

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Metode Heuristik

Metode heuristik merupakan suatu teknik yang dirancang untuk memecahkan suatu permasalahan dalam pencarian dan digunakan untuk menemukan suatu solusi yang dapat dibuktikan dengan benar. Metode heuristik ini bertujuan untuk mendapatkan performa komputasi atau penyederhanaan konseptual, yang berpotensi pada keakurasian (Respati dkk, 2015).

Metaheuristik yaitu suatu metode pendekatan yang didasarkan pada metode heuristik. Sehingga metode heuristik sering kali diintegrasikan di dalam metode metaheuristik. Perbedaan dari metode heuristik dan metaheuristik yaitu metode heuristik bersifat problem dependent sedangkan metode metaheuristik bersifat problem independent.

Problem dependent yaitu suatu ketergantungan pada permasalahan, jadi metode heuristik itu hanya bisa dipakai untuk jenis permasalahan tertentu. Misalnya, metode *Nearest Neighborhood* (NN). Sedangkan problem independent yaitu sesuatu yang tidak bergantung pada permasalahan. Jadi metode metaheuristik tidak bergantung pada jenis permasalahan dan bisa digunakan untuk berbagai permasalahan. Contoh Algoritma Genetika, *Tabu Search*, *Particle Swam Optimization*, *Ant Colony Optimazion* dan lain-lain.

2.2 Algoritma *Tabu Search* (TS)

Tabu search pertama kali diperkenalkan oleh Glover pada tahun 1986. *Tabu search* merupakan salah satu algoritma yang berada dalam ruang lingkup metode heuristik. Konsep dasar dari *tabu* yaitu algoritma yang menentukan setiap tahapannya agar dapat menghasilkan fungsi tujuan yang paling optimum tanpa terjebak ke dalam solusi awal yang ditemukan selama tahapan ini berlangsung. Tujuan dari algoritma ini adalah mencegah terjadinya perulangan 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.

dikurangi sehingga hanya terdiri dari *elite solution* yang dikunjungi selama pencarian. *Attributive memory* menyimpan informasi tentang atribut dari solusi yang ditemukan yang mungkin dapat berubah dari satu solusi ke solusi lain.

Konsep dasar pada struktur memori dalam *tabu search* menggunakan empat prinsip utama (Waskito, 2016):

1. *Recency based memory*, merupakan memori yang tetap menjaga struktur terbaik dari solusi awal yang ditemukan selama proses pencarian pada setiap iterasinya, sehingga apabila pada suatu iterasi ditemukan solusi yang lebih baik maka solusi ini akan tetap dipertahankan sampai ditemukan solusi baru yang lebih baik.
2. *Frequency*, menyediakan sebuah tipe informasi merupakan suatu kumpulan informasi yang telah direkam oleh *recency based memory*. Sehingga keduanya dapat saling melengkapi untuk menentukan suatu informasi permanen berguna untuk mengevaluasi pergerakan yang terjadi.
3. *Quality*, yaitu suatu kemampuan untuk membedakan solusi terbaik yang dikunjungi selama pencarian atau iterasi berlangsung.
4. *Influence*, mempertimbangkan suatu efek yang terjadi dari pemilihan solusi yang dipilih selama pencarian berlangsung, tidak hanya kualitasnya melainkan juga strukturnya.

Ada beberapa langkah-langkah yang dikerjakan dalam *tabu search*:

1. Membangkitkan solusi awal
Urutan *job* yang digunakan sebagai perbandingan ketika proses *tabu search* dimulai.
2. Menentukan kriteria aspirasi
Kriteria aspirasi dalam penelitian merupakan meminimasi *makespan*
3. Menentukan jumlah iterasi maksimum dan ukuran *tabu list*
Jumlah iterasi maksimum dan ukuran *tabu search*
4. Melakukan *move*
Move yang digunakan dalam penelitian ini merupakan *neighborhood search*
tabu search digunakan untuk mencari solusi urutan produksi yang terbaik

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.

dimana *input* data yang diperlukan untuk melakukan pengolahan data algoritma ini yaitu waktu setiap proses.

5. *Alternative move*

Setelah masukan data yang diperlukan pada pengolahan algoritma *tabu search* adalah waktu proses, maka diperoleh hasil dari yang terpendek.

Sebelum menghitung dengan menggunakan algoritma *tabu search*, dimulai dengan mendefinisikan notasi-notasi yang dipergunakan selama perhitungan diantaranya sebagai berikut:

$$K = 0; Move = 0$$

$G(S_0) = 0$, adalah nilai optimal awal yang digunakan sebagai acuan untuk menentukan solusi selanjutnya.

Pada inisialisasi bobot awal pada *hidden layer* yaitu bobot yang menghasilkan nilai turunan fungsi aktivasi yang kecil dihindari dikarenakan akan menyebabkan perubahan bobot sangat kecil. Demikian dengan bobot awal tidak boleh terlalu besar dikarenakan nilai turunan pada fungsi aktivasinya menjadi sangat kecil juga. Nguyen dan Widrow (1990) mengusulkan untuk membuat cara inisialisasi nilai bobot dan bias ke unit tersembunyi sehingga menghasilkan nilai iterasi yang lebih cepat. Oleh karena itu dalam menentukan bobot awal pada *hidden layer* diisi dengan bilangan acak antara (-0.5, 0.5). Secara rinci metode pelatihan *tabu Search* dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Langkah pertama yaitu:

Atur nilai K

$$\text{Atur } S_0 = S_1$$

2. Langkah berikutnya:

Pilih satu jadwal kandidat S_c dari solusi tetangga S_k

Jika *move* dari $S_k \rightarrow S_c$ terlarang oleh mutasi dalam *tabu list*

Maka atur $S_{k+1} = S_k$ dan lanjut kelangkah 3

Jika *move* dari $S_k \rightarrow S_c$ tidak terlarang oleh mutasi manapun dalam *tabu list*

Maka atur $S_{k+1} = S_c$ dan masukan mutasi kebalikannya dengan *tabu list* yang paling atas pindah semua masukan dalam *tabu list* satu posisi ke bawah dan hapus masukan paling akhir di dalam *tabu list*

Jika $G(S_c) < G(S_0)$, atau $S_0 = S_c$,

Lanjut ke langkah yang terakhir.

3. Langkah terakhir yaitu:

$$K=1+0 \dots \dots \dots (2.1)$$

Jika K telah tercapai target maka berhenti

Jika tidak, kembali kelangkah 2.

2.3 Normalisasi

Normalisasi merupakan pendekatan yang sistematis untuk meminimalkan redundansi data pada suatu *database* agar *database* tersebut bekerja dengan optimum. Fungsi dari normalisasi yaitu digunakan untuk menghindari terjadinya berbagai anomali data dan tidak konsistennya pada data tersebut.

Sebelum data dapat dilatih, data harus dinormalisasikan melalui persamaan normalisasi. Berikut untuk normalisasi dan denormalisasi.

$$\text{Normalisasi} = (X - \text{Min}) / (\text{Max} - \text{Min}) \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

X = Data

Min = Data minimum

Max = Data Maksimum

$$\text{Denormalisasi} = Y (\text{Max} - \text{Min}) + \text{Min} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

Y = Hasil keluaran dari pelatihan

Min = Data minimum

Max = Data maksimum

2.4 Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan Syaraf Tiruan atau *Neural Network* pertama kali dikemukakan oleh *neurophysiologist* Waren McCulloch dan Logician Walter Pits pada tahun 1943 dalam *paper* yang berjudul “ Bagaimana Neuron bekerja?”.

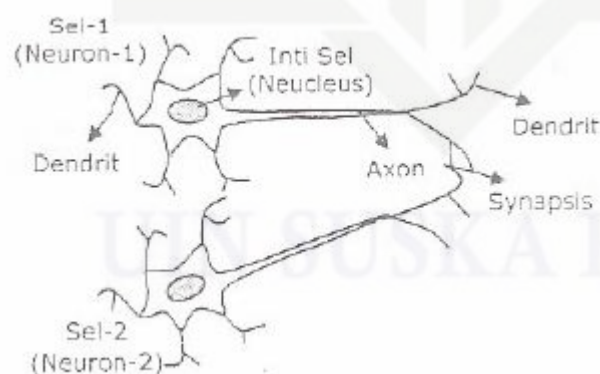
Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan suatu representasi buatan yang mirip dengan cara kerja otak manusia yang selalu mencoba mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia tersebut. Jaringan Syaraf Tiruan digunakan dalam

istilah komputer karena dalam implementasi program komputer yang mampu menyelesaikan berbagai jumlah proses perhitungan selama proses pembelajaran (Kusumadewi, 2003).

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) yaitu suatu pemrosesan informasi yang memiliki karakteristik mirip dengan jaringan syaraf pada biologi. JST merupakan sebuah mesin yang dibangun guna untuk memodelkan dalam cara kerja otak manusia untuk mengerjakan fungsi atau tugas-tugas tertentu (Haykin, 1994). Kemampuan jaringan syaraf tiruan dalam menyimpan berbagai pengetahuan berdasarkan dari pengalaman dan menjadikan simpanan pengetahuan yang dimiliki agar menjadi bermanfaat sebagai alasan kenapa jaringan syaraf tiruan membawa dampak yang sangat dampak baik dalam perkembangan ilmu pengetahuan.

2.4.1 Konsep Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan merupakan salah satu representasi buatan yang mensimulasikan atau menyerupai proses pembelajaran pada otak manusia. Istilah buatan yang digunakan pada jaringan syaraf tiruan disini diimplementasikan dengan menggunakan program komputer yang mampu dalam menyelesaikan sejumlah proses perhitungan selama pembelajaran. Adapun Gambar 2.1 susunan syaraf pada otak manusia sebagai berikut:

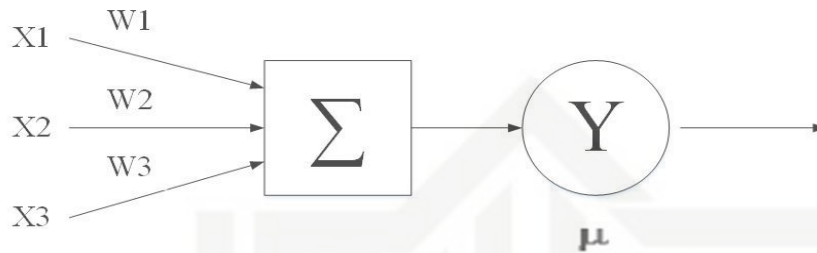


Gambar 2.1 Susunan syaraf pada manusia

2.4.2 Model Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan terdiri dari beberapa neuron dan terdapat hubungan antara neuron satu dengan yang lainnya tersebut. Neuron akan mentransformasikan

informasi yang diterima melalui sambungan keluarnya menuju ke neuron yang lainnya. Pada jaringan syaraf tiruan hubungan yang ini dikenal sebagai bobot. adapun Gambar 2.2 steruktur jaringan syaraf tiruan sebagai berikut:



Gambar 2.2 Struktur Neuron jaringan syaraf tiruan

2.4.3 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan terdiri dari neuron-neuron yang dikelompokkan dalam lapisan-lapisan. Pada umumnya, neuron yang terletak pada lapisan yang sama akan memiliki keadaan yang sama. Faktor yang terpenting dalam menentukan kelakuan pada suatu neuron merupakan suatu fungsi aktivasi dan pola bobotnya yang digunakan. Ada beberapa arsitektur jaringan syaraf tiruan sebagai berikut:

1. Jaringan dengan lapisan tunggal (*single layer net*)

Pada jaringan dengan lapisan yang tunggal hanya memiliki satu lapisan dengan bobot-bobot terhubung. Adapun jaringan ini hanya menerima *input* kemudian secara langsung akan mengolahnya menjadi *output* tanpa harus melalu lapisan yang tersembunyi pada jaringan syaraf tiruan.

2. Jaringan dengan banyak lapisan (*multilayer net*)

jaringan syaraf tiruan dengan banyak lapisan memiliki 1 atau lebih lapisan yang terletak diantara lapisan *input* dan lapisan *output* yang memiliki lapisan tersembunyi. Pada umumnya, ada lapisan bobot yang terletak antara dua lapisan yang bersebelahan. Jaringan dengan banyak lapisan ini dapat menyelesaikan permasalahan yang lebih sulit dari pada lapisan tunggal dengan pembelajaran yang lebih rumit.

3. Jaringan dengan lapisan kompetitif (*competitive layer net*)

Hubungan antara neuron pada lapisan yang kompetitif ini tidak diperlihatkan pada diagram arsitektur.

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.

2.4.4 Proses Pembelajaran Jaringan Syaraf Tiruan

Jaringan syaraf tiruan memiliki proses pembelajaran untuk mendapatkan tingkat kecerdasan yang diinginkan maka harus melalui proses pembelajaran. Pembelajaran (*learning*) merupakan suatu proses yang melibatkan serangkaian nilai *input* menjadi *input* jaringan secara berurutan dan bobot jaringan disesuaikan sehingga akan diperoleh nilai yang sama dengan nilai *output*nya. Pada ide dasar yang digunakan jaringan syaraf tiruan merupakan suatu metode belajar. Adapun jaringan syaraf tiruan membagi metode belajar menjadi dua macam, sebagai berikut:

1. Pembelajaran terawasi (*Supervised learning*)

Metode pembelajaran pada jaringan syaraf tiruan disebut terawasi jika *output* yang diharapkan telah diketahui sebelumnya. Pada proses pembelajaran satu pola *input* akan diberikan ke satu neuron pada lapisan *input*. Pola yang digunakan ini akan dirambatkan disepanjang jaringan syaraf tiruan hingga sampai ke neuron pada lapisan *output*. Lapisan *output* ini akan membangkitkan pola *output* yang kemudian dicocokkan dengan *output* target. Apabila terjadi perbedaan antara pola *output* hasil pembelajaran dengan pola target, maka disini akan muncul *error*. Kemudian apabila nilai *error* ini masih cukup besar, mengindikasikan bahwa masih perlu dilakukan lebih banyak lagi proses pembelajarannya.

2. Pembelajaran tak terawasi (*Unsupervised learning*)

Metode pembelajaran yang terawasi ini tidak memerlukan target *output*. Pada metode ini tidak dapat ditentukan hasil yang seperti diharapkan selama proses pembelajaran. Tujuan dari pembelajaran ini merupakan suatu unit yang hampir sama dalam area tertentu. Pembelajaran ini biasanya sangat cocok digunakan untuk pengelompokan atau klasifikasi pola.

2.4.5 Karakteristik Jaringan Syaraf Tiruan

Berikut beberapa karakteristik jaringan syaraf tiruan yang menyerupai otak manusia (Firdaus, 2016):

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. Arsitektur jaringan, yaitu suatu pola yang terhubung antara neuron. Dimana keterhubungan tersebut yang membentuk suatu hubungan.
2. Algoritma jaringan, yaitu suatu metode untuk menentukan nilai bobot hubungan. Pada tahapan ini JST kan melakukan suatu pembelajaran atau pelatihan.
3. Fungsi aktivasi, yaitu suatu fungsi yang digunakan untuk menentukan suatu keluaran berdasarkan nilai total yang akan dimasukan pada neuron. Fungsi aktifasi merupakan suatu fungsi yang dapat berbeda dengan fungsi algoritma jaringan lainnya.

Jaringan syaraf tiruan memiliki sifat yang adiktif, yaitu yang dapat belajar dari suatu data sebelumnya dan mengenal suatu pola data yang selalu berubah. Selain itu JST merupakan suatu sistem yang tidak terprogram, artinya yaitu semua keluaran atau kesimpulan yang ditarik oleh jaringan berdasarkan pada pengalaman sebelumnya selama mengikuti proses pembelajaran atau pelatihan yang telah dilakukan (Septyandy, 2012).

2.4.6 Manfaat Jaringan Syaraf Tiruan

Adapun beberapa penerapannya yang telah dilakukan pada apalikasi yang menggunakan jaringan syaraf tiruan (Fattah, 2016):

1. Pengenalan Pola
Jaringan Syaraf Tiruan banyak digunakan dalam pengenalan suatu pola yang dapat diubah, diantaranya yaitu: pengenalan huruf, suara, angka dan tanda tangan.
2. *Signal Processing*
Jaringan syaraf tiruan dapat digunakan untuk menekan *noise* dalam suatu saluran *telephone*.
3. Peramalan
Jaringan syaraf tiruan juga dapat digunakan sebagai suatu peramalan apa yang terjadi dimasa kedepanyanya dengan suatu pelatihan atau pembelajaran pola kejadian yang ada di masa silam atau di masa lalu.

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.

2.4.7 Metode-Metode Jaringan Syaraf Tiruan

Adapun dalam penerapannya, JST memiliki metode-metode yang biasa digunakan dalam kasus yang berbeda-beda, diantaranya *Learning Vector Quantization*, *Backpropagation*, *Peceptron*, *Radial Basis Function* dan *Khonen*. Adapun penjelasan metode-metodenya (Fattah, 2016):

1. Metode *Learning Vector Quantization* yaitu suatu metode klasifikasi dimana setiap unit memiliki *output* dalam mempresentasikan sebuah kelas, metode ini juga sering digunakan dalam pengelompokkan dimana dari jumlah kelompok yang sudah ditentukan. Metode *Learning Vector Quantization* adalah suatu metode pelatihan atau pembelajaran kompotitif terawasi versi dari algoritma *Khonen Selft Organizing Map*. Adapun tujuan dari algoritma ini yaitu digunakan untuk mendekati distribusi kelas *vector* untuk meminimalkan kesalahan dalam suatu pengklasifikasian.
2. Metode *Backpropagation* merupakan suatu metode yang populer dalam memecahkan suatu kasus yang rumit, metode ini juga dapat melakukan dua tahapan perhitungan yaitu perhitungan maju untuk menghitung *error* antara keluaran dan target dan juga perhitungan mundur yang mempropogasikan balik *error* tersebut untuk diperbaiki bobotnya pada semua neuron. Adapun ketika jaringan diberikan suatu masukan sebagai pola pelatihan, maka pola tersebut maju untuk unit tersembunyi untuk diluruskan pada unit-unit lapisan keluaran. Kemudian unit-unit lapisan tersebut keluaran tersebut akan memberikan respon sebagai keluaran jaringan syaraf tiruan. Pada saat hasil keluaran tidak sesuai dengan yang diharapkan maka akan dihitung *error*nya dan akan disebarkan mundur pada lapisan yang tersembunyi kemudian akan diteruskan ke lapisan masukan. Kemudian pada tahapan pelatihan ini juga merupakan tahapan untuk melatih suatu jaringan syaraf tiruan dengan cara melakukan perubahan terhadap bobotnya.
3. *Perceptron* merupakan suatu metode jaringan yaraf tiruan yang sederhana dan pertama yang digunakan dalam jaringan syaraf tiruan pada model pelatihan. *Peceptron* dilatih menggunakan sekumpulan dari pola yang diberikan secara berulang-ulang selama pelatihannya. Setiap pola yang telah diberikan yaitu

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.

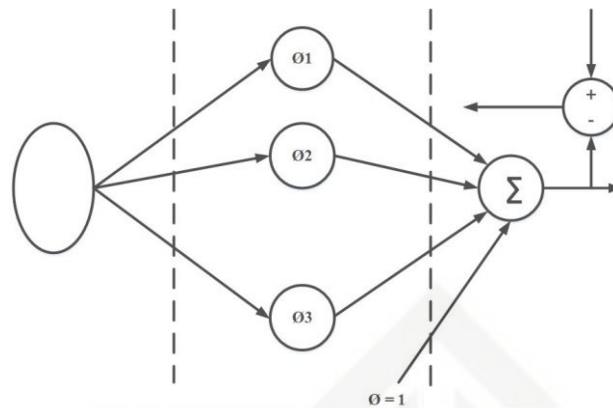
pasangan dari pola pelatihan dan pola yang diinginkan sebagian dari target. Adapun berbagai pelatihan yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan *Perceptron* dalam klasifikasi pola. *Perceptron* dapat menyelesaikan banyak permasalahan dalam klasifikasi suatu pola tetapi kadang konvergensi terjadi dalam waktu yang lama, kelemahan ini terjadi dikarenakan keterbatasan *Perceptron* yang tidak mengizinkan adanya suatu lapisan *hidden layer* diantara lapisan *input* dan *output*nya. Sehingga dalam pengklasifikasian pola yang menyebabkan *Perceptron* hanya mampu memisahkan pola yang terpisah secara linier.

4. *Khonen* merupakan suatu metode dari jaringan syaraf tiruan yang bersifat tidak terawasi, metode ini juga sering melakukan pengelompokan tanpa menggunakan pembelajaran dengan pasangan data yang ada terlebih dahulu. Adapun pembaharuan bobot yang dilakukan berdasarkan dari jarak yang terkecil dari bobot yang berhubungan dengan node yang terdekat.

Radial Basis Function merupakan suatu metode dari jaringan syaraf tiruan yang bersifat *multilayer* yang memiliki kemampuan dalam mengklasifikasi, kecepatan dan keakuratan yang tinggi. *Radial basis function* yaitu suatu metode pada jaringan syaraf tiruan dengan satu unit pada *hidden layer*, dimana fungsi aktivasinya adalah fungsi *basis* dan fungsi *linier* pada lapisan *output*.

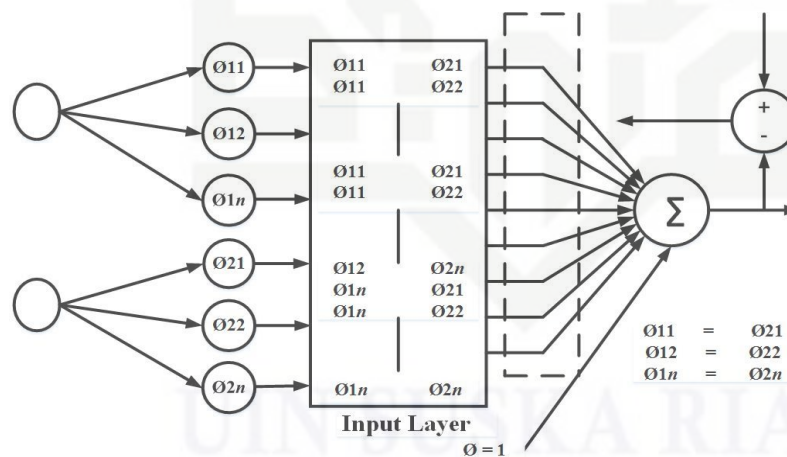
2.5 *Radial Basis Function (RBF)*

Radial Basis Function yaitu sebuah alternatif dari jaringan *multilayer feedforward neural* yang telah dilakukan pengembangan. Jaringan *radial basis function* terdiri dari 3 *layer* dimana *layer* tersebut yaitu *input layer*, *hidden layer*, dan *output layer*, dimana pada *radial basis function* ini hanya memiliki satu unit pada *hidden layer* (Agus saputra dkk, 2011). Fungsi aktivasi pada *radial basis function* merupakan fungsi *basis* dan fungsi *linier* pada lapisan *output*. *Radial basis function* yaitu merupakan suatu pemetaan fungsi *nonlinier multidimensi* berdasarkan pada jarak antara vector *input* dan vector *center*. Berikut merupakan Gambar 2.3 struktur dasar jaringan *radial basis function*:



Gambar 2.3 Struktur Dasar Jaringan RBF(Agus dkk, 2011)

Pada setiap dari jaringan *radial basis function* ini akan mengaktifkan semua fungsi basis pada *hidden layer*. Oleh karena itu, setiap unit dari *hidden layer* merupakan sebuah fungsi pada aktivasi tertentu yang disebut sebagai basis. Pada *hidden layer* terdapat sejumlah fungsi basis yang sejenis. Setiap fungsi basis akan menghasilkan sebuah keluaran dengan bobot tertentu. Pada *output* jaringan ini yaitu jumlah dari seluruh *output* fungsi basis dikalikan dengan bobot masing-masing. Adapun Gambar 2.4 Jaringan syaraf RBF dengan 2 masukan sebagai berikut:



Gambar 2.4 Operasi jaringan syaraf RBF dengan 2 masukan (Agus dkk, 2011)

Berdasarkan skema yang diperkenalkan oleh John Holland pada tahun 1975 pengkodean pada penelitiannya untuk membentuk *hidden layer* yaitu dilihat dengan banyaknya neuron *input* pada *layer* tersebut. Adapun kelemahan dari penentuan *hidden layer* tersebut yaitu semakin banyak *hidden layer* proses menjadi sangat

lambat dan terkadang komputer tidak sanggup untuk memprosesnya sehingga muncul pesan “*Out of Memory*” pada komputer tersebut.

Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam perhitungan *radial basis function* (Samosir dkk, 2015) sebagai berikut:

1. Meneruskan sinyal *input* ke *hidden layer* yang ditentukan dengan menggunakan *tabu search* pada tiap *hidden layer* dengan menghitung jarak *Euclidean*. Berikut persamaan untuk mencari jarak *euclidean*:

$$d(x, y) = ||x - y||^2 = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x - y)^2} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

- $d(x, y)$: hasil jarak *euclidean*
- X : data yang akan dikelompokkan
- Y : nilai bobot *center* yang telah ditentukan menggunakan *tabu search*

2. Menghitung nilai fungsi aktivasi dengan persamaan sebagai berikut:

$$b = \frac{-\ln(0.5)}{\text{spread}} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$\varphi(v) = e^{-(b*d)^2} \dots\dots\dots(2.6)$$

3. Menyusun matriks Gaussian, dari hasil perhitungan pada hasil nilai fungsi aktivasi dengan kolom terakhir ditambah bias =1 dengan persamaan sebagai berikut:

$$G = \begin{bmatrix} \varphi_{1.1} & \varphi_{1.2} & \varphi_{1n} & 1 \\ \varphi_{2.1} & \varphi_{2.2} & \varphi_{2n} & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 1 \\ \varphi_{n1} & \varphi_{n2} & \varphi_{nn} & 1 \end{bmatrix} \dots\dots\dots(2.7)$$

4. Menghitung bobot baru (W) dengan mengalikan *preudoinvers* dari matriks G, dengan vector dan target (d). adapun persamaan sebagai berikut:

$$W = (G^t G)^{-1} G^t d \dots\dots\dots(2.8)$$

5. Untuk menghitung nilai *output* dari RBF. Adapun persamaan sebagai berikut:

$$Y = \varnothing_1 * w_1 + \varnothing_2 * w_2 + \text{bias} \dots\dots\dots(2.9)$$

6. Terakhir menghitung fungsi aktivasi dengan *sigmoid biner* pada *output layer* untuk membatasi nilai agar tetap berada pada *rang* menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{(-x)}} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$f(x) = \begin{cases} 0.5 & \text{if } x > 0 \\ 0.5 & \text{if } x \leq 0 \end{cases} \dots\dots\dots(2.11)$$

Radial Basis Function memiliki kelebihan yaitu lebih cepat dalam melakukan *training data*, dan ketepatan dalam estimasi. Kecepatan dan ketepatan dalam estimasi dipengaruhi oleh setiap parameter-parameter pada bobot koneksi dari *Radial Basis Function* ke *output layer* dan panjang dari pusat yang ada pada *Radial Basis Function*.

2.6 Akurasi

Pengujian akurasi digunakan hasil koefisien untuk persen ketepatan dalam menentukan kelas jenis serangan pada jaringan komputer (Hidayati, 2013). Adapun untuk mencari nilai akurasi ini dilakukan dengan jumlah akurasi yaitu jumlah data uji yang benar dibagi dengan keseluruhan jumlah data pada data uji dan dikali dengan 100 dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Akurasi} = \frac{\sum \text{Pengujian yang bernilai benar}}{\sum \text{Banyak data uji}} \times 100 \dots\dots\dots(2.12)$$

2.6.1 Mean Squared Error (MSE)

Merupakan suatu fungsi kinerja yang digunakan untuk metode *Radial Basis Function* yaitu fungsi ini akan mengambil rata-rata kuadrat *error* yang terjadi antara *output* jaringan dan target. Adapun rumus persamaan *Mean Squared Error* (MSE) sebagai berikut:

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e^2 \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan:

MSE : *Mean Squared Error*

n : Banyaknya data

$\sum_{t=1}^n e^2$: Nilai *error*

2.7 Tipe Pada Serangan Jaringan Komputer

Adapun data yang digunakan yaitu KDD CUP (*Knowledge Discovery and Data Mining*) *Dataset Cup* 1999. KDD CUP merupakan suatu *dataset* yang

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.

dikeluarkan oleh DARPA (*Defense Advance Research Project Agency*) pada tahun 1998. Data KDD CUP digunakan sebagai versi data kompetisi di bidang data mining dan eksplorasi ilmu pengetahuan diseluruh dunia yang diadakan oleh ACM SIGKDD (*Special Interest Group on Knowledge Discovery and Data Mining*). Adapun fitur di dalam data KDD CUP 1999 terdiri dari 40 fitur yaitu, sebagai berikut:

Tabel 2.1 Fitur-Fitur pada KDD CUP 1999

Parameter	Nama Parameter
X1	Duration
X2	Protocol_Type
X3	Scr_Byte
X4	Dst_Byte
X5	Land
X6	Wrong_Fragment
X7	Urgent
X8	Count
X9	Serror_Rate
X10	Rerror_Rate
X11	Same_Srv_Rate
X12	Diff_Srv_Rate
X13	Srv_Count
X14	Srv_Error_Rate
X15	Srv_Rerror_Rate
X16	Srv_Diff_Host_Rate
X17	Dst_Host_Count
X18	Dst_Host_Serror_Rate
X19	Dst_Host_Rerror_Rate
X20	Dst_Host_Same_Srv_Rate

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.

Parameter	Nama Parameter
X21	Dst_Host_Diff_Srv_Rate
X22	Dst_Host_Srv_Count
X23	Dst_Host_Srv_Serror_Rate
X24	Dst_Host_Srv_Rerror_Rate
X25	Dst_Host_Srv_Diff_Host_Rate
X26	Dst_Host_Same_Src_Port_Rate
X27	Hot
X28	Num_Failed_Logins
X29	Loggeg_In
X30	Num_Compromised
X31	Root_Sheels
X32	Su_Attempted
X33	Num_Root
X34	Num_File_Creations
X35	Num_Shells
X36	Num_Access_Files
X37	Num_Outbond_Cmds
X38	Is_Host_Login
X39	Is_Gues_Login
X40	Class

Berikut kelas-kelas jenis serangan pada jaringan komputer diantaranya yang sering digunakan yaitu dikelompokkan kedalam lima kategori serangan diantaranya (Abdullah, 2017):

1. Normal merupakan suatu aktivitas yang dikategorikan sebagai normal dan dianggap bukan serangan atau ancaman kepada data informasi tersebut.

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. *Denial of Service* (DoS)

DoS merupakan suatu tipe serangan yang membebani sumber daya pada komputer. Sehingga komputer yang menjadi target mengalami *system crash* dan tidak mampu untuk memproses koneksi normal bahkan berakibat *user* tidak dapat mengakses komputer tersebut

3. *User to Root* (U2R)

User to Root merupakan suatu tipe serangan yang berusaha untuk mendapatkan akses *root* atau admin pada komputer yang menjadi target dengan melakukan eksploitasi celah keamanan sistem. Pada serangan U2R umumnya dilakukan setelah penyerang mendapatkan akses *user* normal ke sistem.

4. *Remote to local* (R2L)

Remote to local merupakan suatu tipe serangan yang bertujuan untuk mendapatkan akses sebagai pengguna sistem. Pada R2L dapat dilakukan oleh penyerang yang memiliki akses ke sistem dan melakukan eksploitasi untuk mendapatkan akses lokal.

5. *Probes*

Pada jenis serangan ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang status jaringan pada komputer dengan cara melakukan pemindaian terhadap komputer-komputer dalam jaringan tersebut. Informasi ini dapat digunakan oleh penyerang untuk memetakan jaringan yang berguna dalam melakukan penyerangan berikutnya.

2.8 Penelitian Terkait

Pernelitian ini berkaitan dengan beberapa penelitian lainnya yang juga membahas tentang *Radial Basis Function*. Tabel 2.2. Adapun beberapa rincian penelitian terkait sebagai berikut:

Tabel 2.2 Penelitian Terkait

No.	Penelitian dan Tahun	Judul	Metode	Keterangan
1	(Tiandini dkk, 2017)	Penerapan metode kombinasi algoritma genetika dan <i>tabu search</i> dalam	Algoritma Genetika	Pada penelitian ini mencari solusi dalam pengalokasian kapal. hasil menggunakan kedua metode

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 dan Tahun	Judul	Metode	Keterangan
		optimasi alokasi kapal peti	dan <i>tabu search</i>	tersebut memiliki tingkat profit yang sangat baik yaitu 100%.
2	(Santoso dkk, 2016)	Model prediksi penyakit ginjal kronik menggunakan <i>radial basis function</i>	<i>Radial Basis Function</i>	Pada penelitian ini yaitu melakukan suatu prediksi penyakit ginjal. Hasil dari penelitian ini yaitu 93.75%
3	(Apriyanto dkk, 2016)	Klasifikasi kualitas pisau potong tembakau (CUT CELL) menggunakan metode <i>radial basis function (RBF)</i>	<i>Radial Basis Function</i>	Penelitian ini menentukan jenis pisau potong yang digunakan dalam produksi tembakau. Hasil dari penelitian ini yaitu memiliki keakurasian sebesar 84%
4	(Azmi dkk, 2016)	Analisis <i>learning jaringan RBF (radial basis function)</i> pada pengenalan pola <i>Alfanumerik</i>	<i>Radial Basis Function</i>	Pada penelitian ini yaitu untuk menganalisis pembelajaran pada algoritma <i>radial basis function</i> , dalam pengenalan pola <i>alfanumerik</i> .
5	(Leo 2016)	Penerapan Algoritma <i>Tabu Search</i> Untuk Penjadwalan Mata Pelajaran Di Smk Swasta Pelita-2 Aekkanopan	<i>Tabu Search</i>	Penelitian ini bertujuan untuk membuat jadwal mata pelajaran pada SMK Swasta Pelita-2 Aekkanopan dan mencari solusi optimum dalam mencari penjadwalan mata pelajaran
6	(Kusumadewi dkk, 2016)	Prediksi Harga Komoditas Pertanian Menggunakan <i>Hybrid Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan Arsitektur Radial Basis Function (RBF)</i> Dengan Algoritma Genetika	<i>Radial basis function</i> dan algoritma genetika	Pada penelitian ini bertujuan untuk melakukan prediksi pada harga komoditas pertanian. Hasil dari penelitian ini yaitu mencapai akurasi sebesar 75%
7	(Sulistiono dkk, 2015)	Rancang Bangun <i>Vehicle Routing Problem</i> Menggunakan Algoritma <i>Tabu Search</i>	<i>Tabu Search</i>	Pada penelitian Tujuan dari VRP adalah menentukan rute optimal yaitu rute dengan jarak minimum untuk mendistribusikan produk kepada konsumen. Berdasarkan proses perhitungan

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 dan Tahun	Judul	Metode	Keterangan
				manual dan rancang bangun diperoleh dua solusi optimal yaitu rute dengan jarak terpendek dengan total jarak optimal sebesar 101,1 km.
8	(Oni dkk, 2015)	Optimasi <i>learning radial basis function neural network</i> dengan <i>extended Kalman filter</i>	<i>Radial basis function</i>	Dalam penelitian ini membahas tentang mengenai optimasi <i>radial basis function neural network</i> dengan <i>extended Kalman filter</i> . Hasil dari penelitian ini yaitu sebesar 92.42%.
9	(Kamaharudin 2014)	Peningkatan perpomasi mengklasifikasi pola sidik jari berbasis jaringan ELM-RBF dengan kombinasi FFT dan PCA	Jaringan ELM-RBF dengan kombinasi FFT dan PCA	Penelitian ini melakukan kajian matematis yang melandasi suatu algoritma yang disebut ELM dalam pelatihan jaringan RBF . hasil dari penelitian ini yaitu memiliki tingkat akurasi sebesar 90%
10	(Wiharto dkk, 2013)	Analisis penggunaan algoritma genetika untuk perbaikan jaringan syaraf tiruan <i>radial basis function</i>	Algoritma Genetika dan <i>Radial Basis Function</i>	Penelitian ini yaitu untuk melakukan perbaikan <i>Hidden Layer</i> pada RBF menggunakan GA. Hasil dari penelitian ini yaitu bahwa GA dapat membantu dalam melengkapi kelemahan yang ada pada RBF dan hasil akurasi yang cukup baik.