

**IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA UNTUK PENYELESAIAN
MASALAH *KNAPSACK* DI *AZZAHRA CRAFT*
LAMPUNG TIMUR**

(Skripsi)

Oleh

**NADHIR ROTUN NIKMAH
2017031043**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRACT

IMPLEMENTATION OF GENETIC ALGORITHM FOR SOLUTION KNAPSACK PROBLEMS AT AZZAHRA CRAFT LAMPUNG TIMUR

By

Nadhir Rotun Nikmah

The knapsack problem is an optimization problem involving the selection of items to be loaded into a limited container; one example is selecting items for parcels. In the case of selecting items for parcels, the total price of the items selected often exceeds the specified budget, resulting in less than optimal profits. In this paper, a genetic algorithm is applied to solve the knapsack problem. The genetic algorithm is considered quite effective in solving the the knapsack problem, especially in selecting items for parcels using the python programming language. From the calculation research, the maximum profit from parcel packages of Rp150,000, Rp200,000, Rp300,000, and Rp500,000 is Rp13,500, Rp17,500, Rp23,500, and Rp37,500 respectively.

Keywords: knapsack problem, genetic algorithm, python programming

ABSTRAK

IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA UNTUK PENYELESAIAN MASALAH *KNAPSACK* DI *AZZAHRA CRAFT* LAMPUNG TIMUR

Oleh

Nadhir Rotun Nikmah

Masalah *knapsack* merupakan suatu permasalahan optimasi pada pemilihan barang untuk dimuat dalam suatu wadah terbatas, salah satu contohnya adalah pemilihan barang untuk parcel. Pada kasus pemilihan barang untuk parcel sering kali total harga barang yang dipilih melebihi *budget* yang ditentukan, sehingga keuntungan yang diperoleh belum optimal. Dalam tulisan ini, diterapkan algoritma genetika untuk menyelesaikan masalah *knapsack*. Algoritma genetika dinilai cukup baik dalam menyelesaikan masalah *knapsack*, khususnya pada pemilihan barang untuk parcel dengan menggunakan bahasa pemrograman *python*. Dari hasil perhitungan diperoleh keuntungan maksimum paket parcel Rp150.000, Rp200.000, Rp300.000, dan Rp500.000 masing-masing sebesar Rp13.500, Rp17.500, Rp23.500, dan Rp37.500.

Kata kunci: masalah *knapsack*, algoritma genetika, pemrograman *python*

**IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA UNTUK PENYELESAIAN
MASALAH *KNAPSACK* DI *AZZAHRA CRAFT*
LAMPUNG TIMUR**

Oleh

**NADHIR ROTUN NIKMAH
2017031043**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA MATEMATIKA

Pada

Jurusan Matematika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA
UNTUK PENYELESAIAN MASALAH
KNAPSACK DI AZZAHRA CRAFT
LAMPUNG TIMUR**

Nama Mahasiswa : **Nadhir Rotun Nikmah**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2017031043**

Jurusan : **Matematika**

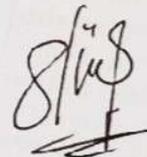
Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

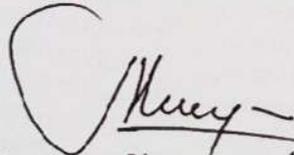


Dr. Notiragayu, S.Si., M.Si.
NIP. 19731109 200012 2 001



Siti Laelatul Chasanah, M.Si.
NIP. 19930601 201903 2 021

2. Ketua Jurusan Matematika

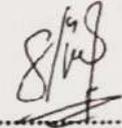


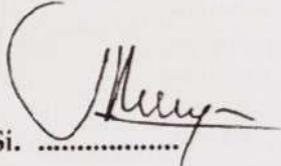
Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si.
NIP. 19740316 200501 1 001

MENGESAHKAN

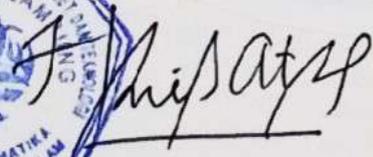
1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Notiragayu, S.Si., M.Si. 
.....

Sekretaris : Siti Laelatul Chasanah, M.Si. 
.....

Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si. 
.....

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung

Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 19711001 200501 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 02 April 2024

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Nadhir Rotun Nikmah**
Nomor Pokok Mahasiswa : **2017031043**
Jurusan : **Matematika**
Judul Skripsi : **IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA
UNTUK PENYELESAIAN MASALAH
KNAPSACK DI AZZAHRA CRAFT
LAMPUNG TIMUR**

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 02 April 2024
Penulis,



Nadhir Rotun Nikmah
NPM. 2017031043

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Nadhir Rotun Nikmah, lahir di Pasir Sakti, Lampung Timur, Lampung pada tanggal 03 Juli 2002. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Ali Sodikin dan Ibu Siti Rohmah.

Penulis mengawali pendidikan di Taman Kanak-Kanak (TK) RA Miftahul Ulum pada tahun 2006-2008 dan menempuh pendidikan dasar di SD N 01 Mulyosari pada tahun 2008-2014. Kemudian penulis melanjutkan jenjang pendidikannya di SMP N 02 Pasir Sakti pada tahun 2014-2017 dan Sekolah Menengah Atas di SMANSA Pasir Sakti pada tahun 2017-2020. Setelah itu penulis diterima sebagai mahasiswi Program Studi S1 Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) pada tahun 2020.

Selama menjadi mahasiswi, penulis aktif di beberapa kegiatan di antaranya: aktif dalam kepengurusan organisasi HIMATIKA FMIPA Unila sebagai anggota Biro Kesekretariatan sejak tahun 2020-2021 dan UKM-Universitas Bidang Seni sebagai anggota bidang Teater dan Sastra sejak tahun 2020-2022. Lalu pada tahun 2022-2023 aktif di organisasi Dewan Perwakilan Mahasiswa FMIPA sebagai staff komisi Kelembagaan.

Kemudian pada bulan Desember 2022 s/d Februari 2023 penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PT Asuransi Umum Bumida Cabang Lampung. Selanjutnya pada bulan Juni-Agustus 2023, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Pekon Kusa, Kecamatan Kota Agung, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung.

KATA INSPIRASI

“Man Jadda Wajada”

“Apabila sesuatu yang kau senangi tidak terjadi, maka senangilah apa yang terjadi.”

(Ali bin Abi Thalib)

“Jika anda tidak dapat melakukannya dengan baik, maka lakukanlah dengan cinta.”

(Mother Teresa)

“Jangan terlalu bergantung pada siapapun di dunia ini, karena bayanganmu saja meninggalkanmu disaat gelap.”

(Ibnu Taymiyyah)

“Kesabaran dan ketekunan membawa hasil yang luar biasa.”

(Napoleon Hill)

“Mencintai orang lain itu sangat mudah, tapi mencintai diri sendiri dan menghargai pencapaian diri sendiri itu sangat sulit. Sehingga banyak orang kecewa hanya karena berharap lebih pada seseorang. Maka dari itu, belajar mencintai dan menghargai diri sendiri dulu sebelum belajar mencintai orang lain.

Cinta boleh, bodoh jangan.

Kehidupan itu keras, wajar kalau sering salah berekspektasi karena baru pertama kali hidup di dunia.”

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin,

Hari ke hari, minggu ke minggu, bulan ke bulan, akhirnya tibalah saat pekerjaan besar ini selesai. Entah berapa banyak kesedihan yang terlupakan, berapa emosi yang terbuang, berapa keprihatinan yang tersimpan, dan berapa besar harapan yang terenggam. Puji syukur kehadiran Allah SWT, sebuah karya yang penuh perjuangan telah terselesaikan.

Kupersembahkan karya ini untuk:

Kedua orang tua tercinta:

Atas genggamannya yang selalu terulur setiap masa sulit dan dorongan semangat yang terucap setiap bertukar kabar, serta doa yang tak pernah bosan terucap untuk anak-anaknya tercinta.

Bapak Ibu Dosen Pembimbing dan Pembahas.

Terimakasih telah memberikan doa, dukungan,, serta semangatnya.

Terimakasih telah memberikan kesabarannya.

Sahabat-sahabatku Terkasih.

Saling menyemangati dan menasehati meskipun tahu sama-sama sedang tidak baik-baik saja. Candaan yang terlontar untuk mengurangi stress dalam mengerjakan skripsi.

SANWACANA

Puji syukur atas kehadiran Allah Swt. berkat rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Implementasi Algoritma Genetika untuk Penyelesaian Masalah *Knapsack* di *Azzahra Craft* Lampung Timur”.

Terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, baik langsung maupun tidak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Notiragayu, S.Si., M.Si. selaku Pembimbing I yang telah dengan sabar membimbing, memotivasi, dan memberikan arahan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan tepat waktu.
2. Ibu Siti Laelatul Chasanah, M.Si. selaku Pembimbing II yang telah memberikan dukungan, arahan, masukan, dan waktunya untuk membimbing dalam proses penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si. selaku Pembahas atas kesediaannya untuk menguji dan dengan sabar memberikan masukan, kritik, dan saran.
4. Ibu Dra. Dorrah Aziz, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik yang senantiasa memberikan motivasi dan membimbing selama menjalani perkuliahan.
5. Bapak Dr. Aang Nuryaman, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Matematika FMIPA Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
7. Seluruh Dosen, staf, dan karyawan Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.

8. Diri sendiri yang telah mampu bertahan hingga di titik sekarang serta mampu mengendalikan diri dari berbagai tekanan dan tidak memilih untuk menyerah
9. Ayah dan Ibu yang selalu mendukung, memberi semangat, memotivasi, menemani, dan selalu mendoakan untuk keberhasilanku. Jika ada orang yang menganggap kalian jahat, tapi bagiku kalian orang tua terhebat dan aku bangga berkata “Aku anak pertama perempuan dari Bapak Ali Sodikin dan Ibu Siti Rohmah”.
10. Sahabatku tersayang, Safhira A. Hidayat dan Chintia Wati yang telah menemani dan kebersamai hari-hari suka dan duka pada masa perkuliahan, serta membantu secara moral dan verbal dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Teman-teman Jurusan Matematika Angkatan 2020.
12. Almamater tercinta Universitas Lampung.

Bandar Lampung, 02 April 2024
Penulis,

Nadhir Rotun Nikmah
NPM. 2017031043

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Masalah <i>Knapsack</i>	4
2.2 Algoritma Genetika	6
2.3 Proses Umum Algoritma Genetika.....	7
2.3.1 Pembentukan populasi awal	8
2.3.2 Fungsi <i>fitness</i>	9
2.3.3 Seleksi.....	10
2.3.4 <i>Crossover</i> (persilangan).....	12
2.3.5 Mutasi	13
III. METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Metode Penelitian.....	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Data Masalah <i>Knapsack</i>	18
4.2 Proses Penyelesaian Masalah <i>Knapsack</i> dengan Algoritma Genetika ...	20
4.2.1 Parameter algoritma genetika	20
4.2.2 Pembentukan populasi awal	21

4.2.3 Menghitung <i>fitness value</i>	25
4.2.4 Proses seleksi.....	26
4.2.5 <i>Crossover</i>	29
4.2.6 Mutasi.....	34
4.2.7 Solusi.....	36
V. KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Contoh nilai <i>fitness</i>	10
4.1 Data <i>item</i> parsel.....	18
4.2 <i>Knapsack capacity</i> untuk masing-masing paket parsel.....	20
4.3 Parameter algoritma genetika.....	20
4.4 Kombinasi awal <i>item</i> pada masing-masing parsel	22
4.5 Hasil perhitungan <i>fitness value</i> pada setiap individu	26
4.6 Hasil perhitungan probabilitas relatif pada setiap individu.....	27
4.7 Hasil perhitungan probabilitas kumulatif setiap individu	28
4.8 Kombinasi baru <i>item</i> pada masing-masing parsel.....	36
4.9 Hasil kombinasi barang parsel pada paket Rp500.000,00	38
4.10 Hasil kombinasi barang parsel pada paket Rp150.000,00	39
4.11 Hasil kombinasi barang parsel pada paket Rp200.000,00	39
4.12 Hasil kombinasi barang parsel pada paket Rp300.000,00	40
4.14 Keuntungan yang diperoleh pada setiap paket parsel dari hasil pengujian menggunakan algoritma genetika	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Ilustrasi masalah knapsack	4
2.2 Ilustrasi tahapan proses umum algoritma genetika	8
2.3 Contoh gen, kromosom, dan populasi	9
2.4 Roda rolet dari Tabel 2.1	11
3.1 <i>Flowchart system</i> metode penelitian	17
4.1 <i>Syntax python</i> dalam pembentukan populasi awal	21
4.2 <i>Syntax python</i> dalam menghitung nilai <i>fitness</i>	25
4.3 Probabilitas kumulatif.	29
4.4 <i>Syntax python</i> pada <i>crossover</i>	30
4.5 <i>Syntax python</i> dalam mencari nilai acak (r) pada <i>crossover</i>	30
4.6 <i>Syntax python</i> dalam proses mutasi	34

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah *knapsack* adalah suatu permasalahan optimasi pada pemilihan barang yang akan dimuat dalam suatu wadah yang memiliki keterbatasan ruang atau daya tampung (Asy'ari dkk., 2019). Masalah *knapsack* direpresentasikan sebagai himpunan n *item* dengan masing-masing *item* memiliki keuntungan (*value*), berat (*weight*), dan kapasitas berat maksimum. Tujuan dari masalah *knapsack* adalah untuk memaksimalkan keuntungan total dari *item* yang dipilih pada ransel, sehingga total berat *item* tersebut tercapai dan tidak melebihi kapasitas berat maksimum (Basheer dan Algamal, 2019).

Masalah *knapsack* terdiri dari beberapa persoalan, yaitu *knapsack 0/1 (integer knapsack)*, *bounded knapsack*, dan *unbounded knapsack* (Devita dan Wibawa, 2020). Masalah *integer knapsack* merupakan masalah program linear bilangan bulat yang dianggap paling sederhana karena banyak dijumpai di kehidupan sehari-hari (Panggabean, 2016). Salah satu contohnya adalah pada pemilihan barang untuk parcel. Dalam pemilihan barang, total barang yang dipilih tidak boleh melebihi *budget* yang telah ditentukan. Akan tetapi, sering kali total barang yang dipilih melebihi *budget* yang ditentukan. Sehingga, keuntungan yang dihasilkan tidak maksimum. Masalah ini juga terjadi pada Azzahra Craft Lampung Timur.

Beberapa cara yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah dengan menggunakan algoritma *ant colony*, *particle swarm*, *tabu search*, dan algoritma genetika. Algoritma-algoritma tersebut mampu beradaptasi dalam menyelesaikan masalah optimasi dengan ruang pencarian yang luas. Namun,

algoritma genetika memiliki keunggulan dari algoritma lainnya, yaitu hanya melakukan sedikit perhitungan matematis dalam penyelesaian masalahnya, fleksibel dalam menghindari minimum lokal, dapat mempertahankan diversitas solusi, dan dapat menemukan solusi yang lebih baik.

Terdapat penelitian yang telah dilakukan dalam penerapan algoritma genetika pada masalah *knapsack*. Ahmadi dkk. (2022) melakukan optimalisasi masalah pengiriman barang sesuai dengan tanggal masing-masing pada PT. Baraka Sarana Tama dengan menggunakan algoritma genetika. Husein dkk. (2021) menerapkan algoritma genetika pada penyusunan peti kemas yang memiliki ukuran berbeda-beda ke dalam kapal. Adapun Asy'ari dkk. (2019) meneliti tentang pemilihan kombinasi barang pada masalah *knapsack* dengan parameter harga menggunakan algoritma genetika. Dari penelitian-penelitian tersebut diketahui bahwa algoritma genetika cukup baik dalam menyelesaikan masalah *integer knapsack* terutama dalam kasus dengan jumlah harga barang.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis tertarik untuk menyelesaikan masalah *knapsack* pada pemilihan kombinasi barang pada parsel di Azzahra Craft Lampung Timur dengan menggunakan algoritma genetika. Dan dalam penyelesaiannya penulis menggunakan pemrograman *python*.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk memaksimalkan keuntungan menggunakan algoritma genetika pada pemilihan kombinasi barang untuk parsel, namun total biaya atau nilai barang yang terpilih tidak melebihi batas *budget* yang telah ditentukan oleh Azzahra Craft Lampung Timur.

1.3 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dalam penelitian ini adalah :

1. Memberikan referensi yang berguna bagi dunia akademis khususnya dalam penelitian yang akan dilaksanakan oleh para peneliti yang akan datang terhadap penerapan algoritma genetika untuk menyelesaikan masalah *knapsack*.
2. Memudahkan dalam melakukan seleksi kombinasi barang untuk menentukan *item* pada parsel dengan *budget* tertentu sehingga memperoleh keuntungan yang maksimum.
3. Mengembangkan wawasan keilmuan dan meningkatkan pemahaman tentang penyelesaian masalah *knapsack* dengan algoritma genetika.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Masalah *Knapsack*

Masalah *knapsack* merupakan permasalahan yang sering muncul dalam kehidupan sehari-hari. Masalah *knapsack* sendiri adalah sebuah permasalahan dimana seseorang dihadapkan pada permasalahan optimasi pada pemilihan benda yang dapat dimasukkan ke dalam wadah yang memiliki keterbatasan ruang atau daya tampung dengan tujuan agar mendapatkan keuntungan yang maksimum (Asy'ari dkk., 2019). Menurut Basheer dan Algamal (2019), masalah *knapsack* merupakan suatu masalah optimasi kombinatorial yang banyak dipelajari dalam riset operasi. Masalah *knapsack* direpresentasikan sebagai himpunan n item dengan masing-masing *item* memiliki keuntungan (*value*), berat (*weight*), dan kapasitas berat maksimum. Tujuan dari masalah *knapsack* adalah untuk memaksimalkan keuntungan total dari *item* yang dipilih pada ransel, sehingga total berat *item* tersebut tercapai dan tidak melebihi kapasitas berat maksimum.

Ilustrasi *knapsack* dapat dilihat pada Gambar 2.1. Terdapat sebuah tas yang memiliki kapasitas sebesar 15 kg dan terdapat 5 barang dengan berat dan keuntungan masing-masing, yang menjadi persoalan adalah barang mana saja yang harus dimasukkan ke dalam tas.



Gambar 2.1 Ilustrasi masalah *knapsack*.

Menurut Devita dan Wibawa (2020), *knapsack* sendiri terdiri dari beberapa persoalan, yaitu:

1. *Knapsack 0-1 (integer knapsack)* yaitu, objek yang dimasukkan ke dalam media penyimpanan, dimana dimensinya harus dimasukkan semua atau tidak sama sekali.
2. *Bounded knapsack*, yaitu objek yang dimasukkan ke dalam media penyimpanan, dimana dimensinya bisa dimasukkan sebagian atau seluruhnya.
3. *Unbounded knapsack*, yaitu jumlah objek yang dimasukkan ke dalam media penyimpanan yang macamnya tidak terbatas.

Masalah *knapsack* yang akan dibahas pada penelitian ini adalah *integer knapsack*. Masalah *integer knapsack* terjadi ketika satu set barang sejumlah n tidak dapat dimasukkan ke dalam ransel secara keseluruhan atau hanya beberapa barang yang dapat masuk karena barang-barang tersebut memiliki nilai keuntungan dan berat yang berbeda-beda. Pemilihan barang dengan tepat bertujuan untuk menghasilkan keuntungan maksimum namun tidak melebihi kapasitas ransel (Hapidah dan Muhtarulloh, 2020).

Menurut Izzan (2018), masalah *integer knapsack* adalah formulasi *knapsack* yang sering ditemukan pada kehidupan sehari-hari, dimana dalam satu set n barang memiliki batasan kemungkinan pilihan antara diambilnya suatu barang (1) atau tidak sama sekali (0). Misal diberikan satu set n barang dengan masing-masing barang memiliki nilai keuntungan c_i , berat w_i , dan kapasitas berat maksimum M sehingga himpunan penyelesaian dari *integer knapsack* dinyatakan pada persamaan (2.1).

$$X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\} \quad (2.1)$$

dengan x_i bernilai 1 jika barang tersebut dipilih dan x_i bernilai 0 jika barang tersebut tidak dipilih. Secara matematis, optimasi fungsi tujuan untuk memaksimalkan total nilai keuntungan, yaitu:

$$\text{Max. } Z = \sum_{i=1}^n c_i x_i \quad (2.2)$$

dengan syarat berat total kurang dari kapasitas maksimum M :

$$\sum_{i=1}^n w_i x_i \leq M \quad (2.3)$$

$x_i =$ bilangan biner (0 atau 1).

Keterangan:

Z : nilai optimum dari fungsi tujuan

n : banyaknya barang

c_i : nilai keuntungan barang ke- i ; $i = 1, 2, 3, \dots, n$

w_i : berat barang ke- i ; $i = 1, 2, 3, \dots, n$

x_i : variabel keputusan barang ke- i terpilih atau tidak

M : kapasitas maksimum ransel

Permasalahan yang akan diselesaikan pada masalah *integer knapsack* ini adalah pemilihan kombinasi barang pada parsel untuk memaksimalkan kualitas dan keuntungan. Parameter yang digunakan adalah:

- a. Sebanyak satu *item* dari setiap jenis *item* dan memiliki *value* (harga ditambah *profit per item*) yang akan dipilih.
- b. Total *value* dari *item* pada sebuah parsel tidak boleh melebihi *budget* maksimum *knapsack*.

2.2 Algoritma Genetika

Algoritma genetika merupakan salah satu algoritma *metaheuristic* yang menggunakan mekanisme dari proses seleksi alami atau proses evolusi biologi yang mengacu dari teori evolusi Charles Darwin. Algoritma genetika sering digunakan dalam menyelesaikan masalah dalam hal optimasi (Agusta, 2018). Menurut Panggabean (2016), algoritma genetika dicetuskan pada tahun 1975 oleh John Holland di dalam bukunya “*Adaption in Natural and Artificial Intelligence*” yang mengembangkan sistem komputasi berbasis evolusi. Holland mengembangkan sebuah algoritma yang berfokus pada manipulasi *string* dalam bentuk biner dengan mengambil konsep abstrak dari evolusi alam. Algoritma genetika yang direpresentasikan sebagai tahapan yang berurutan dari satu kromosom buatan untuk membentuk suatu populasi baru.

Menurut Agusta (2018), proses umum evolusi algoritma genetika yaitu seleksi, *crossover*, dan mutasi. Pengkodean dalam pembentukan populasi menggunakan

pengkodean biner, dimana kumpulan biner tersebut dinamakan individu. Kumpulan dari individu tersebutlah yang disebut dengan populasi dan setiap biner dalam individu akan mengalami proses seleksi, *crossover*, dan mutasi. Proses evolusi akan dilakukan secara berulang (iterasi) sampai menghasilkan populasi terbaik dari suatu generasi atau iterasi. Hasil terbaik dari proses evolusi adalah individu yang memiliki *fitness value* terbaik.

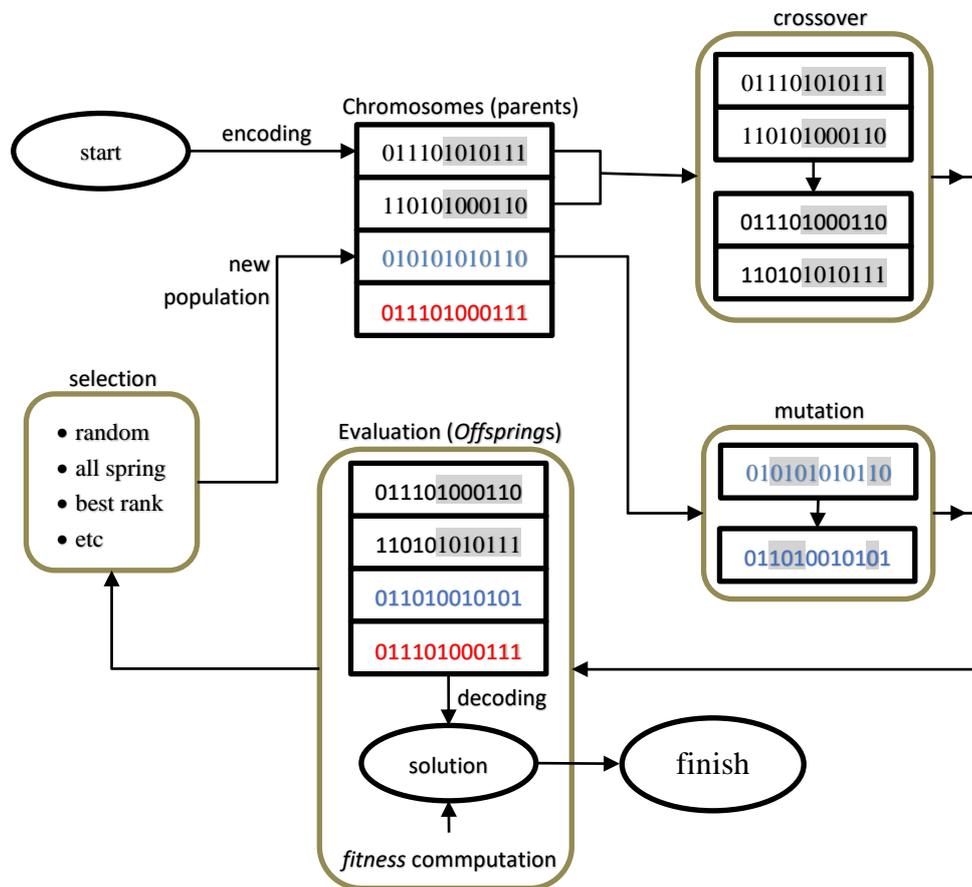
Berikut adalah istilah-istilah yang umum pada algoritma genetika yaitu:

1. Populasi adalah sekumpulan solusi acak atau teknik pencarian yang dilakukan sekaligus pada sejumlah solusi.
2. Kromosom adalah individu yang terdapat dalam suatu individu.
3. *Genotype* (gen) merupakan bagian dari kromosom.
4. *Fenotype* merupakan nilai dari *genotype*.
5. Generasi adalah hasil evolusi kromosom-kromosom melalui iterasi.
6. *Fitness* adalah nilai dari proses evolusi dengan menggunakan alat ukur.
7. *Offspring* adalah generasi yang disebut anak.
8. *Parents* adalah dua kromosom yang bertindak sebagai induk.
9. *Decoding* dan *encoding* adalah proses mengubah dari suatu bentuk ke bentuk lainnya (*fenotype* yang diubah ke bentuk bit).
10. *Crossover* adalah operator penyilangan dua kromosom.
11. Mutasi adalah operator modifikasi gen yang ada pada kromosom.

2.3 Proses Umum Algoritma Genetika

Menurut Panggabean (2016), proses algoritma genetika secara umum ditunjukkan pada Gambar 2.2. Berdasarkan Gambar 2.2, kromosom (individu) yang merepresentasikan suatu solusi. Operator genetika yang terdiri dari *crossover* dan mutasi dapat dilakukan keduanya atau salah satu saja yang selanjutnya tahap evolusi dilakukan melalui proses seleksi kromosom dari *parent* (generasi induk) dan dari *Offspring* (generasi anak) untuk membentuk generasi baru (*new population*) yang diharapkan akan lebih baik dalam memperkirakan solusi optimum, proses iterasi kemudian berlanjut hingga didapat solusi konvergen (nilai

fitness terbaik tidak berubah dalam beberapa generasi dan dianggap sebagai indikasi solusi stabil).

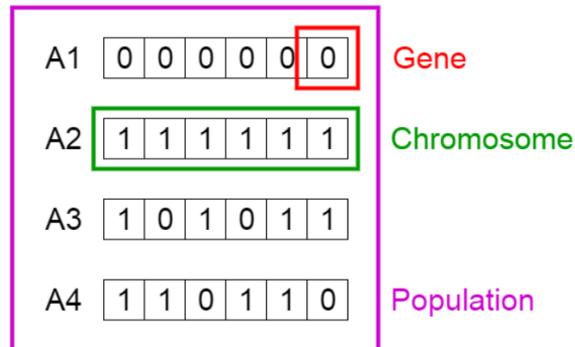


Gambar 2.2 Ilustrasi tahapan proses umum algoritma genetika.

2.3.1 Pembentukan populasi awal

Menurut Arkeman dkk (2012), untuk mengimplementasikan algoritma genetika, langkah awal yang perlu dilakukan adalah mengubah data ke dalam suatu bentuk representasi kromosom yang disebut proses *encoding*. Representasi kromosom menggunakan *string biner* pertama kali diperkenalkan oleh Hollan pada tahun 1975 yang tercantum didalam bukunya. Dalam representasi ini, kromosom terdiri dari sejumlah elemen yang diwakili oleh angka 0 dan 1. Setiap rangkaian elemen memiliki makna khusus yang menunjukkan nilai kecocokan (*fitness*) kromosom yang bersangkutan.

Proses pertama algoritma genetika dilakukan dengan pembentukan populasi awal yang terdiri dari beberapa kromosom yang telah diubah ke dalam bentuk representasi *string biner*. Menurut Augusta (2018), setiap individu adalah suatu solusi atau *fitness value*. Setiap individu merupakan sekumpulan gen (*genes*) yang disebut kromosom (*chromosome*). Sekumpulan gen pada algoritma genetika direpresentasikan dengan kode biner seperti Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Contoh gen, kromosom, dan populasi.

2.3.2 Fungsi *fitness*

Algoritma genetika bekerja dengan menilai sejauh mana kromosom dapat menyelesaikan suatu masalah dengan menggunakan pengukuran yang disebut fungsi *fitness*. Fungsi *fitness* ini merupakan tujuan dari masalah yang akan diselesaikan dan hanya memanfaatkan satu set parameter masalah dengan menghasilkan ukuran efektivitasnya (biaya) (Arkeman dkk, 2012). Karena dalam penelitian ini memiliki tujuan maksimasi, maka fungsi *fitness*-nya sama dengan fungsi tujuan.

Fungsi *fitness* berupa nilai fit dari suatu individu atau kromosom yang menghasilkan *score* atau *fitness value* guna menemukan kromosom yang baik pada setiap generasi (Augusta, 2018). Secara matematis, nilai dari fungsi *fitness* didapat dari persamaan :

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{h(x)}, & h(x) \text{ merupakan kendala minimasi} \\ h(x), & h(x) \text{ merupakan kendala maksimasi} \end{cases}$$

dengan :

$f(x)$: fungsi *fitness*

$h(x)$: fungsi optimasi

x : kromosom

2.3.3 Seleksi

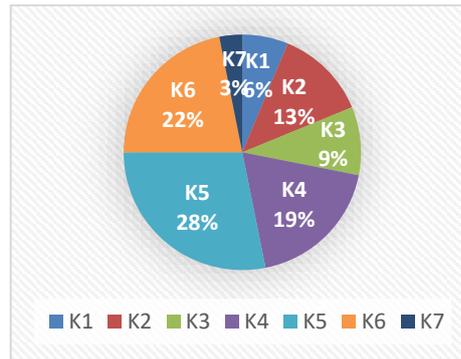
Pada proses ini individu yang memiliki nilai paling optimum akan menjadi *parent* untuk generasi berikutnya. Metode yang sering digunakan dalam proses seleksi ini adalah metode roda rolet (*roulette wheel*) yang dikenalkan oleh Golberg pada tahun 1989 (Agusta, 2018).

Metode seleksi roda rolet (*roulette wheel*) merupakan metode yang paling sederhana yang dikenal dengan *stochastic sampling with replacement* (Hambali dan Utami, 2017). Menurut Arkeman dkk. (2012), cara kerja metode roda rolet yaitu dengan setiap kromosom dalam populasi ditempatkan di bagian tertentu pada roda. Ukuran bagian yang ditempati oleh setiap kromosom sama dengan total nilai *fitness* kromosom tersebut dibagi dengan total nilai *fitness* semua kromosom. Untuk mendapatkan sejumlah populasi baru, roda tersebut diputar sebanyak jumlah populasi yang dibutuhkan.

Tabel 2.1 Contoh nilai *fitness*

Kromosom	<i>Fitness</i>
K1	2
K2	4
K3	3
K4	6
K5	9
K6	7
K7	1

Berdasarkan Tabel 2.1, akan direpresentasikan dalam model seleksi roda rolet seperti pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Roda rolet dari Tabel 2.1.

Berdasarkan Tabel 2.1 dan Gambar 2.4, pemilihan individu untuk bereproduksi dilakukan dengan memutar roda rolet sebanyak N kali dengan N adalah ukuran populasi.

Menurut Karno dkk. (2022), berikut adalah langkah-langkah seleksi dengan metode roda rolet sebagai berikut:

1. Menghitung *fitness value* masing-masing individu

$$f_k = f(x) = \sum_{i=1}^n c_i x_i ; \quad k = 1, 2, 3, \dots, N \quad (2.4)$$

dengan,

f_k : *fitness* individu ke- k

$f(x)$: suatu fungsi *fitness*

n : banyaknya barang

c_i : nilai keuntungan barang ke- i ; $i = 1, 2, 3, \dots, n$

x_i : variabel keputusan barang ke- i terpilih atau tidak

Normalisasi pada *fitness value* perlu dilakukan untuk memastikan bahwa semua individu dalam populasi memiliki peluang untuk dipertimbangkan dalam proses seleksi, *crossover*, dan mutasi. Berikut persamaan normalisasi *fitness value* dari setiap individu.

$$F_k = \frac{1}{f_{k+1}} \quad (2.5)$$

2. Menghitung total *fitness value* yang sudah dinormalisasi dari semua individu

$$f_{total} = \sum_{k=1}^N F_k \quad (2.6)$$

3. Menghitung probabilitas relatif (p_k)

$$p_k = \frac{F_k}{f_{total}} \quad (2.7)$$

4. Menghitung probabilitas kumulatif (q_k) masing-masing individu

$$q_k = \sum_{k=1}^N p_k \quad (2.8)$$

5. Membangkitkan nilai acak (r_k), $0 \leq r_k \leq 1$, jumlah *parent* atau induk yang terpilih.
6. Menyeleksi individu ke- k untuk menjadi *parent* pada proses *crossover* dengan syarat $q_{k-1} < r_k < q_k$; $k = 1, 2, 3, \dots, N$.

Individu yang terpilih pada proses seleksi akan melewati proses genetika selanjutnya yaitu *crossover*.

2.3.4 Crossover (persilangan)

Crossover merupakan proses pertukaran gen dari dua *parent* terpilih sehingga menghasilkan anak (*offspring*) baru dengan sifat yang mirip dengan *parents*-nya. *Parent* yang digunakan pada proses ini adalah individu yang terpilih dari hasil seleksi. *Crossover* dilakukan pada nomor individu yang sama (Karno dkk., 2022). Pada proses ini terdapat istilah yang dinamakan probabilitas *crossover* (P_c), dengan nilai $0 \leq P_c \leq 1$. Probabilitas *crossover* digunakan untuk menentukan terjadi atau tidaknya proses *crossover*.

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Hapidah dan Muhtarulloh (2020), untuk mendapatkan nilai objektif (*fitness value*) optimal menggunakan P_c dengan rentang yang cukup tinggi yaitu 0.6 – 1. Beberapa pengujian yang telah dilakukan, hasil optimal diperoleh dari percobaan menggunakan probabilitas *crossover* sebesar 0.8.

Menurut Hambali dan Utami (2017), *crossover* (penyilangan) terdiri dari empat jenis yaitu: penyilangan satu titik (*single-point crossover*), penyilangan banyak titik (*multi-point crossover*), penyilangan seragam (*uniform crossover*), dan penyilangan permutasi (*permutation crossover*). *Crossover* yang akan digunakan

pada penelitian ini adalah penyilangan satu titik karena penyilangan ini yang sering digunakan untuk representasi individu dalam biner.

Penyilangan satu titik (*single-point crossover*) memiliki posisi penyilangan k , ($k = 1, 2, 3, \dots, N$) dengan N adalah panjang kromosom diseleksi secara acak. Gen-gen ditukar antar kromosom pada titik tersebut untuk menghasilkan *Offspring*. Berikut contoh proses *crossover* dengan teknik penyilangan satu titik.

Diberikan 2 kromosom dengan panjang 13 sebagai *parents*:

Parent 1 : 0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 1 1 0

Parent 2 : 1 1 0 1 0 1 0 0 0 1 1 0 1

Dimisalkan posisi penyilangan yang terpilih pada kromosom ke-5, maka menghasilkan:

Offspring 1 : 0 1 1 1 0 1 0 0 0 1 1 0 1

Offspring 2 : 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 1 1 0

2.3.5 Mutasi

Proses mutasi bertujuan untuk menggantikan individu yang hilang pada proses seleksi dengan memperhatikan peluang mutasi. Probabilitas mutasi ini digunakan untuk mengontrol jumlah individu baru yang mungkin akan menggantikan individu yang hilang (Karno dkk., 2022). Sama halnya dengan *crossover*, proses mutasi tidak selalu digunakan karena adanya probabilitas mutasi (P_m), dengan nilai $0 \leq P_m \leq 1$.

Menurut Hapidah dan Muhtarulloh (2020), untuk mendapatkan nilai objektif (*fitness value*) optimal menggunakan P_m dengan rentang cukup rendah yaitu 0.001 – 0.2. Probabilitas mutasi yang digunakan untuk mendapat solusi optimum sebesar 0.1.

Menurut Hambali dan Utami (2017), pada proses mutasi terdapat dua jenis pengkodean, yaitu: pengkodean biner dan pengkodean permutasi. Penelitian kali ini menggunakan pengkodean biner untuk pengoperasian mutasinya. Pengkodean biner ini akan dilakukan dengan mengubah nilai bit pada posisi tertentu yang dipilih

secara acak atau menggunakan skema tertentu pada kromosom, yang disebut *inverse bit*. Berikut adalah contoh proses mutasi dengan teknik *inverse bit*.

Parent : 1 0 0 1 1 0 0 0 1

Offspring : 1 1 0 0 1 1 0 1 0

Berdasarkan contoh diatas, gen pada no 2 yang memiliki nilai bit 0 diubah menjadi bernilai 1, gen 4 yang memiliki nilai bit 1 diubah menjadi bernilai 0 dan gen 6 yang memiliki nilai bit 0 diubah menjadi bernilai 1.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Semester Ganjil Tahun Ajaran 2023/2024 di Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

3.2 Metode Penelitian

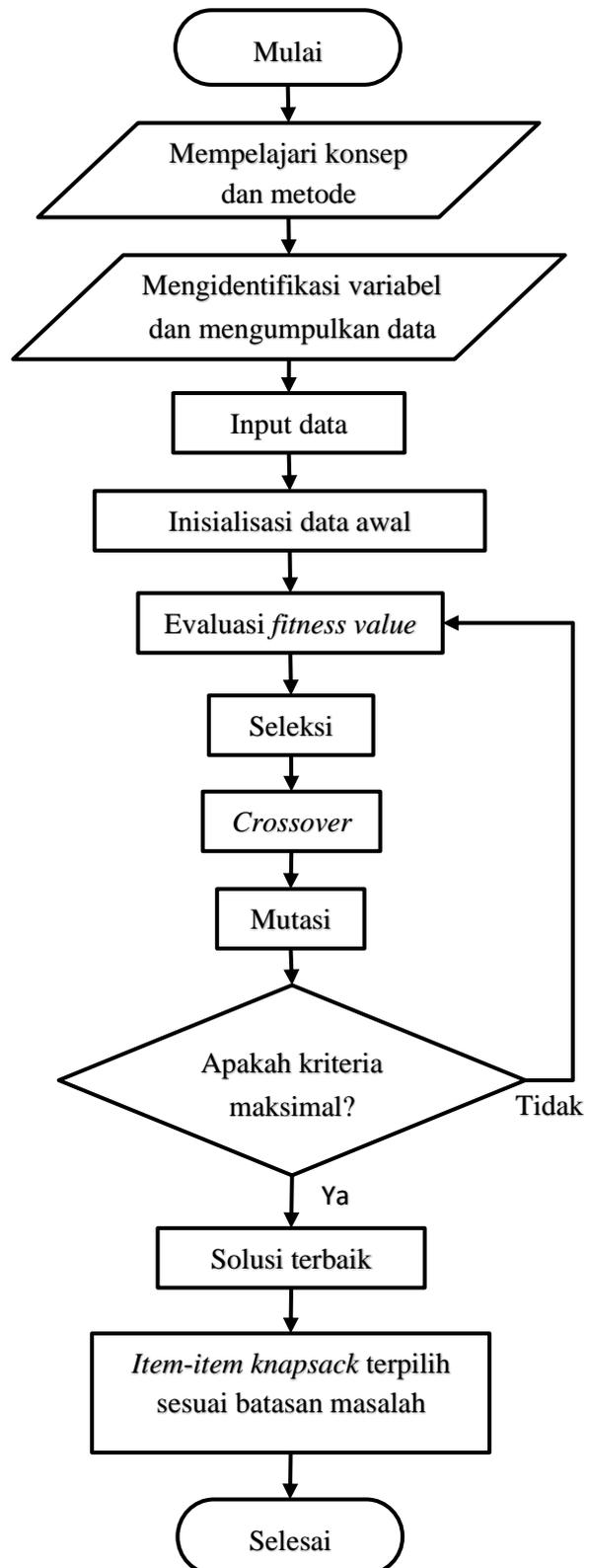
Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode pengumpulan data yang diperoleh dari observasi serta wawancara narasumber dan didukung dengan *study literature* berupa jurnal-jurnal, buku, maupun dari sumber *online* yang diperoleh guna mengumpulkan data yang relevan. Data yang digunakan adalah data *item-item* barang yang akan dibuat menjadi parcel, pengumpulan data dilakukan di Azzahra Craft Lampung Timur. Galery Azzahra salah satu *home industri* dan *tailor* yang bertempat di Dusun IX Desa Mataram Baru, Kecamatan Mataram Baru, Lampung Timur. Berikut adalah langkah-langkah yang diambil untuk mengumpulkan data parcel dari Azzahra Craft dan menerapkan solusi yang sesuai dengan masalah *knapsack*.

1. *Study literature*

- a. Mempelajari konsep permasalahan yang akan dikaji.
- b. Mempelajari metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah.
- c. Membuat algoritma pemrograman *python* sebagai alat pengolahan data.

2. Identifikasi variabel yang dibutuhkan
 - a. Identifikasi *item-item* yang akan dimasukkan ke dalam parsel (*snack*, kue kering, minuman kemasan, dan lainnya).
 - b. Menentukan parameter (ukuran, berat, nilai, dan lainnya).
 - c. Menentukan batasan atau kapasitas *knapsack* (*budget* maksimum parsel).
3. Observasi
 - a. Mengamati proses pembuatan parsel.
 - b. Identifikasi *item* yang digunakan dan karakteristik masing-masing *item*.
 - c. Ukuran parameter yang relevan (ukuran, berat, nilai, dan lainnya) dari setiap *item* yang dimasukkan ke dalam parsel.
4. Wawancara yang dilakukan dengan pemilik *home industri* guna mendapatkan informasi preferensi atau kebutuhan pelanggan terkait isi parsel.
5. Pengumpulan data
 - a. Mencatat semua informasi yang terkumpul dari observasi dan wawancara.
 - b. Mengorganisasi data dalam bentuk tabel dengan kolom-kolom yang mencatat parameter *item*.
6. Analisis data, membuat program (*syntax*) *python* untuk menyelesaikan masalah *knapsack* dengan algoritma genetika sesuai kendala yang digunakan.
7. Penerapan program dengan algoritma genetika untuk menyelesaikan masalah
 - a. Inisialisasi data awal.
 - b. Menghitung *fitness value* dan seleksi guna menentukan *parents* untuk generasi selanjutnya.
 - c. *Crossover*, untuk mendapat *Offspring* baru.
 - d. Mutasi, untuk meningkatkan variasi populasi.
8. Evaluasi dan perbaikan
 - a. Evaluasi efektivitas solusi yang diterapkan.
 - b. Jika diperlukan perbaikan atau penyesuaian terhadap model atau proses pembuatan parsel.

Adapun *flowchart* langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 *Flowchart system* metode penelitian.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan bab hasil dan pembahasan, diperoleh solusi mendekati optimal untuk memaksimalkan keuntungan dengan menentukan kombinasi barang pada parcel menggunakan bahasa pemrograman *python*. Untuk mendapatkan solusi terbaik, dilakukan pengujian sebanyak empat kali dengan jumlah iterasi yang berbeda pada masing-masing paket parcel, yaitu 50, 100, 200, dan 500 iterasi.

Berdasarkan hasil pengujian tersebut diperoleh keuntungan maksimum masing-masing paket parcel sebagai berikut.

1. Paket parcel Rp150.000,00 sebesar Rp13.500,00 pada pengujian 50 iterasi. Kombinasi barang yang terpilih yaitu *go! potato* biskuit kentang 104 gr, *floridina orange* 350 ml, *ozlo cookies* coklat 125 gr, fanta 1.5 L, *fries tea* 1 L, *pringles potato crisps* 107 gr, teh celup sariwangi, minyak kunci mas 900 ml, dan kecap ABC 60 ml.
2. Paket parcel Rp200.000,00 sebesar Rp17.500,00 pada pengujian 500 iterasi. Kombinasi barang yang terpilih yaitu nabati kaleng 288 gr, *tricks potato*, *floridina orange* 350 ml, permen *kiss mint*, blaster permen *mint*, astor 14 gr, kue kacang 250 gr, *pringles potato crisps* 107 gr, teh celup sariwangi, teh botol sosro 1 L, gulaku gula tebu 1 kilo gr, dan minyak kunci mas 900 ml, yang diperoleh dari pengujian 500 iterasi dengan *profit* sebesar Rp17.500,00.
3. Paket parcel Rp300.000,00 sebesar Rp23.500,00 pada pengujian 200 iterasi. Kombinasi barang yang terpilih yaitu sirup ABC *squash* 460 ml, *tricks potato*, permen *kiss mint*, blaster permen *mint*, *ozlo cookies* coklat 125 gr, *fries tea* 1 L, *top coffee pack* 20 gr, kue kering putri salju 250 gr, teh celup sariwangi, teh

botol sosro, cokelat kaleng kecil, permen fox kaleng 180 gr, minyak kunci mas 900 ml, kecap ABC 60 ml, dan roma risk kelapa can 405 gr.

4. Paket parcel Rp500.000,00 sebesar Rp37.500,00 pada pengujian 500 iterasi. Kombinasi barang yang terpilih yaitu sirup marjan, sirup ABC *squash* 460 ml, nabati kaleng 288 gr, *tricks potato*, nextar box, *floridina orange* 350 ml, permen *kiss mint*, astor 14 gr, ozlo *cookies* coklat 125 gr, fanta 1.5 L, *fries tea* 1 L, top *coffee pack* 20 gr, kue kering putri salju 250 gr, kue kering nastar keju 250 gr, kue kering *goodtime* 250 gr, *pringles potato crisps* 107 gr, *mister potato crisps* 85 gr, teh botol sosro 1 L, cokelat *wafer roll*, permen fox kaleng 180 gr, minyak kunci mas 900 ml, kecap ABC 60 ml, dan roma risk kelapa can 405 gr.

5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu dengan menggunakan algoritma-algoritma lainnya untuk memberi perbandingan terhadap algoritma genetika. Selain itu, penelitian ini dapat meningkatkan efisiensi pemilihan *item* acak untuk parcel di *home industry* lainnya dengan penambahan parameter data uji yang lebih bervariasi, seperti mempertimbangkan jumlah pada setiap jenis *item* dan atau perubahan harga *item*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, J. N., Crisnanto, Y. H., dan Umbara, F. R. 2022. Optimalisasi Knapsack Problem di PT Baraka Sarana Tama Menggunakan Algoritma Genetika. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 12(1), 376–381.
- Agusta, G. M. 2018. *Algoritma Genetika*. Institut Pertanian Bogor. Diakses pada 08 November 2023 <https://www.researchgate.net/publication/326088576>.
- Arkeman, Y., Seminar, K. B., dan Gunawan, H. 2012. *Algoritma Genetika: Teori dan Aplikasinya untuk Bisnis dan Industri*. IPB Pers. Kampus IPB Taman Kencana Bogor.
- Asy'ari, F., Alamsyah, A. R., Prasetyo, C. A., Pratama, A. F. C., Pusparini, D., Shofi, N. N., dan Puspitasari, T. D. 2019. Penerapan Algoritma Genetika untuk Optimasi Pembelian Sembako Sebagai Solusi dari Knapsack Problem. *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan (J-TIT)*, 6(1), 24–29.
- Basheer, G. T. dan Algamal Z. Y. 2019. Nature-inspired optimization algorithms in knapsack problem: A review. *Iraqi Journal of Statistical Science*, (30), 1-18.
- Devita, R. N., dan Wibawa, A. P. 2020. Teknik-teknik Optimasi Knapsack Problem. *Sains, Aplikasi, Komputasi dan Teknologi Informasi*, 2(1), 35–40.
- Hambali dan Utami, H. F. 2017. Simulasi Ujian Nasional Menggunakan Algoritma Genetika. *JurTI (Jurnal Teknologi Informasi)*, 1(2), 1-12.
- Hapidah, E. dan Muhtarulloh, F. 2020. Penyelesaian Masalah Knapsack (0-1) Menggunakan Algoritma Greedy Knapsack Problem Solving (0-1) Using Greedy Algorithms. *SENTER: Seminar Nasional Teknik Elektro*, 2(6), 306-313.

Husein, A., Murni, D., dan Dewi, M. P. 2021. Algoritma Genetika pada Optimasi Persoalan *Knapsack* 0/1. *UNP e-journal Macth.* 4(2). 1-6.

Izzan, A. 2018. *Analisis Algoritma dalam Penyelesaian Permasalahan 0/1 Knapsack*. Makalah IF2211 Strategi Algoritma. Informatika ITB. Bandung.

Karno, Arman, Y., dan Zulfian. 2022. Pemodelan 1-D pada Data Magnetotellurik Menggunakan Algoritma Genetika. *Prisma Fisika*, 10(2), 214-221.

Panggabean, T. N. 2016. Analisis Tingkat Optimasi Algoritma Genetika dalam Hukum Ketetapan Hardy-Weinberg pada Bin Packing Problem. *International Journal of Computer Science and System Analysis*, 1(2), 12-18.