

## ELITISME ALGORITMA GENETIKA PADA FUNGSI NONLINEAR DUA PEUBAH

Adriana Fanggidae<sup>1</sup> dan Emerensye S. Y. Pandie<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Ilmu Kompuetr, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto No. 10 Kupang Nusa Tenggara Timur

<sup>1</sup>Email: [adrianafanggidae@staf.undana.ac.id](mailto:adrianafanggidae@staf.undana.ac.id)

<sup>2</sup>Email: [emerensyepandie@staf.undana.ac.id](mailto:emerensyepandie@staf.undana.ac.id)

### ABSTRAK

Operator evolusioner dalam Algoritma Genetika (AG) tidak menjamin kualitas individu dari generasi ke generasi selalu baik. Elitisme mempertahankan sifat individu terbaik dari generasi ke generasi dengan menduplikasi kumpulan individu terbaik. Dalam makalah ini, kami menentukan jumlah duplikat pada individu terbaik. Pengujian terhadap lima fungsi non linier dengan dua variabel, hasilnya satu duplikat individu terbaik mampu memberikan solusi terbaik.

Kata kunci: algoritma genetika, seleksi, *crossover*, elitisme

### ABSTRACT

The evolutionary operator in the genetic algorithm (GA) does not guarantee that the quality of individuals from generation to generation is always good. Elitism preserves the best individual traits from generation to generation by duplicating the best set of individuals. In this paper, we determine the number of duplicates in the best individual. Testing on five non-linear functions with two variables, the result is that one duplicate of the best individual is able to provide the best solution.

Keywords: genetic algorithm, selection, *crossover*, elitism

## 1. PENDAHULUAN

Algoritma genetika (AG) merupakan algoritma yang menerapkan evolusi biologis yaitu seleksi, *crossover*, dan mutasi. Operator seleksi dan *crossover* merupakan dua proses utama dalam berevolusi [1]. Seleksi berperan dalam memilih individu-individu yang siap dimasukan dalam *mating pool*, dan *crossover* berperan dalam menghasilkan anak yang masih membawa sifat-sifat induknya.

Langkah AG dimulai dari mengkodekan solusi yang mungkin untuk suatu masalah. Langkah berikutnya yaitu menerapkan tiga operator evolusi, dengan tujuan dihasilkannya keturunan yang memiliki kualitas yang lebih baik dari induknya. Namun hal ini sulit dijamin, karena selama evolusi pewarisan dari sifat individu terbaik dapat hilang. Langkah terakhir adalah memilih solusi terbaik saat ini.

Pewarisan sifat individu terbaik perlu dijaga di setiap generasi. Elitisme memungkinkan sekumpulan individu terbaik untuk diduplikat dari satu generasi ke generasi berikutnya [2]. Pada tulisan ini, duplikat tidak dilakukan pada sekumpulan individu terbaik, melainkan pada individu terbaik dengan tetap menjaga keberagaman populasi. Penentuan banyaknya duplikat untuk meningkatkan kinerja AG diuji pada masalah fungsi nonlinear dua peubah.

## 2. MATERI DAN METODE

### Pengkodean

Pengkodean biner memberikan alel dalam bilangan 0 atau 1. Bilangan real dikonversi ke dalam bilangan biner, dengan tingkat ketelitian tiga digit bilangan pecahan murni. Setiap peubah berada dalam rentang [-10,10], maka satu peubah memiliki panjang 15 bit biner.. Untuk dua peubah, maka satu individu (kromosom) memiliki panjang 30 bit biner, seperti pada gambar 1.

$x = 3.631$	biner $x$ : 011010100111111
$y = 7.032$	biner $y$ : 100001010001000
kromosom $xy$	011010100111111100001010001000

Gambar 1. Pengkodean biner

**Fitness**

Lima fungsi uji yang digunakan adalah fungsi nonlinear dua peubah dalam masalah minimisasi [3], *global minimum*  $f(x^*)$  dicapai saat  $x^*$ .

**Tabel 1.** Fungsi uji

Fungsi	Global minimum	
	$x^*$	$f(x^*)$
$f(x_1, x_2) = (1,5 - x_1 + x_1x_2)^2 + (2,25 - x_1 + x_1x_2^2)^2 + (2,625 - x_1 + x_1x_2^3)^2$	(3 ; 0,5)	0
$f(x_1, x_2) = x_1^2 + 2x_2^2 - 0,3\cos(3\pi x_1) - 0,4\cos(4\pi x_2) + 0,7$	(0 ; 0)	0
$f(x_1, x_2) = (x_1 + 2x_2 - 7)^2 + (2x_1 + x_2 - 5)^2$	(1 ; 3)	0
$f(x_1, x_2) = (x_1 + 10)^2 + (x_2 + 10)^2 + e^{-x_1^2 - x_2^2}$	(0 ; 0)	0
$f(x_1, x_2) = 2x_1^2 - 1,05x_1^4 + \frac{x_1^6}{6} + x_1x_2 + x_2^2$	(0 ; 0)	0

Perhitungan fungsi fitness dari setiap kromosom  $x$  menggunakan persamaan (1).

$$fit(x) = |f(x^*) - f(x)| \tag{1}$$

dimana  $f(x)$  adalah nilai fungsi yang diberikan oleh  $(x_1, x_2)$ . Fitness terbaik dalam populasi  $pop$  ditentukan dengan persamaan (2).

$$best = minimum(fit_1(x), fit_2(x), \dots, fit_{pop}(x)) \tag{2}$$

**Parameter**

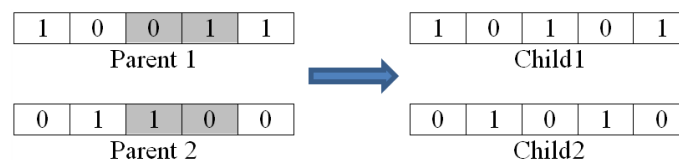
Parameter uji yang digunakan yaitu probabilitas crossover  $pc = 0.25$ , probabilitas mutasi  $pm = 0.05$ , jumlah populasi  $pop = 10$  dan percobaan  $trial = 100$ . Kondisi berhenti yang digunakan yaitu jumlah generasi  $ig = 1000$  dan konvergensi populasi  $pk = 90\%$ .

**Evolusi**

*Roulette wheel selection* merupakan metode seleksi yang menggunakan prinsip kerja roda *roulette*. Prosedur dari *roulette wheel selection* adalah sebagai berikut:

1. Hitung fitness dari setiap individu
2. Hitung total fitness populasi
3. Hitung probabilitas setiap individu
4. Hitung probabilitas kumulatif  $q_k$  untuk setiap individu, dimana  $k = 1, 2, \dots, pop$ .
5. Bangkitkan sebuah bilangan acak  $[0, 1]$  sebanyak populasi ( $r_k$ ). Jika  $q_{k-1} < r_k < q_k$  maka individu ke- $k$  dimasukkan dalam *mating pool* [4].

*Crossover* bertujuan menghasilkan anak (*child*) dari induk atau orangtua (*parent*) yang dipilih dalam *mating pool*. *Two Point Crossover* (TPC) menggunakan dua titik potong yang dibangkitkan secara acak. Pertukaran alel dua kromosom orangtua dimulai dari gen titik pertama hingga gen titik kedua, seperti pada gambar 2.



**Gambar 2.** Pembentukan anak pada TPC

Operator mutasi dilakukan dengan mengubah alel pada gen terpilih. Jika gen terpilih memiliki alel 1 maka diubah menjadi 0, dan sebaliknya.

**Elitisme**

Selama evolusi, individu dapat saja mengalami kerusakan yang berakibat pada penurunan kualitas. Elitisme mencegah individu terbaik mengalami evolusi, individu tersebut diteruskan ke generasi berikutnya tanpa adanya modifikasi apapun [5]. Prosedur elitisme yang digunakan sebagai berikut:

1. Tentukan banyaknya duplikat  $m$
2. Ambil satu individu dengan fitness terbaik
3. Setelah melewati operator evolusi seleksi, *crossover* dan mutasi, ambil individu dengan fitness terburuk sebanyak  $m$  dan gantikan individu tersebut dengan individu pada langkah 2.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pengujian dilakukan dengan menggunakan parameter uji yang telah disebutkan pada bagian 2 dan fungsi uji pada tabel 1, dimana populasi yang sama digunakan pada percobaan yang sama untuk empat kondisi. Empat kondisi tersebut yaitu AG tanpa elitisme, AG dengan elitisme  $m = 1$ , AG dengan elitisme  $m = 2$ , AG dengan elitisme  $m = 3$ , AG dengan elitisme  $m = 4$  dan AG dengan elitisme  $m = 5$ . Hasil pengujian pada tabel 2 menampilkan fitness terbaik (*best*), nilai fitness terburuk (*worst*), nilai rata-rata (*mean*), dan nilai standar deviasi (*std*) yang diperoleh selama 100 kali percobaan.

**Tabel 2.** Hasil pengujian

AG	Pengujian	Fungsi					Mean
		1	2	3	4	5	
Tanpa Elitisme	<i>best</i>	2.5518e-06	0	2.0000e-06	1.3839e-87	0	9.1036E-07
	<i>worst</i>	0.2800	0.0064	20.9478	7.0600e-04	1.1430	4.4756E+00
	<i>mean</i>	0.1005	0.0011	1.5580	1.2574e-04	0.0183	3.3561E-01
	<i>std</i>	0.0981	0.0014	5.1449	1.3770e-04	0.1223	1.0734E+00
Elitisme $m = 1$	<i>best</i>	1.5781e-06	0	<b>0</b>	1.3839e-87	<b>0</b>	<b>3.1562E-07</b>
	<i>worst</i>	0.7359	0.0066	<b>20.6655</b>	5.4500e-04	<b>0.3241</b>	<b>4.3465E+00</b>
	<i>mean</i>	0.1074	2.7206e-04	<b>0.6585</b>	6.1910e-05	<b>0.0099</b>	<b>1.5523E-01</b>
	<i>std</i>	0.1177	7.1189e-04	<b>2.9118</b>	9.5417e-05	<b>0.0554</b>	<b>6.1714E-01</b>
Elitisme $m = 2$	<i>best</i>	<b>1.5781e-06</b>	<b>0</b>	0	1.3839e-87	0	3.1562E-07
	<i>worst</i>	<b>0.2799</b>	<b>0.0047</b>	20.6644	3.7000e-05	1.1412	4.4180E+00
	<i>mean</i>	<b>0.0950</b>	<b>2.4989e-04</b>	0.8527	2.3600e-06	0.0277	1.9513E-01
	<i>std</i>	<b>0.0987</b>	<b>8.6119e-04</b>	3.5303	6.3238e-06	0.1329	7.5255E-01
Elitisme $m = 3$	<i>best</i>	0	0	0	<b>1.3839e-87</b>	0	2.7678E-88
	<i>worst</i>	0.2799	0.4699	20.6644	<b>1.3839e-87</b>	1.1414	4.5111E+00
	<i>mean</i>	0.1008	0.0056	2.2093	<b>1.3839e-87</b>	0.0467	4.7248E-01
	<i>std</i>	0.1018	0.0470	5.8704	<b>1.1218e-102</b>	0.2016	1.2442E+00
Elitisme $m = 4$	<i>best</i>	0	0	0	<b>1.3839e-87</b>	0	2.7678E-88
	<i>worst</i>	9.3116	0.4699	52.1774	<b>1.3839e-87</b>	1.1524	1.2622E+01
	<i>mean</i>	0.2212	0.0197	1.5715	<b>1.3839e-87</b>	0.1619	3.9486E-01
	<i>std</i>	0.9269	0.0924	6.2258	<b>1.1218e-102</b>	0.3605	1.5211E+00
Elitisme $m = 5$	<i>best</i>	0	0	0	<b>1.3839e-87</b>	0	2.7678E-88
	<i>worst</i>	9.3116	0.4925	52.1774	<b>1.3839e-87</b>	1.1524	1.2627E+01
	<i>mean</i>	0.2157	0.0167	2.1294	<b>1.3839e-87</b>	0.1767	5.0770E-01
	<i>std</i>	0.9244	0.0816	6.7605	<b>1.1218e-102</b>	0.3681	1.6269E+00

Hasil pengujian pada tabel 2 didapat bahwa semakin banyak duplikat individu terbaik maka solusinya semakin buruk. Ini dikarenakan keberagaman populasi sudah tidak terjaga sehingga eksplorasi hanya sebatas pada ruang pencarian tertentu. Hasil uji terhadap lima fungsi nonlinear dua peubah didapat bahwa satu duplikat individu terbaik mampu menghasilkan solusi terbaik.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menganalisis kinerja elitisme AG dengan cara menduplikat individu terbaik. Pengujian menggunakan lima fungsi nonlinear dua peubah dan didapat bahwa satu duplikat mampu memberikan solusi terbaik dengan tetap menjaga pewarisan sifat dari induk terbaik dari generasi ke generasi.

Pada penelitian selanjutnya, perlu dilakukan analisis terhadap prosedur elitisme yang lain dalam menentukan banyaknya duplikat ideal, dan perlu diuji pada fungsi-fungsi dengan dimensi yang lebih besar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. H. Holland, *Adaptation in natural and artificial systems: an introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence*, 1st MIT Press ed. Cambridge, Mass: MIT Press, 1992.
- [2] G. Roth and W. Crossley, "Investigation of number of children, number of parents, tournament size, and elitism in genetic algorithms," presented at the 8th Symposium on Multidisciplinary Analysis and Optimization, Long Beach, CA, U.S.A., Sep. 2000, doi: [10.2514/6.2000-4846](https://doi.org/10.2514/6.2000-4846).
- [3] X.-S. Yang, *Nature-inspired optimization algorithms*, First edition. Amsterdam ; Boston: Elsevier, 2014.
- [4] F. Yu, X. Fu, H. Li, and G. Dong, "Improved Roulette Wheel Selection-Based Genetic Algorithm for TSP," p. 4.
- [5] S. L. Yadav and A. Sohal, "Comparative Study of Different Selection Techniques in Genetic Algorithm," *Int. J. Eng.*, vol. 6, no. 3, p. 7, 2017.