

PENGENALAN TANDA TANGAN MENGGUNAKAN METODE JARINGAN SARAF TIRUAN PERCEPTRON DAN BACKPROPAGATION

Restu Poetra Alqurni¹, Muljono²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika,

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro

Jl. Nakula I No 5-11 Semarang 50131, Telp : (024) 351-7261, Fax : (024) 352-0165

e-mail: restu.poetra197@gmail.com¹, muljono@dsn.dinus.ac.id²

Abstrak

Jaringan Saraf Tiruan (JST) adalah salah satu cabang ilmu dari bidang ilmu kecerdasan buatan (Artificial Intelligence) dan merupakan metode untuk memecahkan masalah terutama di bidang – bidang yang melibatkan pengelompokan dan pengenalan pola (pattern recognition). Salah satu manfaat dari JST adalah untuk mengenali pola tanda tangan. Perceptron dan Backpropagation adalah metode JST yang dapat digunakan untuk mengenali pola tanda tangan. Sebelum dikenali polanya, citra tanda tangan ini akan melewati tahap preprocessing yang merupakan tahapan dalam pengolahan citra digital dan mengambil informasi dari dalam citra dengan merubahnya menjadi matrix 1×10000 . Nilai yang sudah didapat kemudian dilatih dan dikenali dengan menggunakan metode Perceptron dan Backpropagation. Perbedaan kedua metode terletak pada bentuk arsitektur jaringan serta rumus perhitungan yang digunakan. Hasil pengenalan pola tanda tangan direpresentasikan dengan tingkat akurasi tertentu. Dari hasil penelitian proses pelatihan dan pengenalan metode Perceptron jauh lebih cepat dari metode Backpropagation. Tetapi dengan keunggulan arsitektur jaringannya, metode Backpropagation lebih baik dan akurat dari metode Perceptron dengan akurasi 86% untuk metode Backpropagation dan 76% untuk metode Perceptron.

Kata kunci: JST, pengenalan pola, Perceptron, Backpropagation, preprocessing

Abstract

Artificial Neural network (ANN) is a branch of science from the fields of artificial intelligence (Artificial Intelligence) and method to solve problems mainly in the fields that involves clustering and pattern recognition (pattern recognition). One of benefits of ANN is to recognize a signature pattern. Perceptron and Backpropagation was ANN method that can be used to recognize a signature pattern. Before recognizable pattern, the signature image will pass stages of preprocessing which is phases in a digital image processing and retrieve information from within the image by changing it into a matrix 1×10000 . The value then will be trained and recognized by using Perceptron and Backpropagation method. The difference of two methods lies in architecture of the network and the formula of calculation. The results of signature pattern recognition is represented with a certain degree of accuracy. From the results of research on training process and recognition process, the Perceptron method is much faster than the Backpropagation method. But with the advantages of network architecture, Backpropagation methods much better and accurate than Perceptron method with accuracy of 86% for Backpropagation method and 76% for the Perceptron method.

Keywords: ANN, pattern recognition, Perceptron, Backpropagation, preprocessing

1. PENDAHULUAN

Mata adalah indra terbaik yang dimiliki oleh manusia sehingga citra (gambar)

memegang peranan penting dalam perspektif manusia. Namun mata manusia memiliki keterbatasan dalam menangkap sinyal elektromagnetik.

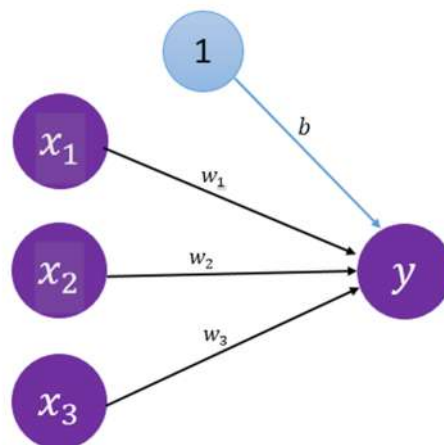
Komputer atau mesin pencitraan lainnya dapat menangkap hampir keseluruhan sinyal elektromagnetik mulai dari gamma hingga gelombang radio. Mesin pencitraan dapat bekerja dengan citra dari sumber yang tidak sesuai, tidak cocok, atau tidak dapat ditangkap dengan penglihatan manusia.[1]

Dewasa ini kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) sering digunakan dalam proses identifikasi. Identifikasi merupakan proses yang penting untuk mengenali dan membedakan sesuatu hal dengan hal lainnya, hal ini dapat berupa hewan, tumbuhan, maupun manusia. Pengembangan dari metode dasar identifikasi dengan menggunakan karakteristik alami manusia sebagai basisnya kemudian dikenal sebagai biometrik. Biometrik menurut The Biometric Consortium adalah “*Biometric are automated method of recognizing a person based on a physiological or behavioral characteristic*”.[2] Dapat dikatakan bahwa biometrika merupakan metode otomatis yang dapat mengenali seseorang berdasarkan karakteristik fisiologis atau karakteristik perilaku termasuk tanda tangan

Pengenalan pola tanda tangan merupakan satu dari banyak bidang identifikasi atau pengenalan pola (*pattern recognition*) yang cukup berkembang beberapa tahun ini, Karena tanda tangan merupakan mekanisme primer untuk *authentication* dan *authorization* dalam transaksi legal seperti izin penarikan uang di bank, validasi cek dan sebagainya. Sebagian tanda tangan dapat dibaca, namun banyak pula tanda tangan yang tidak dapat dibaca (*unreadable*). Kendati demikian, sebuah tanda tangan dapat ditangani sebagai sebuah citra sehingga

dapat dikenali dengan menggunakan aplikasi pengenalan pola pada pengolahan citra.[3] Secara umum, untuk mengidentifikasi tanda tangan dapat dilakukan secara manual yaitu dengan mencocokkan tanda tangan pada waktu transaksi dengan tanda tangan yang sah. Sistem manual memiliki kelemahan dimana apabila si pemeriksa tanda tangan kurang teliti dalam melakukan pencocokan.

Hal inilah yang mendasari pemafaatan algoritma *perceptron* dan *backpropagation* dalam mengenali pola tanda tangan. Dalam metode jaringan saraf tiruan terdapat tujuh algoritma yang dapat digunakan dalam pengenalan pola.[4] Algoritma tersebut sebagian besar termasuk dalam *supervised learning* (belajar dalam pengawasan), yaitu proses belajar yang membutuhkan guru, dimana yang dimaksud dengan guru adalah sesuatu yang memiliki pengetahuan tentang lingkungan atau contoh *input-output*.[5] Algoritma *perceptron* dan algoritma *backpropagation* sendiri merupakan metode jaringan saraf tiruan yang memiliki tingkat keakurasian tinggi dalam pengenalan pola.



Gambar 1. Arsitektur Perceptron

Algoritma *perceptron* adalah bentuk paling sederhana dari Jaringan Saraf Tiruan yang digunakan untuk pengklasifikasian pola khusus yang biasa disebut *linear separable*, yaitu pola-pola yang terletak pada sisi yang berlawanan pada suatu bidang.[5] Sedangkan algoritma *backpropagation* merupakan salah satu algoritma *supervised learning* yang terdiri dari jaringan-jaringan lapisan jamak. Algoritma *backpropagation* memanfaatkan error output untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (*backward*) yang sebelumnya mengerjakan tahap perambatan maju (*forward propagation*) terlebih dahulu agar bisa mendapatkan nilai error output. Nilai error output ini didapatkan dengan cara menyesuaikan bobotnya berdasarkan perbedaan output dan target yang diinginkan. Dalam tahap pelatihan algoritma *backpropagation* terdapat tiga fase yaitu fase maju (*feed forward*), fase mundur (*backpropagation*), dan fase modifikasi bobot. Ketiga fase tersebut akan diulang terus menerus secara berurutan sampai kondisi penghentian terpenuhi. Kondisi penghentian terpenuhi apabila sudah mencapai maksimum epoch yang diinginkan atau sudah mencapai target error.

Dalam mengenali pola tanda tangan salah satu cara sebelum masuk tahap pengenalan pola dilakukan proses pengolahan citra terlebih dahulu. Proses ini bertujuan untuk menyederhanakan nilai pixel citra serta melakukan proses penarikan informasi yang terkandung pada citra.

Tujuan penelitian ini adalah membuat system pengenalan tanda tangan dan mengetahui tingkat keakurasian antara penggunaan algoritma *Perceptron* dan

algoritma *Backpropagation* dalam melakukan pengenalan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Perceptron

Model jaringan perceptron ditemukan oleh Rosenblatt (1926) dan Minsky – Papert (1969). Model tersebut merupakan model yang memiliki aplikasi dan pelatihan yang paling baik di era tersebut. Perceptron merupakan salah satu jenis JST dengan model arsitektur Jaringan Dengan lapisan tunggal (*Single Layer Network*), sehingga model jaringan yang terbentuk hanya berupa lapisan masukan (*input*) dan lapisan keluaran (*output*).

Fungsi aktivasi yang digunakan metode perceptron adalah fungsi bipolar yaitu 1, 0 atau -1. Output dari perceptron adalah y , dimana $y = f(y_{in})$ dengan fungsi aktivasinya adalah sebagai berikut.

$$f(y_{in}) = \begin{cases} 1 & \text{jika } y_{in} > \theta \\ 0 & \text{jika } -\theta \leq y_{in} \leq \theta \\ -1 & \text{jika } y_{in} < -\theta \end{cases}$$

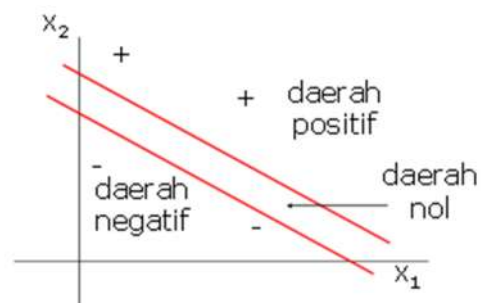
(1)

Secara geometris, fungsi aktivasi membentuk 2 garis sekaligus, masing-masing dengan persamaan :

$$x_1w_1 + x_2w_2 + \dots + w_nx_n + b = \theta$$

dan

$$x_1w_1 + x_2w_2 + \dots + w_nx_n + b = -\theta$$



Gambar 2. Fungsi Aktivasi Perceptron

Proses pelatihan :

- Dimisalkan s adalah vektor masukan dan t adalah target keluaran
- α adalah laju pemahaman (learning rate) yang ditentukan.
- Θ adalah *threshold* yang ditentukan.
- Inisialisasi semua bobot dan bias (umumnya $w_i = b = 0$) dan tentukan laju pemahaman (α). Untuk penyederhanaan biasanya α diberi nilai $0 < \alpha \leq 1$.

Selama ada elemen vektor masukan yang respon unit keluarannya tidak sama dengan target, lakukan :

1. Set aktivasi unit masukan $x_i = s_i$ ($i = 1, \dots, n$)
2. Hitung respon unit keluaran : $y_{in} = \sum_i x_i w_i + b$

$$y = f(y_{in}) = \begin{cases} 1 & \text{jika } y_{in} > \theta \\ 0 & \text{jika } -\theta \leq y_{in} \leq \theta \\ -1 & \text{jika } y_{in} < -\theta \end{cases} \quad (2)$$

3. Perbaiki bobot pola yang mengandung kesalahan ($y \neq t$) menurut persamaan

$$w_i(\text{baru}) = w_i(\text{lama}) + \Delta w \text{ dengan } \Delta w = \alpha t x_i$$

$$b(\text{baru}) = b(\text{lama}) + \Delta b \text{ dengan } \Delta b = \alpha t$$

(3)

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam algoritma tersebut :

- a. Iterasi dilakukan terus hingga semua pola memiliki keluaran jaringan yang sama dengan targetnya (jaringan sudah memahami pola).
- b. Perubahan bobot hanya dilakukan pada pola yang mengandung kesalahan (output \neq target). Perubahan tersebut merupakan

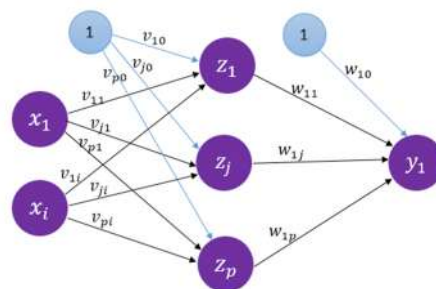
hasil kali unit masukan dengan target dan laju pemahaman.

- c. Kecepatan iterasi ditentukan pula oleh laju pemahaman yang dipakai. Semakin besar harga α , semakin sedikit iterasi yang diperlukan. Akan tetapi jika α terlalu besar, maka akan merusak pola yang sudah benar sehingga pemahaman menjadi lambat.

2.2 Backpropagation

Backpropagation adalah metode penurunan gradien untuk meminimalkan kuadrat error keluaran. Ada tiga tahap yang harus dilakukan dalam pelatihan jaringan, yaitu tahap perambatan maju (*forward propagation*), tahap perambatan balik, dan tahap perubahan bobot dan bias.

Backpropagation memiliki beberapa unit yang ada dalam satu atau lebih layer tersembunyi (hidden layer). Gambar 3 adalah arsitektur Backpropagation dengan dengan n buah masukan (ditambah sebuah bias), sebuah layer tersembunyi yang terdiri dari p unit (ditambah sebuah bias), serta m buah untuk unit keluaran.



Gambar 3. Arsitektur Backpropagation

v_{ji} adalah bobot garis dari unit pengirimnya x_i ke unit layer tersembunyi z_j (v_{j0} adalah bobot garis yang menghubungkan bias pada unit masukan menuju unit z_j yang merupakan layer tersembunyi). w_{1j} adalah bobot yang sumbernya dari

layer tersembunyi z_j menuju unit keluaran y_1 (w_{10} adalah bobot dari bias menuju unit keluaran y_1 di layer tersembunyi).

Dalam backpropagation, fungsi aktivasi yang sering dipakai adalah :

- o Fungsi sigmoid biner yang memiliki range (0 hingga 1). Dengan rumus matematika.

$$y = f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

Dengan: $f'(x) = f(x)[1 - f(x)]$ (4)

- o Fungsi sigmoid bipolar yang memiliki range (1 hingga -1). Dengan rumus matematika.

$$y = f(x) = \frac{1 - e^{-x}}{1 + e^{-x}}$$

Dengan: $f'(x) = \frac{f(x)}{2}[1 + f(x)][1 - f(x)]$ (5)

Proses pelatihan :

Langkah 0 : inisialisasi semua bobot dengan bilangan acak kecil.

Langkah 1 : jika kondisi penghentian belum terpenuhi, lakukan langkah 2-9

Langkah 2 : untuk setiap pasang data pelatihan, lakukan langkah 3-8

Fase I : propagasi maju

Langkah 3 : tiap unit masukan menerima sinyal dan meneruskannya ke unit tersembunyi di atasnya

Langkah 4 : hitung semua keluaran di unit tersembunyi z_j

$$z_{net_j} = v_{j0} + \sum_{i=1}^n x_i v_{ji}$$

$$z_j = f(z_{net_j}) = \frac{1}{1 + e^{-z_{net_j}}} \quad (6)$$

Langkah 5 : hitung semua keluaran jaringan di unit y_k

$$y_{net_k} = w_{k0} + \sum_{j=1}^p x_j w_{kj}$$

$$y_k = f(y_{net_k}) = \frac{1}{1 + e^{-y_{net_k}}} \quad (7)$$

Langkah 6 : hitung faktor δ unit keluaran berdasarkan keluaran berdasarkan kesalahan disetiap unit keluaran y_k

$$\delta_k = (t_k - y_k)f'(y_{net_k}) = (t_k - y_k)y_k(1 - y_k) \quad (8)$$

δ_k merupakan unit kesalahan yang akan dipakai dalam perubahan bobot layer di bawahnya (langkah 7)

hitung suku perubahan bobot w_{kj} (yang akan dipakai nanti untuk merubah bobot w_{kj}) dengan laju pemahaman α

$$\Delta w_{kj} = \alpha \delta_k z_j \quad (9)$$

Langkah 7 : hitung faktor δ unit tersembunyi berdasarkan kesalahan disetiap unit tersembunyi z_j

$$\delta_{net_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{kj}$$

faktor δ unit tersembunyi :

$$\delta_j = \delta_{net_j} f'(z_{net_j}) = \delta_{net_j} z_j (1 - z_j) \quad (10)$$

hitung suku perubahan bobot v_{ji} (yang akan dipakai nanti untuk merubah bobot v_{ji})

$$\Delta v_{ji} = \alpha \delta_j x_i \quad (11)$$

Fase III : perubahan bobot

Langkah 8 : hitung semua perubahan bobot

Perubahan bobot garis yang menuju ke unit keluaran :

$$w_{kj}(\text{baru}) = w_{kj}(\text{lama}) + \Delta w_{kj} \quad (12)$$

Perubahan bobot garis yang menuju ke unit tersembunyi :

$$v_{ji}(\text{baru}) = v_{ji}(\text{lama}) + \Delta v_{ji} \quad (13)$$

Lakukan langkah-langkah tersebut hingga nilai kesalahan terpenuhi atau hingga jumlah iterasi telah mencapai batas maksimum.

Setelah pelatihan selesai dilakukan, jaringan dapat dipakai untuk pengenalan pola. Dalam hal ini, hanya propagasi maju (langkah 4 dan 5) saja yang dipakai untuk menentukan keluaran jaringan.

Apabila fungsi aktivasi yang dipakai bukan sigmoid biner, maka langkah 4 dan 5 harus disesuaikan. Demikian juga turunannya pada langkah 6 dan 7

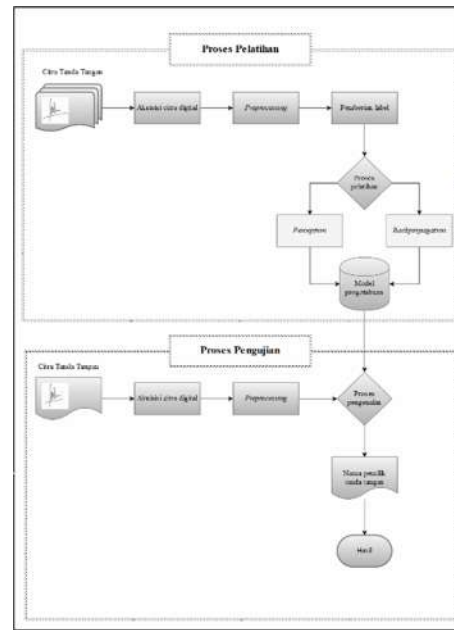
2.3 MSE

Perhitungan MSE digunakan untuk mengukur seberapa tepatnya jaringan syaraf tiruan terhadap data target pelatihan. MSE pada keluaran jaringan syaraf tiruan yaitu selisih antara output yang diperoleh dari hasil pelatihan dengan target yang diinginkan dengan memasukkan data tertentu.

Dengan rumus matematis :

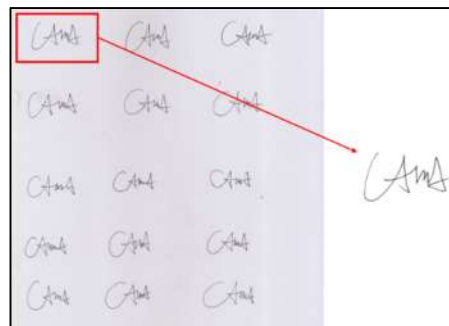
$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^n e_i^2}{n} \quad (14)$$

Akan dibahas tentang alur dari arsitektur sistem yang telah dirancang.



Gambar 4. Arsitektur Sistem

Akuisisi citra digital merupakan proses menangkap (*capture*) atau memindai (*scan*) citra analog sehingga diperoleh citra digital. Untuk penelitian ini menggunakan scanner sebagai alat akuisisi citra.



Gambar 5. Hasil Akuisisi Citra

Preprocessing atau tahap pra-pemrosesan merupakan tahap awal dalam mengolah citra digital yang berfungsi untuk menarik informasi yang ada dalam citra digital sebelum memasuki proses pelatihan maupun pengujian.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekumpulan citra untuk pembelajaran (data training) dengan jumlah 400 citra dan sekumpulan citra untuk pengujian (data

testing) dengan jumlah 100 citra yang diperoleh dari hasil scanning tanda tangan.

Citra tanda tangan yang akan digunakan dalam penelitian berukuran 100x100 pixel. Sebelum citra menjadi berukuran 100x100 pixel citra yang berbentuk RGB akan melalui proses pemotongan untuk mendapatkan satu persatu citra dari hasil akuisisi. Setelah citra dipotong sesuai kebutuhan, citra yang semula berukuran rata-rata 200x200 pixel akan dikecilkan ukurannya menjadi 100x100 pixel. Selanjutnya citra yang masih berbentuk citra RGB akan dikonversikan menjadi citra keabuan (*grayscale*) dan selanjutnya akan di konversikan lagi menjadi citra biner yang nilai binernya diinvers-kan untuk mendapatkan pola binernya dalam bentuk matrix dengan ukuran 100x100.

Setelah didapat matrix pola biner citra yang dihasilkan oleh proses preprocessing, selanjutnya akan dilakukan proses konversi matrix menjadi vector atau matrix satu baris. Sehingga matrix pola biner dengan ukuran 100 x 100 akan diubah menjadi matrix satu baris atau vector dengan ukuran 1 x 10000

Proses pemberian label ini adalah proses klasifikasi pada setiap vector dari semua 400 citra latihan yang sudah didapatkan. Pemberian label ini bertujuan agar vector yang sudah dilatih dapat dikenali sebagai vector dari citra tanda tangan yang tepat. Label dari setiap vector nantinya juga akan digunakan sebagai target pelatihan dari kedua metode.

Tabel 1: Label dan Target

Citra Tanda Tangan	Label	Target
1 – 40	Afi	0 0 0 1
41 – 80	Andri	0 0 1 0
81 – 120	Candra	0 0 1 1
121 – 160	Damar	0 1 0 0
161 – 200	Dian	0 1 0 1
201 – 240	Enjang	0 1 1 0

241 – 280	Rama	0 1 1 1
281 – 320	Restu	1 0 0 0
321 – 360	Riqza	1 0 0 1
361 – 400	Rizki	1 0 1 0

Pada tahap pelatihan akan dilakukan proses pelatihan kepada semua vector citra tanda tangan yang sudah didapat terhadap targetnya masing – masing menggunakan algoritma *Perceptron* dan algoritma *Backpropagation*.

Model pengetahuan pada dasarnya adalah sebuah wadah yang menyimpan arsitektur jaringan dari kedua algoritma yang sudah dilatih dengan data latihan hingga mendapatkan akurasi tertentu. Di dalam model pengetahuan disimpan pengetahuan berupa jumlah layer, banyaknya neuron, target, bobot, fungsi aktivasi dan error.

Data uji yang sudah disiapkan dimasukkan dalam model pengetahuan ini dan kemudian akan diolah oleh jaringan yang sudah disimpan di dalam model pengetahuan hingga menghasilkan suatu nilai keluaran.

3.1 Proses Pengujian

Proses pengujian ini dilakukan dengan memasukan citra tanda tangan baru sebagai data uji kedalam model pengetahuan untuk dilihat keakuratan model pengetahuan terhadap data uji. Sebelum data uji yang masih berupa gambar dimasukkan kedalam model pengetahuan, data uji akan melewati proses awal yang sama seperti pada data latihan yaitu proses *preprocessing* (pemotongan, perubahan ukuran, citra keabuan, citra biner dan vector). Untuk vector data uji tidak dilakukan pelabelan. Setelah vector data uji di dapat, vector tersebut akan dimasukkan ke dalam model pengetahuan dan selanjutnya akan dilihat seberapa cerdas model pengetahuan yang sudah dibuat. Untuk data uji atau citra tanda tangan uji yang akan digunakan dalam proses pengujian berjumlah 100 citra dengan

pembagian 10 citra tanda tangan untuk 10 pemilik tanda tangan.








3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Penelitian

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis data kuantitatif, yaitu data dalam bentuk angka, karena data yang digunakan dalam bentuk binner. Dalam penelitian ini, peneliti mengambil sampel data acak dari 10 pemilik tanda tangan sebanyak 500 data tanda tangan yang terdiri dari 400 data *training* dan 100 data *testing*.

Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data yang dikumpulkan sendiri oleh peneliti yang bersangkutan secara langsung dari objek yang diteliti. Data didapat dengan *scanning* tanda tangan yang sudah ditulis pada kertas oleh para koresponden.

Tabel 2: Tabel Data Tanda Tangan

no	Citra	Pemilik	Ukuran
1		Afi	200x200
2		Andri	200x200
3		Candra	200x200
4		damar	200x200
5		Dian	200x200
6		Enjang	200x200
7		Rama	200x200

8		Restu	200x200
9		Riqza	200x200
10		Rizki	200x200

3.2 Hasil Penelitian

Akan diperlihatkan hasil penelitian mengenai tingkat keakurasian pembelajaran maupun pengujian dan *error* dari kedua algoritma yaitu Perceptron dan Backpropagation dengan kebutuhan jaringan sebagai berikut :

- Batas *epoch* / iterasi maksimal adalah 1000 *epoch*. akan disesuaikan apabila waktu yang diperlukan untuk proses tersebut terlalu lama maka jumlah maksimum *epoch* akan dikurangi. Dan apabila akurasi belum maksimal maka dapat di tambah.
- Target error (MSE) sebesar 0,0001
- *Learning rate* sebesar 0,1 hingga 0,9, nilai-nilai tersebut tersebut digunakan hingga ditemukan akurasi tetinggi.
- Untuk bobot jaringan ditentukan secara acak oleh computer

Untuk mengukur persentase keakurasian proses pelatihan dari algoritma digunakan rumus :

$$\frac{\text{data latih} - \text{data latih tidak dikenali}}{\text{data latih}} \times 100\% = \text{akurasi} \quad (15)$$

Sedangkan untuk mengukur persentase keakurasian proses pengujian dari algoritma digunakan rumus :

$$\frac{\text{data uji} - \text{data uji tidak dikenali}}{\text{data uji}} \times 100\% = \text{akurasi} \quad (16)$$

3.3 Hasil Proses Pelatihan

Pada Perceptron, digunakan data latih sebanyak 400 citra tanda tangan memiliki panjang vector masing sebesar 10000 digit biner dan panjang target sebesar 4 digit biner dari 10 label nama pemilik tanda tangan, maka arsitektur yang terbentuk adalah 10000 neuron untuk layar masukan (*input layer*) dan 4 neuron untuk layar keluaran (*output layer*).

Tabel 3: Hasil Evaluasi Pelatihan Perceptron Menggunakan Data Latih

Citra	Target	Jumlah	Citra dikenali	Citra tidak dikenali/dik enali citra lain
afi1 – afi40	0 0 0 1	40	40	0
andri1 – andri40	0 0 1 0	40	40	0
candra1 – candra40	0 0 1 1	40	40	0
damar1 – damar40	0 1 0 0	40	40	0
dian1 – dian40	0 1 0 1	40	40	0
enjang1 – enjang40	0 1 1 0	40	40	0
ramal – rama40	0 1 1 1	40	40	0
restu1 – restu40	1 0 0 0	40	40	0
riqzal – riqza40	1 0 0 1	40	40	0
rizki1 – rizki40	1 0 1 0	40	40	0
Jumlah		400	400	0

- Akurasi

$$\frac{400 - 0}{400} \times 100\% = 100\%$$

Berdasarkan evaluasi hasil latih terhadap data latih, untuk 400 citra tanda tangan dari 10 pemilik tandatangan, maka didapatkan rata – rata akurasi untuk proses pelatihan menggunakan algoritma Perceptron sebesar 100%.

Pada Backpropagation, digunakan data latih sebanyak 400 citra tanda tangan memiliki panjang vector masing sebesar 10000 digit biner dan panjang target sebesar 4 digit biner

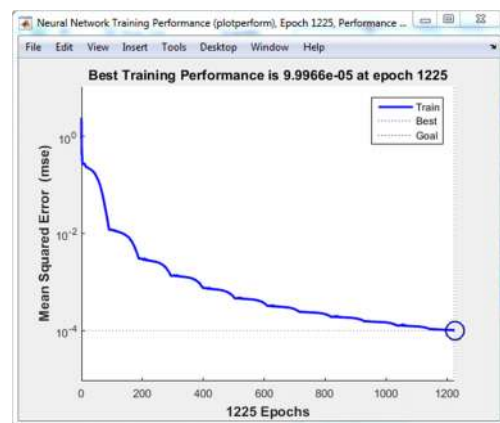
dari 10 label nama pemilik tanda tangan, maka arsitektur yang terbentuk adalah 10000 neuron untuk lapisan masukan (*input layer*) dan 4 neuron untuk lapisan keluaran (*output layer*).

Tabel 4: Hasil Evaluasi Pelatihan Backpropagation Menggunakan Data Latih

Citra	Target	Jumlah	Citra dikenali	Citra tidak dikenali/dik enali citra lain
afi1 – afi40	0 0 0 1	40	40	0
andri1 – andri40	0 0 1 0	40	40	0
candra1 – candra40	0 0 1 1	40	40	0
damar1 – damar40	0 1 0 0	40	40	0
dian1 – dian40	0 1 0 1	40	40	0
enjang1 – enjang40	0 1 1 0	40	40	0
ramal – rama40	0 1 1 1	40	40	0
restu1 – restu40	1 0 0 0	40	40	0
riqzal – riqza40	1 0 0 1	40	40	0
rizki1 – rizki40	1 0 1 0	40	40	0
Jumlah		400	400	0

- Akurasi

$$\frac{400 - 0}{400} \times 100\% = 100\%$$



Gambar 6. MSE Backpropagation

Berdasarkan evaluasi hasil latih terhadap data latih, untuk 400 citra tanda tangan dari 10 pemilik tandatangan, maka didapatkan rata –

rata akurasi untuk proses pelatihan menggunakan algoritma backpropagation sebesar 100%. Dengan rata – rata error akhir (MSE) adalah 0,000099966 pada epoch ke – 1225.

Proses pengujian digunakan 100 citra tanda tangan dari 10 pemilik tanda tangan dengan pembagian 10 citra tanda tangan untuk 1 pemilik tanda tangan. Berikut adalah hasil dari proses pengujiannya.

Tabel 5: Hasil Pengujian Perceptron

Citra	Jumlah	Citra dikenali	Citra tidak dikenali	Dikenali citra lain
Afi41 – afi50	10	10	0	0
Andri41 – andri50	10	7	0	3
Candra41 – candra50	10	10	0	0
Damar41 – damar50	10	6	1	3
Dian41 – dian50	10	10	0	0
Enjang41 – enjang50	10	4	0	6
Rama41 – rama50	10	8	0	2
Restu41 – restu50	10	9	0	1
Riqza41 – riqza50	10	2	3	5
Rizki41 – rizki50	10	10	0	0
jumlah	100	76	4	20

- Akurasi

$$\frac{100 - 24}{100} \times 100\% = 76\%$$

- Rata – rata kesalahan

$$\frac{24}{10} = 2,4 = 2$$

Berdasarkan perhitungan data, didapatkan rata – rata akurasi untuk proses pengujian terhadap hasil latih yang menggunakan algoritma Perceptron sebesar 76%. Dan rata- rata kesalahan untuk setiap 10 data uji adalah 2 data.

Pengujian Backpropagation digunakan 100 citra tanda tangan dari 10 pemilik tanda tangan dengan pembagian 10 citra tanda tangan untuk 1 pemilik tanda tangan. Berikut adalah hasil dari proses pengujiannya.

Tabel 6: Hasil Pengujian Backpropagation

Citra	Jumlah	Citra dikenali	Citra tidak dikenali	Dikenali citra lain
Afi41 – afi50	10	10	0	0
Andri41 – andri50	10	9	0	1
Candra41 – candra50	10	10	0	0
Damar41 – damar50	10	9	0	1
Dian41 – dian50	10	10	0	0
Enjang41 – enjang50	10	7	1	2
Rama41 – rama50	10	10	0	0
Restu41 – restu50	10	10	0	0
Riqza41 – riqza50	10	1	1	8
Rizki41 – rizki50	10	10	0	0
jumlah	100	86	2	12

- Akurasi

$$\frac{100 - 14}{100} \times 100\% = 86\%$$

- Rata – rata kesalahan

$$\frac{14}{10} = 1,4 = 1$$

Berdasarkan perhitungan data, didapatkan rata – rata akurasi untuk proses pengujian terhadap hasil latih yang menggunakan algoritma

Backpropagation sebesar 86%. Dan rata-rata kesalahan untuk setiap 10 data uji adalah 1 data.

Dari hasil penelitian dengan menggunakan dua metode tersebut yaitu Perceptron dan Backpropagation. Didapat fakta bahwa metode Backpropagation lebih baik dalam melakukan pengenalan dibandingkan metode Perceptron, tetapi dengan waktu pelatihan yang lebih lama. Hal ini disebabkan oleh :

1. Lapisan tersembunyi pada metode Backpropagation sangat membantu dalam perhitungan saat proses pengenalan, sehingga akurasi metode Backpropagation lebih baik.
2. Banyaknya perhitungan di dalam lapisan tersembunyi dan perbaikan bobot untuk setiap lapisan tersembunyi mengakibatkan proses pelatihan menjadi lebih lama.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian yang telah dibuat adalah antara lain dapat memenuhi tujuan penelitian yaitu dapat membuat sistem pengenalan tanda tangan dan memenuhi akurasi yang diharapkan dari metode *Perceptron* dan *Backpropagation*. Berdasarkan dari 400 data latih dan 100 data uji yang telah dilakukan pelatihan serta pengujian untuk metode *Backpropagation* mendapatkan hasil akurasi pelatihan sebesar 100% berdasarkan hasil evaluasi menggunakan data latih dan akurasi uji sebesar 86% dengan banyak pola benar yang dapat dikenali sejumlah 86 citra, sedangkan untuk metode *Perceptron* mendapatkan hasil akurasi training 100% berdasarkan hasil evaluasi menggunakan data latih dan akurasi testing 76 % dengan 76 citra

yang dapat dikenali. Jadi berdasarkan hasil tersebut, maka dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan metode jaringan syaraf tiruan Backpropagation lebih baik dibandingkan dengan metode Perceptron yang digunakan dalam pengenalan tanda tangan.

5. SARAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, peneliti memberikan saran sebagai berikut:

1. Penambahan data latih sangat diperlukan, karena semakin banyak data atau pola yang dilatih dengan berbagai bentuk maka akan meminimalisir kesalahan pengenalan pada saat proses pengujian.
2. Pada proses pra-pengolahan (*preprocessing*) untuk lebih diperbanyak atau ditambahkan proses-proses lain agar citra yang dilatih maupun diuji lebih mempunyai lebih banyak informasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Putra, Pengolahan Citra Digital, Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2010.
- [2] "The Biometrics Consortium," [Online]. Available: <http://www.biometrics.org/introduction.php>. [Diakses 04 02 2016].
- [3] S. Rosmalinda dan D. Y. Qur'ani, "Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization Untuk Aplikasi Pengenalan Tanda Tangan," dalam *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2010 (SNATI 2010)*, Yogyakarta, 2010.

- [4] T. Sutojo, E. Mulyanto dan S. Vincent, *Kecerdasan Buatan*, Yogyakarta: ANDI, 2011.
- [5] S. *Artificial Intelligence*, Bandung: INFORMATIKA, 2007.