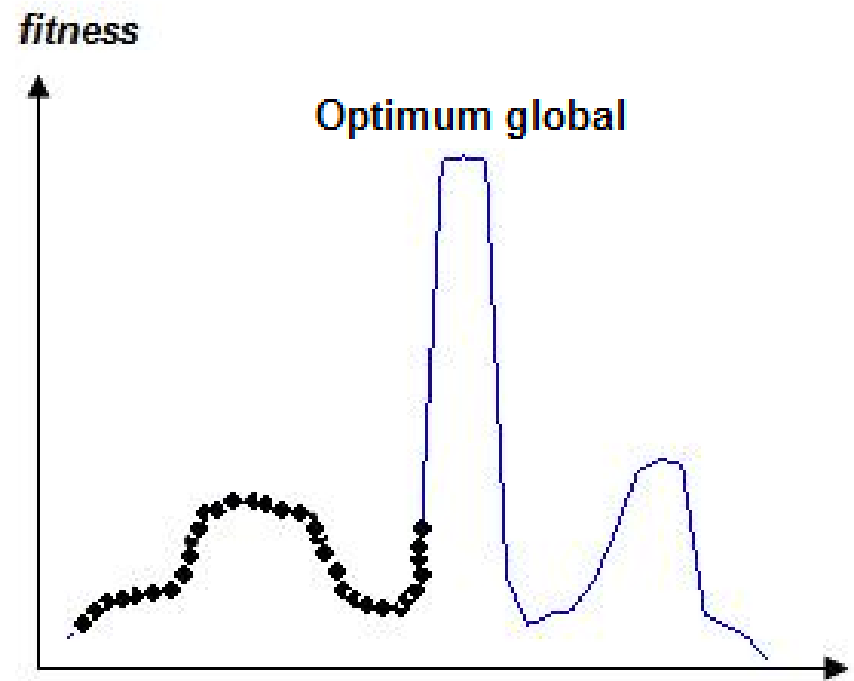
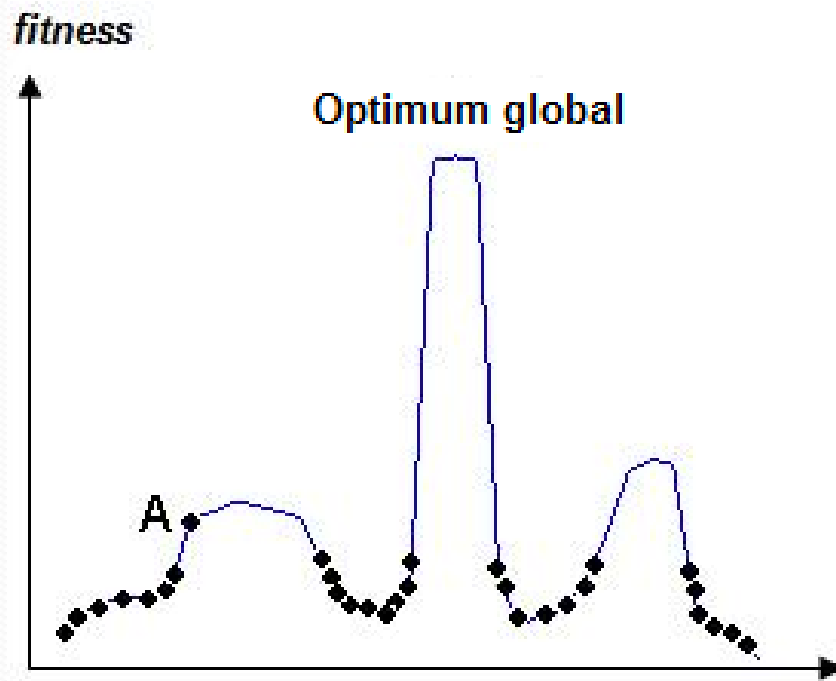


Fuzzy EAs

Dr. Suyanto, S.T., M.Sc.
HP/WA: 0812 845 12345

Intelligence Computing Multimedia (ICM)
Informatics faculty – Telkom University

Permasalahan Pada EAs

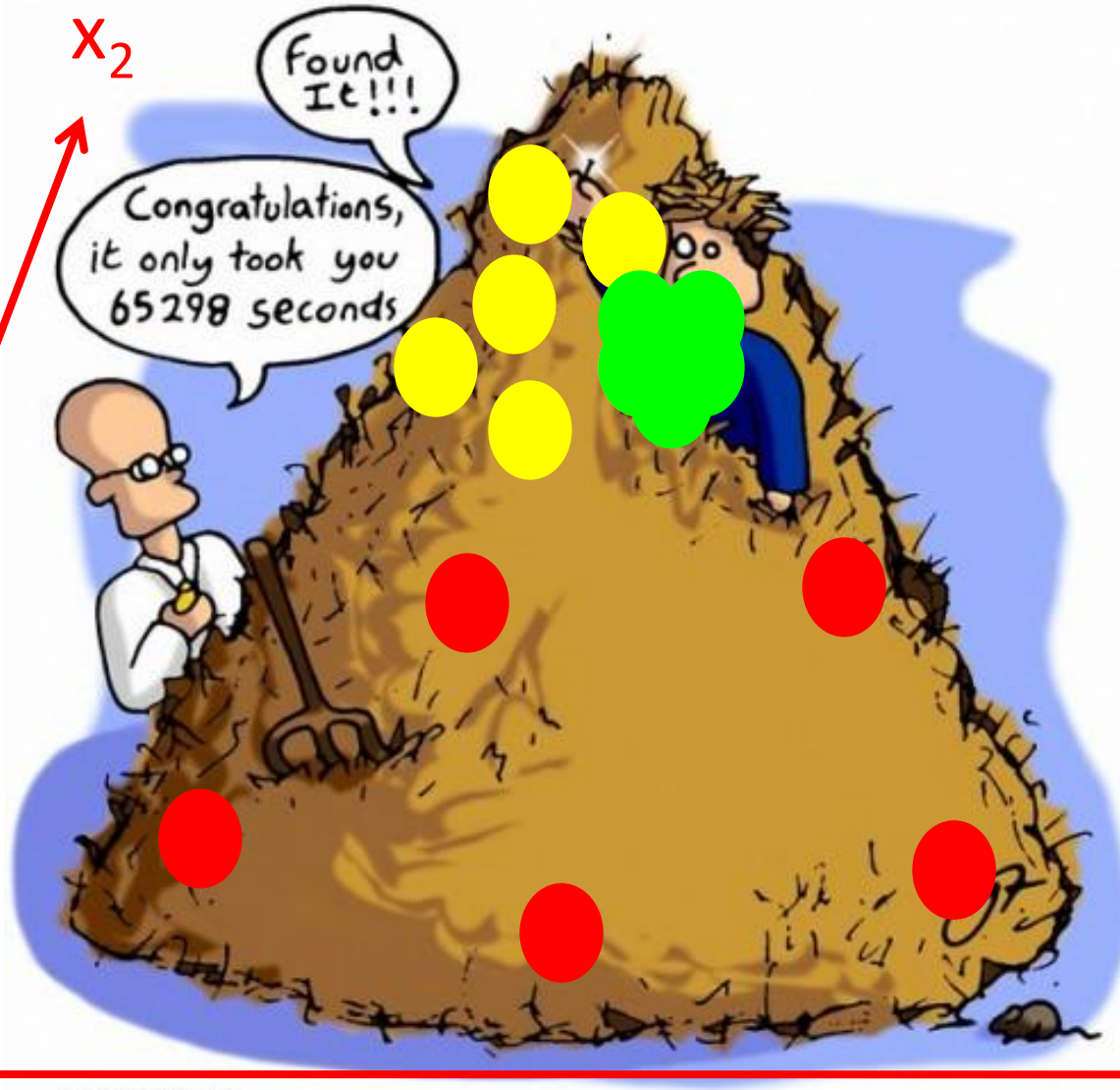


$f(x_1, x_2)$

x_2

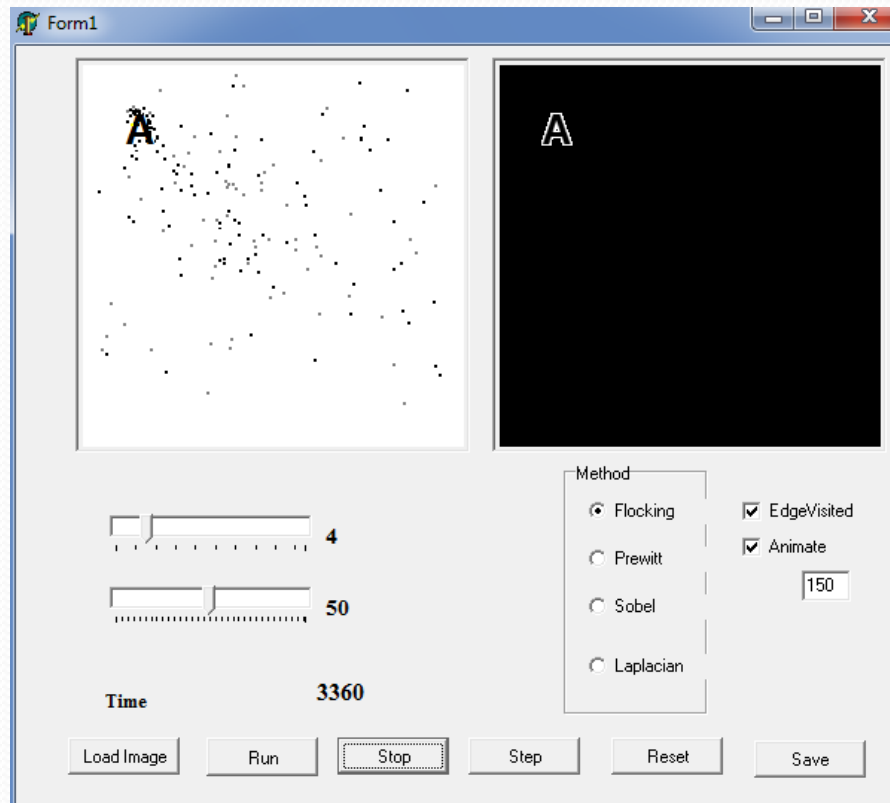
Found
It!!!

Congratulations,
it only took you
65298 seconds



x_1

Edge Detection

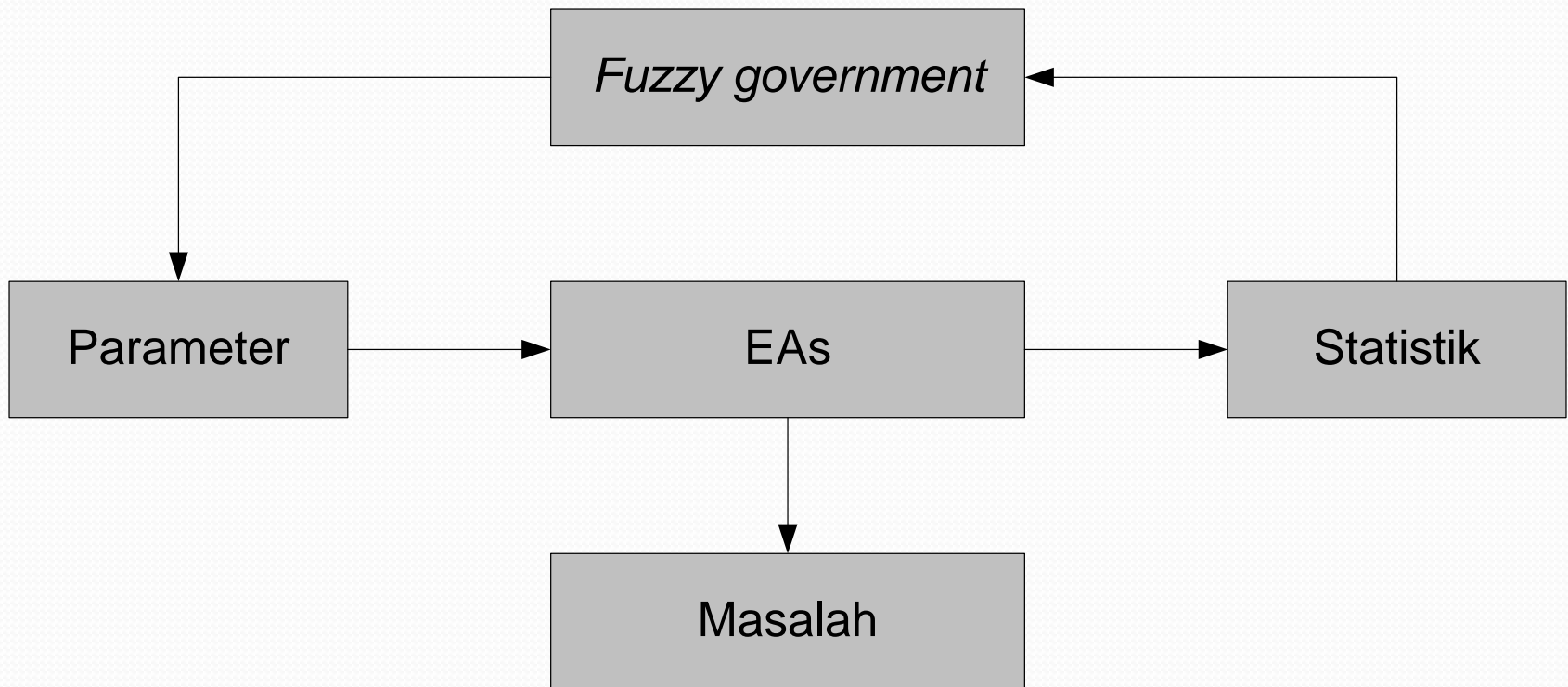


**[Addino Yudi Abdal - 113990156 - IMPLEMENTASI PROSES
PENDETEKSIAN SISI DENGAN TEKNIK FLOCKING]**

Fuzzy untuk EAs

- *Fuzzy Government* → *Adaptive EAs*
- Memasukkan *fuzziness* ke dalam EAs
 - *fuzzy fitness*
 - *fuzzy allele*
 - *fuzzy gen*

Adaptive EAs



Adaptive EAs

- *Statistics* diperoleh dari EA pada *sampling rate* tertentu (misal r generasi).
- *Fuzzy Government* adalah kumpulan *fuzzy rules* dan routines yang berfungsi untuk:
 - Mengontrol proses evolusi
 - Mendeteksi kemunculan solusi
 - Tuning parameter EA pada saat *running*
 - Mencegah konvergensi prematur

EA Statistics

- ***Genotype statistic***

Kesimpulan atas aspek-aspek yang berhubungan dengan *genotypes* dari individu-individu dalam suatu populasi

- ***Phenotype statistic***

Fokus pada performansi individu (nilai *fitness*) untuk masalah yang dihadapi

Genotype statistic

Yang umum digunakan adalah *diversity measure* yang dihitung berdasarkan *(fuzzy) similarity measure*:

$$\mu_{similar}(A, B) = \frac{1}{1 + (A - B)^2}$$

Phenotype statistic

- Fitness range
- Rasio fitness terbaik terhadap fitness rata-rata
- Variansi fitness

Genotype vs Phenotype statistic

- Kenapa harus dipakai keduanya?
- *Genotype* saja *atau phenotype* saja tidak cukup?

$f(x_1, x_2)$

x_2

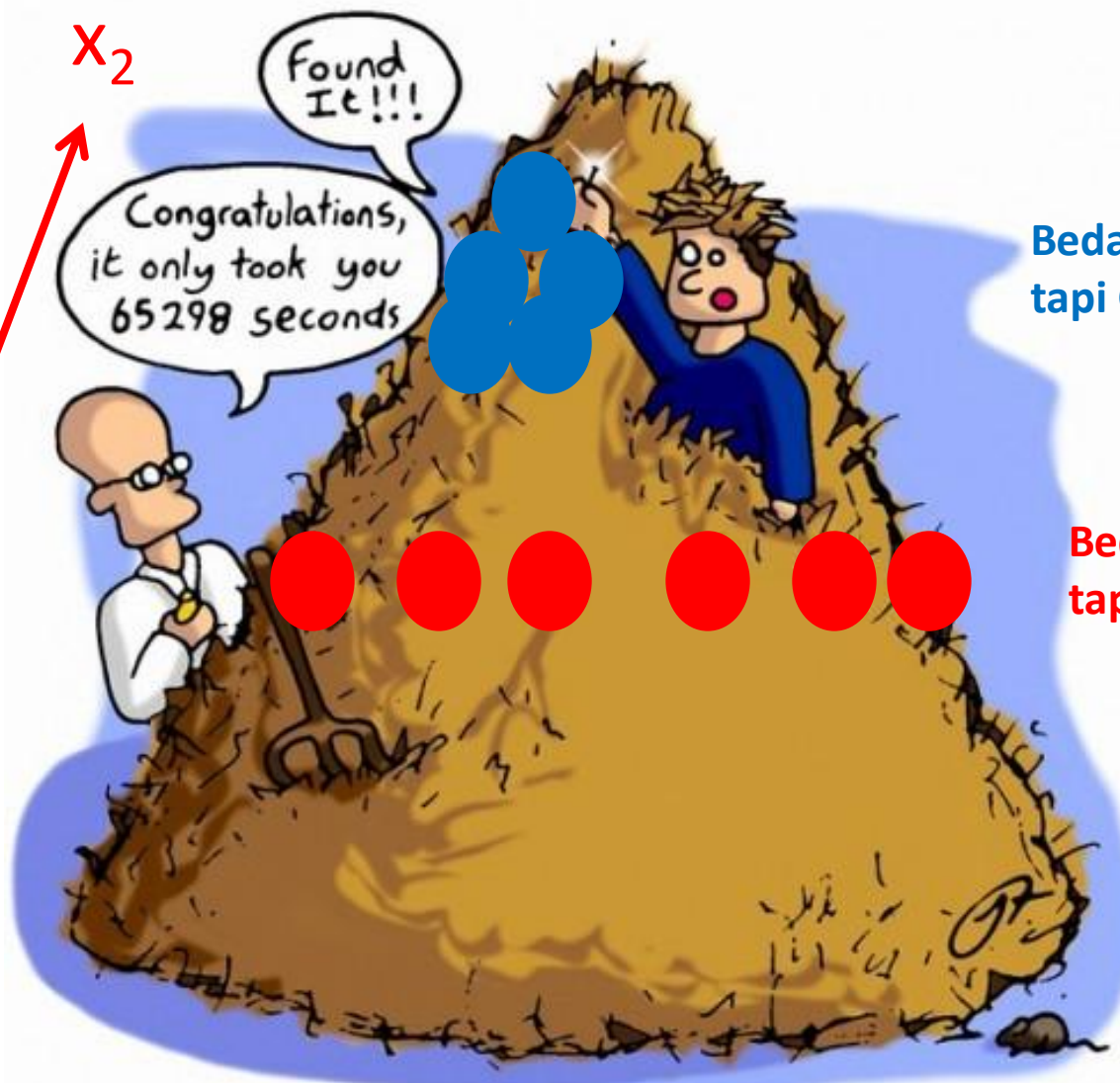
Found
It!!!

Congratulations,
it only took you
65298 seconds

Beda secara Phenotype,
tapi Genotype-nya mirip

Beda secara Genotype,
tapi Phenotype sama

x_1



Fuzzy government

- Digunakan untuk mengatasi dua masalah EA:
 - Konvergensi yang sangat lambat
 - Konvergensi prematur
- Kedua masalah EA tersebut terjadi karena:
 - Pemilihan parameter yang kurang tepat pada saat inisialisasi.
 - Parameter EA tidak berubah selama evolusi, padahal kondisi evolusi bisa berubah-ubah.
 - Interaksi antar parameter-parameter yang berbeda adalah kompleks dan sulit dipahami

Pengontrolan parameter EA

- Output dari fuzzy government bisa langsung digunakan untuk mengontrol parameter EA
- Pengontrolan parameter EA bisa dilakukan pada:
 - Ukuran populasi
 - Probabilitas crossover
 - Probabilitas Mutasi
 - *Selective pressure*

Pengontrolan Probabilitas *Crossover* [Xu & et al]

p_c	Ukuran populasi		
Generasi	Kecil	Sedang	Besar
Singkat	Sedang	Kecil	Kecil
Sedang	Besar	Besar	Sedang
Lama	Sangat Besar	Sangat Besar	Besar

Pengontrolan Probabilitas Mutasi [Xu & et al]

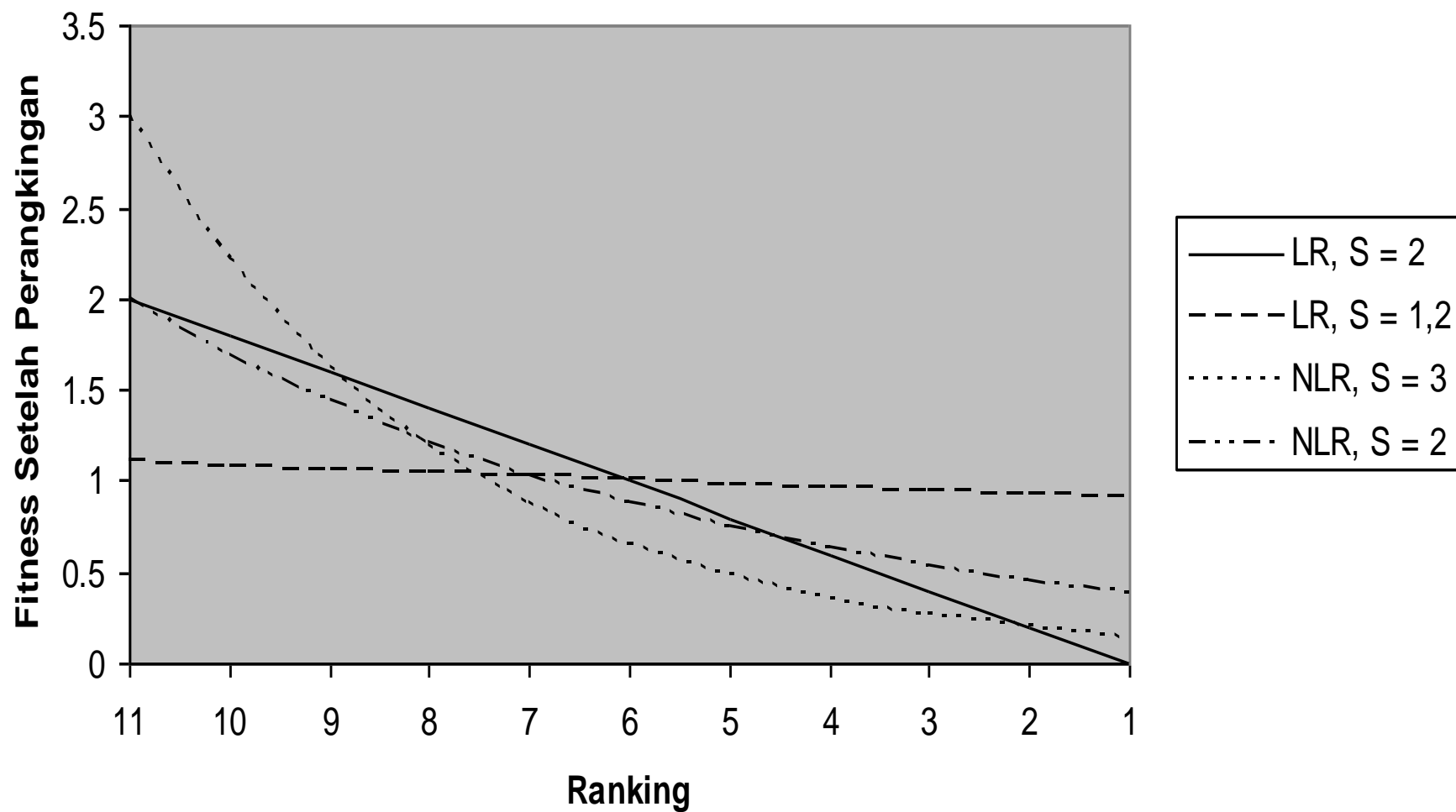
P_m	Ukuran populasi		
Generasi	Kecil	Sedang	Besar
Singkat	Besar	Sedang	Kecil
Sedang	Sedang	Kecil	Sangat Kecil
Lama	Kecil	Sangat Kecil	Sangat Kecil

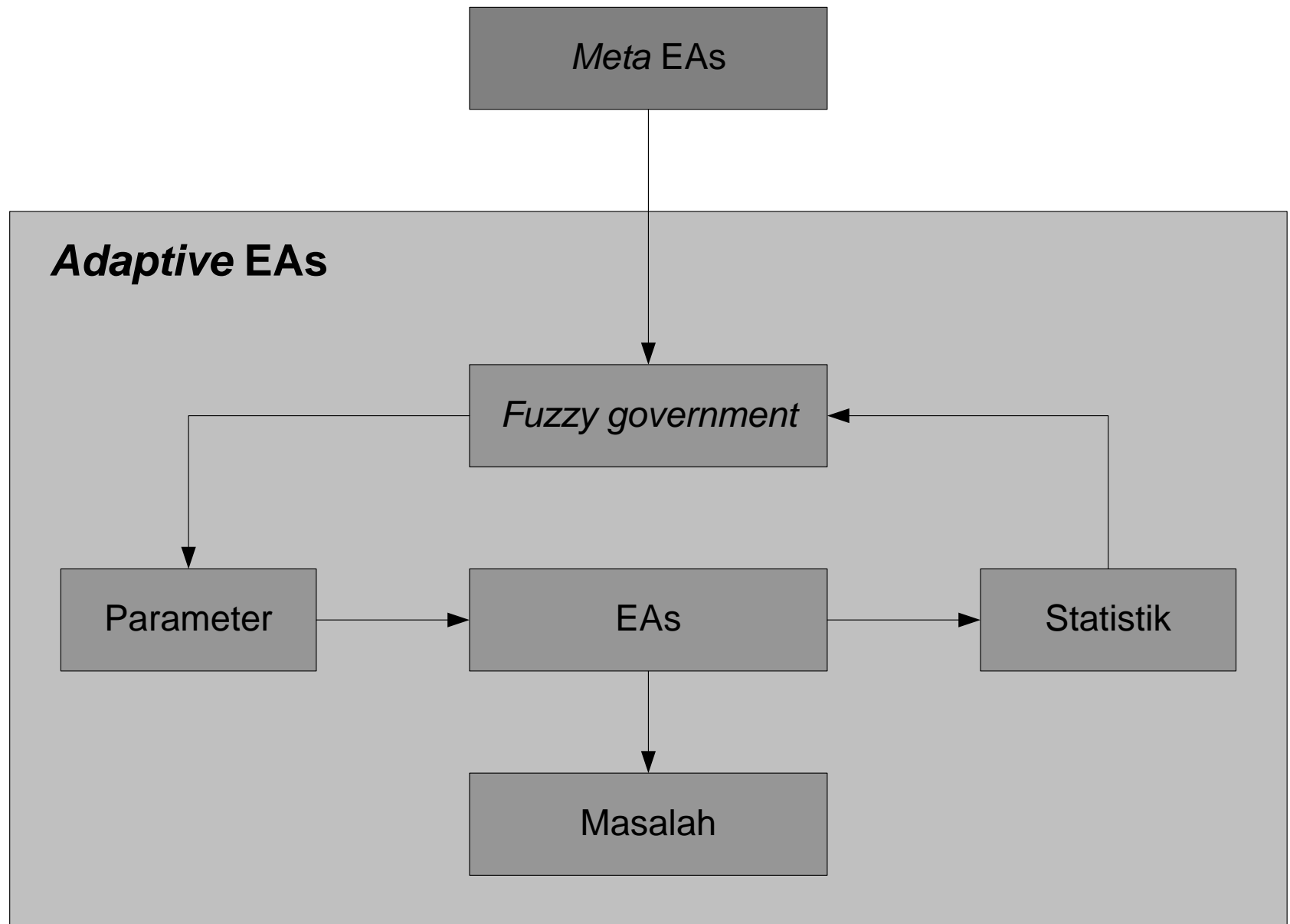
Pengontrolan *exploitation-oriented crossover rate* [Xu & et al]

Δp_e	<i>Phenotype diversity</i>		
<i>Genotype diversity</i>	Rendah	Sedang	Tinggi
Rendah	Sedang	Kecil	Kecil
Sedang	Besar	Besar	Sedang
Tinggi	Besar	Besar	Sedang

Pengontrolan *selective pressure* [Xu & et al]

$\Delta\eta_{\min}$	<i>Phenotype diversity</i>		
<i>Genotype diversity</i>	Rendah	Sedang	Tinggi
Rendah	Kecil	Sedang	Besar
Sedang	Kecil	Besar	Besar
Tinggi	Kecil	Kecil	Besar



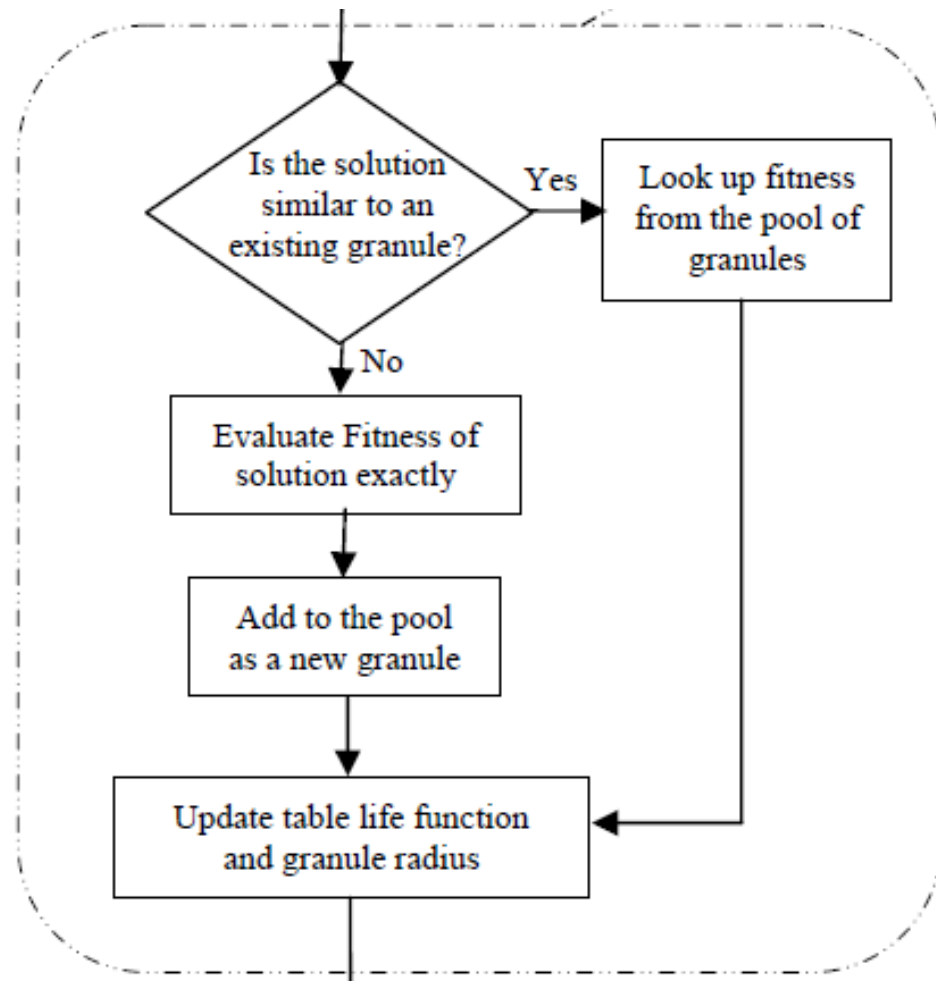
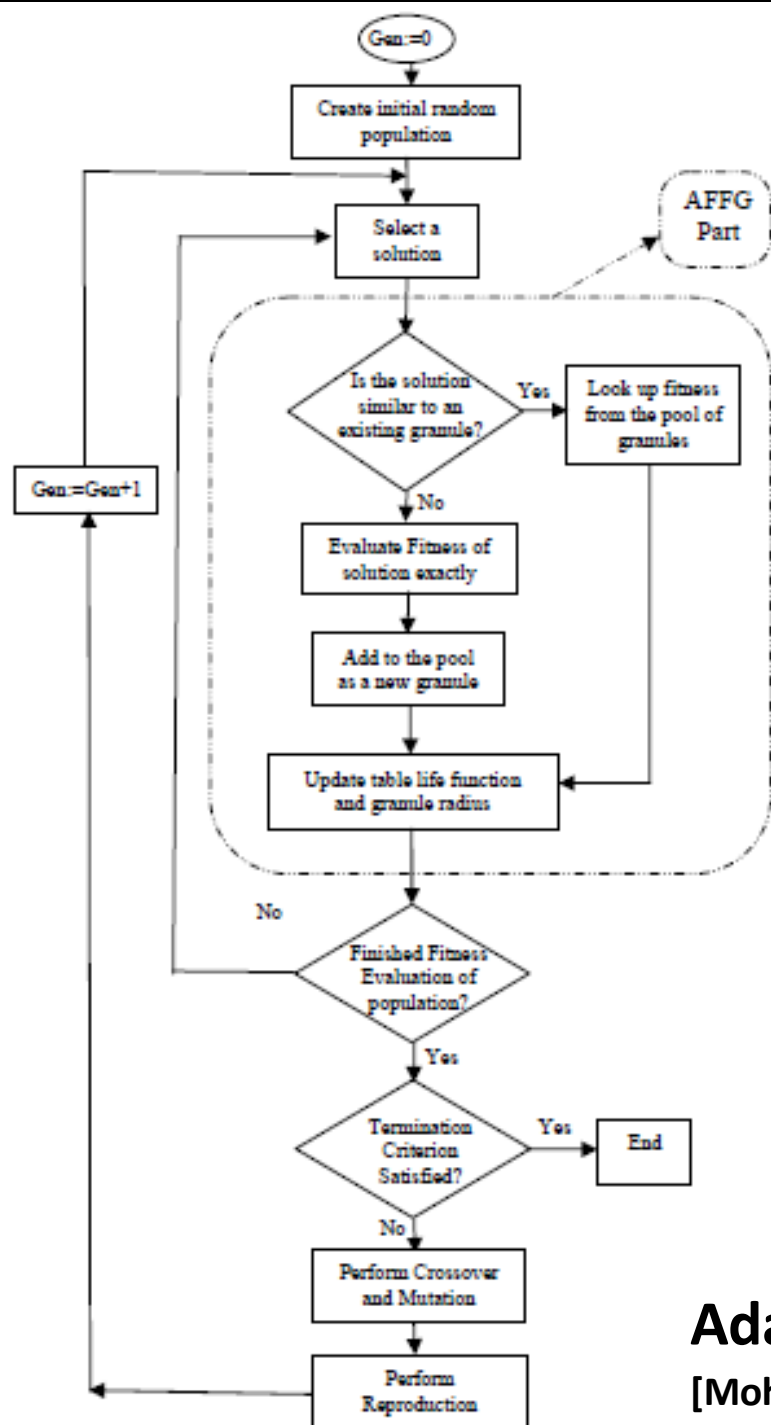


EAs Dengan Komponen-Komponen Fuzzy

- *Fuzzy fitness*
- Rekombinasi berbasis *fuzzy connectives*
- *Soft genetic operators*
- Rekombinasi menggunakan *Templates*

Fuzzy fitness

- Apakah dengan menggunakan *fitness* berpresisi tinggi akan membuat performansi EAs meningkat?
- Dalam banyak kasus, jawabannya tidak.
- Suatu pendekatan yang masuk akal untuk masalah di atas adalah menangani *fitness* secara impresisi.
- Penanganan bisa dilakukan menggunakan perangkat-perangkat pada teori himpunan *fuzzy*.
- Adaptive Fuzzy Fitness Granulation (AFFG)



Adaptive Fuzzy Fitness Granulation (AFFG)

[Mohsen Davarynejad, Ferdowsi University of mashhad, 2007]

Rekombinasi berbasis *fuzzy connectives*

- Bagi ruang *allele* (nilai gen) ke dalam tiga interval.
- Interval tengah sebagai *exploitation interval* dan interval lainnya sebagai *exploration interval*.

$$L(x, y) \leq \min\{x, y\},$$

$$\min\{x, y\} \leq M(x, y) \leq \max\{x, y\},$$

$$\max\{x, y\} \leq R(x, y).$$

Rekombinasi berbasis *fuzzy connectives*

- Dengan tiga fungsi tersebut, rekombinasi dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu:
 - *L-recombination* (rekombinasi pada interval kiri $L(x,y)$)
 - *M-recombination* (rekombinasi pada interval tengah $M(x,y)$)
 - *R-recombination* (rekombinasi pada interval kanan $R(x,y)$)
- Penggabungan tiga cara rekombinasi tersebut dengan probabilitas yang berbeda-beda menghasilkan kontrol yang baik untuk eksplorasi/eksploitasi.

Soft genetic operators

- Hans-Michael Voigt et. al. menggunakan dua operator (rekombinasi & mutasi) yang bersifat *soft modal*.
- Kedua operator tersebut berbasiskan **distribusi probabilitas segitiga**

Soft Modal Recombination

- Misalkan, ada dua kromosom (x_1, \dots, x_n) dan (y_1, \dots, y_n) .
- Probabilitas bahwa *offspring* memiliki nilai z_i dimana $i = 1, \dots, N$, adalah mengikuti suatu distribusi *bimodal*

$$p(z_i) \in \{\phi(x_i), \phi(y_i)\}$$

dimana $\phi(r)$ adalah distribusi probabilitas segitiga dengan inti r yang didefinisikan dalam interval

$$\left[r - d|y_i - x_i|, r + d|y_i - x_i| \right]$$

Soft Modal Recombination

$$\phi(z) = \begin{cases} \frac{z - r + d|y_i - x_i|}{d^2(y_i - x_i)^2}, & z \leq r \\ \frac{r + d|y_i - x_i| - z}{d^2(y_i - x_i)^2}, & z > r \end{cases}$$

$$d \geq 0,5$$

Soft Modal Mutation

- Misalkan, suatu *allele* x bernilai *real* untuk suatu gen didefinisikan dalam interval $[a, b]$.
- *Soft* modal mutation membangkitkan suatu *allele*, dimana nilainya dipilih secara random dari suatu distribusi

$$\{\phi(\pm A\beta^\pi), \phi(\pm A\beta^{\pi+1}), \dots, \phi(\pm A\beta^0)\}$$

- $A \ll b - a$ merupakan amplitudo mutasi.
- $\pi = \lfloor \log_\beta R_{\min} \rfloor < 0$ dengan $\beta > 1$ disebut sebagai basis mutasi.
- R_{\min} adalah batas bawah dari perubahan mutasi relatif.

Soft Modal Mutation

$$\phi(z) = \begin{cases} \frac{z - r + d|y_i - x_i|}{d^2(y_i - x_i)^2}, & z \leq r \\ \frac{r + d|y_i - x_i| - z}{d^2(y_i - x_i)^2}, & z > r \end{cases}$$

Rekombinasi Menggunakan Templates

- Kita bisa merepresentasikan *genotypes* yang berisi untaian bilangan real dalam interval $[0, 1]$ yang mengkodekan himpunan *fuzzy*.
- Dengan demikian, kita bisa mendefinisikan operator rekombinasi menggunakan *template*.

Kromosom g

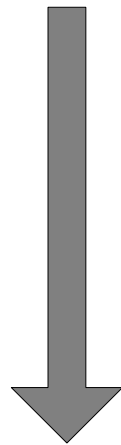
1	2		5	6	7	8
1	1	0	0	1	1	1

$S_g = \{1, 2, 5, 6, 7, 8\}$

Kromosom k

1			4		6	7
1	0	0	1	0	1	1

$S_k = \{1, 4, 6, 7\}$



$$T = \{4, 5, 6, 7, 8\}$$

$$\bar{T} = \{1, 2, 3\}$$

$$S_{o1} = (S_g \cap \bar{T}) \cup (S_k \cap T),$$

$$S_{o2} = (S_g \cap T) \cup (S_k \cap \bar{T}),$$

Offspring 1

1	2		4		6	7
1	1	0	1	0	1	1

$S_{o1} = \{1, 2, 4, 6, 7\}$

Offspring 2

1			5	6	7	8
1	0	0	0	1	1	1

$S_{o2} = \{1, 5, 6, 7, 8\}$

Kromosom g

0,2	0,1	0,9	0,5	0,8	0,1	0,3	0,4
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Kromosom k

0,1	0,7	0,3	0,2	0,1	0,1	0,8	0,9
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

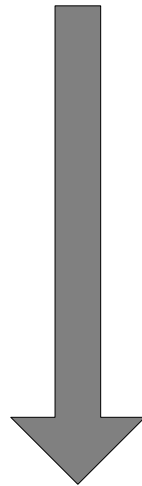
1

5

6

7

8



$$T = \{0, 0, 0, 0, 0.5, 1, 1, 0.5\}$$

$$\bar{T} = \{0.5, 1, 1, 0.5, 0, 0, 0, 0\}$$

$$S_{o1} = \max(\min(S_g, \bar{T}), \min(S_k, T))$$

$$S_{o2} = \max(\min(S_g, T), \min(S_k, \bar{T}))$$

Offspring 1

0,2	0,1	0,9	0,5	0,1	0,1	0,8	0,4
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

$$S_{o1} = \{g1, g2, g3, g4, k5, k6, k7, g8\}$$

Offspring 2

0,1	0,7	0,3	0,2	0,8	0,1	0,3	0,4
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

$$S_{o1} = \{k1, k2, k3, k4, g5, g6, g7, g8\}$$

Referensi

- [SUYo8] Suyanto, 2008, “Soft Computing: Membangun Mesin Ber-IQ Tinggi”, Informatika, Bandung Indonesia. ISBN: 978-979-1153-49-2.
- [TETo1] Tettamanzi A., Tomassini M., ”Soft Computing”. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2001. Printed in Germany.