Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tanda Tangan

Tanda tangan merupakan tulisan tangan seseorang yang berguna sebagai identitas seseorang. Tanda tangan merupakan tanda kepemilikan yang secara fisilologis memang menjadi ciri khas untuk individu (Kumalasanti, 2015). Tanda tangan bersifat unik karena tanda tangan setiap orang tidak bisa persis sama, kecuali salah satunya telah dipalsukan orang lain. Walaupun demikian, sekeras apapun mencoba meniru tanda tangan orang lain 2 tanda tangan tidak bisa sama persis (Kalera, 2004).Dalam sebuah transaksi yang bersifat legal sangat dibutuhkan tanda tangan sebagai bentuk persetujuan terhadap dokumen-dokumen yang dibutuhkan (Kumalasanti,2015).Keberadaan tanda tangan pada proses validasi dalam sebuah dokumen menandakan bahwa pihak yang menandatangani dokumen tersebut sudah mengetahui dan menyetujui isi suatu dokumen (Wulanningrum, 2014). Tanda tangan merupakan bentuk yang paling banyak digunakan untuk identifikasi seseorang (Kaswidjanti, 2013).

Ukuran untuk identifikasi dan verifikasi tanda tangan dipelajari dengan pendekatan biometrik. Biometrik merupakan hal yang ada dalam diri setiap orang dan tidak dapat dilupakan. Sehingga biometrik digunakan dalam hal identifikasi dan verifikasi (pourshahabi, 2009). Keberadaan tanda tangan palsu biasanya dapat dilihat dari ukurannya dari yang asli dan sederhana adalah dengan membandingkannya dengan tanda tangan yang asli. Tanda tangan seseorang sering berubah-ubah dikarenakan oleh posisi, ukuran maupun faktor tekanan tangan pada saat akan menandatangani sebuah dokumen. Hal itu dipengaruhi oleh waktu, umur dan juga kebiasaan (Kaswidjanti, 2013)

2.2 Citra Digital

Citra atau gambar adalah sebuah fungsi dua dimensi, f(x,y), dimana x dan y adalah koordinat bidang datar, dan harga fungsi f disetiap pasangan koordinat

(x,y) disebut intensitas atau level keabuan (*grey* level) dari gambar di titik itu. Apabila nilai x, y dan nilai amplitude f secara keseluruhan berhingga (*finite*) dan bernilai diskrit maka dapat dikatakan bahwa citra tersebut adalah citra digital (Hermawati, 2013).

Ada tiga jenis citra yang umum digunakan dalam pemrosesan citra. Ketiga jenis citra tersebut yaitu citra berwarna (RGB), citra berskala keabuan (*grayscale*), dan citra biner (*monocrome*).

2.2.1 Citra Warna (RGB)

Citra warna atau yang disebut dengan citra RGB adalah suatu model warna yang terdiri dari merah, hijau, biru yang digabungkan dalam memberntuk suatu susunan warna yang luas. Kedalaman piksel citra yang digunakan mempengaruhi banyaknya warna yang digunakan. Untuk monitor komputer, nilai rentang paling kecil adalah 0 dan paling besar adalah 255. Pilihan skala 256 ini didasarkan pada cara mengungkap 8 digit bilangan biner yang digunakan oleh mesin komputer. Dengan cara ini, akan diperoleh warna campuran sebanyak 256 x 256 x 256 = 1677726 jenis warna. Sebuah jenis warna, dapat dibayangkan sebagai sebuah *vector* di ruang 3 dimensi yang biasanya dipakai dalam matematika, koordinatnya dinyatakan dalam bentuk tiga bilangan, yaitu komponen x, komponen y, dan komponen z (Putra, 2010).

2.2.2 Citra Berskala Keabuan (*Grayscale*)

Pada citra *grayscale*, setiap pikselnya bisa memiliki nilai lain diantara hitam dan putih yang disebut nilai abu-abu. Banyaknya kemungkinan warna abu-abu yang muncul dipengaruhi oleh bit citra tersebut. Misalnya suatu citra mempunyai kedalaman sebesar 8 bit. Berarti citra tersebut mempunyai skala warna sebanyak 2^8 atau 256 skala yaitu skala nol sampai 255 (0-255). Angka nol mewakili warna hitam dan angka 255 mewakili warna putih sedangkan lainnya mewakili warna abu-abu. Warna abu-abu skala 200 lebih gelap jika dibandingkan warna abu-abu skala 201 (Putra, 2010).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak Cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

2.2.3 Citra Biner (Monokrom)

Citra biner atau citra monokrom adalah citra digital yang hanya memiliki dua kemungkinan nilai *pixel* yaitu hitam dan putih. Citra biner juga disebut sebagai citra B&W (*black and white*) atau citra monokrom. Hanya dibutuhkan 1 *bit* untuk mewakili nilai setiap *pixel* dari citra biner. Citra biner sering kali muncul sebagai hasil dari proses pengolahan segmentasi, pengembangan, morfologi, ataupun *dithering* (Putra, 2010).

2.3 Pengolahan Citra Digital

Sebuah citra kaya akan informasi, namun seringkali citra mengalami penurunan mutu (*degradasi*), misalnya mengandung cacat atau *noise*, warnanya terlalu kontras, kurang tajam, kabur (*blur*), dan lain sebagainya. Citra yang mengalami *degradasi* ini tentunya menjadi lebih sulit diinterpretasikan karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut menjadi berkurang (Ahmad, 2005). Agar citra yang mengalami penurunan mutu lebih mudah diinterpretasikan, maka citra tersebut perlu dimanipulasi menjadi sebuah citra yang lain yang memiliki kualitas yang lebih baik dari sebelumnya. Studi yang membahas hal ini adalah pengolahan citra (*image processing*). Inputan berupa sebuah citra dan outputnya merupakan citra juga akan tetapi dengan kualitas yang lebih tinggi. Pengolahan citra merupakan suatu proses yang dilakukan dengan *input* berupa citra. Proses ini dilakukan pada citra data training sebelum *feature extraction* (pengambilan ciri). Terdapat dua hal yang mendasar dalam memahami proses pembentukan citra, yaitu (Ahmad, 2005):

1. Geometri formasi citra yang menentukan lokasi suatu titik dalam pemandangan yang diproyeksikan pada bidang citra.
2. Fisik cahaya yang menentukan *brightness* suatu piksel sebagai fungsi pencahayaan.

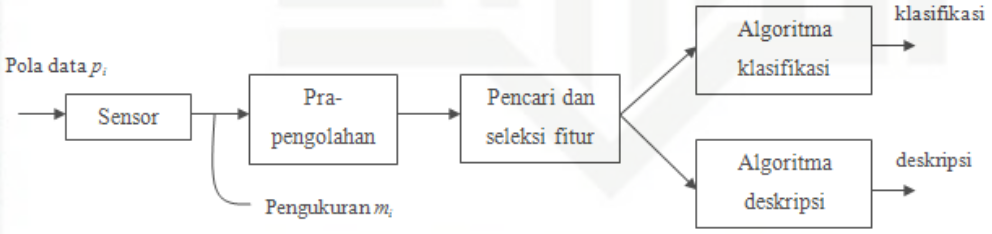
Oleh karena itu, diperlukan penghubung notasi matematika untuk mengembangkan algoritma pengolahan citra dan notasi algoritma yang digunakan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

untuk membuat suatu program komputer yang tersimpan ke dalam sistem penyimpanan memori dua dimensi yang disebut larik (*array*).Tujuan utama dari pengolahan citra yaitu untuk melakukan perbaikan citra dengan mengurangi *noise* yang tidak diinginkan sehingga citra dalam lebih mudah untuk diproses dan dianalisa. Pada proses ini citra dinormalisasi agar lebih siap untuk dilakukan proses lebih lanjut. Proses ini memiliki tahapan tertentu dengan berbagai metode dan model kalkulasi yang dibutuhkan pada penelitian.

2.4 Pengenalan Pola

Pengenalan pola (*pattern recognition*) adalah suatu proses atau rangkaian pekerjaan yang bertujuan untuk mengklasifikasikan data numerik dan simbol. Banyak teknik statistik dan sintaksis yang telah dikembangkan untuk keperluan klasifikasi pola dan teknik-teknik ini dapat memainkan peran yang penting dalam sistem visual untuk pengenalan obyek yang biasanya memerlukan banyak teknik. Bentuk-bentuk obyek tertentu dalam dunia nyata yang sangat kompleks dapat dibandingkan dengan pola-pola dasar didalam citra sehingga penggolongan obyek yang bersangkutan dapat dilakukan dengan lebih mudah. Struktur sistem pengenalan pola dasar terdiri dari (Putra, 2010) :



Gambar 2.1 Struktur Sistem Pengenalan Pola (Putra, 2010)

Sensor berfungsi untuk menangkap objek dari dunia nyata dan selanjutnya diubah menjadi sinyal digital melalui proses digitalisasi.

Pra-Pengolahan berfungsi menyiapkan citra agar dapat menghasilkan ciri yang lebih baik pada tahap berikutnya. Dalam tahap ini dilakukan penghilangan derau (pengganggu).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

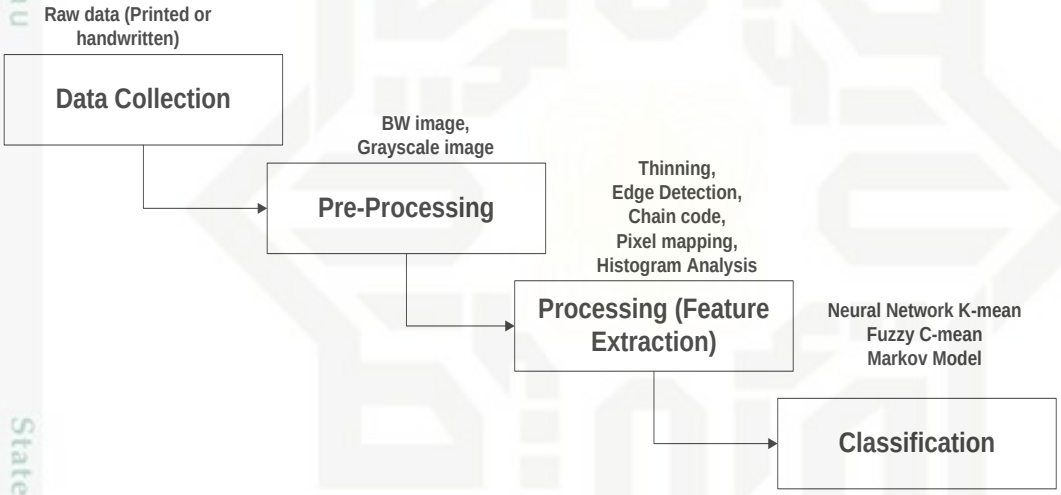
Pencari dan seleksi fitur berfungsi menemukan karakteristik pembeda yang mewakili sifat utama sinyal dan sekaligus mengurangi dimensi sinyal menjadi sekumpulan bilangan yang lebih representatif.

Algoritma klasifikasi berfungsi untuk mengelompokkan fitur kedalam kelas yang sesuai.

Algoritma deskripsi berfungsi untuk memberikan deskripsi pada sinyal.

2.5 Tahapan Pengenalan Karakter

Tahapan pengenalan karakter dapat dilihat pada Gambar 2.2 seperti berikut:



Gambar 2.2 Tahapan Pengenalan Karakter (Shatil, 2006)

Penjelasan tahap-tahap pengenalan karakter diatas dapat dijelaskan sebagai berikut:

2.5.1 *Data collection*

Data collection merupakan pengumpulan data citra tanda tangan yang akan digunakan sebagai data inputan.

2.5.2 *Pre-processing*

Pada tahap *pre-processing* ini dilakukan proses perubahan warna pada citra yang dimasukkan dengan tahap pemisahan objek dan *background* dari citra tanda tangan yang akan diidentifikasi. Tahap ini dilakukan untuk dapat mengubah

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak Cipta Milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

ciri warna dari suatu citra sehingga dapat menjadi data *input* yang dapat dilanjutkan untuk tahap *feature extraction*. Pada tahap ini dilakukan konversi RGB to *Grayscale*. Kemudian dilakukan *Cropping* untuk mempersempit area background pada citra tanda tangan yang telah di input sehingga didapatkan area yang berfokus pada tanda tangan saja agar dapat diproses dengan baik pada tahap selanjutnya.*Resize* merupakan penyamaan ukuran citra citra yang satu dan lainnya tidak berbeda ukurannya. Pada proses *resize* ini ditentukan *aspect ratio* pada citra tanda tangan agar citra memiliki *ratio* yang sama yaitu 1 : 1.

2.5.2.1 *Konversi RGB ke Grayscale*

Salah satu persamaan dari konversi RGB ke *grayscale* yang digunakan adalah (Kadir dan Susanto, 2013):

*Grayscale = (0,2989*R) + (0,5870*G) + (0.1141*B)* …….. (2.1)

Keterangan:

R = merepresentasikan nilai warna merah pada citra

G = merepresentasikan nilai warna hijau pada citra

B = merepresentasikan nilai warna biru pada citra

2.5.2.2 *Konversi Grayscale ke Biner*

Persamaan yang digunakan pada proses *thresholding* citra *grayscale* untuk menghasilkan citra biner adalah sebagai berikut (Putra, 2010):

$$g(x,y) = \begin{cases} 1, & jika f(x,y) \geq T \\ 0, & jika f(x,y) < T \end{cases} \quad \text{..... (2.2)}$$

Keterangan:

g (x,y) = citra biner dari citra *grayscale* f(x,y)

T = nilai ambang (*threshold*)

Terdapat dua jenis *thresholding*, yaitu *global thresholding* dan *locally adaptive thresholding.* Pada *global thresholding*, seluruh *pixel* pada citra dikonversikan menjadi hitam atau putih dengan satu nilai ambang T. Hal itu

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

menyebabkan kemungkinan besar pada *global thresholding* akan banyak informasi yang hilang karena hanya menggunakan satu nilai T untuk keseluruhan *pixel*. Oleh karena itu, lebih disarankan untuk menggunakan *locally adaptive thresholding*. Karena pada *locally adaptive thresholding*, suatu citra dibagi menjadi blok-blok kecil dengan nilai T yang berbeda (Putra, 2010).

Thresholding merupakan tahap untuk mendapatkan citra biner yang bernilai 0 dan 1. Dengan *pixel* berwarna hitam adalah 0 dan *pixel* berwarna putih adalah 1.

2.5.3 *Feature Extraction(Edge Detection)*

Tahapan *feature extraction* berfungsi untuk mendapatkan ciri pada suatu citra agar diperoleh sebuah vektor dari suatu *image*. Pada tahapan ini menggunakan *Edge Detection*. *Edge* atau Tepi merupakan tempat-tempat dimana tingkat perubahan intensitas paling tinggi (Wijaya dan Prijono, 2007). Tepi ditandai dengan adanya perubahan intensitas yang bersifat lokal di dalam citra dan dapat dilacak berdasarkan perubahan intensitas lokal ini (Ahmad, 2005). Deteksi tepi adalah proses untuk menentukan lokasi titik-titik yang merupakan tepi obyek. Tujuan dari deteksi tepi adalah sebagai berikut:

a. Untuk mendeteksi garis tepi yang membatasi dua wilayah citra yaitu objek dan latar belakang
b. Untuk menemukan perubahan intensitas yang berbeda dalam suatu ruang citra
c. Untuk meningkatkan penampakan garis dalam suatu wilayah citra
d. Untuk mencirikan batas objek yang berguna sebagai identifikasi objek

Langkah pelacakan tepi (Ahmad, 2005):

a. Pengaburan

   Perhitungan hanya didasarkan pada nilai intensitas dua buah titik, sehingga akan sangat dipengaruhi oleh noise maka dilakukan pengaburan (*smoothing*).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak Cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

b. Penguatan

Penguatan ditekankan pada piksel dimana terdapat perubahan yang berbeda nyata dalam nilai intensitas lokal.

c. Pelacakan

Operasi *tresholding* atau pengelompokan piksel-piksel dapat digunakan untuk melakukan pelacakan berdasarkan kriteria yang digunakan.

2.5.3.1 Operator Roberts

Operator roberts merupakan salah satu operator yang memperkirakan terhadap gradien kontinyu. Operator roberts menggunakan matriks filter 2 x 2 sebagai berikut (Ahmad, 2005):

$$Gx = \begin{matrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{matrix} \qquad Gy = \begin{matrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{matrix} \quad \text{.....(2.3)}$$

2.5.3.2 Operator Sobel

Operator sobel merupakan deteksi tepi yang berbasis gradien menggunakan operator sobel. Metode Sobel merupakan pengembangan metode Robert dengan menggunakan filter HPF (High Pass Filter) yang diberi satu angka nol penyangga.

Kelebihan dari metode Sobel ini adalah kemampuan untuk mengurangi noise sebelum melakukan perhitungan deteksi tepi. Matriks filter yang digunakan dalam metode Sobel ini adalah (Wijaya, 2012) :

$$Sx = \begin{matrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{matrix} \qquad Sy = \begin{matrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{matrix} \quad \text{.....(2.4)}$$

$$M = \sqrt{Sx^2 + Sy^2} \quad \text{..... (2.5)}$$

2.5.3.3 Operator Prewitt

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

Operator prewitt hampir sama dengan operator sobel, kecuali nilai konstanta yang bernilai 1. Operator prewitt tidak menekankan piksel-piksel yang lebih dekat dengan titik pusat. Matriks filter yang digunakan (Ahmad, 2005):

$$Sx = \begin{matrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{matrix} \qquad Sy = \begin{matrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{matrix} \quad \text{.....(2.6)}$$

Penelitian yang dilakukan (Amelia, 2011) yang membandingkan metode deteksi tepi operator sobel, roberts dan prewitt dalam mendeteksi suatu tepi dan hasilnya operator sobel lebih baik dalam pendeteksian tepi.

2.5.4 Clasification

Pada tahapan *clasification* hasil yang diperoleh pada *feature extraction* dalam bentuk binerdigunakan menjadi inputan yang akan latih dan di uji pada metode *Backpropagation Neural Network.*

2.6 Pengertian Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia (Kusumadewi, 2004). Jaringan neuron otak membentuk sistem pemrosesan informasi paralel secara masif (Kuswadi, 2007). JST diimplementasikan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran. JST terbentuk dari generalisasi model matematika dari jaringan biologi dengan asumsi bahwa (Siang, 2005) :

a. Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana (neuron).
b. Sinyal dikirimkan diantara neuron-neuron melalui penghubung-penghubung
c. Penghubung antar neuron memiliki bobot yang akan memperkuat atau memperlemah sinyal

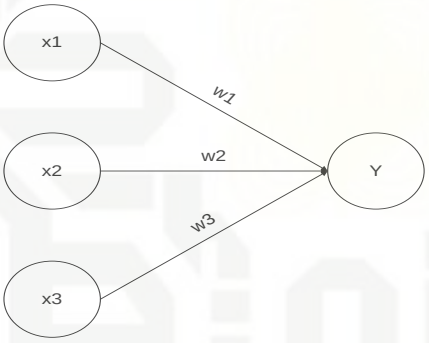
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

d. Untuk menemukan output, setiap neuron menggunakan fungsi aktivasi (yang biasanya bukan fungsi linier) yang dikenakan pada jumlahan input yang diterima. Besarnya output ini dibandingkan dengan suatu batas ambang.

JST ditentukan oleh 3 hal yaitu (Siang, 2005) :

1. Pola hubungan antar neuron yang disebut dengan arsitektur jaringan.
2. Metode untuk menemukan bobot penghubung yang disebut metode *training / larning / algoritma*).
3. Fungsi aktivasi

Sebagai contoh, perhatikan neuron Y pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Fungsi Aktivasi (Siang, 2005)

Y menerima input dari neuron x_1, x_2 dan x_3 dengan bobot hubungan masing-masing adalah w_1, w_2, dan w_3. Ketiga impuls neuron yang ada dijumlahkan.

$$Net = \sum_{i=0}^{n} xi\ wi \quad \text{.....} \quad (2.7)$$

2.6.1 Aplikasi Jaringan Syaraf Tiruan

Beberapa aplikasi JST adalah sebagai berikut (Siang, 2005):

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

a. Pengenalan pola (Pattern Recognition)

JST dapat dipakai untuk mengenali pola misalnya pada huruf, angka, suara atau tanda tangan yang sudah sedikit berubah. Ini mirip dengan otak manusia yang masih mampu mengenali wajah atau bentuk meskipun sudah sedikit berubah.

b. Signal Processing

JST ini dapat dipakai untuk menghilangkan noise dalam saluran telepon.

c. Peramalan

JST juga dapat dipakai untuk meramalkan apa yang akan terjadi di masa yang akan datang berdasarkan pola kejadian yang ada di masa yang lampau. Contohnya adalah prediksi cuaca, prediksi saham dan lain-lain.

2.6.2 Pemodelan Jaringan Syaraf Tiruan

Proses pemodelan JST menggunakan pendekatan pemodelan *black box*. Cara kerjanya didasari pada mekanisme kerja penyaluran informasi sistem *neural network*. Namun karena JST masih terbatas, maka hanya sebagian kecil saja dari kemampuan sistem syaraf manusia yang dapat ditiru. JST dikembangkan berdasarkan model matematis dengan mengasumsikan (Muis, 2006) :

1. Informasi diproses oleh elemen-elemen sederhana yang disebut neuron.
2. Sinyal-sinyal dilewatkan antar neuron yang saling berhubungan.
3. Setiap sambungan antara dua neuron ada bobotnya masing-masing yang akan mengalikan sinyal yang ditransmisikan.
4. Tiap neuron memiliki fungsi aktivasi yang akan menentukan besaran keluaran.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.7 Backpropagation Neural Network

JST dengan layar tunggal memiliki keterbatasan dalam pengenalan pola. Kelemahan ini bisa ditanggulangi dengan menambahkan satu/beberapa layar tersembunyi diantara layar masukan dan keluaran. Meskipun penggunaan lebih dari satu layar tersembunyi memiliki kelebihan manfaat untuk beberapa kasus, tapi pelatihannya memerlukan waktu yang lama. Maka umumnya orang mulai mencoba dengan sebuah layar tersembunyi lebihdahulu (Kusumadewi, 2004).

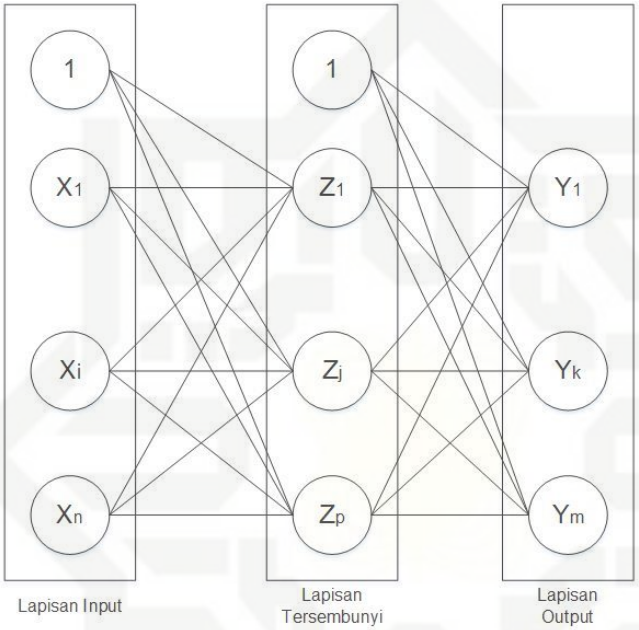
Seperti halnya model JST lain, *Backpropagation Neural Network* (BPNN) melatih jaringan untuk mendapatkan keseimbangan antara kemampuan jaringan untuk mengenali pola yang digunakan selama pelatihan serta kemampuan jaringan untuk memberikan respon yang benar terhadap pola masukan yang serupa (tapi tidak sama) dengan pola yang dipakai selamapelatihan.

2.7.1 Arsitektur Backpropagation Neural Network

*Backpropagation Neural Network*memiliki beberapa unit yang ada dalam satu atau lebih layar tersembunyi. Lapisan masukan ditunjukkan dengan unit-unit X_i, sementara lapisan *output*ditunjukkan dengan Y_k. Lapisan tersembunyi ditunjukkan dengan unit-unit Z_j. Bias untuk satu unit Y_k diberikan oleh W_{0k}. Bias ini bertindak seolah sebagai bobot pada koneksi yang berasal dari satu unit keluarannya selalu 1. Unit-unit tersembunyi juga dapat memiliki bias. Aliran sinyal pada gambar dinyatakan dengan arah panah. Adapun pada fase *backpropagation,* sinyal dikirim pada arah berlawanan dan umumnya menggunakan arsitektur *Multilayer Feed Forward*(Siang, 2006).

Pada arsitektur jenis *Multilayer Feed Forward*terdapat *input layer, output layer* dari *neuron*, dan terdapat juga satu lapisan tersembunyi *(hidden layer).Input layer*merupakan lapisan yang terdiri dari beberapa neuron yang akan menerima sinyal dari luar dan kemudian meneruskan ke neuron-neuron lain dalam jaringan. *Hidden layer* merupakan tiruan dari sel-sel syaraf konektor pada

jaringan syaraf biologis. Lapisan tersembunyi ini berfungsi meningkatkan kemampuan jaringan dalam memecahkan masalah. Konsekuensi dari adanya lapisan tersembunyi adalah pelatihan menjadi lebih sulit dan lama. *Output layer* berfungsi untuk menyalurkan sinyal-sinyal keluaran hasil pemrosesan jaringan (Desiani dan Arhami, 2006). Sehingga jika digambarkan adalah sebagaiberikut:



Gambar 2.4*Multi-Layer FeedforwardNetwork (Desiani dan Arhami, 2006)*

Dari gambar diatas terlihat bahwa jaringan terdiri dari jumlah neuron *input* atau masukan sebanyak n, dan neuron lapisan tersembunyi atau*hidden layer* sebanyak p, serta neuron output atau keluaran sebanyak m. Setiap neuron masukan akan terhubung secara langsung dengan setiap neuron pada *hidden layer*. Selanjutnya masing-masing neuron *hidden layer* akan terhubung ke lapisankeluaran.

Kemudian keluaran *error* digunakan untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur, sehingga *error* yang dihasilkan oleh bagian keluaran ke bagian tersembunyi pada saat proses pembelajaran dilakukan akan di-*backpropagation.* Proses ini akan dilakukan terus hingga *error* yang dihasilkan bisa ditolerir (Desi dan Arhami, 2006).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

Sinyal keluaran dari *neuron-neuron* pada lapisan masukan merupakan sinyal masukan bagi *neuron-neuron* pada lapisan tersembunyi, dan sinyal keluaran dari *neuron-neuron* pada lapisan keluaran. Jumlah lapisan tersembunyi pada *backpropagation* ditentukan dengan percobaan. Semakin banyak jumlah lapisan tersembunyi diharapkan jaringan akan memberikan hasil yang lebih akurat, tetapi proses pelatihannya lebih rumit dan butuh waktu lama. Penentuan jumlah *neuron* pada lapisan tersembunyi disesuaikan dengan jumlah *neuron* pada lapisan masukan.

2.7.2 Fungsi Aktivasi Backpropagation Neural Network

Dalam jaringan saraf tiruan, fungsi aktifasi dipakai untuk menentukan keluaran suatu neuron. Pada BPNN, fungsi aktivasi yang dipakai harus memenuhi beberapa syarat sebagaiberikut (Siang, 2006):

1. Kontinu
2. Terdiferensial denganmudah
3. Merupakan fungsi yang tidakturun

Fungsi aktivasi yang memenuhi ketiga syarat tersebut adalah fungsi sigmoid biner dan fungsi sigmoid bipolar. BPNN memakai fungsi sigmoid biner. Fungsi sigmoid biner digunakan untuk JST yang membutuhkan nilai output yang terletak pada interval 0 sampai 1.

Fungsi sigmoid biner didefinisikan sebagaiberikut:

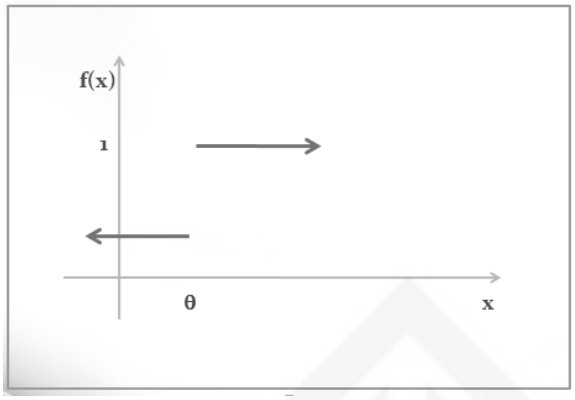
$$y = f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad \text{.....} \quad (2.8)$$

Denganturunan

$$y' = f'(x) = f(x)(1 - f(x)) \quad \text{.....} \quad (2.9)$$

Berikut adalah kurva dari sigmoid biner :

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak ipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU



Gambar 2.5 Fungsi aktivasi sigmoid biner (Siang, 2006)

Fungsi sigmoid memiliki nilai maksimum = 1 . Maka untuk pola yang targetnya > 1, pola masukan dan keluaran harus terlebih dahulu ditransformasi sehingga semua polanya memiliki range yang sama seperti fungsi sigmoid yang dipakai. Alternatif lain adalah menggunakan fungsi aktivasi sigmoid hanya pada layar yang bukan layar keluaran. Pada layar keluaran, fungsi aktivasi yang dipakai adalah fungsi identitas: f(x) = x

2.7.3 Pelatihan standar *Backpropagation Neural Network*

Pelatihan *Backpropagation Neural Network* meliputi 3 fase. Fase pertama adalah fase maju. Pola masukan dihitung maju mulai dari layar masukan hingga layar keluaran menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Fase kedua adalah fase mundur. Selisih antara keluaran jaringan dengan target yang diinginkan merupakan kesalahan yang terjadi. Kesalahan tersebut dipropagasikan mundur, dimulai dari garis yang berhubungan langsung dengan unit-unit di layar keluaran. Fase ketiga adalah modifikasi bobot untuk menurunkan kesalahan yang terjadi (Kusumadewi, 2004).

a. Fase I : Propagasi maju

Selama propogasi maju, sinyal masukan (= x_i) dipropogasikan ke layar bersembunyi menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan. Keluaran dari setiap unit layar tersembunyi (= z_j) tersebut selanjutnya dipropagasikan maju lagi ke layar tersembunyi diatasnya menggunakan fungsi aktivasi yang ditentukan.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Demikian seterusnya hingga menghasilkan keluaran jaringan (= y_k). Berikutnya, keluaran jaringan (= y_k) dibandingkan dengan target yang harus dicapai (= t_k). Selisih t_k - y_k adalah kesalahan yang terjadi. Jika kesalahan ini lebih kecil dari batas toleransi yang ditentukan, maka iterasi dihentikan. Akan tetapi apabila kesalahan masih lebih besar dari batas toleransi yang ditentukan maka bobot setiap garis dalam jaringan akan dimodifikasi untuk mengurangi kesalahan yang terjadi.

b. Fase II : Propagasi mundur

Berdasarkan kesalahan t_k - y_k, dihitung faktor ∂_k (k = 1,2,.....,m) yang dipakai untuk mendistribusikan kesalahan di unit y_k kesemua unit tersembunyi yang terhubung langsung dengan y_k. ∂_k juga dipakai untuk mengubah bobot garis yang berhubungan langsung dengan unit keluaran.

Dengan cara yang sama, dihitung faktor ∂_k disetiap unit dilayar tersembunyi sebagai dasar perubahan bobot semua garis yang berasal dari unit tersembunyi di layar dibawahnya. Demikian seterusnya hingga semua faktor ∂ diunit tersembunyi yang berhubungan langsung dengan unit masukan dihitung.

c. Fase III : Perubahan bobot

Setelah semua faktor∂ dihitung, bobot semua garis dimodifikasi bersamaan. Perubahan bobot suatu garis didasarkan atas faktor ∂ neuron dilayar atasnya. Sebagai contoh, perubahan bobot garis yang menuju layar keluaran didasarkan atas ∂_k yang ada diunit keluaran.

Ketiga fase tersebut diulang-ulang terus hingga kondisi perhentian dipenuhi. Umumnya kondisi penghentian yang sering dipakai adalah jumlah iterasi atau kesalahan. Iterasi akan dihentikan jika jumlah iterasi yang dilakukan sudah melebihi jumlah maksimum iterasi yang ditetapkan, atau jika kesalahan yang terjadi sudah lebih kecil dari batas iterasi yang diijinkan.

Algoritma pelatihan untuk *backpropagation neural network* adalah sebagai berikut (Sutojo, Mulyanto, dan Suhartono , 2011):

Langkah 0 : inisialisasi bobot (ambil nilai *random* yang cukup kecil)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

Langkah 1 : selama kondisi berhenti bernilai salah, maka kerjakan langkah 2-9

Langkah 2 : untuk setiap pasangan, lakukan langkah 3-8

Tahap perambatan maju (*forward propagation*)

Langkah 3: setiap unit *input* (X_i, i=1,2,3,…n) menerima sinyal x_i dan meneruskan sinyal tersebut ke semua unit pada lapisan tersembunyi.

Langkah 4: setiap lapisan tersembunyi (Z_i, j=1,2,3,…p) menjumlahkan bobot sinyal *input* dengan persamaan berikut:

$$z_in_j = v_{0j} + \sum_{i=1}^{n} x_i v_{ij} \quad \text{(2.10)}$$

Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal *output*:

$$z_j = \frac{1}{1+e^{-z_{in_j}}} \quad \text{(2.11)}$$

Biasanya fungsi aktivasi yang digunakan adalah fungsi sigmoid, kemudian mengirimkan sinyal tersebut ke semua unit *output*.

Langkah 5: Setiap unit *output*($Y_k, k = 1,2,3, \dots, m$) menjumlahkan bobot sinyal *input* :

$$y_in_k = w_{0k} + \sum_{i=1}^{p} z_i w_{jk} \quad \text{(2.12)}$$

Gunakan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal *output*:

$$y_k = \frac{1}{1+e^{-y_in_k}} \quad \text{(2.13)}$$

Tahap perambatan balik (*backpropagation*)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

Langkah 6: setiap unit *output*($y_k, k = 1,2,3, \dots, m$) menerima pola target yang berhubungan dengan pola pelatihan *input* , kemudian hitung *error* dengan persamaan berikut:

$$\delta_k = (t_k - y_k) * y_k * (1 - y_k) \quad (2.14)$$

*f'*adalah turunan dari fungsi aktivasi

kemudian hitung koreksi bobot:

$$\Delta w_{jk} = \alpha * \delta_k * z_j \quad (2.15)$$

Kemudian hitung koreksi bias:

$$\Delta w_{jk} = \alpha * \delta_k \quad (2.16)$$

Mengirim harga δ_k ke unit-unit lapisan paling kanan.

Langkah 7: setiap unit tersembunyi ($z_j, j = 1,2,3, \dots, p$) menjumlahkan delta *input* -nya (dari unit-unit yang berdada pada lapisan kanannya):

$$\delta_in_j = \sum_{j=1}^{m} \delta_k w_{jk} \quad (2.17)$$

untuk menghitung informasi *error*, kalikan nilai ini dengan turunan dari fungsi aktivasinya:

$$\delta_j = \delta_{in_j} * z_j * (1 - z_j) \quad (2.18)$$

kemudian hitung koreksi bobot dengan persamaan berikut:

$$\Delta v_{ij} = \alpha * \delta_j * x_i \quad (2.19)$$

setelah itu, hitung koreksi bias:

$$\Delta v_{0j} = \alpha * \delta_j \quad (2.20)$$

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

Perbarui bobot dan bias:

Langkah 8: setiap unit *output*($Y_k, k = 1,2,3, \dots, m$) memperbarui bias dan bobot (j=0,1,2,3,…,p) dengan persamaan berikut:

$$w_{jk}(\text{baru}) = w_{jk}(\text{lama}) + \Delta w_{jk} \quad (2.21)$$

Setiap unit tersembunyi ($Z_j, j = 1,2,3, \dots, p$) memperbarui bias dan bobot (i=0,1,2,…,n) degngan persamaan berikut:

$$v_{ij}(\text{baru}) = v_{ij}(\text{lama}) + \Delta V_{ij} \quad (2.22)$$

Langkah 9: Pengujian kondisi berhenti.

Keterangan:

1. Saat umpan maju (*feedforward*), setiap unit *input* (X_i) akan menerima sinyal *input* dan akan menyebarkan sinyal tersebut pada tiap *hidden* unit (Z_j).
2. Setiap *hidden* unit kemudian akan menghitung aktivasinya dan mengirim sinyal (z_j) ke tiap unit *output*.
3. Kemudian setiap unit *output* (Y_k) juga kaan menghitung aktivasinya (y_k) untuk menghasilkan *respons*terhadap *input* yang diberikan jaringan.
4. Saat proses pelatihan (*trainning*), setiap unit *output*membandingkan aktivasinya (y_k) dengan nilai target (t_k) untuk menentukan besarnya *error*.
5. Berdasarkan *error* ini, dihitung faktor δ_k, faktor ini digunakan untuk mendistribusikan *error* dari *output* ke *layer* sebelumnya.
6. Dengan cara yang sama, faktor δ_j juga dihitung pada *hidden* unit Z_j, di mana faktor ini digunakan juga untuk memperbaharui bobot antara *hidden layer* dan *input layer*.
7. Setelah semua faktor δ ditentukan, bobot untuk semua *layer* diperbaharui.

2.8 Pengujian

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian akurasi dan tingkat *eror*, pengujian *white box*, dan pengujian *Mean Square Error*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

2.8.1 Pengujian Akurasi dan Tingkat *Error*

Pengujian akurasi dan tingkat *error* pada pengenalan pola dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini (Koerich, 2005):

Tabel 2.1Pengujian Akurasi dan Tingkat *Error*

No	Akurasi	Keterangan
1	Lebih dari 90%	Tinggi sekali
2	89% - 80%	Sangat tinggi
3	79% - 64%	Tinggi
4	63% - 51%	Cukup
5	50% - 0%	Rendah

Rumus untuk pengujian akurasi dapat dilihat dari persamaan 2.23 berikut :

$$\boldsymbol{Akurasi} = \frac{\sum \boldsymbol{data\ uji\ benar\ dikenali}}{\sum \boldsymbol{jumlah\ data\ uji}}\ \boldsymbol{x\ 100\%} \quad \text{.....} \quad (2.23)$$

2.8.2 Pengujian *Mean Square Error* (*Performance* BPNN)

Mean Square Error (MSE) merupakan fungsi kinerja yang sering digunakan dalam BPNN dimana fungsi ini akan mengambil jumlah seluruh rata-rata kuadrat error yang terjadi antara target dan output pada proses klasifikasi BPNN. Rumus untuk menghitung MSE dapat dilihat pada persamaan (2.24) berikut ini (Pakaja, 2012 dikutip oleh Margi 2015):

$$MSE = \frac{\sum ei^2}{n} = \frac{\sum (Xi - Fi)^2}{n} \quad \text{.....} \quad (2.24)$$

2.8.3 Pengujian *White Box*

Pengujian *white box* merupakan pengujian basis path. Hal ini memungkinkan desainer test case mengukur kompleksitas logis dari desain prosedural dan menggunakannya sebagai pedoman untuk menetapkan basis

set dari setiap jalur eksekusi. Dengan menggunakan metode pengujian ini, perekayasa *software* dapat melakukan *test case* yang dapat (Turino, 2009):

a. Memberikan jaminan bahwa semua jalur independen pada suatu modul telah digunakan paling tidak satu kali.
b. Menggunakan semua keputusan logis pada sisi true dan false
c. Mengeksekusi semua loop (perulangan) pada batasan mereka dan pada batas operasional mereka.

Dalam hal ini, pengujian tidak dilakukan terhadap keseluruhan program secara utuh, namun dilakukan sampel pengujian terhadap level tertentu yang dijalankan.

2.9 Matlab

Matlab singkatan dari *Matrix Laboratory*. Matlab merupakan bahasa pemrogaman yang dikembangkan oleh The Mathwork. Inc. Matlab merupakan suatu bahasa berkemampuan tinggi untuk komputasi teknik yang mengintegrasikan komputasi, visualisasi dan pemrograman dalam suatu lingkungan yang mudah digunakan dimana masalah dan solusi dinyatakan dalam notasi matematika yang familiar (Hermawati, 2013).

MATLAB bersifat *extensible*, dalam arti bahwa seorang pengguna dapat menulis fungsi baru untuk ditambahkan pada library ketika fungsi-fungsi *built-in* yang tersedia tidak dapat melakukan tugas tertentu. Kemampuan pemrograman yang dibutuhkan tidak terlalu sulit bila kita telah memiliki pengalaman dalam pemrograman bahasa lain seperti C, PASCAL, atau FORTRAN. Bahasa pemograman ini banyak digunakan untuk perhitungan numerik keteknikan, komputasi simbolik, visualisasi grafis, analisis data matematis, statistika, simulasi pemodelan, dan desain GUI (*graphical userinterface*).

2.10 Studi Penelitian Terkait

Beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini (menggunakan metode *backpropagation*) dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut ini:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak Cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

Tabel 2.2 Studi Penelitian Terkait

Judul	Nama Peneliti	Tahun Penelitian	Akurasi Keberhasilan Pengenalan
Offline Signature Verification and Identification Using Distance Statistics	Kalera, Srihari, Xu	2015	78,1 %
Verifikasi Tanda Tangan Dengan *Algoritma K-Nearest Neighbor* dan Ekstraksi Ciri *Harris Corner*	Kartono, Alamsyah	2014	54 %
Implementasi *Principal Component Analysis* Untuk Identifikasi Citra Tanda Tangan	Wulanningrum, Utami, Amborowati	2014	98 %
Aplikasi Deteksi Sobel Untuk Identifikasi Tepi Citra Medis	Nurcholis, Fuad	2014	90 %
Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation Neural Network* untuk Aplikasi Pengenalan Tanda Tangan	Wilis, Fani,Heru	2013	89.72%
Pengenalan Pola Tanda Tangan Menggunakan *Multilayer Perceptron* dalam Identifikasi Kepribadian	Djamal, Ramdlan	2013	70 %
Algoritma *Backpropagation Neural Network* Untuk Pengenalan Pola Karakter Huruf Jawa	Nurmila, Sugiharto, Surwoko	2013	99.5%
Pengenalan Tanda Tangan dengan Metode *Modified Direction Feature* (MDF) dan *Euclidian Distance*	Damayanti, Fitri	2013	72 %

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.
© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU

Judul	Nama Peneliti	Tahun Penelitian	Akurasi Keberhasilan Pengenalan
Offline Handwritten Signature Identification and Verification Using Contourlet Transform	Pourshahabi, Sigari, Pourreza	2009	93,2 %

© Hak cipta milik UIN Suska Riau
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
UIN SUSKA RIAU
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.