

ALGORITMA GENETIKA DASAR

SEMESTER II

PERTEMUAN KE – 15 & 16

DOSEN : ELISAWATI,M.KOM

Algoritma Genetika

Algoritma Genetika adalah teknik pencarian heuristik yang didasarkan pada gagasan evolusi seleksi alam dan genetika. Algoritma ini memanfaatkan proses seleksi alamiah yang dikenal dengan proses evolusi. Dalam proses evolusi ini, individu secara terus menerus mengalami perubahan gen untuk menyesuaikan dengan lingkungan hidupnya.

Ciri-ciri permasalahan yang membutuhkan algoritma genetik antara lain :

1. Ruang pencarian sangat besar, kompleks atau kurang di pahami
2. Tidak ada pengetahuan yang memadai untuk menyederhanakan ruang pencarian yang sangat besar menjadi ruang pencarian yang lebih sempit
3. Tidak ada analisis matematis yang bisa menangani ketika metode konvensional gagal menyelesaikan masalah yang dihadapi

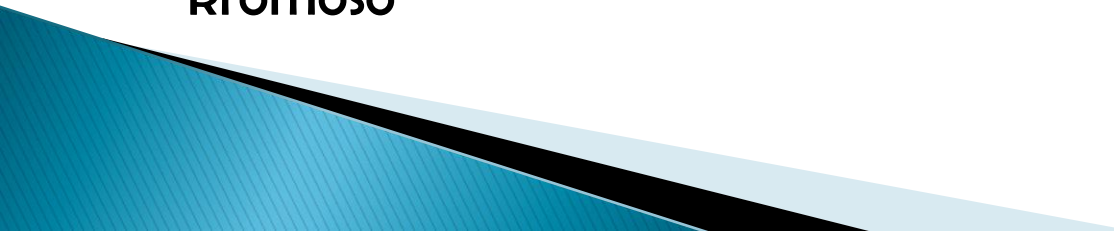
4. Solusi yang di hasilkan tidak harus optimal, asal sudah memenuhi kriteria sudah bisa diterima.
5. Mempunyai kemungkinan solusi yang jumlahnya tak hingga.
6. Membutuhkan solusi “real-time” yaitu solusi yang bisa didapatkan dengan cepat sehingga dapat di implementasi untuk permasalahan yang mempunyai perubahan yang cepat.

Aplikasi Algoritma Genetik :

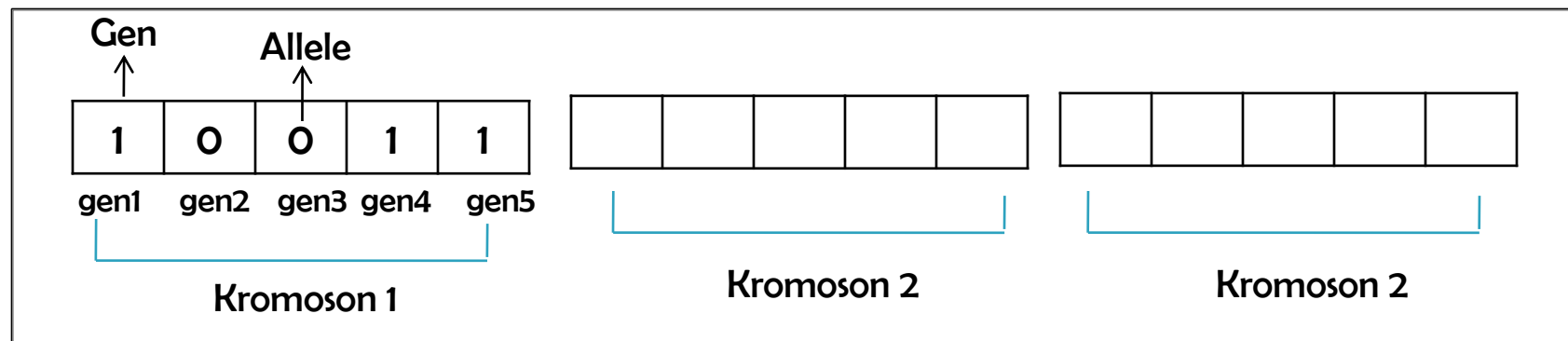
- 1 Optimasi : Algoritma Genetika banyak di gunakan dalam berbagai tugas optimasi, Traveling salesman problem (TSP), desain sirkuit, Job Shop Scheduling, dan optimasi video & kualitas suara.
- 2 Pemrograman otomatis : Selular automata dan sorting networking
- 3 Machine Learning : mesin learning dan robotika
- 4 Model Ekonomi : Strategi penawaran, pasar ekonomi
- 5 Model Sistem Imunisasi : Kekebalan tubuh alami, mutasi somatik dan menemukan keluarga dengan gen ganda selama evolusi

6. Model Ekologi : host-parasite co-evolution, simbiosis dan arus sumber daya dalam ekologi.
7. Interaksi Antara Evolusi dan pembelajaran : bagaimana mempelajari individu belajar dan memengaruhi proses evolusi suatu spesies satu sama lain.

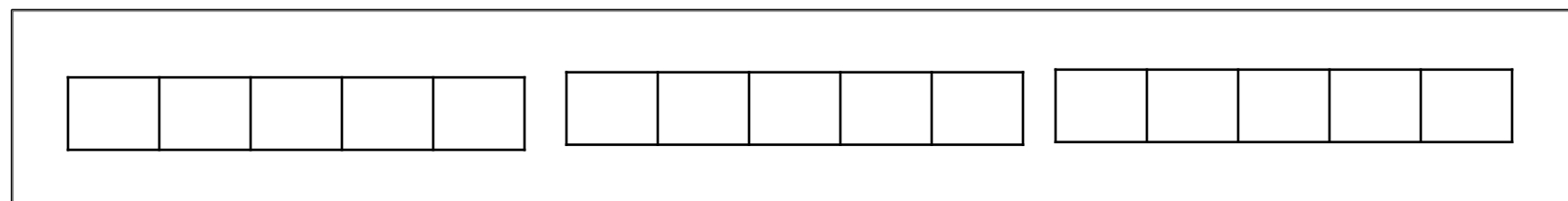
Beberapa pengertian dasar di Algoritma Genetika

1. Gen (Genotype) variabel dasar yang membentuk kromosom. Dalam algoritma genetika, gen ini bernilai biner, float, integer, maupun karakter.
 2. Allele adalah nilai dari suatu gen, bisa berupa biner, float, integer maupun karakter
 3. Kromosom adalah gabungan dari gen-gen yang membentuk arti tertentu. Seperti : kromosom biner, kromosom float, kromosom string, kromosom kombinatorial (berdasarkan urutannya)
 4. Individu adalah kumpulan gen, bisa dikatakan sama dengan kromosom
- 

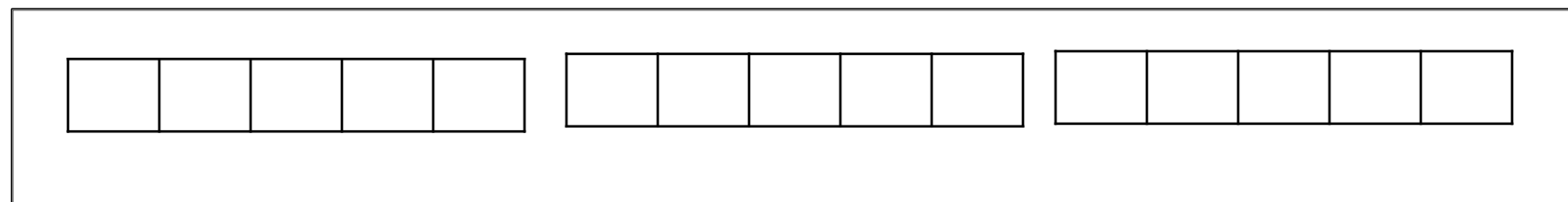
5. Populasi adalah sekumpulan individu yang akan diproses secara bersama-sama dalam satu siklus proses evolusi.
6. Generasi menyatakan satu satuan siklus proses evolusi
7. Nilai fitness menyatakan seberapa baik nilai dari suatu individu atau solusi yang didapatkan. Nilai ini yang di jadikan sebagai nilai acuan untuk mencapai nilai optimal. Algoritma genetika bertujuan untuk mencari individu yang mempunyai nilai fitness yang paling optimal (bisa maksimum atau minimum, tergantung pada kebutuhan).



↓
Individu



↓
Individu



↓
Individu

Komponen Utama Algoritma Genetika

- **Teknik Encoding / Decoding Gen dan Individu** melakukan mengodekan nilai gen-gen pembentuk individu. Nilai-nilai gen ini di peroleh secara acak. Ada 3 pengodean yang paling umum di gunakan yaitu :

1. Pengodean bilangan real : nilai gen berada dalam interval $[0,1]$

Contoh :

3 Variabel (x_1 , x_2 , x_3) dikodekan ke dalam individu yang terdiri dari 3 gen

0,2431	0,9846	0,5642
--------	--------	--------

x_1 & Gen1

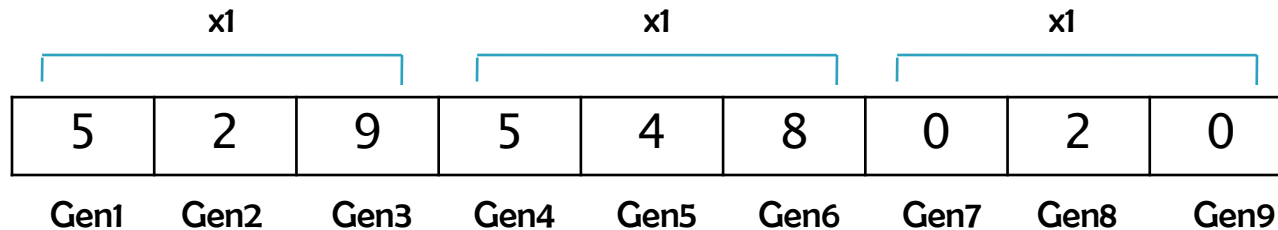
x_2 & Gen2

x_3 & Gen3

2. Pengodean Diskrit Desimal : nilai gen berupa bilangan bulat dalam interval $[0 \ 9]$

Contoh :

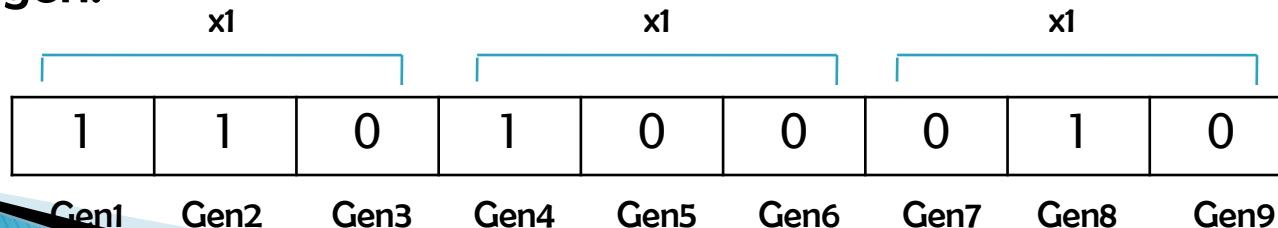
3 Variabel (x_1 , x_2 , x_3) dikodekan ke dalam individu yang terdiri dari 9 gen, tiap-tiap variabel di kodekan ke dalam 3 gen.



3. Pengodean Biner : Nilai gen berupa bilangan biner 0 atau 1

Contoh :

3 Variabel (x_1 , x_2 , x_3) dikodekan ke dalam individu yang terdiri dari 9 gen, tiap-tiap variabel di kodekan ke dalam 3 gen.



Decoding (Pengkodean) yang berguna untuk mendekode gen-gen pembentuk individu agar nilainya tidak melebihi range yang telah ditentukan dan sekaligus menjadi nilai variabel yang akan dicari sebagai solusi permasalahan. Jika nilai variabel x yang telah di kodekan tersebut rangenya di ubah menjadi $[r_b \ r_a]$, yaitu r_b = batas bawah, r_a = batas atas, maka cara mengubah nilai-nilai variabel di atas hingga berada dalam range yang baru $[r_b \ r_a]$, disebut Decoding (Pengkodean).

1. Pengkodean Bilangan Real

$$x = r_b + (r_a - r_b)g \dots\dots\dots (1)$$

2. Pendekodean Diskrit Desimal

$$x = r_b + (r_a - r_b) (g_1 \times 10^{-1} + g_2 \times 10^{-2} + \dots\dots + g_N \times 10^{-N}) \dots\dots\dots (2)$$

3. Pendekodean Biner

$$x = r_b + (r_a - r_b)(g_1 \times 2^{-1} + g_2 \times 2^{-2} + \dots\dots + g_N \times 2^{-N}) \dots\dots\dots (3)$$

Dengan catatan bahwa N adalah jumlah gen dalam individu

Soal :

Misalkan diketahui fungsi $f(x_1, x_2, x_3) = 2x_1 + x_2 - 4x_3$, nilai variabel x di batasi dalam range $[-4 \ 6]$. Tentukan besar nilai $f(x_1, x_2, x_3)$ jika :

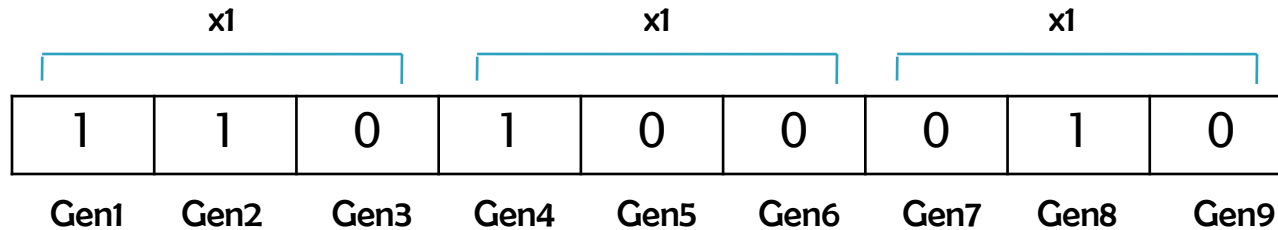
1. Variabel (x_1, x_2, x_3) diperoleh secara acak menggunakan pengodean bilangan real berikut.

X1	X2	X3
0,2431	0,9846	0,5642
Gen1	Gen2	Gen3

2. Variabel (x_1, x_2, x_3) diperoleh secara acak menggunakan pengodean diskrit desimal berikut.

x1			x2			x3		
5	2	9	5	4	8	0	2	0
Gen1	Gen2	Gen3	Gen4	Gen5	Gen6	Gen7	Gen8	Gen9

3. Variabel (x_1 , x_2 , x_3) diperoleh secara acak menggunakan pengodean biner berikut.



Jawab :

1. Sebelum menghitung fungsi $f(x_1, x_2, x_3)$, terlebih dahulu range variabel harus di ubah menjadi $[-4 \ 6)$ sehingga nilai-nilai variabel menjadi :

$$x_1 = rb + (ra - rb)g_1 = -4 + (6 - (-4)) * 0,2431 = -1,569$$

$$x_2 = rb + (ra - rb)g_1 = -4 + (6 - (-4)) * 0,9846 = 5,846$$

$$x_3 = rb + (ra - rb)g_1 = -4 + (6 - (-4)) * 0,5642 = 1,642$$

$$f(x_1, x_2, x_3) = 2x_1 + x_2 - 4x_3 = 2.(-1,569) + 5,846 - 4 . 1,642 = -3,86$$

2. Dengan cara yang di peroleh :

$$\begin{aligned}x_1 &= r_b + (r_a - r_b) (g_1x10^{-1} + g_2x10^{-2} + g_3x10^{-3}) \\&= -4 + (6 - (-4)) (5 * 10^{-1} + 2 * 10^{-2} + 9 * 10^{-3}) = 1,29\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}x_2 &= r_b + (r_a - r_b) (g_1x10^{-1} + g_2x10^{-2} + g_3x10^{-3}) \\&= -4 + (6 - (-4)) (5 * 10^{-1} + 4 * 10^{-2} + 8 * 10^{-3}) = 1,48\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}x_3 &= r_b + (r_a - r_b) (g_1x10^{-1} + g_2x10^{-2} + g_3x10^{-3}) \\&= -4 + (6 - (-4)) (0 * 10^{-1} + 2 * 10^{-2} + 0 * 10^{-3}) = -3,8\end{aligned}$$

$$f(x_1, x_2, x_3) = 2x_1 + x_2 - 4x_3 = 2.(1,29) + 1,48 - 4.(-3,8) = 19,26$$

3. Dengan cara yang sama diperoleh

$$\begin{aligned}x_1 &= r_b + (r_a - r_b)(g_1x2^{-1} + g_2x2^{-2} + g_3x2^{-3}) \\&= -4 + (6 - (-4)) (1 * 2^{-1} + 1 * 2^{-2} + 0 * 2^{-3}) = 3,5\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}x_2 &= r_b + (r_a - r_b)(g_1x2^{-1} + g_2x2^{-2} + g_3x2^{-3}) \\&= -4 + (6 - (-4)) (1 * 2^{-1} + 0 * 2^{-2} + 0 * 2^{-3}) = 1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}x_3 &= r_b + (r_a - r_b)(g_1x2^{-1} + g_2x2^{-2} + g_3x2^{-3}) \\&= -4 + (6 - (-4)) (0 * 2^{-1} + 1 * 2^{-2} + 0 * 2^{-3}) = -1,5\end{aligned}$$

$$f(x_1, x_2, x_3) = 2x_1 + x_2 - 4x_3 = 2.(3,5) + 1 - 4.(-1,5) = 14$$

- ▶ **Membangkit Populasi Awal** : Sebelum membangkitkan awal, terlebih dahulu kita harus menentukan jumlah individu dalam populasi tersebut. Misalnya jumlah individu tersebut N. setelah itu, baru kita membangkitkan populasi awal yang mempunyai N individu secara random.
- ▶ **Nilai Fitness** : menyatakan nilai dari fungsi tujuan. Tujuan dari algoritma genetika adalah memaksimalkan nilai fitness. Jika yang di cari nilai maksimal, maka nilai fitness adalah nilai dari fungsi itu sendiri. Tetapi jika yang di butuhkan adalah nilai minimal, maka nilai fitness merupakan invers dari nilai fungsi itu sendiri. Proses invers dapat di lakukan dengan cara berikut :

$$\text{Fitness} = C - f(x) \text{ atau } \text{Fitness} = \frac{C}{F(x) + \varepsilon}$$

C adalah konstanta dan ε adalah bilangan kecil yang ditentukan untuk menghindari agar tidak terjadi pembagian oleh nol dan x adalah individu

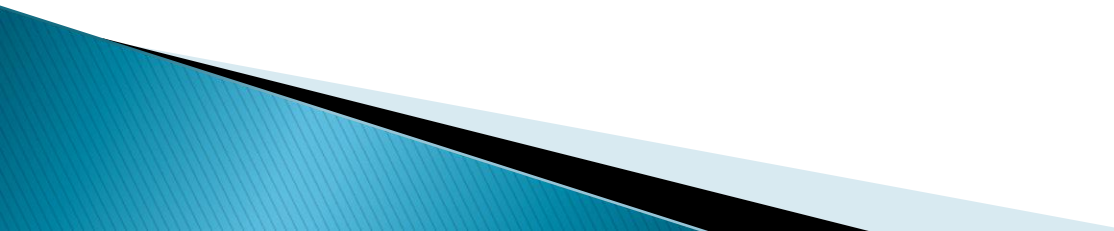
Soal :

Diketahui fungsi $f(x_1, x_2) = 2x_1^2 + 3x_2^2$, nilai x di batasi $[-2, 4]$

1. Buatlah populasi awal secara acak, yang terdiri dari 5 individu yang dikodekan secara biner
2. Bila diinginkan mencari nilai maksimal fungsi $f(x_1, x_2)$, tentukan individu mana yang mempunyai nilai terbaik.
3. Bila diinginkan mencari nilai minimal fungsi $f(x_1, x_2)$, tentukan individu mana yang mempunyai nilai terbaik.

Jawab :

Karena fungsi tersebut mengandung 2 variabel, maka satu individu terdiri dari 2 variabel. Jumlah gen dalam satu variabel sembarang untuk contoh ini sama dengan 3



1. Membangkitkan populasi awal secara acak :

x1			x2			
1	0	0	0	1	1	individu ke -1
0	0	0	0	0	0	individu ke -2
1	0	1	0	0	0	individu ke -3
1	1	1	1	1	1	individu ke -4
1	0	0	1	0	0	individu ke -5

2. $X1 = -2 + (4 - (-2)) (1 * 2^{-1} + 0 * 2^{-2} + 0 * 2^{-3}) = 1$
 $X2 = -2 + (4 - (-2)) (0 * 2^{-1} + 1 * 2^{-2} + 1 * 2^{-3}) = 0,25$
 $X1 = -2 + (4 - (-2)) (0 * 2^{-1} + 0 * 2^{-2} + 0 * 2^{-3}) = -2$
 $X2 = -2 + (4 - (-2)) (0 * 2^{-1} + 0 * 2^{-2} + 0 * 2^{-3}) = -2$
 $X1 = -2 + (4 - (-2)) (1 * 2^{-1} + 0 * 2^{-2} + 1 * 2^{-3}) = 1,75$
 $X2 = -2 + (4 - (-2)) (0 * 2^{-1} + 0 * 2^{-2} + 0 * 2^{-3}) = -2$

$$X1 = -2 + (4 - (-2)) (1 * 2^{-1} + 1 * 2^{-2} + 1 * 2^{-3}) = 3,25$$

$$X2 = -2 + (4 - (-2)) (1 * 2^{-1} + 1 * 2^{-2} + 1 * 2^{-3}) = 3,25$$

$$X1 = -2 + (4 - (-2)) (1 * 2^{-1} + 0 * 2^{-2} + 0 * 2^{-3}) = 1$$

$$X2 = -2 + (4 - (-2)) (1 * 2^{-1} + 0 * 2^{-2} + 0 * 2^{-3}) = 1$$

Agar $f(x1, x2)$ maksimal, maka nilai fitness = $f(x1, x2) = 2x1^2 + 3x2^2$

$$\text{Individu ke -1 nilai fitness} = 2(1)^2 + 3(0,25)^2 = 2,1875$$

$$\text{Individu ke -2 nilai fitness} = 2(-2)^2 + 3(-2)^2 = 20$$

$$\text{Individu ke -3 nilai fitness} = 2(1,75)^2 + 3(-2)^2 = 18,125$$

$$\text{Individu ke -4 nilai fitness} = 2(3,25)^2 + 3(3,25)^2 = 52,8125$$

$$\text{Individu ke -5 nilai fitness} = 2(1)^2 + 3(1)^2 = 5$$

Nilai fitness terbesar di capai oleh individu ke -4. jadi individu ke -4 adalah yang terbaik.

3. Agar $f(x_1, x_2)$ minimal, maka nilai fitness = $\frac{1}{2x_1^2 + 3x_2^2 + \varepsilon}$

Dimisalkan $\varepsilon = 0,1$ maka :

$$\text{Individu ke -1 nilai fitness} = \frac{1}{2(1)^2 + 3(0.25)^2 + 0,1} = 0,437$$

$$\text{Individu ke -2 nilai fitness} = \frac{1}{2(-2)^2 + 3(-2)^2 + 0,1} = 0,049$$

$$\text{Individu ke -3 nilai fitness} = \frac{1}{2(1.75)^2 + 3(-2)^2 + 0,1} = 0,054$$

$$\text{Individu ke -4 nilai fitness} = \frac{1}{2(3.25)^2 + 3(3.25)^2 + 0,1} = 0,019$$

$$\text{Individu ke -5 nilai fitness} = \frac{1}{2(1)^2 + 3(1)^2 + 0,1} = 0,196$$

Nilai fitness terbesar di capai oleh individu ke 1. jd individu ke 1 adalah yang terbaik