

Nama : Khansa Nur Khalisah
NIM : H1D023106
Shift : D/F

1. Code Lengkap

```
% Jaringan syaraf Metode Backpropagation
% untuk operasi XOR dengan Matlab
clear;
X = [0 0; 0 1; 1 0; 1 1];      % Input
T = [0; 1; 1; 0];              % Target
alfa = 0.35;                   % Learning rate
Eps = 1e-10;                   % Toleransi error
MaxEpoh = 1000;                % Maksimum Epoh
[m,n] = size(X);

sel1 = 4;                      % Jumlah neuron pada hidden
layer
sel2 = 1;                      % Jumlah neuron pada output
layer

% Bobot-bobot input layer ke hidden layer
v = [0.9562    0.7762    0.1623    0.2886; 0.1962    0.6133
0.0311    0.9711];
v0 = [0.7496    0.3796    0.7256    0.1628];

% Bobot-bobot hidden layer ke output layer
w = [0.2280; 0.9585; 0.6799; 0.0550];
w0 = [0.9505 ];

% Posisi epoh yang akan disimpan dalam file
awal = MaxEpoh; % Sebelum epoh ke
akhir = MaxEpoh; % Sesudah epoh ke

% Menyimpan kondisi awal di file HasBackprob.m
fb = fopen('HasBackprob.m','w');
fprintf(fb,'X = \n');
for i=1:m,
    fprintf(fb,'%3d %3d\n',X(i,:));
end;
fprintf(fb,'\n');
fprintf(fb,'T = \n');
for i=1:m,
    fprintf(fb,'%3d\n',T(i));
end;
fprintf(fb,'\n');
fprintf(fb,'Jumlah neuron pada input layer = %3d\n',n);
```

```

fprintf(fb, 'Jumlah neuron pada hidden layer = %3d\n', sel1);
fprintf(fb, 'Jumlah neuron pada output layer = %3d\n', sel2);
fprintf(fb, 'Learning rate = %2.4f\n', alfa);
fprintf(fb, 'Maksimum Epoch = %5d\n', MaxEpoch);
fprintf(fb, 'Target Error = %0.5g\n', Eps);
fprintf(fb, '\n');
fprintf(fb, 'Bobot Awal input ke hidden (v):\n');
for g=1:n,
    fprintf(fb, '%8.4f %8.4f %8.4f %8.4f\n', v(g,:));
end;
fprintf(fb, '\n');
fprintf(fb, 'Bobot Awal bias ke hidden (b1):\n');
for g=1:sel1,
    fprintf(fb, '%8.4f %8.4f\n', v0(g));
end;
fprintf(fb, '\n');
fprintf(fb, 'Bobot Awal hidden ke output (w):\n');
for g=1:sel1,
    fprintf(fb, '%8.4f\n', w(g));
end;
fprintf(fb, '\n');
fprintf(fb, 'Bobot Awal bias ke output (b2):\n');
for g=1:sel2,
    fprintf(fb, '%8.4f\n', w0(g));
end;

% Mulai Iterasi
epoch = 0;
tMSE = 1;
while (epoch<MaxEpoch) && (tMSE>Eps),
    epoch=epoch+1;

    if (epoch<=awal) || (epoch>akhir),
        fprintf(fb, '\n\nEpoch ke = %3d\n', epoch);
        fprintf(fb, '-----\n');
    end;
    E=0;

    % Kerjakan mulai dari data ke-1 sampai ke-n
    for k=1:m,

        % Hitung z, hasil operasi input ke hidden layer
        for i=1:sel1,
            z_in(i) = v0(i);
            for j=1:n,
                z_in(i) = z_in(i) + v(j,i)*X(k,j);
            end;
            z(i) = 1/(1+exp(-1*z_in(i))); % Fungsi aktivasi
        end;

        % Simpan hasilnya

```

```

        if (epoh<=awal) || (epoh>akhir),
            fprintf(fb, '\n');
            fprintf(fb, 'Data ke = %1d\n', k);
            fprintf(fb, '\n');
            fprintf(fb, '    o Operasi pada Hidden Layer --->
\n');
            fprintf(fb, '        Perkalian [z_in=b1+jumlah(v*X)]
:\n');
            for g=1:sel1,
                fprintf(fb, '%8.4f %8.4f\n', z_in(g));
            end;
            fprintf(fb, '\n');
            fprintf(fb, '        Pengaktifan [z=f(z_in)] :\n');
            for g=1:sel1,
                fprintf(fb, '%8.4f %8.4f\n', z(g));
            end;
        end;

% Hitung y, hasil operasi hidden ke output layer
for i=1:sel2,
    y_in(i) = w0(i);
    for j=1:sel1,
        y_in(i) = y_in(i) + w(j,i)*z(j);
    end;
    %y(k,i)=1/(1+exp(-1*y_in(i)));      % Fungsi aktivasi
sigmoid
    y(k,i)=y_in(i);                      % Fungsi aktivasi
identitas
end;

% simpan hasilnya
if (epoh<=awal) || (epoh>akhir),
    fprintf(fb, '\n');
    fprintf(fb, '    o Operasi pada Output Layer ---> \n');
    fprintf(fb, '        Perkalian [y_in=b2+jumlah(w*z)]
:\n');
    for g=1:sel2,
        fprintf(fb, '%8.4f %8.4f\n', y_in(g));
    end;
    fprintf(fb, '\n');
    fprintf(fb, '        Pengaktifan [y=f(y_in)] :\n');
    for g=1:sel2,
        fprintf(fb, '%8.4f %8.4f\n', y(g));
    end;
end;

% Hitung Sum Square Error
err=T(k)-y(k,i);
E=E+err*err;

% Simpan hasilnya

```

```

    if (epoh<=awal)|| (epoh>akhir),
        fprintf(fb, '\n');
        fprintf(fb, '    o Error = %4.2f (T-y)\n', err);
        fprintf(fb, '    o Jumlah Kuadrat Error = %4.2f
(E=E+Error*Error)\n', E);
        fprintf(fb, '    o Informasi error dari output
layer:\n');
    end;

    % Hitung perambatan error dari output layer ke hidden
    layer
    for i=1:sel2,
        %delta(i)= (T(k)-y(k,i)) ((1/(1+exp(-1*y_in(i)))) (1-
(1/(1+exp(-1*y_in(i)))))); % Turunan Sigmoid
        delta(i)= (T(k)-y(k,i)); % Turunan Identitas
        dw0(i) = alfa*delta(i);

        % Simpan hasilnya
        if (epoh<=awal)|| (epoh>akhir),
            fprintf(fb, '        Delta ke-%ld = %4.2f
(Error*f(y_in))\n', i, delta(i));
            fprintf(fb, '        Perubahan Bobot Bias [db2(%ld)] =
%6.4f (alfa*Delta)\n', i, dw0(i));
        end;
        for j=1:sel1,
            dw(j,i) = alfa*delta(i)*z(j);
            if (epoh<=awal)|| (epoh>akhir),
                fprintf(fb, '        Perubahan Bobot Lapisan
[dw(%ld,%ld)] = %6.4f
(alfa*Delta*z(%ld,%ld))\n', j, i, dw(j,i), j, i);
            end;
        end;
    end;

    if (epoh<=awal)|| (epoh>akhir),
        fprintf(fb, '    o Informasi error dari hidden
layer:\n');
    end;

    % Hitung perambatan error dari hidden layer ke input layer
    for i=1:sel1,
        delta_in(i)=0;
        for j=1:sel2,
            delta_in(i)= delta_in(i)+delta(j)*w(i,j);
        end;
        delta1(i) = delta_in(i)*(1/(1+exp(-1*z_in(i))))*(1-
(1/(1+exp(-1*z_in(i)))));
        dv0(i) = alfa*delta1(i);

        % simpan hasilnya
        if (epoh<=awal)|| (epoh>akhir),

```

```

        fprintf(fb, '          Delta_in    ke-%1d    =    %4.2f
(Sum(Delta*W))\n', i, delta_in(i));
        fprintf(fb, '          Delta    ke-%1d    =    %4.2f
(Delta_in*f(z_in))\n', i, delta1(i));
        fprintf(fb, '          Perubahan Bobot Bias [db1(%1d)] =
%6.4f (alfa*Delta)\n', i, dv0(i));
        end;

        for j=1:n,
            dv(j,i) = alfa*delta1(i)*X(k,j);
            if (epoh<=awal) || (epoh>akhir),
                fprintf(fb, '          Perubahan    Bobot    Input
[dv(%1d,%1d)] = %6.4f
(alfa*Delta*X(%1d,%1d))\n', j,i,dv(j,i),j,i);
            end;
        end;
    end;

    end;

% Hitung perubahan bobot
    for i=1:sel2,
        w0(i)=w0(i)+dw0(i);
        for j=1:sel1,
            w(j,i) = w(j,i)+dw(j,i);
        end;
    end;

    for i=1:sel1,
        v0(i)=v0(i)+dv0(i);
        for j=1:n,
            v(j,i) = v(j,i)+dv(j,i);
        end;
    end;

% Simpan bobot akhir
    if (epoh<=awal) || (epoh>akhir),
        fprintf(fb, '\n');
        fprintf(fb, '    o Bobot Akhir input ke hidden (v = v +
dv):\n');
        for g=1:n,
            fprintf(fb, '    %8.4f %8.4f %8.4f\n', v(g,:));
% kemungkinan ini harusnya baris per baris
        end;
        fprintf(fb, '\n');
        fprintf(fb, '    o Bobot Akhir bias ke hidden (b1 = b1 +
db1):\n');
        for g=1:sel1,
            fprintf(fb, '    %8.4f\n', v0(g));
        end;
        fprintf(fb, '\n');
        fprintf(fb, '    o Bobot Akhir hidden ke output (w = w +
dw):\n');

```

```

        for g=1:sel1,
            fprintf(fb, ' %8.4f\n', w(g,:));
        end;
        fprintf(fb, '\n');
        fprintf(fb, ' o Bobot Akhir bias ke output (b2 = b2 +
db2):\n');
        for g=1:sel2,
            fprintf(fb, ' %8.4f\n', w0(g));
        end;
    end;

    % Hitung MSE
    MSE(epoh) = E/m;
    tMSE = MSE(epoh);
    if (epoh<=awal) || (epoh>akhir),
        fprintf(fb, '\nMean Square Error (MSE) = %0.5g\n',
tMSE);
    end;

    ke(epoh) = epoh;
    plot(ke, MSE, 'linewidth', 2);
    title(['Grafik MSE tiap epoh (Epoh ke- ', int2str(epoh),
' ; MSE=', num2str(MSE(epoh)), ')']);
    xlabel('Epoh'); ylabel('MSE'); grid;
    disp(strcat('Epoh ke-', int2str(epoh), ', MSE = ',
num2str(MSE(epoh))));
    pause(0.1);
end;
end;

% Simpan hasil
fprintf(fb, '\n');
fprintf(fb, 'Epoh Akhir = %3d\n', epoh);
fprintf(fb, '-----\n');
fprintf(fb, 'Bobot Akhir input ke hidden \n');
fprintf(fb, 'v = \n');
for g=1:n,
    fprintf(fb, '%8.4f %8.4f %8.4f\n', v(g,:)); % cetak akhir
bobot input ke hidden
end;
fprintf(fb, '\n');
fprintf(fb, 'Bobot Akhir bias ke hidden \n');
fprintf(fb, 'b1 = \n');
for g=1:sel1,
    fprintf(fb, '%8.4f %8.4f\n', v0(g));
end;
fprintf(fb, '\n');
fprintf(fb, 'Bobot Akhir hidden ke output \n');
fprintf(fb, 'w = \n');
for g=1:sel1,
    fprintf(fb, '%8.4f\n', w(g,:));

```

```

end;
fprintf(fb, '\n');
fprintf(fb, 'Bobot Akhir bias ke output \n');
fprintf(fb, 'b2 = \n');
for g=1:sel2,
    fprintf(fb, '%8.4f %8.4f\n', w0(g));
end;
fprintf(fb, '\n');

% Lakukan pengujian terhadap data training
[bb, cc] = size(X);
for k=1:bb,
    for i=1:sel1,
        z_inc(i) = v0(i);
        for j=1:n,
            z_inc(i) = z_inc(i) + v(j,i)*X(k,j);
        end;
        zc(i) = 1/(1+exp(-1*z_inc(i)));
    end;

    for i=1:sel2,
        y_inc(k,i) = w0(i);
        for j=1:sel1,
            y_inc(k,i) = y_inc(k,i) + w(j,i)*zc(j);
        end;
        %yc(k,i) = 1/(1+exp(-1*y_inc(k,i)));
        yc(k,i) = y_inc(k,i);
    end;
end;

fclose(fb);

plot(ke, MSE, 'linewidth', 2);
title(['Grafik MSE tiap epoch (Epoch ke- ', int2str(epochs), ' ; MSE= ', num2str(MSE(epochs)), ' )']);
xlabel('Epoch'); ylabel('MSE'); grid;

```

<pre> >> FRAM_KB_JST Error: [File: FRAM_KB_JST.m Line: 173 Column: 21] (): indexing must appear last in an index expression. >> FRAM_KB_JST Epoch ke-1, MSE =1.1689 Epoch ke-1, MSE =1.3341 Epoch ke-1, MSE =1.336 Epoch ke-1, MSE =1.4036 Epoch ke-2, MSE =0.074216 Epoch ke-2, MSE =0.29236 Epoch ke-2, MSE =0.29406 Epoch ke-2, MSE =0.56187 Epoch ke-3, MSE =0.005034 Epoch ke-3, MSE =0.29037 Epoch ke-3, MSE =0.29095 Epoch ke-3, MSE =0.39693 Epoch ke-4, MSE =0.0031094 Epoch ke-4, MSE =0.2821 Epoch ke-4, MSE =0.28821 Epoch ke-4, MSE =0.5565 Epoch ke-5, MSE =0.0016236 Epoch ke-5, MSE =0.28564 Epoch ke-5, MSE =0.28566 Epoch ke-5, MSE =0.55468 Epoch ke-6, MSE =0.00605 Epoch ke-6, MSE =0.28295 Epoch ke-6, MSE =0.28334 Epoch ke-6, MSE =0.55117 Epoch ke-7, MSE =0.46598-05 </pre>	<pre> Epoch ke-7, MSE =0.25598-05 Epoch ke-7, MSE =0.25002 Epoch ke-7, MSE =0.25129 Epoch ke-7, MSE =0.54819 Epoch ke-8, MSE =0.9424e-05 Epoch ke-8, MSE =0.27866 Epoch ke-8, MSE =0.27859 Epoch ke-8, MSE =0.54824 Epoch ke-9, MSE =0.0089046 Epoch ke-9, MSE =0.27547 Epoch ke-9, MSE =0.27533 Epoch ke-9, MSE =0.54145 Epoch ke-10, MSE =0.014907 Epoch ke-10, MSE =0.26991 Epoch ke-10, MSE =0.2776 Epoch ke-10, MSE =0.53966 Epoch ke-11, MSE =0.0033793 Epoch ke-11, MSE =0.26822 Epoch ke-11, MSE =0.27755 Epoch ke-11, MSE =0.53793 Epoch ke-12, MSE =0.006469 Epoch ke-12, MSE =0.26249 Epoch ke-12, MSE =0.27329 Epoch ke-12, MSE =0.53549 Epoch ke-13, MSE =0.0085537 Epoch ke-13, MSE =0.2555 Epoch ke-13, MSE =0.27993 Epoch ke-14, MSE =0.012027 Epoch ke-14, MSE =0.25525 </pre>	<pre> Epoch ke-14, MSE =0.012027 Epoch ke-14, MSE =0.25525 Epoch ke-14, MSE =0.25235 Epoch ke-14, MSE =0.53596 Epoch ke-15, MSE =0.016041 Epoch ke-15, MSE =0.25193 Epoch ke-15, MSE =0.25429 Epoch ke-15, MSE =0.53705 Epoch ke-16, MSE =0.020616 Epoch ke-16, MSE =0.24894 Epoch ke-16, MSE =0.25105 Epoch ke-16, MSE =0.53905 Epoch ke-17, MSE =0.02636 Epoch ke-17, MSE =0.24694 Epoch ke-17, MSE =0.24691 Epoch ke-17, MSE =0.54202 Epoch ke-18, MSE =0.031053 Epoch ke-18, MSE =0.24418 Epoch ke-18, MSE =0.24388 Epoch ke-18, MSE =0.54578 Epoch ke-19, MSE =0.03679 Epoch ke-19, MSE =0.24249 Epoch ke-19, MSE =0.24126 Epoch ke-19, MSE =0.55023 Epoch ke-20, MSE =0.042757 Epoch ke-20, MSE =0.24126 Epoch ke-20, MSE =0.24196 Epoch ke-20, MSE =0.55519 Epoch ke-21, MSE =0.04856 Epoch ke-21, MSE =0.24065 </pre>
--	---	---

Epoh	ke-87,	MSE	=0.099483
Epoh	ke-87,	MSE	=0.1659
Epoh	ke-87,	MSE	=0.36233
Epoh	ke-87,	MSE	=0.5052
Epoh	ke-88,	MSE	=0.099468
Epoh	ke-88,	MSE	=0.16487
Epoh	ke-88,	MSE	=0.36196
Epoh	ke-88,	MSE	=0.5038
Epoh	ke-89,	MSE	=0.099468
Epoh	ke-89,	MSE	=0.16386
Epoh	ke-89,	MSE	=0.36158
Epoh	ke-89,	MSE	=0.50235
Epoh	ke-90,	MSE	=0.099483
Epoh	ke-90,	MSE	=0.16287
Epoh	ke-90,	MSE	=0.36119
Epoh	ke-90,	MSE	=0.50084
Epoh	ke-91,	MSE	=0.099514
Epoh	ke-91,	MSE	=0.16189
Epoh	ke-91,	MSE	=0.36078
Epoh	ke-91,	MSE	=0.49926
Epoh	ke-92,	MSE	=0.099558
Epoh	ke-92,	MSE	=0.16093
Epoh	ke-92,	MSE	=0.36035
Epoh	ke-92,	MSE	=0.49761
Epoh	ke-93,	MSE	=0.099617
Epoh	ke-93,	MSE	=0.15999

Epoh ke-93, MSE =0.35989
Epoh ke-93, MSE =0.49589
Epoh ke-94, MSE =0.099689
Epoh ke-94, MSE =0.15907
Epoh ke-94, MSE =0.35939
Epoh ke-94, MSE =0.49407
Epoh ke-95, MSE =0.099774
Epoh ke-95, MSE =0.15817
Epoh ke-95, MSE =0.35886
Epoh ke-95, MSE =0.49217
Epoh ke-96, MSE =0.099871
Epoh ke-96, MSE =0.15728
Epoh ke-96, MSE =0.35828
Epoh ke-96, MSE =0.49016
Epoh ke-97, MSE =0.099979
Epoh ke-97, MSE =0.15642
Epoh ke-97, MSE =0.35765
Epoh ke-97, MSE =0.48803
Epoh ke-98, MSE =0.1001
Epoh ke-98, MSE =0.15557
Epoh ke-98, MSE =0.35695
Epoh ke-98, MSE =0.48579
Epoh ke-99, MSE =0.10022
Epoh ke-99, MSE =0.15474
Epoh ke-99, MSE =0.35619
Epoh ke-99, MSE =0.48341
Epoh ke-100, MSE =0.10036
Epoh ke-100, MSE =0.15393
Epoh ke-100, MSE =0.35535
Epoh ke-100, MSE =0.48089
Epoh ke-101, MSE =0.1005
Epoh ke-101, MSE =0.15314
Epoh ke-101, MSE =0.35443
Epoh ke-101, MSE =0.47821
Epoh ke-102, MSE =0.10064
Epoh ke-102, MSE =0.15236
Epoh ke-102, MSE =0.3534
Epoh ke-102, MSE =0.47536
Epoh ke-103, MSE =0.10079
Epoh ke-103, MSE =0.15159
Epoh ke-103, MSE =0.35227
Epoh ke-103, MSE =0.47234
Epoh ke-104, MSE =0.10094
Epoh ke-104, MSE =0.15084
Epoh ke-104, MSE =0.35102
Epoh ke-104, MSE =0.46911
Epoh ke-105, MSE =0.10108
Epoh ke-105, MSE =0.15009
Epoh ke-105, MSE =0.34964
Epoh ke-105, MSE =0.46568
Epoh ke-106, MSE =0.10122

Epoh ke-106, MSE =0.14936
Epoh ke-106, MSE =0.34811
Epoh ke-106, MSE =0.46202
Epoh ke-107, MSE =0.10135
Epoh ke-107, MSE =0.14862
Epoh ke-107, MSE =0.34642
Epoh ke-107, MSE =0.45812
Epoh ke-108, MSE =0.10146
Epoh ke-108, MSE =0.14788
Epoh ke-108, MSE =0.34456
Epoh ke-108, MSE =0.45396
Epoh ke-109, MSE =0.10156
Epoh ke-109, MSE =0.14714
Epoh ke-109, MSE =0.34251
Epoh ke-109, MSE =0.44953
Epoh ke-110, MSE =0.10164
Epoh ke-110, MSE =0.14639
Epoh ke-110, MSE =0.34026
Epoh ke-110, MSE =0.4448
Epoh ke-111, MSE =0.10169
Epoh ke-111, MSE =0.14561
Epoh ke-111, MSE =0.33778
Epoh ke-111, MSE =0.43975
Epoh ke-112, MSE =0.1017
Epoh ke-112, MSE =0.14482
Epoh ke-112, MSE =0.33506
Epoh ke-112, MSE =0.43438
Epoh ke-113, MSE =0.10168
Epoh ke-113, MSE =0.14399
Epoh ke-113, MSE =0.33209
Epoh ke-113, MSE =0.42865
Epoh ke-114, MSE =0.10161
Epoh ke-114, MSE =0.14312
Epoh ke-114, MSE =0.32884
Epoh ke-114, MSE =0.42256
Epoh ke-115, MSE =0.10148
Epoh ke-115, MSE =0.14221
Epoh ke-115, MSE =0.3253
Epoh ke-115, MSE =0.41609
Epoh ke-116, MSE =0.1013
Epoh ke-116, MSE =0.14123
Epoh ke-116, MSE =0.32145
Epoh ke-116, MSE =0.40921
Epoh ke-117, MSE =0.10104
Epoh ke-117, MSE =0.14018
Epoh ke-117, MSE =0.31728
Epoh ke-117, MSE =0.40193
Epoh ke-118, MSE =0.1007
Epoh ke-118, MSE =0.13905
Epoh ke-118, MSE =0.31276
Epoh ke-118, MSE =0.39421

Epoh ke-119, MSE =0.10028
Epoh ke-119, MSE =0.13782
Epoh ke-119, MSE =0.30789
Epoh ke-119, MSE =0.38605
Epoh ke-120, MSE =0.099762
Epoh ke-120, MSE =0.13649
Epoh ke-120, MSE =0.30265
Epoh ke-120, MSE =0.37745
Epoh ke-121, MSE =0.099136
Epoh ke-121, MSE =0.13504
Epoh ke-121, MSE =0.29703
Epoh ke-121, MSE =0.3684
Epoh ke-122, MSE =0.098394
Epoh ke-122, MSE =0.13345
Epoh ke-122, MSE =0.29101
Epoh ke-122, MSE =0.3589
Epoh ke-123, MSE =0.097527
Epoh ke-123, MSE =0.13172
Epoh ke-123, MSE =0.28461
Epoh ke-123, MSE =0.34896
Epoh ke-124, MSE =0.096525
Epoh ke-124, MSE =0.12983
Epoh ke-124, MSE =0.2778
Epoh ke-124, MSE =0.33857
Epoh ke-125, MSE =0.095381
Epoh ke-125, MSE =0.12777
Epoh ke-125, MSE =0.27059
Epoh ke-125, MSE =0.32776
Epoh ke-126, MSE =0.094086
Epoh ke-126, MSE =0.12553
Epoh ke-126, MSE =0.263
Epoh ke-126, MSE =0.31654
Epoh ke-127, MSE =0.092635
Epoh ke-127, MSE =0.1231
Epoh ke-127, MSE =0.25501
Epoh ke-127, MSE =0.30494
Epoh ke-128, MSE =0.09102
Epoh ke-128, MSE =0.12047
Epoh ke-128, MSE =0.24666
Epoh ke-128, MSE =0.29299
Epoh ke-129, MSE =0.089238
Epoh ke-129, MSE =0.11764
Epoh ke-129, MSE =0.23796
Epoh ke-129, MSE =0.28072
Epoh ke-130, MSE =0.087287
Epoh ke-130, MSE =0.1146
Epoh ke-130, MSE =0.22892
Epoh ke-130, MSE =0.26818
Epoh ke-131, MSE =0.085165
Epoh ke-131, MSE =0.11136
Epoh ke-131, MSE =0.21959

Epoh ke-131, MSE =0.25542
Epoh ke-132, MSE =0.082875
Epoh ke-132, MSE =0.10792
Epoh ke-132, MSE =0.21
Epoh ke-132, MSE =0.24249
Epoh ke-133, MSE =0.080421
Epoh ke-133, MSE =0.10428
Epoh ke-133, MSE =0.20018
Epoh ke-133, MSE =0.22945
Epoh ke-134, MSE =0.077807
Epoh ke-134, MSE =0.10046
Epoh ke-134, MSE =0.19018
Epoh ke-134, MSE =0.21636
Epoh ke-135, MSE =0.075044
Epoh ke-135, MSE =0.096466
Epoh ke-135, MSE =0.18005
Epoh ke-135, MSE =0.20329
Epoh ke-136, MSE =0.072142
Epoh ke-136, MSE =0.092319
Epoh ke-136, MSE =0.16985
Epoh ke-136, MSE =0.19031
Epoh ke-137, MSE =0.069116
Epoh ke-137, MSE =0.08804
Epoh ke-137, MSE =0.15963
Epoh ke-137, MSE =0.17749
Epoh ke-138, MSE =0.065982
Epoh ke-138, MSE =0.083652
Epoh ke-138, MSE =0.14944
Epoh ke-138, MSE =0.16489
Epoh ke-139, MSE =0.062757
Epoh ke-139, MSE =0.079181
Epoh ke-139, MSE =0.13936
Epoh ke-139, MSE =0.15259
Epoh ke-140, MSE =0.059463
Epoh ke-140, MSE =0.074655
Epoh ke-140, MSE =0.12942
Epoh ke-140, MSE =0.14064
Epoh ke-141, MSE =0.05612
Epoh ke-141, MSE =0.070105
Epoh ke-141, MSE =0.11971
Epoh ke-141, MSE =0.12911
Epoh ke-142, MSE =0.052751
Epoh ke-142, MSE =0.06556
Epoh ke-142, MSE =0.11026
Epoh ke-142, MSE =0.11804
Epoh ke-143, MSE =0.04938
Epoh ke-143, MSE =0.061051
Epoh ke-143, MSE =0.10112
Epoh ke-143, MSE =0.10749
Epoh ke-144, MSE =0.046028
Epoh ke-144, MSE =0.056609

Epoh ke-144, MSE =0.092345
Epoh ke-144, MSE =0.097477
Epoh ke-145, MSE =0.04272
Epoh ke-145, MSE =0.05226
Epoh ke-145, MSE =0.083968
Epoh ke-145, MSE =0.088044
Epoh ke-146, MSE =0.039476
Epoh ke-146, MSE =0.048033
Epoh ke-146, MSE =0.076021
Epoh ke-146, MSE =0.079206
Epoh ke-147, MSE =0.036316
Epoh ke-147, MSE =0.04395
Epoh ke-147, MSE =0.068528
Epoh ke-147, MSE =0.070971
Epoh ke-148, MSE =0.033259
Epoh ke-148, MSE =0.040033
Epoh ke-148, MSE =0.061506
Epoh ke-148, MSE =0.063343
Epoh ke-149, MSE =0.030321
Epoh ke-149, MSE =0.036299
Epoh ke-149, MSE =0.054965
Epoh ke-149, MSE =0.056314
Epoh ke-150, MSE =0.027515
Epoh ke-150, MSE =0.032764
Epoh ke-150, MSE =0.048908
Epoh ke-150, MSE =0.049873
Epoh ke-151, MSE =0.024854
Epoh ke-151, MSE =0.029437
Epoh ke-151, MSE =0.043331
Epoh ke-151, MSE =0.044
Epoh ke-152, MSE =0.022345
Epoh ke-152, MSE =0.026326
Epoh ke-152, MSE =0.038226
Epoh ke-152, MSE =0.038673
Epoh ke-153, MSE =0.019996
Epoh ke-153, MSE =0.023436
Epoh ke-153, MSE =0.03358
Epoh ke-153, MSE =0.033864
Epoh ke-154, MSE =0.017809
Epoh ke-154, MSE =0.020767
Epoh ke-154, MSE =0.029373
Epoh ke-154, MSE =0.029543
Epoh ke-155, MSE =0.015787
Epoh ke-155, MSE =0.018317
Epoh ke-155, MSE =0.025586
Epoh ke-155, MSE =0.025679
Epoh ke-156, MSE =0.013928
Epoh ke-156, MSE =0.016082
Epoh ke-156, MSE =0.022194
Epoh ke-156, MSE =0.022239
Epoh ke-157, MSE =0.012231

Epoh ke-157, MSE =0.014055
Epoh ke-157, MSE =0.019172
Epoh ke-157, MSE =0.019189
Epoh ke-158, MSE =0.010689
Epoh ke-158, MSE =0.012227
Epoh ke-158, MSE =0.016494
Epoh ke-158, MSE =0.016497
Epoh ke-159, MSE =0.0092987
Epoh ke-159, MSE =0.010589
Epoh ke-159, MSE =0.014132
Epoh ke-159, MSE =0.014132
Epoh ke-160, MSE =0.0080512
Epoh ke-160, MSE =0.0091291
Epoh ke-160, MSE =0.012059
Epoh ke-160, MSE =0.012062
Epoh ke-161, MSE =0.006939
Epoh ke-161, MSE =0.0078354
Epoh ke-161, MSE =0.01025
Epoh ke-161, MSE =0.010258
Epoh ke-162, MSE =0.0059531
Epoh ke-162, MSE =0.0066955
Epoh ke-162, MSE =0.0086775
Epoh ke-162, MSE =0.0086919
Epoh ke-163, MSE =0.0050844
Epoh ke-163, MSE =0.0056966
Epoh ke-163, MSE =0.0073179
Epoh ke-163, MSE =0.007339
Epoh ke-164, MSE =0.0043232
Epoh ke-164, MSE =0.0048261
Epoh ke-164, MSE =0.0061478
Epoh ke-164, MSE =0.0061746
Epoh ke-165, MSE =0.00366
Epoh ke-165, MSE =0.0040715
Epoh ke-165, MSE =0.0051454
Epoh ke-165, MSE =0.0051768
Epoh ke-166, MSE =0.0030854
Epoh ke-166, MSE =0.0034208
Epoh ke-166, MSE =0.0042907
Epoh ke-166, MSE =0.004325
Epoh ke-167, MSE =0.0025901
Epoh ke-167, MSE =0.0028626
Epoh ke-167, MSE =0.003565
Epoh ke-167, MSE =0.0036011
Epoh ke-168, MSE =0.0021656
Epoh ke-168, MSE =0.0023861
Epoh ke-168, MSE =0.0029516
Epoh ke-168, MSE =0.0029881
Epoh ke-169, MSE =0.0018035
Epoh ke-169, MSE =0.0019814
Epoh ke-169, MSE =0.0024354
Epoh ke-169, MSE =0.0024713

Epoh ke-170, MSE =0.0014963
Epoh ke-170, MSE =0.0016393
Epoh ke-170, MSE =0.0020028
Epoh ke-170, MSE =0.0020373
Epoh ke-171, MSE =0.0012368
Epoh ke-171, MSE =0.0013514
Epoh ke-171, MSE =0.0016416
Epoh ke-171, MSE =0.0016741
Epoh ke-172, MSE =0.0010186
Epoh ke-172, MSE =0.0011102
Epoh ke-172, MSE =0.0013413
Epoh ke-172, MSE =0.0013715
Epoh ke-173, MSE =0.00083604
Epoh ke-173, MSE =0.00090898
Epoh ke-173, MSE =0.0010926
Epoh ke-173, MSE =0.0011201
Epoh ke-174, MSE =0.00068391
Epoh ke-174, MSE =0.00074185
Epoh ke-174, MSE =0.00088741
Epoh ke-174, MSE =0.0009122
Epoh ke-175, MSE =0.00055766
Epoh ke-175, MSE =0.00060355
Epoh ke-175, MSE =0.00071865
Epoh ke-175, MSE =0.00074074
Epoh ke-176, MSE =0.00045331
Epoh ke-176, MSE =0.00048957
Epoh ke-176, MSE =0.00058036
Epoh ke-176, MSE =0.00059985
Epoh ke-177, MSE =0.00036739
Epoh ke-177, MSE =0.00039595
Epoh ke-177, MSE =0.00046742
Epoh ke-177, MSE =0.00048446
Epoh ke-178, MSE =0.0002969
Epoh ke-178, MSE =0.00031934
Epoh ke-178, MSE =0.00037547
Epoh ke-178, MSE =0.00039026
Epoh ke-179, MSE =0.00023927
Epoh ke-179, MSE =0.00025686
Epoh ke-179, MSE =0.00030085
Epoh ke-179, MSE =0.00031358
Epoh ke-180, MSE =0.00019231
Epoh ke-180, MSE =0.00020606
Epoh ke-180, MSE =0.00024046
Epoh ke-180, MSE =0.00025135
Epoh ke-181, MSE =0.00015416
Epoh ke-181, MSE =0.00016489
Epoh ke-181, MSE =0.00019173
Epoh ke-181, MSE =0.00020099
Epoh ke-182, MSE =0.00012328
Epoh ke-182, MSE =0.00013162
Epoh ke-182, MSE =0.00015253

Epoh ke-182, MSE =0.00016036
Epoh ke-183, MSE =9.8339e-05
Epoh ke-183, MSE =0.00010482
Epoh ke-183, MSE =0.00012106
Epoh ke-183, MSE =0.00012765
Epoh ke-184, MSE =7.8261e-05
Epoh ke-184, MSE =8.3275e-05
Epoh ke-184, MSE =9.587e-05
Epoh ke-184, MSE =0.00010139
Epoh ke-185, MSE =6.214e-05
Epoh ke-185, MSE =6.6012e-05
Epoh ke-185, MSE =7.5758e-05
Epoh ke-185, MSE =8.0363e-05
Epoh ke-186, MSE =4.9229e-05
Epoh ke-186, MSE =5.2212e-05
Epoh ke-186, MSE =5.9737e-05
Epoh ke-186, MSE =6.3563e-05
Epoh ke-187, MSE =3.8916e-05
Epoh ke-187, MSE =4.1208e-05
Epoh ke-187, MSE =4.7005e-05
Epoh ke-187, MSE =5.0172e-05
Epoh ke-188, MSE =3.0697e-05
Epoh ke-188, MSE =3.2454e-05
Epoh ke-188, MSE =3.6911e-05
Epoh ke-188, MSE =3.9523e-05
Epoh ke-189, MSE =2.4163e-05
Epoh ke-189, MSE =2.5507e-05
Epoh ke-189, MSE =2.8924e-05
Epoh ke-189, MSE =3.1072e-05
Epoh ke-190, MSE =1.898e-05
Epoh ke-190, MSE =2.0005e-05
Epoh ke-190, MSE =2.262e-05
Epoh ke-190, MSE =2.4381e-05
Epoh ke-191, MSE =1.4878e-05
Epoh ke-191, MSE =1.5658e-05
Epoh ke-191, MSE =1.7654e-05
Epoh ke-191, MSE =1.9093e-05
Epoh ke-192, MSE =1.1639e-05
Epoh ke-192, MSE =1.223e-05
Epoh ke-192, MSE =1.3751e-05
Epoh ke-192, MSE =1.4924e-05
Epoh ke-193, MSE =9.0863e-06
Epoh ke-193, MSE =9.5335e-06
Epoh ke-193, MSE =1.0689e-05
Epoh ke-193, MSE =1.1643e-05
Epoh ke-194, MSE =7.0792e-06
Epoh ke-194, MSE =7.4165e-06
Epoh ke-194, MSE =8.2915e-06
Epoh ke-194, MSE =9.0655e-06
Epoh ke-195, MSE =5.5042e-06
Epoh ke-195, MSE =5.7578e-06

Epoh ke-195, MSE =6.4189e-06
Epoh ke-195, MSE =7.0453e-06
Epoh ke-196, MSE =4.2709e-06
Epoh ke-196, MSE =4.4609e-06
Epoh ke-196, MSE =4.959e-06
Epoh ke-196, MSE =5.4648e-06
Epoh ke-197, MSE =3.307e-06
Epoh ke-197, MSE =3.449e-06
Epoh ke-197, MSE =3.8232e-06
Epoh ke-197, MSE =4.2307e-06
Epoh ke-198, MSE =2.5554e-06
Epoh ke-198, MSE =2.661e-06
Epoh ke-198, MSE =2.9413e-06
Epoh ke-198, MSE =3.269e-06
Epoh ke-199, MSE =1.9704e-06
Epoh ke-199, MSE =2.0487e-06
Epoh ke-199, MSE =2.2579e-06
Epoh ke-199, MSE =2.5209e-06
Epoh ke-200, MSE =1.5161e-06
Epoh ke-200, MSE =1.5739e-06
Epoh ke-200, MSE =1.7295e-06
Epoh ke-200, MSE =1.9401e-06
Epoh ke-201, MSE =1.1639e-06
Epoh ke-201, MSE =1.2065e-06
Epoh ke-201, MSE =1.3218e-06
Epoh ke-201, MSE =1.4901e-06
Epoh ke-202, MSE =8.9157e-07
Epoh ke-202, MSE =9.2271e-07
Epoh ke-202, MSE =1.0078e-06
Epoh ke-202, MSE =1.1422e-06
Epoh ke-203, MSE =6.8137e-07
Epoh ke-203, MSE =7.0405e-07
Epoh ke-203, MSE =7.6661e-07
Epoh ke-203, MSE =8.736e-07
Epoh ke-204, MSE =5.1948e-07
Epoh ke-204, MSE =5.3592e-07
Epoh ke-204, MSE =5.817e-07
Epoh ke-204, MSE =6.6675e-07
Epoh ke-205, MSE =3.9509e-07
Epoh ke-205, MSE =4.0693e-07
Epoh ke-205, MSE =4.4026e-07
Epoh ke-205, MSE =5.0776e-07
Epoh ke-206, MSE =2.9972e-07
Epoh ke-206, MSE =3.0819e-07
Epoh ke-206, MSE =3.3234e-07
Epoh ke-206, MSE =3.8581e-07
Epoh ke-207, MSE =2.2677e-07
Epoh ke-207, MSE =2.3279e-07
Epoh ke-207, MSE =2.5018e-07
Epoh ke-207, MSE =2.9247e-07
Epoh ke-208, MSE =1.711e-07

Epoh ke-208, MSE =1.7535e-07
Epoh ke-208, MSE =1.8779e-07
Epoh ke-208, MSE =2.2117e-07
Epoh ke-209, MSE =1.2873e-07
Epoh ke-209, MSE =1.3169e-07
Epoh ke-209, MSE =1.4053e-07
Epoh ke-209, MSE =1.6685e-07
Epoh ke-210, MSE =9.6553e-08
Epoh ke-210, MSE =9.8606e-08
Epoh ke-210, MSE =1.0484e-07
Epoh ke-210, MSE =1.2554e-07
Epoh ke-211, MSE =7.2191e-08
Epoh ke-211, MSE =7.3595e-08
Epoh ke-211, MSE =7.795e-08
Epoh ke-211, MSE =9.4211e-08
Epoh ke-212, MSE =5.3794e-08
Epoh ke-212, MSE =5.4742e-08
Epoh ke-212, MSE =5.7755e-08
Epoh ke-212, MSE =7.0505e-08
Epoh ke-213, MSE =3.9943e-08
Epoh ke-213, MSE =4.0573e-08
Epoh ke-213, MSE =4.2634e-08
Epoh ke-213, MSE =5.2614e-08
Epoh ke-214, MSE =2.9545e-08
Epoh ke-214, MSE =2.9957e-08
Epoh ke-214, MSE =3.1348e-08
Epoh ke-214, MSE =3.9146e-08
Epoh ke-215, MSE =2.1766e-08
Epoh ke-215, MSE =2.2028e-08
Epoh ke-215, MSE =2.2953e-08
Epoh ke-215, MSE =2.9036e-08
Epoh ke-216, MSE =1.5965e-08
Epoh ke-216, MSE =1.6128e-08
Epoh ke-216, MSE =1.6731e-08
Epoh ke-216, MSE =2.1467e-08
Epoh ke-217, MSE =1.1655e-08
Epoh ke-217, MSE =1.1753e-08
Epoh ke-217, MSE =1.2138e-08
Epoh ke-217, MSE =1.5819e-08
Epoh ke-218, MSE =8.4659e-09
Epoh ke-218, MSE =8.5217e-09
Epoh ke-218, MSE =8.7607e-09
Epoh ke-218, MSE =1.1616e-08
Epoh ke-219, MSE =6.1152e-09
Epoh ke-219, MSE =6.1451e-09
Epoh ke-219, MSE =6.2883e-09
Epoh ke-219, MSE =8.4995e-09
Epoh ke-220, MSE =4.3905e-09
Epoh ke-220, MSE =4.4051e-09
Epoh ke-220, MSE =4.4869e-09
Epoh ke-220, MSE =6.1959e-09

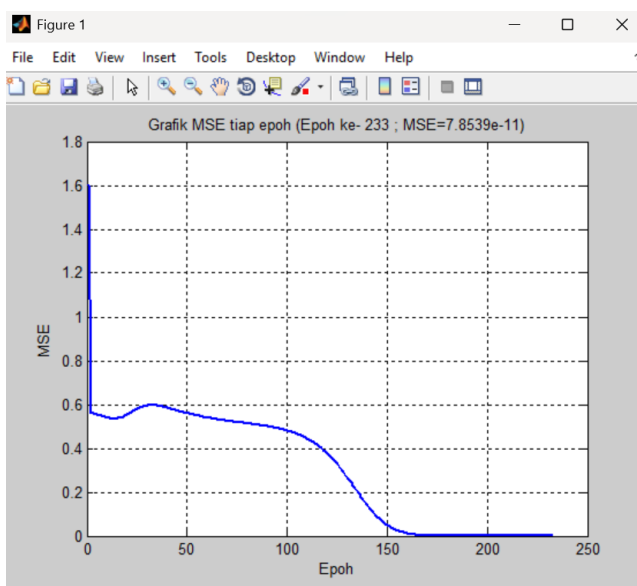
Epoh ke-221, MSE =3.1313e-09
Epoh ke-221, MSE =3.1373e-09
Epoh ke-221, MSE =3.1811e-09
Epoh ke-221, MSE =4.4994e-09
Epoh ke-222, MSE =2.2167e-09
Epoh ke-222, MSE =2.2185e-09
Epoh ke-222, MSE =2.2398e-09
Epoh ke-222, MSE =3.2547e-09
Epoh ke-223, MSE =1.5563e-09
Epoh ke-223, MSE =1.5565e-09
Epoh ke-223, MSE =1.5653e-09
Epoh ke-223, MSE =2.345e-09
Epoh ke-224, MSE =1.0825e-09
Epoh ke-224, MSE =1.0826e-09
Epoh ke-224, MSE =1.0852e-09
Epoh ke-224, MSE =1.683e-09
Epoh ke-225, MSE =7.45e-10
Epoh ke-225, MSE =7.4567e-10
Epoh ke-225, MSE =7.4597e-10
Epoh ke-225, MSE =1.2033e-09
Epoh ke-226, MSE =5.065e-10
Epoh ke-226, MSE =5.0807e-10
Epoh ke-226, MSE =5.0817e-10
Epoh ke-226, MSE =8.5722e-10
Epoh ke-227, MSE =3.3949e-10
Epoh ke-227, MSE =3.4198e-10
Epoh ke-227, MSE =3.4297e-10
Epoh ke-227, MSE =6.0878e-10
Epoh ke-228, MSE =2.2377e-10
Epoh ke-228, MSE =2.2706e-10
Epoh ke-228, MSE =2.2937e-10
Epoh ke-228, MSE =4.313e-10
Epoh ke-229, MSE =1.4455e-10
Epoh ke-229, MSE =1.4847e-10
Epoh ke-229, MSE =1.5213e-10
Epoh ke-229, MSE =3.0514e-10
Epoh ke-230, MSE =9.1091e-11
Epoh ke-230, MSE =9.5437e-11
Epoh ke-230, MSE =1.0028e-10
Epoh ke-230, MSE =2.1593e-10
Epoh ke-231, MSE =5.5649e-11
Epoh ke-231, MSE =6.0229e-11
Epoh ke-231, MSE =6.5989e-11
Epoh ke-231, MSE =1.5315e-10
Epoh ke-232, MSE =3.2653e-11
Epoh ke-232, MSE =3.7303e-11
Epoh ke-232, MSE =4.3685e-11
Epoh ke-232, MSE =1.0919e-10
Epoh ke-233, MSE =1.8142e-11
Epoh ke-233, MSE =2.2728e-11
Epoh ke-233, MSE =2.9453e-11

```
Epoh ke-233, MSE =7.8539e-11  
>>
```

2. Penjelasan Code

Kode MATLAB diatas mengimplementasikan jaringan syaraf tiruan metode backpropagation untuk menyelesaikan masalah logika XOR secara manual tanpa toolbox. Proses dimulai dengan inisialisasi data input dan target, serta parameter pelatihan seperti learning rate, toleransi error, jumlah neuron, dan bobot awal. Data kemudian diproses melalui *forward propagation*, di mana input dihitung menuju hidden layer menggunakan fungsi aktivasi sigmoid, lalu ke output layer dengan fungsi identitas. Selanjutnya dilakukan *backward propagation* untuk menghitung error, menurunkan gradien, dan memperbarui bobot serta bias berdasarkan delta error dari output dan hidden layer. Selama proses pelatihan, error rata-rata kuadrat (MSE) dicatat tiap epoh dan divisualisasikan dalam grafik untuk melihat konvergensi. Hasil pelatihan, termasuk bobot akhir dan MSE, disimpan ke file log. Setelah pelatihan selesai, jaringan diuji kembali untuk memverifikasi hasil prediksi sesuai target. Kode ini menunjukkan cara kerja mendasar jaringan syaraf tiruan secara eksplisit dan transparan, sangat cocok untuk pembelajaran konsep backpropagation dari awal.

3. Hasil Testing



gambar diatas menunjukkan grafik hasil uji coba pelatihan jaringan syaraf tiruan (JST) untuk kasus XOR menggunakan metode backpropagation. Grafik menampilkan penurunan nilai Mean Squared Error (MSE) terhadap jumlah epoh (iterasi pelatihan). Terlihat bahwa MSE turun

secara signifikan dan stabil mendekati nol setelah sekitar 150 epoch, hingga akhirnya konvergen pada epoch ke-233 dengan nilai MSE sangat kecil, yaitu $7.8539e-11$. Hasil ini menunjukkan bahwa model berhasil belajar dengan sangat baik dan akurat dalam memetakan pola input XOR ke target outputnya.