

ALGORITMA GENETIKA

UNTUK OPTIMASI FUNGSI

- ❑ Pengertian Dasar
- ❑ AG untuk optimasi fungsi
 $\mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$
- ❑ AG untuk optimasi fungsi
 $\mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$

PENGERTIAN DASAR AG

- ❑ Merupakan metode adaptif yang dapat digunakan untuk optimisasi berdasarkan proses seleksi alamiah
- ❑ Penggunaan istilah disesuaikan dengan ilmu genetika
- ❑ Bertujuan menghasilkan individu keturunan yang lebih baik
- ❑ Keturunan yang baik diperoleh dari induk-induk yang baik. Keturunan merupakan bentuk dari solusi yang ingin dicapai

PERBEDAAN ALGORITMA GENETIK DAN TEKNIK OPTIMISASI STANDARD

- Bekerja dengan sebuah himpunan pengkodean parameter, bukan himpunan parameter itu sendiri
- Mencari dari suatu populasi titik-titik, bukan satu titik
- Menggunakan informasi fungsi sasaran (FITNESS), tidak menggunakan derivatif
- Menggunakan operasi random dengan aturan perubahan probabilistik, bukan operasi dengan aturan tertentu dalam setiap iterasi



KROMOSOM

- Kandidat solusi suatu masalah dikodekan dalam bentuk barisan simbol-simbol (string) yang disebut Kromosom
- Kromosom terdiri dari elemen-elemen yang berupa simbol-simbol dari himpunan terpilih
- Himpunan yang lazim adalah $\{0,1\}$ yaitu simbol 0 dan 1 dengan panjang L
- Tiap-tiap kromosom berkorespondensi dengan fungsi sasaran (*fitness function*)



PENGGKODEAN

● BINARY ENCODING :

Setiap kromosom dinyatakan dalam barisan bit 0 atau 1

Kromosom 1 :	1	0	1	0	1	0	0	1
Kromosom 2 :	0	0	1	1	1	0	1	0

Contoh skema binary encoding 3 parameter

Parameter	β_1				β_2				β_3			
Binary number	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1
	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	g9	g10	g11	g12

EVALUASI

MENGGANTI GENOTIP KROMOSOM MENJADI FENOTIP KROMOSOM, BERARTI MENGGANTI *BINARY STRINGS* MENJADI *REAL VALUE* (PROSES DECODING) & MENGHITUNG FITNESS

Formula Umum :

$$\beta_j = a_j + (b_j - a_j) g$$

a_j = Batas bawah dan b_j = Batas atas

Decoding untuk Binary Encoding :

$$\beta_j = a_j + (b_j - a_j) \sum_{i=1}^N g_i 2^{-i}$$

N= banyaknya bit atau gen



SELEKSI

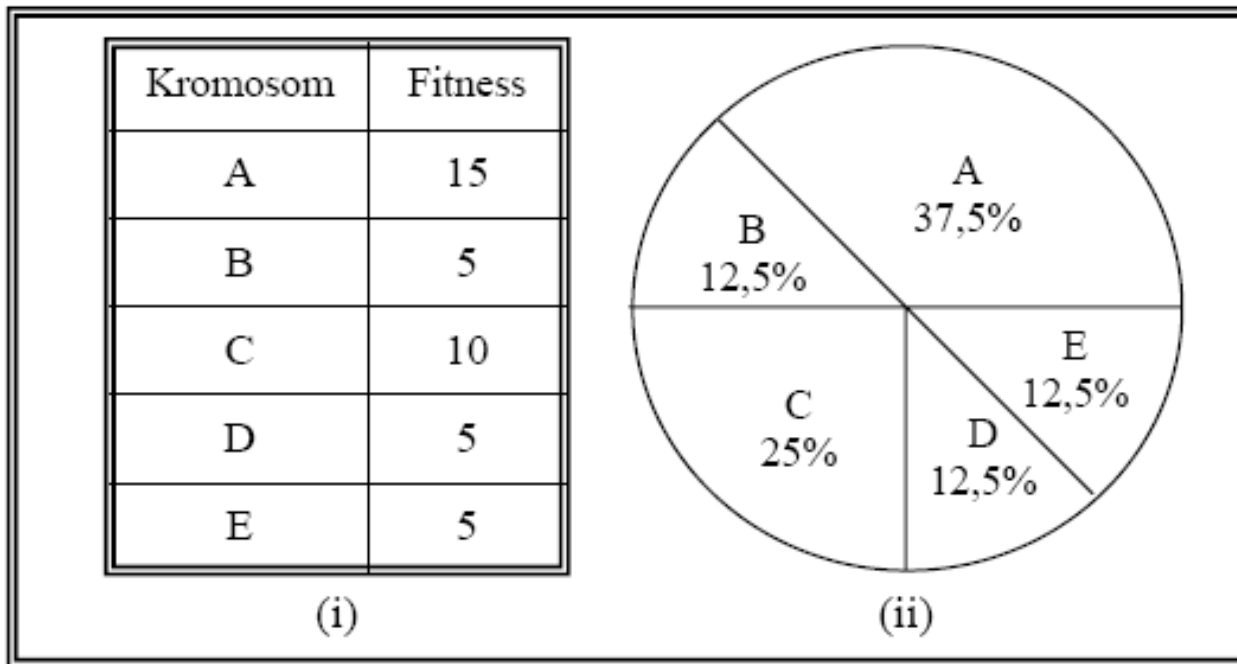
- PROSES SELEKSI DIDASARKAN PADA NILAI FITNESS DARI SETIAP KROMOSOM
- PROSES SELEKSI MENJAMIN INDIVIDU/ KROMOSOM DENGAN KUALITAS (FITNESS) YANG LEBIH BAIK CENDERUNG TERPILIH UNTUK PERKAWINAN SILANG DARIPADA YANG BERKUALITAS (FITNESS) LEBIH RENDAH



BEBERAPA METODE SELEKSI

○ SELEKSI ROULETTE WHEEL

Dihitung probabilitas kumulatifnya, kemudian dibangkitkan bilangan random $[0,1]$ untuk memilih kromosom yang akan dijadikan induk



BEBERAPA METODE SELEKSI

SELEKSI RANKING (RANK SELECTION)

- populasi dirangking berdasarkan fitnessnya
- semua kromosom mempunyai kemungkinan untuk terpilih

Kromosom	Fitness	Fitness Baru
B	5	1
D	5	2
E	5	3
C	10	4
A	15	5



LINEAR FITNESS RANKING (LFR)

- UNTUK MENGHINDARI TERJADINYA KONVERGENSI DINI (OPTIMUM LOKAL)
- FORMULA :

$$f(i) = f_{max} - (f_{max} - f_{min}) \left(\frac{R(i)-1}{N-1} \right)$$

$f(i)$ = fitness baru

f_{max} = fitness maksimum

f_{min} = fitness minimum

$R(i)$ = ranking fitness ke-i

N = banyaknya kromosom



CROSSOVER (KAWIN SILANG)

- Probabilitas suatu individu/kromosom terpilih untuk perkawinan silang dinyatakan dengan p_c
- Menurut beberapa peneliti nilai p_c yang baik adalah :

$$80\% < p_c < 95\%$$



CROSSOVER (2)

- Perkawinan silang 1 titik (titik persilangannya 4)

Kromosom Orangtua 1 :	0	0	0	0	0	0
Kromosom Orangtua 2 :	1	1	1	1	1	1
Keturunan 1 :	0	0	0	0	1	1
Keturunan 2 :	1	1	1	1	0	0

- Perkawinan silang 2 titik (titik persilangannya 2 & 4)

Kromosom Orangtua 1 :	0	0	0	0	0	0
Kromosom Orangtua 2 :	1	1	1	1	1	1
Keturunan 1 :	0	0	1	1	0	0
Keturunan 2 :	1	1	0	0	1	1



CROSSOVER (3)

- Perkawinan silang seragam (titik persilangannya 2, 3, 5 & 7)

Kromosom Orangtua 1 :	0	0	0	0	0	0	0	0
Kromosom Orangtua 2 :	1	1	1	1	1	1	1	1
Keturunan 1 :	0	0	1	0	0	1	1	0
Keturunan 2 :	1	1	0	1	1	0	0	1



MUTASI

- Mutasi merupakan proses mengubah nilai dari satu atau beberapa gen dalam satu kromosom
- Untuk menghindari terjadinya konvergensi dini karena proses pemilihan kromosom cenderung terus pada kromosom yang baik saja
- Proses mutasi tidak selalu menghasilkan fitness yang lebih baik, sehingga probabilitas mutasi (p_m) dipilih angka yang kecil
- Contoh mutasi pada bit ke-4 dan ke-6

Kromosom sebelum mutasi :	1	0	0	1	0	0	1	1
Kromosom setelah mutasi :	1	0	0	0	0	1	1	1



MUTASI (2)

PENENTUAN PROBABILITAS MUTASI

- Pm Mengikuti Distribusi Uniform(rate=bilangan kecil)
- Pm Mengikuti Distribusi Gaussian (mean = 0)

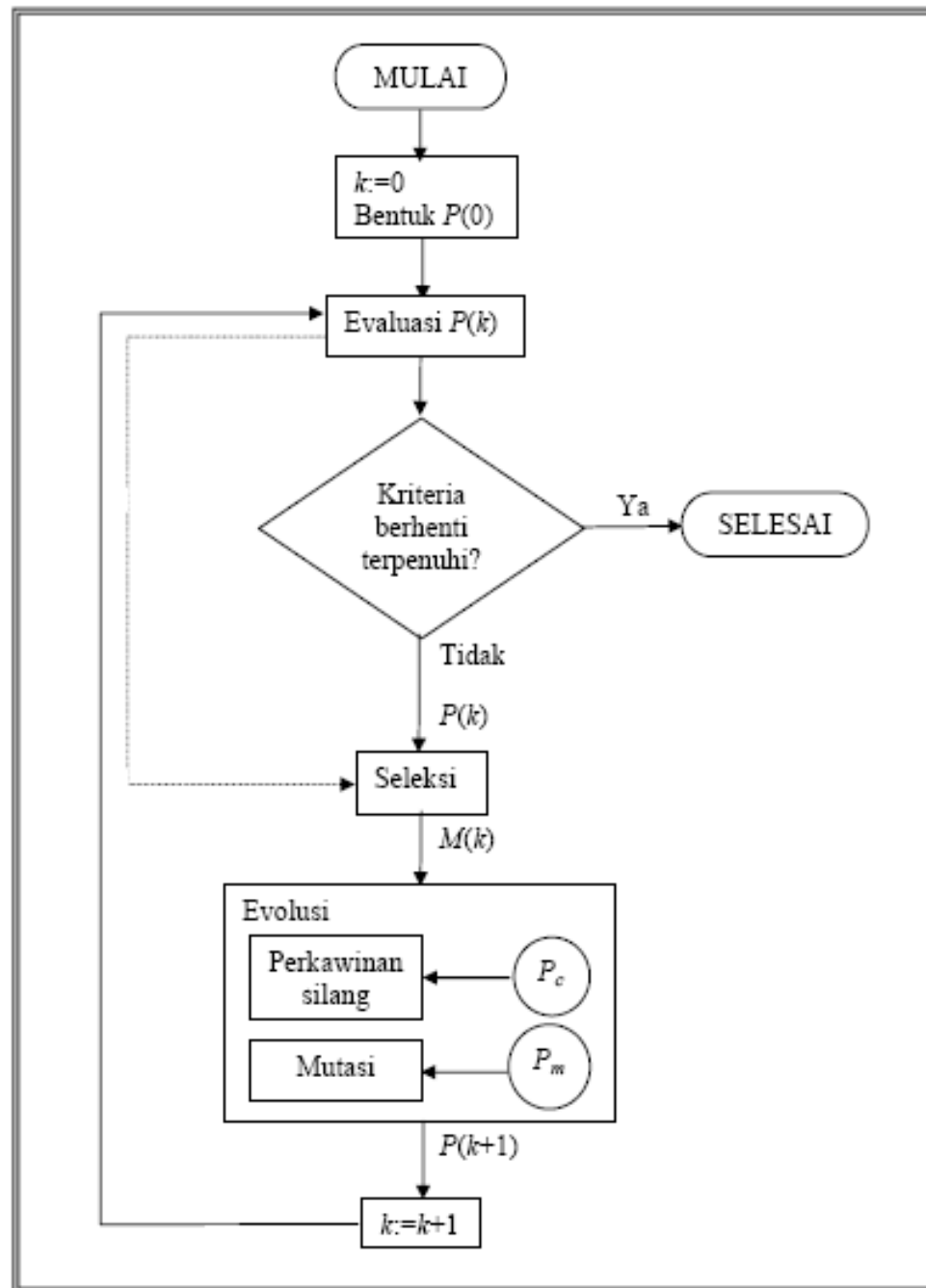


UPDATE GENERASI

- ***update secara generasi*** : mengganti seluruh kromosom pada generasi sebelumnya dengan kromosom yang diperoleh pada proses seleksi, perkawinan silang dan mutasi
- ***update secara kontinu*** mengizinkan orangtua dan anak untuk bercampur dalam satu generasi melalui strategi elitism, yaitu melakukan copy terhadap kromosom-kromosom yang baik sehingga tetap terpelihara pada generasi berikutnya



DIAGRAM ALIR



AG UNTUK OPTIMASI $\mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$

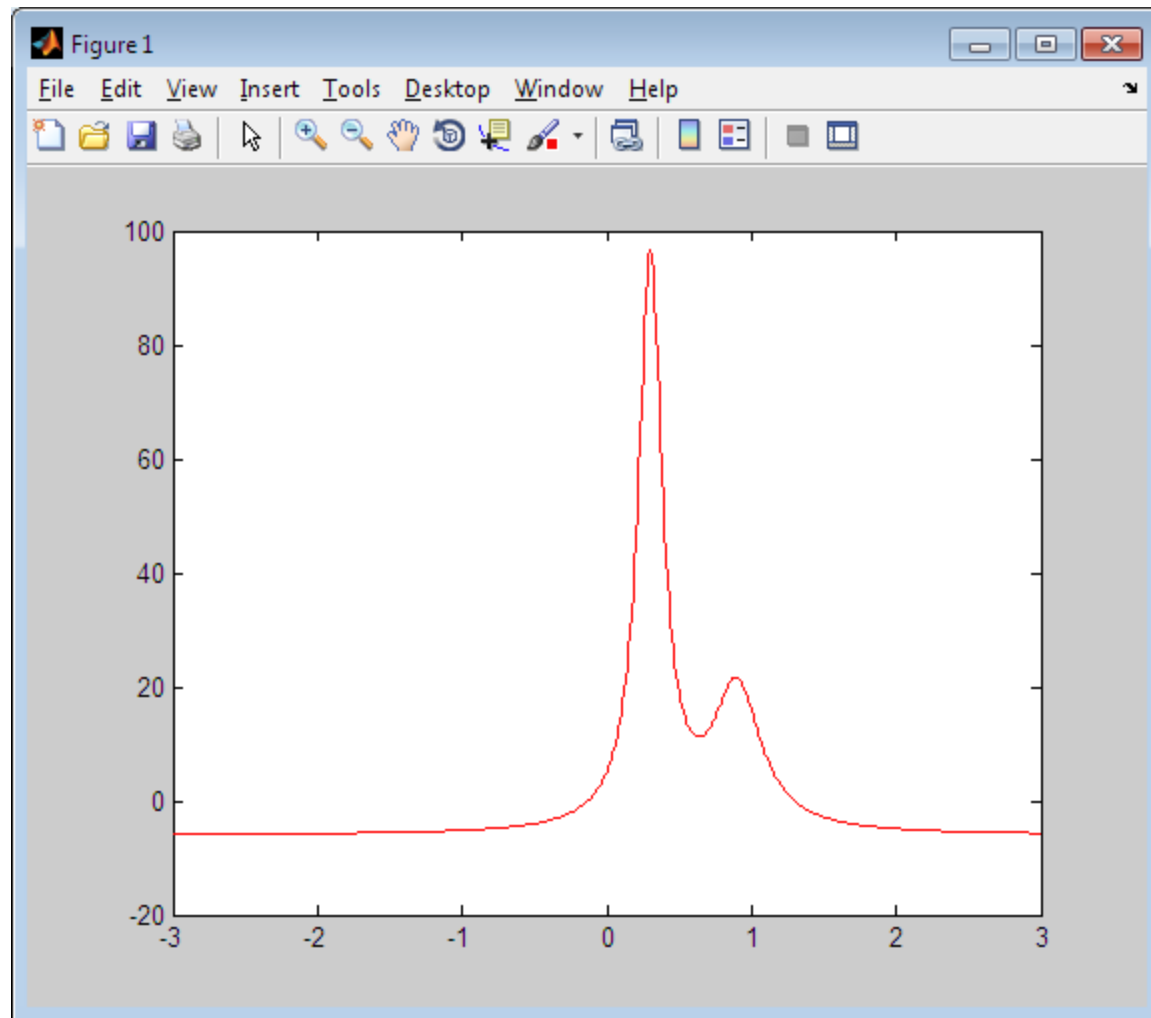
maksimumkan $f(x)$ untuk $x \in \mathbb{R}$ $f(x) = \frac{1}{(x-0,3)^2 + 0,01} + \frac{1}{(x-0,9)^2 + 0,04} - 6$

Cari nilai Maksimum $f(x)$ pada interval $[-3,3]$

- Tipe kromosom : bit string $\{0,1\}$
- Jumlah individu tiap generasi : 200
- p_c : 0,9
- p_m : 0,005
- Metode seleksi : seleksi roda roulette
- Kriteria berhenti : jika jumlah generasi telah mencapai 1000



Grafik fungsi $f(x) = \frac{1}{(x-0,3)^2 + 0,01} + \frac{1}{(x-0,9)^2 + 0,04} - 6$ pada interval $[-3, 3]$



PROGRAM MATLAB 7.8

```
function fitness = fungsi1(x,a)
    fitness = abs(1/(1./((x-0.3).^2+0.01)+1./((x-0.9).^2+0.04)-6+a));
```

```
function programutama
a=0.005;
Generations=1000;
PopulationSize=200;
PopulationType='bitstring';
%FitnessScalingFcn=@fitscalingrank;
CrossoverFcn=@crossoversinglepoint;
EliteCount=2;
MutationFcn=@mutationadaptfeasible;
OPTIONS=gaoptimset('SelectionFcn',@selectionroulette,'CrossoverFraction',0.9,'PlotFcns',@gaplotbestf);
[x,fitness] = ga(@fungsi1(x,a),1,[],[],[],[],-3,3,[],OPTIONS)
y=1./((x-0.3).^2+0.01)+1./((x-0.9).^2+0.04)-6;
Nilai maksimum fungsi = y
Nilai maksimum diperoleh pada x = x
figure(1)
xsatu=-3:0.01:3;
ysatu=1./((xsatu-0.3).^2+0.01)+1./((xsatu-0.9).^2+0.04)-6;
plot(xsatu,ysatu,'r-')
```

OUTPUT MATLAB

Command Window

Optimization terminated: average change in the fitness value less than options

Nilai_maksimum_fungsi =

96.5014

Nilai_maksimum_diperoleh_pada_x =

0.3004

>> |



AG UNTUK OPTIMASI $\mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$

maksimumkan $f(x, y)$ untuk $x, y \in \mathbb{R}$

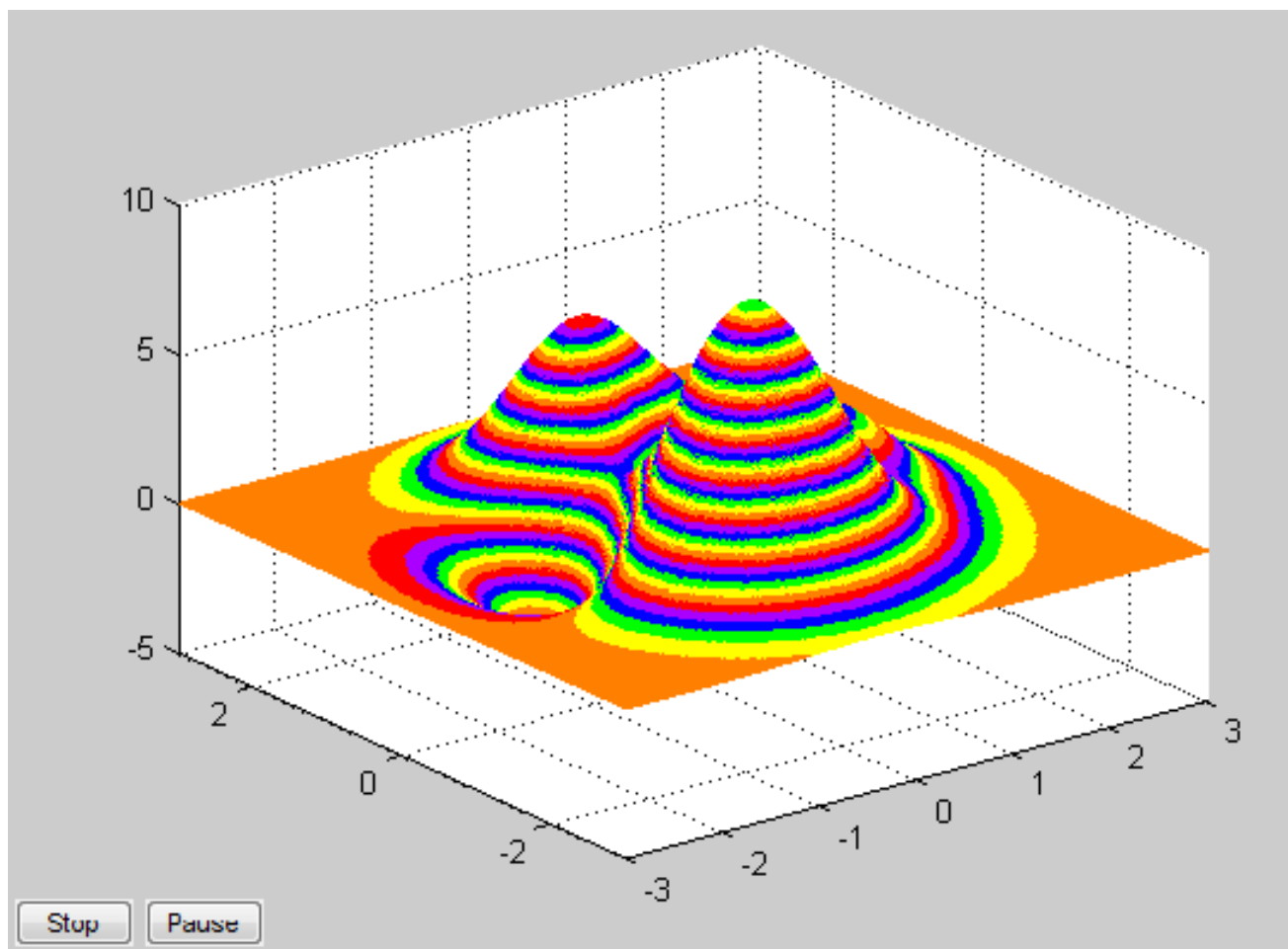
$$f(x, y) = 3(1-x)^2 e^{-x^2-(y+1)^2} - 10\left(\frac{x}{2} - x^3 - y^4\right) e^{-x^2-y^2} - \frac{e^{-(x+1)^2-y^2}}{3}$$

Cari nilai Maksimum $f(x,y)$ pada interval $[-3,3]$

- Tipe kromosom : bit string $\{0,1\}$
- Jumlah individu tiap generasi : 200
- p_c : 0,9
- p_m : 0,05
- Metode seleksi : seleksi roda roulette
- Kriteria berhenti : jika jumlah generasi telah mencapai 1000



Grafik fungsi $f(x, y)$ dengan $-3 < x, y < 3$



PROGRAM MATLAB 7.8

```
function programutama2
a=0.005;
Generations=1000;
PopulationSize=100;
PopulationType='bitstring';
%FitnessScalingFcn=@fitscalingrank;
CrossoverFcn=@crossoveringlepoint;
EliteCount=2;
MutationFcn=@mutationadaptfeasible;
OPTIONS=gaoptimset('SelectionFcn',@selectionroulette,'CrossoverFraction',0.9,'PlotFcns',@gaplotbestf);
[out,fitnes]= ga(@(v) fungsi2(v,a),2,[],[],[],[],[-3,-3],[3,3],[],OPTIONS);
x=out(1);
y=out(2);
z=3*((1-x).^2).*exp(-x.^2-(y+1).^2)-10*(x/2-x.^3-y.^4).*exp(-x.^2-y.^2)-(exp(-(x+1).^2-y.^2))/3;
Nilai maksimum fungsi = z
Nilai maksimum diperoleh pada x = x
Nilai maksimum diperoleh pada y = y
figure(2)
%xst=-3:0.01:3;
[xst,yst] = meshgrid(-3:.01:3);
%yst=-3:0.01:3;
zst=3*((1-xst).^2).*exp(-xst.^2-(yst+1).^2)-10*(xst/2-xst.^3-yst.^4).*exp(-xst.^2-yst.^2)-(exp(-(xst+1).^2-yst.^2))/3;
mesh(xst,yst,zst)
%surf(xst,yst,zst)
grid on
axis([-3 3 -3 3 -5 10])
colormap prism
```


OUTPUT MATLAB

Command Window

Optimization terminated: average change in the fitness value

Nilai_maksimum_fungsi =

9.2764

Nilai_maksimum_diperoleh_pada_x =

-0.3652

Nilai_maksimum_diperoleh_pada_y =

-1.2633

>>



AG UNTUK OPTIMASI MODEL LINEAR

- Dipunyai data time series KURS rupiah terhadap dolar AS
- Dibangun model linear AR(2)

$$x_t = \varphi_0 + \varphi_1 x_{t-1} + \varphi_2 x_{t-2} + \varepsilon_t$$

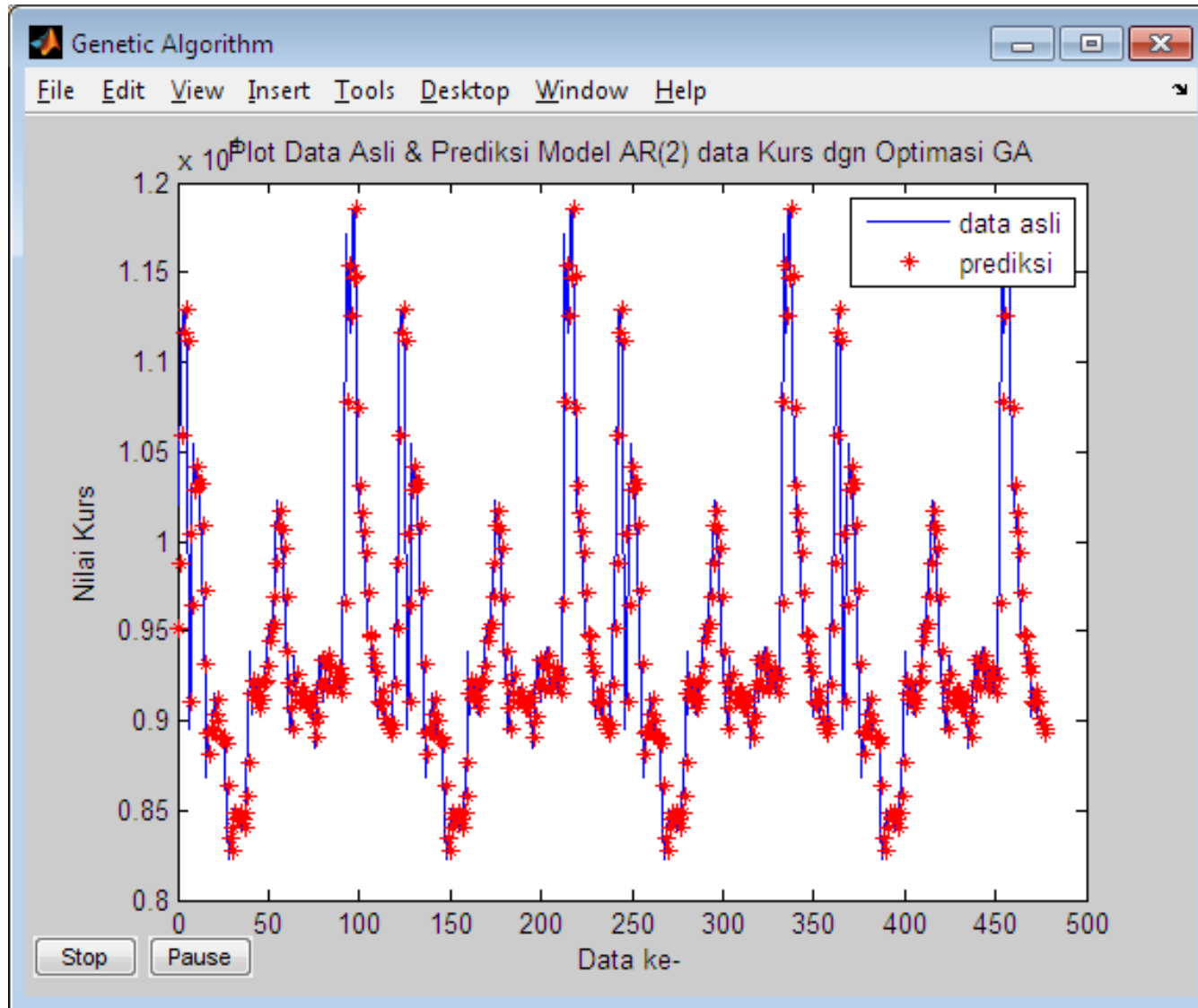
- Dilakukan estimasi parameter menggunakan AG
- Diperoleh output berikut :

$$x_t = 0.3046 + 0.0724 x_{t-1} + 0.9274 x_{t-2}$$

- Ukuran Kebaikan :
RMSE = 0.1038



PLOT DATA ASLI & PREDIKSI





SEKIAN

Terima Kasih