

# PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA DENGAN METODE *ROULETTE WHEEL* DAN *REPLACEMENT* PADA MASALAH MEMAKSIMUMKAN OMZET

\*H. Mayyani<sup>1</sup>, M. Nurbaiti<sup>2</sup>, P.T. Supriyo<sup>3</sup>, A. Aman<sup>4</sup>, dan B.P. Silalahi<sup>5</sup>

<sup>2</sup>Mahasiswa Program Studi S1 Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga Bogor.  
[marisa\\_nurbaiti@apps.ipb.ac.id](mailto:marisa_nurbaiti@apps.ipb.ac.id)

<sup>1,3,4,5</sup>Departemen Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Jl. Meranti, Kampus IPB Dramaga Bogor.  
[mayyani\\_mat15@apps.ipb.ac.id](mailto:mayyani_mat15@apps.ipb.ac.id)\* **corresponding author**, [praptosu@apps.ipb.ac.id](mailto:praptosu@apps.ipb.ac.id),  
[aaman@apps.ipb.ac.id](mailto:aaman@apps.ipb.ac.id), [bibsi@apps.ipb.ac.id](mailto:bibsi@apps.ipb.ac.id)

## Abstrak

Perhitungan masalah memaksimumkan omzet serta analisis yang tepat terhadap proses produksi diperlukan untuk meningkatkan pendapatan perusahaan. Permasalahan memaksimumkan omzet ini dapat diselesaikan dengan algoritma genetika. Terdapat banyak metode seleksi dalam algoritma genetika, dua di antaranya ialah *roulette wheel* dan *replacement*. Penelitian dilakukan untuk mencari metode seleksi terbaik berdasarkan rata-rata nilai *fitness* yang dihasilkan. Penelitian ini ditinjau berdasarkan tiga kasus yang berbeda dalam membandingkan kedua metode seleksi yang diuji, kasus pertama menggunakan ukuran populasi 10 dan banyak generasi juga 10, kasus kedua menggunakan ukuran populasi 25 dan banyak generasi 10, sedangkan kasus ketiga menggunakan ukuran populasi 10 dan banyak generasi 50. Ketiga kasus tersebut menggunakan parameter tetap yaitu *crossover rate* 0,8 dan *mutation rate* 0,1. Dari penelitian ini didapatkan bahwa metode *replacement* lebih baik dari metode *roulette wheel*.

Kata kunci: algoritma genetika, *crossover rate*, omzet, maksimum, *mutation rate*, *replacement*, *roulette wheel*

## 1 Pendahuluan

Pada perusahaan manufaktur, optimasi omzet sangat diperhitungkan dalam proses produksi setiap produknya. Oleh karena itu diperlukan adanya perhitungan serta analisis yang tepat terhadap proses produksi. Hal ini akan berpengaruh terhadap omzet yang akan diperoleh. Omzet yang dihasilkan suatu industri tersebut digunakan sebagai ukuran kinerja industri dan sering digunakan sebagai dasar penentuan produksi selanjutnya [5]. Tahap perencanaan produksi memiliki beberapa permasalahan, antara lain: masalah pemilihan jenis bagian, masalah pengelompokan mesin, masalah rasio produksi, masalah alokasi sumber daya, dan masalah pemuatan [10].

Perusahaan Sedap Sari Bakery memproduksi enam jenis roti dengan membutuhkan bahan-bahan, seperti terigu, gula pasir, mentega, telur, susu, *ovalett*, meses, dan cokelat pasta. Keterbatasan bahan baku menjadi pokok utama dari permasalahan produksi. Perbedaan kebutuhan bahan baku oleh ke-6 jenis roti mengakibatkan produk memiliki harga yang berbeda, sehingga kombinasi jumlah produksi akan menghasilkan omzet yang berbeda pula. Untuk memaksimumkan omzet dengan bahan baku terbatas maka diperlukan suatu pengambilan keputusan yang tepat dalam menentukan jumlah produk

yang akan diproduksi. Hal tersebut disebut dengan masalah maksimisasi produk. Permasalahan maksimisasi ini dapat ditinjau dalam berbagai macam model, berawal dari teknik *evolutionary computation* yang kini sudah semakin berkembang di antaranya *genetic algorithm*, *particle swarm optimization*, *ant colony*, dan *genetic programming* [2].

Pada penelitian ini digunakan algoritma genetika. Algoritma genetika merupakan algoritma heuristik yang didasarkan pada mekanisme seleksi alam. Algoritma genetika mampu memecahkan masalah optimasi yang kompleks [10] dengan cara melepaskan diri dari optimum lokal lantaran dapat melompat secara acak dari satu urutan ke urutan lainnya [16]. Algoritma genetika digunakan untuk memecahkan beberapa masalah optimasi di mana fungsi tujuan dan kendala didefinisikan dalam variabel keputusan menggunakan model algoritma genetika [4]. Algoritma genetika terdiri dari tahapan seleksi, *crossover* (penyilangan) dan mutasi. Proses seleksi merupakan proses pemilihan individu terbaik dari tiap populasinya. Individu terbaik akan dijadikan sebagai calon *parent* untuk tahapan selanjutnya. Penentuan individu terbaik didasari dengan nilai *fitness* tiap individu. Pada penelitian ini, omzet dan besar nilai penalti digunakan sebagai nilai *fitness*. Perbedaan metode seleksi yang digunakan untuk menghasilkan kromosom terbaik memengaruhi kinerja algoritma genetika. Pencarian hasil yang optimal memerlukan proses seleksi yang tepat agar hasil yang dicapai sesuai dengan kriteria yang diinginkan. Ada empat metode seleksi yang sesuai terhadap representasi bilangan real algoritma genetika, yaitu *roulette wheel selection*, *binary tournament selection*, *elitist selection*, dan *replacement selection*. Di antara keempat metode seleksi tersebut, metode *replacement selection* memberikan hasil nilai *fitness* terbaik [10].

Berdasarkan penjabaran-penjabaran di atas, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dua metode seleksi algoritma genetika yaitu, *roulette wheel selection* dan *replacement selection* untuk menyelesaikan masalah maksimisasi omzet dari proses produksi roti perusahaan Sedap Sari Bakery dalam menghasilkan nilai *fitness* yang optimal.

## 2 Metode

### 2.1 Sumber Data

Penelitian ini menggunakan metode penelitian studi literatur. Data yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari penelitian yang telah dilakukan oleh [12] pada jurnal dengan judul Penerapan Algoritma *Branch and Bound* dalam Menentukan Optimasi Jumlah Produksi Roti. Data primer yang diperoleh [12] dari Sedap Sari Bakery yaitu jenis roti beserta bahan pembuatannya, keterbatasan bahan baku, serta harga jual masing-masing jenis roti yang diproduksi. Adapun rincian data ialah sebagai berikut:

1. Enam jenis roti yang diproduksi, antara lain bolu, gulung, mandarin, tiga rasa, cokelat, dan isi cokelat.
2. Bahan pembuatan roti, antara lain terigu, gula pasir, mentega, telur, susu, *ovalett*, meses, dan cokelat pasta.
3. Ketersediaan terigu, gula pasir, mentega, telur, susu, *ovalett*, meses, dan cokelat pasta setiap harinya.
4. Harga penjualan masing-masing jenis roti.

Dari data tersebut akan disusun model matematis, kemudian akan dicari solusi optimalnya dengan menggunakan algoritma genetika. Solusi dikatakan optimal apabila produksi dapat menghasilkan omzet penjualan yang maksimum. Dalam kasus ini harga jual dan komposisi bahan produksi masing-masing jenis roti berbeda. Produk roti bolu

dijual dengan harga Rp3300,00; roti gulung Rp3600,00; roti mandarin Rp2200,00; roti tiga rasa Rp2800,00; roti cokelat Rp3000,00; dan roti isi cokelat Rp3300,00. Selain batasan terhadap bahan baku, perusahaan Sedap Sari Bakery juga menetapkan batas minimal produksi masing-masing jenis roti sebanyak 100 buah. Tabel 1 menyajikan komposisi bahan-bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan masing-masing jenis roti.

Tabel 1. Kebutuhan bahan baku dalam produksi roti.

Jenis Roti	Terigu (kg)	Gula pasir (kg)	Mentega (kg)	Telur (kg)	Susu (kg)	Ovalett (kg)	Meses (kg)	Cokelat pasta (kg)
Bolu	0,125	0,1875	0,0625	0,25	0,05	0,04	0,1	0
Gulung	0,2	0,3	0,1	0,25	0,05	0,05	0	0
Mandarin	0,12	0,3	0,13	0,4	0,05	0,05	0,12	0,1
Tiga rasa	0,125	0,1875	0,0625	0,25	0,03	0,04	0,03	0
Cokelat	0,075	0,15	0,125	0,2	0	0	0	0,25
Isi cokelat	0,5	0,13	0,06	0,1	0,03	0,125	0	0,1

Tabel 1 menyajikan penggunaan bahan baku pada tiap jenis roti. Penggunaan bahan baku berkisar antara 0-0,5 kg. Pada tiap bahan baku terdapat jumlah maksimum ketersediaannya. Adapun jumlah ketersediaan maksimum bahan baku untuk terigu, gula pasir, mentega, telur, susu, *ovalett*, meses, dan cokelat pasta secara berturut-turut ialah 350 kg, 300 kg, 150 kg, 350 kg, 50 kg, 80 kg, 75 kg dan 150 kg.

## 2.2 Formulasi Masalah

Berdasarkan data yang telah diperoleh, masalah produksi roti yang memaksimalkan keuntungan adalah:

### Indeks, parameter dan variable Keputusan:

- $i$  : jenis roti yang diproduksi ( $i = 1,2,3,4,5,6$ ),
- $j$  : bahan baku yang dibutuhkan ( $j = 1,2,3,4,5,6,7,8$ ),
- $m_i$  : harga jual roti jenis ke- $i$ ,
- $d_{ji}$  : kebutuhan penggunaan bahan baku  $j$  untuk roti jenis ke- $i$ ,
- $C_j$  : kapasitas maksimum ketersediaan bahan baku ke- $j$ .
- $a_i$  : banyaknya roti jenis ke- $i$  yang diproduksi, ( $i = 1,2,3,4,5,6$ )

### Fungsi Objektif dan kendala

Fungsi tujuannya adalah mencari omzet maksimum yang nantinya akan digunakan sebagai perhitungan nilai *fitness* dalam algoritma genetika. Bentuk persamaan fungsi tujuannya adalah:

$$\max z = \sum_{i=1}^6 m_i \times a_i ; i = 1,2, \dots, 6.$$

Kendala produksi dibatasi oleh ketersediaan masing-masing bahan baku dan batasan minimum produksi. Kendala keterbatasan bahan baku dirumuskan oleh:

$$\sum_{i=1}^6 d_{ji} \times a_i \leq C_j; j = 1, 2, \dots, 8, i = 1, 2, \dots, 6.$$

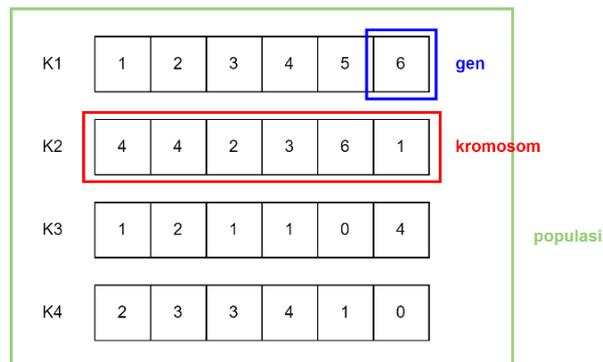
Kendala keterbatasan minimum produksi:

$$a_i \geq 100, i = 1, 2, \dots, 6.$$

### 3 Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Algoritma Genetika

Algoritma genetika adalah metode pencarian stokastik non-deterministik yang menggunakan teori evolusi dan seleksi alam untuk memecahkan masalah dalam ruang solusi yang kompleks [4]. Algoritma genetika pertama kali diperkenalkan oleh John Holland melalui buku yang berjudul “*Adaptation in Natural and Artificial Systems*” pada tahun 1975. Algoritma genetika terinspirasi dari teori evolusi yang dikemukakan oleh Charles Darwin dalam bukunya “*On the Origin of Species*” pada tahun 1859. Terdapat beberapa hal yang perlu diketahui untuk menyelesaikan permasalahan dengan algoritma genetika, seperti gen, kromosom dan populasi yang diilustrasikan dengan Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi gen, kromosom, dan populasi.

Pada Gambar 1, kotak biru merepresentasikan gen, kotak merah merepresentasikan kromosom, dan kotak hijau merepresentasikan populasi. Algoritma genetika dimulai dengan membangun sejumlah individu acak yang merupakan solusi yang mungkin dari permasalahan optimasi [3]. Individu disebut juga sebagai kromosom. Sekumpulan individu disebut dengan populasi. Populasi yang sudah dibangun akan dievaluasi dengan menggunakan nilai fungsi objektif untuk mendapatkan nilai *fitness*. Kedua *parent* yang melakukan operator perkawinan silang (*crossover*) akan menghasilkan generasi berikutnya yang dikenal dengan istilah anak (*offspring*). Selain dengan operator perkawinan silang, individu dapat pula dimodifikasi menggunakan operator mutasi (*mutation*). Selanjutnya, individu induk (*parent*) dan individu anak (*offspring*) akan melalui proses seleksi untuk penentuan *parent* bagi generasi selanjutnya. Tahapan algoritma genetika yaitu inisialisasi kromosom, reproduksi, evaluasi dan seleksi [7].

### **Inisialisasi Kromosom**

Inisialisasi kromosom adalah tahapan membangun nilai acak bagi masing-masing kromosom pada populasi. Kromosom terdiri dari beberapa gen. Gen merepresentasikan jumlah tiap produk yang akan diproduksi dalam satu periode. Pada algoritma genetika, gen dapat direpresentasikan menjadi biner, integer, *real code*, dan permutasi. Dalam masalah optimasi produksi, gen biasanya direpresentasikan dalam bentuk integer [8]. Pada tahap ini juga ditentukan sejumlah  $n$  individu (*pop\_size*).

### **Reproduksi**

Reproduksi merupakan proses untuk menghasilkan anak (*offspring*) dengan menggunakan operator *crossover* dan operator mutasi. Jumlah *offspring* yang dihasilkan ditentukan oleh *crossover-rate* (*cr*) dan *mutation-rate* (*mr*). Besar nilai *cr* dan *mr* berkisar antara 0 hingga 1. Banyaknya *offspring* yang dihasilkan melalui proses *crossover* dirumuskan dengan  $pop\_size \times cr$ . Begitu pula dalam menentukan jumlah *offspring* melalui proses mutasi, perhitungan tersebut dirumuskan dengan  $pop\_size \times mr$  [10].

### **Crossover**

Skema operator *crossover* erat kaitannya dengan reproduksi organisme haploid (kromosom tunggal) atau penggabungan sel sperma dengan sel telur untuk menghasilkan zigot diploid [15]. Operator ini secara acak memilih posisi gen dalam kromosom, kemudian urutan sebelum dan sesudah posisi tersebut ditukar antar gen, sehingga terbentuklah dua kromosom anak. Terdapat berbagai macam jenis *crossover* yang dijelaskan pada penelitian [14], yaitu *one-point crossover*, *two-point crossover*, *multi-section crossover*, *random-point crossover*, dan *modified greedy-sub tour crossover* (*GSX*).

### **Mutasi**

Mutasi merupakan proses mengubah nilai gen dalam kromosom anak hasil *crossover* [1]. Mutasi bertujuan memperoleh variasi individu baru dalam populasi generasi selanjutnya yang lebih baik. Secara garis besar, penggunaan nilai *mutation-rate* pada operator mutasi dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu mutasi statis dan mutasi adaptif. Mutasi statis memiliki nilai *mutation-rate* konstan di seluruh generasi pencarian Solusi. Pada mutasi adaptif, nilai *mutation-rate* bergantung pada nilai *fitness*, nilai *mutation-rate* sebelumnya, atau berdasarkan banyaknya jumlah generasi (dengan asumsi titik mutasi ditentukan secara acak) [13]. Terdapat berbagai macam jenis mutasi, yaitu *swap mutation*, *random mutation*, *random only improving*, *systematic only improving*, *random improving*, dan, *systematic improving*.

### **Evaluasi**

Evaluasi adalah proses perhitungan nilai *fitness* dari tiap kromosom [7]. Besar nilai *fitness* dapat membedakan kualitas antar kromosom. Semakin besar nilai *fitness* maka semakin baik kromosom untuk dijadikan calon solusi. Fungsi *fitness* dapat disusun berdasarkan fungsi objektif dan kendala (*constraint*). Penentuan fungsi *fitness* harus dilakukan secara tepat agar solusi optimum mudah ditemukan secara efisien.

### Seleksi

Seleksi dilakukan untuk memilih individu terbaik sebagai keturunan bagi generasi berikutnya. Proses seleksi bertujuan memilih individu terbaik dalam populasi yang diharapkan dapat menghasilkan keturunan dengan nilai *fitness* yang lebih besar. Cara menentukan individu yang lebih baik adalah sebagai berikut [11]:

- Jika tidak terjadi pelanggaran kendala (*constraint*), maka sebuah individu dikatakan lebih baik dari individu lainnya apabila memiliki nilai *fitness* yang lebih besar.
- Jika terjadi minimal satu pelanggaran kendala (*constraint*), maka sebuah individu dikatakan lebih baik dari individu lainnya apabila memiliki nilai total pelanggaran yang lebih kecil.

Beberapa metode seleksi yang sering digunakan antara lain *roulette wheel*, *binary tournament*, *elitist* dan *replacement* [10]. Selain itu juga, terdapat metode seleksi lain, yaitu *stochastic universal sampling*, *linear rank*, *exponential rank* dan *truncation* [6].

### 3.2 Implementasi Algoritma Genetika pada Optimasi Omzet

Berdasarkan data yang diperoleh dan formulasi masalah, maka formulasi masalah dengan menggunakan algoritma genetika terhadap maksimisasi omzet perusahaan Sedap Sari Bakery sebagai berikut:

Fungsi objektif:

$$\max z = 3300a_1 + 3600a_2 + 2200a_3 + 2800a_4 + 3000a_5 + 3300a_6$$

dengan kendala

$$0,125a_1 + 0,2a_2 + 0,12a_3 + 0,125a_4 + 0,075a_5 + 0,5a_6 \leq 350,$$

$$0,1875a_1 + 0,3a_2 + 0,3a_3 + 0,1875a_4 + 0,15a_5 + 0,13a_6 \leq 300,$$

$$0,0625a_1 + 0,1a_2 + 0,13a_3 + 0,0625a_4 + 0,125a_5 + 0,06a_6 \leq 150,$$

$$0,25a_1 + 0,25a_2 + 0,4a_3 + 0,25a_4 + 0,2a_5 + 0,1a_6 \leq 350,$$

$$0,05a_1 + 0,05a_2 + 0,05a_3 + 0,03a_4 + 0,03a_6 \leq 50,$$

$$0,04a_1 + 0,05a_2 + 0,05a_3 + 0,04a_4 + 0,125a_6 \leq 80,$$

$$0,1a_1 + 0,12a_3 + 0,038a_4 \leq 75,$$

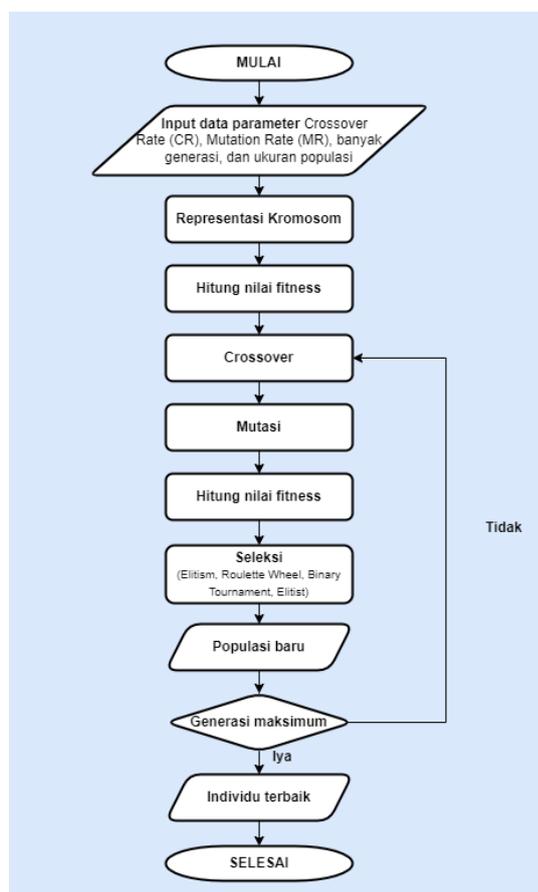
$$0,1a_3 + 0,25a_5 + 0,1a_6 \leq 150,$$

$$a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6 \geq 100.$$

Tahapan algoritma genetika dalam menyelesaikan masalah maksimum omzet Sedap Sari Bakery adalah sebagai berikut:

1. menentukan parameter di antaranya panjang kromosom ( $m$ ), ukuran populasi ( $pop\_size$ ), banyak generasi ( $N$ ), *crossover-rate* ( $cr$ ), dan *mutation-rate* ( $mr$ ),
2. inialisasi kromosom dengan membentuk individu-individu yang tersusun dari bilangan *integer* acak,
3. menghitung nilai *fitness* dari tiap individu yang dihasilkan pada langkah sebelumnya,
4. tahapan reproduksi dibagi menjadi 2 tahap, yaitu proses *crossover* persilangan antara dua induk (*parent*) secara acak dari populasi dan proses mutase,

5. individu anak (*offspring*) hasil reproduksi akan dievaluasi dengan menghitung nilai *fitness*,
6. proses seleksi dengan metode *roulette wheel* dan *replacement*,
7. diperoleh populasi baru, jika hasil yang diperoleh merupakan generasi maksimum maka itulah individu terbaik. Namun jika tidak kembali ke langkah reproduksi. Tahapan algoritma genetika tersebut disajikan pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Diagram alir algoritma genetika.

### 3.3 Penyelesaian Masalah Optimasi Omzet dengan Algoritma Genetika

Pada penelitian ini penyelesaian masalah optimasi omzet Sedap Sari Bakery menggunakan algoritma genetika dengan membandingkan hasil metode seleksi *roulette wheel* dan *replacement*. Pengukuran nilai kinerja direpresentasikan dengan mencari nilai *fitness* yang optimal. Masalah optimasi omzet Sedap Sari Bakery ini diselesaikan dengan proses komputasi menggunakan bahasa pemrograman Python versi 3.10. Terdapat dua jenis pengujian yang dilakukan antara lain menguji ukuran generasi dan jumlah populasi. Batasan pada penelitian ini ialah dilakukan 10 kali ulangan pada tiap pengujian, ukuran parameter tetap yang digunakan ialah  $m = 6$ ,  $cr = 0,8$  dan  $mr = 0,1$ . Pada penelitian ini juga ditinjau berdasarkan tiga kasus. Kasus I menggunakan  $N = 10$  dan  $pop\_size = 10$ , Kasus II menggunakan  $N = 10$  dan  $pop\_size = 25$ , dan Kasus III menggunakan  $N = 50$  dan  $pop\_size = 10$ .

### 3.4 Kasus I: $N = 10$ dan $pop\_size = 10$

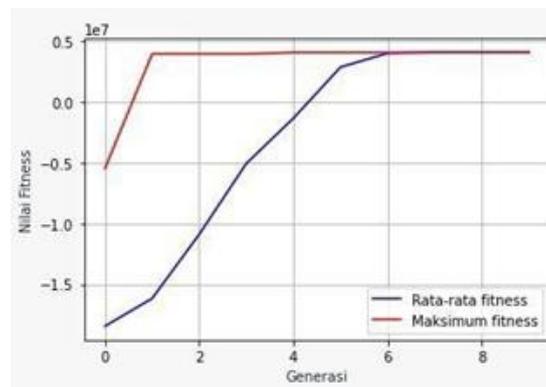
Pengujian pertama dilakukan dengan  $N = 10$  dan  $pop\_size = 10$ . Pengujian dijalankan untuk kedua metode seleksi. Pengujian dilakukan dengan menguji sistem untuk memproses satu kali iterasi. Setelah itu, 10 iterasi dilakukan untuk setiap pengujian.

#### *Roulette Wheel Selection*

Pengujian terhadap 10 generasi menghasilkan rata-rata nilai *fitness* dan maksimum nilai *fitness*. Nilai yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata dan maksimum nilai *fitness* dengan metode seleksi *roulette wheel* ( $N = 10$  dan  $pop\_size = 10$ ).

Generasi ke-	Rata-rata <i>Fitness</i>	Maksimum <i>Fitness</i>
1	-18.460.708	-5.464.750
2	-16.183.058	3.947.800
3	-10.900.348	3.947.800
4	-5.071.440	3.947.800
5	-1.342.638	4.076.200
6	2.861.735	4.076.200
7	4.004.260	4.076.200
8	4.076.200	4.076.200
9	4.076.200	4.076.200
10	4.076.200	4.076.200



Gambar 3. Perbandingan rata-rata nilai *fitness* dan maksimum nilai *fitness* dengan metode seleksi *roulette wheel* ( $N = 10$  dan  $pop\_size = 10$ ).

Dari data yang disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 3 ditunjukkan bahwa secara umum nilai rata-rata *fitness* dan nilai maksimum *fitness* kian membaik pada tiap generasinya. Nilai *fitness* maksimum mulai stabil pada generasi ke-6. Pada generasi ke-8 hingga generasi ke-10 rata-rata nilai *fitness* dan maksimum nilai *fitness* memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 4.076.200. Hal ini menandakan bahwa mulai dari generasi ke-8,

tiap kromosom pada populasi memiliki nilai *fitness* yang sama. Tabel 3 berikut merupakan hasil populasi akhir dari pengujian 10 generasi.

Tabel 3. Populasi akhir metode *roulette wheel* ( $N = 10$  dan  $pop\_size = 10$ ).

Kromosom	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	<i>Fitness</i>
K1	259	155	189	340	202	209	4.076.200
K2	259	155	189	340	202	209	4.076.200
K3	259	155	189	340	202	209	4.076.200
K4	259	155	189	340	202	209	4.076.200
K5	259	155	189	340	202	209	4.076.200
K6	259	155	189	340	202	209	4.076.200
K7	259	155	189	340	202	209	4.076.200
K8	259	155	189	340	202	209	4.076.200
K9	259	155	189	340	202	209	4.076.200
K10	259	155	189	340	202	209	4.076.200

Dari Tabel 3 terlihat bahwa 10 kromosom yang dihasilkan dalam tahapan seleksi *roulette wheel* memiliki keseragaman dalam satu populasi, yaitu memiliki nilai *fitness* sebesar 4.076.200 dengan kapasitas masing-masing jenis roti yang diproduksi untuk roti  $a_1$  hingga  $a_6$  berturut-turut sebesar 259, 155, 189, 340, 202, dan 209. Selanjutnya pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 4. Dari tiap pengujian akan didapatkan satu individu terbaik sebagai solusi.

Tabel 4. Hasil pengujian dengan metode *roulette wheel* ( $N = 10$  dan  $pop\_size = 10$ ).

Pengulangan ke-	Generasi	$f(a_1, \dots, a_6)$	<i>Fitness</i>	Jenis solusi
1	1	4.537.400	3.873.275	tidak fisibel
2	4	4.076.200	4.076.200	fisibel
3	2	5.378.100	511.600	tidak fisibel
4	3	4.762.700	4.313.950	tidak fisibel
5	1	5.365.900	-255.350	tidak fisibel
6	8	4.306.500	4.306.500	fisibel
7	1	4.022.700	4.022.700	fisibel
8	1	4.652.600	4.628.600	tidak fisibel
9	1	4.007.600	4.007.600	fisibel
10	2	4.723.900	4.208.025	tidak fisibel

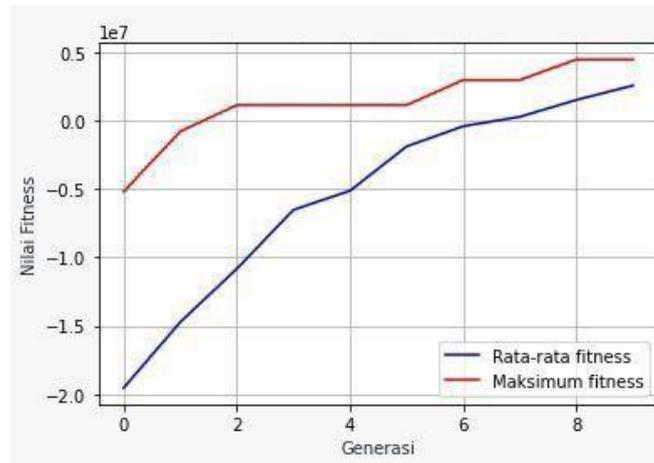
Berdasarkan Tabel 4 terlihat bahwa setiap pengulangan memiliki solusi akhir yang berbeda-beda. Dari 10 kali pengulangan, metode seleksi *roulette wheel* dapat memberikan empat solusi fisibel, yaitu pengulangan ke-2, ke-6, ke-7 dan ke-9. Rata-rata nilai *fitness* dari 4 solusi fisibel tersebut ialah 4.103.250.

### **Replacement Selection**

Pengujian terhadap 10 generasi didapatkan rata-rata nilai *fitness* dan maksimum nilai *fitness*. Nilai yang dihasilkan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata dan maksimum nilai *fitness* dengan metode seleksi *replacement* ( $N = 10$  dan  $pop\_size = 10$ ).

Generasi ke-	Rata-rata <i>Fitness</i>	Maksimum <i>Fitness</i>
1	-19.541.615	-5.189.900
2	-14.738.120	-788.300
3	-10.831.228	1.134.725
4	-6.526.143	1.134.725
5	-5.127.485	1.134.725
6	-1.887.338	1.134.725
7	-409.858	2.973.825
8	278.172	2.973.825
9	1.515.205	4.475.000
10	2.567.845	4.475.000

Gambar 4. Perbandingan rata-rata nilai *fitness* dan maksimum nilai *fitness* dengan metode seleksi *replacement* ( $N = 10$  dan  $pop\_size = 10$ ).

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 5 dan Gambar 4 ditunjukkan bahwa metode seleksi *replacement* menghasilkan rata-rata nilai *fitness* dan maksimum nilai *fitness* yang selalu meningkat pada tiap generasinya. Pada generasi pertama, rata-rata nilai *fitness* sangat kecil yaitu -19.541.615 dan maksimum nilai *fitness* yaitu -5.189.900. Kemudian nilai tersebut semakin membaik hingga pada generasi ke-10 menghasilkan rata-rata nilai *fitness* dan maksimum nilai *fitness* secara berturut-turut sebesar 2.567.845 dan 4.475.000. Tabel 6 berikut merupakan hasil populasi akhir dari pengujian 10 generasi.

Dari Tabel 6 terlihat bahwa 10 kromosom yang dihasilkan dalam tahapan seleksi *replacement* memiliki keberagaman yang bervariasi dalam satu populasi. Selanjutnya pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 7. Dari tiap pengujian akan didapatkan satu individu terbaik sebagai calon solusi.

Berdasarkan Tabel 7 terlihat bahwa setiap pengulangan memiliki solusi akhir yang berbeda-beda. Dari 10 kali pengulangan, terdapat 7 solusi fisibel yang dihasilkan dari metode seleksi *replacement*, yaitu pengulangan ke-1, ke-3, ke-6, ke-7, ke-8, ke-9 dan ke-10 dengan rata-rata nilai *fitness* ialah 4.152.533.

Tabel 6. Populasi akhir hasil metode seleksi *replacement* ( $N = 10$  dan  $pop\_size = 10$ ).

Kromosom	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	<i>Fitness</i>
K1	216	238	233	462	208	143	2.030.950
K2	216	238	233	462	208	143	2.030.950
K3	328	238	115	340	239	186	4.475.000
K4	328	238	115	340	239	113	4.234.100
K5	239	238	233	482	208	143	1.134.725
K6	239	238	233	325	328	186	2.207.900
K7	239	238	233	462	208	143	1.546.225
K8	216	238	233	325	328	186	2.676.625
K9	200	238	233	462	208	143	2.368.150
K10	200	238	233	325	328	186	2.973.825

Tabel 7. Hasil pengujian menggunakan metode seleksi *replacement* ( $N = 10$  dan  $pop\_size = 10$ ).

Pengulangan ke-	Generasi	$f(a_1, \dots, a_6)$	<i>Fitness</i>	Jenis solusi
1	8	4.475.000	4.475.000	fisibel
2	7	4.493.700	3.600.575	tidak fisibel
3	0	3.959.100	3.959.100	fisibel
4	8	4.552.500	4.523.500	tidak fisibel
5	8	4.730.900	4.685.650	tidak fisibel
6	3	4.126.500	4.126.500	fisibel
7	6	4.411.400	4.411.400	fisibel
8	9	4.228.300	4.228.300	fisibel
9	7	3.396.330	3.396.330	fisibel
10	3	4.471.100	4.471.100	fisibel

### 3.5 Kasus II: $N = 10$ dan $pop\_size = 25$

Pengujian kedua dilakukan menggunakan  $N = 10$  dan  $pop\_size = 25$ . Pengujian dijalankan untuk metode seleksi *roulette wheel* dan *replacement*. Pengujian dilakukan dengan menguji sistem untuk memproses satu kali iterasi. Setelah itu, 10 iterasi dilakukan untuk setiap pengujian.

#### *Roulette Wheel Selection*

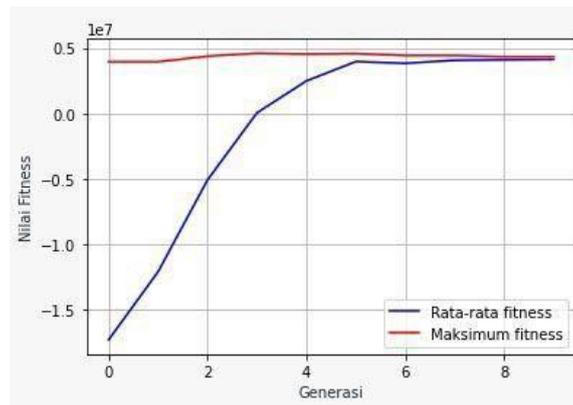
Pengujian terhadap 10 generasi menghasilkan rata-rata nilai *fitness* dan maksimum nilai *fitness*. Nilai yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 8.

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 8 dan Gambar 5, maksimum nilai *fitness* generasi ke-1 semakin membaik hingga generasi ke-4. Namun pada generasi ke-5 hingga ke-10 terjadi penurunan maksimum nilai *fitness*. Hal ini dikarenakan sistem kinerja metode seleksi *roulette wheel* memilih individu untuk dipertahankan bagi generasi selanjutnya berdasarkan nilai peluangnya. Meskipun individu dengan nilai *fitness* yang lebih tinggi memiliki peluang terpilih lebih besar, namun tidak menutup kemungkinan

bahwa individu dengan nilai peluang lebih kecil yang akan terpilih. Tabel 9 berikut merupakan hasil populasi akhir dari pengujian 10 generasi.

Tabel 8. Rata-rata nilai *fitness* dan maksimum nilai *fitness* dengan metode seleksi *roulette wheel* ( $N = 10$  dan  $pop\_size = 25$ ).

Generasi ke-	Rata-rata <i>Fitness</i>	Maksimum <i>Fitness</i>
1	-17.283.328	3.947.900
2	-12.086.407	3.947.900
3	-5.075.977	4.374.000
4	47.725	4.600.700
5	2.485.621	4.544.600
6	3.962.291	4.578.700
7	3.833.135	4.426.000
8	4.060.849	4.426.000
9	4.102.653	4.333.800
10	4.130.856	4.333.800



Gambar 5. Perbandingan rata-rata nilai *fitness* dan maksimum nilai *fitness* dengan metode seleksi *roulette wheel* ( $N = 10$  dan  $pop\_size = 25$ ).

Tabel 9. Populasi akhir hasil metode *roulette wheel* ( $N = 10$  dan  $pop\_size = 25$ ).

Kromosom	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	<i>Fitness</i>
K1	270	180	120	241	337	192	4.122.400
K2	270	180	120	241	337	192	4.122.400
K3	270	180	120	241	337	192	4.122.400
K4	270	180	120	241	337	192	4.122.400
K5	270	180	120	241	337	192	4.122.400
K6	270	180	120	241	337	192	4.122.400
K7	270	180	120	241	337	192	4.122.400
K8	270	180	120	241	337	192	4.122.400
K9	270	180	120	241	337	192	4.122.400
K10	270	180	120	241	337	192	4.122.400

Kromosom	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	<i>Fitness</i>
K11	270	163	111	493	182	338	4.333.800
K12	270	180	120	241	337	192	4.122.400
K13	270	180	120	241	337	192	4.122.400
K14	270	180	120	241	337	192	4.122.400
K15	270	180	120	241	337	192	4.122.400
K16	270	180	120	241	337	192	4.122.400
K17	270	180	120	241	337	192	4.122.400
K18	270	180	120	241	337	192	4.122.400
K19	270	180	120	241	337	192	4.122.400
K20	270	180	120	241	337	192	4.122.400
K21	270	180	120	241	337	192	4.122.400
K22	270	180	120	241	337	192	4.122.400
K23	270	180	120	241	337	192	4.122.400
K24	270	180	120	241	337	192	4.122.400
K25	270	180	120	241	337	192	4.122.400

Dari Tabel 9 terlihat bahwa hampir seluruh kromosom pada populasi yang dihasilkan dalam tahapan seleksi *roulette wheel* memiliki kesamaan kombinasi jumlah produk yang harus diproduksi oleh masing-masing jenis roti dan nilai *fitness*-nya, namun terdapat satu kromosom yang berbeda, yaitu K11 yang memiliki nilai *fitness* sebesar 4.333.800. Selanjutnya pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan. Dari tiap pengujian akan didapatkan satu individu terbaik sebagai calon solusi. Hasil pengujian 10 kali pengulangan dengan metode seleksi *roulette wheel* disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil pengujian metode seleksi *roulette wheel* ( $N = 10$  dan  $pop\_size = 25$ ).

Pengulangan ke-	Generasi	$f(a_1, \dots, a_6)$	<i>Fitness</i>	Jenis solusi
1	1	4.600.700	4.600.700	fisibel
2	4	4.747.600	4.475.725	tidak fisibel
3	2	4.462.700	4.462.700	fisibel
4	3	4.558.500	4.488.500	tidak fisibel
5	1	4.407.800	4.407.800	fisibel
6	3	4.359.700	4.359.700	fisibel
7	1	4.036.000	4.036.000	fisibel
8	1	3.947.800	3.947.800	fisibel
9	1	4.251.200	4.251.200	fisibel
10	2	3.978.100	3.978.100	fisibel

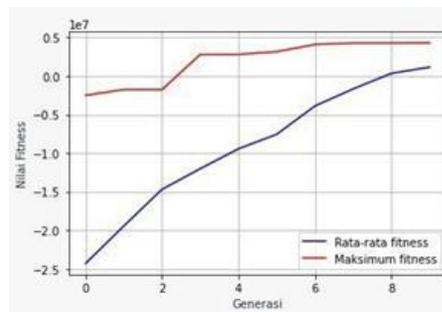
Berdasarkan Tabel 10 terlihat bahwa setiap pengulangan memiliki solusi akhir yang berbeda-beda. Dari 10 kali pengulangan, metode seleksi *roulette wheel* dengan  $N = 10$  dan  $pop\_size = 25$  mampu memberikan 8 solusi fisibel, yaitu pengulangan ke-1, ke-3, ke-5, ke-6, ke-7, ke-8, ke-9, dan ke-10 dengan rata-rata nilai *fitness* ialah 4.255.500.

### ***Replacement Selection***

Pengujian terhadap 10 generasi pada metode seleksi *replacement* menghasilkan rata-rata nilai *fitness* dan maksimum nilai *fitness* yang disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Rata-rata nilai *fitness* dan maksimum nilai *fitness* dengan metode seleksi *replacement* ( $N = 10$  dan  $pop\_size = 25$ ).

Generasi ke-	Rata-rata <i>Fitness</i>	Maksimum <i>Fitness</i>
1	-24.304.399	-2.500.550
2	-19.437.388	-1.752.275
3	-14.692.997	-1.752.275
4	-12.013.319	2.813.025
5	-9.433.115	2.813.025
6	-7.551.469	3.167.825
7	-3.882.066	4.101.200
8	-1.660.462	4.292.800
9	346.401	4.292.800
10	1.162.623	4.313.200

Gambar 6. Perbandingan rata-rata nilai *fitness* dan maksimum nilai *fitness* dengan metode seleksi *replacement* ( $N = 10$  dan  $pop\_size = 25$ ).

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 11 dan Gambar 6 ditunjukkan bahwa metode seleksi *replacement* menghasilkan rata-rata nilai *fitness* dan maksimum nilai *fitness* yang selalu meningkat pada tiap generasinya. Pada generasi pertama, rata-rata nilai *fitness* dan maksimum nilai *fitness* secara berturut-turut sebesar -24.304.399 dan -2.500.550. Kemudian nilai tersebut semakin membaik hingga pada generasi ke-10 menghasilkan rata-rata nilai *fitness* dan maksimum nilai *fitness* secara berturut-turut sebesar 1.162.623 dan 4.313.200. Tabel 35 berikut merupakan hasil populasi akhir dari pengujian 10 generasi.

Tabel 12 Populasi akhir hasil metode seleksi *replacement* ( $N = 10$  dan  $pop\_size = 25$ ).

Kromosom	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	<i>Fitness</i>
K1	126	294	292	171	423	121	3.167.825
K2	126	354	143	377	248	502	-3.178.875
K3	126	294	292	171	423	121	3.167.825
K4	126	294	125	477	423	324	-7.013.750
K5	126	354	143	592	136	113	2.702.550
K6	126	294	292	171	423	121	3.167.825
K7	463	107	143	131	400	151	4.292.800

Kromosom	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	<i>Fitness</i>
K8	126	294	292	171	423	121	3.167.825
K9	126	294	143	544	317	113	2.542.650
K10	126	354	292	195	317	121	2.813.025
K11	126	354	143	592	136	113	2.702.550
K12	205	354	292	195	317	121	1.244.100
K13	203	417	292	195	423	324	-14.782.300
K14	126	354	210	544	400	151	-3.553.300
K15	463	107	212	131	400	151	4.101.200
K16	126	354	292	195	317	121	2.813.025
K17	409	120	212	131	400	151	4.313.200
K18	463	107	196	377	317	121	1.514.400
K19	126	354	143	592	136	113	2.702.550
K20	126	294	125	477	248	440	-400.075
K21	126	354	292	195	317	113	2.878.625
K22	463	107	212	131	248	151	3.902.700
K23	126	294	143	544	317	158	2.173.650
K24	126	354	292	195	317	121	2.813.025
K25	290	417	173	131	400	151	1.812.525

Dari Tabel 12 terlihat bahwa 25 kromosom yang dihasilkan dalam tahapan seleksi *replacement* memiliki hasil yang bervariasi. Nilai *fitness* paling baik dimiliki oleh kromosom ke-17 (K17) sebesar 4.313.200. Nilai *fitness* terkecil dimiliki oleh kromosom ke-13 (K13) sebesar -14.782.300. Selanjutnya pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan. Dari tiap pengujian akan didapatkan satu individu terbaik sebagai calon solusi. Hasil pengujian terhadap 10 kali pengulangan dengan metode seleksi *replacement* disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13 Hasil pengujian menggunakan metode seleksi *replacement* ( $N = 10$  dan  $pop\_size = 25$ ).

Pengulangan ke-	Generasi	$f(a_1, \dots, a_6)$	<i>Fitness</i>	Jenis solusi
1	8	4.641.400	4.641.400	fisibel
2	9	4.396.400	4.396.400	fisibel
3	3	4.568.900	4.451.900	tidak fisibel
4	6	4.548.400	4.470.900	tidak fisibel
5	5	4.532.500	4.532.500	fisibel
6	7	4.446.600	4.446.600	fisibel
7	9	4.622.500	4.622.500	fisibel
8	2	4.449.900	4.449.900	fisibel
9	9	4.313.200	4.313.200	fisibel
10	7	4.525.500	4.525.500	fisibel

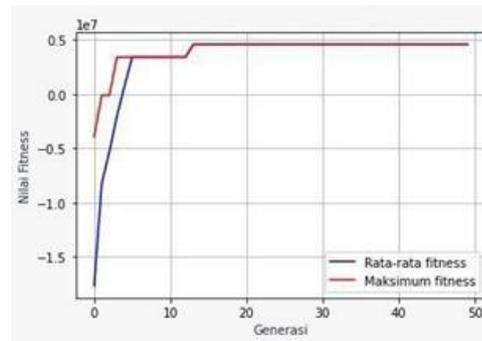
Berdasarkan data pada Tabel 13 terlihat bahwa metode seleksi *replacement* dengan  $N = 10$  dan  $pop\_size = 25$  memiliki solusi yang berbeda-beda pada setiap pengulangannya. Terdapat 8 solusi yang memberikan hasil *fisibel*, yaitu pengulangan ke-1, ke-2, ke-5, ke-6, ke-7, ke-8, ke-9, dan ke-10 dengan rata-rata nilai *fitness* ialah 4.491.000.

### 3.6 Kasus III: $N = 50$ dan $pop\_size = 10$

Pengujian ketiga dilakukan menggunakan  $N = 50$  dan  $pop\_size = 10$ . Pengujian dijalankan untuk masing-masing dari dua metode seleksi. Pengujian dilakukan dengan menguji sistem untuk memproses satu kali iterasi. Setelah itu, 10 iterasi dilakukan untuk setiap pengujian.

#### *Roulette Wheel Selection*

Pengujian terhadap 50 generasi didapatkan rata-rata nilai *fitness* dan maksimum nilai *fitness* yang disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Perbandingan rata-rata nilai *fitness* dan maksimum nilai *fitness* dengan metode seleksi *roulette wheel* ( $N = 50$  dan  $pop\_size = 10$ ).

Dari Gambar 7 ditunjukkan bahwa secara umum nilai rata-rata *fitness* dan nilai maksimum *fitness* kian membaik pada tiap generasinya. Pada generasi ke-4 hingga generasi ke-13, maksimum nilai *fitness* yang dihasilkan konstan di angka 3.400.000. Selanjutnya, pada generasi ke-14 hingga generasi ke-50 maksimum nilai *fitness* mengalami kenaikan yaitu sebesar 4.545.800, diikuti pula dengan rata-rata nilai *fitness* dengan besar yang sama. Tabel 14 berikut merupakan hasil populasi akhir dari pengujian 50 generasi.

Tabel 14. Populasi akhir hasil metode seleksi *roulette wheel* ( $N = 50$  dan  $pop\_size = 10$ ).

Kromosom	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$a_6$	<i>Fitness</i>
K1	192	237	180	212	406	258	4.545.800
K2	192	237	180	212	406	258	4.545.800
K3	192	237	180	212	406	258	4.545.800
K4	192	237	180	212	406	258	4.545.800
K5	192	237	180	212	406	258	4.545.800
K6	192	237	180	212	406	258	4.545.800
K7	192	237	180	212	406	258	4.545.800
K8	192	237	180	212	406	258	4.545.800
K9	192	237	180	212	406	258	4.545.800
K10	192	237	180	212	406	258	4.545.800

Dari Tabel 14 terlihat bahwa 10 kromosom yang dihasilkan dalam tahapan seleksi *roulette wheel* memiliki keseragaman dalam satu populasi, yaitu memiliki nilai *fitness* sebesar 4.545.800 dengan kapasitas masing-masing jenis roti yang diproduksi untuk roti  $a_1$  hingga  $a_6$  berturut-turut sebesar 192, 237, 180, 212, 406 dan 258. Selanjutnya pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan. Dari tiap pengujian akan didapatkan satu individu terbaik sebagai calon solusi. Hasil pengujian dengan 10 kali pengulangan dengan metode seleksi *roulette wheel* disajikan pada Tabel 15.

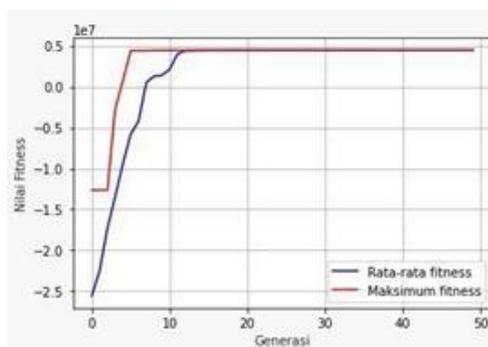
Tabel 15. Hasil pengujian menggunakan metode seleksi *roulette wheel* ( $N = 50$  dan  $pop\_size = 10$ ).

Pengulangan ke-	Generasi	$f(a_1, \dots, a_6)$	<i>Fitness</i>	Jenis solusi
1	12	4.528.700	4.400.200	fisibel
2	34	4.199.900	2.219.650	fisibel
3	1	4.313.200	3.952.075	tidak fisibel
4	13	4.545.800	4.545.800	tidak fisibel
5	3	4.614.400	4.532.650	fisibel
6	0	4.718.300	2.848.550	fisibel
7	4	4.311.600	4.311.600	fisibel
8	24	4.134.400	4.134.400	fisibel
9	3	4.184.300	4.184.300	fisibel
10	45	4.367.800	4.367.800	fisibel

Berdasarkan Tabel 15 terlihat bahwa setiap pengulangan memiliki solusi akhir yang berbeda-beda. Dari 10 kali pengulangan, terdapat 5 solusi yang memberikan hasil fisibel, yaitu pengulangan ke-4, ke-7, ke-8, ke-9 dan ke-10 dengan rata-rata nilai *fitness* ialah 4.352.375.

### **Replacement Selection**

Pengujian terhadap 50 generasi didapatkan rata-rata nilai *fitness* dan maksimum nilai *fitness* yang disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan rata-rata nilai *fitness* dan maksimum nilai *fitness* dengan metode seleksi *replacement* ( $N = 50$  dan  $pop\_size = 10$ ).

Dari Gambar 8 ditunjukkan bahwa secara umum metode seleksi *replacement* menghasilkan nilai rata-rata *fitness* dan nilai maksimum *fitness* yang kian membaik pada

tiap generasinya. Pada generasi ke-1 hingga ke-7 menghasilkan rata-rata nilai *fitness* negatif, kemudian pada generasi ke-8 hingga ke-50 bernilai positif. Sedangkan maksimum nilai *fitness* bernilai negatif pada generasi ke-1 hingga ke-4, selanjutnya pada generasi ke-5 hingga ke-50 bernilai positif.

Populasi akhir hasil metode seleksi *replacement* dengan  $N = 50$  dan  $pop\_size = 10$  menghasilkan sepuluh kromosom yang memiliki keseragaman dalam satu populasi, yaitu memiliki nilai *fitness* sebesar 4.437.800 dengan kapasitas masing-masing jenis roti yang diproduksi untuk roti  $a_1$  hingga  $a_6$  berturut-turut sebesar 193, 375, 121, 193, 217 dan 301. Selanjutnya pengujian dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan. Dari tiap pengujian akan didapatkan satu individu terbaik sebagai calon solusi. Hasil pengujian dengan 10 kali pengulangan dengan metode seleksi *replacement* dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil pengujian menggunakan metode seleksi *replacement* ( $N = 50$  dan  $pop\_size = 10$ ).

Pengulangan ke-	Generasi	$f(a_1, \dots, a_6)$	<i>Fitness</i>	Jenis solusi
1	8	4.604.000	4.604.000	fisibel
2	10	4.385.800	4.287.800	tidak fisibel
3	15	4.405.400	4.404.400	tidak fisibel
4	38	4.250.700	4.250.700	fisibel
5	8	4.783.200	4.783.200	fisibel
6	32	4.409.300	4.409.300	fisibel
7	8	4.437.800	4.437.800	fisibel
8	15	3.828.400	3.828.400	fisibel
9	37	4.660.900	4.660.900	fisibel
10	11	4.455.500	4.455.500	fisibel

Berdasarkan Tabel 16 terlihat bahwa setiap pengulangan memiliki solusi akhir yang berbeda-beda. Dari 10 kali pengulangan, terdapat 8 solusi yang memberikan hasil fisibel, yaitu pengulangan ke-1, ke-4, ke-5, ke-6, ke-7, ke-8, ke-9 dan ke-10 dengan nilai rata-rata nilai *fitness* ialah 4.426.133.

### 3.7 Perbandingan Hasil Metode *Roulette Wheel* dan *Replacement*

Dari pengujian yang telah dilakukan dengan sepuluh kali pengulangan pada tiga kasus yang berbeda terhadap metode seleksi *roulette wheel* dan *replacement* yang diuji, didapatkan hasil pada Tabel 17.

Tabel 17. Hasil pengujian metode seleksi *roulette wheel* dan *replacement*.

Metode Seleksi	Kasus I			Kasus II			Kasus III		
	Rata-rata <i>fitness</i>	Nilai Maksimum	Jumlah Solusi Fisibel	Rata-rata <i>fitness</i>	Nilai Maksimum	Jumlah Solusi Fisibel	Rata-rata <i>fitness</i>	Nilai Maksimum	Jumlah Solusi Fisibel
<i>Roulette Wheel</i>	4.103.250	4.306.500	4	4.255.500	4.600.700	8	4.352.375	4.545.800	5
<i>Replacement</i>	4.152.533	4.475.000	7	4.491.000	4.641.400	8	4.426.133	4.783.200	8

Dari Tabel 17 dapat disimpulkan pada penelitian ini, metode seleksi *replacement* lebih baik digunakan dari pada metode seleksi *roulette wheel*. Karena dari tiga kasus yang diteliti, metode seleksi *replacement* menghasilkan nilai rata-rata *fitness* lebih besar dari pada metode *roulette wheel*. Selain itu, metode seleksi *replacement* bersifat lebih stabil daripada metode *roulette wheel*, hal ini dapat dilihat bahwa dari 10 kali pengulangan, metode *replacement* menghasilkan solusi fisibel dengan jumlah lebih banyak daripada metode *roulette wheel* pada Kasus I dan Kasus III, yaitu 7 dan 8 solusi fisibel. Sedangkan metode *roulette wheel* hanya menghasilkan 4 solusi fisibel pada Kasus I dan 5 solusi fisibel pada Kasus III. Untuk Kasus II, baik metode *replacement* maupun metode *roulette wheel*, keduanya menghasilkan jumlah solusi fisibel yang sama, yaitu 8.

#### 4 Simpulan dan Saran

Algoritma genetika dengan proses reproduksi *one-point crossover*, metode mutasi *swap mutation*, metode seleksi *roulette wheel* dan *replacement* yang digunakan pada penelitian ini mampu memodelkan dan menyelesaikan permasalahan maksimum omzet dalam produksi roti perusahaan Sedap Sari Bakery.

Pada penelitian ini ditinjau tiga kasus yang berbeda dalam membandingkan dua metode seleksi yang diuji, kasus pertama menggunakan  $pop\_size = 10$  dan  $N = 10$ , kasus kedua menggunakan  $pop\_size = 25$  dan  $N = 10$ , dan kasus ketiga menggunakan  $pop\_size = 10$  dan  $N = 50$ . Ketiga kasus tersebut menggunakan parameter tetap yaitu  $cr = 0,8$  dan  $mr = 0,1$ . Dari ketiga kasus dengan masing-masing dilakukan 10 kali pengulangan, dapat disimpulkan bahwa metode seleksi *replacement* lebih baik dibandingkan metode seleksi *roulette wheel*.

Saran untuk pengembangan di masa yang akan datang ialah dapat dilakukan penambahan aspek waktu penyelesaian algoritma genetika dalam menghasilkan solusi pada masing-masing metode seleksinya. Selain itu, metode crossover, mutasi, dan seleksi yang digunakan juga dapat diubah dengan metode lainnya untuk mendapatkan hasil yang lebih beragam.

#### Daftar Pustaka

- [1] Albadr MA, Tiun S, Ayob M, Al-Dhief F. 2020. Genetic algorithm based on natural selection theory for optimization problems. *Symmetry*. 12(11):1758. <https://doi.org/10.3390/sym12111758>.
- [2] Arkeman Y, Herdiyeni Y, Hermadi I, Laxmi GF. 2014. Algoritma Genetika Tujuan Jamak (Multi-Objective Genetic Algorithms): Teori dan Aplikasinya untuk Bisnis dan Agroindustri. Bogor: IPB Press.
- [3] Azis A, Prihandono B, Ilhamsyah. 2016. Algoritma genetika pada pemrograman linear dan nonlinear. *Buletin Ilmiah Mat Stat dan Terapannya (Bimaster)*. 5(03):265–274.
- [4] Bhoskar T, Kulkarni OK, Kulkarni NK, Patekar SL, Kakandikar GM, Nandedkar VM. 2015. Genetic algorithm and its applications to mechanical engineering: a review. *Materials Today: Proceedings*. Volume ke-2. Elsevier. hlm 2624–2630.
- [5] Fitrihanur KN, Putri RRM, Wicaksono SA. 2018. Optimasi peningkatan laba produksi abon menggunakan algoritma genetika (studi kasus UKM Poklahsar Berkah Lumintu - Tulungagung). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 2(5):1883-1893. <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/1412/496>.
- [6] Jebari K, Madiafi M. 2013. Selection methods for genetic algorithms smart cities view project fuzzy clustering techniques view project selection methods for genetic algorithms. *Int J Emerg Sci*. 3(4):333–344. <https://www.researchgate.net/publication/259461147>.

- [7] Jocom BP, Hidayat N, Adikara PP. 2018. Penerapan genetic algorithm untuk optimasi peningkatan laba persediaan produksi pakaian. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 2(6):2168–2172.
- [8] Khuluqi M al, Mahmudy WF, Rahmi A. 2016. Profit optimization based on total production in textile home industry using evolution strategies algorithms. *International Journal of Social and Local Economic Governance*. 2(2):109– 117.
- [9] Mahmudy WF, Marian RM, Luong LHS. 2011. Genetic algorithm with adaptive elitist-population strategies for multimodal function optimization. *Applied Soft Computing Journal*. 11:2017–2034.
- [10] Mahmudy WF, Marian RM, Luong LHS. 2013a. Modeling and optimization of part type selection and loading problems in flexible manufacturing system using real coded genetic algorithms. *International Journal of Electrical, Computer, Electronics and Communication Engineering*. 7(4):251–260.
- [11] Mahmudy WF, Rahman MA. 2011. Optimasi fungsi multi-obyektif berkendala menggunakan algoritma genetika adaptif dengan pengkodean real. *Jurnal Ilmiah Kursor*. 6(1):19–26.
- [12] Meliana, Noviani E, Perdana H. 2019. Penerapan algoritma branch and bound dalam menentukan optimasi jumlah produksi roti. *Buletin Ilmiah Mat Stat dan Terapannya (Bimaster)*. 8(4):705–714.
- [13] Rajakumar BR. 2013. Static and adaptive mutation techniques for genetic algorithm: a systematic comparative analysis. *Int J Computational Science and Engineering*. 8(2):180–193.
- [14] Shafiee A, Arab M, Lai Z, Liu Z, Abbas A. 2016. Automated process flowsheet synthesis for membrane processes using genetic algorithm: role of crossover operators. *Computer Aided Chemical Engineering*. 38:1201–1206.
- [15] Tabassum M, Mathew K. 2014. A genetic algorithm analysis towards optimization solutions. *International Journal of Digital Information and Wireless Communications (IJDIWC)*. 4:124–142.
- [16] Tiwari MK, Saha J, Mukhopadhyay SK. 2007. Heuristic solution approaches for combined-job sequencing and machine loading problem in flexible manufacturing systems. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 31(7–8):716–730.