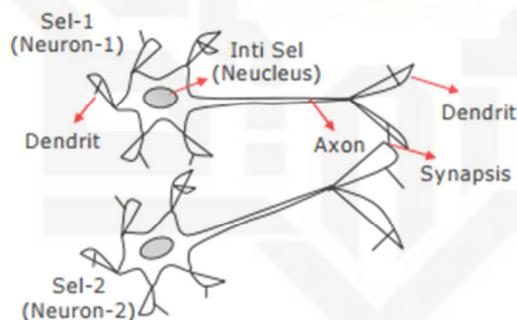


## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan cabang dari kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) JST menirukan kerja otak makhluk hidup yaitu sel syaraf (*neuron*). JST merupakan suatu sistem pemrosesan informasi yang memiliki karakteristik menyerupai jaringan syaraf biologi (Fausset, 1994). JST merupakan representasi buatan otak manusia dalam mensimulasikan proses pembelajaran. Otak manusia terdiri dari milyaran *neuron* yang saling berhubungan satu sama lain. Hubungan ini disebut dengan *synapses*. *Neuron* secara garis besar terbagi 3 *Cell Body*, *Dendrites*, dan *Axon* (Widagda, 2012).



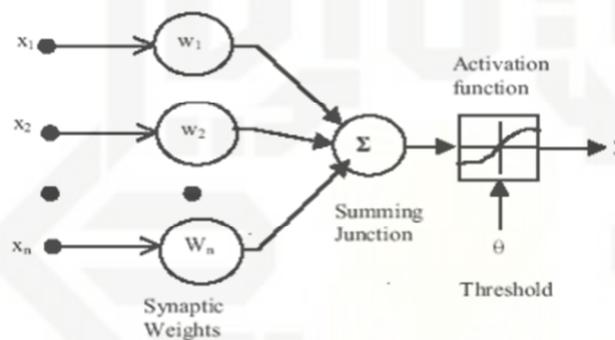
**Gambar 2.1. Struktur Sel Syaraf (*neuron*)** (Kusumadewi, 2003)

*Cell body* berfungsi untuk memproses sinyal yang masuk sedangkan *denrites* merupakan unit input yaitu sebagai tempat masuknya sinyal, *Axon* merupakan unit output dari sinyal hasil proses dari *cell body*. Adapun proses pembelajaran sinyal yaitu mula mula sinyal masuk melalui *denrites* menuju *cell body*, kemudian sinyal diproses dalam *cell body* berdasarkan fungsi tertentu. Jika sinyal hasil proses melebihi nilai ambang (*threshold*) maka sinyal tersebut akan membangkitkan *neuron (excited)* untuk meneruskan sinyal tersebut. Sedangkan

jika di bawah *threshold* maka sinyal tersebut akan dihilangkan (*inhibited*). Sinyal yg diteruskan akan menuju ke *axon* dan akhirnya menuju ke *neuron* lainnya lewat *synapse* yaitu celah sempit antara axon dari suatu neuron dan denrites dari neuron lainnya (Widagda, 2012). Proses inilah yang selanjutnya menjadi dasar dari jaringan syaraf tiruan (*Artificial Neural Networks*).

### 2.1.1 Model Jaringan Syaraf Tiruan

Elemen dasar dari jaringan syaraf tiruan terdiri dari 3 bagian utama yaitu bobot (*weight*), *threshold*, dan fungsi aktifitas (Widagda, 2012).



Gambar 2.2. Elemen Dasar JST (Widagda, 2012)

Dari gambar diatas neuron buatan ini sebenarnya mirip dengan sel neuron biologis manusia, begitu pula dengan cara kerja neuron tersebut sama pula dengan prinsip kerja neuron biologis. Dari gambar diatas maka dapat dijelaskan bahwa informasi atau inputan  $X^1 X^2 \dots X_n$  adalah sinyal masuk ke sel syaraf yang kemudian akan diproses oleh suatu fungsi perambatan dimana  $W^1, W^2 \dots W_n$  merupakan bobot (*weight*) yang berhubungan dengan masing masing node. Setiap inputan akan dikalikan dengan bobot dari masing masing node,  $X^1 \dots X_n \cdot W$  Tergantung dari fungsi aktivasi yang digunakan. Nilai  $X^1 \dots X_n \cdot W$  dapat membangkitkan (*excite*) node atau menghalangi (*inhibit*) node. *Threshold* merupakan nilai ambang internal dari node  $\theta$  adalah besarnya *offset* yang mempengaruhi aktivasi dari output node  $y$ . Fungsi aktivasi merupakan operasi matematik yang dikenakan pada sinyal output  $y$ .

Pada jaringan syaraf, neuron-neuron akan dikumpulkan dalam lapisan-lapisan (*layer*) yang disebut dengan lapisan neuron (*neuron layers*). Biasanya

neuron-neuron pada satu lapisan akan dihubungkan dengan lapisan-lapisan sebelum dan sesudahnya (kecuali lapisan input dan lapisan output). Informasi yang diberikan pada jaringan syaraf akan dirambatkan lapisan ke lapisan, mulai dari lapisan input sampai ke lapisan output melalui lapisan yang lainnya, yang sering dikenal dengan nama lapisan tersembunyi (*hidden layer*). (Kusumadewi, 2003).

### 2.1.2 Arsitektur Jaringan

Neuron buatan ini dikelompokkan kedalam lapisan lapisan, Faktor terpenting dalam menentukan kelakuan suatu neuron adalah fungsi aktivasi dan pula bobotnya. Umumnya neuron-neuron yang terletak pada lapisan yang sama akan memiliki keadaan dan fungsi aktivasi yang sama juga (Kusumadewi, 2003). Pada jaringan saraf tiruan terdapat tiga macam arsitektur, berikut adalah arsitektur-arsitektur pada jaringan saraf tiruan:

#### 1. Jaringan dengan lapisan tunggal (*Singel Layer Net*)

Jaringan dengan lapisan tunggal hanya memiliki satu lapisan dengan bobot-bobot terhubung. Jaringan ini hanya menerima input kemudian secara langsung akan mengolahnya menjadi output tanpa harus melalui lapisan tersembunyi.

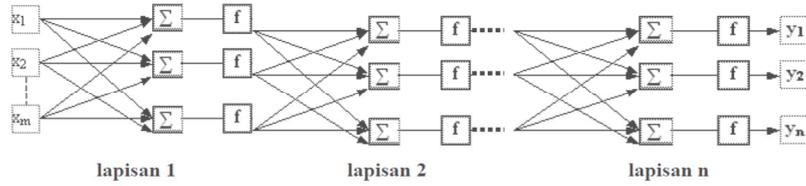


Gambar 2.3. Model JST Satu Lapisan (Widagda, 2012)

#### 2. Jaringan dengan banyak lapisan (*Multilayer Net*)

Jaringan dengan banyak lapisan dibentuk dari beberapa model JST satu lapis. Prinsip kerja hampir sama dengan model JST satu lapisan, output tiap lapis sebelumnya merupakan inputan bagi lapisan sesudahnya.

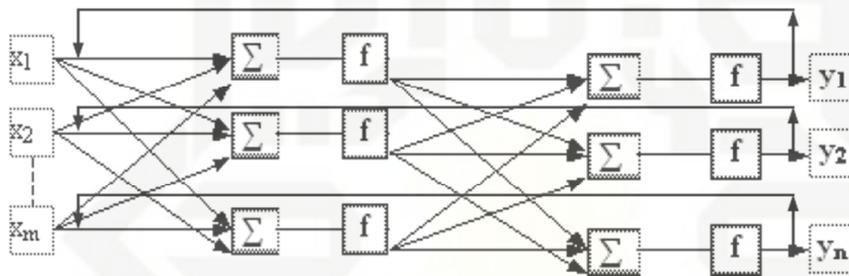
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. 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.



Gambar 2.4. Model JST Banyak Lapisan (Widagda, 2012)

### 3. Jaringan syaraf dua lapisan dengan umpan balik

Model ini bersifat umpan balik yaitu output yg dihasilkan akan mempengaruhi input yg akan masuk lagi ke jaringan.



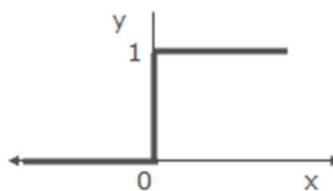
Gambar 2.5. Model JST 2 Lapisan Dengan Umpan Balik (Widagda, 2012)

### 2.1.3 Fungsi Aktivasi

Ada beberapa fungsi aktivasi yang sering digunakan dalam jaringan syaraf tiruan, antara lain (Kusumadewi, 2003):

#### 1. Fungsi Undak Biner (*Hard Limit*)

Jaringan dengan lapisan tunggal sering menggunakan fungsi undak (step function) untuk mengkonversikan input dari suatu variabel yang bernilai kontinu ke suatu output biner (0 atau 1) (Gambar 2.6)



Gambar 2.6. Fungsi Aktivasi Linier (Kusumadewi, 2003)

Fungsi undak biner (*hard limit*) dengan persamaan sebagai berikut:

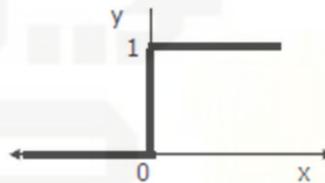
$$y = \begin{cases} 0, & \text{jika } x \leq 0 \\ 1, & \text{jika } x > 0 \end{cases}$$

### 2. Fungsi Undak Biner (*Threshold*)

Fungsi undak biner dengan menggunakan nilai ambang sering juga disebut dengan nama fungsi nilai ambang (*threshold*) atau fungsi Heaviside (Gambar 2.7.).

Fungsi undak biner (dengan nilai ambang  $\theta$ ) dengan persamaan :

$$y = \begin{cases} 0, & \text{jika } x < \theta \\ 1, & \text{jika } x \geq \theta \end{cases}$$



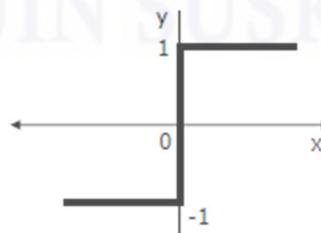
**Gambar 2.7. Fungsi Aktivasi Undak Biner (*threshold*).** (Kusumadewi, 2003)

### 3. Fungsi Bipolar (*Symmetric Hard Limit*)

Fungsi bipolar sebenarnya hampir sama dengan fungsi undak biner, hanya saja output yang dihasilkan berupa 1, 0 atau -1 (Gambar 2.8).

Fungsi *Symmetric Hard Limit* dengan persamaan:

$$y = \begin{cases} 1, & \text{jika } x > 0 \\ 0, & \text{jika } x = 0 \\ -1, & \text{jika } x < 0 \end{cases}$$



**Gambar 2.8. Fungsi aktivasi: Bipolar (*symetric hard limit*).**

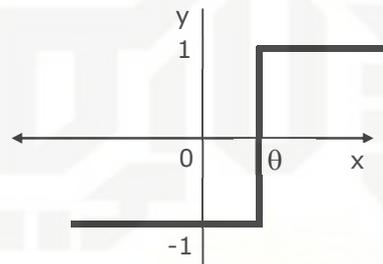
(Kusumadewi, 2003)

#### 4. Fungsi Bipolar (dengan *threshold*)

Fungsi bipolar sebenarnya hampir sama dengan fungsi undak biner dengan *threshold*, hanya saja output yang dihasilkan berupa 1, 0 atau -1 (Gambar 2.9).

Fungsi bipolar (dengan nilai ambang  $\theta$ ) dengan persamaan:

$$y = \begin{cases} 1, & \text{jika } x \geq \theta \\ -1, & \text{jika } x < \theta \end{cases}$$

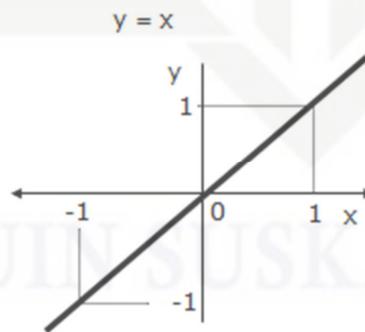


**Gambar 2.9. Fungsi Aktivasi: Bipolar (*threshold*).** (Kusumadewi, 2003)

#### 5. Fungsi Linear (identitas)

Fungsi linear merupakan fungsi aktivasi yang digunakan metode LVQ karena memiliki nilai output yang sama dengan nilai inputnya (Gambar 2.10).

Fungsi linear dengan persamaan:

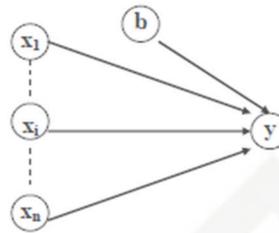


**Gambar 2.10. Fungsi Aktivasi: Linear (identitas).** (Kusumadewi, 2003)

### 2.1.4 Bias Dan Threshold

Arsitektur jaringan syaraf tiruan yang paling dasar adalah JST dengan satu lapisan (*single layer*) yang terdiri dari beberapa unit input dengan satu unit output

(Widagda, 2012). Biasanya dalam unit input ditambah dengan sebuah variabel yaitu bias ( $b$ ) atau *threshold* ( $\theta$ ).



**Gambar 2.11. JST Lapisan Tunggal Dengan Bias** (Widagda, 2012)

Jika menggunakan bias  $b$  maka nilai fungsi dari aktivasi menjadi :

$$y = f(\text{net}) = \begin{cases} 1 & \text{jika } \text{net} > 0 \\ -1 & \text{jika } \text{net} < 0 \end{cases} \text{ dimana } \text{net} = b + \sum_i x_i w_i$$

Namun kadang JST tidak menggunakan bias tetapi menggunakan *threshold* ( $\theta$ )

sehingga nilai fungsi aktivasi menjadi :  $y = f(\text{net}) = \begin{cases} 1 & \text{jika } \text{net} > \theta \\ -1 & \text{jika } \text{net} < \theta \end{cases}$  dimana  $\text{net} = b + \sum_i x_i w_i$ .

### 2.1.5 Proses Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan

Pada otak manusia, informasi yang dilewatkan dari satu neuron ke neuron yang lainnya berbentuk rangsangan listrik melalui dendrit. Jika rangsangan tersebut diterima oleh suatu neuron, maka neuron tersebut akan membangkitkan output ke semua neuron yang berhubungan dengannya sampai informasi tersebut sampai ke tujuannya yaitu terjadinya suatu reaksi. Jika rangsangan yang diterima terlalu halus, maka output yang dibangkitkan oleh neuron tersebut tidak akan direspon. Tentu saja sangatlah sulit untuk memahami bagaimana otak manusia bisa belajar. Selama proses pembelajaran, terjadi perubahan yang cukup berarti pada bobot-bobot yang menghubungkan antar neuron. Apabila ada rangsangan yang sama dengan rangsangan yang telah diterima oleh neuron, maka neuron akan memberikan reaksi dengan cepat. Namun apabila kelak ada rangsangan yang berbeda dengan apa yang telah diterima oleh neuron, maka neuron akan segera beradaptasi untuk memberikan reaksi yang sesuai (Kusumadewi, 2003).

Jaringan syaraf akan mencoba untuk mensimulasikan kemampuan otak manusia untuk belajar. Jaringan syaraf tiruan juga tersusun atas neuron neuron

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.

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

dan dendrit. Tidak seperti model biologis, jaringan syaraf memiliki struktur yang tidak dapat diubah, dibangun oleh sejumlah neuron, dan memiliki nilai tertentu yang menunjukkan seberapa besar koneksi antara neuron (yang dikenal dengan nama bobot). Perubahan yang terjadi selama proses pembelajaran adalah perubahan nilai bobot. Nilai bobot akan bertambah, jika informasi yang diberikan oleh neuron yang bersangkutan tersampaikan, sebaliknya jika informasi tidak disampaikan oleh suatu neuron ke neuron yang lain, maka nilai bobot yang menghubungkan keduanya akan dikurangi. Pada saat pembelajaran dilakukan pada input yang berbeda, maka nilai bobot akan diubah secara dinamis hingga mencapai suatu nilai yang cukup seimbang. Apabila nilai ini telah tercapai mengindikasikan bahwa tiap-tiap input telah berhubungan dengan output yang diharapkan (Kusumadewi, 2003).

### 1. **Pembelajaran Terawasi** (*Supervised Learning*)

Metode pembelajaran pada jaringan syaraf disebut terawasi jika output yang diharapkan telah diketahui sebelumnya.

### 2. **Pembelajaran Tidak Terawasi** (*Unsupervised Learning*)

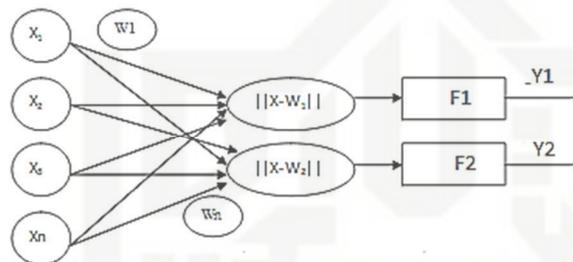
Pada metode pembelajaran yang tak terawasi ini tidak memerlukan target output. Pada metode ini, tidak dapat ditentukan hasil yang seperti apakah yang diharapkan selama proses pembelajaran.

## 2.2 **Learning Vector Quantization (LVQ)**

LVQ merupakan metode pengenalan pola yang melakukan pembelajaran terlebih dahulu atau *supervised learning* dengan tipe arsitektur jaringan lapis-tunggal umpan maju (*Single Layer Feedforward*) yang terdiri atas unit masukan dan unit keluaran. Suatu lapisan kompetitif akan secara otomatis belajar untuk mengklasifikasikan vektor-vektor masukan (Kusumadewi, 2003).

*Learning Vector Quantization* merupakan metode klasifikasi pola yang terawasi (*supervised*). Arsitektur dari metode ini terdiri dari lapisan input (*input layer*), lapisan kompetitif dan lapisan output (*output layer*). Sebuah bobot akan menghubungkan lapisan input dengan lapisan kompetitif. Pada lapisan kompetitif,

proses pembelajaran dilakukan secara terawasi. Hasil lapisan kompetitif berupa kelas yang dihubungkan dengan lapisan output oleh fungsi aktivasi. Fungsi aktivasi (F) yang digunakan pada arsitektur jaringan syaraf tiruan LVQ adalah fungsi aktivasi linear karena memiliki memiliki nilai output yang sama dengan nilai inputnya  $y=x$  (Kusumadewi, 2003). Arsitektur jaringan syaraf tiruan *Learning Vector Quantization* dapat dilihat pada gambar 2.13. :



**Gambar 2.12. Arsitektur JST *Learning Vector Quantization***

Pada gambar diatas dapat dijelaskan bahwa  $X_1...X_n$  merupakan nilai yang digunakan sebagai inputan, dengan nilai  $W_1$  sampai  $W_n$  merupakan bobot. Nilai input akan melakukan perhitungan untuk mendapatkan jarak bobot terkecil.  $Y_1$  dan  $Y_2$  merupakan nilai output yang akan digunakan pada proses pengujian. Adapun parameter parameter yang yang digunakan dalam algoritma LVQ antara lain (Hidayati, 2010)

- Learning rate* ( $\alpha$ ) merupakan nilai tingkat pelatihan. Jika  $\alpha$  terlalu besar maka algoritma menjadi tidak stabil dan terlalu kecil maka waktu proses yang diperlukan semakin lama. Nilai  $\alpha$  berada pada rentang  $0 < \alpha < 1$ .
- Penurunan *Learning rate* (*Dec  $\alpha$* ) yaitu penurunan tingkat pelatihan.
- Minimum *Learning rate* (*Min  $\alpha$* ) yaitu tingkat pelatihan yang masih diperbolehkan
- Maksimum *Epoch* (*Max Epoch*) yaitu jumlah iterasi maksimum yang boleh dilakukan selama proses pelatihan.

Adapun algoritma dari jaringan syaraf tiruan LVQ sebagai berikut (Kesumadewi dan Hartati, 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.

1. Tetapkan bobot awal variable input ke-j menuju ke kelas ke-i ( $W_{ij}$ ), parameter *learning rate* ( $\alpha$ ), nilai pengurangan *learning rate*, nilai minimal *learning rate* ( $Min\alpha$ ), dan  $epoch = 0$ .
2. Masukkan data input ( $X_{ij}$ ) dan target ( $T$ )
3. Kerjakan jika  $\alpha \geq Min \alpha$  :
  - a. Hitung jarak *euclidean* vektor  $W$  dan vektor  $X$ :  $\sqrt{(X + W)^2}$
  - b. Tentukan  $J$  sedemikian hingga  $\min ||X_i - W_j||$  minimum.
  - c. Perbaiki  $W_j$  dengan ketentuan:
    - d. - Jika  $T = C_j$  maka  $W_j(\text{baru}) = W_j(\text{lama}) + \alpha (X_i - W_j)$
    - e. - Jika  $T \neq C_j$  maka  $W_j(\text{baru}) = W_j(\text{lama}) - \alpha (X_i - W_j)$
  - d. Kurangi nilai  $\alpha$ .

Setelah dilakukan pelatihan, akan diperoleh bobot-bobot akhir ( $W$ ). Bobot-bobot ini nantinya akan digunakan untuk melakukan simulasi atau pengujian. Misalkan dilakukan pengujian terhadap  $np$  buah data. Maka algoritma pengujiannya adalah:

1. Masukkan data yang akan diuji, misal  $X_{ij}$  dengan  $i = 1, 2, \dots, np$  dan  $j = 1, 2, \dots, m$ .
2. Kerjakan untuk  $i=1$  hingga  $np$ 
  - a. Tentukan  $J$  sedemikian hingga  $||X_{ij} - W_{ij}||$  minimum
  - b.  $J$  adalah kelas untuk  $X_i$

### 2.2.1 Perkembangan (LVQ)

Kohonen (1990) mengusulkan keluarga dari algoritma LVQ yaitu LVQ1, LVQ2, LVQ2.1, (Kohonen, T, 1990a) dan LVQ3 (Kohonen, 1990b). Karakteristik pada algoritma LVQ1 adalah hanya vektor referensi terdekat (vektor pemenang) dengan vektor masukan yang diperbaharui. LVQ2 merupakan perkembangan dari metode LVQ 1 dimana dalam pembelajaran dua vektor *codebook*  $w_i$  dan  $w_j$  yang terdekat dengan  $x$  yang diperbaharui secara simultan. Salah satu dari vector

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.

*codebook* berapa pada posisi kelas yang benar dan kelas yang salah. Selain itu  $x$  harus jatuh diantara  $w_i$  dan  $w_j$  yang disebut *window*. Misalkan  $d_i$  dan  $d_j$  adalah jarak euclidean  $x$  dari  $w_i$  dan  $w_j$  maka  $x$  didefinisikan masuk kedalam *window* dengan lebar relatif  $m$  jika lebar relatif *window* yang direkomendasikan iyalah 0,2 sampai 0,3. LVQ 2.1 merupakan perbaikan dari metode LVQ2 perbedaannya iyalah pada LVQ2  $w_i$  harus yang paling dekat, sedangkan LVQ2.1 mengizinkan  $w_i$  dan  $w_j$  menjadi vector *codebook* terdekat dengan  $x$ .

### 2.2.2 LVQ 3 (Learning Vector Quantization 3)

Algoritma LVQ3 merupakan perbaikan dari LVQ 2.1 dimana dua vector pemenang dan runner-up, diperbaharui jika beberapa kondisi dipenuhi. Pembelajaran metode learning vector quantization 3 dikembangkan berdasarkan algoritma LVQ 1 dengan ketentuan dasar teori LVQ3. Adapun parameter yang digunakan yaitu (Budianita, 2013):

1.  $X$  merupakan vektor vektor pelatihan  $(x_1.. x_i.. x_n)$ .
2.  $T$  target dari kelas yang dipilih pada vektor pelatihan.
3.  $W_j$  merupakan inisialisasi vektor bobot pada unit ke- $j$  ( $W_{1j},.. W_{ij},... W_{nj}$ ).
4.  $C_j$  kelas yang mempresentasikan unit keluaran ke - $j$
5. *Learning rate* ( $\alpha$ ), yaitu sebagai tingkat pembelajaran, jika nilai  $\alpha$  terlalu besar maka algoritma akan tidak setabil, jika terlalu kecil maka prosesnya akan terlalu lama. Nilai  $\alpha$  adalah  $0 < \alpha < 1$ .
6. Nilai pengurangan  $\alpha$ , yaitu penurunan tingkat pembelajaran.
7. Nilai minimal *learning rate*  $\alpha$  ( $Mina$ ), yaitu batas nilai pembelajaran yang masih diperbolehkan.
8. Nilai  $m$  *epsilon* merupakan *second*  $\alpha$  tingkat pembelajaran.
9. Mencari jarak *euclidean* dari vektor  $W$  dan vektor  $X$ :  $\sqrt{(X + W)^2}$  (2.1)
10. Perbaiki  $W_j$  Jika  $T = C_j$  maka  $W_j(\text{baru}) = W_j(\text{lama}) + \alpha (X_i - W_j)$  (2.2)
11. Jika  $T \neq C_j$  periksa jarak *runner up* apakah masih masuk kedalam  $T$
12. Dengan Nilai *window* ( $\epsilon$ ), yaitu nilai yang digunakan sebagai daerah yang harus dipenuhi untuk memperbaharui vektor referensi pemenang ( $Y_{c1}$ )

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.

dan runner-up ( $Y_{c2}$ ) jika berada dikelas yang berbeda. Persamaan window ( $\epsilon$ ) :  $Min (dc1/dc2 , dc2/dc1) > (1-\epsilon)(1+\epsilon)$ . (2.3)

13. Jika memenuhi kondisi *window* ( $\epsilon$ ) , maka vektor referensi yang tidak masuk kedalam kelas yang sama dengan vektor  $x$  akan diperbaharui menggunakan persamaan:

$$Y_{c1}(t+1) = Y_{c1}(t) - \alpha(t) [x(t) - Y_{c1}(t)]. \quad (2.4)$$

14. Sedangkan vektor refrensi yang termasuk ke dalam kelas yang sama dengan vektor  $x$  akan diperbaharui menggunakan persamaan:

$$Y_{c2}(t+1) = Y_{c2}(t) + \alpha(t) [x(t) - Y_{c2}(t)]. \quad (2.5)$$

15. Tapi jika kondisi didalam windows bernilai *false* dan keduanya termasuk dalam kelas yang sama maka bobot diperbaharui menggunakan persamaan (Teuvo Kohonen, 1996):

$$Y_c(t+1) = Y_c(t) + \beta(t) [x(t) - Y_c(t)] \quad (2.6)$$

$$Learning Rate \beta(t) = m * \alpha(t) \text{ dimana } 0.1 < m < 0.5$$

Setelah melalui proses pelatihan maka akan diperoleh bobot akhir ( $W$ ). Bobot ini yang nantinya akan digunakan sebagai pengujian. Pada tahap pengujian data diklasifikasikan dengan cara yang sama sesuai dengan tahap pelatihan. Dimana proses perhitungan dilakukan dengan mencari jarak terdekat dari setiap kelas. setelah didapatkan jarak pada setiap bobot  $W$  maka ditentukan nilai bobot dengan jarak terdekat. Selanjutnya nilai bobot tersebut akan ditetapkan sebagai kelas.

### 2.2.3 Confusion Matrix

*Confusion matrix* adalah sebuah tabel yang menyatakan jumlah data uji yang benar diklasifikasikan dan jumlah data uji yang salah diklasifikasikan (Indriani; 2014). Adapun rumus dari confusion matrix sebagai berikut.

$$Akurasi = \frac{(TP+TN)}{(TP+TN+FP+FN)} \quad (2.7)$$

Keterangan :

TP : *True positives*, merupakan jumlah data dengan kelas positif yang diklasifikasikan positif.

- TN : *True negatives*, merupakan jumlah data dengan kelas negatif yang diklasifikasikan negatif.
- FP : *False positives*, merupakan jumlah data dengan kelas positif diklasifikasikan negatif.
- FN : *False negatives*, merupakan jumlah data dengan kelas positif negatif diklasifikasikan positif.

### 2.3 Penyakit Ginjal

Ginjal adalah sepasang organ saluran kemih yang terletak di rongga retroperitoneal bagian atas. Bentuknya menyerupai kacang dengan sisi cekungnya menghadap ke medial. Pada sisi ini terdapat hilus ginjal yaitu tempat struktur-struktur pembuluh darah, sistem limfatik, system saraf dan uretra menuju dan meninggalkan ginjal (Purnomo, 2003).

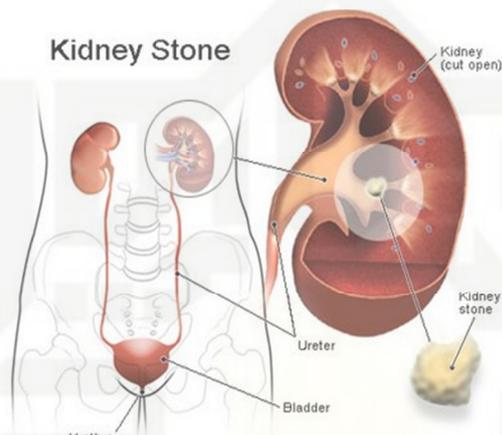
saraf, dan ureter menuju dan meninggalkan ginjal.. Kerusakan jaringan ginjal yang berfungsi untuk menyaring cairan atau dikenal juga dengan istilah *nefropati*, merupakan penyakit tidak menular yang sebenarnya dapat dicegah (Biro Komunikasi dan Pelayanan Masyarakat, Kementerian Kesehatan RI, 2016). Penyakit ginjal dapat meningkatkan risiko kematian bagi penderita dan dapat juga menjadi pemicu timbulnya penyakit lain. Apabila penyakit ginjal bisa dideteksi secara dini, penyakit lain yang menyebabkan kematian bisa segera dicegah. Karena ketidak normalan fungsi ginjal sering kali menggambarkan tahapan awal dari gejala penyakit penyakit lain. Beberapa penyakit ginjal yang akan dibahas yaitu (O'chalaghan, 2007):

1. Batu Saluran Kemih (Batu Ginjal)
2. Gagal Ginjal Akut
3. Infeksi Saluran Kemih
4. Kanker/Tumor Ginjal
5. Radang Ginjal (*Syndrom Nefritis*)

Berikut adalah penjelasan dan gejala mengenai tujuh jenis penyakit ginjal yang disebutkan diatas :

### 2.3.1 Batu Saluran Kemih (Batu Ginjal)

Batu saluran kemih menurut tempatnya digolongkan menjadi batu ginjal dan batu kantong kemih. Batu ginjal merupakan keadaan tidak normal didalam ginjal dan mengandung komponen kristal serta matriks organik. Lokasi batu ginjal dijumpai di kaliks atau pelvis dan bila akan keluar dapat terhenti di uretra atau kantong kemih (Aru W.sudoyo, 2009).



**Gambar 2.13. Batu Saluran Kemih (Batu Ginjal)**

Gejala batu ginjal baru akan terasa ketika batu berukuran lebih besar keluar dari ginjal menuju ke ureter dan menyebabkan terjadinya gesekan dengan dinding ureter. Akibat gesekan ini, dinding ureter mengalami iritasi atau bahkan luka dan akhirnya urine bisa bercampur darah. Berikut beberapa gejala batu ginjal lain yang menyertai (O'chalaghan, 2007) :

1. Demam
2. Diare
3. Disuria (Nyeri ketika buang air kecil)
4. Edema (Pembengkakan pada tungkai)
5. Hematuria (protein dan darah diurin)
6. Kencing keluar batu/pasir
7. Lemas/Kurang berenergi
8. Mual
9. Muntah
10. Menggigil





**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.

3. Hipertensi (Tekanan darah tinggi/naik)
4. Lemas/Kurang berenergi
5. Mual
6. Muntah
7. Nyeri daerah kantung kemih
8. Penurunan berat badan.
9. Sering buang air kecil

### 2.3.5 Radang Ginjal (*Syndrome Nefritis*)

Berikut adalah gejala yang terjadi pada penyakit radang ginjal *nefritis* (O'chalaghan, 2007) :

1. Demam
2. Edema (pembengkakan pada tungkai)
3. Hematuria (Protein dan darah diurin)
4. Hipertensi (Tekanan darah tinggi/naik)
5. Insomnia
6. Mual
7. Muntah
8. Penurunan jumlah urin
9. Sering buang air kecil

Berikut adalah kesimpulan mengenai gejala-gejala yang terdapat pada Tujuh jenis penyakit ginjal yang akan didiagnosa :

**Tabel 2.1 Gejala Penyakit Ginjal**

Penyakit	Gejala Penyakit
A. Batu Ginjal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Demam</li> <li>2. Diare</li> <li>3. Disuria (Nyeri ketika buang air kecil)</li> <li>4. Edema (Pembengkakan pada tungkai)</li> <li>5. Hematuria (protein dan darah diurin)</li> <li>6. Kencing keluar batu/pasir</li> </ol>

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.

	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Lemas/Kurang berenergi</li> <li>8. Mual</li> <li>9. Muntah</li> <li>10. Menggigil</li> <li>11. Nyeri pinggang</li> <li>12. Penurunan jumlah urin</li> <li>13. Rasa sakit di perut bagian bawah</li> <li>14. Urin keruh (berwarna merah kecoklatan)</li> </ol>
<p><b>B. Gagal Ginjal Akut</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Berkurangnya rasa terutama ditangan</li> <li>2. Dehidrasi</li> <li>3. Demam</li> <li>4. Diare</li> <li>5. Edema (Pembengkakan pada tungkai)</li> <li>6. Hematuria (Protein dan darah diurin)</li> <li>7. Kadar gula diatas normal</li> <li>8. Kejang</li> <li>9. Kulit kering/ruam kulit/kulit kemerahan</li> <li>10. Mual</li> <li>11. Muntah</li> <li>12. Nokturia (Kencing dimalam hari)</li> <li>13. Nyeri pinggang</li> <li>14. Penurunan jumlah urin</li> <li>15. Tremor</li> </ol>
<p><b>C. Infeksi Saluran Kemih</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Demam</li> <li>2. Disuria (Nyeri ketika buang air kecil)</li> <li>3. Hipetensi (Tekanan darah tinggi/naik)</li> <li>4. Mual</li> <li>5. Muntah</li> <li>6. Nanah di urin</li> <li>7. Nyeri pinggang</li> </ol>

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.

	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Penurunan jumlah urin.</li> <li>9. Rasa sakit di perut bagian bawah.</li> </ol>
<p>D. Kanker/Tumor Ginjal</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Demam</li> <li>2. Hematuria (Protein dan darah diurin).</li> <li>3. Hipetensi (Tekanan darah tinggi/naik)</li> <li>4. Lemas/Kurang berenergi</li> <li>5. Mual</li> <li>6. Muntah</li> <li>7. Nyeri daerah kantung kemih</li> <li>8. Penurunan berat badan.</li> <li>9. Sering buang air kecil</li> </ol>
<p>E. Radang Ginjal(<i>Nefritis</i>)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Demam</li> <li>2. Edema (pembengkakan pada tungkai)</li> <li>3. Hematuria (Protein dan darah diurin)</li> <li>4. Hipetensi (Tekanan darah tinggi/naik)</li> <li>5. Insomnia</li> <li>6. Mual</li> <li>7. Muntah</li> <li>8. Penurunan jumlah urin</li> <li>9. Sering buang air kecil</li> </ol>

Daftar Penyakit ginjal :

- A. Batu Saluran Kemih (Batu Ginjal)
- B. Gagal Ginjal Akut
- C. Infeksi Saluran Kemih
- D. Kanker/Tumor Ginjal
- E. Radang Ginjal (*Syndrome Nefritis*)

## 2.4 Skala Likert

*Skala likert* adalah sebuah skala psikometrik yang digunakan pada angket yang berfungsi untuk melihat tingkat persetujuan responden terhadap suatu

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.

pertanyaan dengan memilih salah satu pilihan yang telah tersedia pada angket. (Likert, 1932) Pada penelitian ini skala likert digunakan untuk menghitung rata-rata jumlah persetujuan pada UAT yang telah diisi responden. Adapun rumus skala sebagai berikut :

$$X = \text{Skor tertinggi } likert * \text{Jumlah pertanyaan} \quad (2.8)$$

$$Y = \text{Skor terendah } likert * \text{Jumlah pertanyaan} \quad (2.9)$$

Nilai rata-rata hasil survey dihitung dengan rumus berikut :

$$M = \frac{\text{Total skor}}{x} 100 \% \quad (2.10)$$

## 2.5 Penelitian Terkait

Penelitian ini berkaitan dengan beberapa penelitian lainnya yang juga membahas tentang Jaringan Syaraf Tiruan, *Learning Vector Quantization* atau pun membahas tentang penyakit ginjal. Tabel dibawah akan merincikan beberapa penelitian terkait.

**Tabel 2.2 Penelitian Terkait**

No	Peneliti dan Tahun	Judul	Metode	Keterangan
1	(Elvi Budianita. 2013)	Penerapan <i>Learning Vector Quantization</i> (LVQ) Untuk Klasifikasi Status Gizi Anak	<i>Learning Vector Quantization</i> dan <i>Learning Vector Quantization</i> 3 (LVQ3)	Dari penelitian tersebut, LVQ3 lebih baik diterapkan untuk klasifikasi status gizi anak dibandingkan dengan algoritma LVQ1. Dengan nilai rata-rata akurasi dengan LVQ3 adalah 95.2% sedangkan

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	Peneliti dan Tahun	Judul	Metode	Keterangan
				nilai rata-rata akurasi dengan LVQ1 adalah 88%.
2	(Suci Oktaviana,2012)	“Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Ginjal Menggunakan Metode <i>Hill Climbing</i> ”.	<i>Hill Climbing</i> ”.	Pada penelitian ini proses identifikasi yang dilakukan melalui interaksi tanya jawab antara sistem dengan pemakai. Aturan yang digunakan pada basis pengetahuan yaitu dengan metode penalaran forward chaining dan metode penelusuran hill Climbing. Berdasarkan hasil pengujian kuisisioner yang dilakukan responden, Sistem dapat memberikan data

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	Peneliti dan Tahun	Judul	Metode	Keterangan
				dan informasi yang bermanfaat bagi pasien dengan persentase sebesar 89%.
3	(Yudi Setyawan,2016)	“Jaringan Syaraf Tiruan Dan <i>Naive Bayes</i> Untuk Mendeteksi Penyakit Gagal Ginjal Di RSUD Dr Adhyatma Tugurejo Semarang”	<i>Backpropagation</i> dan <i>Naive Bayes</i> ,	Pada penelitian ini peneliti membandingkan dua buah metode JST backpropagation dengan metode <i>Naive Bayes</i> , berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan peneliti didapat nilai akurasi metode JST dengan nilai akurasi 96.375%, sedangkan metode <i>Naive Bayes</i> memperoleh nilai akurasi sebesar 89.29% 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.

No	Peneliti dan Tahun	Judul	Metode	Keterangan
				berbagai variasi data uji yang digunakan metode JST memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibanding metode <i>Naive Bayes</i> .
4	Bichitrananda Patra,2013	<i>Neural Techniques For Improving The Classification Accuracy Of Microarray Data Set Using Rought Set Feature Selection Method</i>	(LVQ) – LVQ1, LVQ3, OLVQ1 dan <i>Self-Organizing Map</i>	Disini peneliti menggunakan 6 buah dataset penyakit ( <i>Colon Tumor, Leukemia, Lung Cancer, Prostate Tumor, Brain Tumor, Leukemia_Gems</i> ) berdasarkan penelitian yang telah dilakukan peneliti menyimpulkan bahwa dari perbandingan antara metode SOM dan

**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	Peneliti dan Tahun	Judul	Metode	Keterangan
				LVQ , algoritma LVQ menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan SOM dan dari tiga buah algoritma LVQ variasi metode LVQ3 adalah yang terbaik dan memiliki pengaruh positif dalam melakukan proses klasifikasi dengan akurasi mencapai 87.5% hingga 98% .