

# APLIKASI JARINGAN SYARAF UNTUK IDENTIFIKASI EFEK RADIASI PADA BAHAN

**Mike Susmikanti**

Pusat Pengembangan Informasi Nuklir-BATAN  
Kawasan PUSPIPTEK Gd. 71, Serpong, Tangerang  
Telp. 7560905, FAX. 7560923 Email : mike@batan.go.id

## **Abstract**

*Dalam bidang industri khususnya dalam pembangunan instalasi nuklir merupakan suatu hal yang penting untuk mengetahui kondisi bahan atau material yang digunakan. Terdapat beberapa macam perubahan dari bahan yang digunakan diantaranya akibat umur, temperatur serta efek radiasi. Pemodelan dan simulasi merupakan salah satu cara membantu mendukung suatu keputusan yang diberikan untuk mengetahui apakah perubahan suatu bahan diakibatkan pengaruh umur, temperatur tinggi maupun efek radiasi. Pengenalan pola dari perubahan bahan berbasis kecerdasan buatan diharapkan dapat membantu para ahli yang menekuni masalah instalasi nuklir. Terdapat bermacam-macam bahan yang digunakan dan terdapat pula beberapa jenis instalasi nuklir. Pengamatan bahan menggunakan beberapa alat laboratorium. Mikrostruktur bahan diperoleh diantaranya dengan Transmission Electron Microscopy (TEM) dan struktur polanya dikonversi dengan pengolahan citra. Untuk menentukan karakteristik pola tersebut, dianalisis dengan prinsipal komponen. Pemodelan berbasis kecerdasan buatan merupakan pembelajaran dan adaptasi suatu obyek pada sistim jaringan syaraf. Metoda Perceptron dan Back Propagation merupakan salah satu metoda pembelajaran dengan pengawasan pada sistem jaringan syaraf. Dalam hal ini dipilih metoda perceptron yang sesuai dalam kasus ini. Diperlukan rancangan spesifikasi dalam sistim jaringan syaraf untuk identifikasi yang terdiri dari sekumpulan neuron dan input yang diperlukan. Spesifikasi digunakan untuk membedakan klasifikasi pada pengenalan pola perubahan bahan yang diakibatkan umur, temperatur, efek radiasi atau yang belum mengalami perubahan. Dalam pembelajaran dan pelatihan data diambil beberapa data contoh, kemudian dilakukan simulasi. Proses pengenalan pola secara keseluruhan menggunakan MATLAB.*

*Kata Kunci : Bahan, Efek Radiasi, Pengenalan Pola.*

## **PENDAHULUAN**

Kondisi bahan atau material yang digunakan pada reaktor nuklir merupakan hal yang utama. Beberapa macam perubahan dari kondisi bahan yang digunakan, antara lain karena pengaruh umur, temperatur serta pengaruh radiasi. Pengamatan dalam bentuk struktur bahan merupakan salah satu langkah untuk mengetahui kondisi bahan setelah mengalami perubahan diakibatkan beberapa pengaruh tersebut diatas. Beberapa penelitian dan diskusi telah dilakukan untuk melihat perubahan secara mendasar dan aspek teknologi dari perubahan sifat material dalam lingkungan radiasi. Pemodelan dan simulasi merupakan salah satu cara membantu mendukung suatu keputusan yang diberikan untuk mengetahui apakah perubahan suatu bahan diakibatkan pengaruh umur, temperatur tinggi maupun efek radiasi. Pengenalan pola pada struktur bahan akibat perubahan diatas, berbasis kecerdasan buatan diharapkan dapat membantu sebagian usaha pengendalian untuk para

ahli yang menekuni masalah instalasi nuklir. Terdapat bermacam-macam bahan yang digunakan diantaranya adalah austenitic steel dan ferritic steel. Terdapat pula beberapa jenis instalasi nuklir diantaranya adalah reaktor cepat, reaktor fusi, reaktor gas. Dalam simulasi ini sebagai sampel diambil mikrostruktur dari austenitic steel dan ferritic steel. Berbagai percobaan dan penelitian telah dilakukan saat ini untuk menguji ketahanan atau kekuatan bahan tersebut. Terdapat beberapa macam perubahan dari bahan yang digunakan dalam pemakaian kelongsong bahan bakar ditinjau dari sifat mekanisnya diantaranya adalah perubahan akibat umur, temperatur serta akibat radiasi yang dikenakan. Akibat dari perubahan bahan dapat menyebabkan korosi serta creep dan fatigue [8]. Percobaan pengamatan dalam bentuk struktur bahan menggunakan beberapa alat laboratorium, diantaranya menggunakan Transmission Electron Microscopy (TEM), Scanning Electron Microscopy (SEM) dan Micrograf.

Dalam pembelajaran dan pelatihan data akan diambil beberapa data contoh, kemudian dilakukan beberapa

simulasi untuk data lain. Pemodelan berbasis kecerdasan buatan merupakan pembelajaran dan adaptasi dari suatu obyek pada sistim jaringan syaraf. Metoda Perceptron dan Back Propagation merupakan salah satu metoda pembelajaran dengan pengawasan pada sistem jaringan syaraf. Dalam hal ini dipilih metoda perceptron yang sesuai pada kasus ini. Diperlukan suatu rancangan spesifikasi khusus dalam sistim jaringan syaraf untuk identifikasi yang terdiri dari sekumpulan neuron dan input yang diperlukan [1, 4]. Spesifikasi ini digunakan untuk membedakan klasifikasi pada pengenalan pola perubahan bahan yang diakibatkan umur, temperatur, efek radiasi ataupun yang belum mengalami perubahan. Mikrostruktur dari data contoh yang diteliti menggunakan data laboratorium dan data pustaka. Struktur polanya dapat dikonversi dengan pengolahan citra. Karakteristik dari struktur tersebut diatas dianalisis dengan prinsipal komponen. Klasifikasi dan identifikasi dilakukan dalam sistim jaringan syaraf [8]. Keseluruhan dari pemodelan dan simulasi ini menggunakan program MATLAB. Untuk menentukan karakteristik dari pola tersebut, dianalisis dengan prinsipal komponen.

#### AUSTENITIC STEEL DAN FERRITIC STEEL

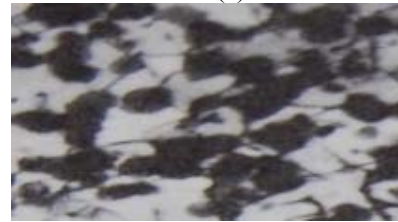
*Austenitic Steel* dan *Ferritic Steel* merupakan campuran logam yang cukup banyak mengandung khrom. Khrom merupakan logam yang tahan korosi (tahan karat). Perpaduan khrom dengan besi dan nikel menghasilkan baja tahan karat. Baja tahan karat merupakan senyawa besi yang mengandung setidaknya 10,5% khrom, untuk mencegah proses pengamatan. Baja merupakan campuran logam yang komponen utamanya adalah besi, dengan karbon sebagai material pencampur logam utama. Karbon bekerja sebagai unsur peneras, mencegah atom besi yang secara alami begeser satu sama lain. Dengan memvariasikan jumlah karbon dan penyebaran campuran logam, dapat mengontrol kualitas baja. Baja dengan peningkatan jumlah karbon dapat memperkeras dan memperkuat besi. Baja merupakan campuran logam (*alloy*) besi-karbon dengan kadar karbon sampai 5,1 persen. Didalam metalurgi, baja tahan-karat dinyatakan sebagai campuran logam baja dengan minimum isi unsur logam pelapis 11,5% dari massa. Baja tahan-karat mempunyai jumlah unsur logam pelapis yang cukup sehingga unsur oksida logam pelapis mencegah lebih lanjut karat.

Dalam reaktor, setiap bahan secara langsung maupun tidak langsung akan mengalami perubahan didalam mikrostrukturnya dikarenakan efek radiasi, temperatur serta umur. Adapun percobaan pengamatan dalam bentuk struktur bahan, menggunakan beberapa alat laboratorium, diantaranya menggunakan *Transmission Electron Microscopy (TEM)*. Hasil dari mikrostruktur dari jenis campuran logam tersebut diatas dikarenakan efek radiasi, temperatur, umur serta struktur yang

belum mengalami perubahan ditampilkan pada gambar berikut.



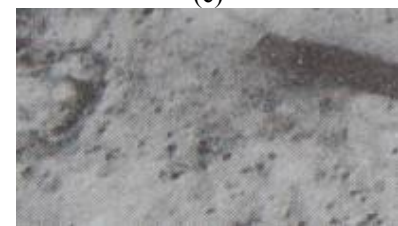
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 1. Mikrostruktur bahan (a) sebelum perubahan (b) faktor temperatur (c) faktor umur (d) efek radiasi

#### SISTIM PENGENALAN POLA PADA BAHAN

Pengenalan pola terhadap bahan dikarenakan pengaruh efek radiasi, efek temperatur, umur dan yang belum mengalami perubahan meliputi tiga tahapan. pengolahan citra, analisis prinsipal komponen dan jaringan syaraf. Mikrostruktur dari preparasi contoh dikarenakan pengaruh efek radiasi, efek temperatur, umur dan yang belum mengalami perubahan telah dianalisis sebelumnya di laboratorium yang dapat menggunakan berbagai alat diantaranya mikroskop, mikroskop optik, ataupun SEM dan TEM. Struktur pola dalam bentuk gambar atau foto digital dapat dikonversi dengan proses pengolahan citra menjadi bentuk digital. Untuk menentukan karakteristik dari pola tersebut, dianalisis dengan prinsipal komponen. Untuk mengidentifikasi apakah suatu bahan

dikarenakan pengaruh efek radiasi, efek temperatur, umur dan yang belum mengalami perubahan digunakan kecerdasan jaringan syaraf. Dalam pembelajaran dan pelatihan data akan diambil beberapa mikrostruktur dari data contoh hasil preparasi ataupun dari data pustaka untuk bahan yang terkena pengaruh efek radiasi, efek temperatur, umur dan yang belum mengalami perubahan kemudian dilakukan beberapa simulasi.

Suatu pola mempunyai suatu tekstur khusus, dengan berbagai variasi dalam tingkat keabuan atau warna. Rata-rata tingkat keabuan dan simpangan baku dinyatakan sebagai momen. Rata-rata dihubungkan dengan momen pertama, simpangan baku tergantung pada momen kedua dan terdapat beberapa ukuran lainnya yang digunakan untuk menyatakan karakteristik suatu daerah tekstur diantaranya Skewnes dan Kurtosis [6, 7]. Secara umum momen dinyatakan sebagai,

$$M_n = \frac{\sum (x - \bar{x})^n}{N} \quad (1)$$

dimana N adalah jumlah titik-titik data, dan n adalah urutan dari momen.

Skewnes dan Kurtosis atau kemelunjuran dan kemencengan didefinisikan sebagai,

$$S_k = \frac{1}{N} \sum \left( \frac{(x - \bar{x})}{\sigma} \right)^3$$

$$Kurt = \frac{1}{N} \sum \left( \frac{(x - \bar{x})}{\sigma} \right)^4 - 3 \quad (2)$$

Hal ini digunakan untuk menghitung statistik terhadap window/jendela dan nilai piksel pada pusat jendela dan sekitarnya seperti halnya simpangan baku dan keragaman.

Prinsipal komponen analisis (PCA) adalah teknik untuk menyederhanakan kumpulan data dengan mengurangi kumpulan data banyak dimensi menjadi dimensi yang lebih rendah [3]. Analisis ini adalah suatu transformasi linier orthogonal yang mentransformasi data ke sistem koordinat baru, sehingga keragaman terbesar dengan suatu proyeksi berada pada koordinat pertama (disebut prinsipal komponen pertama), keragaman terbesar kedua pada koordinat kedua dan seterusnya. Untuk suatu matriks data dengan nilai tengah nol (sebaran normal baku), Transformasi PCA diberikan sebagai :

$$Y^T = X^T W = V \sum W^T \quad (3)$$

$V \sum W^T$  adalah *singular value dekomposisi (svd)* dari  $X^T$  []. PCA untuk data matriks X diberikan sebagai :

$$Y = W^T X = W \sum V^T \quad (4)$$

dimana  $W \sum V^T$  adalah *svd* dari X. PCA dapat menggunakan metoda kovariansi atau korelasi. Dalam hal ini digunakan metoda kovariansi dengan algoritma berikut :

- kumpulan data dibentuk dalam matrix X berukuran  $M \times N$

- Jika diperlukan data distandardisasi atau mempunyai sebaran normal baku
- Tentukan matriks kovarian
- Tentukan nilai karakteristik dan vektor karakteristik dari matrik kovarian
- Urutkan vektor karakteristik V dan nilai karakteristik dari matriks D dalam urutan nilai karakteristik menurun.
- Hitung nilai kumulatif untuk tiap vektor karakteristik
- Pilih sub himpunan dari vektor karakteristik sebagai basis vektor

Pemodelan jaringan syaraf merupakan pembelajaran dan penyesuaian suatu obyek. Metode perceptron merupakan metode pembelajaran dengan pengawasan dalam sistim jaringan syaraf, sehingga jaringan yang dihasilkan harus mempunyai parameter yang dapat diatur dengan cara mengubah melalui aturan pembelajaran dengan pengawasan [1, 4]. Jaringan syaraf terdiri dari sejumlah neuron dan sejumlah masukan. Dalam merancang jaringan syaraf perlu diperhatikan banyaknya spesifikasi yang akan diidentifikasi. Persiapan menggunakan perceptron digambarkan dengan unsur matrik antara 0 dan 1. Layer pertama perceptron menyatakan suatu kumpulan "detektor tanda" sebagai isyarat input untuk mengetahui tanda khusus. Layer kedua mengambil output dari tanda khusus dalam layer pertama dan mengklasifikasikan pola data yang diberikan. Pembelajaran dinyatakan dengan membuat aturan hubungan yang relevan (bobot  $w_i$ ) dengan suatu nilai ambang ( $\theta$ ). Untuk persoalan dua-kelas, layer output mempunyai hanya satu simpul. Untuk persoalan n-kelas dengan  $n \geq 3$ , layer output mempunyai n simpul, yang masing-masing berkorespondensi terhadap suatu kelas, dan simpul output dengan nilai terbesar mengindikasikan kelas mana vektor input termasuk di dalamnya. Fungsi dalam layer-1 adalah konstan, memetakan semua atau sebagian pola input kedalam nilai biner  $x_i \in \{-1,1\}$  atau nilai bipolar  $x_i \in \{0,1\}$ . Satuan output adalah unsur ambang linier dengan nilai ambang  $\theta$  berikut;

$$o = f\left(\sum_{i=0}^n w_i x_i - \theta\right);$$

$$o = f\left(\sum_{i=0}^n w_i x_i + w_0\right), \quad w_0 \equiv -\theta$$

$$o = f\left(\sum_{i=0}^n w_i x_i\right), \quad x_0 \equiv 1 \quad (5)$$

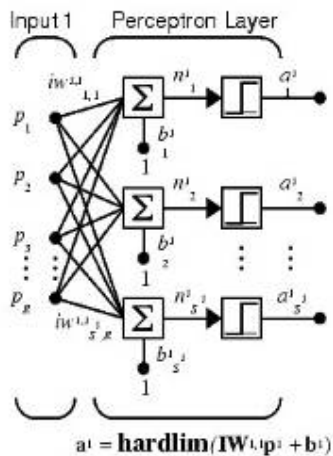
$w_i$  : bobot yang dapat dimodifikasi sehubungan kedatangan isyarat  $x_i$ , dan  $w_0 (= -\theta)$  merupakan pendekatan. Persamaan (5) menunjukkan bobot hubungan diantara satuan keluaran dan suatu isyarat kedatangan  $x_0$  (gambar 4). Fungsi  $f$  adalah fungsi aktivasi perceptron fungsi *signum*  $\text{sgn}(x)$  atau fungsi *step*  $\text{step}(x)$  []:

$$\begin{aligned} \text{sgn}(x) &= 1 && \text{jika } x > 0 \\ &= -1 && \text{jika lainnya} \\ \text{step}(x) &= 1 && \text{jika } x > 0 \\ &= 0 && \text{jika lainnya} \end{aligned}$$

Algoritma pembelajaran perceptron layer tunggal diulangi mengikuti tahapan berikut sampai bobot konvergen;

1. Pilih suatu vektor input  $x$  dari kumpulan data pelatihan
2. Jika perceptron memberikan jawaban salah, modifikasi semua bobot terhubung  $w_i$  sesuai  $\Delta w_i = \eta t_i x_i$ ,  $t_i$  : target output dan  $\eta$  : tingkat pembelajaran.

Aturan pembelajaran dapat diaplikasikan dengan merubah nilai ambang  $\theta$  ( $=-w_0$ ) sesuai persamaan (5). Misalnya arsitektur dari neural network yang terdiri dari  $s$  neuron dan  $r$  masukan dapat dinyatakan dalam gambar berikut;



Gambar 3. Arsitektur neural network dengan  $s$  neuron dan  $R$  masukan

### PEMBAHASAN

Tahap pertama dalam proses pengenalan pola dari mikrostruktur bahan dikarenakan pengaruh efek radiasi, efek temperatur, umur dan yang belum mengalami perubahan meliputi proses pengolahan citra, dan analisis prinsipal komponen. Dianalisis beberapa contoh hasil preparasi laboratorium serta contoh data dari daftar pustaka yang diberikan prosedurnya dengan mengubah citra struktur bahan menjadi nilai digital (lampiran A). Pada tahap kedua, sesuai gambar 4, matriks data pembelajaran berukuran  $16 \times 6$ , akan dimasukkan untuk tiap neuron secara bersamaan. Diambil enam nilai karakteristik yang terbesar atau dominan dari hasil pada lampiran A. Selanjutnya diambil enam belas contoh input yang telah diperoleh karakteristiknya yang dominan dari hasil pada lampiran A, masing-masing empat contoh input untuk bahan dengan efek temperatur, empat contoh input untuk bahan yang dikarenakan umur, empat contoh input

dengan efek radiasi dan empat contoh input untuk bahan yang belum mengalami perubahan. Diberikan pembelajaran, pelatihan, simulasi pertama dan simulasi kedua dengan catatan kode 1000 untuk bahan yang belum mengalami perubahan, kode 0100 untuk bahan yang karena efek temperatur, 0010 untuk bahan dikarenakan faktor umur dan 0001 untuk bahan dikarenakan efek radiasi (lampiran B) Hasil keberhasilan dan identifikasi untuk bahan dengan masing-masing pengaruh tersebut diatas diberikan pada tabel 1, masing-masing untuk 16 contoh input.

Tabel 1 : Hasil Identifikasi Mikrostruktur Efek Radiasi, Efek Temperatur, Faktor Umur dan Sebelum Perubahan

	Jumlah benar	Jumlah Salah	% Ketelitian
Tanpa perubahan	4	0	100
Umur	3	1	75
Efek Temperatur	3	1	75
Efek Radiasi	4	0	100

### KESIMPULAN DAN SARAN

Pada proses pengenalan pola mikrostruktur bahan ferritic dengan efek radiasi, temperatur, umur dan yang belum mengalami perubahan, dalam pembelajaran, pelatihan dan simulasi tersebut diatas, diperoleh hasil yang sesuai dan yang diharapkan. Pola mikrostruktur dari bahan ferritic dengan efek radiasi, temperatur, umur serta yang belum mengalami perubahan dapat dinyatakan dan dikonversi dalam bentuk digital dengan proses pengolahan citra. Dengan analisis prinsipal komponen dapat ditentukan karakteristik yang dominan dari pola tersebut yang dapat digunakan pada sistim jaringan syaraf. Metoda perceptron, sesuai untuk pemodelan klasifikasi mikrostruktur bahan dalam sistim jaringan syaraf. Proses pengenalan pola ini akan diterapkan pada uji tak merusak untuk struktur-struktur bahan

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fu, LiMin, "Neural Networks in Computer Intelligence", McGraw-Hill, Inc., Singapore, 1994..
- [2] <http://en.wikipedia.org/wiki/Ferritic>, 12/10/2008
- [3] [http://en.wikipedia.org/wiki/Principal\\_Component\\_s\\_Analysis](http://en.wikipedia.org/wiki/Principal_Component_s_Analysis), 23/02/2007
- [4] Kosko, Bart, "Neural Networks and Fuzzy Systems, A Dynamical Systems Approach to Machine Intelligence", Prentice-Hall International Editions, 1992.
- [5] Packan,N.H.; Stoller, R.E.; Kumar A.S; "Effects of Radiation on Materials :14 th International

- Symposium (Volume I)", ASTM, Philadelphia, 1990.
- [6] Parker J. R., "Algorithms for Image Processing and Computer Vision", Wiley Computer Publishing, John Wiley & Sons, Inc, 1997
- [7] Pearson, Don, "Image Processing", McGraw-Hill International Editions, 1991.
- [8] Susmikanti, M; Sitompul, A; Handayani, A; "Pattern Recognition of Material Creep and Fatigue used in Nuclear Power Plant", Proceedings International Conference on Advances in Nuclear Science and Engineering (ICANSE), ITB Bandung, November 2007.
- [9]

### Lampiran A

Program konversi citra dan menghitung nilai karakteristik dominan (eigen value) untuk salah satu citra bahan karena efek radiasi

```
clear;
clc;
fb=fopen('B12aIrr.m','w');
X=imread('B12aIrr.bmp');
DX=double(X);
COVDX=cov(DX);
fprintf(fb,'\n Eigen Value S \n');
EIGDX=eigs(COVDX);
fprintf(fb,'%9.2f\n',EIGDX);
[VS,DS,FLAG]=eigs(COVDX);
fprintf(fb,'\n VS \n');
fprintf(fb,'%9.2f',VS);
fprintf(fb,'\n DS \n');
fprintf(fb,'%9.2f %9.2f %9.2f %9.2f
%9.2f %9.2f\n',DS);
fprintf(fb,'\n Flag \n');
fprintf(fb,'%9.2f\n',FLAG);
SVDS=svds(COVDX)
fprintf(fb,'\n SVDS : \n');
fprintf(fb,'%9.2f\n',SVDS);
fprintf(fb,'\n Principal componen from
covariance : ');
[PC,LATENT,EXPLAINED]=pcacov(COVDX);
fprintf(fb,'\n LATENT \n');
fprintf(fb,'%9.2f\n',LATENT);
fprintf(fb,'\n Explained \n');
fprintf(fb,'%9.2f\n',EXPLAINED);
fclose(fb);
```

Hasil Program :

Eigen Value S				
	10.52			
		6.20		
			5.05	
				3.72
	3.15			
		2.75		
DS				
10.52	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00			
	0.00	6.20	0.00	0.00
0.00	0.00			
	0.00	0.00	5.05	0.00
0.00	0.00			

	0.00	0.00	0.00	0.00	3.72
	0.00	0.00			
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3.15	0.00			
		0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	2.75			
SVDS :					
	10.52	6.20	5.05	3.72	3.15
				2.75	

### Lampiran B :

Program Identifikasi Jenis Bahan

```
clear;
clc;
fb=fopen('out_ciri_EM10.txt','w');
% A. Tahap pembelajaran jaringan
% Ferritic & Austenitic : Efek
Radiasi, Aged, Termal atau Non Efek
% A.1 Deklarasi dan Inialisasi
jaringan neuron
net1=newp([0 1;0 1;0 1;0 1;0 1;0 1],1);
net2=newp([0 1;0 1;0 1;0 1;0 1;0 1],1);
net3=newp([0 1;0 1;0 1;0 1;0 1;0 1],1);
net4=newp([0 1;0 1;0 1;0 1;0 1;0 1],1);
w1=net1.IW{1,1,1,1,1,1};
w2=net2.IW{1,1,1,1,1,1};
w3=net3.IW{1,1,1,1,1,1};
w4=net4.IW{1,1,1,1,1,1};
b1=net1.b{1};
b2=net2.b{1};
b3=net3.b{1};
b4=net4.b{1};
% A.2 Deklarasi matriks karakteristik
p=[509.8 346.2 233.9 199.5 186.1
128.9; % Non Efek
39.69 34.37 33.37 30.68 15.11
14.51; % Efek Temperatur
21.9 19.1 17.0 15.7 10.7 10.4; %
Efek Umur
49.3 22.5 3.4 2.4 1.8 1.6];%
Efek Radiasi
pTotal=p';
% A.3 Deklarasi Target
t1 = [1 0 0 0];
t2 = [0 1 0 0];
t3 = [0 0 1 0];
t4 = [0 0 0 1];
% A.4 Proses Pembelajaran
net1=train(net1,pTotal,t1);
net2=train(net2,pTotal,t2);
net3=train(net3,pTotal,t3);
net4=train(net4,pTotal,t4);
fprintf(fb,' Proses Pembelajaran
:\n');
alearn=[sim(net1,pTotal)]
fprintf(fb,'%4.0f\n',alearn);
alearn=[sim(net2,pTotal)]
fprintf(fb,'%4.0f\n',alearn);
alearn=[sim(net3,pTotal)]
fprintf(fb,'%4.0f\n',alearn);
alearn=[sim(net4,pTotal)]
```

```

    fprintf(fb, '%4.0f\n', alearn);
% B. Tahap Pelatihan
% B.1 Deklarasi dan Inisialisasi
Jaringan
net11=newp([0 1;0 1;0 1;0 1;0 1;0 1],1);
net21=newp([0 1;0 1;0 1;0 1;0 1;0 1],1);
net31=newp([0 1;0 1;0 1;0 1;0 1;0 1],1);
net41=newp([0 1;0 1;0 1;0 1;0 1;0 1],1);
w1=net11.IW{1,1,1,1,1,1};
w2=net21.IW{1,1,1,1,1,1};
w3=net31.IW{1,1,1,1,1,1};
w4=net41.IW{1,1,1,1,1,1};
b1=net11.b{1};
b2=net21.b{1};
b3=net31.b{1};
b4=net41.b{1};
% B.2 Deklarasi Matriks
p1=[575.2 386.8 272.3 202.3 185.0
169.7; % Non Efek
18.4 18.2 14.8 11.0 5.3 4.33; %
Efek Temperatur
16.5 10.0 4.9 3.6 3.0 2.3; %
Efek Umur
24.5 9.2 4.4 3.7 2.3 2.0];%
Efek Radiasi
pTotal1=p1';
% B.3 Deklarasi Target
t11 = t1;
t21 = t2;
t31 = t3;
t41 = t4;
% B.4 Proses Pelatihan
net11=train(net11,pTotal1,t11);
net21=train(net21,pTotal1,t21);
net31=train(net31,pTotal1,t31);
net41=train(net41,pTotal1,t41);
fprintf(fb, ' Proses Pelatihan :\n');
atrain=[sim(net11,pTotal1)]
fprintf(fb, '%4.0f\n', atrain);
atrain=[sim(net21,pTotal1)]
fprintf(fb, '%4.0f\n', atrain);
atrain=[sim(net31,pTotal1)]
fprintf(fb, '%4.0f\n', atrain);
atrain=[sim(net41,pTotal1)]
fprintf(fb, '%4.0f\n', atrain);

% C. Simulasi 1
% C.1 Deklarasi
p2=[555.0 465.7 421.6 311.1 242.7
209.6; % Non Efek
19.9 10.5 6.5 5.2 4.3 3.8; %
Efek Temperatur
17.4 9.1 7.4 4.8 3.9 3.5; %
Efek Umur
20.7 11.2 8.8 5.5 4.4 3.35];%
Efek Radiasi
pTotal2=p2';
% D.2 Proses Simulasi 2
net13=train(net1,pTotal3,t1);
net23=train(net2,pTotal3,t2);
net33=train(net3,pTotal3,t3);
net43=train(net4,pTotal3,t4);
fprintf(fb, ' Proses Simulasi 2 :\n');

```

```

asim2=[sim(net13,pTotal3)]
fprintf(fb, '%4.0f\n', asim2);
asim2=[sim(net23,pTotal3)]
fprintf(fb, '%4.0f\n', asim2);
asim2=[sim(net33,pTotal3)]
fprintf(fb, '%4.0f\n', asim2);
asim2=[sim(net43,pTotal3)]
fprintf(fb, '%4.0f\n', asim2);
fclose(fb);

```

**Hasil Program :**

```

Proses Pembelajaran :
1 0 0 0
0 1 0 0
0 0 1 0
0 0 0 1
Proses Pelatihan :
1 0 0 0
0 1 0 0
0 0 1 0
0 0 0 1
Proses Simulasi 1 :
1 0 0 0
0 1 0 0
0 0 0 0
0 0 0 1
Proses Simulasi 2 :
1 0 0 0
0 0 0 0
0 0 1 0
0 0 0 1

```