



## 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 Suara

Suara adalah sebuah fenomena yang dihasilkan oleh suatu getaran benda, getaran benda berupa sinyal analog dan amplitudo yang berubah-ubah terhadap waktu. Suara berhubungan dengan pendengaran untuk proses perambatan suara biasanya merambat melalui udara, suara tidak bisa merambat melalui ruangan hampa. Suara berkaitan dengan Frekuensi, amplitudo dan panjang gelombang (Waluyanti 2008).

#### 2.2 Audio

Audio adalah bunyi yang dihasilkan oleh suatu getaran benda. Agar dapat didengar manusia getaran tersebut harus cukup kuat minimal 20 kali per detik. Banyaknya getaran dihitung dalam satuan *cycle per second* (cps) atau dikenal dengan Hertz (Hz). Daya tangkap manusia antara 20 Hz sampai 20 kHz (Parks 2000). Pencarian jumlah getaran dapat dilakukan dengan persamaan (Fisikastudycenter 2018)

$$n = f \times t \quad (2.1)$$

Keterangan :  $n$  = Jumlah getaran

$f$  = Frekuensi

$t$  = waktu

Audio memiliki berbagai macam format file diantaranya adalah format mp3 dan wav. Mp3 adalah salah satu format audio yang telah dikompresi dari WAV yang tidak terlalu banyak mengurangi kualitas suaranya sehingga ukuran berkas menjadi lebih kecil, sedangkan file WAV (*Waveform Audio File Format*) merupakan format file *digital audio* yang disimpan dalam bentuk digital dengan ekstensi WAV. File ini menyimpan amplitudo dan frekuensi sehingga memerlukan penyimpanan yang besar.

File WAV dibagi menjadi tiga bagian dalam menyimpan informasi (Wiedjaja, Pangbun, Abram 2004) :

1. *Chunk* RIFF dan *chunk* itu menyatakan bahwa *file* tersebut adalah wav

**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. *Chunk* FORMAT, *chunk* yang berisi paramater atau sifat file wav
3. *Chunk* DATA, *chunk* berisi data sinyal sesungguhnya

**2.3 Amplitudo**

Amplitudo merupakan simpangan dari suatu getaran yang menghasilkan suara tersebut. Amplitudo adalah simpangan terbesar titik setimbang. Setiap amplitudo mempunyai nilai masing-masing pada setiap waktunya, dan semakin keras suara maka semakin besar nilai amplitudonya.

**2.4 Pemerosesan Data**

Pada pemerosesan data ini yang dilakukan mengubah format ekstensi file menjadi \*.wav, alasan perubahan ekstensi menggunakan \*.wav sesuai yang dijelaskan diatas karena ekstensi \*.wav merupakan data berupa nilai frekuensi dan amplitudo yang sebenarnya tanpa adanya kompresi file, mengubah *sampling rate*, mengubah nilai amplitudo menjadi maksimum satu dan minimum satu. Proses pemotongan file dilakukan setelah perubahan format data selesai. Proses pemotongan data dilakukan untuk menghapus suara kosong atau diam terhadap data suara yang telah direkam dan memotong data yang suara telah direkam menjadi beberapa *frame*. Ilustrasi perubahan data dan pemotongan data di lihat pada gambar 2.1 berikut ini



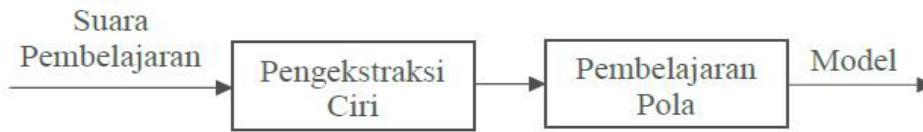
**Gambar 2.1 Proses Perubahan Data dan Pemotongan Data**

**2.5 Sistem Pengenalan Suara**

Pengenalan suara (*voice recognition*) merupakan salah satu upaya untuk dapat mengenali atau mengidentifikasi suara sehingga dapat dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi. Secara umum pengenalan suara dibagi menjadi dua bagian, yakni tahap pembelajaran pola dan tahap pengenalan suara melalui perbandingan pola (Angga, Achmad, and Rizal 2011). Pola diagram pembelajaran pola dan pengenalan suara ditunjukkan pada Gambar 2.1 dan Gambar 2.2 berikut.

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.



Gambar 2.2 Proses Pembelajaran Pola (Angga et al. 2011)



Gambar 2.3 Proses Pengenalan Suara (Angga et al. 2011)

## 2.6 Pengekstraksi Ciri

Pengekstraksi ciri atau ekstraksi ciri merupakan proses mendapatkan sederatan besaran pada bagian sinyal masukan untuk menetapkan pola pembelajaran atau pola uji (Angga et al. 2011).

## 2.7 Metode Pengekstraksi Ciri

Dalam pengenalan suara mempunyai beberapa metode untuk dapat mengekstraksi ciri suara digital (Riyanto & Sutejo, 2014), diantaranya *Linear Predictive Coding* (LPC) Salah satu metode yang berfungsi untuk pengenalan suara. LPC menyediakan pemodelan suara untuk sinyal ucapan (*speech signal*), terutama untuk bagian *voiced* dimana pemodelan *all pole model* LPC menghasilkan selubung spektral jalur vokal, berikutnya *Mel Frequency Cepstrum Coeffiencie* (MFCC) *Mel Frequency Cepstral Coefficients* merupakan koefisien yang mempresentasikan audio.

## 2.8 Mel Frequency Cepstral Coefficients (MFCC)

Menurut (Riyanto and Sutejo 2014) salah satu metode terbaik dalam pengeksrasian ciri suara adalah *Mel Frequency Cepstral Coefficients* (MFCC). MFCC merupakan koefisien yang mempresentasikan audio. Metode ini diperkenalkan oleh Davis dan Mermelstein di tahun 1980-an. Ekstraksi ciri dalam proses ini ditandai dengan perubahan data suara menjadi data citra berupa spektrum gelombang. Kebanyakan sistem pengenalan ucapan saat ini menggunakan MFCC sebagai *feature* karena sistem pengenal ucapan menjadi lebih presisi dalam



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.

berbagai kondisi (Chamidy 2016). Langkah–langkah dalam ekstraksi ciri menggunakan MFCC sebagai berikut :

1. *Frame Blocking*

Pada langkah ini sinyal ucapan yang telah ter-emphasis dibagi menjadi beberapa *frame* (bingkai) dengan masing-masing *frame* memuat N sampel sinyal dan *frame* yang saling yang berdekatan dipisahkan sejauh M sample. Menyusun sinyal ke dalam bingkai yang lebih pendek (Chamidy 2016).

2. *Windowing*

Selanjutnya *windowing* setiap *frame* untuk meminimalisir diskontinuitas sinyal pada permulaan dan akhir setiap *frame*. Konsepnya meruncingkan sinyal ke angka nol pada permulaan dan akhir setiap *frame* (Angga et al. 2011). Bila *window* didefinisikan sebagai  $w(n)$ ,  $0 \leq n \leq N-1$ , dengan N adalah jumlah sample tiap *frame*, maka hasil dari proses sinyal (Syafira 2014) :

$$y(n) = x(n) \times w(n), 0 \leq n \leq N-1 \tag{2.2}$$

keterangan :  $y(n)$  = sinyal hasil *windowing* sample ke – n

$x(n)$  = Nilai sampel ke – n

$w(n)$  = Nilai *window* ke – n

$n = 0, 1, 2, 3, \dots, N - 1$

$N =$  Jumlah sample dalam *frame*

*Windowing* memiliki beberapa bentuk, dalam kasus ini digunakan *hamming window* yang mempunyai persamaan sebagai berikut

$$w(n) = 0,54 + 0,46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right), 0 \leq n \leq N-1 \tag{2.3}$$

keterangan :  $w(n)$  = *Window*

$N =$  Jumlah sample pada masing – masing *frame*

$n = 0, 1, 2, 3, \dots, N-1$

3. *Fast Fourier Transform* (FFT)

FFT berfungsi untuk mengubah setiap *frame* dari domain waktu menjadi domain frekuensi. FFT adalah sebuah algoritma cepat untuk implementasi *Discrete Fourier Transform* (DFT) yang dioperasikan

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.

pada sinyal waktu diskret yang terdiri dari N sample sebagai berikut (Syafira 2014) :

$$f(n) = \sum_{k=0}^{N-1} Y_n e^{-2\pi jkn/N}, n = 0,1,2,3, \dots, N - 1 \quad (2.4)$$

Keterangan :

- $f(n)$  = Frekuensi
- $\pi$  = 3,14
- $e$  = 2.7182813
- $Y_n$  = Sinyal masukan dari proses *windowing*
- $N$  = Jumlah sample pada masing-masing *frame*
- $n$  = 0, 1, 2, 3, ..., N-1
- $k$  = 0, 1, 2, 3, ..., N-1
- $j$  = Bilangan Imajiner

4. *Mel Frequency Wrapping*

Skala mel frekuensi adalah skala frekuensi linier di bawah 1000 Hz dan skala logaritmik di atas 100 Hz. Untuk *mendapat mel-frequency wrapping* terlebih dahulu dibuat filter bank dengan menggunakan persamaan berikut (Sardjono 2015):

$$H(n) = 2595 \times \log_{10}\left(1 + \frac{f(n)}{700}\right) \quad (2.5)$$

Keterangan :

- $H(n)$  = Mel-filter
- $n$  = 0,1,2,3, ..., N-1
- $f$  = Frekuensi

Kemudian setelah didapatkan nilai *filter bank*, maka langkah selanjutnya adalah menghitung *mel frequency wrapping*

$$S(l) = X(l) \times H(l) \quad (2.6)$$

keterangan :

- $S(l)$  = Sinyal hasil *mel-frequency wrapping*
- $X(l)$  = Frekuensi
- $H(l)$  = *FilterBank*
- $l$  = 0,1,2,3, ..., N-1



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.

5. *Cepstrum*

*Cepstrum* biasa digunakan untuk mendapat informasi dari suatu sinyal suara yang di ucapkan oleh manusia. Pada langkah terakhir ini, spektrum log mel dikonversi menjadi cepstrum menggunakan *Discrete Cosine Transform* (DCT). Hasil dari proses ini dinamakan MFCC. MFCC ini adalah hasil dari alih ragam *cosinus* dari logaritma *term power spectrum* yang dinyatakan dalam skala melfrekuensi. Bila *mel power spectrum coefficients* dinotasikan sebagai  $S_k$ ,  $k = 1, 2, \dots, K$ . Persamaan koefisien dari MFCC ( $C_n$ ) sebagai berikut (Sardjono 2015):

$$C_n = \sum_{p=1}^{N-1} (\log Sp) \cos\left(\frac{n(p-\frac{1}{2})\pi}{K}\right), n = 1, 2, \dots, K \quad (2.7)$$

keterangan :  $n = 1, 2, 3, \dots, K$

$\pi = 3, 14$

$C_n =$  Mel Frequency Cepstrum Coefficient

$Sp =$  Sinyal hasil *mel-frequency wrapping*

$p = 0, 1, 2, 3, \dots, N-1$

$K =$  Jumlah koefisien

2.9 Normalisasi

Tahap normalisasi data sangat diperlukan untuk proses, agar nilai input dan target tersebut berada di dalam *range* 0.1 sampai 0.9. Normalisasi data dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini (Siang 2005).

$$x' = \left(\frac{0.8(x-a)}{b-a}\right) + 0.1 \quad (2.8)$$

Keterangan:

$x' =$  Hasil Normalisasi data latih

$x =$  Nilai data latih yang akan dinormalisasi

$a =$  Nilai minimal dari semua data latih yang akan dinormalisasi

$b =$  Nilai maksimal dari semua data latih yang akan dinormalisasi

2.10 Pengenalan Pola

Pola adalah suatu benda yang terdefinisi yang dapat didefenisikan melalui ciri-cirinya. Ciri-ciri ini digunakan untuk membedakan suatu pola dengan pola

**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.

lainnya. Pengenalan pola bertujuan untuk menentukan kelompok atau kategori pola berdasarkan ciri-ciri yang dimiliki oleh pola tersebut. Pengenalan pola dapat dilakukan dengan pendekatan secara statistic yaitu dengan metode keputusan yang ada dalam statistik, yang ke dua adalah pendekatan secara sintakin yaitu penentuan pola berdasarkan hubungan penyusun tata bahasanya dan yang ke tiga adalah jaringan syaraf tiruan yaitu mesin klasifikasi yang dipresentasikan seperti neuron manusia (David, 2014). Proses pengenalan pola yang dilakukan adalah pendekatan dengan jaringan syaraf tiruan menggunakan proses pembelajaran dan proses pelatihan (David, 2014).

### 2.10.1 Jaringan Syaraf Tiruan

Menurut (Bishop 2013) salah satu yang terbaik untuk pengenalan pola adalah Jaringan Syaraf Tiruan. Jaringan syaraf Tiruan (JST) merupakan representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut, istilah buatan disini digunakan karena jaringan syaraf ini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran (T.Sutojo, Edy Mulyanto 2011).

Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu representasi buatan dari otak manusia yang selalu mencoba untuk dapat mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia dengan menggunakan program komputer yang dapat menyelesaikan sejumlah proses perhitungan (T.Sutojo, Edy Mulyanto 2011). Dengan adanya kemampuan belajar, maka diharapkan jaringan syaraf tiruan ini dapat menyelesaikan masalah layaknya manusia. Pada proses pembelajaran jaringan syaraf tiruan ini dimasukkan pola-pola *input* atau *output* dan selanjutnya jaringan akan mendapatkan ajaran untuk dapat memberikan jawaban yang bisa diterima oleh pengguna.

Proses pembelajaran pada jaringan syaraf tiruan diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu *supervised learning*, *unsupervised learning* dan *hybrid* (T.Sutojo, Edy Mulyanto 2011). *Supervised learning* atau pembelajaran terawasi adalah suatu metode pembelajaran pada jaringan syaraf tiruan disebut pembelajaran terawasi jika *output* (keluaran) yang diharapkan telah diketahui sebelumnya. *Unsupervised*

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.

*learning* atau pembelajaran tidak terawasi adalah suatu metode pembelajaran pada jaringan syaraf tiruan disebut pembelajaran tidak terawasi dikarenakan pada metode ini memerlukan target *output* (keluaran) dan tidak dapat ditentukan hasil yang diharapkan selama proses pembelajaran. Metode ini dapat dikelompokkan unit-unit yang hampir sama pada area tertentu. Metode ini biasa digunakan pada klasifikasi dan pengelompokan pola (Kusumadewi, 2003). *Hybrid* merupakan gabungan dari kedua metode ini sebagian dari bobot-bobotnya ditentukan melalui pembelajaran terawasi (*supervised learning*) dan sebagian lainnya ditentukan melalui pembelajaran tidak terawasi (*unsupervised learning*).



**Gambar 2.4 Struktur Neural Jaringan Syaraf Tiruan (T.Sutojo, Edy Mulyanto, 2011)**

Jaringan Saraf Tiruan (JST) didefinisikan sebagai suatu sistem pemrosesan informasi yang mempunyai karakteristik menyerupai jaringan saraf manusia Gambar 2.4. Jaringan saraf tercipta sebagai suatu generalisasi model matematis dari pemahaman manusia.

Secara umum, proses pembelajaran JST dapat dikategorikan menjadi 2 jenis proses, yaitu: *supervised training* (pelatihan terbimbing), yaitu tiap pola *input* memiliki pola target dan *unsupervised training* (pelatihan tidak terbimbing) pada pelatihan ini, vektor target tidak dibutuhkan keluarannya, sehingga tidak ada perbandingan untuk menentukan respon yang ideal (Mardianto and Pratiwi 2008).

**2.10.2 Arsitektur Jaringan**

Ada beberapa arsitektur jaringan syaraf tiruan antara lain

1. Jaringan dengan lapis tunggal (*Single layer*)
2. Jaringan dengan banyak lapisan (*Multilayer*)
3. Jaringan dengan lapisan kompetitif (*competitive layer*)

**2.10.3 Metodeo JST**

Ada beberapa metode JST yang digunakan untuk proses pelatihan, diantaranya adalah:



#### 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.

### 1. *Backpropagation Neural Network* (BPNN)

BPNN adalah metode penurunan gradien untuk meminimalkan kuadrat *error* keluaran, ada tiga tahap yang harus dilakukan dalam pelatihan BPNN, yaitu tahap perambatan maju (*forward propagation*), kemudian tahap perambatan balik, dan tahap perubahan bobot bias (T.Sutojo, Edy Mulyanto 2011).

2. *Learning Vector Quantization* (LVQ) adalah sesuatu metode pelatihan pada lapisan kompetitif terawasi yang akan belajar secara otomatis untuk mengklasifikasikan vektor-vektor input ke dalam kelas-kelas tertentu. Jika ada vektor input yang sama maka lapisan kompetitif akan mengklasifikasikan ke dalam kelas yang sama (T.Sutojo, Edy Mulyanto 2011).

### 2.11 *Backpropagation Neural Network* (BPNN)

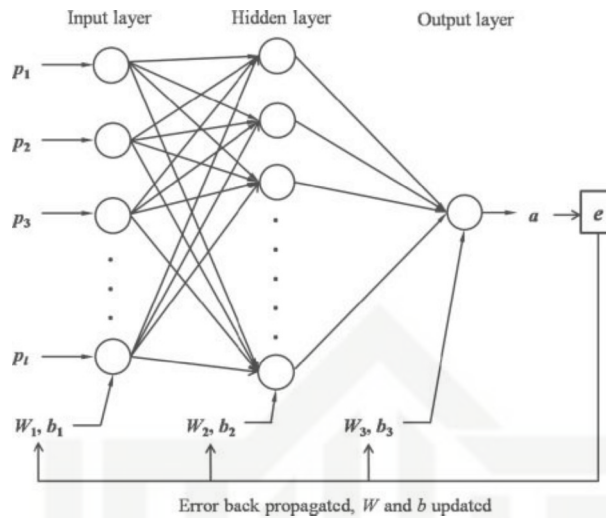
BPNN merupakan algoritma pembelajaran yang terawasi dan biasanya digunakan oleh *perceptron* dengan banyak lapisan untuk mengubah bobot-bobot yang berhubungan dengan *neuron-neuron* yang ada pada lapisan tersembunyi. Algoritma BPNN menggunakan *error output* untuk mengubah nilai bobot-bobotnya dalam arah mundur (*backward*). Untuk mendapatkan *error* ini, tahap perambatan maju (*forward propagation*) harus dikerjakan terlebih dahulu (T.Sutojo, Edy Mulyanto 2011).

Pada dasarnya, pelatihan dengan metode *backpropagation* terdiri atas tiga langkah, yaitu sebagai berikut (T.Sutojo, Edy Mulyanto 2011):

1. Data dimasukkan ke input jaringan (*feedforward*)
2. Perhitungan dan propagasi balik dari *error* yang bersangkutan.
3. Pembaharuan (*adjustment*) bobot dan bias.

#### 2.11.1 Arsitektur Jaringan BPNN

BPNN terdiri dari *input layer*, *hidden layers* dan *output layer*. Tiga *layer* dalam *Backpropagation* digambarkan pada Gambar 2.5 (T.Sutojo, Edy Mulyanto 2011).



Gambar 2.5 Arsitektur Jaringan BPNN (T.Sutojo, Edy Mulyanto, 2011)

### 2.11.2 Fungsi Aktivasi

Dalam BPNN fungsi aktivasi yang dipakai harus memiliki beberapa syarat yaitu berlanjut, terdiferensial dengan mudah dan merupakan fungsi yang tidak turun. salah satu fungsi yang memenuhi ketiga syarat tersebut sehingga sering dipakai adalah fungsi sigmoid biner yang memiliki *range* (0, 1) (Soediono 1989).

$$y = f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} \quad (2.9)$$

$$y' = f'(x) = f(x)(1 - f(x)) \quad (2.10)$$

Keterangan :  $e$  = bilangan eural yaitu 2.71828

$x$  = hasil penjumlahan dari sinyal – sinyal input

$y$  = fungsi untuk mengaktivasi nilai  $x$

$y'$  = turunan dari  $f(x)$

Fungsi lain adalah sigmoid bipolar yang bentuk fungsinya mirip dengan sigmoid biner dengan rang (-1, 1).

$$y = f(x) = \frac{2}{1 + e^{-x}} - 1 \quad (2.11)$$

$$y' = f'(x) = \frac{(1+f(x))(1-f(x))}{2} \quad (2.12)$$

Pada beberapa kondisi fungsi aktivasi lain yang dapat digunakan adalah fungsi aktivasi identitas atau linear, digunakan jika keluaran yang dihasilkan oleh

jaringan syaraf tiruan merupakan sembarang bilangan riil (bukan pada *range* [0,1] atau [1,-1])  $Y=x$

### 2.11.3 Algoritma BPNN

Dalam metode BPNN terdapat tiga fase penting yang perlu diselesaikan terlebih dahulu. Fasenya adalah fase *feedforward*, *backpropagation*, dan *weight update*. Dalam fase *feedforward* dibagi menjadi beberapa bagian. Setiap unit masukan ( $x_i, i=1, \dots, n$ ) menerima sinyal dan meneruskan  $x_i$  ke unit – unit lapisan tersembunyi (T.Sutojo, Edy Mulyanto 2011).

#### 1. Tahap Perambatan Maju (*Forward Propagation*)

$$z_{in_j} = v0_j + \sum x_i v_{ij} \quad (2.13)$$

Keterangan :

$z_{in_j}$  = nilai untuk menghitung jumlah bobot *hidden layer*

$v0_j$  = bobot bias antara input layer dengan *hidden layer* ( $v0_j=0$ )

$x_i$  = nilai input layer ke  $i$

$v_{ij}$  = bobot antara input layer dengan *hidden layer*

dan menerapkan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal output-nya, dengan digunakan fungsi aktivasi sigmoid :

$$z_j = f(z_{in_j}) = \frac{1}{1+exp^{-z_{in_j}}} \quad (2.14)$$

Keterangan :

$z_j$  = nilai *hidden layer*

$-z_{in_j}$  = nilai jumlah bobot *hidden layer*

setelah dilakukan fungsi aktivasi kemudian mengirimkan sinyal tersebut ke semua unit keluaran  $y_k$  ( $k=1,2,3, \dots, m$ ), dengan menggunakan persamaan:

$$y_{in_k} = w0_k + \sum z_j w_{jk} \quad (2.15)$$

Keterangan :

$y_{in_k}$  = net masukan unit  $k$

$w0_k$  = nilai penimbang sambungan pada bias untuk unit  $y_k$   
 ( $wk0=0$ )

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

$z_j$  = nilai aktivasi dari unit  $z_j$

$w_{jk}$  = nilai penimbang sambungan dari  $z_{ij}$  ke unit  $y$

dan menerapkan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal *output*-nya:

$$y_k = f(y_{in_k}) = \frac{1}{1 + \exp(-y_{in_k})} \quad (2.16)$$

Keterangan :

$y_k$  = unit ke  $-k$  pada lapisan keluaran

$y_{in_k}$  = net masukan unit  $k$

## 2. Tahap Perambatan Balik (*Backpropagation*)

Hitung faktor  $\delta$  keluaran berdasarkan kesalahan pada setiap unit keluaran  $y_k$  dimana  $k = 1, 2, \dots, m$  (T.Sutojo, Edy Mulyanto 2011)

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{in_k}) \quad (2.17)$$

Keterangan :

$\delta_k$  = faktor pengaturan nilai penimbang sambungan pada lapisan keluaran

$t_k$  = nilai target data

$y_k$  = unit ke  $-k$  pada lapisan keluaran

$y_{in_k}$  = net masukan unit  $k$

$\delta_k$  merupakan unit kesalahan yang dipakai dalam perubahan bobot layer dibawahnya. Hitung perubahan bobot  $w_{kj}$  dengan percepatan  $\alpha$

$$\Delta w_{kj} = \alpha \cdot \delta_k \cdot z_j \quad (2.18)$$

Keterangan :

$\Delta w_{kj}$  = selisih antara  $w_{kj}\{t\}$  dengan  $w_{kj}(t+1)$

$\alpha$  = *learning rate*  $0 < \alpha < 1$

$\delta_k$  = faktor pengaturan nilai penimbang sambungan pada lapisan keluaran

$z_j$  = nilai aktivasi dari unit  $z_j$

Dan menghitung koreksi bias dengan persamaan berikut.

$$\Delta w_{0k} = \alpha \cdot \delta_k \quad (2.19)$$

dimana  $k = 1, 2, \dots, m$  dan  $j = 0, 1, \dots, p$ .



**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.

Menghitung faktor  $\delta$  layer tersembunyi berdasarkan kesalahan pada setiap layer tersembunyi  $z_j$ , dimana  $j = 1, 2, \dots, p$

$$\delta_{in_j} = \sum \delta_k \cdot w_{jk} \tag{2.20}$$

Keterangan :

$\delta_{in_j}$  = nilai untuk menghitung kesalahan di *hidden layer*

$\delta_k$  = faktor pengaturan nilai penimbang sambungan pada lapisan keluaran.

$w_{kj}$  = nilai penimbang sambungan dari  $z_{ij}$  ke unit  $y_k$ .

kalikan faktor  $\delta$  layer tersembunyi dengan mengalikan fungsi aktivasi untuk menghitung informasi *error*:

$$\delta_j = \delta_{in_j} \cdot f'(z_{in_j}) = \delta_{in_j} \cdot z_j \cdot (1 - z_j) \tag{2.21}$$

keterangan :

$\delta_{in_j}$  = nilai untuk menghitung kesalahan di *hidden layer*.

$z_{in_j}$  = net masukan untuk unit  $j$

$z_j$  = nilai aktivasi dari unit  $z_j$

Hitung koreksi perubahan bobot  $v_{ji}$  dengan menggunakan rumus:

$$\Delta v_{ji} = \alpha \cdot \delta_j \cdot x_i \tag{2.22}$$

Keterangan :

$\Delta v_{ji}$  = selisih antara  $v_{ij}(t)$  dengan  $v_{ij}(t+1)$

$\alpha$  = *learning rate*  $0 < \alpha < 1$

$\delta_j$  = faktor pengaturan nilai penimbang sambungan pada lapisan tersembunyi.

$x_i$  = unit ke  $i$  pada lapisan masukan

dimana  $j = 1, 2, \dots, p$  dan  $i = 0, 1, \dots, n$

### 3. Tahap Perubahan Bobot

Dan untuk proses ketiga yaitu *weight update* pertama adalah menghitung perubahan bobot garis yang menuju unit keluaran (T.Sutojo, Edy Mulyanto 2011).

$$w(\text{baru})_{kj} = w(\text{lama})_{kj} + \Delta w_{kj} \tag{2.23}$$

Keterangan :

$w_{kj}$  = nilai penimbang sambungan dari  $z_{ij}$  ke unit  $y_k$



**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.

$\Delta w_{kj}$  = selisih antara  $w_{kj}\{t\}$  dengan  $w_{kj}(t+1)$

Dimana  $k = 1,2,\dots,m$  dan  $j = 0,1,\dots,p$ .

Setelah itu adalah menghitung seluruh perubahan bobot yang menuju lapisan tersembunyi.

$$v_{ji}(\text{baru}) = v_{ji} + \Delta v_{ji} \tag{2.24}$$

Keterangan :

$v_{ji}$  = nilai penimbang sambungan dari unit  $x_i$  ke unit  $z_j$

$\Delta v_{ji}$  = selisih antara  $v_{ij}(t)$  dengan  $v_{ij}(t+1)$ .

Dimana  $j=1,2,\dots,p$  dan  $i = 0,1,\dots,n$

Pada BPNN sebelum melanjutkan proses ke-2 maka harus menghitung terlebih dahulu persamaan 1 – 14 kemudian baru dapat berlanjut ke proses berikutnya.

*Mean Square Error* (MSE) merupakan metode yang digunakan untuk menguji kesalahan pada sistem (Siang 2005). Rumus matematika untuk MSE

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (y_k - t_k)^2 \tag{2.25}$$

Dimana :

$n$  = jumlah data

$y_k$  = nilai *output* data

$t_k$  = nilai target data

**2.12 Confusion Matrix**

*Confusion Matrix* adalah salah metode untuk menghitung tingkat akurasi pada metode yang digunakan dalam proses pengenalan. Berikut adalah tabel *confusion matrix*, yang digunakan untuk mengukur akurasi kepercayaan sistem.

**Tabel 2.1 Confusion Matrix**

		Kelas Prediksi	
		True	False
Kelas sebenarnya	True	TP	FN
	False	FP	TN



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.

Perhitungan akurasi dinyatakan dalam persamaan

$$\text{Akurasi} = \frac{TP+TN}{TP+FN+FP+TN} \times 100\% \tag{2.26}$$

Keterangan dari Tabel dinyatakan sebagai berikut :

1. *True Positive* (TP), yaitu jumlah dokumen dari kelas *true* yang benar diklasifikasikan sebagai kelas *true*
2. *True Negative* (TN), yaitu jumlah dokumen dari kelas *false* yang salah diklasifikasikan sebagai kelas *false*
3. *False Positive* (FP), yaitu jumlah dokumen dari kelas *false* yang salah diklasifikasikan sebagai *true*.
4. *False Negative* (FN), yaitu jumlah dokumen dari kelas *true* yang salah diklasifikasikan sebagai kelas *false*

**2.13 Huruf Hijaiyah**

Huruf Hijaiyah adalah huruf arab yang terdapat di dalam Al-Qur'an. Sebanyak 28 Huruf hikaiyah terdapat di dalam Al-Qur'an. Pada Tabel 2.2 dilampirkan 28 huruf hijaiyah

**Tabel 2.2 Huruf Hijaiyah**

No	Arab	Nama	Huruf Latin	Keterangan
1	ا	Alif	-	Tidak dilambangkan
2	ب	Ba	B	Be
3	ت	Ta	T	Te
4	ث	Sa	Ş	Es (titik di atas)
5	ج	Jim	J	Je
6	ح	Ha	Ĥ	Ha (titik di bawah)
7	خ	Kha	Kh	Ka dan Ha
8	د	Dal	D	De
9	ذ	Za	Ž	Zet (titik di atas)
10	ر	Ra	R	Er
11	ز	Za	Z	Zet

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

No	Arab	Nama	Huruf Latin	Keterangan
12	س	Sin	S	Es
13	ش	Syin	Sy	Es dan Ye
14	ص	Sad	Ş	Es (titik di bawah)
15	ض	Dad	Ḍ	De (titik di bawah)
16	ط	Ta	Ṭ	Te (titik di bawah)
17	ظ	Za	Ẓ	Zet (titik di bawah)
18	ع	'ain	'	Apostrof terbalik
19	ج	Gain	G	Ge
20	ف	Fa	F	Ef
21	ق	Qaf	Q	Qi
22	ك	Kaf	K	Ka
23	ل	Lam	L	El
24	م	Mim	M	Em
25	ن	Nun	N	En
26	و	Wau	W	We
27	هـ	Ha	H	Ha
28	ي	Ya	Y	Ye

### 2.13 Penelitian Terkait

Tabel berikut adalah daftar penelitian terkait yang telah dilakukan yang berkaitan dengan metode MFCC dan jaringan saraf tiruan algoritma BPNN

**Tabel 2.3 Penelitian Terkait**

NO	Penelitian	Metode	Judul	Keterangan
1	(Chamidy 2016)	MFCC dan Hidden Markov Model (HMM)	Metode Mel Frequency Cepstral Coeffisients (MFCC) Pada klasifikasi Hidden Markov Model (HMM) Untuk Kata Arabic pada Penutur Indonesia	Penelitian ini untuk pengklasifikasian kata arabic pada dialeg indonesia. Pada tahap percobaan sistem menghasilkan akurasi rata-rata sebesar 83,1% untuk frekuensi sampling dan data uji 800 Hz, 82,3% untuk frekuensi sebesar 44100 Hz. Penuturan yang fasih dalam pengucapan bahasa arab pada proses





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.

NO	Penelitian	Metode	Judul	Keterangan
				pengujian ini mempunyai tingkat akurasi yang lebih tinggi
2	(Sudarsono 2016)	<i>Backpropagation</i>	Jaringan Syaraf Tiruan Untuk Memprediksi Laju Pertumbuhan Penduduk Menggunakan Metode <i>Backpropagation</i>	Semakin besar jumlah unit dalam hidden layer maka hasil prediksi akan semakin mendekati nilai yang ditargetkan. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat kebenaran prediksi pada Jaringan Syaraf Tiruan <i>Backpropagation</i> yaitu learning rate, target <i>error</i> , jumlah data dan nilai bobot yang diberikan secara random pada tiap-tiap neuron.
3	(Hanesia 2015)	MFCC dan Fuzy Logic	KLASIFIKASI SUARA LOVEBIRD DENGAN METODE MEL FREQUENCY CEPSTRAL COEFFICIENT ( MFCC ) DAN FUZZY LOGIC Warble Of Lovebird Classification Using Mel Frequency Cepstral Coefficient ( MFCC ) and Fuzzy Logic	Pada penelitian ini adalah untuk pengklasifikasikan kicau lovebird yang bagus dan tidak bagus. Pada pengujian ini menghasilkn nilai akurasi maksimal sebesar 91,667% dengan komputasi ciri klasifikasi selama 190.224 <i>second</i> dimana kondisi maksimal diperoleh dengan ukuran lebar <i>frame</i> sebanyak 0.01 dalam sekon atau 441 sample
4	(Hidayat, Hidayat, and Adji 2015)	MFCC, Wavelet, dan HMM	Sistem Pengenalan tutur Bahasa indonesia berbasis suku kata menggunakan MFCC, wavelet, dan HMM	Penelitian ini mengenai pengembangan sistem suara otomatis Bahasa Indonesia berbasis suku kata menggunakan HMM. Hasil pengenalan dengan data pelatihan menunjukkan akurasi sebesar 100% untuk metode WPT dan 75% untuk metode MFCC. Sedangkan dengan menggunakan data pengujian hasil akurasi terbaik adalah 100% untuk WPT db7, 83,33% untuk WPT db3, dan 50% untuk MFCC. Semua hasil terbaik ini diperoleh pada titik potong Panjang sample konsonan sebesar 1024 sample
5	(Sadewa, W, and Sa 2015)	MFCC dan <i>vector quantization</i> algoritma LBG	Implementasi Speaker Recognition Untuk Otentikasi Menggunakan Modified Mfcc – Vector Quantization Algoritma Lbg Speaker Recognition Implementation for Authentication Using Modified Mfcc –	penelitian ini membahas mengenai ototentikasi menggunakan sinyal suara sebagai alternatif pengganti password. Pada tahap pengujian ini metode MFCC dan VQ sudah dapat membedakan 100% suara berbeda namun tetap mengotentifikasi suara asing yang seharusnya ditolak. Pada tahap pemfilteran yang berbeda menghasilkan akurasi yang lebih besar. Metode <i>thresholding</i>



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.

NO	Penelitian	Metode	Judul	Keterangan
			Vector Quantization Lbg Algorithm	menghasilkan <i>true rejection</i> sekitar 90%
6	(Heriyanto 2015)	MFCC dan DTW	Analisa deteksi huruf hijaiyah melalui voice recognition menggunakan kombinasi energi	Penelitian ini adalah pengenalan huruf hijaiyah menggunakan MVCC dan DTW untuk mengetahui seberapa besar kesalahan dalam bacaan lafal huruf hijaiyah. Pada hasil pengujian ketepatan MFCC dengan metode DTW hitungan analisa 1 sampai Analisa 7 masih mendekati kurang dari 60% ketepatan dan keakuratan. Pada orang yang sama dilakukan pengetesan terdapat 62% ketepatan
7	(Yanuar putu wiharja 2014)	<i>Backpropagation</i>	Jaringan saraf tiruan untuk mengklasifikasikan mutu buah pisang	Data keberhasilan menggunakan metode ini dalam pengklasifikasian mutu buah pisang dengan tingkat keberhasilan mencapai 94% dari 100 data ujian pisang
8	(Darma Putra 2011)	MFCC dan <i>Dynamic Time Coefficients</i> (DTW)	Verifikasi Biometrika Suara Menggunakan	Penelitian ini merupakan verifikasi suara untuk membuktikan identitas seseorang berdasarkan suara yang diinputkan, pada hasil pengujian memperlihatkan tingkat akurasi paling rendah adalah 58,664% sedangkan tingkat akurasi tertinggi yaitu 93,254%.
9	(Amalia 2011)	MFCC dan <i>Backpropagation</i>	Pengenalan Digit 0 Sampai Digit 9 Menggunakan Ekstraksi Ciri MFCC dan Jaringan Syaraf Tiruan <i>Backpropagation</i>	Penelitian ini dilakukan untuk implementasi pengenalan suara digit 0 sampai 9, menggunakan MFCC dan BPNN. Dari percobaan yang dilakukan tingkat keberhasilan data latih lebih tinggi dibandingkan dengan data baru. Nilai toleransi 0.05, 0.06, 0.07 tingkat keberhasilan 75,5%, 82,2%, 71,1% dan data baru sebesar 36,6%, 53,3%, 38,83%
10	(Mardianto and Pratiwi 2008)	<i>Backpropagation</i>	Sistem Deteksi Penyakit Pengeroposan Tulang Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan <i>Backpropagation</i> Dan Representasi Ciri Dalam Ruang Eigen	Dengan metode ini tingkat keberhasilan yang cukup baik, karena lebih dari 50 persen jumlah data citra yang di-input dan di uji dapat dikenali dengan benar; penggunaan nilai ambang thresholding sebesar 80, parameter learning rate sebesar 0.7, momentum sebesar 0.4, iterasi sebesar 100 <i>epoch</i> , unit-unit lapis tersembunyi sebanyak 10 buah, dan unit input sebanyak 600 unit menunjukkan sistem telah berhasil mengenali pola-pola X-ray learning dan kurang berhasil mengenali pola-pola X-ray non-learning; untuk mendapatkan bobot-bobot yang sesuai, diperlukan uji coba pelatihan yang berulang-ulang karena bobot-

NO	Penelitian	Metode	Judul	Keterangan
				bobot yang dihasilkan dari pelatihan akan menentukan tingkat pengenalan pada proses mapping; serta pengujian dengan sejumlah 30 citra dari 10 citra yang dilatihkan dengan jumlah perbandingan uji masukan osteoporosis dan normal adalah 50:50 memiliki hasil persentase keberhasilan sebesar 73 persen dan kegagalan sebesar 27 persen

**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.