

## PERTEMUAN 15

### ALGORITMA BACKPROPAGATION

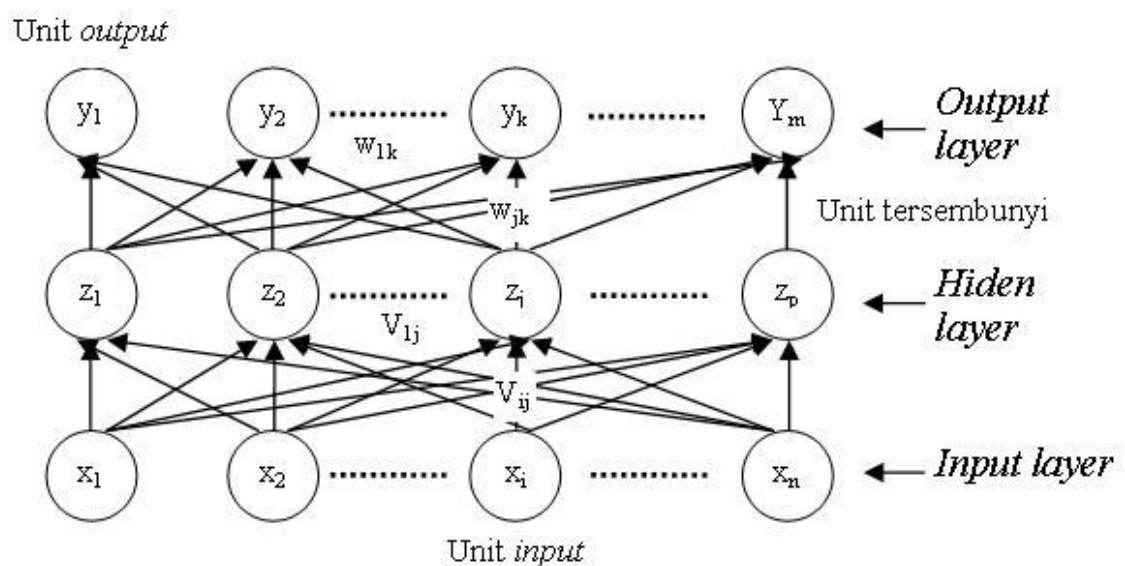
#### A. Tujuan Pembelajaran

Pada pertemuan ini akan dijelaskan penggunaan algoritma Backpropagation, setelah menyelesaikan materi ini, mahasiswa mampu menerapkan *Backpropagation*.

#### B. Uraian Materi

##### 1. Backpropagation

Meminimalkan kuadrat error merupakan bagian dari *Backpropagation* melalui metode penurunan gradien. Beberapa langkah dalam pelatihan sebuah jaringan yaitu perambatan secara maju dengan istilah lain forward propagation, perambatan secara balik, langkah terakhir yaitu perubahan bobot dan bias. Gambar 15.1 adalah Arsitektur jaringan dari *input*, *hidden*, dan *output* pada setiap layer layer.



**Gambar 15.1.** Jaringan syaraf Backpropagation

### Tahapan Algoritma backpropagation

- Inisialisasi (ambil nilai secara random)
- Nilai bernilai salah kondisi akan berhenti, sehingga proses tetap dikerjakan :

### Tahap Umpan maju (*forward*)

- Unit masukan ( $X_i, i=1,2,3,\dots,n$ ) mendapatkan signal  $X_i$  dan melanjutkan signal  $X_i$  ke seluruh unit pada lapisan yang tak diketahui.
- Tiap Unit yang tidak diketahui ( $Z_j, j=1,2,3,\dots,x$ ) menjumlahkan bobot signal input dengan persamaan berikut,

$$Z_{injk} = v_{0j} + \sum_{i=1}^n X_i v_{ij}$$

lalu menerapkan fungsi aktivasi untuk menghitung signal output-nya:

$$Z_j = f(z_{inj})$$

- Setiap unit output ( $Y_k, k= 1,2,3,\dots,m$ ) menjumlahkan signal masukan bobot Dan menerapkan fungsi aktivasi untuk menghitung sinyal keluarannya-nya:

$$Y_k = f(t_k - y_k) f(y_{ink})$$

### Tahap perambatan-balik (*Backpropagation*)

- Setiap unit keluaran ( $Y_k, k=1,2,3,\dots,m$ ) mendapatkan pola masukan pelatihan, kemudian menghitung galat dengan persamaan dibawah ini.

$$S_k = (t_k - y_k) f'(y_{ink})$$

$f'$  adalah turunan dari fungsi aktivasi

kemudian menghitung koreksi bobot dengan persamaan dibawah ini,

$$\Delta w_{jk} = \alpha \delta_k x_j$$

dan menghitung koreksi bias

$$\Delta w_{0k} = \alpha \delta_k$$

- Setiap unit tersembunyi ( $Z_j, j= 1,2,3,\dots,x$ ) SUM delta masukannya (dari unit-unit yang berada pada lapisan di kanannya):

$$\delta_{in_j} = \sum_{k=1}^m \delta_k w_{jk}$$

Untuk menghitung informasi eror, kalikan nilai dengan turunan dari fungsi aktivasinya :

$$S_i = S_{in_j} f'(z_{in_j})$$

Kemudian hitung koreksi bobot dengan persamaan berikut :

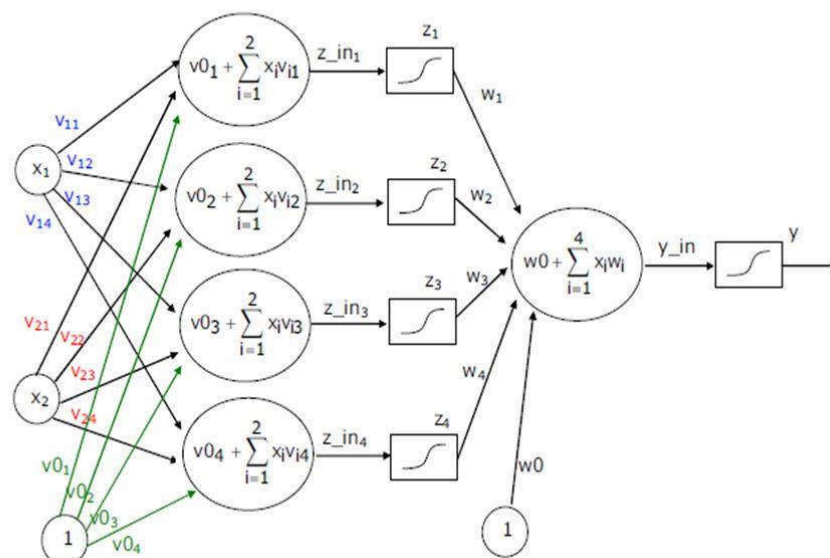
$$\Delta V_{jk} = a S_j x_i$$

Setelah itu, hitung juga koreksi bias dengan persamaan berikut:

$$\Delta V_{0j} = a S_j$$

#### Tahap revisi bobot dan bias

- c. Setiap unit ( $Y_k$ ,  $k = 1, 2, 3, \dots, x$ ) merevisi bobot dan bias ( $j = 0, 1, 2, \dots, p$ )  $W_{jk}(\text{baru}) = W_{jk}(\text{lama}) + \Delta W_{jk}$ , Setiap unit yang tidak terlihat ( $Z_j$ ,  $j = 1, 2, 3, \dots, p$ ) direvisi bobot dan bias ( $i = 0, 1, 2, \dots, n$ ) dengan persamaan berikut.  
 $V_{ij}(\text{baru}) = V_{ij}(\text{lama}) + \Delta V_{ij}$



**Gambar 15.2.** Jaringan syaraf *Backpropagation* dengan 1 input

Tes konfisi berhenti

**Tabel 15. 1** Tes konfisi berhenti

X1	X2	Target
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

- 1 masukan lapisan, dengan 2 syaraf (x1 dan x2)
- 1 lapisan tersembunyi dengan 4 syaraf (z1, z2, z3, dan z4)

Fungsikan aktivasi sigmoid  $z = 1 / 1 + e^{-z_{in}}$

- 1 keluaran lapisan dengan 1 syaraf

Fungsikan aktivasi sigmoid  $y = 1 / 1 + e^{-y_{in}}$

**Jawab :**

Insialisasi bobot

Semua nilai bobot dan bias awal di tentukan dibawah ini.

Bobot awal masukkan ke *lapisan tersembunyi* :

$V_{11} = 0,1$   $V_{12} = 0,2$   $V_{13} = 0,3$   $V_{14} = 0,4$

$V_{11} = 0,1$   $V_{12} = 0,2$   $V_{13} = 0,3$   $V_{14} = 0,4$

Bobot awal bias lapisan tersembunyi :

$v_{01} = 0,1$   $v_{02} = 0,2$   $v_{03} = 0,3$   $v_{04} = 0,4$

Bobot awal *lapisan tersembunyi* ke *lapisan keluaran*:

$w_1 = 0,1$   $w_2 = 0,2$   $w_3 = 0,3$   $w_4 = 0,4$

Bobot awal bias ke *lapisan keluaran*:

$w_0 = 0,5$

penentuan yang dibutuhkan oleh jaringan :

learning rate ( $\alpha$ ) = 1

maksimal Epoch = 1500

target error = 0,02

**pelatihan jaringan :**

**Epoch ke -1 :**

-----

Data ke = 1 ( $x_1 = 0, x_2 = 0$ , target  $T = 0$ )

Tahap perambatan maju (*feed forward*)

Operasi pada lapisan tersembunyi:

$$\begin{aligned} Z_{in1} &= v_{01} + v_{11} * x_1 + v_{21} * x_2 \\ &= 0,1 + 0,1 * 0 + 0,1 * 0 \\ &= 0,1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{in2} &= v_{02} + v_{12} * x_1 + v_{22} * x_2 \\ &= 0,2 + 0,2 * 0 + 0,2 * 0 \\ &= 0,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{in3} &= v_{03} + v_{13} * x_1 + v_{23} * x_2 \\ &= 0,3 + 0,3 * 0 + 0,3 * 0 \\ &= 0,3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{in4} &= v_{04} + v_{14} * x_1 + v_{24} * x_2 \\ &= 0,4 + 0,4 * 0 + 0,4 * 0 \\ &= 0,4 \end{aligned}$$

Lapisan tersembunyi berfungsi saat aktivasi :  $Z_i = \frac{1}{1+e^{-Z_{in}}}$

$$Z_1 = \frac{1}{1+e^{-0,1}} = 0,5250 \quad Z_2 = \frac{1}{1+e^{-0,2}} = 0,5498$$

$$Z_3 = \frac{1}{1+e^{-0,3}} = 0,5744 \quad Z_4 = \frac{1}{1+e^{-0,4}} = 0,5987$$

Operasi pada lapisan keluaran:

$$\begin{aligned} Y_{in} &= W_0 + Z_1 * W_1 + Z_2 * W_2 + Z_3 * W_3 + Z_4 * W_4 \\ &= 0,5 + (0,1 * 0,5250) + (0,2 * 0,5498) + (0,3 * 0,5744) + (0,4 * 0,5987) \\ &= 1,0743 \end{aligned}$$

Fungsi aktivasi pada output layer :  $y = \frac{1}{1+e^{-y_{in}}}$

$$y = \frac{1}{1 + e^{-1,0743}} = 0,7454$$

melihat galat(iterasi berhenti bila|galat|≤0.01)

$$error = 0 - 0,7454 = -0,7454$$

$$\text{jumlah kuadrat galat} = (-0,7454)^2 = 0,5556$$

Tahap perambatan balik (*Backpropagation*)

$$\delta = (T_1 - y) * \left( \frac{1}{1 + e^{-y_{in}}} \right) * \left[ \left( 1 - \frac{1}{1 + e^{-y_{in}}} \right) \right]$$

$$\delta = (0 - 0,7454) * \left( \frac{1}{1 + e^{-1,0743}} \right) * \left[ \left( 1 - \frac{1}{1 + e^{-1,0743}} \right) \right] = -0,1415$$

$$\Delta w_1 = \alpha * \delta * Z_1$$

$$\Delta w_1 = 1 * (-0,1415) * 0,52501 = -0,0743$$

$$\Delta w_2 = \alpha * \delta * Z_2$$

$$\Delta w_2 = 1 * (-0,1415) * 0,5498 = -0,0778$$

$$\Delta w_3 = \alpha * \delta * Z_3$$

$$\Delta w_3 = 1 * (-0,1415) * 0,5498 = -0,0778$$

$$\Delta w_3 = \alpha * \delta * Z_3$$

$$\Delta w_3 = 1 * (-0,1415) * 0,5744 = -0,0813$$

$$\Delta w_4 = \alpha * \delta * Z_4$$

$$\Delta w_4 = 1 * (-0,1415) * 0,5987 = -0,0874$$

$$\Delta w_0 = \alpha * \delta$$

$$\Delta w_0 = 1 * (-0,1415) = -0,1415$$

$$\delta_{in1} = \delta * w_1 = -0,1415 * 0,1 = -0,0141$$

$$\delta_{in2} = \delta * w_2 = -0,1415 * 0,2 = -0,0283$$

$$\delta_{in3} = \delta * w_3 = -0,1415 * 0,3 = -0,0425$$

$$\delta_{in4} = \delta * w_4 = -0,1415 * 0,4 = -0,0566$$

$$\delta_1 = \delta_{in1} * \left( \frac{1}{1 + e^{-z_{in1}}} \right) * \left[ \left( 1 - \frac{1}{1 + e^{-z_{in1}}} \right) \right] = -0,0141 * \left( \frac{1}{1 + e^{-0,1}} \right) * \left[ \left( 1 - \frac{1}{1 + e^{-0,1}} \right) \right] = -0,0035$$

$$\delta_2 = \delta_{in2} * \left( \frac{1}{1 + e^{-z_{in2}}} \right) * \left[ \left( 1 - \frac{1}{1 + e^{-z_{in2}}} \right) \right] = -0,0283 * \left( \frac{1}{1 + e^{-0,2}} \right) * \left[ \left( 1 - \frac{1}{1 + e^{-0,2}} \right) \right] = -0,0070$$

$$\delta_3 = \delta_{in3} * \left( \frac{1}{1+e^{-z_{in3}}} \right) * \left[ \left( 1 - \frac{1}{1+e^{-z_{in3}}} \right) \right] = -0,0425 \left( \frac{1}{1+e^{-0,3}} \right) * \left[ \left( 1 - \frac{1}{1+e^{-0,3}} \right) \right] = -0,0104$$

$$\delta_4 = \delta_{in4} * \left( \frac{1}{1+e^{-z_{in4}}} \right) * \left[ \left( 1 - \frac{1}{1+e^{-z_{in4}}} \right) \right] = -0,0566 \left( \frac{1}{1+e^{-0,4}} \right) * \left[ \left( 1 - \frac{1}{1+e^{-0,4}} \right) \right] = -0,0136$$

$$\Delta v_{11} = \alpha * \delta_1 * x_{11} = 1 * (-0,0035) * 0 = 0$$

$$\text{Demikian juga } \Delta v_{12} = \Delta v_{13} = \Delta v_{14} = \Delta v_{21} = \Delta v_{22} = \Delta v_{23} = \Delta v_{24} = 0$$

$$\Delta v_{01} = \alpha * \delta_1 = 1 * (-0,0035) = -0,0035$$

$$\Delta v_{01} = \alpha * \delta_1 = 1 * (-0,0070) = -0,0070$$

$$\Delta v_{01} = \alpha * \delta_1 = 1 * (-0,0104) = -0,0104$$

$$\Delta v_{01} = \alpha * \delta_1 = 1 * (-0,0035) = -0,0136$$

Tahap perubahan bobot dan bias

$$V_{11}(\text{baru}) = v_{11}(\text{lama}) + \Delta v_{11} = 0,1 + 0 = 0,9562$$

$$V_{12}(\text{baru}) = v_{12}(\text{lama}) + \Delta v_{12} = 0,2 + 0 = 0,7762$$

$$V_{13}(\text{baru}) = v_{13}(\text{lama}) + \Delta v_{13} = 0,3 + 0 = 0,1623$$

$$V_{14}(\text{baru}) = v_{14}(\text{lama}) + \Delta v_{14} = 0,4 + 0 = 0,2886$$

$$V_{21}(\text{baru}) = v_{21}(\text{lama}) + \Delta v_{21} = 0,1 + 0 = 0,1962$$

$$V_{22}(\text{baru}) = v_{22}(\text{lama}) + \Delta v_{22} = 0,2 + 0 = 0,6133$$

$$V_{23}(\text{baru}) = v_{23}(\text{lama}) + \Delta v_{23} = 0,3 + 0 = 0,0311$$

$$V_{24}(\text{baru}) = v_{24}(\text{lama}) + \Delta v_{24} = 0,4 + 0 = 0,9711$$

$$V_{01}(\text{baru}) = v_{01}(\text{lama}) + \Delta v_{11} = 0,1 + 0 = 0,0965$$

$$V_{02}(\text{baru}) = v_{02}(\text{lama}) + \Delta v_{02} = 0,2 + 0 = 0,1930$$

$$V_{03}(\text{baru}) = v_{03}(\text{lama}) + \Delta v_{03} = 0,3 + 0 = 0,1960$$

$$V_{04}(\text{baru}) = v_{04}(\text{lama}) + \Delta v_{04} = 0,4 + 0 = 0,3864$$

$$w_1(\text{baru}) = w_1(\text{lama}) + \Delta w_1 = 0,1 - 0,0743 = 0,0257$$

$$w_2(\text{baru}) = w_2(\text{lama}) + \Delta w_2 = 0,2 - 0,778 = 0,1222$$

$$w_3(\text{baru}) = w_3(\text{lama}) + \Delta w_3 = 0,3 - 0,0813 = 0,2187$$

$$w_4(\text{baru}) = w_4(\text{lama}) + \Delta w_4 = 0,4 - 0,0847 = 0,3153$$

$$w_0(\text{baru}) = w_0(\text{lama}) + \Delta w_0 = 0,5 - 0,1415 = 0,3585$$

Bobot awal bias *lapisan tersembunyi* :

$$V01=2,4618 \quad V02=-0,3884 \quad V03=-1,4258 \quad V04=-0,6994$$

Bobot awal *lapisan tersembunyi* ke *lapisan keluaran* :

$$W1=-7,0997 \quad W2=3,5782 \quad W3=6,9212 \quad W4=-0,7503$$

Bobot awal bias ke *lapisan keluaran* :

$$W0=0,6571$$

mari kita uji jaringan untuk setiap data.

-----  
uji data ke-1 ( $X1=0 \quad X2=0 \quad \text{target } T=0$ )

Operasi pada *lapisan tersembunyi* :

$$\begin{aligned} Z_{in1} &= V01 + (V11 \cdot X1) + (V21 \cdot X2) \\ &= 2,4618 + (5,8716 \cdot 0) + (-48532 \cdot 0) \\ &= 2,4618 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{in2} &= V02 + (V12 \cdot X1) + (V22 \cdot X2) \\ &= -0,3884 + (3,6067 \cdot 0) + (2,8082 \cdot 0) \\ &= -0,3884 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{in3} &= V03 + (V13 \cdot X1) + (V23 \cdot X2) \\ &= -1,4258 + (3,4877 \cdot 0) + (-5,1943 \cdot 0) \\ &= -1,4258 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{in4} &= V04 + (V14 \cdot X1) + (V24 \cdot X2) \\ &= -0,6994 + (-0,0704 \cdot 0) + (0,7636 \cdot 0) \\ &= -0,6994 \end{aligned}$$

Fungsi aktivasi pada *lapisan tersembunyi* :  $Z_i = \frac{1}{1+e^{-Z_{in}}}$

$$Z_1 = \frac{1}{1+e^{-2,4618}} = 0,9214 \quad Z_2 = \frac{1}{1+e^{-0,3884}} = 0,4041$$

$$Z_3 = \frac{1}{1+e^{-1,4258}} = 0,1938 \quad Z_4 = \frac{1}{1+e^{-0,6994}} = 0,3319$$

Operasi pada *lapisan keluaran* :

$$\begin{aligned} Y_{in} &= W0 + Z1 \cdot W1 + Z2 \cdot W2 + Z3 \cdot W3 + Z4 \cdot W4 \\ &= 0,6571 + (0,9214 \cdot -7,0997) + (0,4041 \cdot 3,5782) + (0,1938 \cdot 6,9212) + (0,3319 \cdot -0,7503) \end{aligned}$$



$$=-3,3468$$

Fungsi aktivasi pada lapisan keluaran :  $y = \frac{1}{1+e^{-y_{in}}}$

$$y = \frac{1}{1+e^{3,3468}} = 0,0340$$

$$\text{fungsi aktivasi : } T = \begin{cases} 0, & \text{jika } y < 0,5 \\ 1, & \text{jika } y \geq 0,5 \end{cases}$$

hasil aktivasi :  $T = 0$  (sama dengan target)

uji data ke-2 ( $X_1=0$   $X_2=1$  target =1)

Operasi pada lapisan keluaran :

$$\begin{aligned} Z_{in1} &= V_{01} + (V_{11} \cdot X_1) + (V_{21} \cdot X_2) \\ &= 2,4618 + (5,8716 \cdot 0) + (-48532 \cdot 1) \\ &= -2,3914 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{in2} &= V_{02} + (V_{12} \cdot X_1) + (V_{22} \cdot X_2) \\ &= -0,3884 + (3,6067 \cdot 0) + (2,8082 \cdot 1) \\ &= 2,4144 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{in3} &= V_{03} + (V_{13} \cdot X_1) + (V_{23} \cdot X_2) \\ &= -1,4258 + (3,4877 \cdot 0) + (-5,1943 \cdot 1) \\ &= -6,6201 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{in4} &= V_{04} + (V_{14} \cdot X_1) + (V_{24} \cdot X_2) \\ &= -0,6994 + (-0,0704 \cdot 0) + (0,7636 \cdot 1) \\ &= 0,0642 \end{aligned}$$

Fungsi aktivasi pada lapisan keluaran :  $Z_i = \frac{1}{1+e^{-Z_{in}}}$

$$Z_1 = \frac{1}{1+e^{2,3914}} = 0,0838 \qquad Z_2 = \frac{1}{1+e^{-2,4144}} = 0,9179$$

$$Z_3 = \frac{1}{1+e^{6,6201}} = 0,0013 \qquad Z_4 = \frac{1}{1+e^{-0,0642}} = 0,5160$$

Operasi pada lapisan keluaran :

$$\begin{aligned} Y_{in} &= W_0 + Z_1 \cdot W_1 + Z_2 \cdot W_2 + Z_3 \cdot W_3 + Z_4 \cdot W_4 \\ &= 0,6571 + (0,0838 \cdot -7,0997) + (0,9179 \cdot 3,5782) + (0,0013 \cdot 6,9212) + (0,5160 \cdot -0,7503) \\ &= 2,9684 \end{aligned}$$

Fungsi aktivasi pada output layer :  $y = \frac{1}{1+e^{-y_{in}}}$

$$y = \frac{1}{1 + e^{-2,9684}} = 0,9511$$

$$\text{fungsi aktivasi : } T = \begin{cases} 0, & \text{jika } y < 0,5 \\ 1, & \text{jika } y \geq 0,5 \end{cases}$$

hasil aktivasi :  $T = 1$  (sama dengan target)

-----

uji data ke-3 ( $X_1=1$   $X_2=0$  target =1)

Operasi pada *lapisan tersembunyi* :

$$\begin{aligned} Z_{in1} &= V_{01} + (V_{11} * X_1) + (V_{21} * X_2) \\ &= 2,4618 + (5,8716 * 1) + (-48532 * 0) \\ &= 8,3334 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{in2} &= V_{02} + (V_{12} * X_1) + (V_{22} * X_2) \\ &= -0,3884 + (3,6067 * 1) + (2,8082 * 0) \\ &= 3,2183 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{in3} &= V_{03} + (V_{13} * X_1) + (V_{23} * X_2) \\ &= -1,4258 + (3,4877 * 1) + (-5,1943 * 0) \\ &= 2,0619 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{in4} &= V_{04} + (V_{14} * X_1) + (V_{24} * X_2) \\ &= -0,6994 + (-0,0704 * 1) + (0,7636 * 0) \\ &= -0,7064 \end{aligned}$$

Fungsi aktivasi pada *hidden layer* :  $Z_i = \frac{1}{1 + e^{-Z_{in}}}$

$$Z_1 = \frac{1}{1 + e^{-8,3334}} = 0,9998 \qquad Z_2 = \frac{1}{1 + e^{-3,2183}} = 0,9615$$

$$Z_3 = \frac{1}{1 + e^{-2,0619}} = 0,8871 \qquad Z_4 = \frac{1}{1 + e^{0,7064}} = 0,3304$$

Operasi pada *lapisan keluaran*:

$$\begin{aligned} Y_{in} &= W_0 + Z_1 * W_1 + Z_2 * W_2 + Z_3 * W_3 + Z_4 * W_4 \\ &= 0,6571 + (0,9998 * -7,0997) + (0,9615 * 3,5782) + (0,8871 * 6,9212) + (0,3304 * -0,7503) \\ &= 2,8918 \end{aligned}$$

Fungsi aktivasi pada *lapisan keluaran*:  $y = \frac{1}{1 + e^{-y_{in}}}$

$$y = \frac{1}{1 + e^{-2,8918}} = 0,9474$$

$$\text{fungsi aktivasi : } T = \begin{cases} 0, & \text{jika } y < 0,5 \\ 1, & \text{jika } y \geq 0,5 \end{cases}$$

hasil aktivasi :  $T = 1$  (sama dengan target)

-----  
 Uji data ke-4 ( $X_1=1$   $X_2=1$  target =1)

Operasi pada *lapisan tersembunyi* :

$$\begin{aligned} Z_{in1} &= V_{01} + (V_{11} \cdot X_1) + (V_{21} \cdot X_2) \\ &= 2,4618 + (5,8716 \cdot 1) + (-48532 \cdot 1) \\ &= 3,4802 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{in2} &= V_{02} + (V_{12} \cdot X_1) + (V_{22} \cdot X_2) \\ &= -0,3884 + (3,6067 \cdot 1) + (2,8082 \cdot 1) \\ &= 6,0211 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{in3} &= V_{03} + (V_{13} \cdot X_1) + (V_{23} \cdot X_2) \\ &= -1,4258 + (3,4877 \cdot 1) + (-5,1943 \cdot 1) \\ &= -3,1324 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{in4} &= V_{04} + (V_{14} \cdot X_1) + (V_{24} \cdot X_2) \\ &= -0,6994 + (-0,0704 \cdot 1) + (0,7636 \cdot 1) \\ &= -0,0062 \end{aligned}$$

Fungsi aktivasi pada *lapisan tersembunyi* :  $Z_i = \frac{1}{1+e^{-Z_{in}}}$

$$Z_1 = \frac{1}{1+e^{-3,4802}} = 0,9701 \qquad Z_2 = \frac{1}{1+e^{-6,0211}} = 0,9976$$

$$Z_3 = \frac{1}{1+e^{3,1324}} = 0,0418 \qquad Z_4 = \frac{1}{1+e^{0,0064}} = 0,4985$$

Operasi pada lapisan keluaran :

$$\begin{aligned} Y_{in} &= W_0 + Z_1 \cdot W_1 + Z_2 \cdot W_2 + Z_3 \cdot W_3 + Z_4 \cdot W_4 \\ &= 0,6571 + (0,9701 \cdot -7,0997) + (0,9976 \cdot 3,5782) + (0,0418 \cdot 6,9212) + (0,4985 \cdot -0,7503) \\ &= -2,7457 \end{aligned}$$

Fungsi aktivasi pada *lapisan keluaran*:  $y = \frac{1}{1+e^{-y_{in}}}$

$$y = \frac{1}{1+e^{2,7457}} = 0,0603$$

$$\text{fungsi aktivasi : } T = \begin{cases} 0, & \text{jika } y < 0,5 \\ 1, & \text{jika } y \geq 0,5 \end{cases}$$

hasil aktivasi :  $T = 1$  (sama dengan target)

dengan nilai bobot dan bias tersebut, jaringan dapat mengenali fungsi logika XOR dengan baik.

### C. Soal Latihan/Tugas

1. Tentukan nilai perubahan bobot dan bias jika diketahui:

Bobot awal ke hidden layer:

$V_{11}=5,8716$	$V_{12}=3,6067$	$V_{13}=3,4877$	$V_{14}= -0,0704$
$V_{21}= -4,8532$	$V_{22}=2,8028$	$V_{23}= -5,1943$	$V_{24}=0,7636$

Dengan *learning rate* ( $\alpha$ )=1

Bobot awal bias ke hidden layer dan output layer

$V_{01}=0,1$	$V_{02}=0,2$	$V_{03}=0,3$	$V_{04}= 0,4$
$W_1= 0.5$	$W_2=0,7$	$W_3= 0,8$	$W_4= 0,9$
$X_1=0$	$X_2= 0$		$W_0= 0.6$

$\Delta V_{11}=0,8116$	$\Delta V_{12}=0,6062$	$\Delta V_{13}=0,4777$	$\Delta V_{14}= -0,0714$
$\Delta V_{21}= -1,8532$	$\Delta V_{22}=0,8023$	$\Delta V_{23}= -1,1043$	$\Delta V_{24}=0,7936$

### D. Referensi

Sutojo, T. Edy ,Mulyanto dan Suhartono,Vincent. 2010. Kecerdasan Buatan. Andi Offset. Yogyakarta.