

## PENGOLAHAN CITRA DIGITAL UNTUK PENGENALAN RETINA DENGAN JARINGAN SARAF TIRUAN HOPFIELD DISKRIT

Broto Poernomo<sup>1</sup>, Yuliana Melita<sup>2</sup>

<sup>1</sup>.. STMIK ASIA Malang, <sup>2</sup>.. iSTTS

e-mail: [wongbluluk@yahoo.com](mailto:wongbluluk@yahoo.com) , [ymp@stts.edu](mailto:ymp@stts.edu)

### ABSTRAK

Penelitian ini berisi tentang implementasi pengolahan citra digital dan jaringan saraf tiruan hopfield diskrit pada sistem identifikasi citra retina. Serta menggunakan perhitungan hamming distance untuk mencari nilai kesalahan identifikasi citra retina tersebut. Tahap perancangan sistemnya dari proses resize, grayscale, deteksi tepi dengan sobel, binerisasi citra, jaringan saraf tiruan hopfield, dan hamming distance. Dengan sistem identifikasi ini nanti akan menghasilkan nilai hamming distance dan prosentase kemiripan dari identifikasi antara retina yang di uji dengan data latih yang ada di database. Dari hasil pengujian 7 data citra retina milik orang yang sama namun dengan citra yang sedikit berbeda dengan dipengaruhi posisi, translasi dan noise sistem ini mampu mengenali dengan keberhasilan 42,86 %. Hal ini terjadi karena sistem ini tidak melakukan proses transform terhadap citra yang akan di identifikasi

**Kata kunci:** Sistem, Pengolahan Citra Digital, Identifikasi Retina, Jaringan Saraf Tiruan hopfield, Hamming Distance

### ABSTRACT

This study contains the implementation of digital image processing and discrete Hopfield neural networks in retinal image identification system. As well as using the Hamming distance calculations to find the value of the retinal image misidentification. System design phase of the process resize, grayscale, edge detection with Sobel, binerisasi image, Hopfield neural network, and the Hamming distance. With this identification system would later result in the value of the Hamming distance and the percentage of similarity between the retina identification test in training data in the database. From the test results 7 data retinal images of the same person but with a slightly different image to the affected position, translation and noise the system is able to recognize the success of 42.86%. This happens because the system does not make the process transform the image to be identified

**Keywords:** Systems, Image Processing Digital, Retina identification, Hopfield Neural Network, Hamming Distance

---

### PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dewasa ini sungguh sangat pesat, terutama teknologi dibidang teknologi informasi yang dapat dimanfaatkan luas di banyak bidang lainnya. Salah satu teknologi yang berkembang pesat adalah pada bidang pemindaian biometrik (biometrics scanning), dan

salah satu jenis dari teknologi tersebut adalah pengenalan retina (retinal recognition). Biometrik adalah suatu cabang keilmuan yang menggunakan data atau properti unik dari anggota tubuh makhluk hidup, dalam hal ini manusia, untuk tujuan identifikasi atau verifikasi. Beberapa bagian tubuh atau properti yang lazim digunakan untuk

pemindaian biometrik ini diantaranya sidik jari, retina mata, iris mata, wajah, dan suara. Teknologi ini sangat berguna untuk mencegah pemalsuan identitas, karena sangat sulit untuk memalsukan data yang berasal dari anggota tubuh seperti ini.

Sesuai dengan namanya, retinal recognition menggunakan retina sebagai bahan untuk identifikasi. Pada eye biometrics terdapat dua bagian mata yang sering digunakan yaitu iris dan retina. Bila dianalogikan dengan kamera, iris adalah bagian bukaan (aperture) kamera sedangkan retina adalah bagian film dari kamera. Retina mengandung banyak lapisan dari jaringan sensor dan jutaan fotoreseptor yang berfungsi untuk mengubah cahaya terang menjadi impuls listrik. Pada retina juga terdapat pembuluh-pembuluh darah yang menjadi fondasi dari retinal recognition. Retina terletak di bagian belakang mata dan tidak tersentuh oleh lingkungan luar, oleh karena itu dalam biometrik retina sangat stabil.

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, retina mengandung banyak pembuluh darah yang membentuk pola yang unik bagi setiap orang. Pola inilah yang digunakan pada retinal recognition.

Pengenalan retina akhir-akhir ini memang mendapat banyak perhatian untuk dibuat sebuah aplikasi-aplikasi. Antara lain, seperti aplikasi pengamanan gedung, alat identifikasi, password akun seseorang, dan lain-lain. Ada banyak teknik pengenalan retina yang dapat digunakan, salah satunya adalah dengan Pengolahan citra dengan Metode Sobel dan Jaringan saraf tiruan Hopfield Diskrit.

## KAJIAN TEORI

### 1. Biometrik

Sistem biometrik merupakan sistem yang mengacu pada pengenalan otomatis terhadap individu berdasarkan

pada fisiologi dan karakteristik tingkah laku mereka.

Dengan menggunakan biometrik ini dimungkinkan untuk mengkonfirmasi atau menetapkan suatu identitas individu. Ukuran yang memadai untuk bisa dikategorikan sebagai sebuah biometrik adalah

- a. Universal / *Universality* : berarti bahwa tiap orang harus mempunyai karakteristik tersebut
- b. Keunikan / *Distinctiveness* : mengindikasikan bahwa tidak ada dua orang yang memiliki kesamaan karakteristik
- c. Permanen / *Permanence* : karakteristik tidak banyak berubah terhadap suatu periode waktu tertentu
- d. Dapat dikumpulkan / *Collectability* : berarti bahwa karakteristik dapat diukur secara kuantitatif

Dalam suatu sistem biometrik ( yaitu suatu sistem yang menggunakan biometrik untuk pengenalan individu), ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan, yaitu :

#### **Performance**

Capaian yang mana mengacu pada ketelitian pengenalan yang dicapai dan kecepatannya, sumber daya yang diperlukan untuk mencapai ketelitian kecepatan pengenalan yang diinginkan, seperti halnya faktor operasional dan faktor lingkungan yang mempengaruhi ketelitian dan kecepatan.

#### **Acceptability**

Kemampuan menerima yang menandai adanya tingkat penerimaan masyarakat terhadap penggunaan perangkat pengidentifikasi biometrik tertentu ( karakteristik) dalam kehidupan sehari-hari.

#### **Circumvention**

Pengelakan yang mencerminkan bahwa sistem dapat dikelabui dengan mudah atau tidak.

## 2. Iris

Tekstur visual dari iris manusia ditentukan oleh proses morfogenik yang kacau selama perkembangan embrio manusia dan diposisikan agar menjadi unik untuk masing-masing manusia dan setiap mata. Suatu gambar mata biasanya diambil menggunakan proses citra tanpa kontak menggunakan kamera CCD dengan resolusi 512 dpi. Tingkat kesalahan identifikasi menggunakan teknologi iris lebih kecil dan kode invarian posisi panjang konstan memungkinkan adanya metode pengenalan iris yang cepat. 5. Telinga Telah diketahui bahwa pola telinga dan struktur dari jaringan kartilagenus dari pinna adalah istimewa. Ciri-ciri dari telinga tidak diharapkan unik untuk masing-masing individu. Pendekatan pengenalan telinga berdasar pada penyesuaian vektor jarak dari bagian penting pada pinna dari suatu lokasi yang dikenal. Tidak ada sistem komersial yang tersedia saat ini dan autentikasi identitas individu yang berdasar pada pengenalan telinga hingga kini masih menjadi topik penelitian.

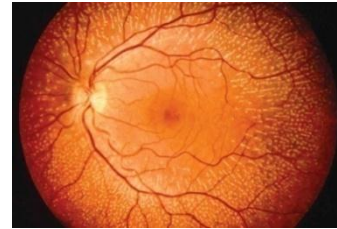


**Gambar 1** : Iris mata

## 3. Pengenalan Retina

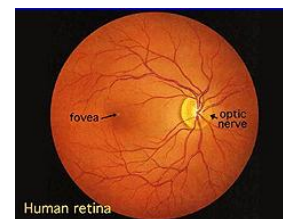
Pembuluh darah pada retina strukturnya sangat kaya dan sangat khas pada setiap individu dan pada masing-masing mata. Retina dianggap sebagai biometrik yang paling aman karena retina tidak mudah untuk mengubah atau meniru pembuluh darah retina. Pembacaan retina, banyak digunakan pada film-film dan instalasi militer, dan seringkali digunakan pada teknologi biometrik

dengan teknologi tinggi dan biaya mahal. Pembuluh darah retina juga dapat memetakan kondisi medis seperti darah tinggi.



**Gambar 2** : Retina mata

Retina adalah lapisan mata yang paling peka terhadap cahaya, yang berfungsi sebagai penerima cahaya yang masuk melalui lensa mata dan kemudian mengirimkan ke otak melalui saraf optik, ketika mata dilihat lebih dalam menggunakan ophthalmoscope ataupun menggunakan kamera fundus akan terlihat bagian retina seperti Gambar 3.



**Gambar 3** : Citra Retina mata

## 4. Jaringan Saraf Tiruan (Neural Network)

Jaringan saraf tiruan (JST) atau neural network adalah suatu metode komputasi yang meniru sistem jaringan saraf biologis. Metode ini menggunakan elemen perhitungan non-linier dasar yang disebut neuron yang diorganisasikan sebagai jaringan yang saling berhubungan, sehingga mirip dengan jaringan saraf manusia. Jaringan saraf tiruan dibentuk untuk memecahkan suatu masalah tertentu seperti pengenalan pola atau klasifikasi karena proses pembelajaran.

Layaknya neuron biologi, JST juga merupakan sistem yang bersifat "fault tolerant" dalam 2 hal. Pertama, dapat mengenali sinyal input yang agak

berbeda dari yang pernah diterima sebelumnya. Sebagai contoh, manusia sering dapat mengenali seseorang yang wajahnya pernah dilihat dari foto atau dapat mengenali seseorang yang wajahnya agak berbeda karena sudah lama tidak menjumpainya. Kedua, tetap mampu bekerja meskipun beberapa neuronnya tidak mampu bekerja dengan baik. Jika sebuah neuron rusak, neuron lain dapat dilatih untuk menggantikan fungsi neuron yang rusak tersebut.

Jaringan saraf tiruan, seperti manusia, belajar dari suatu contoh karena mempunyai karakteristik yang adaptif, yaitu dapat belajar dari data-data sebelumnya dan mengenal pola data yang selalu berubah. Selain itu, JST merupakan sistem yang tak terprogram, artinya semua keluaran atau kesimpulan yang ditarik oleh jaringan didasarkan pada pengalamannya selama mengikuti proses pembelajaran/pelatihan.

Hal yang ingin dicapai dengan melatih JST adalah untuk mencapai keseimbangan antara kemampuan memorisasi dan generalisasi. Yang dimaksud kemampuan memorisasi adalah kemampuan JST untuk mengambil kembali secara sempurna sebuah pola yang telah dipelajari. Kemampuan generalisasi adalah kemampuan JST untuk menghasilkan respons yang bisa diterima terhadap pola-pola input yang serupa (namun tidak identik) dengan pola-pola yang sebelumnya telah dipelajari. Hal ini sangat bermanfaat bila pada suatu saat ke dalam JST itu diinputkan informasi baru yang belum pernah dipelajari, maka JST itu masih akan tetap dapat memberikan tanggapan yang baik, memberikan keluaran yang paling mendekati.

Jaringan saraf tiruan berkembang secara pesat pada beberapa tahun terakhir. Jaringan saraf tiruan telah dikembangkan sebelum adanya suatu komputer konvensional yang canggih dan terus berkembang walaupun pernah

mengalami masa vakum selama beberapa tahun.

### 5. Jaringan Saraf Tiruan Hopfield

Terdapat beberapa versi algoritma dari jaringan Hopfield. Pada penjelasan pertama Hopfield (1982) menggunakan input vektor biner. Untuk menyimpan suatu pola biner  $S(p)$ ,  $p = 1, \dots, p$ , dimana

$$S(p) = (S_1(p), \dots, S_i(p), \dots, S_n(p)),$$

untuk matriks bobotnya  $W = \{w_{ij}\}$  diperoleh dengan

$$w_{ij} = \sum_p [2S_i(p) - 1][2S_j(p) - 1] \text{ untuk } i \neq j$$

Dan  $w_{ii} = 0$

Pada penjelasan lainnya Hopfield (1984) menggunakan input bipolar. Untuk menyimpan pola bipolar, matriks bobot yang digunakan  $W = \{w_{ij}\}$ , diperoleh dengan

$$w_{ij} = \sum_p S_i(p)S_j(p) \text{ untuk } i \neq j$$

Dan  $w_{ii} = 0$

Proses pembelajaran terjadi pada saat *neuron* yang saling terhubung aktif pada saat yang bersamaan. Jika ini terjadi, maka nilai bobot harus berubah. Dalam proses perubahan bobot Hopfield menggunakan aturan Hebb, yang mana:

$$W_i(\text{baru}) = w_i(\text{lama}) + x_i y_i$$

Aplikasi dari algoritma jaringan Hopfield dapat dilihat:

**Langkah 1.** Inisialisasi bobot untuk menyimpan pola dengan menggunakan aturan Hebb.

Jika aktivasi jaringan belum mencapai konvergen ulangi langkah 2 sampai 8.

**Langkah 2.** Untuk setiap input vektor  $x$ , lakukan Langkah 3 sampai 7.

**Langkah 3.** Tentukan aktivasi awal jaringan sama dengan input eksternal vektor  $x$ .

$$y_i = x_i, (i = 1, \dots, n)$$

**Langkah 4.** Lakukan langkah 5 sampai 7 untuk setiap  $Y_i$ , perubahan unit adalah acak.

**Langkah 5.** Hitung jaringan input:

$$y_{in_i} = x_i + \sum_{j=i}^n y_j (w_{ji})$$

**Langkah 6.** Tentukan aktivasi (sinyal output)

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{jika } y_{in_i} > \theta_i \\ y_i & \text{jika } y_{in_i} = \theta_i \\ 0 & \text{jika } y_{in_i} < \theta_i \end{cases}$$

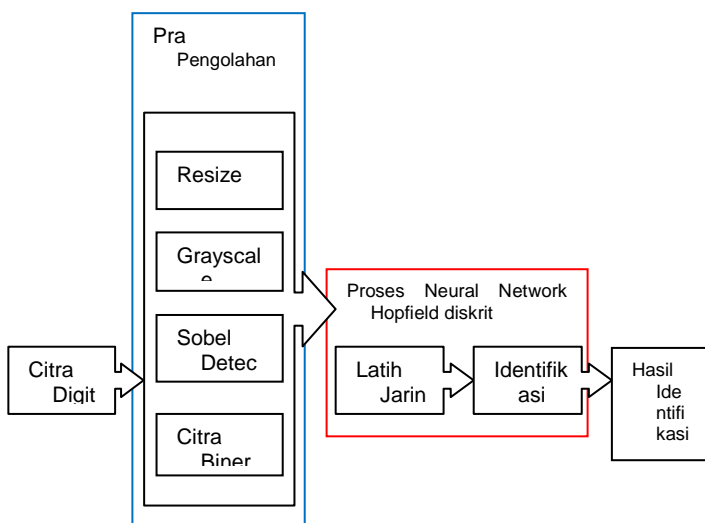
Untuk ambang,  $\theta_i$ , biasanya bernilai nol.

**Langkah 7.** Masukkan nilai  $y_i$  ke dalam unit-unit lainnya. (terjadi perubahan vektor aktivasi).

**Langkah 8.** Uji apakah terjadi konvergensi Analisa pada fungsi Lyapunov (biasa juga disebut sebagai fungsi energi) untuk jaringan Hopfield adalah bagian penting yang akan menunjukkan bahwa telah terjadi konvergensi, dimana sebelumnya bobot telah berubah secara asinkron dan nilai 0 pada diagonalnya.

**PEMBAHASAN**

Proses identifikasi retina ini dibagi menjadi dua tahap utama, yang pertama adalah pra pengolahan (pre-processing) dan yang kedua adalah proses identifikasi menggunakan jaringan saraf tiruan (neural network) hopfield diskrit. Secara keseluruhan skema proses tersebut terlihat pada Gambar 4.



**Gambar4 :** Blok system

1. Pre pengolahan

Proses pra-pengolahan adalah langkah pengolahan citra untuk menonjolkan karakter citra yang ingin diekstraksi. Sub-proses nya seperti sebagai berikut :

a) Proses resize

Proses pengambilan citra retina diambil secara *offline*, yang mana citra retina itu datanya didapat dari internet berupa file jpeg yang kemudian disimpan dalam folder di eksplorer. Citra retina tersebut juga sudah disesuaikan ukuran dimensinya yaitu 64x64 pixel serta dengan kualitas gambar yang bagus juga, sehingga kami tidak butuh melakukan proses perbaikan untuk citra retina tersebut. Tapi saat mengambil citra retina tersebut, citra langsung diproses ukuran dimensinya menjadi 20x20 pixel. Contoh citra retina yang kami gunakan seperti pada Gambar 5 di bawah ini.



**Gambar 5** Contoh citra retina yang di gunakan 64x64 pixel

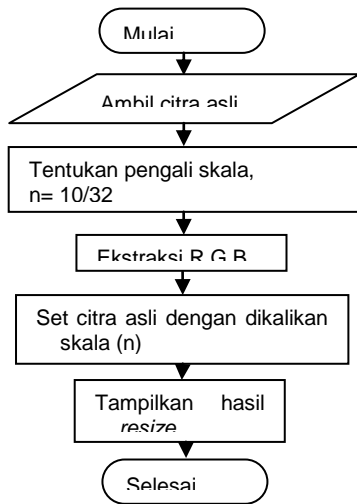
Pada saat pengambilan citra tersebut, kemudian sistem secara otomatis langsung *me-ri size* nya menjadi ukuran 20x20 pixel. Hasil *resize* seperti Gambar 6 dibawah ini.



**Gambar 6** Contoh citra retina yang di resize menjadi 20x20 pixel



Sedangkan alur pengambilan citra dan *resize* nya adalah sebagai berikut :



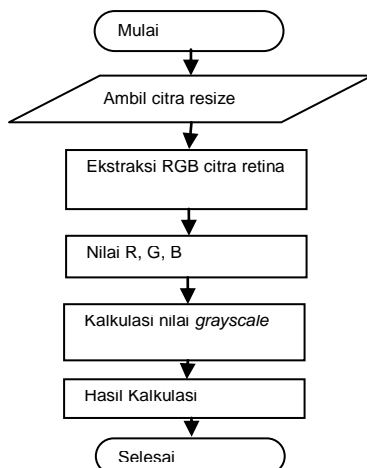
b) Proses grayscale

Pada proses ini, citra retina hasil *resize* sebelum dilakukan deteksi tepi dilakukan proses menyederhanakan pixel citra dengan merubah citra retina itu menjadi *grayscale*. Contoh hasil proses *grayscale* seperti Gambar 7 dibawah ini.



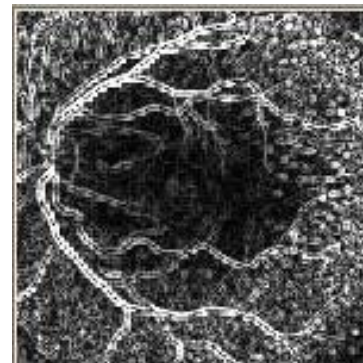
Gambar 7 Contoh citra retina grayscale

Sedangkan alur proses *grayscale* itu sendiri adalah sebagai berikut :



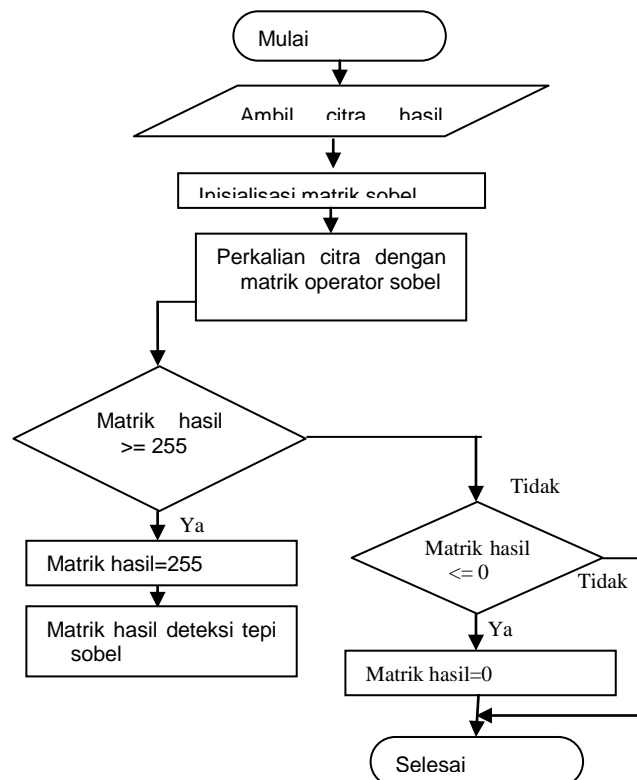
c) Proses deteksi tepi dengan sobel

Pada tahap ini, bisa dibilang tahap inti dari pra-proses pengenalan retina itu sendiri. Karena pada tahap deteksi tepi dengan metode sobel ini nanti yang dapat menunjukkan ciri-ciri dari retina tersebut. Dari proses ini juga akan tampak perbedaan pembuluh retina dari masing-masing retina dengan garis-garis ciri yang berbeda-beda. Contoh hasil deteksi tepi dari citra retina tersebut yaitu seperti ditunjukkan pada Gambar 8 dibawah ini.



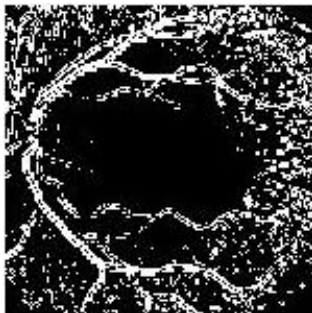
Gambar8 Deteksi tepi dengan metode sobel

Sedangkan alur deteksi tepi dengan metode sobel itu sendiri adalah sebagai berikut :



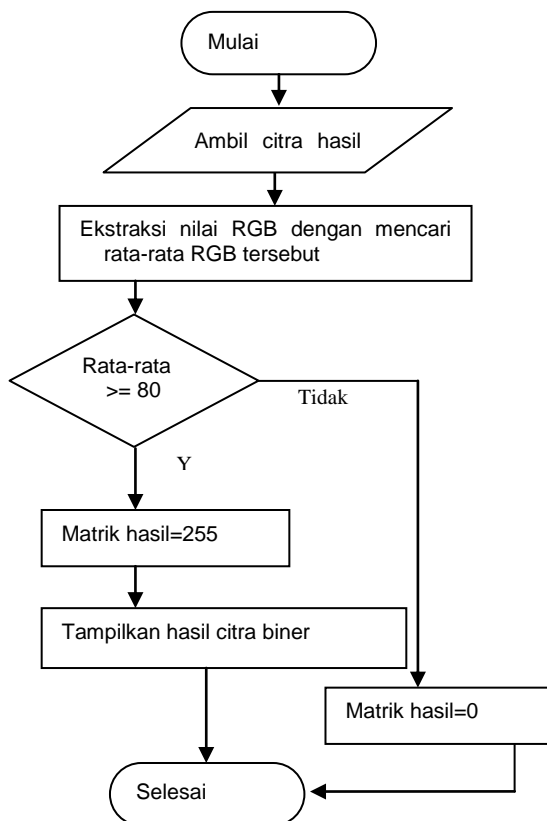
d) Proses Menjadikan ke citra biner.

Kemudian untuk tahap pra-proses yang terakhir adalah memproses hasil deteksi sobel tadi menjadi citra berupa biner. Karena dengan citra biner ini nanti akan semakin tampak perbedaan ciri antar tepi dari pembuluh darah retina itu. Contoh hasil binerisasi dari citra retina tersebut adalah seperti Gambar 3.11 dibawah ini



Gambar 3.11 Citra hasil binerisasi

Sedangkan alur binerisasi itu sendiri adalah sebagai berikut :



2. Pengenalan Citra Retina dengan Jaringan Saraf Tiruan Hopfield Diskrit

Pada tahap ini, ada terjadi beberapa proses yang kami bahas untuk mengenali atau mengidentifikasi citra retina, yaitu diantaranya adalah proses pelatihan jaringan, proses identifikasi dengan

jaringan hopfield, dan algoritma identifikasi dengan *hamming distance*.

a) Proses Pelatihan Jaringan

Dalam melakukan pengenalan citra, tentunya harus mempunyai dulu data latih. Disini penulis data latih yang digunakan dalam sistem adalah citra retina yang awalnya berbentuk RGB dirubah menjadi ke bentuk citra biner. Yang mana citra biner itu pola nya dalam bentuk 0 dan 1 saja. Pola itu didapat dari proses binerisasi citra retina. Kemudian pola itu nanti disimpan dalam *data base* sebagai data latih yang akan dikenali. Untuk analisa ini, penulis menggunakan pemisalan pola citra biner retina karena data latih retina yang sangat panjang bila di masukkan dalam tabel. Tabel di bawah ini pemisalan untuk pola data latih retina.

Tabel 1 : Data Training

Username	Pola Latih Retina
ansori	1110
Ahn	0101
ahnjung	1011

b) Proses Identifikasi dengan Jaringan Hopfield

Proses identifikasi sebelumnya sama seperti proses untuk menghasilkan data latih pada Tabel 3.1 diatas, yaitu citra retina dirubah menjadi jadi pola biner. Setelah itu diproses citra biner itu dengan jaringan saraf tiruan hopfield, selanjutnya akan dihitung juga kedekatan antar pola input dengan pola pada data latih menggunakan *hamming distance*. Dalam

contoh ini di misalkan mendapatkan input citra biner retina dengan pola 0010 dan mau dicocokkan dengan pola retina milik "username : ansori" dengan pola 1110. Maka proses pengenalannya dengan hopfield adalah sebagai berikut:

Langkah pertama untuk medapatkan bobot jaringan di rubah data latih tersebut (1110) kedalam bentuk bipolar, sehingga untuk 0 akan berubah menjadi -1 dan angka 1 tetap.sehingga menjadi :

$$1=1, 1=1, 1=1, 0=-1$$

Sehinga diperoleh sebuah array 1 1 1 -1 Array ini kemudian digunakan untuk membangun matriks kontribusi 1110 dengan cara mengalikan dengan transposenya

$$1 \ 1 \ 1 \ -1 \ x \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}$$

Kemudian hasil perkalian nya dalah sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

Langkah selanjutnya adalah membuat 0 secara diagonal nilai dari sudut kiri atas sampai sudut kanan bawah. Hal ini dilakukan karena neuron pada jaringan Hopfield tidak terhubung pada dirinya sendiri, sehingga matriks diatas menjadi :

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & 0 & -1 \\ -1 & -1 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

Jika pola yang ingin dikenali hanya 1110 maka matriks di atas menjadi matriks bobotnya.

Kemudian matrik yang akan diuji (input) 0010 dimasukkan kedalam jaringan.

Dengan  $x_1=0, x_2=0, x_3=1, x_4=0$

Tentukan nilai output Y awal yaitu vektor input x (0,0,1,0).

Pilih unit  $Y_1$  untuk melakukan perubahan aktivasi.

$$\begin{aligned} Y_{in1} &= x_1 + \sum_{j=1}^n y_j (w_{j1}) \\ &= 0 + [0 \ 0 \ 1 \ 0] x \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix} \\ &= 0+0+0+1+0=2 \end{aligned}$$

$$y_{in1} > 0 \rightarrow y_1 = 1$$

Karena nilai  $y_{in1}$  lebih besar dari 0, maka aktivasi berubah dan menjadikan nilai  $Y_1 = 1$ .

Nilai output sementara adalah:  $Y_1=1, Y_2=0, Y_3=1, dan Y_4=0$  atau dalam bentuk vektor (1, 0, 1, 0).

Pilih unit  $Y_2$  untuk melakukan perubahan aktivasi.

$$\begin{aligned} Y_{in2} &= x_2 + \sum_{j=1}^n y_j (w_{j2}) \\ &= 0 + [1 \ 0 \ 1 \ 0] x \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix} \\ &= 0+1+0+1+0=2 \\ y_{in2} &> 0 \rightarrow y_2 = 1 \end{aligned}$$

Karena nilai  $y_{in2}$  lebih besar dari 0, maka aktivasi berubah dan menjadikan nilai  $Y_2 = 1$ .

Nilai output sementara adalah:  $Y_1=1, Y_2=1, Y_3=1, dan Y_4=0$  atau dalam bentuk vektor (1, 1, 1, 0).

Pilih unit  $Y_3$  untuk melakukan perubahan aktivasi.

$$Y_{in3} = x_3 + \sum_{j=1}^n y_j (w_{j3})$$



$$= 1 + [1 \ 1 \ 1 \ 0] \times \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix}$$

$$= 1+1+1+0+0=3$$

$$y_{in3} > 0 \rightarrow y_3 = 1$$

Karena nilai  $y_{in3}$  lebih besar dari 0, maka aktivasi berubah dan menjadikan nilai  $Y_3 = 1$ .

Nilai output sementara adalah:  $Y_1=1$ ,  $Y_2=1$ ,  $Y_3=1$ , dan  $Y_4=0$  atau dalam bentuk vektor (1, 1, 1, 0).

Pilih unit  $Y_4$  untuk melakukan perubahan aktivasi.

$$Y_{in4} = x_4 + \sum_{j=1}^n y_j (w_{j4})$$

$$= 0 + [1 \ 1 \ 1 \ 0] \times \begin{bmatrix} -1 \\ -1 \\ -1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$= 0+-1+-1+-1+0=-3$$

$$y_{in4} < 0 \rightarrow y_4 = 0$$

Karena nilai  $y_{in4}$  lebih besar dari 0, maka aktivasi berubah dan menjadikan nilai  $Y_4 = 0$ .

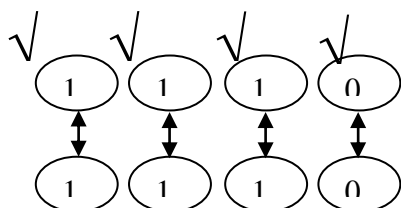
Nilai output terakhir adalah:  $Y_1=1$ ,  $Y_2=1$ ,  $Y_3=1$ , dan  $Y_4=0$  atau dalam bentuk vektor (1, 1, 1, 0).

Ulangi proses mulai 1-7 untuk data latih yang berbeda tapi dengan bobot yang sama jika data latih dari citra retina orang yang sama.

Selanjutnya dihitung jarak kedua vektor nilai *output* jaringan dengan data latih yang ada di *database* dengan metode *hamming distance*, yaitu sebagai berikut :

Out put jaringan = 1 1 1 0

Citra biner dalam *data base* = 1 1 1 0



Gambar 3.15 Perbandingan matrik biner

Dari keempat pola tersebut dapat dihitung dengan *hamming distance* hasilnya adalah :

$$Hamming\ distance = 0/4 = 0$$

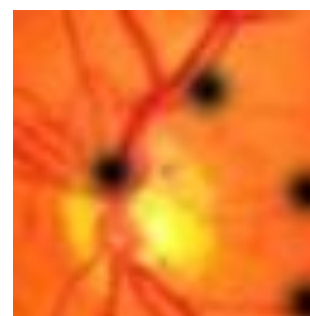
$$Persen\ kesamaan = (1 - 0) * 100\% = 1*100\% = 100\%$$

Dalam perbandingan kedua vektor tersebut, ternyata persen kesamaan bernilai 100 %, yang berarti input citra retina dikenali oleh sistem. Selanjutnya membandingkan input retina dengan data latih di *data base* yang lain untuk mengecek kemiripannya dengan mengulangi proses dari 1-9 ini. Sampai nanti juga didapat nilai kesamaan kemudian dipilih nilai kesamaan yang paling besar sebagai hasil identifikasi. Dalam penelitian ini digunakan nilai kesamaan diatas 80% untuk dianggap dikenali. Dibawah nilai itu citra input dianggap tidak dikenali.

### 3. Data Pengujian

Pengujian citra retina dengan orang yang sama tapi dengan citra retina yang agak berbeda :



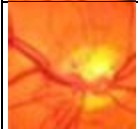

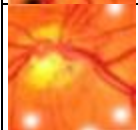

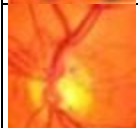
Citra input =



Gambar 4.9 Citra retina uji

Hasil proses dengan data latih sebagai berikut :

Tabel 2 Pengujian data

Citra Retina Latih	nilai hamming	nilai error	prosentase kemiripan
	0,19	76	81%
	0	0	100%
	0,42	168	58%
	0,3925	157	60,75%
	0,42	168	58%
	0.38	152	62%
	0.0975	39	90.25

Dari data pengujian diatas, dengan orang yang sama namun citra ada perubahan sedikit, ternyata sistem dengan nilai toleransi 80% hanya mampu mengidentifikasi tiga citra retina yang dianggap benar. Sehingga untuk prosentase keberhasilannya adalah  $3/7 * 100 \% = 42,86 \%$

**PENUTUP**

Kesimpulan dari penelitian Pengolahan Citra Digital Untuk Pengenalan Retina Dengan Jaringan Saraf Tiruan Hopfield Diskrit adalah sebagai berikut :

a. Kemampuan jaringan saraf tiruan Hopfield yang diterapkan pada perangkat lunak pengenalan citra

digital retina bisa digunakan untuk melakukan pengenalan atau identifikasi.

b. Dalam proses pengenalan retina, perangkat lunak pengenalan retina dipengaruhi oleh :

1. Jumlah data retina yang tersimpan didalam *database*.

Semakin banyak data yang tersimpan sebagai referensi atau data latih retina maka waktu yang dibutuhkan untuk proses pengenalan retina juga semakin lama.

2. Nilai Aktifasi

Untuk proses pengenalan pola retina, nilai aktifasi yang digunakan akan sangat berpengaruh terhadap pola hasil dari algoritma hopfield.

3. Jaringan saraf Hopfield dalam pembelajaran dan pengenalan retina membutuhkan spesifikasi komputer yang bagus, karena jaringan saraf ini berhubungan dengan perhitungan matrik yang sangat besar sehingga membutuhkan *memory* komputer yang besar dan cepat.

4. Hasil pembelajaran dari jaringan saraf hopfield ini adalah merupakan kombinasi dari sekian banyak pola biner yang dihitung dengan rumus penjumlahan dari hasil perkalian koordinat dari sumbu x dan y dari pola-pola retina tersebut.

5. Dari hasil pengujian milik data retina orang yang sama tapi ada perbedaan dalam posisi dan pengaruh *noise* sebanyak 7 citra, sistem ini hanya mampu mengenali 3 citra retina dengan prosentase keberhasilan 46,28 %.

6. Karena sistem tidak melakukan proses *transform* terhadap retina yang akan dikenali, maka untuk proses tingkat keberhasilan pengenalannya sangat rendah jika

ada data uji yang mengalami translasi dan rotasi.

Saran yang dapat diberikan untuk mengembangkan pengenalan retina dengan jaringan saraf tiruan hopfield diskrit yaitu antara lain :

1. Dalam pembelajaran dan pengenalan retina, jaringan saraf tiruan hopfield membutuhkan waktu yang lama. Metode lain yang mungkin lebih baik adalah menggunakan metode jaringan saraf tiruan yang *hybrid* agar lebih baik dan efisien.
2. Pengambilan retina yang secara langsung atau *online* dengan retina *scanner* , sehingga dalam pengambilan citra digital retina tidak manual lagi.
3. Untuk menanggulangi adanya perbedaan posisi dan meningkatkan tingkat keberhasilan pengenalan maka disarankan untuk adanya proses pengolahan transformasi citra retina.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Darma, Putra. 2009. *Pengolahan Citra Digital*. Andi Offset. Yogyakarta
2. Puspitaningrum, Diyah, ST, M.Kom. 2006. *Pengantar Jaringan Saraf Tiruan*. Andi Offset. Yogyakarta
3. Kusumadewi, Sri. 2004. *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan Menggunakan MATLAB & EXCEL LINK*. Graha Ilmu. Yogyakarta