

ARTIKEL ILMIAH TERPUBLIKASI

Identifikasi Iris Mata
Menggunakan Tapis Gabor *Wavelet* Dan Jaringan
Syaraf Tiruan *Learning Vector Quantization (LVQ)*



oleh :

R. Rizal Isnanto, ST, MM, MT

**Program Studi Sistem Komputer
Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro
2009**

**IDENTIFIKASI IRIS MATA
MENGUNAKAN TAPIS GABOR WAVELET DAN JARINGAN
SYARAF TIRUAN LEARNING VECTOR QUANTIZATION (LVQ)**

R. Rizal Isnanto

Abstract

Biometric represents the human identification method development using natural characteristic of human being as its bases. Every iris has the detail and unique texture, even differ between right and left eye. The eye iris identification process in this research are data acquisition, early processing, feature extraction and classification. Algorithm used for classification of texture slice the eye is Gabor wavelet filtering, and GHK classification process of slice the eye texture will be used by a Artificial Neural Network LVQ. Recognition the value of feature vektor in each iris obtained from to the number of right recognition value or the percentage of right one. The best recognition percentage is 87,5

Keywords: iris identification, Gabor filtering, LVQ

Pendahuluan

Konsep identifikasi adalah mengenali seseorang dari komponen yang dimilikinya (misalnya kartu), dari kode yang diketahuinya (seperti *password* dan PIN), dari karakteristik alami (seperti wajah dan sidik jari), atau dari kombinasi ketiganya. 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 fisik yang relatif stabil seperti sidik jari, siluet tangan, ciri khas wajah, pola iris, atau retina mata. Sedangkan karakteristik perilaku, seperti tanda tangan, pola ucapan, atau ritme mengetik, selain memiliki basis fisiologis yang relatif stabil, juga dipengaruhi kondisi psikologis yang mudah berubah.

Sistem yang mampu mengenali seseorang dari karakteristik iris matanya merupakan sistem identifikasi automatic 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.

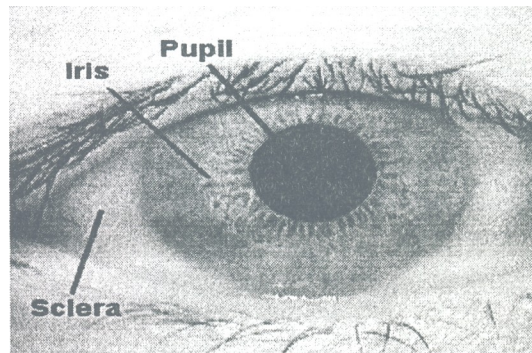
Sistem Biometrik Iris Mata

Biometrik merupakan pengembangan dari metode dasar identifikasi dengan menggunakan karakteristik alami manusia sebagai basisnya. Biometrik mencakup karakteristik fisiologis dan karakteristik perilaku. Pada tugas akhir ini, karakteristik yang dibahas adalah tekstur iris mata. Hal ini disebabkan oleh tekstur iris mata memiliki tingkat akurasi untuk identifikasi yang cukup tinggi.

Tahapan proses identifikasi Biometrik adalah :

1. Akuisisi, yaitu pengambilan karakteristik biometric
2. Pengolahan citra, antara lain dengan segmentasi citra dan ekstraksi ciri
3. Pengenalan pola atau klasifikasi nilai vektor ciri.

Iris atau selaput pelangi pada mata dapat dijadikan sebagai basis dalam sistem biometrik, karena 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 atau perubahan luar.



Gambar 1. Bagian Luar Mata

Metodologi Penelitian

Secara garis besar perangkat lunak yang akan dirancang memiliki diagram alir seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Akuisi Citra

Pada penelitian ini digunakan berkas citra dengan ekstensi. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa dengan spesifikasi pemayaran yang demikian didapatkan citra yang cukup jelas untuk dianalisis dengan ukuran berkas yang relatif kecil. Citra iris mata yang digunakan pada tugas akhir ini terdiri dari citra iris mata orang Indonesia dan citra iris mata orang asing. berukuran 200 x 200 piksel dengan format ekstensi.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Pengolahan Awal

Pengolahan awal (*preprocessing*) bertujuan untuk mengolah citra agar dapat diambil

karakteristik tekstur iris mata. Pada tahap ini diharapkan dapat diperoleh informasi dari suatu citra secara optimal.

Tahap pengolahan awal dalam tugas akhir ini terdiri atas:

1. Pembacaan berkas citra.
2. Mengubah citra menjadi aras keabuan.
3. Pengontrasan citra aras keabuan dengan ekualisasi histogram.
Ekualisasi Histogram merupakan salah teknik peningkatan kualitas citra (*image enhancement*) melalui pemodelan histogram. Ekualisasi histogram bertujuan untuk mendapatkan citra dengan histogram yang merata terhadap nilai intensitas, dimana titik tergelap dalam citra tersebut mencapai hitam pekat dan titik paling terang dalam citra mencapai warna putih cemerlang. Sehingga dapat meningkatkan kontras warna
4. *Downsampling*.
Pencuplikan—turun (*Downsampling*) adalah proses menurunkan jumlah piksel dan menghilangkan sebagian informasi dari citra. Citra iris *didownsampling* agar memiliki ukuran piksel yang lebih kecil dari sebelumnya, yang bertujuan mereduksi jumlah perhitungan yang harus dilakukan pada proses deteksi tepi
5. Penapisan dengan tapis median.
Pada penapisan dengan tapis median, aras keabuan citra pada setiap piksel digantikan dengan nilai median dari aras keabuan pada piksel yang terdapat pada jendela tapis.
6. Deteksi tepi Canny.
Salah satu masalah mendasar dalam analisis citra adalah proses deteksi tepi. Tepi citra memberi watak batasan-batasan citra. Tepi citra dapat didefinisikan sebagai piksel-piksel yang mengalami perubahan tajam pada Skala keabuannya. Pendekatan algoritma Canny dilakukan berdasarkan konvolusi fungsi citra dengan operator Gaussian. Pendeteksi tepi ini dirancang untuk merepresentasikan sebuah tepi yang ideal, dengan ketebalan yang diinginkan
7. Alihragam citra ke koordinat polar.
Informasi parameter tepi berupa titik pusat, jari-jari pupil dan jari-jari iris digunakan untuk mengalihragamkan citra ke dalam koordinat polar. Jarak antara lingkaran dalam dan lingkaran luar dinormalisasi terhadap [0, 60] berdasarkan jari-jari r . Dengan penambahan sudut θ sebesar $0,8^\circ$ pada jarak jari-jari r , diperoleh 450 nilai. dengan ukuran 450 x 60 piksel seperti pada Gambar 6. Citra hasil alihragam ini yang menjadi masukan pada ekstraksi ciri.

Ekstraksi Ciri dengan Tapir Gabor *Wavelet*

Ekstraksi ciri bertujuan untuk mendapatkan informasi-informasi penting dari tekstur suatu citra. Teknik ekstraksi ciri menggunakan fungsi Gabor *Wavelet* yang digunakan untuk mengekstrak ciri dari citra yang ternormalisasi. Fungsi 2-D Gabor *Wavelet* merupakan tapis spasial pelewat bidang yang optimum dalam meminimalisasi ciri yang tidak penting dalam kawasan spasial dan frekuensi. Fungsi dasar 2D Gabor didefinisikan sebagai:

$$g(x,y) = \frac{1}{2\pi} \exp\left[-\frac{x^2+y^2}{\sigma^2}\right] \exp\left[j2\pi\omega_0(x\cos\theta+y\sin\theta)\right]$$

Dimana σ merupakan varians dari distribusi Gaussian riajiner baik pada arah x dan arah y,

ω_0 merupakan frekuensi sinusoidal dan θ merupakan arah sinusoidal. Sebenarnya fungsi dasar Gabor adalah *2D Gaussian envelope* yang dimodulasi dengan frekuensi ω_0 dan orientasi θ . Fungsi Gabor Wavelet yang digunakan didefinisikan sebagai:

$$h(x,y) = \frac{1}{2\pi} \exp\left[-\alpha^{2j} \frac{x^2+y^2}{2}\right] \exp[j\pi\alpha(x\cos\theta+y\sin\theta)] \quad (2)$$

$$\text{dengan } \alpha = \frac{1}{\sqrt{2}}, j = 0, 1, 2, \dots \text{ dan } \theta \in [0, 2\pi].$$

Pemilihan frekuensi j dan orientasi θ yang berbeda-beda akan membentuk sebuah tapis. Jika frekuensi sinusoidal berubah, ukuran jendela akan berubah. Sebagai perbandingan, untuk alih ragam Gabor, ukuran jendela Gaussian akan tetap. Fungsi dasar Gabor *Wavelet* digunakan untuk membentuk tapis kawasan spasial. Setiap tapis dibuat dari pasangan tapis yang merupakan bagian riil dan imajiner dari sinusoidal kompleks. Untuk kombinasi satu level frekuensi dan orientasi, keluaran penapisan merupakan modulasi dari rata-rata keluaran konvolusi dari tapis kedok (*mask*) nyata dan imajiner pada semua piksel yang dihitung sebagai :

$$\text{Keluaran} = \sqrt{R_{ave}^2 + I_{ave}^2}$$

dengan R_{ave} merupakan hasil konvolusi dari citra iris dengan tapis kedok nyata sedangkan I_{ave} merupakan hasil konvolusi dari citra iris dengan tapis kedok imajiner. Persamaan ini berarti setiap pasangan tapis kompleks untuk satu level frekuensi digunakan untuk mengambil satu ciri (*feature*) dari tekstur iris.

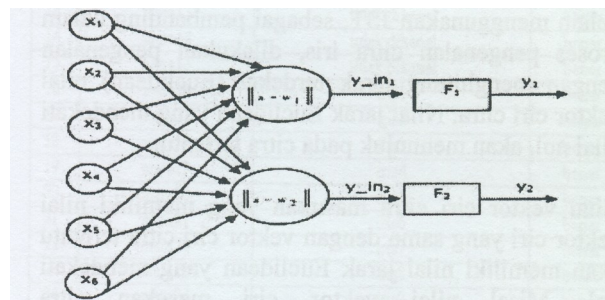
Fungsi 2-D Gabor *Wavelet* merupakan tapis ruang pelewat bidang yang optimum dalam meminimalisasi ciri yang tidak penting dalam domain ruang dan frekuensi. Masukan pada proses ini adalah citra iris koordinat polar yang berukuran 450 x 60 piksel.

Berdasarkan persamaan (2), pemilihan frekuensi j dan orientasi θ yang berbeda-beda akan membentuk sebuah tapis. Dalam tugas akhir ini digunakan 4 level frekuensi dan 6 orientasi θ . Vektor ciri dihasilkan dari keluaran tapis dengan kombinasi 4 nilai frekuensi j dan 6 nilai orientasi θ sehingga menghasilkan 24 ciri (*feature*) dari sebuah tekstur. Pada tugas akhir ini, level frekuensi j yang digunakan adalah 2,3,4, dan 5 dengan orientasi θ yang digunakan 30°, 60°, 90°, 120°, 150° dan 180°. Ukuran kedok (*mask*) yang digunakan adalah 17 x 17. Keluaran tapis merupakan modulasi dari rata-rata konvolusi mask tapis nyata dan imajiner terhadap citra iris seperti pada persamaan (3). R_{ave} adalah hasil konvolusi citra dengan tapis kedok nyata sedangkan I_{ave} merupakan hasil konvolusi citra dengan tapis kedok imajiner.

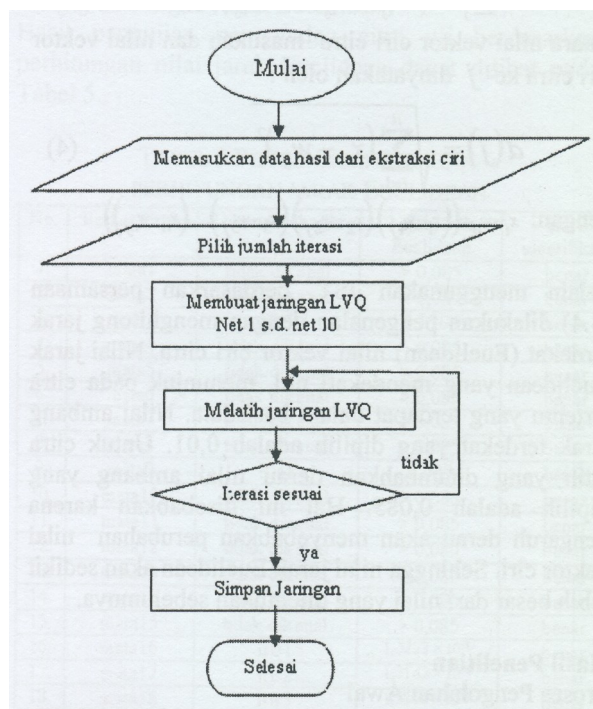
Klasifikasi dengan Jaringan syaraf Tiruan

Jaringan LVQ merupakan bentuk khusus dari *Competitive Learning Algorithm*, namun LVQ mempunyai target. Lapisan kompetitif belajar mengenali dan mengklasifikasikan vektor-vektor masukan. Jika ada dua vektor yang hampir sama, maka lapisan kompetitif akan menempatkan keduanya pada kelas yang sama, dengan kata lain jaringan LVQ belajar mengklasifikasikan vektor masukan ke kelas target yang ditentukan oleh pengguna. Gambar

3 menunjukkan arsitektur jaringan LVQ dengan enam neuron pada lapisan masukan, dan dua neuron pada lapisan keluaran. Proses yang terjadi pada setiap neuron adalah mencari jarak antara vektor masukan ke bobot yang bersangkutan (W_1 dan W_2). W_1 adalah vektor bobot yang menghubungkan setiap neuron pada lapisan masukan ke neuron pertama pada lapisan keluaran, sedangkan W_2 adalah vektor bobot yang menghubungkan setiap neuron pada lapisan masukan ke neuron kedua pada lapisan keluaran. Fungsi aktivasi F_1 , akan memetakan y_{in1} , ke $Y_1=1$ apabila $|x - W_1| < |x - W_2|$, dan $y_1 = 0$ jika sebaliknya. Demikian juga pada fungsi aktivasi F_2 akan memetakan y_{in2} ke $y_2 = 1$ apabila $|x - W_2| < |x - W_1|$, dan $y_2 = 0$ jika sebaliknya. Setelah melalui proses ekstraksi ciri, selanjutnya nilai nilai yang dihasilkan dimasukkan ke dalam jaringan syaraf tiruan yang menggunakan metode pembelajaran LVQ. Proses pembelajaran ini akan menyebabkan nilai bobot pada neuron akan berubah. selanjutnya dilakukan proses pengklasifikasian nilai masukan terhadap target yang telah ditentukan. Pengklasifikasian sinyal oleh JST menggunakan skema pembagian pasangan biner sehingga. 1 buah jaringan mengklasifikasikan sinyal masukan ke dalam 2 buah kelompok target. Dalam penelitian ini digunakan 10 buah jaringan sebagai basisdata.



Gambar 3. Arsitektur jaringan LVQ



Gambar 4. Alur program pembentukan jaringan

Parameter jaringan LVQ yang berpengaruh dalam mengontrol kinerjanya adalah jumlah neuron tersembunyi dan laju pembelajaran. Pada tugas akhir ini digunakan 20,

24, dan 30 neuron yang diuji pada masing-masing jaringan, dengan laju pembelajaran 0,01, 0,05, 0,1. Apabila laju pembelajaran terlalu singkat atau terlalu lama akan menyebabkan jaringan sulit mencapai hasil yang diinginkan dan hasil pengenalan menjadi kurang bagus, sedang jumlah iterasi yang digunakan adalah 100 dan 500, untuk neuron pada lapisan kedua digunakan persentase untuk masing-masing kelas target adalah 0,5 atau 50% dari jumlah data pada jaringan dan fungsi pembelajaran menggunakan *default* yang tersedia. Setelah dilatih maka selanjutnya dilakukan pengujian dengan menggunakan masukan dari satu vektor ciri. Kumpulan data tersebut diujikan keseluruhan jaringan yang kemudian hasil pengujian ditunjukkan dengan pengenalan iris dengan batasan nilai ambang tertentu terhadap persentase pengenalan pada masing-masing jaringan.

Pengenalan dengan Jarak Euclidean

Selain menggunakan JST, sebagai pembanding dalam proses pengenalan citra iris, dilakukan pengenalan dengan menghitung jarak terdekat (Euclidean) nilai vektor ciri citra. Nilai jarak Euclidean yang mendekati nilai nol, akan menunjuk pada citra tertentu.

Nilai vektor ciri citra masukan yang memiliki nilai vektor ciri yang sama dengan vektor ciri citra tertentu akan memiliki nilai jarak Euclidean yang mendekati nol. Misal nilai vektor ciri masukan citra

$\underline{X} = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ nilai vektor ciri citra yang ke- j adalah $\underline{W}_j = (W_{1j}, W_{2j}, \dots, W_{nj})$

jarak Euclidean antara nilai vektor ciri citra masukan dan nilai vektor ciri citra ke- j dinyatakan oleh:

$$d(j) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - w_{ij})^2} \quad (4)$$

dengan: $x_i - w_{ij} = ((x_1 - w_{1j}), (x_2 - w_{2j}), (x_3 - w_{3j}), \dots, (x_n - w_{nj}))$

Selain menggunakan JST, berdasarkan persamaan (3.4) dilakukan pengenalan dengan menghitung jarak terdekat (Euclidean) nilai vektor ciri citra. Nilai jarak Euclidean yang mendekati nol, menunjuk pada citra tertentu yang terdapat dalam basisdata. Nilai ambang jarak terdekat yang dipilih adalah 0,01. Untuk citra latih yang ditambahkan derau nilai ambang yang dipilih adalah 0,085. Hal ini disebabkan karena pengaruh derau akan menyebabkan perubahan nilai vektor ciri. Sehingga nilai jarak Euclidean akan sedikit lebih besar dari nilai yang ditentukan sebelumnya.

Hasil Penelitian

Proses Pengolahan Awal

Citra masukan berupa citra iris mats, yang terdiri atas 10 citra latih sebagai basisdata dan 25 citra uji yang masing-masing citra memiliki ukuran 200 x 200 piksel, dalam bentuk citra berwarna dan disimpan dalam format ekstensi *.bmp. Setelah dilakukan langkah penelitian didapatkan hasil seperti pada Gambar 5 dan 6.

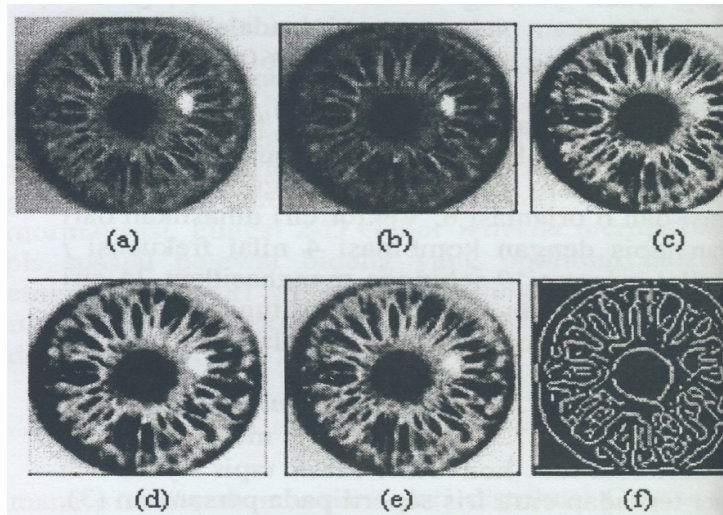
Ekstraksi Ciri dengan Tapis Gabor *Wavelet*

Hasil ekstraksi ciri dengan tapis Gabor *wavelet* adalah vektor ciri berukuran 24 x 1 [setiap elemen vektor ciri diperoleh dari level frekuensi j yang terdiri atas 4 macam yaitu 2, 3, 4, dan 5 dengan orientasi θ yang digunakan adalah 6 macam yaitu 30°, 60°, 90°, 120°, P 150° dan 180°] sehingga variasi vektor yang akan diperoleh 24 variasi.

Klasifikasi dengan Jaringan Syaraf Tiruan

Dari pengujian jaringan yang dilakukan, kinerja jaringan yang memiliki kinerja terbaik

dalam proses pengenalan digunakan dalam proses klasifikasi. Hasil pengujian ditampilkan dalam tabel 1 sampai 4.



Gambar 5 Urutan hasil proses pengolahan awal

- (a) Citra masukan
- (b) Citra arcs keabuan
- (c) Citra hasil pengurangan
- (d) Citra hasil *downsampling*
- (e) Citra hasil tapis median
- (f) Citra hasil deteksi tepi Canny



Gambar 6. Citra hasil alihragam ke koordinat polar

TABEL I JARINGAN YANG DIPAKAI DALAM PROSES KLASIFIKASI

No	Jaringan	Klasifikasi Ifis Mata	Jml Iterasi	Neuron Tersembunyi	Laju Pembelajaran	Kinerja Jaringan
1.	net1	Iris1daniris2	100	20	0,05	0.31
2.	net2	Iris2dan ifis3	100	24	0,05	0.27
3.	net3	iris3 danifis4	100	30	0,05	0.33
4.	net4	Iris4dan if is5	100	24	0,05	0.25
5.	net5	Iris5den ifis6	100	24	0,03	0.25
6.	net6	Iris6dan iris7	100	24	0,05	0.21
7.	net7	Iris7den ifis8	100	24	0,05	0.19
8.	net8	Iris8 dan ifis9	100	24	0,05	0.25
9.	net9	Iris9 danifisla	100	24	0,05	0.27
10	net10	Iris10 den iris 10	100	24	0,05	0.33

Pada pengujian pengenalan nilai vektor ciri, tidak semua pengklasifikasian nilai vektor ciri diklasifikasikan pada kelas yang tepat. Karena itu pengenalan dilakukan berdasarkan

jumlah nilai pengenalan atau jumlah persentase setiap nilai vektor ciri terhadap nilai kelas target yang telah ditentukan. Hasil pengenalan untuk masing-masing citra latih dapat disusun menjadi seperti Tabel 2.

Untuk pengujian pengenalan, citra latih dan citra uji diujikan pada jaringan yang memiliki kinerja terbaik yakni terhadap jaringan yang terdapat dalam Tabel 1 Untuk hasil pengujian citra latih dapat dilihat pada Tabel 3 Dan hasil pengujian untuk citra uji dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan pengujian diperoleh bahwa program ini memiliki tingkat keberhasilan sebesar 100 %. Dengan hasil tersebut dapat disimpulkan program bekerja dengan baik.

TABEL 2 PENGENALAN NILAI VEKTOR CIRI

No	Janngan	Klasifikasi	Pengenalan
1,	net1	iris1 dan iris2	iris1= 21/24 = 87,5% iris2= 13/24= 54,2%
2,	net2	iris1 dan iris3	iris1 = 21/24 = 87,5% iris3 = 14/24 = 58,3%
3,	net3	iris3 dan iris4	iris3 = 20/24 = 83,3%. Iris4 = 13/24 = 54,2%
4.	net4	iris1 dan iris5	Iris1 = 21/24 = 87,5% Iris5 = 15/24 = 62,5%
5.	net5	iris1 dan iris6	Iris1 = 18/24 = 75% Iris6 = 17/24 = 70,8%
6	net6	iris1 dan iris7	Iris1 = 18/24 = 75% Iris7 = 20/24 = 83,3%
7.	net7	iris1 dan iris8	Iris1 = 20/24 = 83,3 Iris8 = 18/24 = 75%
8	net8	iris1 dan iris9	Iris1 = 21/24 = 87,5% Iris8 = 18/24 = 75%
9	net9	iris1 dan iris10	Iris1 = 20/24 = 83,3% Iris10 = 15/24 = 62,5%
10,	net10	iris6 dan iris10	Iris6 = 18/24 = 75% Iris10= 14/24 = 58,3%

TABEL 3 PENGUJIAN JST PADA CITRA LATIN

No.	Berkas Citra	Dikenal Sebagai	Hasil identifikasi
-----	--------------	-----------------	--------------------

1.	m5l	iris1	benar
2.	iris2	iris2	benar
3	ms3	iris3	benar
4.	iris4	iris4	benar
3.	iris5	iris5	benar
6.	iris6	iris6	benar
7.	Iris7	iris7	benar
8	Iris8	iris8	benar
9.	iris9	iris9	benar
10.	Iris10	iris10	benar

TABEL 4 PENGUJIAN JST PADA CITRA UJI

No.	Berkas Citra	Dikenal Sebagai	Hasa identifikasi
1.	mata1	tidak dikenal	benar
2	mata1	tidak dikenal	benar
3.	mata3	iris1	benar
4.	mata4	tidak dikenal	benar
5.	mata5	tidak dikenal	benar
6.	mata6	tidak dikenal	benar
7.	mata7	tidak dikenal	benar
8.	mata8	tidak dikenal	benar
9.	mata9	iris1	benar
10.	mata10	tidak dikenal	benar
11.	mata11	tidak dikenal	benar
12.	mata12	tidak dikenal	benar
13.	mata13	tidak dikenal	benar
14.	mata 14	tidak dikenal	benar
15.	mata15	tidak dikenal	benar
16.	mata 16	iris1	benar
17.	mata17	iris2	benar
18.	mata 18	iris3	benar
19.	mata 19	iris4	benar
20.	mata20	iris5	benar
21.	mata21	iris6	benar
22.	mata22	iris7	benar
23.	mata23	iris8	benar
24.	mata24	iris9	benar
25.	mata25	iris10	benar

Pengujian dengan Jarak Euclidean

Hasil pengujian pengenalan citra uji berdasarkan perhitungan nilai jarak Euclidean dapat dilihat pada Tabel 5.

TABEL 5 PENGENALAN DENGAN PERHITUNGAN JARAK EUCLIDEAN

No.	Berkas Citra	Dikenal sebagai	Nilai jarak Euclidean	Hasil identifikasi
-----	--------------	-----------------	-----------------------	--------------------

1.	mata1	tidak dikenal	> 0,085	benar
2.	mata2	tidak dikenal	> 0,085	benar
3.	mata3	iris 1	0,0764	benar
4.	mata4	tidak dikenal	> 0,085	benar
5.	mata5	tidak dikenal	> 0,085	benar
6.	mata6	tidak dikenal	> 0,085	benar
7.	mata7	tidak dikenal	> 0,085	benar
8.	mata8	tidak dikenal	> 0,085	benar
9.	mata9	iris 1	0,085	benar
10.	mata10	tidak dikenal	> 0,085	benar
11.	mata11	tidak dikenal	> 0,085	benar
12.	mata12	tidak dikenal	> 0,085	benar
13.	mata13	tidak dikenal	> 0,085	benar
14.	mata14	tidak dikenal	> 0,085	benar
15.	mata15	tidak dikenal	> 0,085	benar
16.	mata16	iris 1	$1,5227 \times 10^{-4}$	benar
17.	mata17	iris2	$1,3142 \times 10^{-4}$	benar
18.	mata18	iris3	$1,3865 \times 10^{-4}$	benar
19.	mata19	iris4	$1,3585 \times 10^{-4}$	benar
20.	mata20	iris5	$1,4376 \times 10^{-4}$	benar
21.	mata21	iris6	$1,2944 \times 10^{-4}$	benar
22.	mata22	iris7	$1,5219 \times 10^{-4}$	benar
23.	mata23	iris8	$1,4192 \times 10^{-4}$	benar
24.	Mata24	iris9	$1,4671 \times 10^{-4}$	benar
25.	mata25	iris 10	$1,4531 \times 10^{-4}$	benar

Dari hasil pengujian dengan perhitungan nilai jarak Euclidean ternyata program dapat mengenali semua berkas citra yang diujikan. Berdasarkan pengujian diperoleh bahwa program ini memiliki kinerja keberhasilan sebesar 100 %.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut.

1. Keberhasilan sistem dalam identifikasi iris mata di-pengaruhi oleh akuisisi citra dan proses pengolahan awal citra. Akuisisi citra yang tidak tepat, dan proses pengolahan awal yang buruk menyebabkan sistem tidak mampu mengolah citra tersebut serta terjadi kesalahan pengenalan citra.
2. Pengenalan klasifikasi nilai vektor ciri pada setiap iris diperoleh dari banyaknya nilai pengenalan atau jumlah persentase setiap nilai vektor ciri terhadap nilai kelas target yang ditentukan. Persentase pengenalan terbaik adalah 87,5 %. Dari hasil pengujian dengan jaringan terbaik tingkat keberhasilan program untuk mengenali berkas citra iris yang diujikan adalah 100 %.
3. Selain menggunakan JST, pengenalan citra iris dapat juga dilakukan dengan menghitung jarak terdekat (Euclidean) nilai vektor ciri citra. Berdasarkan pengujian pengenalan citra iris dengan menghitung jarak Euclidean memiliki kinerja keberhasilan 100 %.

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Pengambilan citra iris mata dapat dilakukan dengan pencahayaan yang diatur sedemikian rupa sehingga pada citra iris tidak terdapat kilatan cahaya yang menghilangkan sebagian informasi tekstur iris.
2. Untuk meningkatkan akurasi sistem identifikasi, jumlah elemen vektor ciri ditambah dengan penambahan kombinasi level frekuensi dan orientasi.

Daftar Pustaka

1. Daugman, J., (1993), "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.
2. Daugman, J. (2004), "How Iris Recognition Works", *IEEE Transaction on Circuits and System for Video Technology*, vol 14, no. 1.
3. Isnanto, R.R. , (2003), *Perbandingan Kinerja Antara Detektor Canny dan Tapis Frei-AndChen Dalam Mendeteksi Tepi Citra*, Proceedings SNTE, Yogyakarta.
4. Jain, A.K., R. Bolle, and S. Pankanti , (1998), "Biometric: Personal Identification in Networked Society", *Kluwer*.
5. Jain, A.K. , (1989), *Fundamental of Digital Image Processing*, Prentice Hall, New Jersey.
6. Murni, A. , (1992), *Pengantar Pengolahan Citra*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.
7. Nugroho, K. K., *Reduksi Derau Data Citra dengan Alihragam Fourier*, Skripsi Mahasiswa S1 Teknik Elektro Universitas Diponegoro, Semarang
8. Tang, L., L.F. Tian, B.L. Steward, and J.F. Reid_ (2003), "Texture-Based Weed Classification Using Gabor Wavelets and Neural Network for Real-time Selective Herbicide Application ", *Department of Agricultural Engineering. University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana*.
9. Wildes, P.R., (1997), "Iris Recognition: An Emerging Biometric Technology", *Proceedings of IEEE*. vol.85(D).1348-1363d.