

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di kampus Politeknik Negeri Malang. Penelitian dilaksanakan selama 5 bulan dimulai pada bulan Januari 2021 sampai dengan Juni 2021. Selama dalam kurun waktu 5 bulan mahasiswa dianjurkan untuk membuat laporan skripsi beserta dengan aplikasi yang sudah diajukan pada proposal skripsi.

3.2. Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian yang digunakan pada penelitian ini berupa ciri karakteristik dari pesawat tempur, pesawat sipil dan helikopter. Data yang diolah berupa data teks yang diperoleh dari hasil observasi secara visual pada buku dan website yang diperoleh di media internet. Website tersebut antara lain adalah www.kaggle.com dan contentzone.eurocontrol.int/aircraftperformance/ dan buku referensi yang digunakan untuk data penelitian berasal dari (Berliner, 2001; Green & Swanborough, 1994; Gunston, 1980; Wheeler, 1985; Zaloga, 1992).

3.2.1 Dataset

Dataset yang digunakan berjumlah 155 dengan ketentuan 4 *class* yaitu helikopter sipil, pesawat sipil, helikopter militer dan pesawat militer dan dengan ketentuan dataset adalah 35 helikopter sipil, 35 pesawat sipil, 40 helikopter militer dan 45 pesawat militer. Dataset pesawat tersebut akan digunakan sebagai data *input* pada metode *backpropagation* untuk pengujian dan pelatihan. Pada Gambar 3.1 merupakan contoh beberapa dataset yang digunakan pada penelitian ini.

No.	Jenis Pesawat	Jenis Sayap	Penempatan Sayap	Jumlah Sayap	Arah Sayap	Jenis Mesin	Jumlah Mesin	Posisi Mesin	Badan Pesawat	Jenis Ekor	Jenis Landing Gear	Canard	Persenjataan	Warna	Nama Pesawat
1	Pesawat Militer	<i>Fixed Wings</i>	<i>Mid Wings</i>	<i>Monoplane</i>	<i>Sweptback Wings</i>	Turbofan	1 (One Machine)	<i>Behind Fuselage</i>	<i>Subsonic</i>	<i>Conventional Tail</i>	<i>Folded Wheels</i>	<i>Don't Have Canard</i>	<i>Have a Weapon</i>	<i>Light Grey</i>	Chengdu J-7
2	Pesawat Militer	<i>Fixed Wings</i>	<i>Low Wings</i>	<i>Monoplane</i>	<i>Delta Wings</i>	Turbofan	1 (One Machine)	<i>Behind Fuselage</i>	<i>Subsonic</i>	<i>Conventional Tail</i>	<i>Folded Wheels</i>	<i>Have a Canard</i>	<i>Have a Weapon</i>	<i>Light Grey</i>	Chengdu J-10
3	Pesawat Militer	<i>Fixed Wings</i>	<i>High Wings</i>	<i>Monoplane</i>	<i>Delta Wings</i>	Turbofan	2 (Two Machines)	<i>Behind Fuselage</i>	<i>Supersonic</i>	<i>Twin Tail</i>	<i>Folded Wheels</i>	<i>Have a Canard</i>	<i>Have a Weapon</i>	<i>Light Grey</i>	Chengdu J-20
4	Pesawat Militer	<i>Fixed Wings</i>	<i>Mid Wings</i>	<i>Monoplane</i>	<i>Delta Wings</i>	Turbofan	2 (Two Machines)	<i>Behind Fuselage</i>	<i>Supersonic</i>	<i>Conventional Tail</i>	<i>Folded Wheels</i>	<i>Don't Have Canard</i>	<i>Have a Weapon</i>	<i>White</i>	Shenyang J-8
5	Pesawat Militer	<i>Fixed Wings</i>	<i>High Wings</i>	<i>Monoplane</i>	<i>Sweptback Wings</i>	Turbofan	2 (Two Machines)	<i>Behind Fuselage</i>	<i>Supersonic</i>	<i>Twin Tail</i>	<i>Folded Wheels</i>	<i>Don't Have Canard</i>	<i>Have a Weapon</i>	<i>Dark Grey</i>	Shenyang J-11
6	Pesawat Militer	<i>Fixed Wings</i>	<i>High Wings</i>	<i>Monoplane</i>	<i>Sweptback Wings</i>	Turbofan	2 (Two Machines)	<i>Behind Fuselage</i>	<i>Supersonic</i>	<i>Twin Tail</i>	<i>Folded Wheels</i>	<i>Don't Have Canard</i>	<i>Have a Weapon</i>	<i>Dark Grey</i>	Shenyang J-16
7	Pesawat Militer	<i>Fixed Wings</i>	<i>Mid Wings</i>	<i>Monoplane</i>	<i>Sweptback Wings</i>	Turbofan	1 (One Machine)	<i>Behind Fuselage</i>	<i>Subsonic</i>	<i>Conventional Tail</i>	<i>Folded Wheels</i>	<i>Don't Have Canard</i>	<i>Have a Weapon</i>	<i>Dark Green</i>	F-16 Fighting Falcon
8	Pesawat Militer	<i>Fixed Wings</i>	<i>High Wings</i>	<i>Monoplane</i>	<i>Sweptback Wings</i>	Turbofan	2 (Two Machines)	<i>Behind Fuselage</i>	<i>Supersonic</i>	<i>Twin Tail</i>	<i>Folded Wheels</i>	<i>Don't Have Canard</i>	<i>Have a Weapon</i>	<i>Black</i>	F-15E Strike Eagle

Gambar 3.1. Contoh Dataset

Gambar 3.1 merupakan contoh beberapa dataset pesawat yang digunakan dan fitur yang telah diidentifikasi. Pada Gambar 3.1 terlihat bahwa terdapat 13 fitur yang diidentifikasi dari pesawat.

3.2.2 Ciri – ciri Spesifik Pesawat Udara

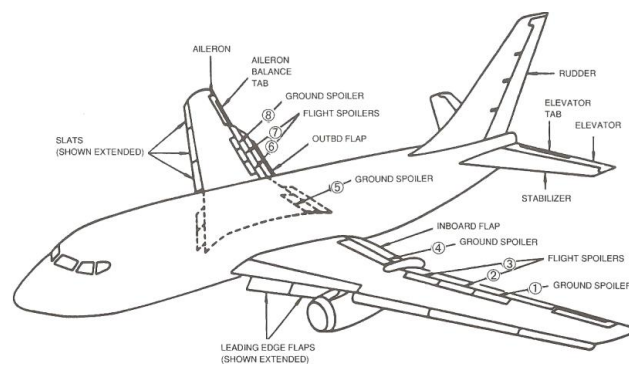
Pengumpulan data untuk penelitian ini menggunakan ciri-ciri spesifik dari pesawat udara. Data spesifik pesawat udara dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan ciri spesifik pesawat udara sipil dan militer dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3.

Tabel 3.1. Ciri Spesifik Pesawat Udara

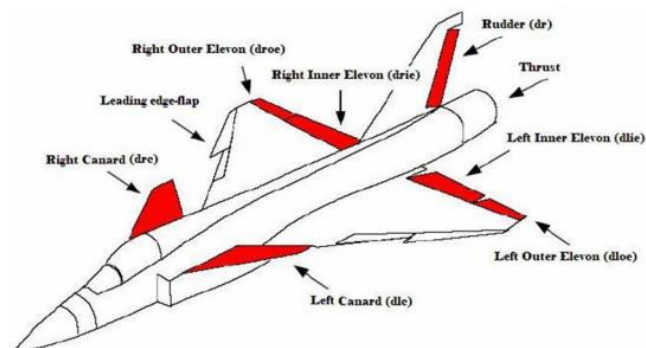
Ciri-ciri	Bagian Spesifik	
Sayap	Jenis Sayap	<i>Rotary Wings</i>
		<i>Fixed Wings</i>
	Penempatan Sayap	<i>High Wings</i>
		<i>Mid Wings</i>
		<i>Low Wings</i>
		<i>Don't Have Wings Placement</i>
	Jumlah Sayap	<i>Monoplane</i>
		<i>Biplane</i>
		<i>Triplane</i>
		<i>Don't Have Wings</i>
	Arah Sayap	<i>Straight Wings</i>
		<i>Sweptback Wings</i>
		<i>Forward Swept Wings</i>
		<i>Delta Wings</i>
		<i>Rotor Wings</i>
	Mesin	Jenis Mesin
<i>Turbo Jet</i>		
<i>Turbo Prop</i>		
<i>Turbo Fan</i>		
<i>Turbo Shaft</i>		
Jumlah Mesin		<i>One Machine</i>
		<i>Two Machine</i>
		<i>Three Machine</i>
		<i>Four Machine</i>

	Posisi Mesin	<i>Five Machine</i>
		<i>Six Machine</i>
		<i>On The Wings</i>
		<i>Behind Fuselage</i>
		<i>Above Fuselage</i>
		<i>Behind Cabin</i>
		<i>Above Cabin</i>
		<i>In Fuselage</i>
		<i>Front Fuselage</i>
		<i>Close To the Fuselage</i>
Badan Pesawat	Badan Pesawat	<i>Subsonic</i>
		<i>Supersonic</i>
		<i>High-Capacity Subsonic</i>
		<i>High-maneuverability Supersonic</i>
		<i>Flying Boat</i>
		<i>Hypersonic</i>
		<i>Dragonfly</i>
Ekor Pesawat	Bentuk Ekor Pesawat	<i>Conventional Tail</i>
		<i>Twin Tail</i>
		<i>T-Tail</i>
		<i>Cruciform Tail</i>
		<i>H-Tail</i>
		<i>V-Tail</i>
		<i>No Tail (Double Main Rotor)</i>
		<i>Tail Rotor</i>
		<i>Don't Have Tail</i>
<i>Landing Gear</i>	<i>Jenis Landing Gear</i>	<i>Folded Wheels</i>
		<i>Wheels Not Folded</i>
		<i>Skids</i>
Alat Kendali Tambahan	<i>Canard</i>	<i>Have Canard</i>
		<i>Don't Have Canard</i>

Persenjataan	Persenjataan	<i>Have Weaponary</i>
		<i>Don't Have Any Weapon</i>
Warna	Warna	Lo reng
		<i>Light Grey</i>
		<i>Dark Grey</i>
		<i>White</i>
		<i>Black</i>
		<i>Dark Green</i>
		<i>Yellow</i>
		<i>Sand</i>
		<i>Red</i>
<i>Dark Blue</i>		



Gambar 3.2. Ciri Spesifik Pesawat Udara Sipil
(sumber : (Munjulury, 2009))

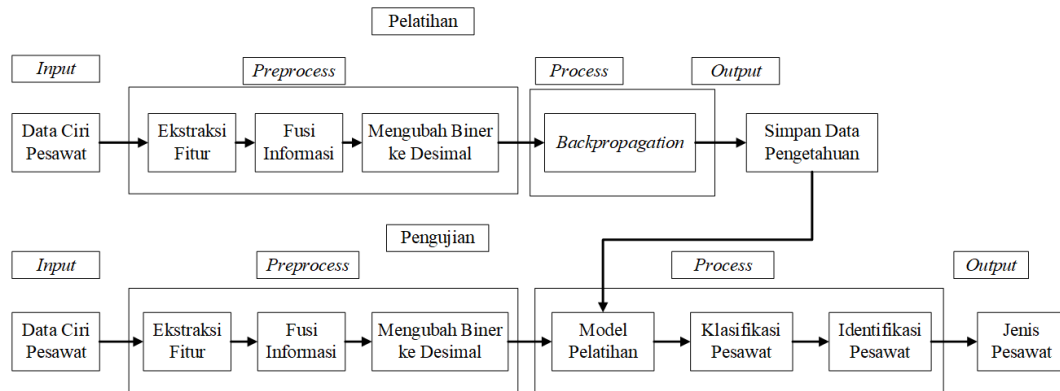


Gambar 3.3. Ciri Spesifik Pesawat Udara Militer
(sumber : (Zhang et al., 2007))

Gambar 3.2 merupakan contoh bentuk dari pesawat udara sipil dan beberapa fitur yang ada pada pesawat udara sipil. Gambar 3.3 merupakan contoh bentuk dari pesawat udara militer yang memiliki fitur *canard* dan fitur lainnya.

3.3. Teknik Pengolahan Data

Teknik pengolahan data terbagi menjadi 2 yaitu bagian pelatihan dan bagian pengujian. Alur teknik pengolahan data dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Diagram Blok

Kerja sistem adalah pada proses pelatihan, memasukkan data ciri pesawat contohnya yaitu jenis sayap, penempatan sayap, jenis mesin, jumlah mesin, bentuk badan pesawat, bentuk ekor. Data ciri pesawat akan diolah pada ekstraksi fitur yang mengubah data ciri pesawat menjadi bilangan biner yang telah ditentukan sebelumnya dan merujuk pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Sumari et al., 2009). Pada fusi informasi akan dilakukan penggabungan fitur yang telah diolah pada ekstraksi fitur dan menjadi 4 fitur utama dan 1 fitur tambahan yaitu *wings, engine, fuselage, tail* dan *additional features*. Data yang telah difusikan akan dilakukan perubahan bilangan ke bentuk desimal yang nantinya digunakan pada pelatihan dengan metode *backpropagation*. Data hasil dari pelatihan *backpropagation* akan disimpan sebagai data pengetahuan dan nanti akan digunakan sebagai pengujian. Pada proses pengujian, data ciri pesawat akan diolah seperti pada proses pelatihan dan pada model pelatihan, dilakukan pengambilan data yang telah diuji sebelumnya dan dilakukan pengklasifikasian dengan metode *backpropagation* untuk menentukan *class* pesawat dari ciri yang dimasukkan dan tahap terakhir adalah identifikasi pesawat dengan *hamming distance* untuk menentukan jenis pesawat.

1.3.1 Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur pada penelitian ini yaitu mengubah ciri-ciri pesawat yang telah disebutkan pada Tabel 3.1 menjadi bilangan biner yang telah dilakukan oleh (Sumari et al., 2009). Hasil ekstraksi fitur dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Tabel Ciri-ciri Pesawat Beserta Ekstraksi Fitur

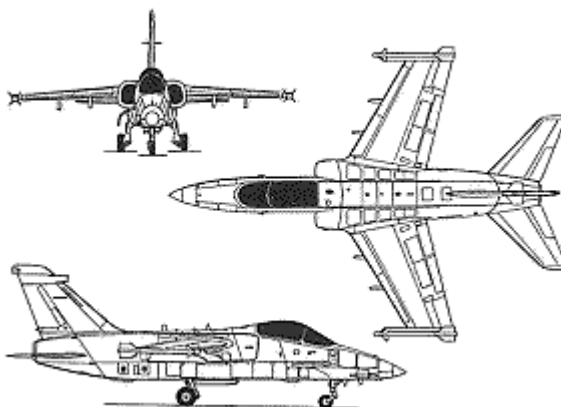
Ciri-ciri	Bagian Spesifik	Binary	
Sayap	Jenis Sayap	<i>Rotary Wings</i>	0000000000000001
		<i>Fixed Wings</i>	0000000000000010
	Penempatan Sayap	<i>High Wings</i>	0000000000000100
		<i>Mid Wings</i>	0000000000001000
		<i>Low Wings</i>	0000000000010000
		<i>Don't Have Wings Placement</i>	0000000000100000
	Jumlah Sayap	<i>Monoplane</i>	0000000001000000
		<i>Biplane</i>	0000000010000000
		<i>Triplane</i>	0000000100000000
		<i>Don't Have Wings</i>	0000000100000000
	Arah Sayap	<i>Straight Wings</i>	0000010000000000
		<i>Sweptback Wings</i>	0000100000000000
		<i>Forward Swept Wings</i>	0001000000000000
		<i>Delta Wings</i>	0010000000000000
		<i>Rotor Wings</i>	0100000000000000
	Mesin	Jenis Mesin	<i>Piston</i>
<i>Turbo Jet</i>			0010000000000100
<i>Turbo Prop</i>			0001000000001000
<i>Turbo Fan</i>			0000100000010000
<i>Turbo Shaft</i>			0000010000100000
Jumlah Mesin		<i>One Machine</i>	0000001001000000
		<i>Two Machine</i>	0000000110000000
		<i>Three Machine</i>	1000000110000000
		<i>Four Machine</i>	1000000110000010

		<i>Five Machine</i>	1000001001000010
		<i>Six Machine</i>	0100001001000010
	Posisi Mesin	<i>On The Wings</i>	0010010010000100
		<i>Behind Fuselage</i>	0001001100001000
		<i>Above Fuselage</i>	0000100011010000
		<i>Behind Cabin</i>	0000000100000011
		<i>Above Cabin</i>	0000010010000001
		<i>In Fuselage</i>	0000000000000011
		<i>Front Fuselage</i>	0000011100100000
		<i>Close To the Fuselage</i>	0000110001000000
Badan Pesawat		Badan Pesawat	<i>Subsonic</i>
	<i>Supersonic</i>		0000000100001000
	<i>High-Capacity Subsonic</i>		0000000010000100
	<i>High-Maneuverability Supersonic</i>		0000000001000010
	<i>Flying Boat</i>		0000000000100001
	<i>Hypersonic</i>		0000000001000100
	<i>Dragonfly</i>		0000000010001000
Ekor Pesawat	Bentuk Ekor Pesawat	<i>Conventional Tail</i>	0000000100010000
		<i>Twin Tail</i>	0000010000100100
		<i>T-Tail</i>	0000001000100000
		<i>Cruciform Tail</i>	0000010001000000
		<i>H-Tail</i>	0000100010000000
		<i>V-Tail</i>	0001000100000000
		<i>No Tail (Double Main Rotor)</i>	0000011010000001
		<i>Tail Rotor</i>	0010001000000000
		<i>Don't Have Tail</i>	1000000000100100
<i>Landing Gear</i>	<i>Jenis Landing Gear</i>	<i>Folded Wheels</i>	0100010000000000
		<i>Wheels Not Folded</i>	1000100000000000

		<i>Skids</i>	1100010000001000
Alat Kendali Tambah	<i>Canard</i>	<i>Have Canard</i>	1010001000000100
		<i>Don't Have Canard</i>	1001000100000010
Persenjataan	Persenjataan	<i>Have Weaponary</i>	1000100010000000
		<i>Don't Have Any Weapon</i>	1000010001000000
Warna	Warna	<i>Loreng</i>	0011100000000000
		<i>Light Grey</i>	0000000001110000
		<i>Dark Grey</i>	0011000110001000
		<i>White</i>	0000001110000110
		<i>Black</i>	0001111100011000
		<i>Dark Green</i>	0001110000000000
		<i>Yellow</i>	0000000011100000
		<i>Sand</i>	0011001110000000
		<i>Red</i>	1100111100000000
		<i>Dark Blue</i>	1011000011000000

1.3.2 Kerja Fusi Informasi

Kerja fusi informasi pada penelitian ini adalah menggabungkan ciri pesawat tempur yang telah diekstraksi fitur dan menggabungkan menjadi 4 fitur utama dan 1 fitur tambahan. Fusi informasi digunakan pada metode JST-BP untuk mempercepat proses dan meningkatkan akurasi pada pelatihan dan pengujian. Pada bagian ini peneliti mengambil salah satu contoh pesawat udara tempur yang memiliki nama ALENIA AMX yang dapat dilihat pada Gambar 3.6 yaitu sketsa pesawat militer ALENIA AMX dan 3.7 merupakan bentuk pesawat ALENIA AMX.



Gambar 3.5. Sketsa Pesawat Militer ALENIA AMX

(sumber : <https://contentzone.eurocontrol.int/aircraftperformance/default.aspx?>)



Gambar 3.6. Pesawat Militer ALENIA AMX

(sumber : <https://contentzone.eurocontrol.int/aircraftperformance/default.aspx?>)

Tabel 3.3. Kerja Fusi Informasi

No	Parameter Pesawat	Ciri Pada Pesawat ALENIA AMX	Ekstrasi Fitur	Fusi Informasi (X-OR)
1	Jenis Sayap	<i>Fixed Wings</i>	0000000000000010	0000100001000110
2	Penempatan Sayap	<i>High Wings</i>	0000000000000100	
3	Jumlah Sayap	<i>Monoplane</i>	0000000001000000	

4	Arah Sayap	<i>Sweptback Wings</i>	0000100000000000	
5	Jenis Mesin	<i>Turbo Jet</i>	0010000000000100	
6	Jumlah Mesin	<i>One Machine</i>	0000001001000000	0010001001000111
7	Posisi Mesin	<i>In Fuselage</i>	0000000000000011	
8	Badan Pesawat	<i>High- Maneuverability Supersonic</i>	0000000001000010	0000000001000010
9	Bentuk Ekor Pesawat	<i>Conventional Tail</i>	0000000100010000	0000000100010000
10	Jenis Landing Gear	<i>Folded Wheels</i>	0100010000000000	
11	<i>Canard</i>	<i>Don't Have Canard</i>	1001000100000010	0101110111110010
12	Persenjataan	<i>Have Weaponary</i>	1000100010000000	
13	Warna	<i>Light Grey</i>	0000000001110000	

Tabel 3.3. Menunjukkan ciri-ciri dari pesawat udara militer ALENIA AMX yang kemudian ciri pesawat ALENIA AMX akan diekstraksi fitur menjadi biner yang telah dibuat sebelumnya dan ekstraksi fitur dari pesawat ALENIA AMX digabung menjadi 5 data fitur utama dengan menggunakan gerbang logika *X-OR* yang menghasilkan data biner 0000100001000110, 0010001001000111, 0000000001000010, 0000000100010000 dan 0101110111110010.

3.4. Uji Coba Sistem

Berikut adalah uji coba sistem dengan menggunakan perhitungan manual pada metode *backpropagation* dan perhitungan *confusion matrix*.

3.4.1 Uji Coba Metode

Uji Coba ini menggunakan data pesawat militer ALENIA AMX, penggunaan pada perhitungan ini menggunakan 1 *hidden layer* dengan 2 *node hidden layer*. Bobot pada *hidden layer* adalah [0.1, 0.12] [0.06, 0.04] [0.01, 0.08] [0.1, 0.2] [0.16, 0.13] dan bobot pada *output layer* adalah [0.12, 0.13, 0.05, 0.01] [0.13, 0.11, 0.07,

0.03] serta untuk bias pada *hidden layer* dan *output layer* adalah 1. Target *output* adalah [0.99, 0.01, 0.01, 0.01], untuk 0,99 pada angka pertama menandakan bahwa targetnya adalah pesawat militer. *Learning rate* yang digunakan adalah 0.1 dan dilakukan 1 kali iterasi. Pertama adalah melakukan normalisasi pada fitur utama pesawat militer ALENIA AMX yaitu mengubah fitur biner ke *comma binary* dan selanjutnya diubah ke bilangan desimal. Nilai fitur utama pesawat militer ALENIA AMX adalah [0000100001000110, 0010001001000111, 0000000001000010, 0000000100010000, 0101110111110010] dan akan menghasilkan bilangan desimal [0.12927, 0.53558, 0.00402, 0.01660, 1.46789] selanjutnya nilai fitur yang telah diubah menjadi bilangan desimal akan digunakan sebagai data input pada metode *backpropagation*.

Langkah Maju (*Feed Forward*)

Hidden Layer

$$h1 = (x1 * w11) + (x2 * w12) + (x3 * w13) + (x4 * w14) + (x5 * w15) + b1$$

$$h1 = (0.12927 * 0.1) + (0.53558 * 0.06) + (0.00402 * 0.01) + (0.01660 * 0.1) + (1.46789 * 0.16) + 1$$

$$h1 = 1.281624$$

Nilai H1 akan dimasukkan ke fungsi *sigmoid*

$$out_{h1} = 1/(1 + e^{-h1})$$

$$out_{h1} = 1/(1 + e^{-1.281624})$$

$$out_{h1} = 0.782726$$

Cara diatas digunakan juga untuk mencari nilai out_{h2} dan mendapatkan nilai 0.774064

Output Layer

$$o1 = (out_{h1} * w21) + (out_{h2} * w22) + b2$$

$$o1 = (0.782726 * 0.12) + (0.774064 * 0.13) + 1$$

$$o1 = 1.194555$$

Nilai o1 akan dimasukkan ke fungsi aktivasi *sigmoid*

$$out_{o1} = 1/(1 + e^{-o1})$$

$$out_{o1} = 1/(1 + e^{-1.194555})$$

$$out_{o1} = 0.767555$$

Cara diatas digunakan juga untuk mencari nilai out_{o2} , out_{o3} dan out_{o4} dan mendapatkan nilai 0.766186, 0.749006 dan 0.737119.

Menghitung Total Error

$$E_{total} = \frac{1}{2} (target - out_{o1})^2$$

$$E_{total} = \frac{1}{2} (0.99 - 0.767555)^2 + \frac{1}{2} (0.01 - 0.766186)^2 \\ + \frac{1}{2} (0.01 - 0.749006)^2 + \frac{1}{2} (0.01 - 0.737119)^2$$

$$E_{total} = 0.848065$$

Langkah Mundur (*Backward Pass*)

Update bobot pada *output layer*, yang digunakan *chain rules*

$$\frac{\partial E_{total}}{\partial w21} = \frac{\partial E_{total}}{\partial out_{o1}} * \frac{\partial out_{o1}}{\partial net_{o1}} * \frac{\partial net_{o1}}{\partial w21}$$

Untuk $\frac{\partial E_{total}}{\partial out_{o1}}$

$$\frac{\partial E_{total}}{\partial out_{o1}} = 2 * \frac{1}{2} (target - out_{o1})^{2-1} * (-1) + 0$$

$$\frac{\partial E_{total}}{\partial out_{o1}} = -(target - out_{o1})$$

$$\frac{\partial E_{total}}{\partial out_{o1}} = -(0.99 - 0.767555)$$

$$\frac{\partial E_{total}}{\partial out_{o1}} = -0.222455$$

Untuk $\frac{\partial out_{o1}}{\partial net_{o1}}$

$$\frac{\partial out_{o1}}{\partial net_{o1}} = out_{o1} (1 - out_{o1})$$

$$\frac{\partial out_{o1}}{\partial net_{o1}} = -0.222455 * (1 - (-0.222455))$$

$$\frac{\partial out_{o1}}{\partial net_{o1}} = -0.27193$$

Untuk $\frac{\partial net_{o1}}{\partial w21}$

$$\frac{\partial net_{o1}}{\partial w21} = 1 * out_{h1} * w21^{(1-1)} + 0 + 0$$

$$\frac{\partial net_{o1}}{\partial w21} = out_{h1}$$

$$\frac{\partial net_{o1}}{\partial w_{21}} = 0.782726$$

Menggabungkan semua ke rumus awal

$$\frac{\partial E_{total}}{\partial w_{21}} = (-0.222455) * (-0.27193) * 0.782726$$

$$\frac{\partial E_{total}}{\partial w_{21}} = 0.047346$$

Update bobot pada w_{21}^+

$$w_{21}^+ = w_{21} - learning\ rate * \frac{\partial E_{total}}{\partial w_{21}}$$

$$w_{21}^+ = 0.12 - 0.1 * 0.047346$$

$$w_{21}^+ = 0.115265$$

Cara diatas digunakan untuk mencari w_{22}^+ , w_{23}^+ , w_{24}^+ , w_{25}^+ , w_{26}^+ , w_{27}^+ dan w_{28}^+ dan mendapatkan nilai seperti pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4. Update Bobot Pada Output Layer

Weight	New Weight Value
w_{22}^+	0.125317
w_{23}^+	0.119087
w_{24}^+	0.099208
w_{25}^+	0.038843
w_{26}^+	0.058967
w_{27}^+	-0.00129
w_{28}^+	0.018832

Update bobot pada *hidden layer*

$$\frac{\partial E_{total}}{\partial w_{11}} = \frac{\partial E_{total}}{\partial out_{h1}} * \frac{\partial out_{h1}}{\partial net_{h1}} * \frac{\partial net_{h1}}{\partial w_{11}}$$

Untuk $\frac{\partial E_{total}}{\partial out_{h1}}$

$$\frac{\partial E_{total}}{\partial out_{h1}} = \frac{\partial E_{o1}}{\partial out_{h1}} + \frac{\partial E_{o2}}{\partial out_{h1}} + \frac{\partial E_{o3}}{\partial out_{h1}} + \frac{\partial E_{o4}}{\partial out_{h1}}$$

Untuk $\frac{\partial E_{o1}}{\partial out_{h1}}$

$$\frac{\partial E_{o1}}{\partial out_{h1}} = \frac{\partial E_{o1}}{\partial net_{o1}} * \frac{\partial net_{o1}}{\partial out_{h1}}$$

Untuk $\frac{\partial E_{o1}}{\partial net_{o1}}$

$$\frac{\partial E_{o1}}{\partial net_{o1}} = \frac{\partial E_{o1}}{\partial out_{o1}} * \frac{\partial out_{o1}}{\partial net_{o1}}$$

$$\frac{\partial E_{o1}}{\partial net_{o1}} = -0.222455 * -0.27193$$

$$\frac{\partial E_{o1}}{\partial net_{o1}} = 0.060492$$

Untuk $\frac{\partial net_{o1}}{\partial out_{h1}}$ nilainya sama dengan bobot pada output layer yaitu w21, selanjutnya

nilai dimasukkan kedalam rumus

$$\frac{\partial E_{total}}{\partial out_{h1}} = \frac{\partial E_{o1}}{\partial out_{h1}} = 0.060492 * 0.12$$

$$\frac{\partial E_{total}}{\partial out_{h1}} = \frac{\partial E_{o1}}{\partial out_{h1}} = 0.00725$$

Cara diatas dilakukan juga pada $\frac{\partial E_{o2}}{\partial out_{h1}}, \frac{\partial E_{o3}}{\partial out_{h1}}, \frac{\partial E_{o4}}{\partial out_{h1}}, \frac{\partial E_{o1}}{\partial out_{h2}}, \frac{\partial E_{o2}}{\partial out_{h2}}, \frac{\partial E_{o3}}{\partial out_{h2}}, \frac{\partial E_{o4}}{\partial out_{h2}}$

dan mendapatkan hasil seperti pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Perhitungan *Update* Bobot Pada *Hidden Layer*

Rumus	Hasil
$\frac{\partial E_{o2}}{\partial out_{h1}}$	0.007259
$\frac{\partial E_{o3}}{\partial out_{h1}}$	0.007127
$\frac{\partial E_{o4}}{\partial out_{h1}}$	0.001443
$\frac{\partial E_{o1}}{\partial out_{h2}}$	0.004863
$\frac{\partial E_{o2}}{\partial out_{h2}}$	0.015335
$\frac{\partial E_{o3}}{\partial out_{h2}}$	0.009977
$\frac{\partial E_{o4}}{\partial out_{h2}}$	0.004328

$$\frac{\partial E_{total}}{\partial out_{h1}} = 0.00725 + 0.007259 + 0.007127 + 0.001443 = 0.022799$$

$$\frac{\partial E_{total}}{\partial out_{h2}} = 0.004863 + 0.015335 + 0.009977 + 0.004328 = 0.037505$$

Untuk $\frac{\partial out_{h1}}{\partial net_{h1}}$

$$\frac{\partial out_{h1}}{\partial net_{h1}} = out_{h1}(1 - out_{h1}) = 0.782726 * (1 - 0.782726)$$

$$\frac{\partial out_{h1}}{\partial net_{h1}} = 0.170066$$

Untuk $\frac{\partial net_{h1}}{\partial w_{11}}$ nilai sama dengan nilai *input* yaitu 0.12927

Semua nilai dimasukkan kedalam rumus awal

$$\frac{\partial E_{total}}{\partial w_{11}} = 0.022799 * 0.170066 * 0.12927$$

$$\frac{\partial E_{total}}{\partial w_{11}} = 0.000501$$

Update bobot pada w_{11}^+

$$w_{11}^+ = w_{11} - learning\ rate * \frac{\partial E_{total}}{\partial w_{11}}$$

$$w_{11}^+ = 0.12927 - 0.1 * 0.000501$$

$$w_{11}^+ = 0.09995$$

Cara diatas digunakan untuk mencari w_{12}^+ , w_{13}^+ , w_{14}^+ , w_{15}^+ , w_{16}^+ , w_{17}^+ , w_{18}^+ , w_{19}^+ dan w_{20}^+ dan mendapatkan nilai seperti pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6. Update Bobot Pada Hidden Layer

Weight	New Weight Value
w_{12}^+	0.059792
w_{13}^+	0.009998
w_{14}^+	0.099999
w_{15}^+	0.159431
w_{16}^+	0.119915
w_{17}^+	0.039649
w_{18}^+	0.079997
w_{19}^+	0.199989
w_{20}^+	0.129037

dari iterasi pertama telah berhasil melakukan *update* pada bobot dan mendapatkan *error* yaitu 0.848065 untuk mendapatkan nilai yang lebih optimal maka diperlukan perhitungan selanjutnya.

3.4.2 Uji Coba *Matrix Confussion*

155 data ciri pesawat terbang yang telah dilakukan ekstraksi fitur dan melakukan fusi informasi. Data digunakan sebagai data pelatihan dan data pengujian dengan ratio 80%:20%. Pemilihan data pelatihan dan data pengujian dilakukan secara random. Hasil uji coba sistem dapat dilihat pada Tabel 3.7 sampai Tabel 3.9.

Tabel 3.7. *Confusion Matrix* Pada Uji Coba Sistem

<i>Class</i>		Data Sebenarnya			
		0	1	2	3
Data Prediksi	0	7	1	0	1
	1	0	6	1	0
	2	2	0	2	3
	3	0	3	1	4

Tabel 3.8. Tabel Penentuan *True Positif*, *True Negatif*, *False Positif* dan *False Negatif* Pada Uji Coba Sistem

<i>Class</i>	<i>True Positif</i>	<i>True Negatif</i>	<i>False Positif</i>	<i>False Negatif</i>
0	7	20	2	2
1	6	20	4	1
2	2	22	2	5
3	4	19	4	4

Tabel 3.9. Hasil Perhitungan *Precision*, *Recall*, *F1-Score* dan *Accuracy* Pada Uji Coba Sistem

<i>Class</i>	<i>Precision</i>	<i>Recall</i>	<i>F1-Score</i>	<i>Accuracy</i>
0	$7/(7+2) = 0,78$	$7/(7+2) = 0,78$	$(2 \times 7)/(2 \times 7) + 2 + 2 = 0,78$	$(7+20)/(7+20+2+2) = 0,87$

1	$6/(6+4) =$ 0,6	$6/(6+1) =$ 0,86	$(2 \times 6)/(2 \times 6) + 4 + 1$ $= 0,71$	$(6+20)/(6+20+4+1)$ $= 0,84$
2	$2/(2+2) =$ 0,5	$2/(2+5) =$ 0,29	$(2 \times 2)/(2 \times 2) + 2 + 5$ $= 0,36$	$(2+22)/(2+22+2+5)$ $= 0,77$
3	$4/(4+4) =$ 0,5	$4/(4+4) =$ 0,5	$(2 \times 4)/(2 \times 4) + 4 + 4$ $= 0,5$	$(4+19)/(4+19+4+4)$ $= 0,74$

Tabel 3.9 merupakan hasil perhitungan data menggunakan *confusion matrix* dan akurasi yang didapatkan pada setiap *class* mendapatkan nilai yang baik. Pada Tabel 3.8 merupakan hasil pencarian *True Positif*, *True Negatif*, *False Positif* dan *False Negatif*. Untuk *True Positif* pada 4 label data didapatkan dari kolom yang diberi warna *orange* muda pada Tabel 3.7. Untuk *True Negatif* didapatkan dengan menjumlahkan semua total angka pada kolom yang tidak diberi warna kuning yang berarti pada label 1 yaitu penjumlahan dari $7 + 0 + 1 + 2 + 2 + 3 + 0 + 1 + 4 = 20$. Untuk *False Positif* didapatkan dari penjumlahan seluruh angka yang telah diberi warna kuning secara vertikal dan sesuai dengan label yang akan dihitung, jika yang akan dihitung label 1 maka penjumlahannya adalah $1 + 0 + 3 = 4$. Kemudian untuk *False Negatif* didapatkan dari penjumlahan seluruh angka yang diberi warna kuning secara horizontal dan sesuai dengan label yang akan dihitung, jika yang akan dihitung label 1 maka penjumlahannya adalah $0 + 1 + 0 = 1$. Pengertian dari *True Positif* adalah kondisi ketika hasil yang diinginkan sama dengan hasil prediksi, *True Negatif* adalah kondisi dimana hasil yang diharapkan salah tetapi program memprediksinya dengan benar, *False Positif* adalah kondisi dimana ketika hasil prediksi tidak sesuai dengan apa yang diinginkan dan *False Negatif* adalah kondisi dimana ketika hasil yang diinginkan salah dan hasil prediksi program juga salah.