

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Pada penelitian ini digunakan beberapa penelitian sebelumnya sebagai dasar acuan. Penelitian pertama Prediksi Cuaca Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* [NUR-12]. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode *backpropagation* untuk memproses data parameter cuaca agar dapat dikenali polanya dalam proses pelatihan. Penelitian ini menggunakan nilai target *error* 0,0001 dan jumlah *epoch* sebesar 1500 yang menghasilkan struktur jaringan syaraf tiruan dengan kombinasi 5 *neuron input* dan 7 *neuron hidden*, serta nilai *learning rate* 0,8 yang menghasilkan MSE sebesar 0,1050134.

Penelitian kedua *Subsampling Image Compression Using Al-Alaoui Backpropagation Algorithm* [ALA-07]. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode *Al-Alaoui Backpropagation* untuk melakukan *subsampling image compression*. Kelebihan metode ini dibandingkan *backpropagation* yaitu dengan menggunakan *Al-Alaoui Backpropagation* konvergensi lebih cepat dan tingkat akurasi pada saat klasifikasi lebih tinggi.

Penelitian ketiga Pengenalan Emosi Suara Dengan Jaringan Syaraf Tiruan *Al-Alaoui Backpropagation* [SAH-12]. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode *Al-Alaoui Backpropagation* untuk melakukan pengenalan emosi berdasarkan suara. Penelitian ini menggunakan menggunakan 149 data latih dan 57 data uji uji untuk melakukan pengenalan emosi marah dan netral , serta menggunakan struktur jaringan syaraf tiruan yang terdiri dari 37 unit *neuron input layer*, 5 *neuron hidden layer*, dan 2 *neuron output layer*, dengan parameter pelatihan *learning rate* sebesar 0,2 dan momentum sebesar 0,8. Penelitian ini menghasilkan tingkat akurasi sebesar 98%.

2.2 Cuaca

2.2.1 Pengertian Cuaca

Cuaca merupakan keadaan udara pada saat tertentu dan di wilayah tertentu yang relatif sempit pada jangka waktu yang singkat. Cuaca terbentuk dari gabungan unsur cuaca dan jangka waktu cuaca bisa hanya beberapa jam saja. Ada beberapa unsur-unsur yang mempengaruhi cuaca, namun yang paling utama yaitu suhu udara, tekanan udara, kelembaban udara, angin. Di Indonesia keadaan cuaca diumumkan pada jangka waktu sekitar 24 jam melalui prakiraan cuaca hasil analisis Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) [SAR-09].

2.2.2 Suhu Udara

Suhu merupakan unsur cuaca yang sulit didefinisikan, karena unsur cuaca ini berubah sesuai dengan tempat [TJA-04]. Suhu udara adalah keadaan panas atau dinginnya udara. Suhu seringkali diartikan sebagai energy kinetis rata-rata suatu benda. Alat untuk mengukur suhu udara atau derajat panas disebut thermometer. Skala suhu yang biasanya digunakan antara lain ialah : Celcius (C), Reamur (R), dan Fahrenheit (F). Suhu udara tertinggi di muka bumi adalah di daerah tropis (sekitar ekuator) dan makin ke kutub, makin dingin. Faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya suhu udara suatu daerah adalah [SAR-09]:

a. Lama penyinaran matahari

Semakin lama matahari bersinar, semakin banyak panas yang diterima bumi.

b. Sudut datang sinar matahari

Sudut datang sinar matahari, yaitu sudut yang dibentuk oleh permukaan bumi dengan arah datangnya sinar matahari. Semakin kecil sudut datang sinar matahari, semakin sedikit panas yang diterima oleh bumi.

c. Relief permukaan bumi.

d. Banyak sedikitnya awan

Ketebalan awan mempengaruhi panas yang diterima bumi, semakin tebal awan, maka semakin sedikit panas yang diterima bumi.

2.2.3 Tekanan Udara

Selain suhu, unsure cuaca yang lain yaitu tekanan udara. Tekanan udara adalah suatu gaya yang timbul akibat adanya berat dari lapisan udara. Besar tekanan pada suatu tempat selalu berubah-ubah, semakin tinggi suatu tempat dari permukaan laut, maka semakin rendah tekanan udaranya. Hal ini disebabkan karena makin berkurangnya udara yang menekan.

Tekanan udara dapat dibedakan menjadi 3 macam, yaitu [SAR-09]:

- a. Tekanan udara tinggi, lebih dari 1013 mb.
- b. Tekanan udara rendah, kurang dari 1013 mb.
- c. Tekanan di permukaan laut, sama dengan 1013 mb.

2.2.4 Kelembaban Udara

Kelembaban udara merupakan salah satu unsur yang mempengaruhi cuaca. Kelembaban udara adalah banyaknya uap air yang terkandung dalam udara pada suhu dan tekanan tertentu. Kelembaban udara dapat dibedakan menjadi 2, yaitu [SAR-09]:

- a. Kelembaban mutlak atau kelembaban absolut, yaitu kelembaban yang menunjukkan berapa gram berat uap air yang terkandung dalam udara.
- b. Kelembaban nisbi atau kelembaban relatif, menunjukkan berapa persen perbandingan antara jumlah uap air yang terkandung dalam udara dan jumlah uap air maksimum yang dapat ditampung oleh udara tersebut.

2.2.5 Kecepatan Angin

Unsur ke empat yaitu angin. Angin adalah udara yang bergerak dari daerah bertekanan udara tinggi ke daerah bertekanan udara rendah. Kecepatan angin dapat ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain [SAR-09]:

1. Besar kecilnya gradien barometrik.

Gradien Barometrik, yaitu angka yang menunjukkan perbedaan tekanan udara melalui dua garis isobar pada garis lurus. Menurut hukum Stevenson bahwa kecepatan angin bertiup berbanding lurus dengan gradien barometriknya. Semakin besar gradien barometriknya, semakin besar pula kecepatannya.

2. Permukaan Bumi

Angin bertiup kencang pada daerah yang reliefnya rata dan tidak ada rintangan. Sebaliknya bila bertiup pada daerah yang reliefnya besar dan rintangannya banyak, maka angin akan berkurang kecepatannya.

3. Ada Tidaknya Tumbuh-tumbuhan

Banyaknya pohon-pohonan akan menghambat kecepatan angin dan sebaliknya, bila pohon-pohonannya jarang maka sedikit sekali member hambatan pada kecepatan angin.

4. Tinggi dari Permukaan Tanah

Angin yang bertiup dekat dengan permukaan bumi akan mendapatkan hambatan karena bergesekan dengan muka bumi, sedangkan angin yang bertiup jauh di atas permukaan bumi bebas dari hambatan-hambatan.

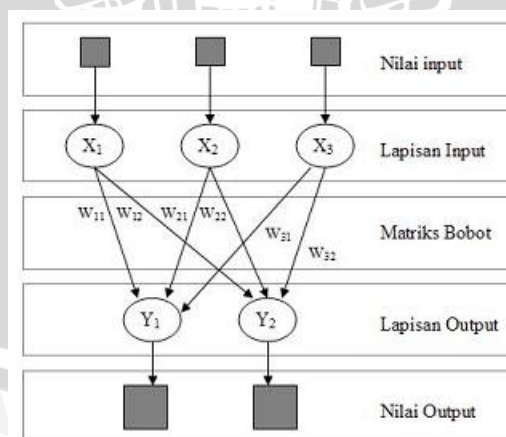
2.3 Jaringan Saraf Tiruan

2.3.1 Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan

Ada beberapa arsitektur jaringan syaraf tiruan, antara lain:

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

Jaringan ini hanya memiliki satu lapisan dengan bobot-bobot terhubung dan hanya menerima *input* kemudian secara langsung akan diolah menjadi *output* tanpa melalui lapisan tersembunyi. Berikut ini merupakan gambar *single layer*

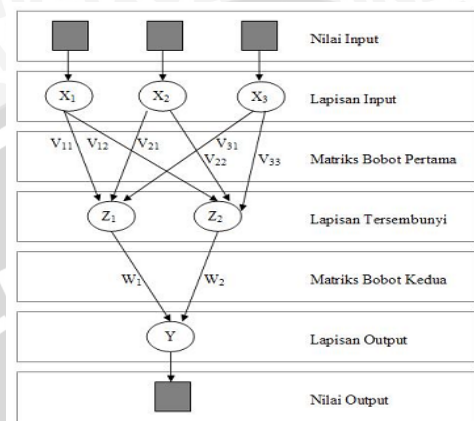


Gambar 2.1 *single layer net*

Sumber : [SIA-05]

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

Jaringan ini memiliki satu atau lebih lapisan yang terletak diantara lapisan *input* dan *output* dan diantara lapisan *input* dan *output* terdapat lapisan berbobot. Berikut ini merupakan gambar *multilayer*.



Gambar 2.2 *multilayer net*

Sumber : [SIA-05]

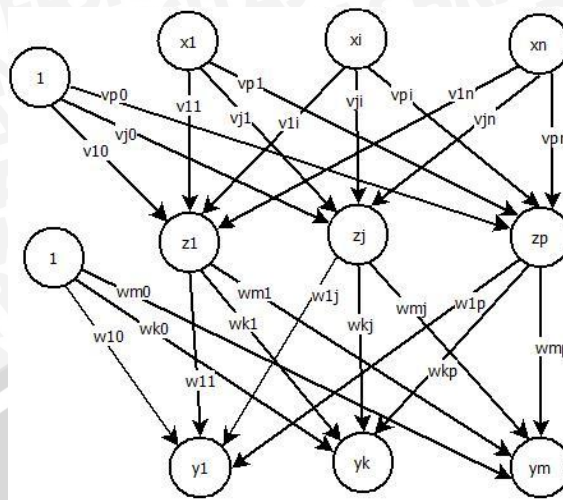
2.3.2 Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation*

Algoritma *backpropagation* merupakan salah satu variasi dari jaringan syaraf tiruan serta pengembangan dari algoritma *least mean square* yang dapat digunakan untuk melatih jaringan dengan beberapa *layer*. Algoritma ini menggunakan pendekatan algoritma *steepest descent* [PRA-99].

Perbedaan antara *backpropagation* dengan variasi jaringan syaraf tiruan yang lain yaitu terletak pada proses pembelajarannya. Dalam *backpropagation* proses pembelajaran dilakukan dengan menggunakan penyesuaian bobot-bobot dan didasarkan pada *error* yang terjadi [KUS-09].

2.3.2.1 Arsitektur *Backpropagation*

Jaringan syaraf tiruan *backpropagation* terdiri dari tiga bagian, yaitu masukan sebanyak n buah, lapisan tersembunyi yang terdiri dari p unit, dan keluaran sebanyak m buah. Di bawah ini merupakan arsitektur *backpropagation*.



Gambar 2.3 arsitektur *backpropagation*

Sumber : [SIA-05].

Keterangan [SIA-05]:

v_{ji} : bobot garis dari unit masukan x_i ke unit *layer* z_j

v_{j0} : bobot garis yang menghubungkan bias dari unit *layer* tersembunyi ke *layer* tersembunyi z_j

w_{kj} : bobot dari z_j ke unit keluaran y_k

w_{k0} : bobot dari bias di *layer* tersembunyi ke unit keluaran z_j

2.3.2.2 Pelatihan *Backpropagation*

Pelatihan *backpropagation* terdiri dari tiga fase, yaitu [SIA-05]:

a. Fase I : *Forward propagation*

Menyalurkan *input* ke dalam jaringan dan tiap *layer* akan mengeluarkan *output*. *Output* dari satu *layer* akan menjadi *input* untuk *layer* berikutnya.

b. Fase II : *Back propagation*

Menghitung nilai sensitifitas untuk tiap *layer*. Dimana sensitifitas untuk *layer* m dihitung dari sensitifitas pada *layer* $m+1$, sehingga penghitungan sensitifitas berjalan mundur.

c. Fase III : *Weight Update*

Menyesuaikan nilai parameter bobot (w) dan bias (b) dengan menggunakan pendekatan *steepest descent*.

2.3.2.3 Algoritma Pelatihan *Backpropagation*

Algoritma pelatihan untuk *backpropagation* dengan satu layer tersembunyi (dengan fungsi aktivasi sigmoid biner) sebagai berikut [SIA-05]:

- Langkah 0
Inisialisasi bobot dengan bilangan acak nilai kecil
- Langkah 1
Ulangi langkah 2-9 hingga kondisi akhir iterasi terpenuhi
- Langkah 2
Untuk setiap pasang *training data* lakukan langkah 3-8

Fase I : *Feedforward*

- Langkah 3
Setiap unit masukan ($x_i, i = 1, \dots, n$) menerima sinyal dan meneruskan x_i ke unit-unit lapisan tersembunyi.
- Langkah 4
Hitung semua keluaran pada unit lapisan tersembunyi $z_j (j=1, 2, \dots, p)$

$$z_{\text{net}_j} = v_{j0} + \sum_{i=1}^n x_i \cdot v_{ji} \quad (2.1)$$

$$z_j = f(z_{\text{net}_j}) = \frac{1}{1 + \exp(-z_{\text{net}_j})} \quad (2.2)$$

- Langkah 5
Hitung semua keluaran pada unit $y_k (k = 1, 2, \dots, m)$

$$y_{\text{net}_k} = w_{k0} + \sum_{j=1}^p z_j \cdot w_{kj} \quad (2.3)$$

$$y_k = f(y_{\text{net}_k}) = \frac{1}{1 + \exp(-y_{\text{net}_k})} \quad (2.4)$$

Fase II : *Back propagation*

- Langkah 6
Hitung faktor δ unit keluaran berdasarkan kesalahan pada setiap unit keluaran y_k dimana $k = 1, 2, \dots, m$

$$\delta_k = (t_k - y_k) f'(y_{\text{net}_k}) = (t_k - y_k) y_k (1 - y_k) \quad (2.5)$$

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

Hitung perubahan bobot w_{kj} dengan percepatan α

$$\Delta w_{kj} = \alpha \delta_k z_j \quad (2.6)$$

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

- Langkah 7

Hitung faktor δ layar tersembunyi berdasarkan kesalahan pada setiap layar tersembunyi z_j dimana $j = 1, 2, \dots, p$

$$\delta_{\text{net}_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k \cdot w_{kj} \quad (2.7)$$

Faktor δ layar tersembunyi :

$$\delta_j = \delta_{\text{net}_j} \cdot f' (z_{\text{net}_j}) = \delta_{\text{net}_j} \cdot z_j (1 - z_j) \quad (2.8)$$

Hitung perubahan bobot v_{ji}

$$\Delta v_{ji} = \alpha \delta_j x_i \quad (2.9)$$

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

Fase III : Weight Update

- Langkah 8

Hitung perubahan bobot garis yang menuju unit keluaran

$$w_{kj}(\text{baru}) = w_{kj}(\text{lama}) + \Delta w_{kj} \quad (2.10)$$

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

Hitung perubahan bobot garis yang menuju lapisan tersembunyi

$$v_{ji}(\text{baru}) = v_{ji}(\text{lama}) + \Delta v_{ji} \quad (2.11)$$

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

Daftar Notasi :

z_{net_j} = nilai untuk menghitung *hidden layer*

z_j = nilai *hidden layer*

x_i = nilai *input layer* ke i

v_{j0} = bobot bias antara *input layer* dengan *hidden layer* ($v_{j0} = 1$)

v_{ji} = bobot antara *input layer* dengan *hidden layer*

y_{net_k} = nilai untuk menghitung *output layer*

y_k = nilai *output layer*

w_{k0} = bobot bias antara *hidden layer* dengan *output layer* ($w_{k0} = 1$)

w_{kj} = bobot antara *hidden layer* dengan *output layer*

δ_k = nilai kesalahan pada *hidden layer*

- t_k = target data ke k
 Δw_{kj} = perubahan bobot antara *output layer* dengan *hidden layer*
 α = konstanta *learning rate* ($0 < \alpha < 1$)
 δ_{netj} = nilai untuk menghitung kesalahan pada *hidden layer*
 δ_j = nilai kesalahan pada *hidden layer*
 Δv_{ji} = perubahan bobot antara *hidden layer* dengan *input layer*

2.3.2.4 Momentum

Momentum merupakan salah satu variasi dari *backpropagation*. Pada standart *backpropagation*, perubahan bobot didasarkan atas gradient yang terjadi untuk pola yang dimasukkan. Alasan disebut momentum karena modifikasi yang dapat dilakukan adalah melakukan perubahan bobot pada gradient pola terakhir dan sebelumnya. Penambahan momentum berfungsi untuk menghindari perubahan bobot yang mencolok akibat adanya data yang sangat berbeda dengan yang lainnya. Momentum dihitung dengan persamaan di bawah ini [SIA-09]:

$$\Delta w_{kj}(t+1) = \alpha \delta_k z_j + \mu \Delta w_{kj}(t) \quad (2.12)$$

$$\Delta v_{ij}(t+1) = \alpha \delta_j x_i + \mu \Delta v_{ij}(t) \quad (2.13)$$

Dimana :

- Δw_{kj} = perubahan bobot antara *output layer* dengan *hidden layer*
 α = konstanta *learning rate* ($0 < \alpha < 1$)
 μ = konstanta momentum ($0.5 \leq \mu \leq 0.9$)
 δ_k = nilai kesalahan pada *hidden layer*
 δ_j = nilai kesalahan pada *hidden layer*
 Δv_{ji} = perubahan bobot antara *hidden layer* dengan *input layer*

2.3.2.5 Jumlah Neuron Hidden Layer

Untuk menentukan jumlah *neuron* dalam satu *hidden layer* harus memenuhi aturan seperti persamaan 2.17. [HEA-10].

$$N_{hidden} \leq \frac{2}{3} * N_{input} + N_{output} \quad (2.14)$$

Dimana :

N_{hidden} = jumlah *hidden layer*

N_{input} = jumlah *input layer*

N_{output} = jumlah *output layer*

2.4 Algoritma Al-Alaoui Backpropagation

Algoritma *Al-Alaoui* merupakan algoritma untuk klasifikasi pola. Algoritma ini dibuat oleh Profesor Mohamad Adnan Al-Alaoui dari American University of Beirut, Lebanon. Algoritma ini membuktikan bahwa solusi *Mean Square Error* (MSE) dari permasalahan klasifikasi pola menghasilkan pendekatan *mean-square-error minimum* terhadap *Bayes's discriminant*. Proses utama algoritma ini ialah pengenalan ulang dan penduplikasian pasangan data latih yang masih salah dalam proses klasifikasi. Algoritma ini mengurangi jumlah kesalahan klasifikasi dengan jalan menduplikasi data *training* yang masih salah dalam klasifikasi, kemudian menambahkannya ke dalam *training set*. Pendekatan ini memberikan pembobotan lebih banyak dengan mendekatkannya pada batas klasifikasi.

Langkah-langkah algoritma *Al-Alaoui* adalah sebagai berikut:

1. Inisialisasi parameter dan menentukan nilai *misclassification error rate*.
2. Lakukan *backpropagation* untuk sejumlah *epochs* yang telah ditentukan sebelumnya.
3. Jika jumlah maksimum *epochs* telah tercapai, maka berhenti. Namun jika tidak, maka lanjut ke langkah 4.
4. Lakukan tes *input* yang asli sebelum melakukan duplikasi, kemudian tentukan prosentase nilai *error* kesalahan dalam klasifikasi.
5. Jika nilai *error rate* yang diinginkan sudah diperoleh, maka berhenti. Namun jika tidak lanjutkan ke langkah 6.

6. Duplikasi data *training* yang masih mengalami kesalahan klasifikasi kedalam *training set* yang asli, kemudian tambahkan ke dalam *array input*. Setelah itu kembali ke langkah 2.

Perbedaan antara algoritma *Al-Alaoui Backpropagation* dan *backpropagation* terletak pada langkah ke-6. Pada algoritma *Al-Alaoui Backpropagation*, data latih yang masih mengalami kesalahan klasifikasi, diduplikasikan kemudian dimasukkan ke dalam data latih (*training set*) untuk digunakan pada iterasi selanjutnya. Oleh sebab itu jumlah data latih akan bertambah pada setiap iterasi. Sedangkan pada *backpropagation* individu yang masih salah klasifikasi tetap dibiarkan, sehingga jumlah data latih setiap iterasi akan selalu tetap [ALA-07].

2.5 Normalisasi

Normalisasi berfungsi untuk menyederhanakan *range* data ke dalam jangkauan nilai tertentu. Di dalam jaringan syaraf tiruan, sebelum data diproses data harus dinormalisasi terlebih dahulu dengan menyesuaikan *range output* fungsi aktivasinya. Apabila menggunakan fungsi aktivasi sigmoid, maka data masukan harus dirubah ke dalam *range* [0..1]. Namun karena fungsi kontinu maka nilai 0 dan 1 tidak pernah tercapai sehingga *range* tersebut dirubah menjadi [0.1..0.9] dengan menggunakan persamaan di bawah ini [SIA-05]:

$$x' = \frac{0.8*(x - \text{min value})}{(\text{max value} - \text{min value})} + 0.1 \quad (2.15)$$

Dimana :

x' = nilai normalisasi

x = data

min value = nilai minimum data

max value = nilai maksimum data

2.6 Tingkat Akurasi

Akurasi menyatakan seberapa dekat suatu hasil pengukuran terhadap angka sebenarnya. Semakin besar tingkat akurasi maka semakin akurat proses klasifikasi tersebut. Tingkat akurasi sebuah sistem dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini :

$$\text{Tingkat akurasi} = \frac{\sum \text{data uji benar}}{\sum \text{jumlah total data uji}} \times 100\% \quad (2.16)$$

Metode lain yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat akurasi adalah *Mean Squared Error* (MSE). MSE adalah metode untuk mengevaluasi dengan cara masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan, kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah observasi [DWS-12]. Semakin kecil nilai MSE maka semakin kecil tingkat kesalahan dalam memprediksi [MOE-04].

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - Y'_t)^2 \quad (2.17)$$

Dimana :

Y_t = nilai observasi

Y'_t = nilai perkiraan

n = jumlah data

