

IDENTIFIKASI IRIS MATA MENGGUNAKAN METODE ANALISIS KOMPONEN BEBAS (*INDEPENDENT COMPONENTS ANALYSIS – ICA*)

Hari Casbari

Biometrik merupakan suatu ilmu yang menitikberatkan pada metode-metode untuk mengidentifikasi secara biologis, khususnya ciri unik yang dimiliki manusia. Pada penelitian ini, ciri unik yang dibahas adalah tekstur iris mata. Setiap iris memiliki tekstur detail dan unik, bahkan berbeda antara mata kanan dan kiri. Iris mata juga tidak dapat diubah serta permanen selama berpuluh-puluh tahun, sehingga dapat digunakan dalam sistem identifikasi dengan cara mengekstraksi ciri unik tersebut.

Pada penelitian ini telah dikembangkan teknik pengenalan iris mata menggunakan metode Analisis Komponen Bebas (*Independent Components Analysis - ICA*). Penelitian dimulai dengan merancang program simulasi komputer menggunakan bahasa pemrograman Matlab. Pada penelitian ini tahapan-tahapan yang dilakukan untuk identifikasi iris mata adalah akuisisi data, pengolahan awal, ekstraksi ciri, dan klasifikasi. Pengolahan awal meliputi ekualisasi histogram, *downsampling*, penapisan median, deteksi tepi Canny, dan pengubahan citra iris ke koordinat polar. Algoritma yang digunakan untuk ekstraksi ciri tekstur iris mata adalah algoritma FastICA. Sedangkan untuk mengklasifikasikan ciri dari tekstur iris mata digunakan perhitungan dengan jarak Euclidean rata-rata.

Program simulasi pengenalan iris mata yang telah jadi kemudian diuji menggunakan 90 citra uji. Pengenalan ditentukan dengan mencari jarak Euclidean rata-rata terkecil antara komponen bebas citra iris mata yang diujikan dengan komponen bebas citra-citra iris yang ada dalam basis-data. Dari pengujian yang dilakukan, diperoleh persentase pengenalan terbaik adalah 97,5 % dari hasil pengujian dengan menggunakan enam citra latih. Untuk penggunaan jumlah citra latih dalam basis-data yang lebih kecil dari enam citra latih dan penggunaan komponen bebas yang lebih kecil dari 10 untuk setiap jenis mata, diperoleh tingkat persentase pengenalan yang menurun.

Kata-kunci : Pengenalan iris mata, Analisis Komponen Bebas, jarak Euclidean.

Metode tradisional yang selama ini digunakan untuk mengidentifikasi seseorang kebanyakan berbasis pada barang yang dimiliki seseorang tersebut (sebuah kunci, kartu identitas, dan lain sebagainya), atau berdasar pada apa yang seseorang itu ketahui (sebuah sandi rahasia misalnya). Metode tersebut mempunyai beberapa kelemahan seperti sebuah kunci itu hilang, kartu identitas dan sandi yang terlupakan, dan sebagainya.

Biometrik merupakan pengembangan dari metode dasar identifikasi dengan menggunakan karakteristik alami manusia sebagai basisnya. Biometrik mencakup karakteristik fisiologis dan karakteristik perilaku. Karakteristik fisiologis adalah ciri-ciri fisik yang relatif stabil seperti wajah, sidik jari, pembuluh darah pada tangan, iris mata, pola retina, dan spektrum suara. Karakteristik perilaku diwakili oleh karakter-karakter seperti tanda tangan, pola ucapan, atau ritme mengetik. Metode identifikasi ini lebih dipilih dibandingkan metode tradisional seperti nomor PIN dan *password*, karena tidak perlu untuk mengingat nomor PIN atau *password*.

Iris atau selaput pelangi pada mata dapat dijadikan sebagai basis sistem biometrik. Sistem

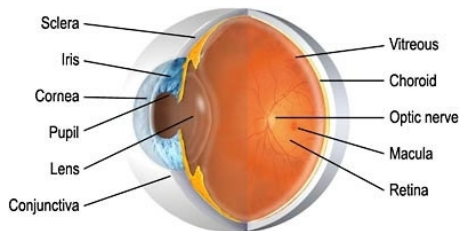
yang mampu mengenali seseorang dari karakteristik iris matanya merupakan sistem identifikasi yang relatif dapat diandalkan karena keunikan karakteristik yang ada pada iris itu sendiri. Tekstur iris unik untuk setiap orang, memiliki pola tekstur stabil selama hidup, bahkan iris mata kiri dan kanan seseorang pun memiliki tekstur yang tidak sama. Ciri tekstur itulah yang dianalisis untuk diidentifikasi.

Pada penelitian ini dikembangkan teknik pengenalan citra dengan menggunakan metode Analisis Komponen Bebas, dimana beberapa citra akan dikenali jika citra tersebut sama atau mirip sesuai dengan citra yang ada di dalam basis-data. Penelitian dimulai dengan merancang sebuah program simulasi komputer dengan menggunakan bahasa pemrograman Matlab. Program hasil rancangan tersebut digunakan untuk menguji metode ICA dengan menggunakan sejumlah citra iris mata. Pada penelitian ini proses yang dilakukan untuk identifikasi iris mata adalah akuisisi data, pengolahan awal, ekstraksi ciri, dan klasifikasi. Algoritma yang digunakan untuk ekstraksi ciri tekstur iris mata adalah FastICA. Metode klasifikasi yang dipakai ialah perhitungan jarak Euclidean.

Tinjauan Pustaka

Iris Mata dan Sistem Biometrik

Iris atau selaput pelangi pada mata dapat dijadikan sebagai basis sistem biometrik. Setiap iris memiliki tekstur yang amat rinci dan unik untuk setiap orang serta tetap stabil berpuluh-puluh tahun. Letaknya yang terlindung di belakang kornea (selaput bening) membuat iris terlindung dari kerusakan-kerusakan atau perubahan luar. Bagian mata ini tidak dapat diubah melalui pembedahan tanpa menimbulkan kerusakan pada penglihatan.



Gambar 1. Anatomi mata

Keuntungan dari pemakaian iris untuk sistem identifikasi yang dapat diandalkan adalah :

1. Iris terisolasi dan terlindung dari lingkungan luar.
2. Pada iris tidak mungkin dilakukan operasi untuk modifikasi tanpa menyebabkan cacat pada mata.
3. Iris memiliki tanggapan fisiologis terhadap cahaya, yang memungkinkan pengujian alami terhadap kemungkinan adanya penipuan serta penggunaan lensa mata palsu dan lain sebagainya.

Tabel 1. Perbandingan keakuratan teknologi biometric^[9]

Biometrik	Tingkat Akurasi
Pemayaran retina	1 : 10.000.000
Pemayaran iris	1 : 131.000
Pola Sidik Jari	1 : 500
Geometri Tangan	1 : 500
Dinamika tanda tangan	1 : 50
Dinamika Suara	1 : 50

Pengolahan Citra Digital

Pengolahan citra digital merupakan proses yang bertujuan untuk memanipulasi dan menganalisis citra dengan bantuan komputer. Pada

proses identifikasi iris mata ini, tahapan-tahapan pengolahan citra digital yang dilakukan terdiri atas:

1. Akuisisi citra (*image acquisition*).
2. Peningkatan kualitas citra (*image enhancement*).
3. Segmentasi citra (*image segmentation*).
4. Ekstraksi ciri (*feature extraction*).
5. Klasifikasi citra (*image classification*).

Metode Analisis

Analisis Komponen Bebas

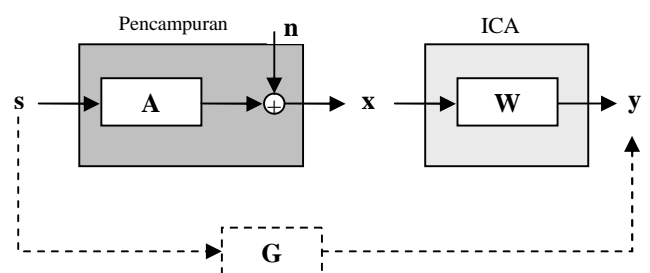
Secara mendasar, variabel y_1 dan y_2 dikatakan bebas jika informasi pada nilai dari y_1 tidak memberikan informasi apapun tentang nilai dari y_2 dan sebaliknya. Secara teknik, bebas dapat dijelaskan dengan kepadatan probabilitas $p(y_1, y_2)$ adalah *probability density function* (pdf) gabungan dari y_1 dan y_2 . Dan $p_1(y_1)$ adalah pdf marjinal dari y_1 yaitu pdf y_1 jika dianggap sendiri:

$$p_1(y_1) = \int p(y_1, y_2) dy_2 \quad (1)$$

Begitu pula untuk y_2 . y_1 dan y_2 adalah bebas jika dan hanya jika pdf gabungannya dapat difaktorkan dengan cara sebagai berikut:

$$p(y_1, y_2) = p_1(y_1)p_2(y_2) \quad (2)$$

Definisi tersebut berkembang untuk semua jumlah n dari variabel acak, yang mana kepadatan gabungan harus merupakan perkalian dari n variabel pdf.



Gambar 2. Diagram pemodelan dari ICA

Pada Gambar 2 di atas ditunjukkan model dari ICA. Dinotasikan $\mathbf{s} = (s_i)$ sebagai $m \times 1$ vektor sinyal sumber dan dengan $\mathbf{x} = (x_i)$ sebagai $n \times 1$ vektor sinyal yang teramati oleh sensor. Sinyal teramati (campuran) vektor \mathbf{x} dapat ditulis sebagai:

$$\mathbf{x} = \mathbf{A}\mathbf{s} \quad (3)$$

dengan \mathbf{A} adalah $n \times m$ matriks pencampuran. Dengan menggunakan $m \times n$ matriks pemisahan \mathbf{W} yang telah diperkirakan maka dapat dihitung perkiraan sinyal sumber $\mathbf{y} = (y_i)$, yaitu:

$$\mathbf{y} = \mathbf{W}\mathbf{x} \quad (4)$$

Matriks global \mathbf{G} merupakan matriks yang menyatakan perubahan dari sinyal sumber \mathbf{s} sampai perkiraan sinyal sumber \mathbf{y} . Untuk algoritma ICA

yang ideal maka matriks \mathbf{G} adalah matriks identitas (\mathbf{I}). Matriks \mathbf{G} sering digunakan untuk mengukur performa dari suatu algoritma ICA.

Praproses untuk ICA

Sebelum menerapkan sebuah algoritma ICA pada data yang ada, akan sangat berguna bila melakukan beberapa praproses. Hal tersebut bertujuan untuk membuat masalah dari perhitungan ICA lebih mudah dan dikondisikan lebih baik, sesuai dengan asumsi-asumsi yang dibuat dalam perkiraan ICA (bererata nol, tidak terkorrelasi dan varians sama dengan satu).

a. Pemusatan (Centering)

Praproses yang paling dasar dan dibutuhkan adalah memusatkan \mathbf{x} , yaitu mengurangi vektor reratanya $\mathbf{m} = E\{\mathbf{x}\}$ untuk membuat \mathbf{x} mempunyai rerata nol. Hal ini juga berarti \mathbf{s} juga mempunyai rerata nol (karena $\mathbf{s} = \mathbf{W}\mathbf{x}_b$, maka $E\{\mathbf{s}\} = \mathbf{W}E\{\mathbf{x}_b\} = 0$ dengan \mathbf{x}_b adalah \mathbf{x} setelah dikurangi dengan reratanya).

b. Pemutihan (Whitening)

Metode yang sering digunakan adalah dengan menggunakan dekomposisi nilai eigen (*eigenvalue decomposition* – EVD) dari matriks kovarians $E\{\mathbf{x}\mathbf{x}^T\} = \mathbf{E}\mathbf{D}\mathbf{E}^T$ (matriks kovarians karena \mathbf{x}_i bererata nol), dengan \mathbf{E} adalah matriks ortogonal vektor eigen dari $E\{\mathbf{x}\mathbf{x}^T\}$ dan \mathbf{D} adalah matriks diagonal dari nilai eigennya, $\mathbf{D} = \mathbf{diag}(d_1, \dots, d_n)$. Pemutihan dapat dilakukan dengan:

$$\tilde{\mathbf{x}} = \mathbf{D}^{-1/2}\mathbf{E}^T\mathbf{x} \quad (5)$$

dengan $\mathbf{D}^{-1/2} = \mathbf{diag}(d_1^{-1/2}, \dots, d_n^{-1/2})$. Nilai $\mathbf{D}^{-1/2}\mathbf{E}^T$ disebut sebagai matriks whitening dan $\mathbf{E}\mathbf{D}^{1/2}$ untuk mengembalikan proses disebut matriks dewhitening.

Ekstraksi Ciri Iris Mata Menggunakan Analisis Komponen Bebas

Berikut langkah-langkah yang digunakan dalam proses ekstraksi ciri iris mata.

1. Membuat matriks populasi dari citra yang ada dalam basis-data.
2. Melakukan pengolahan awal tahap pertama pada semua citra yang ada di matriks populasi. Pengolahan awal yang dilakukan antara lain: pengontrasan, pencuplikan turun, penapisan median, deteksi canny, dan pengubahan citra iris ke koordinat polar.

3. Membagi citra polar yang berukuran 480×60 menjadi beberapa citra jendela kecil berukuran $N \times N$. Pada penelitian ini digunakan ukuran 10×10 sehingga diperoleh 288 citra jendela kecil.
4. Melakukan pengolahan awal tahap kedua agar algoritma FastICA lebih mudah digunakan. Tahap yang dilalui adalah pemusatan dan pemutihan.
5. Menghitung nilai komponen bebas dari semua citra jendela kecil $N \times N$ untuk semua citra latih. Kemudian nilai komponen bebas yang didapat dikuantisasi ke dalam bilangan 8 bit sehingga nilainya akan berkisar antara 0-255.

Pengenalan dengan Perhitungan Jarak Euclidean

Setelah didapatkan vektor ciri dari citra uji, maka proses selanjutnya adalah membandingkan vektor ciri dari citra uji dengan vektor ciri citra latih. Perbandingan tersebut dapat dilakukan dengan cara menghitung jarak Euclidean rata-rata (*Average Euclidean Distance* - AED), yang merupakan selisih nilai piksel antara 2 vektor tersebut. Jarak Euclidean adalah akar dari jumlah selisih kuadrat antara 2 vektor.

Rumus untuk mencari jarak Euclidean rata-rata adalah:

$$AED(a, b) = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \sqrt{\sum_{j=1}^N (a_{i,j} - b_{i,j})^2} \quad (6)$$

dengan $AED(a, b)$ adalah jarak Euclidean rata-rata antara vektor iris a dan vektor iris b ;

$a_{i,j}$ adalah komponen ke- i dari jendela kecil ke- j vektor iris a ;

$b_{i,j}$ adalah komponen ke- i dari jendela kecil ke- j vektor iris b ;

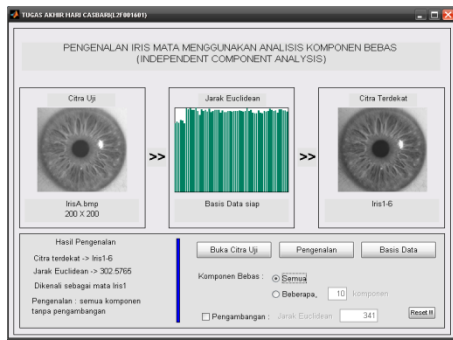
N adalah jumlah komponen bebas pada vektor iris a dan vektor iris b ;

M adalah jumlah jendela kecil dari satu citra iris.

Dari hasil perhitungan jarak Euclidean tersebut dapat ditentukan suatu citra iris adalah mirip bila memiliki jarak rata-rata yang paling dekat.

Perancangan Perangkat Lunak

Program simulasi pengenalan iris mata dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Tampilan program pengenalan iris mata

Secara umum program pengenalan iris pada penelitian ini terdiri atas empat proses penting.

Pertama adalah akuisisi data dan pengolahan awal citra hasil akuisisi. Pengolahan awal meliputi perbaikan kualitas citra dan segmentasi citra. Perbaikan kualitas dilakukan dengan ekualisasi histogram dan tapis median, sedangkan segmentasi citra dilakukan dengan deteksi tepi Canny dan pengubahan citra iris kedalam koordinat polar.

Kedua adalah menyiapkan basis-data dari sekumpulan citra iris hasil akuisisi dan pengolahan awal dengan ukuran piksel yang sama disiapkan untuk pelatihan.

Ketiga adalah pelatihan sistem yang merupakan proses ekstraksi ciri terhadap sejumlah citra latih dengan menggunakan metode ICA sehingga menghasilkan sejumlah vektor ciri citra latih.

Keempat adalah proses pengenalan, yaitu penyajian suatu citra untuk dikenali dengan cara membandingkan vektor ciri citra tersebut dengan vektor ciri citra latih.

Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Hal yang diteliti dalam penelitian ini adalah pengaruh jumlah citra latih dan jumlah komponen bebas terhadap hasil pengenalan citra uji.

Pembahasan Hasil Penelitian

1. Pengaruh Jumlah Citra Latih

Seratus empat puluh citra terdiri atas 10 jenis iris mata dengan 6 variasi, yang terdiri atas 60 citra untuk basis-data, dan 80 citra untuk citra uji, telah dikumpulkan dalam rangka persiapan untuk penelitian ini. Citra didapat telah diubah dimensi sehingga berukuran 200×200 piksel, dan berada pada aras warna *Red Green Blue* (RGB).

Dalam rangka pengujian ini, sistem dilatihkan menggunakan 1, 3, dan 6 citra latih. Hasil dari

pengujian ini dapat dilihat secara lengkap pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian jumlah citra latih

No	Jumlah citra latih	Jumlah kesalahan	Prosentase kesalahan
1	1 Citra latih	11	13,75 %
2	3 Citra latih	7	8,75 %
3	6 Citra latih	2	2,5 %

Sumber : Hasil Olah Data

Jumlah kesalahan yang besar pada pengujian menggunakan 1 citra latih disebabkan belum adanya variasi pada citra latih yang disajikan ke sistem, sehingga pada saat suatu iris mata dengan ekspresi yang berbeda dari citra latihnya disajikan ke sistem untuk dikenali, citra uji tersebut cenderung mengacu pada citra latih iris mata lain yang bentuk ekspresi irisnya lebih mirip.

Tingkat keberhasilan pengenalan pada pengujian menggunakan 6 citra latih adalah cukup tinggi, yaitu 97,5%, dan mampu mengurangi kesalahan pengenalan yang terjadi pada pengujian dengan jumlah citra latih yang lebih sedikit. Hal ini disebabkan variasi ekspresi iris mata dari citra uji membutuhkan sejumlah citra latih dengan ekspresi yang sesuai untuk dapat dikenali dengan baik oleh sistem pengenalan iris mata. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa jumlah citra latih berbanding lurus dengan kinerja dari sistem pengenalan iris mata, dalam hal kemampuan melakukan pengenalan terhadap variasi ekspresi iris mata yang disajikan ke sistem. Artinya, semakin banyak variasi iris mata yang dilatihkan, kemampuan sistem pengenalan iris juga akan semakin tinggi.

2. Pengaruh Jumlah Komponen Bebas

Seratus empat puluh citra terdiri atas 10 jenis iris mata dengan 6 variasi, yang terdiri atas 60 citra untuk basis-data, dan 80 citra untuk citra uji, telah dikumpulkan dalam rangka persiapan untuk penelitian ini.

Tabel 3. Hasil pengujian pengaruh jumlah komponen bebas

No	Jumlah komponen bebas	Jumlah kesalahan	Prosentase kesalahan
1	2 komponen bebas	21	26,25 %
2	4 komponen bebas	10	12,5 %
3	6 komponen bebas	6	7,5 %
4	8 komponen bebas	6	7,5%
5	10 komponen bebas	2	2,5 %

Sumber : Hasil Olah Data

Hasil pengujian pada Tabel 3 memperlihatkan bahwa jumlah komponen bebas yang digunakan untuk proses pengenalan berpengaruh terhadap hasil pengenalan. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa penggunaan 10 komponen bebas memberikan kesalahan yang lebih sedikit yaitu 2 kesalahan dibandingkan pada penggunaan 2, 4, 6, dan 8 komponen bebas. Hal ini disebabkan di dalam basis-data masih terdapat variasi atau ciri iris mata yang mirip dengan yang lain.

Kesimpulan Dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Metode FastICA dapat digunakan untuk mengekstrak tekstur iris mata yang kemudian dapat dikenali dengan perhitungan jarak Euclidean.
2. Pada pengujian pengaruh jumlah citra latihan diperoleh hasil antara lain: untuk 1 citra latihan terdapat kesalahan pengenalan sebanyak 11 kesalahan, kemudian untuk 3 citra latihan terdapat 7 kesalahan, dan untuk 6 citra latihan terdapat 2 kesalahan.
3. Jumlah citra latihan yang digunakan pada metode FastICA berbanding lurus dengan kinerja sistem pengenalan iris mata, artinya semakin banyak citra latihan yang digunakan untuk pelatihan, hasil pengenalan semakin bagus.
4. Pada pengujian dengan variasi jumlah komponen bebas, didapatkan bahwa pengujian dengan 6 komponen bebas memberikan prosentase kesalahan pengenalan yang sama jika dengan menggunakan 8 komponen bebas, dan tidak beda jauh dengan prosentase kesalahan pada pengujian menggunakan 10 komponen bebas. Sehingga untuk pengenalan, jumlah komponen bebas dapat direduksi sebesar 60% dari total komponen bebasnya.
5. Faktor ciri iris mata juga berpengaruh penting dalam sistem pengenalan, artinya semakin banyak ciri yang dominan pada setiap jenis iris mata, hasil pengenalan akan semakin baik.
6. Hasil penjumlahan antara rerata dan simpangan baku dapat digunakan sebagai ambang batas penentu suatu citra dikenali atau tidak dikenali, karena berhasil untuk mengelompokkan citra uji luar dan citra uji dalam.
7. Prosentase pengenalan terbaik ialah 97,5 % yaitu pada pengenalan menggunakan 6 citra latihan tanpa pengembangan dan menggunakan semua komponen bebas.

Saran

1. Sistem identifikasi iris mata perlu dikembangkan sekaligus dengan perangkat keras dalam memproses citra iris secara waktu nyata (*real-time*), sehingga nantinya dapat dipergunakan secara nyata dalam aplikasi kehidupan sehari-hari.
2. Pengambilan citra iris mata perlu dilakukan dengan pencahayaan dan fokus kamera yang diatur sedemikian rupa sehingga tekstur citra iris terlihat jelas dan tidak terdapat kilatan cahaya yang menghilangkan sebagian informasi tekstur iris.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk ekstraksi ciri dengan ICA menggunakan algoritma lainnya, seperti *Thin algorithm for Independent Component Analysis* (ThinICA), *Equivariant Robust Independent Component Analysis* (ERICA) *algorithm*, dan *Unbiased quasi Newton algorithm for Independent Component Analysis* (UNICA).

Referensi

- [1] Buwono, A., *Pemisahan Komponen Sumber Sinyal Deterministik dengan Analisis Komponen Independen*, Skripsi Mahasiswa S-1 Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2005.
- [2] Cui, J., L. Ma, Y. Wang, and T. Tan, *An Appearance Based Method For Iris Identification*, Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, National Laboratory of Pattern Recognition (NLPR), 2005
- [3] Daugman, J., "High Confidence Visual Recognition of Persons by a Test of Statistical Independence", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 15, No.11, pp. 1148-1161, 1993.
- [4] Daugman, J., "How Iris Recognition Works", *IEEE Transaction on Circuits and system for Video Technology*, vol 14, no.1, January 2004.
- [5] Erickson, M., *Eye Anatomy*, st Luke's Cataract and Laser Institute, 2003.
- [6] Hyvärinen, A., "Fast and Robust Fixed Point Algorithm for Independen Component Analysis", *IEEE Trans. On Neural Networks*, 10(3):626-634, 1999.
- [7] Hyvärinen, A. and O. Erkki, "A Fast Fixed Point Algorithm For Independent Component Analysis", *Neural Computation*, 9(7):1483-1492, 1997.

[8] Hyvärinen, A. and O. Erkki, "Independent Component Analysis: Algorithms and Applications", Helsinki University of Technology, Espoo, 2000.

[9] Jafar, M. and E. Aboul, "An Iris Recognition system to Enhance E-security environment Based on wavelet theory", *Kuwait University*, 2003.

[10] Jain, A.K., *Fundamental of Digital Image Processing*, Prentice Hall, New Jersey, 1989.

[11] Merloti, P.E., *Experiments on Human Iris Recognition Using Error Backpropagation Artificial Neural Network*, Computer Science Department, San Diego State University, USA, 2004.

[12] Munir, R., *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*, Informatika, Bandung, 2004.

[13] Murni, A., *Pengantar Pengolahan Citra*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, 1992.

[14] Partridge, M. And R. Calvo, *Fast Dimensionality Reduction and Simple PCA*, Electrical Engineering Department, University of Sydney, Australia, 2006.

[15] Wibisono, K., *Pemisahan Citra Yang Tercampur Secara Linear Dengan Teknik Analisis Komponen Independen*, Skripsi Mahasiswa S-1 Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2006.

[16] Wijayanto, W.S., *Identifikasi Iris Mata dengan Tapis Gabor Wavelet dan Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization (LVQ)*, Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang, 2005.

[17] Wildes, P.R., "Iris Recognition: An Emerging Biometric Technology", *Proceedings of IEEE*, vol.85, pp.1348-1363. Sept. 1997.

[18] Ya-Ping,H., En-Yi Chen, and Si-Wei L., "An Efficient Iris Recognition System", Computer Science Department Tsinghua and Jiaotong University, Beijing, 2002.

[19] Zhu, Y., T. Tan, and Y. Wang, *Biometric Personal Identification Based on Iris Patterns*, Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, National Laboratory of Pattern Recognition (NLPR), 2005.

[20] ---, *Basic Statistic*, <http://www.statsoft.com/textbook/glosi.html>, Juli 2004.

[21] ---, *Biometrics Identification*, <http://www.altisinsinc/Biometrics/techniques.html>, April 2005.

[22] ---, *Correlation*, <http://www.surveysystem.com/correlation.htm>.

[23] ---, *Image Processing Toolbox, for user's with MATLAB*, user's guide version 3, The mathwork Inc, 2001.

[24] ---, *Iris recognition*, <http://www.CL.cam.ac.uk/users/jgd1000>, April 2005.



Hari Casbari (L2F001601) dilahirkan di Pekalongan, 24 November 1981. Menempuh pendidikan di SDN 1 Bulaksari lulus tahun 1995, kemudian melanjutkan ke SLTPN 4 Sragi lulus tahun 1998, dilanjutkan lagi di SMUN 1 Comal lulus tahun 2001, dan

sampai saat ini masih menyelesaikan studi S1 di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang Konsentrasi Elektronika Telekomunikasi dan semoga dapat lulus tahun 2008.

Menyetujui dan Mengesahkan,

Pembimbing I,

R. Rizal Isnanto, S.T., M.M., M.T
NIP. 132 288 515
Tanggal

Pembimbing II,

Imam Santoso, S.T., M.T.
NIP. 132 162 546
Tanggal