

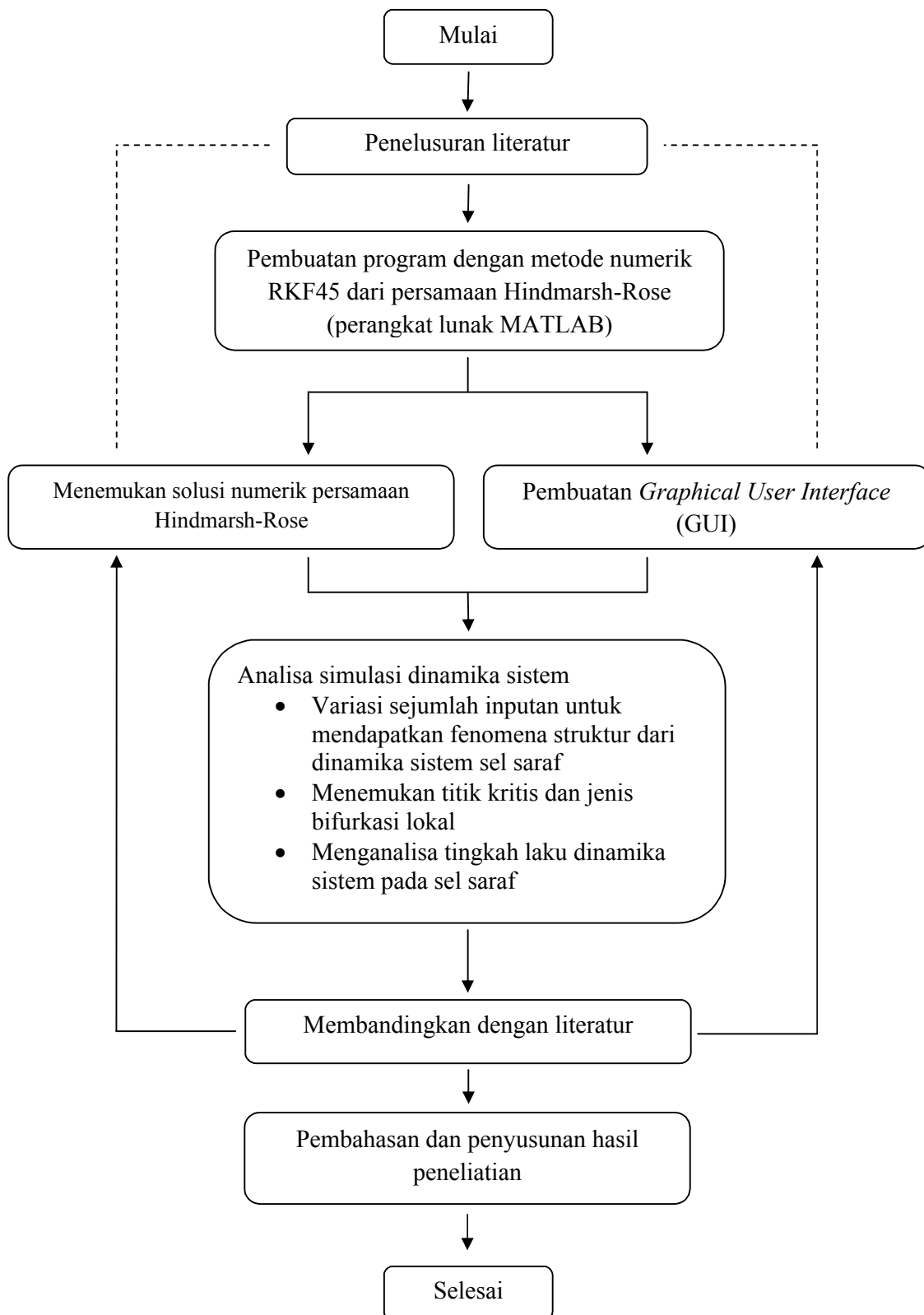
LAMPIRAN



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 2. Persamaan Hodgkin-Huxley untuk Potensial Aksi pada Satu Sel Saraf

$$\text{Potensial membran} : \frac{dV}{dt} = \left\{ \begin{array}{l} C_{Na} m^3 h (E_{Na} - V) + C_K n^4 (E_K - V) \\ + C_{leak} (V_{rest} - V) + I_{inj}(t) \end{array} \right\}$$

$$\text{Sodium } I_{Na} \text{ Fast} : \frac{dm}{dt} = \alpha_m(V)(1-m) - \beta_m(V)m$$

$$\text{Sodium } I_{Na} \text{ Slow} : \frac{dh}{dt} = \alpha_h(V)(1-h) - \beta_h(V)h$$

$$\text{Potasium } I_{Na} \text{ Slow} : \frac{dn}{dt} = \alpha_n(V)(1-n) - \beta_n(V)n$$

$$\alpha_n(V) = \frac{0.01(10-V)}{\exp\left(\frac{10-V}{10}\right) - 1}; \beta_n = 0.125 \exp(-V/80)$$

$$\alpha_h(V) = 0.07 \exp(-V/20); \beta_h(V) = \frac{1}{\exp\left(\frac{30-V}{10}\right) + 1}$$

$$\alpha_m(V) = \frac{0.1(25-V)}{\exp\left(\frac{25-V}{10}\right) - 1}; \beta_m(V) = 4 \exp(-V/18)$$

Lampiran 3. Program Matlab untuk Metode RKF 45 dari persamaan Hindmarsh-Rose

```

%=====
%SIMULASI DINAMIKA SISTEM SEL SARAF MENGGUNAKAN MODEL HINDMARSH-ROSE
%=====
%Persamaan H-R
    % x(.) = y+a*x^2-x^3-z+I
    % y(.) = 1-d*x^2-y
    % z(.) = m*(b*(x-xe)-z)
%-----
clear all
clc
% Penyediaan matriks
x=[]; y=[]; z=[]; t=[];
% Konstanta model Hindmarsh-Rose
a=3; b=4; d=5; xe=-1/2*(1+sqrt(5)); m=0.001;
% Masukan arus (rangsangan berupa arus listrik)
I=3.6;
% Inisial kondisi
xi=0; yi=0; zi=0;
% Waktu dan Jumlah iterasi (Pencacahan)
ti=0; tf=5000; n=50000; h=(tf-ti)/n;
% Pengisian inisial matriks
x(1)=xi; y(1)=yi; z(1)=zi; t(1)=ti;
% Iterasi Model H-R dengan metode RKF45
for k=1:n
kx1=h*(y(k)+a*x(k)^2-x(k)^3-z(k)+I);
ky1=h*(1-d*(x(k))^2-(y(k)));
kz1=h*(m*(b*(x(k)-xe)-z(k)));
kx2=h*((y(k)+1/4*ky1)+a*(x(k)+1/4*kx1)^2-(x(k)+1/4*kx1)^3-(z(k)+1/4*kz1)+I);
ky2=h*(1-d*(x(k)+1/4*kx1)^2-(y(k)+1/4*ky1));
kz2=h*(m*(b*((x(k)+1/4*kx1)-xe)-(z(k)+1/4*kz1)));
kx3=h*((y(k)+3/32*ky1+9/32*ky2)+a*(x(k)+3/32*kx1+9/32*kx2)^2-(x(k)+3/32*kx1+9/32*kx2)^3-(z(k)+3/32*kz1+9/32*kz2)+I);
ky3=h*(1-d*(x(k)+3/32*kx1+9/32*kx2)^2-(y(k)+3/32*ky1+9/32*ky2));
kz3=h*(m*(b*((x(k)+3/32*kx1+9/32*kx2)-xe)-(z(k)+3/32*kz1+9/32*kz2)));
kx4=h*((y(k)+1932/2197*ky1-7200/2197*ky2+7296/2197*ky3)+a*(x(k)+1932/2197*kx1-7200/2197*kx2+7296/2197*kx3)^2-(x(k)+1932/2197*kx1-7200/2197*kx2+7296/2197*kx3)^3-(z(k)+1932/2197*kz1-7200/2197*kz2+7296/2197*kz3)+I);
ky4=h*(1-d*(x(k)+1932/2197*kx1-7200/2197*kx2+7296/2197*kx3)^2-(y(k)+1932/2197*ky1-7200/2197*ky2+7296/2197*ky3));
kz4=h*(m*(b*((x(k)+1932/2197*kx1-7200/2197*kx2+7296/2197*kx3)-xe)-(z(k)+1932/2197*kz1-7200/2197*kz2+7296/2197*kz3)));
kx5=h*((y(k)+439/216*ky1-8*ky2+3680/513*ky3-845/4104*ky4)+a*(x(k)+439/216*kx1-8*kx2+3680/513*kx3-845/4104*kx4)^2-(x(k)+439/216*kx1-8*kx2+3680/513*kx3-845/4104*kx4)^3-(z(k)+439/216*kz1-8*kz2+3680/513*kz3-845/4104*kz4)+I);
ky5=h*(1-d*(x(k)+439/216*kx1-8*kx2+3680/513*kx3-845/4104*kx4)^2-(y(k)+439/216*ky1-8*ky2+3680/513*ky3-845/4104*ky4));
kz5=h*(m*(b*((x(k)+439/216*kx1-8*kx2+3680/513*kx3-845/4104*kx4)-xe)-(z(k)+439/216*kz1-8*kz2+3680/513*kz3-845/4104*kz4)));

```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

```

kx6=h*( (y(k)-8/27*ky1+2*ky2-3544/2565*ky3+1859/4104*ky4-
11/40*ky5)+a*(x(k)-8/27*kx1+2*kx2-3544/2565*kx3+1859/4104*kx4-
11/40*kx5)^2-(x(k)-8/27*kx1+2*kx2-3544/2565*kx3+1859/4104*kx4-
11/40*kx5)^3-(z(k)-8/27*kz1+2*kz2-3544/2565*kz3+1859/4104*kz4-
11/40*kz5)+I);
ky6=h*(1-d*(x(k)-8/27*kx1+2*kx2-3544/2565*kx3+1859/4104*kx4-
11/40*kx5)^2-(y(k)-8/27*ky1+2*ky2-3544/2565*ky3+1859/4104*ky4-
11/40*ky5));
kz6=h*(m*(b*((x(k)-8/27*kx1+2*kx2-3544/2565*kx3+1859/4104*kx4-
11/40*kx5)-xe)-(z(k)-8/27*kz1+2*kz2-3544/2565*kz3+1859/4104*kz4-
11/40*kz5)));
t(k+1)=t(k)+h;
x(k+1)=x(k)+16/135*kx1+6656/12825*kx3+28561/56430*kx4-
9/50*kx5+2/55*kx6;
y(k+1)=y(k)+16/135*ky1+6656/12825*ky3+28561/56430*ky4-
9/50*ky5+2/55*ky6;
z(k+1)=z(k)+16/135*kz1+6656/12825*kz3+28561/56430*kz4-
9/50*kz5+2/55*kz6;
end
% Plot data
plot(t,x)
xlabel('t (detik)')
ylabel('x (satuan potensial)')
figure
plot3(x,y,z)
xlabel('x')
ylabel('y')
zlabel('z')
% Pencarian titik keseimbangan sistem
x1=[1 (d-a) b (-b*xe-I-1)];
x0=roots(x1)
for i=1:3
y0(i)=1-d*x0(i)^2;
z0(i)=(b*(x0(i)-xe));
end
y0=y0'
z0=z0'
% Pencarian karakterisasi titik keseimbangan sistem
jacob1=[-3*x0(1)^2+2*a*x0(1) 1 -1;-2*d*x0(1) -1 0;m*b 0 -m]
jacob2=[-3*x0(2)^2+2*a*x0(2) 1 -1;-2*d*x0(2) -1 0;m*b 0 -m]
jacob3=[-3*x0(3)^2+2*a*x0(3) 1 -1;-2*d*x0(3) -1 0;m*b 0 -m]
eigent1=eig(jacob1)
eigent2=eig(jacob2)
eigent3=eig(jacob3)

```

Lampiran 4. Program Matlab untuk GUI Fisik

HR_Simulator.m

```

clear all;
clc;
ruang=figure('units','pixel','position',[15 25 1250
700],'color',[.8 .8
.8],'menubar','figure','resize','on','name','H-R
Simulator','NumberTitle','off');
judul=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[50 650
900 35],'style','text','string','HINDMARSH-ROSE NEURON MODEL
SIMULATOR','backgroundcolor',[0.8 0.8
0.8],'fontname','AddElectricCity','fontsize',24,'fontweight','bold
','foregroundcolor',[0 0 0],'horizontalalignment','center');
grafik1=axes('parent',ruang,'units','pixel','position',[220 400
350 165],'xgrid','on','ygrid','on','xcolor',[.4 0
.15],'ycolor',[.4 0 .15],'fontsize',8,'color',[1 1 1]);
grafik2=axes('parent',ruang,'units','pixel','position',[220 175
350 165],'xgrid','on','ygrid','on','xcolor',[.4 0
.15],'ycolor',[.4 0 .15],'fontsize',8,'color',[1 1 1]);
grafik3=axes('parent',ruang,'units','pixel','position',[630 470
165 155],'xgrid','on','ygrid','on','xcolor',[.4 0
.15],'ycolor',[.4 0 .15],'fontsize',8,'color',[1 1 1]);
grafik4=axes('parent',ruang,'units','pixel','position',[630 280
165 155],'xgrid','on','ygrid','on','xcolor',[.4 0
.15],'ycolor',[.4 0 .15],'fontsize',8,'color',[1 1 1]);
grafik5=axes('parent',ruang,'units','pixel','position',[630 90 165
155],'xgrid','on','ygrid','on','xcolor',[.4 0 .15],'ycolor',[.4 0
.15],'fontsize',8,'color',[1 1 1]);
grafik6=axes('parent',ruang,'units','pixel','position',[865 180
350 350],'xgrid','on','ygrid','on','xcolor',[.4 0
.15],'ycolor',[.4 0 .15],'fontsize',8,'color',[1 1 1]);
tomproses=uicontrol('parent',ruang,'units','points','position',[23
0 30 60
25],'style','pushbutton','callback','HR_Rk45','string','PROSES','f
ontname','Tahoma','fontweight','bold','fontsize',10);
tomplot=uicontrol('parent',ruang,'units','points','position',[300
30 60
25],'style','pushbutton','callback','HR_Plot','string','PLOT','fon
tname','Tahoma','fontweight','bold','fontsize',10);
tomreset=uicontrol('parent',ruang,'units','points','position',[370
30 60
25],'style','pushbutton','callback','HR_Reset','string','RESET','f
ontname','Tahoma','fontweight','bold','fontsize',10);
label1=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[20 600
30 20],'style','text','string','a=','backgroundcolor',[.8 .8
.8],'fontname','AddElectricCity','fontsize',12,'fontweight','Norma
l','foregroundcolor',[0 0 0],'horizontalalignment','right');
label2=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[20 570
30 20],'style','text','string','b=','backgroundcolor',[.8 .8
.8],'fontname','AddElectricCity','fontsize',12,'fontweight','Norma
l','foregroundcolor',[0 0 0],'horizontalalignment','right');
label3=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[95 600
30 20],'style','text','string','d=','backgroundcolor',[.8 .8
.8],'fontname','AddElectricCity','fontsize',12,'fontweight','Norma
l','foregroundcolor',[0 0 0],'horizontalalignment','right');
label4=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[95 570
30 20],'style','text','string','I=','backgroundcolor',[.8 .8

```



```
.8], 'fontname', 'AddElectricCity', 'fontsize', 12, 'fontweight', 'Normal', 'foregroundcolor', [0 0 0], 'horizontalalignment', 'right');
label15=uicontrol('parent', ruang, 'units', 'pixel', 'position', [20 530 30 20], 'style', 'text', 'string', 'm=', 'backgroundcolor', [.8 .8 .8], 'fontname', 'AddElectricCity', 'fontsize', 12, 'fontweight', 'Normal', 'foregroundcolor', [0 0 0], 'horizontalalignment', 'right');
label16=uicontrol('parent', ruang, 'units', 'pixel', 'position', [15 500 35 20], 'style', 'text', 'string', 'xe=', 'backgroundcolor', [.8 .8 .8], 'fontname', 'AddElectricCity', 'fontsize', 12, 'fontweight', 'Normal', 'foregroundcolor', [0 0 0], 'horizontalalignment', 'right');
label17=uicontrol('parent', ruang, 'units', 'pixel', 'position', [15 460 35 20], 'style', 'text', 'string', 'ti=', 'backgroundcolor', [.8 .8 .8], 'fontname', 'AddElectricCity', 'fontsize', 12, 'fontweight', 'Normal', 'foregroundcolor', [0 0 0], 'horizontalalignment', 'right');
label18=uicontrol('parent', ruang, 'units', 'pixel', 'position', [15 430 35 20], 'style', 'text', 'string', 'tf=', 'backgroundcolor', [.8 .8 .8], 'fontname', 'AddElectricCity', 'fontsize', 12, 'fontweight', 'Normal', 'foregroundcolor', [0 0 0], 'horizontalalignment', 'right');
label19=uicontrol('parent', ruang, 'units', 'pixel', 'position', [15 50 35 20], 'style', 'text', 'string', 'xi=', 'backgroundcolor', [.8 .8 .8], 'fontname', 'AddElectricCity', 'fontsize', 12, 'fontweight', 'Normal', 'foregroundcolor', [0 0 0], 'horizontalalignment', 'right');
label110=uicontrol('parent', ruang, 'units', 'pixel', 'position', [100 50 35 20], 'style', 'text', 'string', 'yi=', 'backgroundcolor', [.8 .8 .8], 'fontname', 'AddElectricCity', 'fontsize', 12, 'fontweight', 'Normal', 'foregroundcolor', [0 0 0], 'horizontalalignment', 'right');
label111=uicontrol('parent', ruang, 'units', 'pixel', 'position', [180 50 35 20], 'style', 'text', 'string', 'zi=', 'backgroundcolor', [.8 .8 .8], 'fontname', 'AddElectricCity', 'fontsize', 12, 'fontweight', 'Normal', 'foregroundcolor', [0 0 0], 'horizontalalignment', 'right');
label112=uicontrol('parent', ruang, 'units', 'pixel', 'position', [15 390 35 20], 'style', 'text', 'string', 'xo=', 'backgroundcolor', [.8 .8 .8], 'fontname', 'AddElectricCity', 'fontsize', 12, 'fontweight', 'Normal', 'foregroundcolor', [0 0 0], 'horizontalalignment', 'right');
label113=uicontrol('parent', ruang, 'units', 'pixel', 'position', [15 360 35 20], 'style', 'text', 'string', 'yo=', 'backgroundcolor', [.8 .8 .8], 'fontname', 'AddElectricCity', 'fontsize', 12, 'fontweight', 'Normal', 'foregroundcolor', [0 0 0], 'horizontalalignment', 'right');
label114=uicontrol('parent', ruang, 'units', 'pixel', 'position', [15 330 35 20], 'style', 'text', 'string', 'zo=', 'backgroundcolor', [.8 .8 .8], 'fontname', 'AddElectricCity', 'fontsize', 12, 'fontweight', 'Normal', 'foregroundcolor', [0 0 0], 'horizontalalignment', 'right');
label115=uicontrol('parent', ruang, 'units', 'pixel', 'position', [15 290 35 20], 'style', 'text', 'string', 'e1=', 'backgroundcolor', [.8 .8 .8], 'fontname', 'AddElectricCity', 'fontsize', 12, 'fontweight', 'Normal', 'foregroundcolor', [0 0 0], 'horizontalalignment', 'right');
label116=uicontrol('parent', ruang, 'units', 'pixel', 'position', [15 265 35 20], 'style', 'text', 'string', 'e2=', 'backgroundcolor', [.8 .8 .8], 'fontname', 'AddElectricCity', 'fontsize', 12, 'fontweight', 'Normal', 'foregroundcolor', [0 0 0], 'horizontalalignment', 'right');
label117=uicontrol('parent', ruang, 'units', 'pixel', 'position', [15 235 35 20], 'style', 'text', 'string', 'e3=', 'backgroundcolor', [.8 .8 .8], 'fontname', 'AddElectricCity', 'fontsize', 12, 'fontweight', 'Normal', 'foregroundcolor', [0 0 0], 'horizontalalignment', 'right');
label118=uicontrol('parent', ruang, 'units', 'pixel', 'position', [80 165 45 40], 'style', 'text', 'string', 'ZOOM', 'backgroundcolor', [.8 .8 .8], 'fontname', 'AddElectricCity', 'fontsize', 12, 'fontweight', 'Normal', 'foregroundcolor', [0 0 0], 'horizontalalignment', 'right');
```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IPB (Institut Pertanian Bogor)

Bogor Agricultural University

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

```
isi1=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[55 600
40 20],'backgroundcolor',[1 1
1],'style','Edit','string','3','fontname','AddElectricCity','font
size',8);
isi2=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[55 570
40 20],'backgroundcolor',[1 1
1],'style','Edit','string','4','fontname','AddElectricCity','font
size',8);
isi3=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[130 600
40 20],'backgroundcolor',[1 1
1],'style','Edit','string','5','fontname','AddElectricCity','font
size',8);
isi4=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[130 570
40 20],'backgroundcolor',[1 1
1],'style','Edit','string','3.25','fontname','AddElectricCity','fo
ntsize',8);
isi5=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[55 530
80 20],'backgroundcolor',[1 1
1],'style','Edit','string','0.001','fontname','AddElectricCity','f
ontsize',8);
isi6=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[55 500
80 20],'backgroundcolor',[1 1 1],'style','Edit','string','-
1.6180','fontname','AddElectricCity','fontsize',8);
isi7=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[55 460
40 20],'backgroundcolor',[1 1
1],'style','Edit','string','0','fontname','AddElectricCity','font
size',8);
isi8=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[55 430
40 20],'backgroundcolor',[1 1
1],'style','Edit','string','3000','fontname','AddElectricCity','fo
ntsize',8);
isi9=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[100 445
50 20],'backgroundcolor',[1 1
1],'style','Edit','string','50000','fontname','AddElectricCity','f
ontsize',8);
isi10=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[55 50
40 20],'backgroundcolor',[.8 .8
.8],'style','Edit','string','0','fontname','AddElectricCity','font
size',8);
isi11=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[140 50
40 20],'backgroundcolor',[.8 .8
.8],'style','Edit','string','0','fontname','AddElectricCity','font
size',8);
isi12=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[225 50
40 20],'backgroundcolor',[.8 .8
.8],'style','Edit','string','0','fontname','AddElectricCity','font
size',8);
isi13=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[55 390
80 20],'backgroundcolor',[1 1
1],'style','Edit','string','0','fontname','AddElectricCity','font
size',8);
isi14=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[55 360
80 20],'backgroundcolor',[1 1
1],'style','Edit','string','0','fontname','AddElectricCity','font
size',8);
isi15=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[55 330
80 20],'backgroundcolor',[1 1
1],'style','Edit','string','0','fontname','AddElectricCity','font
size',8);
```



```
isi16=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[55 295
80 20],'backgroundcolor',[1 1
1],'style','Edit','string','0','fontname','AddElectricCity','font
size',8);
isi17=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[55 265
80 20],'backgroundcolor',[1 1
1],'style','Edit','string','0','fontname','AddElectricCity','font
size',8);
isi18=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[55 235
80 20],'backgroundcolor',[1 1
1],'style','Edit','string','0','fontname','AddElectricCity','font
size',8);
isi19=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[55 165
50 20],'backgroundcolor',[1 1
1],'style','Edit','string','0','fontname','AddElectricCity','font
size',8);
isi20=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[55 135
50 20],'backgroundcolor',[1 1
1],'style','Edit','string','0','fontname','AddElectricCity','font
size',8);
isi21=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[110 165
50 20],'backgroundcolor',[1 1
1],'style','Edit','string','0','fontname','AddElectricCity','font
size',8);
isi22=uicontrol('parent',ruang,'units','pixel','position',[110 135
50 20],'backgroundcolor',[1 1
1],'style','Edit','string','0','fontname','AddElectricCity','font
size',8);
```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

Lampiran 5. Program Matlab untuk GUI Isi Program

HR_Rk45.m

```

%-----
%dx/dt=y+a*x^2-x^3-z+I
%dy/dt=1-d*x^2-y
%dz/dt=m*(b*(x-xe)-z)
%-----
a=str2num(get(isi1,'string'));
b=str2num(get(isi2,'string'));
d=str2num(get(isi3,'string'));
I=str2num(get(isi4,'string'));
m=str2num(get(isi5,'string'));
xe=str2num(get(isi6,'string'));
ti=str2num(get(isi7,'string'));
tf=str2num(get(isi8,'string'));
n=str2num(get(isi9,'string'));
xi=str2num(get(isi10,'string'));
yi=str2num(get(isi11,'string'));
zi=str2num(get(isi12,'string'));

x=[]; y=[]; z=[]; t=[];

h=(tf-ti)/n;

x(1)=xi; y(1)=yi; z(1)=zi; t(1)=ti;

for k=1:n

kx1=h*(y(k)+a*x(k)^2-x(k)^3-z(k)+I);
ky1=h*(1-d*(x(k))^2-(y(k)));
kz1=h*(m*(b*(x(k)-xe)-z(k)));

kx2=h*((y(k)+1/4*ky1)+a*(x(k)+1/4*kx1)^2-(x(k)+1/4*kx1)^3-
(z(k)+1/4*kz1)+I);
ky2=h*(1-d*(x(k)+1/4*kx1)^2-(y(k)+1/4*ky1));
kz2=h*(m*(b*((x(k)+1/4*kx1)-xe)-(z(k)+1/4*kz1)));

kx3=h*((y(k)+3/32*ky1+9/32*ky2)+a*(x(k)+3/32*kx1+9/32*kx2)^2-
(x(k)+3/32*kx1+9/32*kx2)^3-(z(k)+3/32*kz1+9/32*kz2)+I);
ky3=h*(1-d*(x(k)+3/32*kx1+9/32*kx2)^2-(y(k)+3/32*ky1+9/32*ky2));
kz3=h*(m*(b*((x(k)+3/32*kx1+9/32*kx2)-xe)-
(z(k)+3/32*kz1+9/32*kz2)));

kx4=h*((y(k)+1932/2197*ky1-
7200/2197*ky2+7296/2197*ky3)+a*(x(k)+1932/2197*kx1-
7200/2197*kx2+7296/2197*kx3)^2-(x(k)+1932/2197*kx1-
7200/2197*kx2+7296/2197*kx3)^3-(z(k)+1932/2197*kz1-
7200/2197*kz2+7296/2197*kz3)+I);
ky4=h*(1-d*(x(k)+1932/2197*kx1-7200/2197*kx2+7296/2197*kx3)^2-
(y(k)+1932/2197*ky1-7200/2197*ky2+7296/2197*ky3));
kz4=h*(m*(b*((x(k)+1932/2197*kx1-7200/2197*kx2+7296/2197*kx3)-xe)-
(z(k)+1932/2197*kz1-7200/2197*kz2+7296/2197*kz3)));

kx5=h*((y(k)+439/216*ky1-8*ky2+3680/513*ky3-
845/4104*ky4)+a*(x(k)+439/216*kx1-8*kx2+3680/513*kx3-
845/4104*kx4)^2-(x(k)+439/216*kx1-8*kx2+3680/513*kx3-

```

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

```

845/4104*kx4)^3-(z(k)+439/216*kz1-8*kz2+3680/513*kz3-
845/4104*kz4)+I);
ky5=h*(1-d*(x(k)+439/216*kx1-8*kx2+3680/513*kx3-845/4104*kx4)^2-
(y(k)+439/216*ky1-8*ky2+3680/513*ky3-845/4104*ky4));
kz5=h*(m*(b*((x(k)+439/216*kx1-8*kx2+3680/513*kx3-845/4104*kx4)-
xe)-(z(k)+439/216*kz1-8*kz2+3680/513*kz3-845/4104*kz4)));

kx6=h*((y(k)-8/27*ky1+2*ky2-3544/2565*ky3+1859/4104*ky4-
11/40*ky5)+a*(x(k)-8/27*kx1+2*kx2-3544/2565*kx3+1859/4104*kx4-
11/40*kx5)^2-(x(k)-8/27*kx1+2*kx2-3544/2565*kx3+1859/4104*kx4-
11/40*kx5)^3-(z(k)-8/27*kz1+2*kz2-3544/2565*kz3+1859/4104*kz4-
11/40*kz5)+I);
ky6=h*(1-d*(x(k)-8/27*kx1+2*kx2-3544/2565*kx3+1859/4104*kx4-
11/40*kx5)^2-(y(k)-8/27*ky1+2*ky2-3544/2565*ky3+1859/4104*ky4-
11/40*ky5));
kz6=h*(m*(b*((x(k)-8/27*kx1+2*kx2-3544/2565*kx3+1859/4104*kx4-
11/40*kx5)-xe)-(z(k)-8/27*kz1+2*kz2-3544/2565*kz3+1859/4104*kz4-
11/40*kz5)));

t(k+1)=t(k)+h;
x(k+1)=x(k)+16/135*kx1+6656/12825*kx3+28561/56430*kx4-
9/50*kx5+2/55*kx6;
y(k+1)=y(k)+16/135*ky1+6656/12825*ky3+28561/56430*ky4-
9/50*ky5+2/55*ky6;
z(k+1)=z(k)+16/135*kz1+6656/12825*kz3+28561/56430*kz4-
9/50*kz5+2/55*kz6;
end
set(ruang, 'currentaxes',grafik1);
plot(t,x)
xlabel('t')
ylabel('x')

set(isi19, 'string', num2str(ti+1));
set(isi21, 'string', num2str(n));
set(isi20, 'string', num2str(ti+1));
set(isi22, 'string', num2str(n));

x1=[1 (d-a) b (-b*x0-I-1)];
x0=roots(x1);
set(isi13, 'string', num2str(x0(3)));
y0=1-d*x0(3)^2;
z0=(b*(x0(3)-xe));
set(isi14, 'string', num2str(y0));
set(isi15, 'string', num2str(z0));

jacob=[-3*x0(3)^2+2*a*x0(3) 1 -1;-2*d*x0(3) -1 0;m*b 0 -m];
eigent=eig(jacob);
set(isi16, 'string', num2str(eigent(1)));
set(isi17, 'string', num2str(eigent(2)));
set(isi18, 'string', num2str(eigent(3)));

```

HR_Plot.m

```
ai=str2num(get(isi19, 'string'));
af=str2num(get(isi21, 'string'));
bi=str2num(get(isi20, 'string'));
bf=str2num(get(isi22, 'string'));

set(ruang, 'currentaxes', grafik1);
plot(t(1, (ai:af)), x(1, (ai:af)));
xlabel('t'); ylabel('x');

set(ruang, 'currentaxes', grafik2);
plot(t(1, (bi:bf)), x(1, (bi:bf)));
xlabel('t'); ylabel('x');

set(ruang, 'currentaxes', grafik3);
plot(x(1, (bi:bf)), y(1, (bi:bf)));
xlabel('x'); ylabel('y');

set(ruang, 'currentaxes', grafik4);
plot(x(1, (bi:bf)), z(1, (bi:bf)));
xlabel('x'); ylabel('z');

set(ruang, 'currentaxes', grafik5);
plot(y(1, (bi:bf)), z(1, (bi:bf)));
xlabel('y'); ylabel('z');

set(ruang, 'currentaxes', grafik6);
plot3(x(1, (bi:bf)), y(1, (bi:bf)), z(1, (bi:bf)));
xlabel('x'); ylabel('y'); zlabel('z');
```

HR_Reset.m

```
set(isi1, 'string', num2str(3));
set(isi2, 'string', num2str(4));
set(isi3, 'string', num2str(5));
set(isi4, 'string', num2str(3.25));
set(isi5, 'string', num2str(0.001));
set(isi6, 'string', num2str(-1.6180));
set(isi7, 'string', num2str(0));
set(isi8, 'string', num2str(3000));
set(isi9, 'string', num2str(50000));
set(isi10, 'string', num2str(0));
set(isi11, 'string', num2str(0));
set(isi12, 'string', num2str(0));
set(isi13, 'string', num2str(0));
set(isi14, 'string', num2str(0));
set(isi15, 'string', num2str(0));
set(isi16, 'string', num2str(0));
set(isi17, 'string', num2str(0));
set(isi18, 'string', num2str(0));
set(isi19, 'string', num2str(0));
set(isi20, 'string', num2str(0));
set(isi21, 'string', num2str(0));
set(isi22, 'string', num2str(0));
```