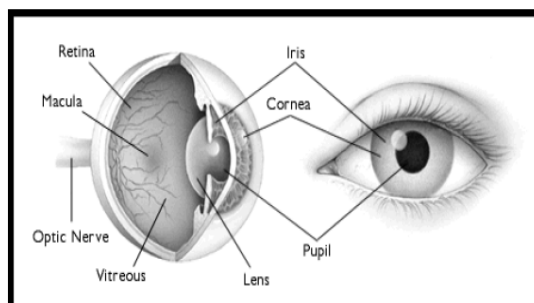
## 1. Pendahuluan

Konsep identifikasi mencakup pengenalan seseorang melalui komponen yang dimilikinya, kode yang diketahuinya seperti *password* dan PIN, karakteristik alami seperti DNA, wajah, mata atau sidik jari. Biometrik merupakan pengembangan dari metode dasar identifikasi dengan menggunakan karakteristik alami manusia sebagai basisnya. Sistem biometrik saat ini telah mencapai perkembangan yang luar biasa dalam menggantikan sistem verifikasi konvensional. Pemanfaatan anggota tubuh untuk membedakan antar satu orang dengan orang lain, telah banyak dibuktikan memberikan hasil yang lebih akurat dalam pengidentifikasian. Salah satu pemanfaatan organ tubuh untuk identifikasi adalah pemanfaatan iris mata. Iris diketahui memiliki tingkat pembeda yang cukup baik untuk dapat mengklasifikasikan tiap individu. Perkembangan yang sangat cepat didukung dengan pemanfaatan yang semakin luas menuntut semakin ditingkatkannya keakuratan analisa citra iris mata dalam sistem biomerik.

## 2. Landasan Teori

### 2.1. Iris

Iris adalah organ internal yang dapat dilihat dari luar. Selaput ini berbentuk cincin yang mengelilingi pupil dan memberikan pola warna pada mata. Iris berfungsi mengontrol jumlah cahaya yang memasuki mata. Pupil akan dibuat mengecil jika cahaya yang diterima mata terlalu banyak, dan akan membesar jika cahaya yang diterima terlalu sedikit. Iris tidak sama dengan retina yang berada pada bagian belakang mata. Tidak ada satu pun struktur iris yang sama. Tidak ada korelasi antara pola iris yang satu dengan yang lain meskipun pada saudara kembar, bahkan antara mata kanan dengan mata kiri seseorang. Jumlah informasi yang dapat diukur dalam satu iris lebih banyak dibanding jumlah informasi pada sidik jari, dengan keakuratan yang lebih baik dari tes DNA. Pola acak iris merupakan struktur yang tetap selama hidup sehingga iris dapat dijadikan paspor atau *password* hidup yang tidak merepotkan untuk dibawa atau diingat<sup>[8]</sup>.



Gambar 1. Bagian - Bagian Mata

## 2.2. Biometrik

Biometrik adalah cara untuk mengenali seseorang berdasarkan karakteristik fisik atau perilakunya. Karakteristik perilaku mudah berubah karena dipengaruhi oleh kondisi psikologis manusia, sedangkan karakteristik fisik memiliki keunggulan tidak dapat dihilangkan, dilupakan atau dipindahkan dari satu orang kepada orang lain, juga sulit ditiru atau dipalsukan. Jenis-jenis biometrik, antara lain Iris mata, Sidik Jari, Geometri Tangan, Suara, DNA, dan lain-lain. Terdapat empat persyaratan yang harus dipenuhi agar karakteristik fisik dapat digunakan indikator biometrik, antara lain:

- Universal, artinya karakteristik tersebut harus dimiliki oleh setiap orang.
- Unik, artinya hanya dimiliki oleh satu orang.
- Permanen, artinya karakteristik tersebut tidak dapat diubah.
- Dapat diukur secara kuantitatif.

## 2.3. Proses awal citra

Pengolahan citra (*image processing*) merupakan suatu sistem dimana proses dilakukan dengan masukan berupa citra dan hasilnya juga berupa citra. Proses ini merupakan proses yang dilakukan terhadap citra sebelum proses ekstraksi ciri.

## 2.4. Teori Dasar Segmentasi

Segmentasi citra berarti mendekomposisikan gambar ke dalam komponen-komponen yang lebih kecil, atau memisahkan citra menjadi bagian-bagian pembentuknya (*region*). Segmentasi di sini sangat berperan dalam memudahkan pengamat citra untuk membedakan bagian-bagian tertentu dari suatu citra yang memiliki persamaan atau kemiripan berdasarkan metode tertentu dengan suatu peninjauan. Pendekatan algoritma segmentasi ada dua jenis:

- Berdasar *discontinuity* yaitu adanya perubahan warna yang mendadak (deteksi tepi, garis).
- Berdasar *similarity* yaitu dengan mengelompokkan berdasar distribusi properti pixel (warna) atau dengan mencari *region* secara langsung berdasar 'persamaan' karakteristik suatu area<sup>[14]</sup>.

## 2.5. Transformasi Wavelet

Transformasi wavelet merupakan sebuah fungsi konversi yang dapat digunakan untuk membagi suatu fungsi atau sinyal ke dalam komponen frekuensi yang berbeda, yang selanjutnya komponen-komponen tersebut dapat dipelajari sesuai dengan skalanya. Transformasi wavelet menggunakan 2 komponen penting dalam melakukan transformasi yakni fungsi skala (*scaling function*) dan fungsi wavelet (*wavelet function*). Kedua fungsi ini digunakan pada saat transformasi wavelet dan inverse transformasi wavelet.

## 2.6. Fungsi Skala (*Scaling Function*)

Wavelet merupakan fungsi yang berada pada ruang fungsi  $L^2(R)$ . Untuk melakukan transformasi wavelet dimana fungsi atau sinyal dibagi-bagi ke dalam frekuensi yang berbeda, diperlukan fungsi skala (*scaling function*) yang berfungsi untuk melakukan perubahan skala pada suatu fungsi atau sinyal. Fungsi skala dinyatakan dengan persamaan:

$$\varphi_{j,k}(x) = 2^{j/2} \varphi(2^j x - k); j, k \in Z \quad (1)$$

Pada persamaan di atas nilai  $k$  menyatakan posisi dari  $\varphi_{j,k}(x)$  pada sumbu  $x$ , nilai  $j$  menyatakan lebar dari  $\varphi_{j,k}(x)$ , seberapa lebar fungsi skala tersebut pada sumbu  $x$ . Sedangkan  $2^{j/2}$  menyatakan nilai amplitudo dari fungsi tersebut. Fungsi skala (*scaling function*) disebut juga sebagai *Lowpass Filter*.

## 2.7. Fungsi Wavelet (*Wavelet Function*)

Wavelet merupakan sebuah fungsi variable real  $x$ , diberi notasi  $\psi$ , dalam ruang fungsi  $L^2(R)$ . Fungsi ini dihasilkan oleh parameter dilatasi dan translasi, yang dinyatakan dengan persamaan:

$$\psi_{a,b}(x) = a^{-1/2} \psi\left(\frac{x-b}{a}\right); a > 0, b \in R \quad (2)$$

$$\psi_{j,k}(x) = 2^{j/2} \psi(2^j x - k); j, k \in Z \quad (3)$$

Fungsi *wavelet* pada persamaan (2) diperkenalkan pertama kali oleh Grossman dan Morlet, sedangkan persamaan (3) oleh Daubechies. Pada fungsi Grossman Morlet,  $a$  adalah parameter dilatasi dan  $b$  adalah parameter translasi, sedangkan pada fungsi Daubechies, parameter dilatasi diberikan oleh  $2^j$  dan parameter translasi oleh  $k$ . Kedua fungsi dapat dipandang sebagai *mother wavelet*, dan harus memenuhi kondisi:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \psi(x) dx = 0 \quad (4)$$

yang menjamin terpenuhinya sifat orthogonalitas vector. *Mother wavelet* sangat bervariasi dan dikelompokkan berdasarkan fungsi dasar masing-masing. Fungsi wavelet (*wavelet function*) disebut juga sebagai *Highpass Filter*.

## 2.8. Filter Wavelet Daubechies

Pada penelitian ini, filter yang digunakan dalam proses filtering menggunakan teori filter wavelet daubechies. 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.

## 2.9. Mahalanobis distance

Metode *mahalanobis distance* pada penelitian ini digunakan untuk pengenalan pola iris mata. *Mahalanobis distance* adalah suatu metode statistika yang digunakan untuk mengelompokkan data dengan jarak tertentu. Dalam penelitian ini *mahalanobis distance* digunakan untuk membandingkan dua buah matrik ciri dari suatu iris yang sudah dilakukan proses ekstraksi ciri.

$$d(\vec{x}, \vec{y}) = \sqrt{(\vec{x} - \vec{y})^T P^{-1} (\vec{x} - \vec{y})} \quad (5)$$

Persamaan (5) merupakan rumus dari *mahalanobis distance* dimana x dan y merupakan dua matrik yang akan dicari nilai perbandingannya, dan  $P^{-1}$  merupakan kovarian matrik.

## 3. Perancangan Sistem

Sistem ini akan terbagi menjadi dua bagian utama yaitu :

### 1. Proses Pelatihan

Proses ini menerima inputan citra berformat bitmap, sebanyak m orang dan n buah citra iris mata per orang, sehingga total sebanyak (m x n) buah citra iris mata. Dari jumlah data di atas akan dilakukan pelatihan satu per satu. Dari inputan tersebut akan dilakukan beberapa tahapan:

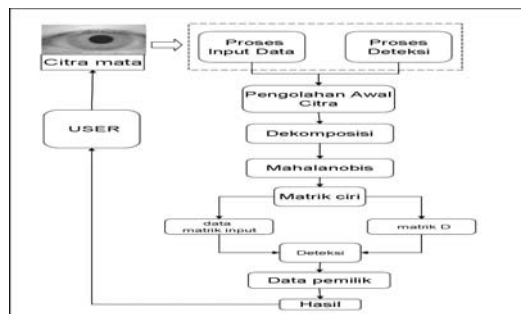
- Proses awal citra: Proses ini merupakan proses yang dilakukan sebelum proses ekstraksi ciri. Terdapat 2 bagian dalam *preprocessing*, yaitu:
    - a. Segmentasi
 

Proses segmentasi adalah proses untuk memisahkan iris dari gambar mata keseluruhan, pada proses ini akan dicari titik tengah dari pupil ( $X_p, Y_p$ ) dan titik tengah dari 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 dan selanjutnya dilakukan proses normalisasi.
    - b. Normalisasi
 

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, pada penelitian ini gambar hasil proses segmentasi dinormalkan ke dalam ukuran 20 x 240 pixel.
  - Dekomposisi: Pada penelitian ini ekstraksi ciri dilakukan dengan menggunakan transformasi wavelet Daubechies. Jika suatu citra dilakukan proses transformasi wavelet diskrit dua dimensi dengan level dekomposisi satu, maka akan menghasilkan empat buah *subband*, yaitu:
    1. Koefisien Aproksimasi (*subband* LL)
    2. Koefisien Detail Horizontal (*subband* HL)
    3. Koefisien Detail Vertikal (*subband* LH)
    4. Koefisien Detail Diagonal (*subband* HH)

Selanjutnya, hasil transformasi akan dijadikan matrik ciri dan akan dihitung dengan *mahalanobis distance*, dimana untuk *subband* yang akan digunakan, level dekomposisi dan ordo wavelet akan ditentukan pada tahap analisis.
  - Proses Threshold
 

Proses pelatihan ini, tujuannya adalah untuk mencari nilai ambang batas (*threshold*) yang terbaik untuk jarak antar pola yang sama, yang nantinya akan dipakai untuk proses deteksi.
- ### 2. Proses Deteksi
- Proses ini mirip dengan proses seperti pelatihan, yaitu melakukan tahapan – tahapan seperti *preprocessing* dan ekstraksi ciri, bedanya disini *threshold* hasil dari proses pelatihan digunakan pada proses ini, setelah data minimum dari bobot *euclidean distance* diketahui, selanjutnya akan dibandingkan dengan *threshold* yang diperoleh dari proses pelatihan. Secara umum rancangan yang dibuat adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Rancangan Sistem

**4. Analisis Sistem**

Tujuan dari analisis sistem adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh jenis/ordo dari wavelet *Daubechies* yang dipakai, level dekomposisi dan jumlah citra input (*sample*) terhadap nilai akurasi.
2. Memperoleh parameter terbaik yaitu dari jenis/ordo wavelet, level dekomposisi, nilai ambang batas dan jumlah citra input untuk mendapatkan tingkat akurasi yang terbaik pula.

**4.1. Tahap Pengujian dan Analisis**

**4.1.1. Pra Pengolahan Citra**

Pada tahap ini akan dianalisis apakah pada tahap pra pengolahan citra yaitu pada proses segmentasi dan normalisasi citra iris mata berpengaruh terhadap proses selanjutnya yaitu proses ekstraksi ciri dan proses klasifikasi.

$$\text{Tingkat Akurasi} = \frac{(75-2)}{75} \times 100 \% = 97,33 \%$$

Kegagalan akibat tidak berhasil ditemukannya lingkaran iris mata, salah satunya disebabkan karena tingkat kecermelangan *grayscale* dari lingkaran iris mata hampir mendekati bagian putih mata. Untuk mengatasinya dilakukan dengan menambahkan kecermelangan (kontras) dari citra mata. Kegagalan pencarian lingkaran iris berakibat pada kemungkinan citra tersebut tidak bisa teridentifikasi.

**4.1.2. Level Dekomposisi**

Hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

**Table 1. Pengaruh Level Dekomposisi Terhadap Tingkat Akurasi**

| No | Level Dekomposisi | Jumlah Orang/pola | Tingkat Akurasi |
|----|-------------------|-------------------|-----------------|
| 1  | 1                 | 15                | 88,9 %          |
| 2  | 2                 | 15                | 92,8%           |
| 3  | 3                 | 15                | 85,9%           |

Dari tabel di atas dapat dilihat, untuk jumlah 15 pola mata, hasil yang lebih akurat didapatkan dengan menggunakan level dekomposisi level 2.

**4.1.3. Pengujian Terhadap Ordo Wavelet**

Hasilnya dapat dilihat seperti pada tabel berikut ini:

**Table 2. Pengaruh Jenis/Ordo Wavelet *Daubechies* Terhadap Tingkat Akurasi**

| No | Jenis/Ordo Wavelet <i>Daubechies</i> | Jumlah Orang/Pola | Tingkat Akurasi |
|----|--------------------------------------|-------------------|-----------------|
| 1  | db1                                  | 15                | 87,5 %          |
| 2  | db2                                  | 15                | 95,8 %          |
| 3  | db3                                  | 15                | 91,6 %          |
| 4  | db4                                  | 15                | 91,6 %          |
| 5  | db10                                 | 15                | 75%             |

Dari tabel di atas dapat dilihat, untuk jumlah 15 pola mata, hasil yang lebih akurat didapatkan dengan menggunakan jenis wavelet db2.

**4.2. Deteksi Dengan Parameter Hasil Pengujian**

Tingkat akurasi dihitung dengan parameter yang didapat dari hasil pengujian. Parameter – parameter tersebut adalah:

1. Jenis/ordo wavelet yang dipakai db2 dan level 2.
2. *Subband* yang dipakai adalah LL.

3. Jumlah orang/pola sebanyak 15.
4. Data uji sebanyak 2 citra per orang.
5. Data input data sebanyak 3 citra per orang .

$$\text{Tingkat Akurasi} = \frac{(30-2) \times 100 \%}{30} = 93,33 \%$$

Dengan jumlah data uji 15 orang dan 2 sample per orang , maka jumlah data yang diuji menjadi sebanyak 30 sample. Dari seluruh sample ada 2 yang gagal, sehingga tingkat akurasi menjadi 93,33%.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil analisis terhadap perangkat lunak, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tingkat akurasi dari pengenalan pola iris mata dengan menggunakan transformasi wavelet *Daubechies* dan *mahalanobis distance* untuk 75 citra uji adalah 97,33%.
2. Ordo wavelet *Daubechies* yang digunakan untuk pengenalan pola iris mata adalah db2 karena dari hasil pengujian, ordo db2 memberikan tingkat akurasi tertinggi dibandingkan dengan db1, db3, db4 dan db10.
3. *Subband* yang digunakan dalam pengenalan pola iris mata adalah subband Aproksimasi.
4. Level Dekomposisi yang digunakan untuk pengenalan pola iris mata adalah level dekomposisi 2, karena dari hasil pengujian dengan menggunakan level dekomposisi 2 memberikan tingkat akurasi tertinggi.
5. Terjadi kesalahan segmentasi pada tahap proses awal citra sebesar 2,67% dari 75 citra iris mata yang diujikan. Citra yang gagal pada tahap segmentasi (kesalahan segmentasi), juga mengalami kegagalan pada tahap identifikasi. Jadi kesalahan pada tahap segmentasi berpengaruh terhadap tingkat akurasi akhir.

## Daftar Pustaka

- [1] LANGMEAD, C. J. (2008). *A randomized algorithm for learning mahalanobis matrik to classification and regressionf biological data*
- [2] [Http://www.cert.or.id/~budi/courses/ec7010/2004/agusbr-report.pdf](http://www.cert.or.id/~budi/courses/ec7010/2004/agusbr-report.pdf), Perbandingan 3 Metode Iris Scan, diakses terakhir tanggal 3 nopember 2008.
- [3] [Http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/2006/121406/01/cakrawala](http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/2006/121406/01/cakrawala), Teknologi Identifikasi biometrik, diakses terakhir tanggal 3 nopember 2008.
- [4] Minarni. (2004). *Klasifikasi Sidikjari Dengan Pemrosesan Awal Transformasi Wavelet*.
- [5] Bar-Hillel, Weinshall, Shental and Hertz,T. (2005). *Learning a Mahalanobis Metric from Equivalence Constraints*.
- [6] Masek, Libor. (2003). *Recognition of Human Iris Patterns for Biometric Identification*
- [7] Zhu, T. Tan, and Y. Wang, (1998). *Biometric Personal Identification System Based on Iris Patterns*.
- [8] Susanto, Heri. (2007). *Pengenalan identitas manusia melalui pola iris mata menggunakan transformasi wavelet daubechies dan weighted eucladian distance*. Tugas Akhir STTTelkom Bandung. 2007
- [9] Nur Pratama, Ivan. (2006). *Identifikasi iris mata menggunakan tapis gabor wavelet dan jaringan saraf tiruan learning vector quantization (LVQ)*. Tugas Akhir STTTelkom Bandung. 2006
- [10] Matlab. (2007). *Wavelet Toolbox*. The Math Works, Inc. 2007
- [11] The MathWorks. MATLAB; (2007). *The Language of Technical Computing*.