



**PENERAPAN ALGORITMA *WHALE OPTIMIZATION*  
ALGORITHM (WOA) PADA MULTI KNAPSACK 0-1 PROBLEM  
WITH MULTIPLE CONSTRAINTS**

**SKRIPSI**

Oleh :

**Muhammad Adytia Mahendra  
NIM 151810101036**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**



**PENERAPAN ALGORITMA *WHALE OPTIMIZATION ALGORITHM* (WOA) PADA MULTI *KNAPSACK 0-1 PROBLEM* WITH MULTIPLE CONSTRAINTS**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Matematika (S1) dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh:

**Muhammad Adytia Mahendra  
NIM 151810101036**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2019**

## PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayah-Nya kepada saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar. Sholawat serta salam tak lupa saya panjatkan pada Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing umat meninggalkan zaman jahiliyah. Skripsi ini saya persembahkan untuk orang-orang spesial, yaitu:

1. Orang tua saya yang selalu menjadi inspirasi dan penyemangat dalam menapaki kehidupan, Bapak Slamet Riyadi dan Ibu Indah Wahyuni yang dengan sabar dan penuh kasih sayang membimbing saya hingga saat ini,
2. Adik saya Putri Nuril Fadhilah yang telah memberikan semangat dan motivasi.
3. Sahabat saya dan semua penghuni kos Nias IV No. 1 yang telah menjadi teman hidup selama di Jember.
4. Semua guru-guru saya mulai dari taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi yang telah memberikan ilmu serta pembelajaran hidup yang bermanfaat kepada saya.
5. Himatika “Geokompstat” dan UKMS TITIK yang telah memberikan pengalaman organisasi kepada saya.
6. Teman-teman SIGMA’15, dan semua pihak yang selama ini mendukung saya sehingga skripsi ini bisa terselesaikan.
7. Almamater tercinta Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

## MOTO

Jika kamu benar menginginkan sesuatu, kamu akan menemukan caranya. Namun jika tak serius, kau hanya akan menemukan alasan. \*)

*Learn from yesterday, live for today, hope for tomorrow. The important thing is not to stop questioning.\*\*)*



---

\*) Jim Rohn

\*\*\*) Albert Einstein

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Muhammad Adytia Mahendra

NIM : 151810101036

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Penerapan Algoritma *Whale Optimization Algorithm* (WOA) Pada *Multi Knapsack 0-1 Problem With Multiple Constraints*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2019

Yang menyatakan,

Muhammad Adytia Mahendra  
NIM 151810101036

**SKRIPSI**

**PENERAPAN ALGORITMA *WHALE OPTIMIZATION*  
*ALGORITHM (WOA)*  
PADA *MULTI KNAPSACK 0-1 PROBLEM*  
*WITH MULTIPLE CONSTRAINTS***

Oleh

Muhammad Adytia Mahendra  
NIM 151810101036

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Kusbudiono, S.Si., M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Abduh Riski, S.Si., M.Si.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Penerapan Algoritma *Whale Optimization Algorithm* (WOA) Pada *Multi Knapsack 0-1 Problem With Multiple Constraints*” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Kusbudiono, S.Si, M.Si.  
NIP. 197704302005011001

Abduh Riski, S.Si, M.Si.  
NIP. 199004062015041001

Anggota II,

Anggota III,

Drs. Rusli Hidayat, M.Sc.  
NIP. 196610121993031001

Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si, M.Si.  
NIP. 197407192000121001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Jember

Drs. Sujito, Ph.D.  
NIP. 196102041987111001

## RINGKASAN

**Penerapan Algoritma *Whale Optimization Algorithm* (WOA) pada *Multi Knapsack 0-1 Problem with Multiple Constraints***; Muhammad Adytia Mahendra, 151810101036; 2019; 84 halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Permasalahan *knapsack* merupakan permasalahan pemilihan barang dari setiap banyak barang yang terdiri dari  $n$  barang (1, 2, 3, ...,  $n$ ) yang kemudian barang tersebut akan disimpan atau dimasukkan ke dalam media penyimpanan. *Knapsack Problem* mempunyai beberapa macam jenis salah satunya *Knapsack 0-1 Problem*. *Knapsack 0-1 Problem* merupakan permasalahan *knapsack* dimana barang yang dimasukkan ke dalam media penyimpanan harus semua (1) atau tidak sama sekali (0). Terdapat beberapa variasi dari permasalahan *knapsack* diantaranya *Multi Knapsack 0-1 Problem* dan *Multiple Constraints Problem*. *Multi Knapsack Problem 0-1 Problem* adalah permasalahan *knapsack* yang memiliki media penyimpanan lebih dari satu dimana semua barang dimasukkan ke dalam media penyimpanan (1) atau tidak sama sekali (0), sedangkan *Multiple Constraints Problem* adalah permasalahan *knapsack* yang memiliki fungsi kendala lebih dari satu.

Penelitian ini menyelesaikan tentang Penerapan algoritma *Whale Optimization Algorithm* (WOA) pada *Multi Knapsack 0-1 Problem with Multiple Constraints*. Data yang digunakan adalah data sekunder yang diambil dari UMKM Flodista Gallery dari skripsi Putri (2017). Data yang digunakan meliputi data barang dan data kendaraan. Data barang terdiri dari berat, volume, harga beli, dan harga jual barang. Sedangkan data kendaraan terdiri dari jumlah kendaraan, kapasitas berat dan dimensi.

Parameter algoritma WOA digunakan untuk mengetahui kinerja algoritma yaitu berdasarkan solusi optimal dan waktu komputasi yang dibandingkan dengan algoritma MVNS dan metode *simplex*. Parameter dari algoritma WOA yaitu banyak populasi dan iterasi maksimal. Parameter dari algoritma WOA tidak berpengaruh signifikan terhadap hasil (total keuntungan) yang dilihat dari hasil 10



kali *running*. Namun, jika dilihat dari rata-rata hasil (total keuntungan) 10 kali *running*, semakin besar parameter populasi dan iterasi maksimal maka rata-rata hasil (total keuntungan) yang diperoleh akan meningkat. Begitu juga pengaruh terhadap *running time*, semakin besar parameter populasi dan iterasi maksimal maka *running time* yang diperlukan semakin lama.

Solusi optimal yang diperoleh dari algoritma WOA sama dengan solusi optimal dari algoritma MVNS dan metode *simplex*. Namun jika dilihat dari waktu komputasi, algoritma WOA lebih efisien dari algoritma MVNS dan metode *simplex*. Dimana algoritma WOA memperoleh solusi terbaik pada populasi 500 dan iterasi maksimal 1.000 dengan waktu komputasi selama 108,261 detik dan konvergen pada iterasi 647. Sedangkan pada algoritma MVNS diperoleh solusi optimal pada  $i_{max}$  20 dan iterasi 5000 dengan waktu komputasi selama 596,6494 detik dan pada metode *simplex* solusi optimal diperoleh dengan waktu komputasi selama 1800 detik. Sehingga, algoritma WOA lebih efisien daripada algoritma MVNS dan metode *simplex*.

Solusi optimal yang diperoleh dari algoritma WOA yaitu dengan total keuntungan sebesar Rp. 14.291.000,00 dengan total berat 131,15 Kg (*Knapsack 1*) dan 103,3 Kg (*Knapsack 2*), total volume 2.680.994,75 cm<sup>3</sup> (*Knapsack 1*) dan 3.651.518 cm<sup>3</sup> (*Knapsack 2*) dan total harga beli sebesar Rp. 9.999.000,00. Dimana barang yang dibawa pada *Knapsack 1* diantaranya Tempat Tisu B, Tempat Perhiasan A, Tempat Perhiasan B, Nampan A, Tempat Minuman, Tempat Sendok, Gerbong Maut, Rak Hiasan Dinding, Tempat Koran, Rak Sepatu, Lampu Tempel B + I, Lampu Tempel E + I, Lampu Tempel H + I, Lampu Gantung J2, Lampu Gantung K2, Lampu Duduk Nb, Lampu Duduk Nc, Lampu Duduk O\*, Lampu Duduk O\*\*, Lampu Duduk Pa, Lampu Duduk Pc, Lampu Duduk Qb, Patung Kuda 3, Patung Kuda 2, Patung Rusa 2, Patung Domba 3, Patung Domba 2, dan Patung Domba 1. Sedangkan barang yang dibawa pada *Knapsack 2* yaitu Tempat Tisu A, Asbak, Nampan D, Tempat Sedotan, Lampu Tempel F + G + I, Lampu Gantung J1, Lampu Gantung K1, Lampu Duduk M\*\*\*\*, Lampu Duduk M\*, Lampu Duduk O\*\*\*, Lampu Duduk Pb, Lampu Duduk Qa, Lampu Duduk Qc, Lampu Duduk Rb, Patung Rusa 3, Patung Rusa 1.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala kuasa dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Penerapan Algoritma *Whale Optimization Algorithm* (WOA) pada *Multi Knapsack 0-1 Problem with Multiple Constraints*”. Penulisan tugas akhir ini dilakukan guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Matematika (S1) dan mencapai gelar Sarjana Sains pada Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember.

Pada kesempatan ini, dengan segala hormat penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Kusbudiono, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing utama dan Bapak Abduh Riski, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing anggota.
2. Bapak Drs. Rusli Hidayat, M.Sc. selaku dosen penguji I dan Bapak Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si, M.Si. selaku dosen penguji II.
3. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember.
4. Keluarga yang telah memberikan semangat dan doa tulus ikhlas penuh kasih sayangnya.
5. Teman-teman dan semua pihak yang telah membantu dan memberikan semangat.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharap kritik dan saran demi kesempurnaan penelitian selanjutnya. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Jember, Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	ii
HALAMAN MOTO .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN .....	v
HALAMAN PENGESAHAN .....	vi
RINGKASAN .....	vii
PRAKATA .....	ix
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	<b>3</b>
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	<b>3</b>
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	<b>4</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Optimasi</b> .....	<b>5</b>
<b>2.2 Knapsack Problem</b> .....	<b>5</b>
2.2.1 <i>Multi Knapsack 0-1 Problem</i> .....	7
2.2.2 <i>Multiple Constraints Knapsack 0-1</i> .....	8
2.2.3 <i>Multi Knapsack 0-1 Problem with Multiple Constraints...</i>	9
<b>2.3 Algoritma Whale Optimization Algorithm</b> .....	<b>10</b>
2.3.1 Pencarian Mangsa (Eksplorasi) .....	11
2.3.2 Pengepungan Mangsa .....	12
2.3.3 Metode Penyerangan .....	12

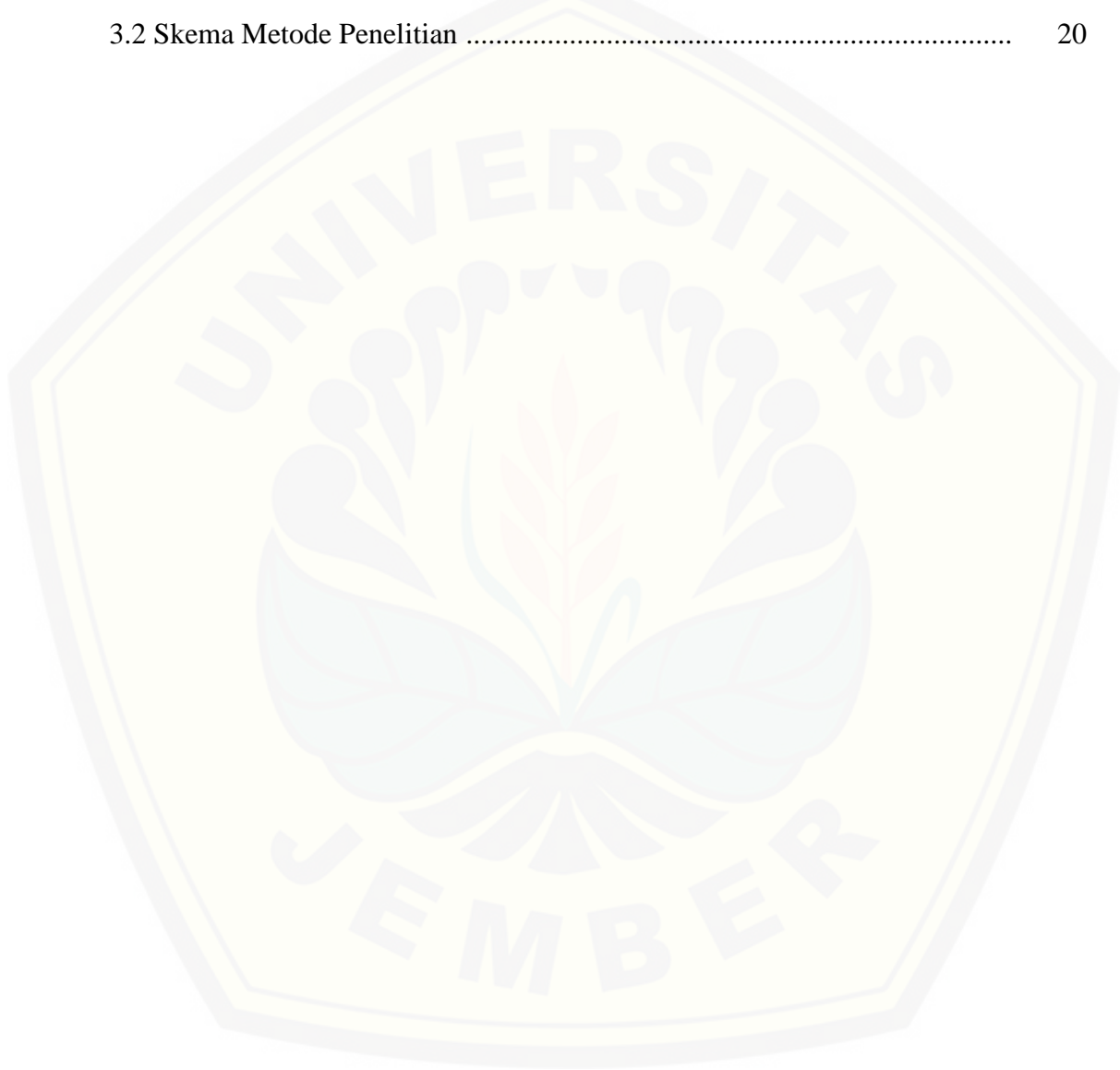
2.3.4 <i>Pseudo Code</i> Algoritma WOA .....	13
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	15
<b>3.1 Data Penelitian</b> .....	15
<b>3.2 Langkah Penelitian</b> .....	15
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	21
<b>4.1 Hasil Penelitian</b> .....	21
4.1.1 Langkah Perhitungan .....	21
4.1.2 Hasil Program .....	44
4.1.3 Hasil Percobaan .....	47
<b>4.2 Pembahasan</b> .....	50
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	53
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	53
<b>5.2 Saran</b> .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	54
<b>LAMPIRAN</b> .....	55

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
4.1 Tabel Data Barang UD. Indo Handicraft .....	21
4.2 Hasil Terbaik Percobaan 1.000 Iterasi Maksimal .....	48
4.3 Hasil Rata-rata Percobaan 1.000 Iterasi Maksimal .....	48
4.4 Hasil Terbaik Percobaan Populasi 500 .....	48
4.5 Hasil Rata-rata Percobaan Populasi 500 .....	49
4.6 Hasil Percobaan dengan Parameter Populasi 35.000 .....	49
4.7 Hasil Terbaik Metode <i>Simplex</i> dan Algoritma MVNS .....	50

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Paus Bungkuk Mengeluarkan Gelembung Berbentuk Spiral.....	11
3.1 Penyusunan Algoritma <i>Whale Optimization Algorithm</i> (WOA) .....	16
3.2 Skema Metode Penelitian .....	20



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A.1 Data Barang UMKM Flodista Gallery .....	55
A.2 Data Kendaraan UMKM Flodista Gallery .....	56
B.1 Hasil Percobaan dengan populasi = 20; iterasi = 1000 .....	57
B.2 Hasil Percobaan dengan populasi = 50; iterasi = 1.000 .....	58
B.3 Hasil Percobaan dengan populasi = 100; iterasi = 1.000 .....	59
B.4 Hasil Percobaan dengan populasi = 200; iterasi = 1.000 .....	60
B.5 Hasil Percobaan dengan populasi = 500; iterasi = 1.000 .....	61
B.6 Hasil Percobaan dengan populasi = 500; iterasi = 2.000 .....	62
B.7 Hasil Percobaan dengan populasi = 20; iterasi = 5.000 .....	63
B.8 Hasil Percobaan dengan populasi = 20; iterasi = 10.000 .....	64
C.1 Hasil Percobaan Metode Simplex .....	65
D.1 Hasil Percobaan dengan $i_{max} = 20$ ; iterasi = 1.000 .....	65
D.2 Hasil Percobaan dengan $i_{max} = 20$ ; iterasi = 2.000 .....	66
D.3 Hasil Percobaan dengan $i_{max} = 20$ ; iterasi = 5.000 .....	67
D.4 Hasil Percobaan dengan $i_{max} = 30$ ; iterasi = 1.000 .....	68
D.5 Hasil Percobaan dengan $i_{max} = 30$ ; iterasi = 2.000 .....	69
D.6 Hasil Percobaan dengan $i_{max} = 30$ ; iterasi = 5.000 .....	70
D.7 Hasil Percobaan dengan $i_{max} = 50$ ; iterasi = 1.000 .....	71
D.8 Hasil Percobaan dengan $i_{max} = 50$ ; iterasi = 2.000 .....	72
D.9 Hasil Percobaan dengan $i_{max} = 50$ ; iterasi = 5.000 .....	73
E.1 Menentukan Vektor Koefisien $\vec{A}$ dan $\vec{C}$ .....	74
E.2 Menentukan Solusi Baru pada Solusi ke-1 ( $x_1$ ) .....	75
E.3 Menentukan Solusi Baru pada Solusi ke-2 ( $x_2$ ) .....	76
E.4 Menentukan Solusi Baru pada Solusi ke-3 ( $x_3$ ) .....	78
E.5 Transformasi Solusi di <i>knapsack</i> 1 agar berada pada interval [0,1] .....	79
E.6 Transformasi Solusi di <i>knapsack</i> 2 agar berada pada interval [0,1] .....	80
F.1 Script Utama .....	81
F.2 Script Merubah Posisi ( $X$ ) ke solusi <i>knapsack</i> 0-1 ( $Y$ ) .....	83

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perusahaan selalu ingin memperoleh keuntungan dan efisiensi pengiriman barang yang optimal dalam pengemasan suatu barang pada media penyimpanan. Perusahaan biasanya mengalami kesulitan dalam melakukan pemilihan barang yang akan dikirim karena terbatasnya media penyimpanan atau wadah untuk mengangkut semua barang meskipun perusahaan tersebut sudah menyediakan lebih dari satu wadah atau media penyimpanan. Perusahaan harus bisa mengatur barang mana saja yang dipilih dan disimpan di media penyimpanan agar memperoleh keuntungan yang optimal dengan memperhatikan kendala-kendala yang ada.

Berdasarkan permasalahan tersebut, munculah suatu permasalahan yang dikenal dengan "*Permasalahan Knapsack*" atau "*Knapsack Problem*". Permasalahan *Knapsack* merupakan suatu permasalahan bagaimana memilih objek dari sekian banyak objek yang akan disimpan, sehingga diperoleh suatu penyimpanan yang optimal dengan memperhatikan objek yang terdiri dari  $n$  objek (1, 2, 3, ...,  $n$ ). Permasalahan *knapsack* banyak terjadi pada perusahaan produksi barang. Kendala yang banyak dihadapi seperti modal yang dimiliki perusahaan. Perusahaan harus memperhatikan modal yang digunakan untuk produksi suatu barang agar biaya yang dikeluarkan tidak melebihi modal yang dimiliki. Selain itu, perusahaan juga harus memperhatikan kapasitas ruang dan berat dari ruang media penyimpanan agar barang disimpan tidak melebihi kapasitas media penyimpanan. Maka dari itu, dibutuhkan kombinasi barang sedemikian rupa yang tidak melebihi batasan-batasan yang ada dan diperoleh keuntungan yang optimal.

Berdasarkan penjelasan *Knapsack Problem* tersebut, muncul variasi permasalahan *Knapsack* yaitu *Multi Knapsack Problem* dan *Multiple Constraints Knapsack Problem*. *Multi Knapsack Problem* adalah permasalahan *Knapsack* yang mempunyai media penyimpanan lebih dari satu. Dalam *Multi Knapsack Problem* terdapat beberapa jenis seperti *Knapsack 0-1 Problem* yang berarti jika semua barang dimasukkan ke media penyimpanan (1) atau semua barang tidak



dimasukkan ke media penyimpanan (0). Sedangkan *Multiple Constraints Knapsack Problem* merupakan permasalahan *Knapsack* dengan lebih dari satu kendala.

Permasalahan *Knapsack* bisa diselesaikan menggunakan algoritma metaheuristik. Menurut Hillier dan Lieberman (2010), metode metaheuristik digunakan untuk mencari solusi suatu masalah dimana solusi yang ditemukan merupakan *feasible solution* yang terbaik. Algoritma metaheuristik memiliki efisiensi waktu yang lebih baik daripada penyelesaian yang dilakukan secara manual karena algoritma metaheuristik menggunakan bantuan komputer. Metode metaheuristik juga memberikan hasil yang lebih baik dibanding metode heuristik karena metode metaheuristik akan selalu berusaha untuk keluar dari solusi *local optima*.

Penelitian sebelumnya yang telah menyelesaikan *Multi Knapsack Problem with Multiple Constraint* adalah Putri (2017) dengan menggunakan algoritma *Modified Variable Neighborhood Search* (MVNS) yang dibandingkan dengan *Simplex* dan *Evolutionary*. Algoritma MVNS merupakan salah satu algoritma metaheuristik. Hasil yang diperoleh menggunakan algoritma MVNS lebih optimal daripada hasil *Simplex* dan algoritma *Evolutionary*. Tetapi, algoritma MVNS memerlukan waktu perhitungan komputasi yang lama.

Selain algoritma MVNS, terdapat algoritma metaheuristik lain yaitu *Whale Optimization Algorithm* (WOA) yang dikenalkan oleh Mirjalili dan Lewis (2016). Algoritma WOA ini didasarkan pada perilaku Paus Bungkuk (*Humpback Whale*) dalam mencari makanan. Dalam penelitian yang dilakukan Mirjalili dan Lewis dijelaskan bahwa algoritma WOA cukup sederhana namun sangat kompetitif dibandingkan dengan algoritma metaheuristik lainnya karena tingkat konvergensi yang tinggi untuk mencapai suatu hasil yang optimal.

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk meneliti lebih lanjut permasalahan *Multi Knapsack 0-1 Problem with Multiple Constraint* dengan menerapkan algoritma WOA. Terdapat batasan masalah dalam penelitian ini diantaranya tingkat penjualan konsumen untuk masing-masing barang diasumsikan sama dan diasumsikan dimensi barang yang dipilih dapat

dimasukkan dan memenuhi media penyimpanan. Diharapkan dari penelitian ini, algoritma WOA dapat menghasilkan solusi yang lebih optimal lagi dengan waktu komputasi lebih efisien.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka permasalahan yang akan dibahas adalah:

- a. Bagaimana solusi penyelesaian permasalahan *Multi Knapsack 0-1 Problem with Multiple Constraints* menggunakan algoritma *Whale Optimization Algorithm* (WOA)?
- b. Bagaimana perbandingan penerapan algoritma *Whale Optimization Algorithm* (WOA) dan algoritma *Modified Variable Neighborhood Search* (MVNS) berdasarkan solusi optimal dan waktu komputasi?

## 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah:

- a. Tingkat penjualan atau permintaan konsumen untuk masing-masing barang prioritas pengirimannya diperlakukan sama.
- b. Berat dan dimensi barang yang akan dikirim harus kurang dari kapasitas berat dan dimensi *knapsack*.

## 1.4 Tujuan Penelitian

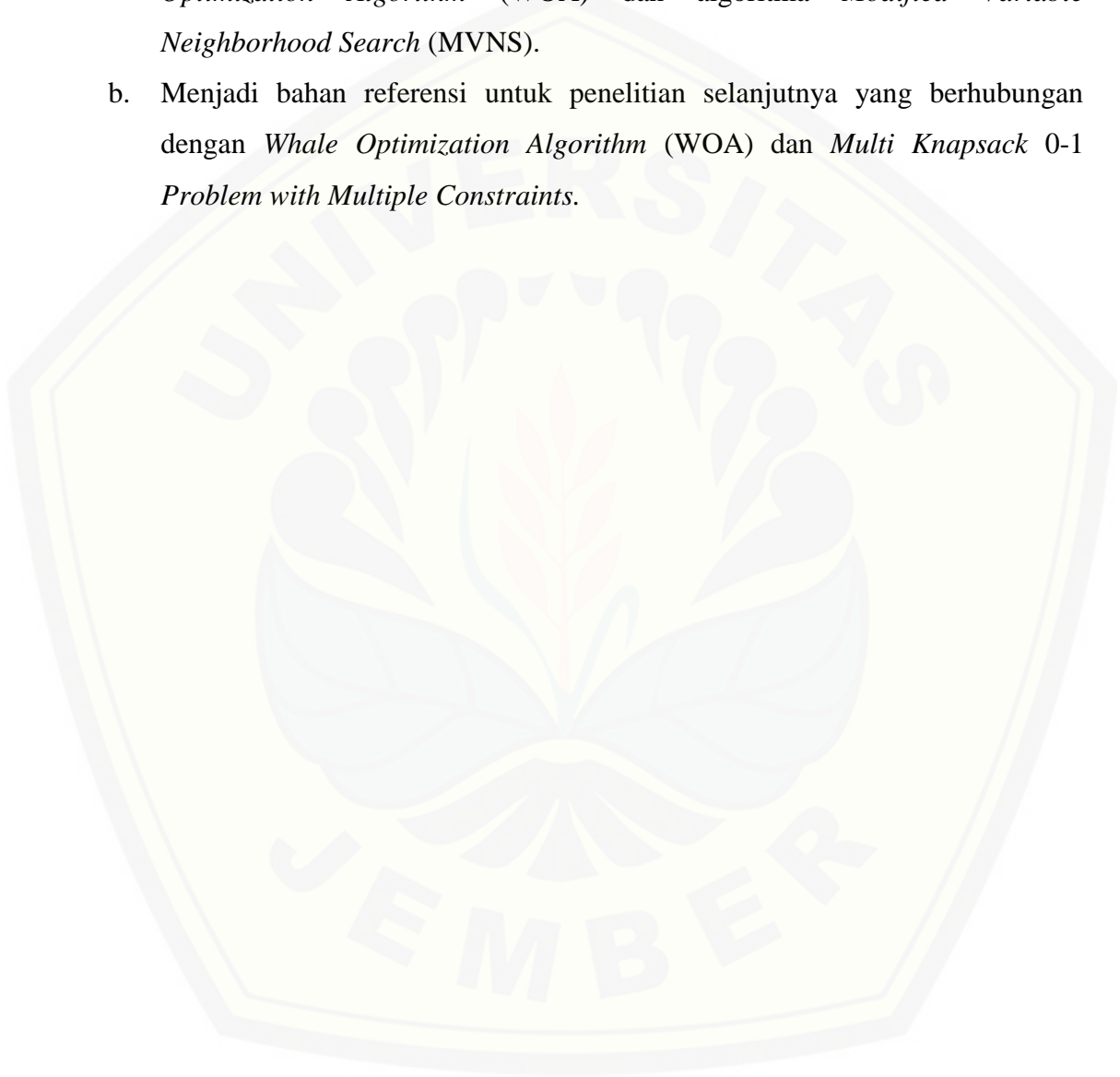
Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui solusi penyelesaian permasalahan *Multi Knapsack 0-1 Problem with Multiple Constraints* menggunakan algoritma *Whale Optimization Algorithm* (WOA).
- b. Mengetahui perbandingan penerapan *Whale Optimization Algorithm* (WOA) dan algoritma *Modified Variable Neighborhood Search* (MVNS) berdasarkan solusi optimal dan waktu komputasi.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah:

- a. Mendapatkan pengetahuan tentang cara penyelesaian dan perbandingan solusi optimal dari permasalahan *Knapsack* menggunakan algoritma *Whale Optimization Algorithm* (WOA) dan algoritma *Modified Variable Neighborhood Search* (MVNS).
- b. Menjadi bahan referensi untuk penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan *Whale Optimization Algorithm* (WOA) dan *Multi Knapsack 0-1 Problem with Multiple Constraints*.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Optimasi

Menurut Berlianty dan Arifin (2010), optimasi adalah proses pencarian satu atau lebih penyelesaian layak yang berhubungan dengan nilai-nilai ekstrim dari satu atau lebih nilai objektif pada suatu masalah sampai tidak terdapat solusi ekstrim yang dapat ditemukan. Optimasi merupakan cara untuk mendapatkan nilai ekstrim secara maksimum atau minimum dari suatu fungsi tujuan dengan memperhatikan faktor-faktor fungsi kendalanya (Tarmizi, 2005). Jika permasalahan yang diselesaikan mencari nilai maksimum, maka keputusannya berupa maksimasi, jika permasalahan yang diselesaikan mencari nilai minimum, maka keputusannya berupa minimasi.

Secara umum optimasi adalah proses mendapatkan suatu hasil yang optimal pada permasalahan yang berhubungan dengan keputusan terbaik, maksimum, minimum dan memberikan cara penentuan solusi yang memuaskan. Pencapaian nilai optimal berupa minimal atau maksimal secara sistematis dilakukan pemilihan nilai variabel *integer* atau *real* yang akan memberikan hasil optimal. Menurut Munir (2005), terdapat beberapa persoalan yang membutuhkan optimasi yang muncul dalam bentuk program linier yaitu:

- a. Penentuan pemilihan barang pada permasalahan *Knapsack* 0-1.
- b. Menentukan lintasan terpendek dari suatu tempat ke tempat yang lain.
- c. Menentukan jumlah pekerja seminimal mungkin untuk melakukan suatu proses produksi agar pengeluaran biaya pekerja dapat diminimalkan dan hasil produksi tetap maksimal.
- d. Mengatur jalur kendaraan umum agar semua lokasi dapat dijangkau

### 2.2 *Knapsack Problem*

*Knapsack Problem* adalah permasalahan pemilihan barang dari setiap banyak barang yang terdiri dari  $n$  barang (1, 2, 3, ...,  $n$ ) yang kemudian barang tersebut akan disimpan atau dimasukkan ke dalam sebuah tas atau wadah. Dengan memperhatikan berat ( $w_i$ ), keuntungan (*profit*) dan kapasitas media penyimpanan

( $M$ ) yang diharapkan diperoleh suatu penyimpanan yang optimal (Purwanto, 2008). Dalam dunia nyata permasalahan *Knapsack* sering digunakan dalam bidang (jasa) pengangkutan barang (peti kemas). Dari pengangkutan barang tersebut, diharapkan diperoleh suatu keuntungan yang maksimal untuk mengangkut barang yang ada dengan memperhatikan kapasitas yang ada, sehingga diharapkan terdapat penyelesaian yang bisa memaksimalkan suatu keuntungan dalam pengangkutan barang dengan memperhatikan kendala yang ada. Menurut Dimiyati dan Dimiyati (2004), *Knapsack* merupakan permasalahan optimasi kombinatorial, dimana harus mencari solusi terbaik dari banyak kemungkinan yang dihasilkan.

Jenis *Knapsack Problem* yang dikenal antara lain *Knapsack Problem 0-1*, *Bounded Knapsack Problem* dan *Unbounded Knapsack Problem*. *Knapsack Problem 0-1* adalah permasalahan *Knapsack* dimana barang yang dimasukkan ke dalam media penyimpanan harus semua (1) atau tidak sama sekali (0). *Bounded Knapsack Problem* adalah permasalahan *Knapsack* dimana setiap barang tersedia sebanyak  $n$  unit dan jumlah barang yang dimasukkan ke dalam media penyimpanan terbatas. *Unbounded Knapsack Problem* adalah masalah *Knapsack* dimana setiap barang tersedia lebih dari satu unit dan jumlah barang yang dimasukkan ke dalam media penyimpanan tidak terbatas (Pisinger, 1995).

Muncul variasi dari beberapa permasalahan dasar pada *Knapsack* yang dapat diselesaikan menggunakan program pada komputer dengan jumlah data yang besar. Variasi utama terjadi dengan mengubah beberapa parameter seperti jumlah kendala, jumlah tujuan atau jumlah media penyimpanan. Variasi permasalahan *Knapsack* menurut Kellerer, *et al*, (2004) antara lain:

a. *Multi Objective Knapsack Problem*

Permasalahan *Knapsack* yang memiliki fungsi tujuan lebih dari satu.

b. *Multi Dimensional* atau *Multiple Constraints Knapsack Problem*

Permasalahan *Knapsack* yang memiliki kendalah lebih dari satu.

c. *Multi Knapsack Problem*

Permasalahan *Knapsack* yang memiliki media penyimpanan lebih dari satu.

d. *Quadratic Knapsack Problem*

Permasalahan *Knapsack* yang tujuannya memaksimalkan fungsi tujuan dalam bentuk kuadratik untuk kendala kapasitas biner dan linier.

### 2.2.1 Multi Knapsack 0-1 Problem

Menurut Martello dan Toth (2004), *Multi Knapsack Problem* adalah permasalahan *Knapsack* yang memiliki  $m$  media penyimpanan untuk  $n$  barang. Masing-masing barang  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ) mempunyai berat  $w_{ij}$ , keuntungan  $p_j$ , dan variabel keputusannya  $x_{ij}$  di dalam *Knapsack* ke- $i$ , dimana setiap *Knapsack* memiliki kapasitas  $C_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ). Tujuan *Multi Knapsack Problem* yaitu untuk memaksimalkan keuntungan. *Multi Knapsack Problem* dapat dirumuskan sebagai berikut.

Fungsi tujuan:

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_j x_{ij} \quad (2.1)$$

Kendala:

$$\sum_{j=1}^n w_j x_{ij} \leq C_i \quad (2.2)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq 1 \quad (2.3)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad (2.4)$$

dengan,

$Z$  : nilai optimal dari fungsi tujuan

$m$  : banyaknya media penyimpanan

$n$  : banyaknya barang

$i$  : indeks media penyimpanan

$j$  : indeks barang

$p_j$  : keuntungan tiap barang ke- $j$

$x_{ij}$  : variabel keputusan ((1) jika dipilih dan (0) jika tidak dipilih)

$w_j$  : berat barang ke- $j$

$C_i$  : kapasitas berat media penyimpanan ke- $i$

Fungsi tujuan (2.1) merupakan solusi optimal dari barang yang diangkat pada  $m$  *Knapsack*. Kendala (2.2) merumuskan kendala kapasitas. Jumlah berat barang yang dimasukkan pada *Knapsack*  $i$  tidak boleh melebihi kapasitas

*Knapsack* ( $C_i$ ). Kendala (2.3) memformulasikan ketika barang dimasukkan pada salah satu media penyimpanan, maka tidak akan dimasukkan pada media penyimpanan lainnya. Kendala (2.4) merumuskan nilai dari variabel keputusan  $x_{ij}$ , bernilai 1 jika barang dimasukkan pada *Knapsack* ke- $i$  dan bernilai 0 jika barang tidak dimasukkan pada *Knapsack* ke- $i$

### 2.2.2 Multiple Constraints Knapsack 0-1

*Knapsack* jenis ini sering disebut juga *Multidimensional Knapsack Problem* yang merupakan permasalahan *Knapsack* dimana setiap barang memiliki lebih dari satu batasan (kendala) seperti biaya/modal dan kapasitas media penyimpanan (ruang dan berat). Tujuan *Multiple Constraints Knapsack* 0-1 yaitu memperoleh solusi optimal dengan kombinasi barang sedemikian rupa sehingga tidak melebihi kendala masalah. *Multiple Constraints Knapsack* 0-1 dapat dirumuskan sebagai berikut:

Fungsi tujuan:

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^n p_j x_j \quad (2.5)$$

Kendala:

$$\sum_{i=1}^n b_j x_j \leq M \quad (2.6)$$

$$\sum_{i=1}^n v_j x_j \leq S \quad (2.7)$$

$$\sum_{i=1}^n w_j x_j \leq C \quad (2.8)$$

$$x_j \in \{0,1\} (j = 1, 2, \dots, n) \quad (2.9)$$

dengan,

$Z$  : nilai optimal dari fungsi tujuan

$n$  : banyaknya barang

$j$  : indeks barang

$p_j$  : keuntungan tiap barang ke- $j$

$x_j$  : variabel keputusan ((1) jika dipilih dan (0) jika tidak dipilih)

$b_j$  : harga barang beli barang ke- $j$

$M$  : modal

$v_j$  : volume barang ke- $j$

- $S$  : kapasitas ruang media penyimpanan  
 $w_j$  : berat barang ke- $j$   
 $C$  : kapasitas berat media penyimpanan

Kendala (2.5) adalah fungsi tujuan nilai maksimum total keuntungan dari barang yang dimasukkan pada media penyimpanan. Kendala (2.6) merumuskan total harga beli barang yang dimasukkan pada *Knapsack* kurang dari atau sama dengan modal. Kendala (2.7) memformulasikan total volume barang yang diangkut tidak melebihi kapasitas ruang *Knapsack*. Kendala (2.8) merumuskan total berat barang yang dimasukkan pada *Knapsack* tidak melebihi kapasitas berat *Knapsack*.

### 2.2.3 Multi Knapsack 0-1 Problem with Multiple Constraints

*Multi Knapsack 0-1 Problem with Multiple Constraints* merupakan permasalahan *Knapsack* yang memiliki  $m$  media penyimpanan untuk  $n$  barang dimana semua barang dimasukkan ke *Knapsack* bernilai 1 dan semua barang tidak dimasukkan ke *Knapsack* bernilai 0 dengan memperhatikan batasan (kendala) barang. *Multi Knapsack 0-1 Problem with Multiple Constraints* didekripsikan sebagai berikut.

- Memaksimalkan total keuntungan. Total keuntungan merupakan jumlah dari keuntungan masing-masing barang yang dimasukkan ke dalam *Knapsack*
- Total berat barang yang dimasukkan pada masing-masing *Knapsack* tidak melebihi kapasitas berat *Knapsack* tersebut.
- Total volume barang yang dimasukkan pada masing-masing *Knapsack* tidak melebihi ruang media penyimpanan tersebut.
- Total harga beli semua barang yang dimasukkan pada semua *Knapsack* tidak melebihi modal yang dimiliki.
- Setiap barang harus diangkut semua (1) atau tidak sama sekali (0)
- Barang yang sudah dimasukkan pada *Knapsack*, maka tidak boleh dimasukkan pada *Knapsack* lainnya.

Berdasarkan uraian *Multi Knapsack 0-1 Problem with Multiple Constraints* dan dari persamaan (2.1) sampai (2.9) diperoleh model matematis sebagai berikut.



Fungsi tujuan:

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_j x_{ij} \quad (2.10)$$

Kendala:

$$\sum_{j=1}^n w_j x_{ij} \leq C_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (2.11)$$

$$\sum_{j=1}^n v_j x_{ij} \leq S_i \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (2.12)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n b_j x_{ij} \leq M \quad (2.13)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \leq 1 \quad (2.14)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad (2.15)$$

dengan,

$Z$  : nilai optimal dari fungsi tujuan

$m$  : banyaknya media penyimpanan

$n$  : banyaknya barang

$i$  : indeks media penyimpanan

$j$  : indeks barang

$p_j$  : keuntungan tiap barang ke- $j$

$x_{ij}$  : variabel keputusan ((1) jika dipilih dan (0) jika tidak dipilih)

$w_j$  : berat barang ke- $j$

$C_i$  : kapasitas berat media penyimpanan ke- $i$

$v_j$  : volume barang ke- $j$

$S_i$  : kapasitas ruang media penyimpanan ke- $i$

$b_j$  : harga barang beli barang ke- $j$

$M$  : modal

### 2.3 Whale Optimization Algorithm (WOA)

Algoritma *Whale Optimization Algorithm* (WOA) yang dikenalkan oleh Mirjalili dan Lewis (2016). Algoritma WOA ini didasarkan pada perilaku Paus Bungkuk (*Humpback Whale*) dalam mencari makanan. Menurut Goldbogen *et al*, (2013) hal menarik dari paus bungkuk dalam mencari makanan adalah cara berburu yang istimewa dengan menggunakan metode perangkap gelembung.

Kebanyakan paus bungkuk memangsa sekelompok ikan kecil di dekat permukaan air. Paus bungkuk dapat menyelam sejauh 12 meter ke arah bawah kemudian membentuk gelembung spiral di sekitar mangsa dan kemudian naik menuju permukaan. Dijelaskan bahwa peristiwa pemangsaan dengan perangkap gelembung merupakan perilaku unik yang hanya dilakukan paus bungkuk.



Gambar 2.1 Paus bungkuk mengeluarkan gelembung berbentuk spiral

(Sumber : Mirjalili dan Lewis, 2016, p.53)

Peristiwa pemangsaan mangsa pada paus bungkuk dengan mengeluarkan gelembung berbentuk spiral secara matematis dilakukan untuk melakukan optimasi.

### 2.3.1 Pencarian Mangsa (Eksplorasi)

Pendekatan yang sama berdasarkan dari variasi nilai vektor  $\vec{A}$  dapat dimanfaatkan untuk mencari mangsa (eksplorasi). Faktanya paus bungkuk mencari mangsa secara acak berdasarkan posisi satu sama lain. Maka dari itu, dengan menggunakan  $\vec{A}$  dengan nilai acak yang lebih besar dari 1 atau lebih kecil dari -1 untuk memaksa nilai yang dicari pindah jauh dari paus yang dituju, secara kontras pada fase eksplorasi, dicari posisi baru dari nilai pada fase eksplorasi berdasarkan pemilihan acak dari nilai dicari dibanding nilai yang telah ditemukan sejauh ini. Mekanisme ini dan mekanisme  $|\vec{A}| > 1$  menekan eksplorasi dan membiarkan algoritma WOA melakukan pencarian global. Model matematisnya dinyatakan dengan persamaan (2.16) dan persamaan (2.17).

$$\vec{D} = |\vec{C} \cdot \vec{X}_{\text{rand}} - \vec{X}| \quad (2.16)$$

$$\vec{X}(t+1) = \vec{X}_{\text{rand}} - \vec{A} \cdot \vec{D} \quad (2.17)$$

dimana  $t$  merupakan iterasi perulangan,  $\vec{X}_{\text{rand}}$  merupakan posisi vektor acak (paus acak) yang dipilih pada populasi tertentu,  $\vec{D}$  merupakan jarak dari solusi terbaik yang diperoleh ke vektor posisi paus,  $\vec{A}$  dan  $\vec{C}$  merupakan vektor koefisien. Vektor  $\vec{A}$  dan  $\vec{C}$  dapat dihitung menggunakan persamaan (2.18) dan persamaan (2.19).

$$\vec{A} = 2\vec{a} \cdot \vec{r} - \vec{a} \quad (2.18)$$

$$\vec{C} = 2 \cdot \vec{r} \quad (2.19)$$

dimana  $\vec{a}$  secara linier menurun dari dua ke nol melalui pengulangan dan  $\vec{r}$  merupakan vektor acak pada  $[0,1]$ .

### 2.3.2 Pengepungan Mangsa

Paus bungkuk dapat mengenali lokasi dari mangsanya dan mengepung mereka. Area pencarian pada posisi optimal tidak diketahui skala prioritasnya, algoritma WOA mengasumsikan bahwa kemungkinan solusi terbaik adalah mangsa tujuan atau yang mendekati optimum. Setelah pemilihan kandidat terbaik ditentukan faktor lain akan menyebabkan terjadinya perbaruan posisi menuju titik pencarian terbaik. Perilaku ini diformulasikan dengan persamaan (2.20) dan (2.21).

$$\vec{D} = |\vec{C} \cdot \vec{X}^*(t) - \vec{X}(t)| \quad (2.20)$$

$$\vec{X}(t+1) = \vec{X}^*(t) - \vec{A} \cdot \vec{D} \quad (2.21)$$

dimana  $\vec{X}^*$  menunjukkan vektor posisi dari solusi terbaik yang diperoleh.

### 2.3.3 Metode Penyerangan

Terdapat dua pendekatan perilaku paus bungkuk dalam menggunakan perangkat gelembung yaitu:

- Mekanisme pengepungan menyusut. Mekanisme pengepungan menyusut diperoleh dari penurunan nilai  $\vec{a}$  pada persamaan (2.18). Fluktuasi rentang  $\vec{A}$  juga menurun karena  $\vec{a}$ . Dengan kata lain  $\vec{A}$  merupakan nilai acak dalam interval  $(-a, a)$  dimana penurunan dari dua ke nol selama pengulangan.
- Perbaruan posisi spiral. Pendekatan ini pertama-tama dengan memperhitungkan jarak antara paus yang terletak pada  $(X, Y)$  dan mangsa yang

terletak pada  $(X^*, Y^*)$ . Persamaan spiral kemudian terbentuk diantara posisi dari paus dan mangsanya untuk meniru pergerakan berbentuk helix dari paus bungkuk seperti pada persamaan (2.22).

$$\vec{X}(t + 1) = \vec{D}' \cdot e^{bl} \cdot \cos(2\pi l) + \vec{X}^*(t) \quad (2.22)$$

dimana  $\vec{D}' = |\vec{X}^*(t) - \vec{X}(t)|$  merupakan jarak antara paus dengan mangsanya pada posisi spiral (solusi terbaik yang didapat),  $b$  merupakan nilai konstan dalam menentukan bentuk logaritma spiral,  $l$  merupakan angka acak pada  $(-1, 1)$  dan merupakan perkalian antar elemen.

#### 2.3.4 Pseudo Code Algoritma WOA

Inisialisasi  $X_i (i = 1, 2, \dots, n)$

Hitung nilai fitness dari setiap paus

$X^*$  = dicari nilai terbaik

*while* ( $t <$  nilai maksimum pengulangan)

*for* setiap nilai dicari

    Perbarui  $a, A, C, l$ , dan  $p$

*if1* ( $p < 0.5$ )

*if2* ( $|A| < 1$ )

        Perbarui posisi paus menggunakan persamaan (2.21)

*else if2* ( $|A| \geq 1$ )

        pilih paus secara acak ( $X_{rand}$ )

        Perbarui posisi paus menggunakan persamaan (2.17)

*end if2*

*else if1* ( $p \geq 0,5$ )

      Perbarui posisi paus menggunakan persamaan (2.22)

*end if1*

*end for*

Periksa jika paus keluar dari ruang pencarian maka lakukan perbaikan

Hitung kecocokan dari tiap nilai

Perbarui  $X^*$  jika terdapat solusi terbaik

$t = t + 1$

*end while*

Kembali ke  $X^*$



## BAB 3. METODE PENELITIAN

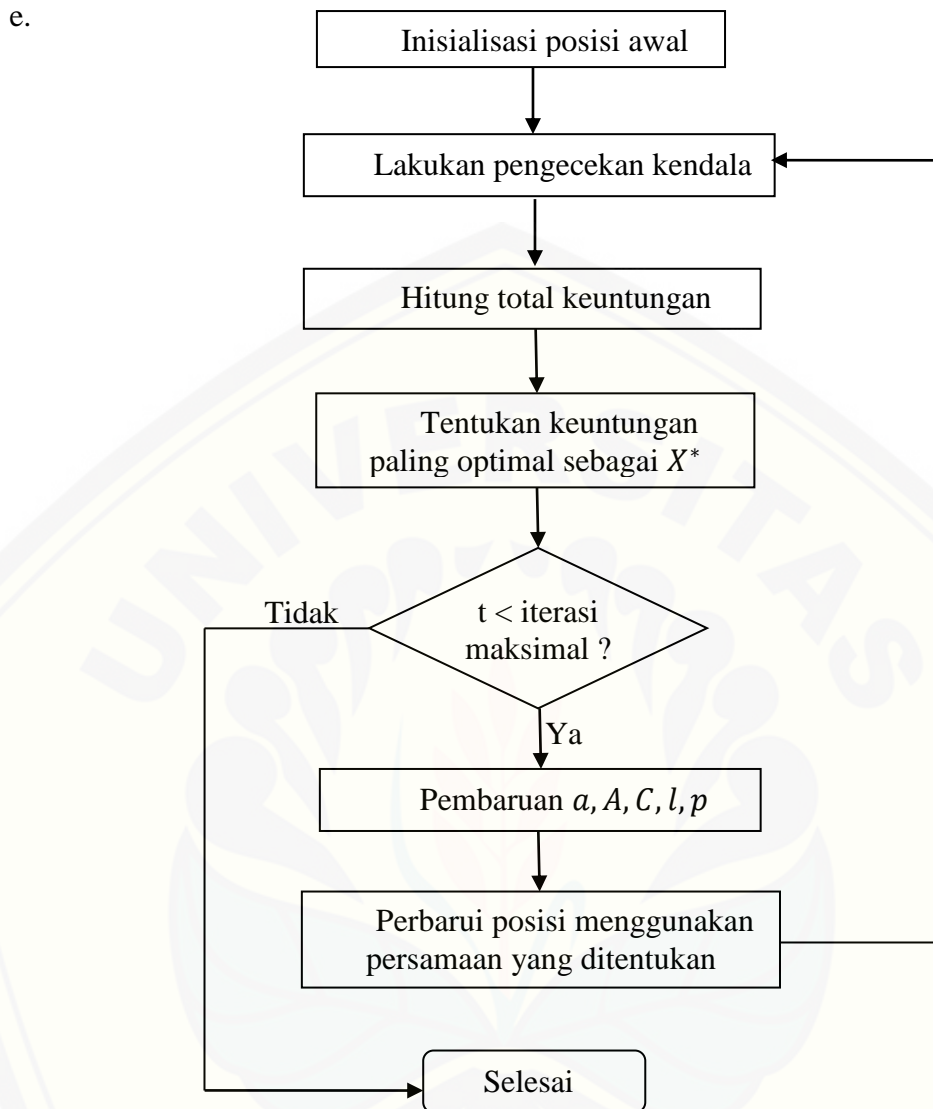
### 3.1 Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua data untuk menerapkan kasus *Multi Knapsack 0-1 Problem with Multiple Constraints*. Data yang digunakan adalah data barang dan kendaraan yang diambil dari Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) Flodista Gallery yang diambil dari skripsi Putri (2017). Data barang merupakan data yang terdiri dari volume, berat dan harga beli dan harga jual barang.

### 3.2 Langkah Penelitian

Penelitian penerapan algoritma *Whale Optimization Algorithm (WOA)* pada permasalahan *Multi Knapsack 0-1 Problem with Multiple Constraints* dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Studi Literatur dilakukan dengan mencari dan mempelajari referensi yang berkaitan dengan algoritma *Whale Optimization Algorithm (WOA)* dan permasalahan *knapsack* pada jurnal, buku dan skripsi yang berhubungan dengan permasalahan tersebut.
- b. Pengumpulan data dilakukan dengan mengambil dari skripsi Putri (2017).
- c. Setelah data dikumpulkan, selanjutnya mengidentifikasi data yang disesuaikan dengan *Multi Knapsack 0-1 Problem with Multiple Constraints*. Data yang digunakan meliputi nama barang, berat barang, volume barang, harga beli barang, harga jual barang, jumlah kendaraan, kapasitas berat kendaraan, kapasitas volume kendaraan.
- d. Penerapan metode *Simplex* menggunakan *Solver Add-In* pada Microsoft Excel menggunakan data yang dikumpulkan pada langkah (b) dan diidentifikasi pada langkah (c).



Gambar 3.1 Penyusunan Algoritma *Whale Optimization Algorithm* (WOA)

f. Pembuatan program algoritma *Whale Optimization Algorithm* (WOA). Penyelesaian *Knapsack* menggunakan algoritma WOA dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1) Inisialisasi posisi awal paus (kandidat solusi awal)

$$X = \begin{pmatrix} x_{1,1}^k & x_{1,2}^k & \cdots & x_{1,d}^k \\ x_{2,1}^k & x_{2,2}^k & \cdots & x_{2,d}^k \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n,1}^k & x_{n,2}^k & \cdots & x_{n,d}^k \end{pmatrix}$$

$$x_{i,j}^k \in [0,1]; i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, d; k = 1, 2, \dots, m$$

dengan,

$n$  : banyaknya paus

$d$  : dimensi (banyaknya barang)

$m$  : banyaknya *knapsack*

Ubah posisi paus ( $X$ ) ke dalam bentuk solusi *knapsack* 0-1 ( $Y$ ) dari *Multi Knapsack Multiple Constraints*

$$Y = \begin{pmatrix} y_{1,1}^k & y_{1,2}^k & \cdots & y_{1,d}^k \\ y_{2,1}^k & y_{2,2}^k & \cdots & y_{2,d}^k \\ \vdots & \cdots & \ddots & \vdots \\ y_{n,d}^k & y_{n,2}^k & \cdots & y_{n,d}^k \end{pmatrix}$$

$y_{i,j}^k = \text{round}(x_{i,j}^k)$ , misal  $y_{1,1}^1 = 1$  berarti barang 1 diangkut di *knapsack* 1 pada solusi 1

dengan,

$i$  : indeks paus / solusi

$j$  : indeks barang

$k$  : indeks *knapsack*

## 2) Pengecekan Solusi

Barang hanya dapat dimasukkan di salah satu *Knapsack* sesuai dengan kendala berikut:

$$\sum_{i=1}^n y_{i,j}^k \leq 1$$

Jika solusi tidak memenuhi kendala tersebut (*multi Knapsack*) maka harus dilakukan penalti.

## 3) Pengecekan Kendala

Setiap solusi pada masing-masing *knapsack* harus memenuhi kendala berikut:

$$\sum_{j=1}^d w_j y_{1,j}^k \leq C \quad (i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, m)$$

$$\sum_{i=1}^d v_j y_{i,j}^k \leq S \quad (i = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, m)$$

$$\sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n b_j y_{i,j}^k \leq M \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

dimana:

$b_j$  : harga barang beli ke- $j$



$v_j$  : volume barang ke- $j$

$w_j$  : berat barang ke- $j$

$C$  : Kapasitas berat media penyimpanan

$S$  : Kapasitas ruang media penyimpanan

$M$  : Modal

Jika solusi tidak memenuhi kendala perlu dilakukan penalti

#### 4) Hitung Keuntungan

Nilai keuntungan dari setiap solusi dihitung berdasarkan total profitnya.

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^d p_j y_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

dimana:

$p_j$  : keuntungan tiap barang ke- $j$

5) Jumlahkan keuntungan dari setiap solusi pada *knapsack* yang lainnya sebagai posisi paus terbaik ( $X^*$ ).

6) Perbarui nilai  $a, A, C, l$ , dan  $p$ .

7) Lakukan perpindahan posisi paus sesuai dengan aturan pada *pseudo code* pada subsubbab 2.3.4.

8) Pastikan posisi paus berada pada ruang pencarian ( $x_{i,j}^k \in [0,1]$ ).

9) Ubah posisi paus ( $X$ ) ke dalam bentuk solusi ( $Y$ ). Kemudian lakukan pengecekan solusi, pengecekan kendala dan hitung keuntungan.

10) Perbarui posisi paus terbaik ( $X^*$ ).

11) Ulangi langkah 5) – 9) hingga iterasi maksimal dicapai.

Selanjutnya disimulasikan dalam GUI pada MATLAB.

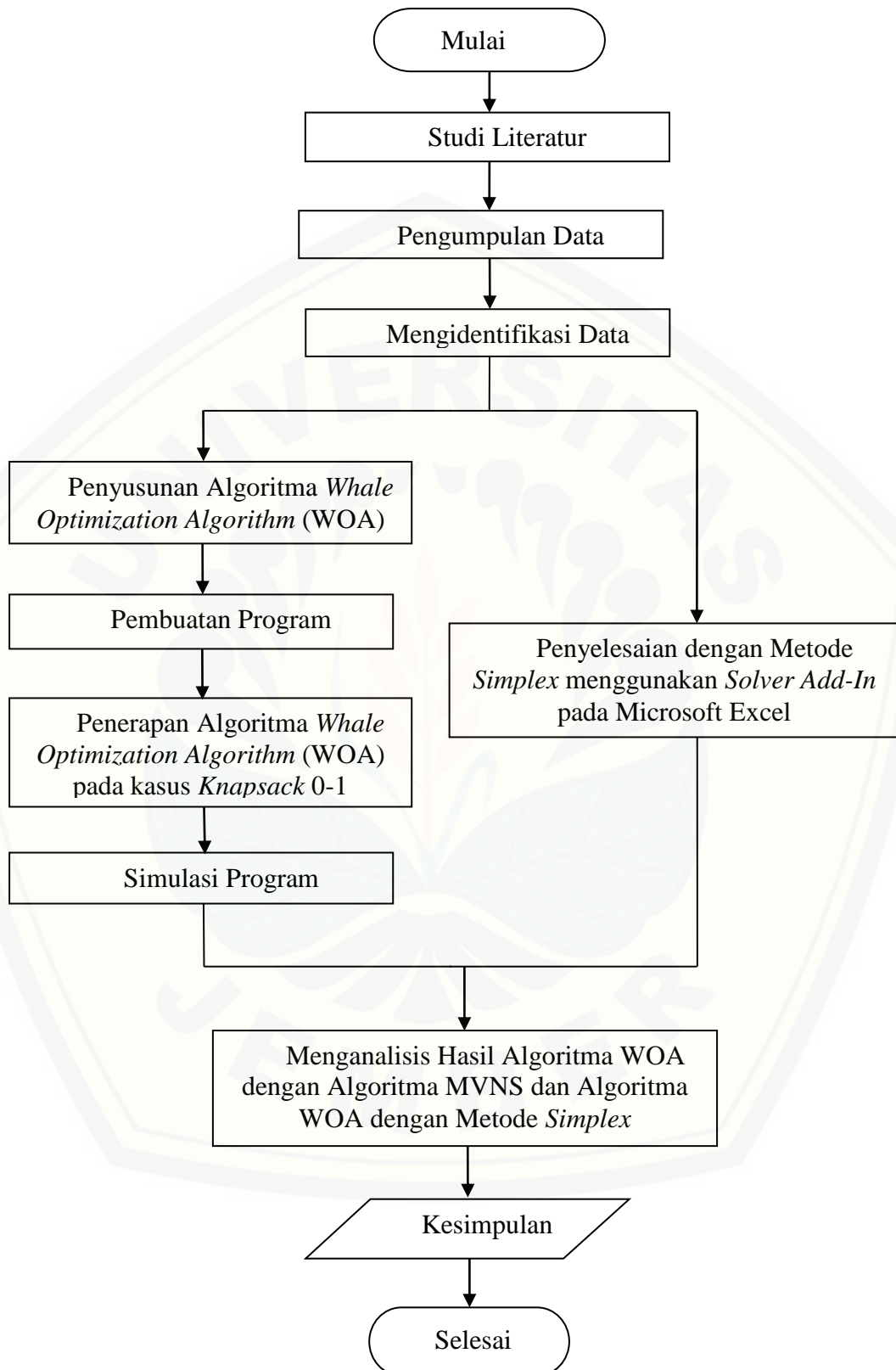
g. Program yang dibuat pada langkah (e) akan diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan *Multi Knapsack 0-1 Problem with Multiple Constraints* menggunakan data yang dikumpulkan pada langkah (b) dan diidentifikasi pada langkah (c).

h. Melakukan simulasi program dengan  $n_{\max} = 20, 50, 100, 200, 500$  dan banyak iterasi mulai 1.000, 2.000, 5.000 dan 10.000

i. Hasil yang didapat dari algoritma WOA dibandingkan dengan hasil algoritma MVNS pada Putri (2017) dan metode *Simplex*.

- j. Membuat kesimpulan dari hasil simulasi program yang telah dianalisis. Sehingga diperoleh kesimpulan solusi mana yang lebih optimal dan waktu komputasi yang lebih efisien antara algoritma WOA, MVNS dan metode *Simplex*.





Gambar 3.2 Skema Metode Penelitian

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- a. Solusi paling optimal yang diperoleh dari penyelesaian *Multi Knapsack 0-1 Problem with Multiple Constraints* pada data UMKM Flodista Gallery dengan parameter populasi sebesar 20, 50, 100, 200 dan 500 yang diuji dengan 1.000, 2.000, 5.000 dan 10.000 iterasi maksimal adalah sebesar Rp. 14.291.000,00.
- b. Solusi optimal yang diperoleh dari algoritma WOA, algoritma MVNS dan metode *simplex* adalah sama yaitu sebesar Rp. 14.291.000,00. Berdasarkan waktu komputasi, algoritma WOA lebih efisien daripada algoritma MVNS dan metode *simplex*. Dimana waktu yang diperlukan algoritma WOA untuk memperoleh solusi optimal yaitu selama 108,261 detik pada parameter populasi 500 dengan 1.000 iterasi maksimal dan iterasi terkecil saat diperoleh solusi optimal yaitu pada iterasi 647. Sedangkan waktu komputasi yang diperlukan algoritma MVNS untuk memperoleh solusi optimal yaitu selama 569,6494 detik pada parameter  $i_{max}=20$  dengan 5.000 iterasi maksimal dan waktu komputasi yang diperlukan metode *simplex* untuk memperoleh solusi optimal yaitu selama 1800 detik.

### 5.2 Saran

- a. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat menyelesaikan kasus *Multi Knapsack 0-1 Problem with Multiple Constraints* menggunakan algoritma lain yang lebih efisien dan dapat menerapkan algoritma WOA pada kasus lainnya. Selain itu, pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambah fungsi kendala dan jumlah *knapsack*.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Berlianty, I. dan M. Arifin. 2010. *Teknik-Teknik Optimasi Heuristik*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- Dimiyati, T. T. dan A. Dimiyati. 2004. *Operations Research: Model-model Pengambilan Keputusan*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Goldbogen, J.A., A.S. Friedlaender, J. Calambokidis, M.F. Mckenna, M. Simon dan D.P. Nowacek. 2013. Integrative approaches to the study of baleen whale diving behavior, feeding performance, and foraging ecology. *BioScience*, 63: 90-100.
- Hillier, F.S. and G.J. Lieberman. 2010. *Intoduction to Operations Research 9<sup>th</sup> Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Kellerer, H., D. Pisinger dan U. Pferschy. 2004. *Knapsack Problem*. Berlin: Springer.
- Martello, S. dan P. Toth. 1990. *Knapsack problems: algorithms and computer implementations*. New York: J Wiley.
- Mirjalili, S. dan A. Lewis. 2016. The Whale Optimization Algorithm. *Advances in Engineering Software*, 95: 51-67
- Munir, R. 2005. *Matematika Diskrit*. Revisi 5. Bandung: Informatika.
- Pisinger, D. 1995. A Minimal Algorithm for the Multiple-Choice Knapsack Problem. *European Journal of Operational Research*, 83(2): 394-410.
- Purwanto, E. B. 2008. *Perancangan dan Analisis Algoritma*. Yogyakarta: Andi.
- Putri, R. J. M. 2017. Penerapan Algoritma *Modified Variable Neighborhood Search* (MVNS) pada Permasalahan Multiple Constraints Knapsack 0-1. *Skripsi*. Jember: Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember.
- Supranto, Johannes. 1991. *Teknik Pengambilan Keputusan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Tarmizi. 2005. Optimasi Usaha Tani dalam Pemanfaatan Air Irigasi Embung Leubuk Aceh Besar. *Skripsi*. Banda Aceh: Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala.

## LAMPIRAN

## Lampiran A. Data Penelitian

## A.1 Data Barang UMKM Flodista Gallery

No.	Nama Barang	Berat (Kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Harga Beli (Rp)	Harga Jual (Rp)
1	Tempat Tisu A	2	12.375	235.000	500.000
2	Tempat Tisu B	1,5	12.375	125.000	450.000
3	Tempat Tisu C	1,25	12.375	87.500	175.000
4	Asbak	0,6	108	45.000	105.000
5	Tempat Perhiasan A	0,8	3.240	70.000	160.000
6	Tempat Perhiasan B	0,8	3.240	70.000	140.000
7	Nampan A	2	23.625	175.000	500.000
8	Nampan D	2	23.625	175.000	400.000
9	Tempat Minuman	1	5.280	128.000	260.000
10	Tempat Pensil	0,125	2.205	20.000	32.500
11	Tempat Sendok	0,5	2.940	87.500	200.000
12	Tempat Sedotan	0,1	1.960	30.000	75.000
13	Miniatur Gerbong Maut	0,6	16.500	186.000	450.000
14	Rak Hiasan Dinding	6	43.200	80.000	320.000
15	Tempat Payung	6	192.000	170.000	300.000
16	Tempat Koran	3	78.750	120.000	250.000
17	Rak Sepatu	14	240.000	300.000	600.000
18	Lampu Tempel B+I	1,2	94.500	360.000	1.000.000
19	Lampu Tempel E+I	2	94.500	320.000	600.000
20	Lampu Tempel F+G+I	0,8	39.200	300.000	600.000
21	Lampu Tempel H+I	2	49.000	360.000	800.000
22	Lampu Gantung B1	1,2	40.460	240.000	360.000
23	Lampu Gantung J1	1,2	144.000	220.000	500.000
24	Lampu Gantung J2	0,8	49.000	120.000	360.000
25	Lampu Gantung K2	0,8	144.000	160.000	300.000
26	Lampu Gantung K1	0,8	49.000	160.000	300.000
27	Lampu Duduk L1	4,8	22.000	220.000	400.000
28	Lampu Duduk L2	4,8	31.500	220.000	400.000
29	Lampu Duduk M****	16,5	192.000	600.000	1.200.000
30	Lampu Duduk M***	16,5	192.000	510.000	750.000
31	Lampu Duduk M**	16,5	192.000	360.000	600.000
32	Lampu Duduk M*	16,5	192.000	225.000	450.000
33	Lampu Duduk Na	0,9	41.343,75	90.000	150.000
34	Lampu Duduk Nb	0,9	60.000	105.000	225.000
35	Lampu Duduk Nc	0,9	60.000	120.000	270.000
36	Lampu Duduk O*	6	78.750	52.500	150.000
37	Lampu Duduk O**	7,5	78.750	180.000	375.000
38	Lampu Duduk O***	13,5	78.750	210.000	600.000
39	Lampu Duduk Pa	1,5	41.34,75	45.000	225.000
40	Lampu Duduk Pb	1,2	60.000	45.000	375.000
41	Lampu Duduk Pc	1,2	60.000	105.000	600.000
42	Lampu Duduk Qa	0,6	36.000	105.000	195.000
43	Lampu Duduk Qb	0,75	48.000	120.000	270.000

No.	Nama Barang	Berat (Kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Harga Beli (Rp)	Harga Jual (Rp)
44	Lampu Duduk Qc	0,9	112.500	150.000	525.000
45	Lampu Duduk Ra	12	1.620.000	675.000	1.200.000
46	Lampu Duduk Rb	15	2.025. .000	750.000	1.800.000
47	Lampu Duduk Rc	18	2.430.000	1.125.000	2.100.000
48	Patung Kuda 3	14	360.000	800.000	2.400.000
49	Patung Kuda 2	12	225.000	700.000	1.600.000
50	Patung Rusa 3	20	450.000	600.000	1.400.000
51	Patung Rusa 2	16	390.000	400.000	1.000.000
52	Patung Rusa 1	12	330.000	380.000	800. .000
53	Patung Domba 3	12	126.000	220.000	400.000
54	Patung Domba 2	11	108.000	140.000	300.000
55	Patung Domba 1	10	90.000	120.000	260.000

## Keterangan:

A	: Kayu Jati	1	: Silinder
B	: Kayu Manis	2	: Kotak
C	: Anyaman	a	: Ukuran Kecil
D	: Kayu Limbah	b	: Ukuran Sedang
E	: Bambu	c	: Ukuran Besar
F	: Kain	*	: Isi Satu
G	: Daun Kering	**	: Isi Dua
H	: Pelepah Kelapa	***	: Isi Tiga
I	: Lidi	****	: Isi Empat
J	: Buah Mahoni		
K	: Kulit Kayu		
L	: Kaca		
M	: Tempurung Kelapa		
N	: Paralon		
O	: Sabut Kelapa		
P	: Mancung Kelapa		
Q	: Serat Daun Nanas		
R	: Ranting Kelapa		

## A.2 Data Kendaraan UMKM Flodista Gallery

No.	Nama Kendaraan	Kapasitas Berat (Kg)	Kapasitas Ruang (cm <sup>3</sup> )
1	Mobil Box 1	2.000	4.278.000
2	Mobil Box 2	2.000	4.278.000

## Lampiran B. Hasil Penelitian Algoritma WOA

### B.1 Hasil percobaan dengan populasi = 20 dan iterasi = 1000

No.	Knapsack ke-	Berat (Kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Total Harga Beli (Rp)	Total Keuntungan (Rp)	Running Time (s)	Iterasi Terkecil
1	K <sub>1</sub>	119,85	3.873.021	9.996.500	13.991.000	31,4232	724
	K <sub>2</sub>	130,075	4.206.050				
2	K <sub>1</sub>	87,3	4.174.849	9.993.500	14.016.500	32,4064	783
	K <sub>2</sub>	126	4.135.798				
3	K <sub>1</sub>	98,025	3.499.884	9.991.500	14.061.000	33,4546	737
	K <sub>2</sub>	119,9	3.841.927				
4	K <sub>1</sub>	119,85	3.873.021	9.996.500	13.991.000	31,7237	724
	K <sub>2</sub>	130,075	4.206.050				
5	K <sub>1</sub>	87,3	4.174.849	9.993.500	14.016.500	31,5928	783
	K <sub>2</sub>	126	4.135.798				
6	K <sub>1</sub>	128,2	2.419.245	9.991.500	14.211.000	32,8337	57
	K <sub>2</sub>	106,625	3.803.347				
7	K <sub>1</sub>	104,675	4.271.389	9.966.500	14.001.000	31,7159	301
	K <sub>2</sub>	12,15	4.098.963				
8	K <sub>1</sub>	104,925	4.134.829	9.991.500	14.096.000	31,5241	684
	K <sub>2</sub>	109,45	3.928.332				
9	K <sub>1</sub>	104,175	3.902.903	9.966.500	14.131.000	31,4569	954
	K <sub>2</sub>	107,55	3.665.479				
10	K <sub>1</sub>	131,375	4.030.439	9.979.000	14.183.500	31,2317	308
	K <sub>2</sub>	96,75	2.337.507				

Barang yang diangkut dari solusi terbaik pada percobaan dengan populasi = 20 dan iterasi = 1000 sebagai berikut:

*Knapsack 1*: Tempat Tisu B, Tempat Tisu C, Tempat Perhiasan A, Tempat Perhiasan B, Nampan A, Tempat Minuman, Tempat Sedotan, Gerbong Maut, Rak Hiasan Dinding, Tempat Payung, Tempat Koran, Lampu Tempel B+I, Lampu Tempel F+G, Lampu Tempel H+I, Lampu Gantung J2, Lampu Gantung J1, Lampu Gantung K1, Lampu Duduk L1, Lampu Duduk L2, Lampu Duduk M\*, Lampu Duduk Nb, Lampu Duduk O\*, Lampu Duduk O\*\*\*, Lampu Duduk Pc, Lampu Duduk Qb, Lampu Duduk Qc, Patung Rusa 2, Patung Rusa 1, Patung Domba 2, Patung Domba 1.

*Knapsack 2*: Tempat Tisu A, Asbak, Nampan D, Tempat Pensil, Tempat Sendok, Lampu Gantung K2, Lampu Duduk M\*\*\*\*, Lampu Duduk Nc, Lampu Duduk O\*\*, Lampu Duduk Pa, Lampu Duduk Pb, Lampu Duduk Rb, Patung Kuda 3, Patung Kuda 2, Patung Rusa 3, Patung Domba 3.



## B.2 Hasil percobaan dengan populasi = 50 dan iterasi = 1000

No.	Knapsack ke-	Berat (Kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Total Harga Beli (Rp)	Total Keuntungan (Rp)	Running Time (s)	Iterasi Terkecil																																																																																														
1	K <sub>1</sub>	95,45	1.910.524	9.996.500	14.243.500	41,839	652																																																																																														
	K <sub>2</sub>	141,15	4.241.153					2	K <sub>1</sub>	114,225	2.134.742	9.931.500	14.056.000	35,3336	422	K <sub>2</sub>	98,3	3.794.654	3	K <sub>1</sub>	108,475	1.985.785	9.991.500	14.211.000	37,041	955	K <sub>2</sub>	130,55	4.238.709	4	K <sub>1</sub>	95,45	1.910.524	9.996.500	14.243.500	39,4897	652	K <sub>2</sub>	141,15	4.241.153	5	K <sub>1</sub>	114,225	2.134.742	9.931.500	14.056.000	35,2896	422	K <sub>2</sub>	98,3	3.794.654	6	K <sub>1</sub>	108,475	1.985.785	9.991.500	14.211.000	37,378	955	K <sub>2</sub>	130,55	4.238.709	7	K <sub>1</sub>	136,7	2.404.507	9.961.000	14.176.500	36,4189	948	K <sub>2</sub>	102,875	4.107.314	8	K <sub>1</sub>	153,375	2.922.612	9.994.000	14.008.500	37,3265	627	K <sub>2</sub>	76,55	3.161.824	9	K <sub>1</sub>	102,8	3.868.318	9.984.000	14.218.500	32,5872	687	K <sub>2</sub>	140,725	2.568.834	10	K <sub>1</sub>	118,65	2.491.784	9.991.000	14.146.500
2	K <sub>1</sub>	114,225	2.134.742	9.931.500	14.056.000	35,3336	422																																																																																														
	K <sub>2</sub>	98,3	3.794.654					3	K <sub>1</sub>	108,475	1.985.785	9.991.500	14.211.000	37,041	955	K <sub>2</sub>	130,55	4.238.709	4	K <sub>1</sub>	95,45	1.910.524	9.996.500	14.243.500	39,4897	652	K <sub>2</sub>	141,15	4.241.153	5	K <sub>1</sub>	114,225	2.134.742	9.931.500	14.056.000	35,2896	422	K <sub>2</sub>	98,3	3.794.654	6	K <sub>1</sub>	108,475	1.985.785	9.991.500	14.211.000	37,378	955	K <sub>2</sub>	130,55	4.238.709	7	K <sub>1</sub>	136,7	2.404.507	9.961.000	14.176.500	36,4189	948	K <sub>2</sub>	102,875	4.107.314	8	K <sub>1</sub>	153,375	2.922.612	9.994.000	14.008.500	37,3265	627	K <sub>2</sub>	76,55	3.161.824	9	K <sub>1</sub>	102,8	3.868.318	9.984.000	14.218.500	32,5872	687	K <sub>2</sub>	140,725	2.568.834	10	K <sub>1</sub>	118,65	2.491.784	9.991.000	14.146.500	32,2099	626	K <sub>2</sub>	126,975	3.728.588						
3	K <sub>1</sub>	108,475	1.985.785	9.991.500	14.211.000	37,041	955																																																																																														
	K <sub>2</sub>	130,55	4.238.709					4	K <sub>1</sub>	95,45	1.910.524	9.996.500	14.243.500	39,4897	652	K <sub>2</sub>	141,15	4.241.153	5	K <sub>1</sub>	114,225	2.134.742	9.931.500	14.056.000	35,2896	422	K <sub>2</sub>	98,3	3.794.654	6	K <sub>1</sub>	108,475	1.985.785	9.991.500	14.211.000	37,378	955	K <sub>2</sub>	130,55	4.238.709	7	K <sub>1</sub>	136,7	2.404.507	9.961.000	14.176.500	36,4189	948	K <sub>2</sub>	102,875	4.107.314	8	K <sub>1</sub>	153,375	2.922.612	9.994.000	14.008.500	37,3265	627	K <sub>2</sub>	76,55	3.161.824	9	K <sub>1</sub>	102,8	3.868.318	9.984.000	14.218.500	32,5872	687	K <sub>2</sub>	140,725	2.568.834	10	K <sub>1</sub>	118,65	2.491.784	9.991.000	14.146.500	32,2099	626	K <sub>2</sub>	126,975	3.728.588																	
4	K <sub>1</sub>	95,45	1.910.524	9.996.500	14.243.500	39,4897	652																																																																																														
	K <sub>2</sub>	141,15	4.241.153					5	K <sub>1</sub>	114,225	2.134.742	9.931.500	14.056.000	35,2896	422	K <sub>2</sub>	98,3	3.794.654	6	K <sub>1</sub>	108,475	1.985.785	9.991.500	14.211.000	37,378	955	K <sub>2</sub>	130,55	4.238.709	7	K <sub>1</sub>	136,7	2.404.507	9.961.000	14.176.500	36,4189	948	K <sub>2</sub>	102,875	4.107.314	8	K <sub>1</sub>	153,375	2.922.612	9.994.000	14.008.500	37,3265	627	K <sub>2</sub>	76,55	3.161.824	9	K <sub>1</sub>	102,8	3.868.318	9.984.000	14.218.500	32,5872	687	K <sub>2</sub>	140,725	2.568.834	10	K <sub>1</sub>	118,65	2.491.784	9.991.000	14.146.500	32,2099	626	K <sub>2</sub>	126,975	3.728.588																												
5	K <sub>1</sub>	114,225	2.134.742	9.931.500	14.056.000	35,2896	422																																																																																														
	K <sub>2</sub>	98,3	3.794.654					6	K <sub>1</sub>	108,475	1.985.785	9.991.500	14.211.000	37,378	955	K <sub>2</sub>	130,55	4.238.709	7	K <sub>1</sub>	136,7	2.404.507	9.961.000	14.176.500	36,4189	948	K <sub>2</sub>	102,875	4.107.314	8	K <sub>1</sub>	153,375	2.922.612	9.994.000	14.008.500	37,3265	627	K <sub>2</sub>	76,55	3.161.824	9	K <sub>1</sub>	102,8	3.868.318	9.984.000	14.218.500	32,5872	687	K <sub>2</sub>	140,725	2.568.834	10	K <sub>1</sub>	118,65	2.491.784	9.991.000	14.146.500	32,2099	626	K <sub>2</sub>	126,975	3.728.588																																							
6	K <sub>1</sub>	108,475	1.985.785	9.991.500	14.211.000	37,378	955																																																																																														
	K <sub>2</sub>	130,55	4.238.709					7	K <sub>1</sub>	136,7	2.404.507	9.961.000	14.176.500	36,4189	948	K <sub>2</sub>	102,875	4.107.314	8	K <sub>1</sub>	153,375	2.922.612	9.994.000	14.008.500	37,3265	627	K <sub>2</sub>	76,55	3.161.824	9	K <sub>1</sub>	102,8	3.868.318	9.984.000	14.218.500	32,5872	687	K <sub>2</sub>	140,725	2.568.834	10	K <sub>1</sub>	118,65	2.491.784	9.991.000	14.146.500	32,2099	626	K <sub>2</sub>	126,975	3.728.588																																																		
7	K <sub>1</sub>	136,7	2.404.507	9.961.000	14.176.500	36,4189	948																																																																																														
	K <sub>2</sub>	102,875	4.107.314					8	K <sub>1</sub>	153,375	2.922.612	9.994.000	14.008.500	37,3265	627	K <sub>2</sub>	76,55	3.161.824	9	K <sub>1</sub>	102,8	3.868.318	9.984.000	14.218.500	32,5872	687	K <sub>2</sub>	140,725	2.568.834	10	K <sub>1</sub>	118,65	2.491.784	9.991.000	14.146.500	32,2099	626	K <sub>2</sub>	126,975	3.728.588																																																													
8	K <sub>1</sub>	153,375	2.922.612	9.994.000	14.008.500	37,3265	627																																																																																														
	K <sub>2</sub>	76,55	3.161.824					9	K <sub>1</sub>	102,8	3.868.318	9.984.000	14.218.500	32,5872	687	K <sub>2</sub>	140,725	2.568.834	10	K <sub>1</sub>	118,65	2.491.784	9.991.000	14.146.500	32,2099	626	K <sub>2</sub>	126,975	3.728.588																																																																								
9	K <sub>1</sub>	102,8	3.868.318	9.984.000	14.218.500	32,5872	687																																																																																														
	K <sub>2</sub>	140,725	2.568.834					10	K <sub>1</sub>	118,65	2.491.784	9.991.000	14.146.500	32,2099	626	K <sub>2</sub>	126,975	3.728.588																																																																																			
10	K <sub>1</sub>	118,65	2.491.784	9.991.000	14.146.500	32,2099	626																																																																																														
	K <sub>2</sub>	126,975	3.728.588																																																																																																		

Barang yang diangkut dari solusi terbaik pada percobaan dengan populasi = 50 dan iterasi = 1000 sebagai berikut:

*Knapsack 1:* Tempat Perhiasan B, Nampan A, Nampan D, Tempat Sendok, Rak Sepatu, Lampu Tempel E+I, Lampu Gantung J2, Lampu Duduk M\*, Lampu Duduk O\*\*\*, Lampu Duduk Pa, Lampu Duduk Pb, Lampu Duduk Qa, Lampu Duduk Qb, Lampu Duduk Qc, Patung Rusa 2, Patung Rusa 1 dan Patung Domba 1.

*Knapsack 2:* Tempat Tisu A, Tempat Tisu B, Tempat Tisu C, Asbak, Tempat Perhiasan, Tempat Minuman, Gerbong Maut, Rak Hiasan Dinding, Lampu Tempel B+I, Lampu Tempel F+G+I, Lampu Tempel H+I, Lampu Gantung J1, Lampu Gantung K1, Lampu Duduk L2, Lampu Duduk M\*\*\*\*, Lampu Duduk Nb, Lampu Duduk Nc, Lampu Duduk O\*, Lampu Duduk O\*\*, Lampu Duduk Pc, Lampu Duduk Rb, Patung Kuda 3, Patung Kuda 2, Patung Rusa 3, Patung Domba 3 dan Patung Domba 2.

## B.3 Hasil percobaan dengan populasi = 100 dan iterasi = 1000

No.	Knapsack ke-	Berat (Kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Total Harga Beli (Rp)	Total Keuntungan (Rp)	Running Time (s)	Iterasi Terkecil																																																																																														
1	K <sub>1</sub>	127,25	4.266.655	9.996.500	14.133.500	43,7678	817																																																																																														
	K <sub>2</sub>	91,3	4.049.227					2	K <sub>1</sub>	119,55	2.285.339	9.966.500	14.211.000	42,2724	369	K <sub>2</sub>	120,375	4.046.293	3	K <sub>1</sub>	114,4	4.115.609	9.993.500	14.201.500	42,961	459	K <sub>2</sub>	123,525	4.256.713	4	K <sub>1</sub>	115,7	3.937.059	9.984.000	14.148.500	45,7632	264	K <sub>2</sub>	130,575	2.563.637	5	K <sub>1</sub>	121,05	2.488.038	9.989.000	14.166.000	43,735	792	K <sub>2</sub>	110,5	3.751.034	6	K <sub>1</sub>	156,875	2.645.324	9.976.500	14.151.000	44,9932	18	K <sub>2</sub>	107,5	3.958.068	7	K <sub>1</sub>	118,65	2.374.610	9.994.000	14.233.500	42,3554	152	K <sub>2</sub>	103,775	3.792.482	8	K <sub>1</sub>	94,775	2.002.169	9.986.500	14.211.000	43,4954	316	K <sub>2</sub>	141,75	4.253.909	9	K <sub>1</sub>	119,5	2.261.718	9.996.500	14.243.500	44,5015	921	K <sub>2</sub>	113,8	4.125.553	10	K <sub>1</sub>	124,7	3.951.080	9.994.000	14.173.500
2	K <sub>1</sub>	119,55	2.285.339	9.966.500	14.211.000	42,2724	369																																																																																														
	K <sub>2</sub>	120,375	4.046.293					3	K <sub>1</sub>	114,4	4.115.609	9.993.500	14.201.500	42,961	459	K <sub>2</sub>	123,525	4.256.713	4	K <sub>1</sub>	115,7	3.937.059	9.984.000	14.148.500	45,7632	264	K <sub>2</sub>	130,575	2.563.637	5	K <sub>1</sub>	121,05	2.488.038	9.989.000	14.166.000	43,735	792	K <sub>2</sub>	110,5	3.751.034	6	K <sub>1</sub>	156,875	2.645.324	9.976.500	14.151.000	44,9932	18	K <sub>2</sub>	107,5	3.958.068	7	K <sub>1</sub>	118,65	2.374.610	9.994.000	14.233.500	42,3554	152	K <sub>2</sub>	103,775	3.792.482	8	K <sub>1</sub>	94,775	2.002.169	9.986.500	14.211.000	43,4954	316	K <sub>2</sub>	141,75	4.253.909	9	K <sub>1</sub>	119,5	2.261.718	9.996.500	14.243.500	44,5015	921	K <sub>2</sub>	113,8	4.125.553	10	K <sub>1</sub>	124,7	3.951.080	9.994.000	14.173.500	43,2456	558	K <sub>2</sub>	103,125	2.131.154						
3	K <sub>1</sub>	114,4	4.115.609	9.993.500	14.201.500	42,961	459																																																																																														
	K <sub>2</sub>	123,525	4.256.713					4	K <sub>1</sub>	115,7	3.937.059	9.984.000	14.148.500	45,7632	264	K <sub>2</sub>	130,575	2.563.637	5	K <sub>1</sub>	121,05	2.488.038	9.989.000	14.166.000	43,735	792	K <sub>2</sub>	110,5	3.751.034	6	K <sub>1</sub>	156,875	2.645.324	9.976.500	14.151.000	44,9932	18	K <sub>2</sub>	107,5	3.958.068	7	K <sub>1</sub>	118,65	2.374.610	9.994.000	14.233.500	42,3554	152	K <sub>2</sub>	103,775	3.792.482	8	K <sub>1</sub>	94,775	2.002.169	9.986.500	14.211.000	43,4954	316	K <sub>2</sub>	141,75	4.253.909	9	K <sub>1</sub>	119,5	2.261.718	9.996.500	14.243.500	44,5015	921	K <sub>2</sub>	113,8	4.125.553	10	K <sub>1</sub>	124,7	3.951.080	9.994.000	14.173.500	43,2456	558	K <sub>2</sub>	103,125	2.131.154																	
4	K <sub>1</sub>	115,7	3.937.059	9.984.000	14.148.500	45,7632	264																																																																																														
	K <sub>2</sub>	130,575	2.563.637					5	K <sub>1</sub>	121,05	2.488.038	9.989.000	14.166.000	43,735	792	K <sub>2</sub>	110,5	3.751.034	6	K <sub>1</sub>	156,875	2.645.324	9.976.500	14.151.000	44,9932	18	K <sub>2</sub>	107,5	3.958.068	7	K <sub>1</sub>	118,65	2.374.610	9.994.000	14.233.500	42,3554	152	K <sub>2</sub>	103,775	3.792.482	8	K <sub>1</sub>	94,775	2.002.169	9.986.500	14.211.000	43,4954	316	K <sub>2</sub>	141,75	4.253.909	9	K <sub>1</sub>	119,5	2.261.718	9.996.500	14.243.500	44,5015	921	K <sub>2</sub>	113,8	4.125.553	10	K <sub>1</sub>	124,7	3.951.080	9.994.000	14.173.500	43,2456	558	K <sub>2</sub>	103,125	2.131.154																												
5	K <sub>1</sub>	121,05	2.488.038	9.989.000	14.166.000	43,735	792																																																																																														
	K <sub>2</sub>	110,5	3.751.034					6	K <sub>1</sub>	156,875	2.645.324	9.976.500	14.151.000	44,9932	18	K <sub>2</sub>	107,5	3.958.068	7	K <sub>1</sub>	118,65	2.374.610	9.994.000	14.233.500	42,3554	152	K <sub>2</sub>	103,775	3.792.482	8	K <sub>1</sub>	94,775	2.002.169	9.986.500	14.211.000	43,4954	316	K <sub>2</sub>	141,75	4.253.909	9	K <sub>1</sub>	119,5	2.261.718	9.996.500	14.243.500	44,5015	921	K <sub>2</sub>	113,8	4.125.553	10	K <sub>1</sub>	124,7	3.951.080	9.994.000	14.173.500	43,2456	558	K <sub>2</sub>	103,125	2.131.154																																							
6	K <sub>1</sub>	156,875	2.645.324	9.976.500	14.151.000	44,9932	18																																																																																														
	K <sub>2</sub>	107,5	3.958.068					7	K <sub>1</sub>	118,65	2.374.610	9.994.000	14.233.500	42,3554	152	K <sub>2</sub>	103,775	3.792.482	8	K <sub>1</sub>	94,775	2.002.169	9.986.500	14.211.000	43,4954	316	K <sub>2</sub>	141,75	4.253.909	9	K <sub>1</sub>	119,5	2.261.718	9.996.500	14.243.500	44,5015	921	K <sub>2</sub>	113,8	4.125.553	10	K <sub>1</sub>	124,7	3.951.080	9.994.000	14.173.500	43,2456	558	K <sub>2</sub>	103,125	2.131.154																																																		
7	K <sub>1</sub>	118,65	2.374.610	9.994.000	14.233.500	42,3554	152																																																																																														
	K <sub>2</sub>	103,775	3.792.482					8	K <sub>1</sub>	94,775	2.002.169	9.986.500	14.211.000	43,4954	316	K <sub>2</sub>	141,75	4.253.909	9	K <sub>1</sub>	119,5	2.261.718	9.996.500	14.243.500	44,5015	921	K <sub>2</sub>	113,8	4.125.553	10	K <sub>1</sub>	124,7	3.951.080	9.994.000	14.173.500	43,2456	558	K <sub>2</sub>	103,125	2.131.154																																																													
8	K <sub>1</sub>	94,775	2.002.169	9.986.500	14.211.000	43,4954	316																																																																																														
	K <sub>2</sub>	141,75	4.253.909					9	K <sub>1</sub>	119,5	2.261.718	9.996.500	14.243.500	44,5015	921	K <sub>2</sub>	113,8	4.125.553	10	K <sub>1</sub>	124,7	3.951.080	9.994.000	14.173.500	43,2456	558	K <sub>2</sub>	103,125	2.131.154																																																																								
9	K <sub>1</sub>	119,5	2.261.718	9.996.500	14.243.500	44,5015	921																																																																																														
	K <sub>2</sub>	113,8	4.125.553					10	K <sub>1</sub>	124,7	3.951.080	9.994.000	14.173.500	43,2456	558	K <sub>2</sub>	103,125	2.131.154																																																																																			
10	K <sub>1</sub>	124,7	3.951.080	9.994.000	14.173.500	43,2456	558																																																																																														
	K <sub>2</sub>	103,125	2.131.154																																																																																																		

Barang yang diangkut dari solusi terbaik pada percobaan dengan populasi = 100 dan iterasi = 1000 sebagai berikut:

*Knapsack 1:* Tempat Tisu C, Nampan A, Tempat Minuman, Gerbong Maut, Tempat Payung, Lampu Gantung J2, Lampu Gantung J1, Lampu Duduk L2, Lampu Duduk M\*\*\*\*, Lampu Duduk M\*, Lampu Duduk Na, Lampu Duduk Nb, Lampu Duduk O\*, Lampu Duduk Pa, Lampu Duduk Pb, Lampu Duduk Qa, Lampu Duduk Qb, Patung Rusa 3, Patung Rusa 2, Patung Domba 2 dan Patung Domba 1.

*Knapsack 2:* Tempat Tisu A, Tempat Tisu B, Asbak, Tempat Perhiasan A, Tempat Perhiasan B, Nampan D, Tempat Sendok, Rak Hiasan Dinding, Tempat Koran, Rak Sepatu, Lampu Tempel B+I, Lampu Tempel F+G+I, Lampu Tempel H+I, Lampu Gantung K2, Lampu Gantung K1, Lampu Duduk Nc, Lampu Duduk O\*\*, Lampu Duduk O\*\*\*, Lampu Duduk Pc, Lampu Duduk Qc, Lampu Duduk Rb, Patung Kuda 3, Patung Kuda 2 dan Patung Rusa 1.

## B.4 Hasil percobaan dengan populasi = 200 dan iterasi = 1000

No.	Knapsack ke-	Berat (Kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Total Harga Beli (Rp)	Total Keuntungan (Rp)	Running Time (s)	Iterasi Terkecil																																																																																														
1	K <sub>1</sub>	134,375	2.515.293	9.991.500	14.191.000	69,6249	510																																																																																														
	K <sub>2</sub>	100,55	3.788.035					2	K <sub>1</sub>	108,25	4.229.989	9.996.500	13.998.500	60,6986	934	K <sub>2</sub>	139,45	4.194.840	3	K <sub>1</sub>	106,175	4.019.439	9.966.500	14.231.000	60,491	839	K <sub>2</sub>	111,45	2.125.153	4	K <sub>1</sub>	78,7	1.987.922	9.986.500	14.253.500	66,4869	422	K <sub>2</sub>	161,8	4.274.849	5	K <sub>1</sub>	146,75	2.687.012	9.981.500	14.288.500	61,2446	960	K <sub>2</sub>	88,35	3.621.875	6	K <sub>1</sub>	127,475	2.768.173	9.986.500	14.241.000	58,4971	331	K <sub>2</sub>	106,55	3.612.763	7	K <sub>1</sub>	139,1	2.461.480	9.996.500	14.268.500	58,0589	169	K <sub>2</sub>	99,4	3.820.799	8	K <sub>1</sub>	82,3	3.548.939	9.996.500	14.116.000	57,31	119	K <sub>2</sub>	151,325	4.156.257	9	K <sub>1</sub>	128,2	3.964.918	9.996.500	14.238.500	63,3476	292	K <sub>2</sub>	115,7	2.271.205	10	K <sub>1</sub>	116,8	3.754.778	9.979.000	14.243.500
2	K <sub>1</sub>	108,25	4.229.989	9.996.500	13.998.500	60,6986	934																																																																																														
	K <sub>2</sub>	139,45	4.194.840					3	K <sub>1</sub>	106,175	4.019.439	9.966.500	14.231.000	60,491	839	K <sub>2</sub>	111,45	2.125.153	4	K <sub>1</sub>	78,7	1.987.922	9.986.500	14.253.500	66,4869	422	K <sub>2</sub>	161,8	4.274.849	5	K <sub>1</sub>	146,75	2.687.012	9.981.500	14.288.500	61,2446	960	K <sub>2</sub>	88,35	3.621.875	6	K <sub>1</sub>	127,475	2.768.173	9.986.500	14.241.000	58,4971	331	K <sub>2</sub>	106,55	3.612.763	7	K <sub>1</sub>	139,1	2.461.480	9.996.500	14.268.500	58,0589	169	K <sub>2</sub>	99,4	3.820.799	8	K <sub>1</sub>	82,3	3.548.939	9.996.500	14.116.000	57,31	119	K <sub>2</sub>	151,325	4.156.257	9	K <sub>1</sub>	128,2	3.964.918	9.996.500	14.238.500	63,3476	292	K <sub>2</sub>	115,7	2.271.205	10	K <sub>1</sub>	116,8	3.754.778	9.979.000	14.243.500	56,2106	201	K <sub>2</sub>	124,575	2.395.439						
3	K <sub>1</sub>	106,175	4.019.439	9.966.500	14.231.000	60,491	839																																																																																														
	K <sub>2</sub>	111,45	2.125.153					4	K <sub>1</sub>	78,7	1.987.922	9.986.500	14.253.500	66,4869	422	K <sub>2</sub>	161,8	4.274.849	5	K <sub>1</sub>	146,75	2.687.012	9.981.500	14.288.500	61,2446	960	K <sub>2</sub>	88,35	3.621.875	6	K <sub>1</sub>	127,475	2.768.173	9.986.500	14.241.000	58,4971	331	K <sub>2</sub>	106,55	3.612.763	7	K <sub>1</sub>	139,1	2.461.480	9.996.500	14.268.500	58,0589	169	K <sub>2</sub>	99,4	3.820.799	8	K <sub>1</sub>	82,3	3.548.939	9.996.500	14.116.000	57,31	119	K <sub>2</sub>	151,325	4.156.257	9	K <sub>1</sub>	128,2	3.964.918	9.996.500	14.238.500	63,3476	292	K <sub>2</sub>	115,7	2.271.205	10	K <sub>1</sub>	116,8	3.754.778	9.979.000	14.243.500	56,2106	201	K <sub>2</sub>	124,575	2.395.439																	
4	K <sub>1</sub>	78,7	1.987.922	9.986.500	14.253.500	66,4869	422																																																																																														
	K <sub>2</sub>	161,8	4.274.849					5	K <sub>1</sub>	146,75	2.687.012	9.981.500	14.288.500	61,2446	960	K <sub>2</sub>	88,35	3.621.875	6	K <sub>1</sub>	127,475	2.768.173	9.986.500	14.241.000	58,4971	331	K <sub>2</sub>	106,55	3.612.763	7	K <sub>1</sub>	139,1	2.461.480	9.996.500	14.268.500	58,0589	169	K <sub>2</sub>	99,4	3.820.799	8	K <sub>1</sub>	82,3	3.548.939	9.996.500	14.116.000	57,31	119	K <sub>2</sub>	151,325	4.156.257	9	K <sub>1</sub>	128,2	3.964.918	9.996.500	14.238.500	63,3476	292	K <sub>2</sub>	115,7	2.271.205	10	K <sub>1</sub>	116,8	3.754.778	9.979.000	14.243.500	56,2106	201	K <sub>2</sub>	124,575	2.395.439																												
5	K <sub>1</sub>	146,75	2.687.012	9.981.500	14.288.500	61,2446	960																																																																																														
	K <sub>2</sub>	88,35	3.621.875					6	K <sub>1</sub>	127,475	2.768.173	9.986.500	14.241.000	58,4971	331	K <sub>2</sub>	106,55	3.612.763	7	K <sub>1</sub>	139,1	2.461.480	9.996.500	14.268.500	58,0589	169	K <sub>2</sub>	99,4	3.820.799	8	K <sub>1</sub>	82,3	3.548.939	9.996.500	14.116.000	57,31	119	K <sub>2</sub>	151,325	4.156.257	9	K <sub>1</sub>	128,2	3.964.918	9.996.500	14.238.500	63,3476	292	K <sub>2</sub>	115,7	2.271.205	10	K <sub>1</sub>	116,8	3.754.778	9.979.000	14.243.500	56,2106	201	K <sub>2</sub>	124,575	2.395.439																																							
6	K <sub>1</sub>	127,475	2.768.173	9.986.500	14.241.000	58,4971	331																																																																																														
	K <sub>2</sub>	106,55	3.612.763					7	K <sub>1</sub>	139,1	2.461.480	9.996.500	14.268.500	58,0589	169	K <sub>2</sub>	99,4	3.820.799	8	K <sub>1</sub>	82,3	3.548.939	9.996.500	14.116.000	57,31	119	K <sub>2</sub>	151,325	4.156.257	9	K <sub>1</sub>	128,2	3.964.918	9.996.500	14.238.500	63,3476	292	K <sub>2</sub>	115,7	2.271.205	10	K <sub>1</sub>	116,8	3.754.778	9.979.000	14.243.500	56,2106	201	K <sub>2</sub>	124,575	2.395.439																																																		
7	K <sub>1</sub>	139,1	2.461.480	9.996.500	14.268.500	58,0589	169																																																																																														
	K <sub>2</sub>	99,4	3.820.799					8	K <sub>1</sub>	82,3	3.548.939	9.996.500	14.116.000	57,31	119	K <sub>2</sub>	151,325	4.156.257	9	K <sub>1</sub>	128,2	3.964.918	9.996.500	14.238.500	63,3476	292	K <sub>2</sub>	115,7	2.271.205	10	K <sub>1</sub>	116,8	3.754.778	9.979.000	14.243.500	56,2106	201	K <sub>2</sub>	124,575	2.395.439																																																													
8	K <sub>1</sub>	82,3	3.548.939	9.996.500	14.116.000	57,31	119																																																																																														
	K <sub>2</sub>	151,325	4.156.257					9	K <sub>1</sub>	128,2	3.964.918	9.996.500	14.238.500	63,3476	292	K <sub>2</sub>	115,7	2.271.205	10	K <sub>1</sub>	116,8	3.754.778	9.979.000	14.243.500	56,2106	201	K <sub>2</sub>	124,575	2.395.439																																																																								
9	K <sub>1</sub>	128,2	3.964.918	9.996.500	14.238.500	63,3476	292																																																																																														
	K <sub>2</sub>	115,7	2.271.205					10	K <sub>1</sub>	116,8	3.754.778	9.979.000	14.243.500	56,2106	201	K <sub>2</sub>	124,575	2.395.439																																																																																			
10	K <sub>1</sub>	116,8	3.754.778	9.979.000	14.243.500	56,2106	201																																																																																														
	K <sub>2</sub>	124,575	2.395.439																																																																																																		

Barang yang diangkut dari solusi terbaik pada percobaan dengan populasi = 200 dan iterasi = 1000 sebagai berikut:

*Knapsack 1*: Tempat Tisu A, Tempat Tisu B, Asbak, Tempat Perhiasan A, Tempat Perhiasan B, Nampan A, Nampan D, Tempat Minuman, Tempat Sendok, Tempat Sedotan, Rak Hiasan Dinding, Rak Sepatu, Lampu Tempel E+I, Lampu Tempel F+G+I, Lampu Gantung J2, Lampu Gantung J1, Lampu Duduk M\*\*\*\*, Lampu Duduk M\*, Lampu Duduk Nb, Lampu Duduk Nc, Lampu Duduk O\*, Lampu Duduk O\*\*\*, Lampu Duduk Pa, Lampu Duduk Pc, Lampu Duduk Qb, Lampu Duduk Qc, Patung Kuda 3, Patung Kuda 2, Patung Rusa 2 dan Patung Domba 1.

*Knapsack 2*: Tempat Tisu C, Gerbong Maut, Tempat Koran, Lampu Tempel B+I, Lampu Tempel H+I, Lampu Gantung K2, Lampu Gantung K1, Lampu Duduk O\*\*, Lampu Duduk Pb, Lampu Duduk Rb, Patung Rusa 3, Patung Rusa 1, Patung Domba 3 dan Patung Domba 2.

## B.5 Hasil percobaan dengan populasi = 500 dan iterasi = 1.000

No.	Knapsack ke-	Berat (Kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Total Harga Beli (Rp)	Total Keuntungan (Rp)	Running Time (s)	Iterasi Terkecil																																																																																														
1	K <sub>1</sub>	97,425	3.446.397	9.991.500	14.231.000	114,6314	738																																																																																														
	K <sub>2</sub>	146,9	2.901.539					2	K <sub>1</sub>	143,5	4.024.842	9.964.000	14.183.500	105,0631	17	K <sub>2</sub>	120,375	2.490.719	3	K <sub>1</sub>	151,85	2.848.528	9.993.500	14.239.000	98,2064	131	K <sub>2</sub>	87,875	3.517.128	4	K <sub>1</sub>	131,15	2.680.994	9.999.000	14.291.000	108,261	647	K <sub>2</sub>	103,3	3.651.518	5	K <sub>1</sub>	125,025	2.308.845	9.986.500	14.201.000	97,5735	63	K <sub>2</sub>	124,6	4.139.411	6	K <sub>1</sub>	109,75	4.203.238	9.976.500	14.271.000	108,5801	272	K <sub>2</sub>	126,975	2.185.198	7	K <sub>1</sub>	130,825	4.225.213	9.969.000	14.253.500	106,6524	781	K <sub>2</sub>	99	2.187.879	8	K <sub>1</sub>	110,1	3.842.955	9.994.000	14.233.500	106,3068	926	K <sub>2</sub>	118,925	2.391.637	9	K <sub>1</sub>	124,525	2.409.777	9.986.500	14.261.000	109,531	192	K <sub>2</sub>	105,4	3.995.659	10	K <sub>1</sub>	128,75	2.544.768	9.994.000	14.203.500
2	K <sub>1</sub>	143,5	4.024.842	9.964.000	14.183.500	105,0631	17																																																																																														
	K <sub>2</sub>	120,375	2.490.719					3	K <sub>1</sub>	151,85	2.848.528	9.993.500	14.239.000	98,2064	131	K <sub>2</sub>	87,875	3.517.128	4	K <sub>1</sub>	131,15	2.680.994	9.999.000	14.291.000	108,261	647	K <sub>2</sub>	103,3	3.651.518	5	K <sub>1</sub>	125,025	2.308.845	9.986.500	14.201.000	97,5735	63	K <sub>2</sub>	124,6	4.139.411	6	K <sub>1</sub>	109,75	4.203.238	9.976.500	14.271.000	108,5801	272	K <sub>2</sub>	126,975	2.185.198	7	K <sub>1</sub>	130,825	4.225.213	9.969.000	14.253.500	106,6524	781	K <sub>2</sub>	99	2.187.879	8	K <sub>1</sub>	110,1	3.842.955	9.994.000	14.233.500	106,3068	926	K <sub>2</sub>	118,925	2.391.637	9	K <sub>1</sub>	124,525	2.409.777	9.986.500	14.261.000	109,531	192	K <sub>2</sub>	105,4	3.995.659	10	K <sub>1</sub>	128,75	2.544.768	9.994.000	14.203.500	101,9627	309	K <sub>2</sub>	94,875	3.428.824						
3	K <sub>1</sub>	151,85	2.848.528	9.993.500	14.239.000	98,2064	131																																																																																														
	K <sub>2</sub>	87,875	3.517.128					4	K <sub>1</sub>	131,15	2.680.994	9.999.000	14.291.000	108,261	647	K <sub>2</sub>	103,3	3.651.518	5	K <sub>1</sub>	125,025	2.308.845	9.986.500	14.201.000	97,5735	63	K <sub>2</sub>	124,6	4.139.411	6	K <sub>1</sub>	109,75	4.203.238	9.976.500	14.271.000	108,5801	272	K <sub>2</sub>	126,975	2.185.198	7	K <sub>1</sub>	130,825	4.225.213	9.969.000	14.253.500	106,6524	781	K <sub>2</sub>	99	2.187.879	8	K <sub>1</sub>	110,1	3.842.955	9.994.000	14.233.500	106,3068	926	K <sub>2</sub>	118,925	2.391.637	9	K <sub>1</sub>	124,525	2.409.777	9.986.500	14.261.000	109,531	192	K <sub>2</sub>	105,4	3.995.659	10	K <sub>1</sub>	128,75	2.544.768	9.994.000	14.203.500	101,9627	309	K <sub>2</sub>	94,875	3.428.824																	
4	K <sub>1</sub>	131,15	2.680.994	9.999.000	14.291.000	108,261	647																																																																																														
	K <sub>2</sub>	103,3	3.651.518					5	K <sub>1</sub>	125,025	2.308.845	9.986.500	14.201.000	97,5735	63	K <sub>2</sub>	124,6	4.139.411	6	K <sub>1</sub>	109,75	4.203.238	9.976.500	14.271.000	108,5801	272	K <sub>2</sub>	126,975	2.185.198	7	K <sub>1</sub>	130,825	4.225.213	9.969.000	14.253.500	106,6524	781	K <sub>2</sub>	99	2.187.879	8	K <sub>1</sub>	110,1	3.842.955	9.994.000	14.233.500	106,3068	926	K <sub>2</sub>	118,925	2.391.637	9	K <sub>1</sub>	124,525	2.409.777	9.986.500	14.261.000	109,531	192	K <sub>2</sub>	105,4	3.995.659	10	K <sub>1</sub>	128,75	2.544.768	9.994.000	14.203.500	101,9627	309	K <sub>2</sub>	94,875	3.428.824																												
5	K <sub>1</sub>	125,025	2.308.845	9.986.500	14.201.000	97,5735	63																																																																																														
	K <sub>2</sub>	124,6	4.139.411					6	K <sub>1</sub>	109,75	4.203.238	9.976.500	14.271.000	108,5801	272	K <sub>2</sub>	126,975	2.185.198	7	K <sub>1</sub>	130,825	4.225.213	9.969.000	14.253.500	106,6524	781	K <sub>2</sub>	99	2.187.879	8	K <sub>1</sub>	110,1	3.842.955	9.994.000	14.233.500	106,3068	926	K <sub>2</sub>	118,925	2.391.637	9	K <sub>1</sub>	124,525	2.409.777	9.986.500	14.261.000	109,531	192	K <sub>2</sub>	105,4	3.995.659	10	K <sub>1</sub>	128,75	2.544.768	9.994.000	14.203.500	101,9627	309	K <sub>2</sub>	94,875	3.428.824																																							
6	K <sub>1</sub>	109,75	4.203.238	9.976.500	14.271.000	108,5801	272																																																																																														
	K <sub>2</sub>	126,975	2.185.198					7	K <sub>1</sub>	130,825	4.225.213	9.969.000	14.253.500	106,6524	781	K <sub>2</sub>	99	2.187.879	8	K <sub>1</sub>	110,1	3.842.955	9.994.000	14.233.500	106,3068	926	K <sub>2</sub>	118,925	2.391.637	9	K <sub>1</sub>	124,525	2.409.777	9.986.500	14.261.000	109,531	192	K <sub>2</sub>	105,4	3.995.659	10	K <sub>1</sub>	128,75	2.544.768	9.994.000	14.203.500	101,9627	309	K <sub>2</sub>	94,875	3.428.824																																																		
7	K <sub>1</sub>	130,825	4.225.213	9.969.000	14.253.500	106,6524	781																																																																																														
	K <sub>2</sub>	99	2.187.879					8	K <sub>1</sub>	110,1	3.842.955	9.994.000	14.233.500	106,3068	926	K <sub>2</sub>	118,925	2.391.637	9	K <sub>1</sub>	124,525	2.409.777	9.986.500	14.261.000	109,531	192	K <sub>2</sub>	105,4	3.995.659	10	K <sub>1</sub>	128,75	2.544.768	9.994.000	14.203.500	101,9627	309	K <sub>2</sub>	94,875	3.428.824																																																													
8	K <sub>1</sub>	110,1	3.842.955	9.994.000	14.233.500	106,3068	926																																																																																														
	K <sub>2</sub>	118,925	2.391.637					9	K <sub>1</sub>	124,525	2.409.777	9.986.500	14.261.000	109,531	192	K <sub>2</sub>	105,4	3.995.659	10	K <sub>1</sub>	128,75	2.544.768	9.994.000	14.203.500	101,9627	309	K <sub>2</sub>	94,875	3.428.824																																																																								
9	K <sub>1</sub>	124,525	2.409.777	9.986.500	14.261.000	109,531	192																																																																																														
	K <sub>2</sub>	105,4	3.995.659					10	K <sub>1</sub>	128,75	2.544.768	9.994.000	14.203.500	101,9627	309	K <sub>2</sub>	94,875	3.428.824																																																																																			
10	K <sub>1</sub>	128,75	2.544.768	9.994.000	14.203.500	101,9627	309																																																																																														
	K <sub>2</sub>	94,875	3.428.824																																																																																																		

Barang yang diangkut dari solusi terbaik pada percobaan dengan populasi = 500 dan iterasi = 1.000 sebagai berikut:

*Knapsack 1:* Tempat Tisu B, Tempat Perhiasan A, Tempat Perhiasan B, Nampan A, Tempat Minuman, Tempat Sendok, Gerbong Maut, Rak Hiasan Dinding, Tempat Koran, Rak Sepatu, Lampu Tempel B+I, Lampu Tempel E+I, Lampu Tempel H+I, Lampu Gantung J2, Lampu Gantung K2, Lampu Duduk Nb, Lampu Duduk Nc, Lampu Duduk O\*, Lampu Duduk O\*\*, Lampu Duduk Pa, Lampu Duduk Pc, Lampu Duduk Qb, Patung Kuda 3, Patung Kuda 2, Patung Rusa 2, Patung Domba 3, Patung Domba 2 dan Patung Domba 1.

*Knapsack 2:* Tempat Tisu A, Asbak, Nampan D, Tempat Sedotan, Lampu Tempel F+G+I, Lampu Gantung J1, Lampu Gantung K1, Lampu Duduk M\*\*\*\*, Lampu Duduk M\*, Lampu Duduk O\*\*\*\*, Lampu Duduk Pb, Lampu Duduk Qa, Lampu Duduk Qc, Lampu Duduk Rb, Patung Rusa 3 dan Patung Rusa 1.

## B.6 Hasil percobaan dengan populasi = 500 dan iterasi = 2.000

No.	Knapsack ke-	Berat (Kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Total Harga Beli (Rp)	Total Keuntungan (Rp)	Running Time (s)	Iterasi Terkecil																																																																																														
1	K <sub>1</sub>	103,525	2.192.619	9.991.500	14.261.000	250,6932	1504																																																																																														
	K <sub>2</sub>	131,7	4.154.365					2	K <sub>1</sub>	136,025	3.033.139	9.991.500	14.271.000	247,6722	1810	K <sub>2</sub>	103	3.293.213	3	K <sub>1</sub>	114,85	2.227.744	9.994.000	14.158.500	237,9396	1445	K <sub>2</sub>	107,025	4.134.469	4	K <sub>1</sub>	103,525	2.192.619	9.991.500	14.261.000	220,1564	1504	K <sub>2</sub>	131,7	4.154.365	5	K <sub>1</sub>	136,025	3.033.139	9.991.500	14.271.000	205,5074	1810	K <sub>2</sub>	103	3.293.213	6	K <sub>1</sub>	114,85	2.227.744	9.994.000	14.158.500	199,6631	1445	K <sub>2</sub>	107,025	4.134.469	7	K <sub>1</sub>	102,35	3.347.129	9.991.500	14.271.000	221,8657	1156	K <sub>2</sub>	136,975	2.975.567	8	K <sub>1</sub>	65,675	3.628.922	9.994.000	14.233.500	215,6309	1181	K <sub>2</sub>	173,35	2.743.190	9	K <sub>1</sub>	167,35	3.291.562	9.999.000	14.291.000	203,3144	716	K <sub>2</sub>	68,3	3.081.410	10	K <sub>1</sub>	116,225	4.015.583	9.989.000	14.258.500
2	K <sub>1</sub>	136,025	3.033.139	9.991.500	14.271.000	247,6722	1810																																																																																														
	K <sub>2</sub>	103	3.293.213					3	K <sub>1</sub>	114,85	2.227.744	9.994.000	14.158.500	237,9396	1445	K <sub>2</sub>	107,025	4.134.469	4	K <sub>1</sub>	103,525	2.192.619	9.991.500	14.261.000	220,1564	1504	K <sub>2</sub>	131,7	4.154.365	5	K <sub>1</sub>	136,025	3.033.139	9.991.500	14.271.000	205,5074	1810	K <sub>2</sub>	103	3.293.213	6	K <sub>1</sub>	114,85	2.227.744	9.994.000	14.158.500	199,6631	1445	K <sub>2</sub>	107,025	4.134.469	7	K <sub>1</sub>	102,35	3.347.129	9.991.500	14.271.000	221,8657	1156	K <sub>2</sub>	136,975	2.975.567	8	K <sub>1</sub>	65,675	3.628.922	9.994.000	14.233.500	215,6309	1181	K <sub>2</sub>	173,35	2.743.190	9	K <sub>1</sub>	167,35	3.291.562	9.999.000	14.291.000	203,3144	716	K <sub>2</sub>	68,3	3.081.410	10	K <sub>1</sub>	116,225	4.015.583	9.989.000	14.258.500	207,8281	1835	K <sub>2</sub>	134,75	2.509.174						
3	K <sub>1</sub>	114,85	2.227.744	9.994.000	14.158.500	237,9396	1445																																																																																														
	K <sub>2</sub>	107,025	4.134.469					4	K <sub>1</sub>	103,525	2.192.619	9.991.500	14.261.000	220,1564	1504	K <sub>2</sub>	131,7	4.154.365	5	K <sub>1</sub>	136,025	3.033.139	9.991.500	14.271.000	205,5074	1810	K <sub>2</sub>	103	3.293.213	6	K <sub>1</sub>	114,85	2.227.744	9.994.000	14.158.500	199,6631	1445	K <sub>2</sub>	107,025	4.134.469	7	K <sub>1</sub>	102,35	3.347.129	9.991.500	14.271.000	221,8657	1156	K <sub>2</sub>	136,975	2.975.567	8	K <sub>1</sub>	65,675	3.628.922	9.994.000	14.233.500	215,6309	1181	K <sub>2</sub>	173,35	2.743.190	9	K <sub>1</sub>	167,35	3.291.562	9.999.000	14.291.000	203,3144	716	K <sub>2</sub>	68,3	3.081.410	10	K <sub>1</sub>	116,225	4.015.583	9.989.000	14.258.500	207,8281	1835	K <sub>2</sub>	134,75	2.509.174																	
4	K <sub>1</sub>	103,525	2.192.619	9.991.500	14.261.000	220,1564	1504																																																																																														
	K <sub>2</sub>	131,7	4.154.365					5	K <sub>1</sub>	136,025	3.033.139	9.991.500	14.271.000	205,5074	1810	K <sub>2</sub>	103	3.293.213	6	K <sub>1</sub>	114,85	2.227.744	9.994.000	14.158.500	199,6631	1445	K <sub>2</sub>	107,025	4.134.469	7	K <sub>1</sub>	102,35	3.347.129	9.991.500	14.271.000	221,8657	1156	K <sub>2</sub>	136,975	2.975.567	8	K <sub>1</sub>	65,675	3.628.922	9.994.000	14.233.500	215,6309	1181	K <sub>2</sub>	173,35	2.743.190	9	K <sub>1</sub>	167,35	3.291.562	9.999.000	14.291.000	203,3144	716	K <sub>2</sub>	68,3	3.081.410	10	K <sub>1</sub>	116,225	4.015.583	9.989.000	14.258.500	207,8281	1835	K <sub>2</sub>	134,75	2.509.174																												
5	K <sub>1</sub>	136,025	3.033.139	9.991.500	14.271.000	205,5074	1810																																																																																														
	K <sub>2</sub>	103	3.293.213					6	K <sub>1</sub>	114,85	2.227.744	9.994.000	14.158.500	199,6631	1445	K <sub>2</sub>	107,025	4.134.469	7	K <sub>1</sub>	102,35	3.347.129	9.991.500	14.271.000	221,8657	1156	K <sub>2</sub>	136,975	2.975.567	8	K <sub>1</sub>	65,675	3.628.922	9.994.000	14.233.500	215,6309	1181	K <sub>2</sub>	173,35	2.743.190	9	K <sub>1</sub>	167,35	3.291.562	9.999.000	14.291.000	203,3144	716	K <sub>2</sub>	68,3	3.081.410	10	K <sub>1</sub>	116,225	4.015.583	9.989.000	14.258.500	207,8281	1835	K <sub>2</sub>	134,75	2.509.174																																							
6	K <sub>1</sub>	114,85	2.227.744	9.994.000	14.158.500	199,6631	1445																																																																																														
	K <sub>2</sub>	107,025	4.134.469					7	K <sub>1</sub>	102,35	3.347.129	9.991.500	14.271.000	221,8657	1156	K <sub>2</sub>	136,975	2.975.567	8	K <sub>1</sub>	65,675	3.628.922	9.994.000	14.233.500	215,6309	1181	K <sub>2</sub>	173,35	2.743.190	9	K <sub>1</sub>	167,35	3.291.562	9.999.000	14.291.000	203,3144	716	K <sub>2</sub>	68,3	3.081.410	10	K <sub>1</sub>	116,225	4.015.583	9.989.000	14.258.500	207,8281	1835	K <sub>2</sub>	134,75	2.509.174																																																		
7	K <sub>1</sub>	102,35	3.347.129	9.991.500	14.271.000	221,8657	1156																																																																																														
	K <sub>2</sub>	136,975	2.975.567					8	K <sub>1</sub>	65,675	3.628.922	9.994.000	14.233.500	215,6309	1181	K <sub>2</sub>	173,35	2.743.190	9	K <sub>1</sub>	167,35	3.291.562	9.999.000	14.291.000	203,3144	716	K <sub>2</sub>	68,3	3.081.410	10	K <sub>1</sub>	116,225	4.015.583	9.989.000	14.258.500	207,8281	1835	K <sub>2</sub>	134,75	2.509.174																																																													
8	K <sub>1</sub>	65,675	3.628.922	9.994.000	14.233.500	215,6309	1181																																																																																														
	K <sub>2</sub>	173,35	2.743.190					9	K <sub>1</sub>	167,35	3.291.562	9.999.000	14.291.000	203,3144	716	K <sub>2</sub>	68,3	3.081.410	10	K <sub>1</sub>	116,225	4.015.583	9.989.000	14.258.500	207,8281	1835	K <sub>2</sub>	134,75	2.509.174																																																																								
9	K <sub>1</sub>	167,35	3.291.562	9.999.000	14.291.000	203,3144	716																																																																																														
	K <sub>2</sub>	68,3	3.081.410					10	K <sub>1</sub>	116,225	4.015.583	9.989.000	14.258.500	207,8281	1835	K <sub>2</sub>	134,75	2.509.174																																																																																			
10	K <sub>1</sub>	116,225	4.015.583	9.989.000	14.258.500	207,8281	1835																																																																																														
	K <sub>2</sub>	134,75	2.509.174																																																																																																		

Barang yang diangkut dari solusi terbaik pada percobaan dengan populasi = 500 dan iterasi = 2.000 sebagai berikut:

*Knapsack 1:* Tempat Tisu A, Tempat Tisu B, Asbak, Nampan A, Nampan D, Gerbong Maut, Rak Hiasan Dinding, Rak Sepatu, Lampu Tempel B+I, Lampu Tempel E+I, Lampu Tempel F+G+I, Lampu Gantung J2, Lampu Gantung J1, Lampu Gantung K1, Lampu Duduk M\*, Lampu Duduk Nb, Lampu Duduk Nc, Lampu Duduk O\*, Lampu Duduk O\*\*, Lampu Duduk O\*\*\*, Lampu Duduk Pa, Lampu Duduk Pc, Lampu Duduk Qb, Lampu Duduk Qc, Patung Kuda 3, Patung Kuda 2, Patung Rusa 3, Patung Rusa 1, Patung Domba 3 dan Patung Domba 2.

*Knapsack 2:* Tempat Perhiasan A, Tempat Perhiasan B, Tempat Minuman, Tempat Sendok, Tempat Sedotan, Tempat Koran, Lampu Tempel H+I, Lampu Gantung K2, Lampu Duduk M\*\*\*\*, Lampu Duduk Pb, Lampu Duduk Qa, Lampu Duduk Rb, Patung Rusa 2 dan Patung Domba 1.

## B.7 Hasil percobaan dengan populasi = 500 dan iterasi = 5.000

No.	Knapsack ke-	Berat (Kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Total Harga Beli (Rp)	Total Keuntungan (Rp)	Running Time (s)	Iterasi Terkecil																																																																																														
1	K <sub>1</sub>	109,875	3.555.752	9.991.500	14.261.000	476,2831	771																																																																																														
	K <sub>2</sub>	129,65	2.769.684					2	K <sub>1</sub>	117,2	3.890.595	9.994.000	14.261.000	505,9707	3176	K <sub>2</sub>	127,675	2.660.726	3	K <sub>1</sub>	143,35	2.937.722	9.991.000	14.176.500	476,8996	3289	K <sub>2</sub>	113,275	3.602.274	4	K <sub>1</sub>	141,225	2.721.193	9.999.000	14.291.000	502,7881	4573	K <sub>2</sub>	87,4	3.531.399	5	K <sub>1</sub>	129,1	2.729.457	9.994.000	14.261.000	495,2281	1667	K <sub>2</sub>	115,55	3.790.555	6	K <sub>1</sub>	120,875	2.548.953	9.978.500	14.259.000	483,9449	3357	K <sub>2</sub>	107,65	3.730.703	7	K <sub>1</sub>	105,1	4.187.670	9.999.000	14.291.000	494,1178	1179	K <sub>2</sub>	130,6	2.157.217	8	K <sub>1</sub>	126,7	2.512.464	9.996.500	14.268.500	492,9227	1296	K <sub>2</sub>	106,525	3.718.088	9	K <sub>1</sub>	128,6	3.923.240	9.999.000	14.151.000	467,3821	20	K <sub>2</sub>	103,4	2.232.707	10	K <sub>1</sub>	121,35	2.570.672	9.991.500	14.253.500
2	K <sub>1</sub>	117,2	3.890.595	9.994.000	14.261.000	505,9707	3176																																																																																														
	K <sub>2</sub>	127,675	2.660.726					3	K <sub>1</sub>	143,35	2.937.722	9.991.000	14.176.500	476,8996	3289	K <sub>2</sub>	113,275	3.602.274	4	K <sub>1</sub>	141,225	2.721.193	9.999.000	14.291.000	502,7881	4573	K <sub>2</sub>	87,4	3.531.399	5	K <sub>1</sub>	129,1	2.729.457	9.994.000	14.261.000	495,2281	1667	K <sub>2</sub>	115,55	3.790.555	6	K <sub>1</sub>	120,875	2.548.953	9.978.500	14.259.000	483,9449	3357	K <sub>2</sub>	107,65	3.730.703	7	K <sub>1</sub>	105,1	4.187.670	9.999.000	14.291.000	494,1178	1179	K <sub>2</sub>	130,6	2.157.217	8	K <sub>1</sub>	126,7	2.512.464	9.996.500	14.268.500	492,9227	1296	K <sub>2</sub>	106,525	3.718.088	9	K <sub>1</sub>	128,6	3.923.240	9.999.000	14.151.000	467,3821	20	K <sub>2</sub>	103,4	2.232.707	10	K <sub>1</sub>	121,35	2.570.672	9.991.500	14.253.500	505,5773	2449	K <sub>2</sub>	108,775	3.847.764						
3	K <sub>1</sub>	143,35	2.937.722	9.991.000	14.176.500	476,8996	3289																																																																																														
	K <sub>2</sub>	113,275	3.602.274					4	K <sub>1</sub>	141,225	2.721.193	9.999.000	14.291.000	502,7881	4573	K <sub>2</sub>	87,4	3.531.399	5	K <sub>1</sub>	129,1	2.729.457	9.994.000	14.261.000	495,2281	1667	K <sub>2</sub>	115,55	3.790.555	6	K <sub>1</sub>	120,875	2.548.953	9.978.500	14.259.000	483,9449	3357	K <sub>2</sub>	107,65	3.730.703	7	K <sub>1</sub>	105,1	4.187.670	9.999.000	14.291.000	494,1178	1179	K <sub>2</sub>	130,6	2.157.217	8	K <sub>1</sub>	126,7	2.512.464	9.996.500	14.268.500	492,9227	1296	K <sub>2</sub>	106,525	3.718.088	9	K <sub>1</sub>	128,6	3.923.240	9.999.000	14.151.000	467,3821	20	K <sub>2</sub>	103,4	2.232.707	10	K <sub>1</sub>	121,35	2.570.672	9.991.500	14.253.500	505,5773	2449	K <sub>2</sub>	108,775	3.847.764																	
4	K <sub>1</sub>	141,225	2.721.193	9.999.000	14.291.000	502,7881	4573																																																																																														
	K <sub>2</sub>	87,4	3.531.399					5	K <sub>1</sub>	129,1	2.729.457	9.994.000	14.261.000	495,2281	1667	K <sub>2</sub>	115,55	3.790.555	6	K <sub>1</sub>	120,875	2.548.953	9.978.500	14.259.000	483,9449	3357	K <sub>2</sub>	107,65	3.730.703	7	K <sub>1</sub>	105,1	4.187.670	9.999.000	14.291.000	494,1178	1179	K <sub>2</sub>	130,6	2.157.217	8	K <sub>1</sub>	126,7	2.512.464	9.996.500	14.268.500	492,9227	1296	K <sub>2</sub>	106,525	3.718.088	9	K <sub>1</sub>	128,6	3.923.240	9.999.000	14.151.000	467,3821	20	K <sub>2</sub>	103,4	2.232.707	10	K <sub>1</sub>	121,35	2.570.672	9.991.500	14.253.500	505,5773	2449	K <sub>2</sub>	108,775	3.847.764																												
5	K <sub>1</sub>	129,1	2.729.457	9.994.000	14.261.000	495,2281	1667																																																																																														
	K <sub>2</sub>	115,55	3.790.555					6	K <sub>1</sub>	120,875	2.548.953	9.978.500	14.259.000	483,9449	3357	K <sub>2</sub>	107,65	3.730.703	7	K <sub>1</sub>	105,1	4.187.670	9.999.000	14.291.000	494,1178	1179	K <sub>2</sub>	130,6	2.157.217	8	K <sub>1</sub>	126,7	2.512.464	9.996.500	14.268.500	492,9227	1296	K <sub>2</sub>	106,525	3.718.088	9	K <sub>1</sub>	128,6	3.923.240	9.999.000	14.151.000	467,3821	20	K <sub>2</sub>	103,4	2.232.707	10	K <sub>1</sub>	121,35	2.570.672	9.991.500	14.253.500	505,5773	2449	K <sub>2</sub>	108,775	3.847.764																																							
6	K <sub>1</sub>	120,875	2.548.953	9.978.500	14.259.000	483,9449	3357																																																																																														
	K <sub>2</sub>	107,65	3.730.703					7	K <sub>1</sub>	105,1	4.187.670	9.999.000	14.291.000	494,1178	1179	K <sub>2</sub>	130,6	2.157.217	8	K <sub>1</sub>	126,7	2.512.464	9.996.500	14.268.500	492,9227	1296	K <sub>2</sub>	106,525	3.718.088	9	K <sub>1</sub>	128,6	3.923.240	9.999.000	14.151.000	467,3821	20	K <sub>2</sub>	103,4	2.232.707	10	K <sub>1</sub>	121,35	2.570.672	9.991.500	14.253.500	505,5773	2449	K <sub>2</sub>	108,775	3.847.764																																																		
7	K <sub>1</sub>	105,1	4.187.670	9.999.000	14.291.000	494,1178	1179																																																																																														
	K <sub>2</sub>	130,6	2.157.217					8	K <sub>1</sub>	126,7	2.512.464	9.996.500	14.268.500	492,9227	1296	K <sub>2</sub>	106,525	3.718.088	9	K <sub>1</sub>	128,6	3.923.240	9.999.000	14.151.000	467,3821	20	K <sub>2</sub>	103,4	2.232.707	10	K <sub>1</sub>	121,35	2.570.672	9.991.500	14.253.500	505,5773	2449	K <sub>2</sub>	108,775	3.847.764																																																													
8	K <sub>1</sub>	126,7	2.512.464	9.996.500	14.268.500	492,9227	1296																																																																																														
	K <sub>2</sub>	106,525	3.718.088					9	K <sub>1</sub>	128,6	3.923.240	9.999.000	14.151.000	467,3821	20	K <sub>2</sub>	103,4	2.232.707	10	K <sub>1</sub>	121,35	2.570.672	9.991.500	14.253.500	505,5773	2449	K <sub>2</sub>	108,775	3.847.764																																																																								
9	K <sub>1</sub>	128,6	3.923.240	9.999.000	14.151.000	467,3821	20																																																																																														
	K <sub>2</sub>	103,4	2.232.707					10	K <sub>1</sub>	121,35	2.570.672	9.991.500	14.253.500	505,5773	2449	K <sub>2</sub>	108,775	3.847.764																																																																																			
10	K <sub>1</sub>	121,35	2.570.672	9.991.500	14.253.500	505,5773	2449																																																																																														
	K <sub>2</sub>	108,775	3.847.764																																																																																																		

Barang yang diangkut dari solusi terbaik pada percobaan dengan populasi = 500 dan iterasi = 5.000 sebagai berikut:

*Knapsack 1:* Tempat Tisu A, Tempat Tisu B, Asbak, Nampan A, Tempat Minuman, Tempat Sendok, Tempat Sedotan, Gerbong Maut, Rak Hiasan Dinding, Lampu Tempel E+I, Lampu Gantung J2, Lampu Gantung K2, Lampu Duduk L2, Lampu Duduk M\*, Lampu Duduk Nc, Lampu Duduk O\*\*\*, Lampu Duduk Pb, Lampu Duduk Qb, Lampu Duduk Qc, Lampu Duduk, Patung Kuda 3, Patung Kuda 2, Patung Rusa 3, Patung Rusa 2, Patung Domba 2 dan Patung Domba 1.

*Knapsack 2:* Tempat Perhiasan A, Tempat Perhiasan B, Nampan D, Tempat Koran, Rak Sepatu, Lampu Tempel B+I, Lampu Tempel F+G+I, Lampu Tempel H+I, Lampu Gantung J1, Lampu Gantung K1, Lampu Duduk M\*\*\*\*, Lampu Duduk Nb, Lampu Duduk O\*, Lampu Duduk O\*\*, Lampu Duduk Pa, Lampu Duduk Pc, Lampu Duduk Qa, Lampu Duduk Rb dan Patung Rusa 1.

## B.8 Hasil percobaan dengan populasi = 500 dan iterasi = 10.000

No.	Knapsack ke-	Berat (Kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Total Harga Beli (Rp)	Total Keuntungan (Rp)	Running Time (s)	Iterasi Terkecil																																																																																														
1	K <sub>1</sub>	128,4	4.211.043	9.986.500	14.278.500	1131,987	2492																																																																																														
	K <sub>2</sub>	102,9	1.967.344					2	K <sub>1</sub>	156,9	4.154.467	9.989.000	14.236.000	969,447	4123	K <sub>2</sub>	87,2	3.724.584	3	K <sub>1</sub>	100,55	4.039.480	9.996.500	14.226.000	1075,099	4861	K <sub>2</sub>	137,475	2.237.996	4	K <sub>1</sub>	107,95	2.235.784	9.991.500	14.271.000	982,652	3127	K <sub>2</sub>	131,875	3.998.808	5	K <sub>1</sub>	100,05	3.496.129	9.996.500	14.268.500	984,231	1089	K <sub>2</sub>	139,05	2.736.150	6	K <sub>1</sub>	129,45	2.430.960	9.989.000	14.258.500	1008,1	1425	K <sub>2</sub>	103,875	3.842.172	7	K <sub>1</sub>	114,55	2.333.535	9.999.000	14.291.000	1189,346	7969	K <sub>2</sub>	119,9	3.998.977	8	K <sub>1</sub>	88,6	3.462.689	9.999.000	14.291.000	1045,099	930	K <sub>2</sub>	151,9	2.904.698	9	K <sub>1</sub>	107,95	2.235.784	9.991.500	14.271.000	1137,536	3127	K <sub>2</sub>	131,875	3.998.808	10	K <sub>1</sub>	100,05	3.496.129	9.996.500	14.268.500
2	K <sub>1</sub>	156,9	4.154.467	9.989.000	14.236.000	969,447	4123																																																																																														
	K <sub>2</sub>	87,2	3.724.584					3	K <sub>1</sub>	100,55	4.039.480	9.996.500	14.226.000	1075,099	4861	K <sub>2</sub>	137,475	2.237.996	4	K <sub>1</sub>	107,95	2.235.784	9.991.500	14.271.000	982,652	3127	K <sub>2</sub>	131,875	3.998.808	5	K <sub>1</sub>	100,05	3.496.129	9.996.500	14.268.500	984,231	1089	K <sub>2</sub>	139,05	2.736.150	6	K <sub>1</sub>	129,45	2.430.960	9.989.000	14.258.500	1008,1	1425	K <sub>2</sub>	103,875	3.842.172	7	K <sub>1</sub>	114,55	2.333.535	9.999.000	14.291.000	1189,346	7969	K <sub>2</sub>	119,9	3.998.977	8	K <sub>1</sub>	88,6	3.462.689	9.999.000	14.291.000	1045,099	930	K <sub>2</sub>	151,9	2.904.698	9	K <sub>1</sub>	107,95	2.235.784	9.991.500	14.271.000	1137,536	3127	K <sub>2</sub>	131,875	3.998.808	10	K <sub>1</sub>	100,05	3.496.129	9.996.500	14.268.500	1076,105	1089	K <sub>2</sub>	139,05	2.736.150						
3	K <sub>1</sub>	100,55	4.039.480	9.996.500	14.226.000	1075,099	4861																																																																																														
	K <sub>2</sub>	137,475	2.237.996					4	K <sub>1</sub>	107,95	2.235.784	9.991.500	14.271.000	982,652	3127	K <sub>2</sub>	131,875	3.998.808	5	K <sub>1</sub>	100,05	3.496.129	9.996.500	14.268.500	984,231	1089	K <sub>2</sub>	139,05	2.736.150	6	K <sub>1</sub>	129,45	2.430.960	9.989.000	14.258.500	1008,1	1425	K <sub>2</sub>	103,875	3.842.172	7	K <sub>1</sub>	114,55	2.333.535	9.999.000	14.291.000	1189,346	7969	K <sub>2</sub>	119,9	3.998.977	8	K <sub>1</sub>	88,6	3.462.689	9.999.000	14.291.000	1045,099	930	K <sub>2</sub>	151,9	2.904.698	9	K <sub>1</sub>	107,95	2.235.784	9.991.500	14.271.000	1137,536	3127	K <sub>2</sub>	131,875	3.998.808	10	K <sub>1</sub>	100,05	3.496.129	9.996.500	14.268.500	1076,105	1089	K <sub>2</sub>	139,05	2.736.150																	
4	K <sub>1</sub>	107,95	2.235.784	9.991.500	14.271.000	982,652	3127																																																																																														
	K <sub>2</sub>	131,875	3.998.808					5	K <sub>1</sub>	100,05	3.496.129	9.996.500	14.268.500	984,231	1089	K <sub>2</sub>	139,05	2.736.150	6	K <sub>1</sub>	129,45	2.430.960	9.989.000	14.258.500	1008,1	1425	K <sub>2</sub>	103,875	3.842.172	7	K <sub>1</sub>	114,55	2.333.535	9.999.000	14.291.000	1189,346	7969	K <sub>2</sub>	119,9	3.998.977	8	K <sub>1</sub>	88,6	3.462.689	9.999.000	14.291.000	1045,099	930	K <sub>2</sub>	151,9	2.904.698	9	K <sub>1</sub>	107,95	2.235.784	9.991.500	14.271.000	1137,536	3127	K <sub>2</sub>	131,875	3.998.808	10	K <sub>1</sub>	100,05	3.496.129	9.996.500	14.268.500	1076,105	1089	K <sub>2</sub>	139,05	2.736.150																												
5	K <sub>1</sub>	100,05	3.496.129	9.996.500	14.268.500	984,231	1089																																																																																														
	K <sub>2</sub>	139,05	2.736.150					6	K <sub>1</sub>	129,45	2.430.960	9.989.000	14.258.500	1008,1	1425	K <sub>2</sub>	103,875	3.842.172	7	K <sub>1</sub>	114,55	2.333.535	9.999.000	14.291.000	1189,346	7969	K <sub>2</sub>	119,9	3.998.977	8	K <sub>1</sub>	88,6	3.462.689	9.999.000	14.291.000	1045,099	930	K <sub>2</sub>	151,9	2.904.698	9	K <sub>1</sub>	107,95	2.235.784	9.991.500	14.271.000	1137,536	3127	K <sub>2</sub>	131,875	3.998.808	10	K <sub>1</sub>	100,05	3.496.129	9.996.500	14.268.500	1076,105	1089	K <sub>2</sub>	139,05	2.736.150																																							
6	K <sub>1</sub>	129,45	2.430.960	9.989.000	14.258.500	1008,1	1425																																																																																														
	K <sub>2</sub>	103,875	3.842.172					7	K <sub>1</sub>	114,55	2.333.535	9.999.000	14.291.000	1189,346	7969	K <sub>2</sub>	119,9	3.998.977	8	K <sub>1</sub>	88,6	3.462.689	9.999.000	14.291.000	1045,099	930	K <sub>2</sub>	151,9	2.904.698	9	K <sub>1</sub>	107,95	2.235.784	9.991.500	14.271.000	1137,536	3127	K <sub>2</sub>	131,875	3.998.808	10	K <sub>1</sub>	100,05	3.496.129	9.996.500	14.268.500	1076,105	1089	K <sub>2</sub>	139,05	2.736.150																																																		
7	K <sub>1</sub>	114,55	2.333.535	9.999.000	14.291.000	1189,346	7969																																																																																														
	K <sub>2</sub>	119,9	3.998.977					8	K <sub>1</sub>	88,6	3.462.689	9.999.000	14.291.000	1045,099	930	K <sub>2</sub>	151,9	2.904.698	9	K <sub>1</sub>	107,95	2.235.784	9.991.500	14.271.000	1137,536	3127	K <sub>2</sub>	131,875	3.998.808	10	K <sub>1</sub>	100,05	3.496.129	9.996.500	14.268.500	1076,105	1089	K <sub>2</sub>	139,05	2.736.150																																																													
8	K <sub>1</sub>	88,6	3.462.689	9.999.000	14.291.000	1045,099	930																																																																																														
	K <sub>2</sub>	151,9	2.904.698					9	K <sub>1</sub>	107,95	2.235.784	9.991.500	14.271.000	1137,536	3127	K <sub>2</sub>	131,875	3.998.808	10	K <sub>1</sub>	100,05	3.496.129	9.996.500	14.268.500	1076,105	1089	K <sub>2</sub>	139,05	2.736.150																																																																								
9	K <sub>1</sub>	107,95	2.235.784	9.991.500	14.271.000	1137,536	3127																																																																																														
	K <sub>2</sub>	131,875	3.998.808					10	K <sub>1</sub>	100,05	3.496.129	9.996.500	14.268.500	1076,105	1089	K <sub>2</sub>	139,05	2.736.150																																																																																			
10	K <sub>1</sub>	100,05	3.496.129	9.996.500	14.268.500	1076,105	1089																																																																																														
	K <sub>2</sub>	139,05	2.736.150																																																																																																		

Barang yang diangkut dari solusi terbaik pada percobaan dengan populasi = 500 dan iterasi = 10.000 sebagai berikut:

*Knapsack 1:* Tempat Tisu B, Tempat Tisu C, Tempat Perhiasan A, Tempat Sedotan, Rak Sepatu, Lampu Tempel H+I, Lampu Gantung J1, Lampu Duduk L2, , Lampu Duduk M\*, Lampu Duduk Nc, Lampu Duduk O\*, Lampu Duduk Pa, Lampu Duduk Pb, Lampu Duduk Pc, Patung Kuda 3, Patung Kuda 2, Patung Rusa 2 dan Patung Rusa 1.

*Knapsack 2:* Tempat Tisu A, Asbak, Nampan A, Nampan D, Tempat Minuman, Tempat Pensil, Tempat Sendok, Gerbong Maut, Rak Hiasan Dinding, Tempat Koran, Lampu Tempel B+I, Lampu Tempel E+I, Lampu Tempel F+G+I, Lampu Gantung J2, Lampu Gantung K1, Lampu Duduk M\*\*\*\*, Lampu Duduk Nb, Lampu Duduk O\*\*, Lampu Duduk O\*\*\*, Lampu Duduk Qb, Lampu Duduk Qc, Lampu Duduk Rb, Patung Rusa 3, Patung Domba 3, Patung Domba 2 dan Patung Domba 1.

## Lampiran C. Hasil Percobaan Metode Simplex

### C.1 Hasil Percobaan Metode Simplex

Knapsack ke-	Berat (Kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Total Harga Beli (Rp)	Total Keuntungan (Rp)	Running Time (s)
K <sub>1</sub>	178,15	3.698.226,75	9.999.000	14.291.000	1800
K <sub>2</sub>	49,1	2.539.785			

*Knapsack 1:* Tempat Tisu A, Asbak, Tempat Perhiasan A, Tempat Sedotan, Tempat Koran, Lampu Tempel B+I, Lampu Tempel E+I, Lampu Tempel F+G+I, Lampu Tempel H+I, Lampu Gantung J2, Lampu Gantung J1, Lampu Gantung K2, Lampu Gantung K1, Lampu Duduk M\*\*\*\*, Lampu Duduk M\*, Lampu Duduk Nb, Lampu Duduk Nc, Lampu Duduk O\*, Lampu Duduk O\*\*, Lampu Duduk O\*\*\*, Lampu Duduk Pa, Lampu Duduk Pb, Lampu Duduk Pc, Lampu Duduk Qa, Lampu Duduk Qb, Patung Kuda 3, Patung Kuda 2, Patung Rusa 3, Patung Rusa 2, Patung Rusa 1, Patung Domba 2 dan Patung Domba 1.

*Knapsack 2:* Tempat Tisu B, Tempat Perhiasan B, Nampan A, Nampan D, Tempat Minuman, Tempat Sendok, Gerbong Maut, Rak Hiasan Dinding, Rak Sepatu, Lampu Duduk L2, Lampu Duduk Qc dan Lampu Duduk Rb.

## Lampiran D. Hasil Percobaan Algoritma MVNS

### D.1 Hasil percobaan dengan $i_{max} = 20$ dan iterasi = 1.000

No.	Knapsack ke-	Berat (Kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Total Harga Beli (Rp)	Total Keuntungan (Rp)	Running Time (s)
1	K <sub>1</sub>	162,45	3.450.200	9.976.500	14.088.500	120,6978
	K <sub>2</sub>	67,7	2.888.823,75			
2	K <sub>1</sub>	209,75	3.691.483,75	9.981.000	14.074.000	115,4783
	K <sub>2</sub>	46,1	2.903.200			
3	K <sub>1</sub>	117	4.233.450	9.996.500	14.188.500	116,49
	K <sub>2</sub>	97,2	3.862.226,75			
4	K <sub>1</sub>	114,05	4.266.825	9.998.500	14.021.500	122,1579
	K <sub>2</sub>	88,4	3.889.418,75			
5	K <sub>1</sub>	102,4	4.174.123,75	9.991.500	14.073.500	120,502
	K <sub>2</sub>	131,05	4.127.400			
6	K <sub>1</sub>	102,1	4.274.500	9.985.500	14.078.500	114,4452
	K <sub>2</sub>	117,75	3.807.513,75			
7	K <sub>1</sub>	129,9	4.257.305	9.996.500	13.993.500	115,7638
	K <sub>2</sub>	89,55	3.109.158,75			
8	K <sub>1</sub>	124	4.203.200	9.999.000	14.126.000	118,561
	K <sub>2</sub>	112,65	2.229.813,75			
9	K <sub>1</sub>	114,6	4.268.125	9.999.000	13.946.000	124,7767
	K <sub>2</sub>	97,95	3.888.148,75			
10	K <sub>1</sub>	110,3	4.164.500	9.988.500	14.146.500	131,3668
	K <sub>2</sub>	117,1	3.522.146,75			



Barang yang diangkut dari solusi terbaik berdasarkan percobaan sebagai berikut:

*Knapsack 1* : Lampu Tempel B + I, Lampu Tempel F + G + I, Lampu Tempel H +I, Lampu Duduk M\*\*\*\*, Lampu Duduk O\*\*, Lampu Duduk Rb, Patung Kuda 3, Patung Kuda 2, Patung Rusa 3, Patung Rusa 2, Patung Rusa 1.

*Knapsack 2* : Tempat Tisu A, Tempat Tisu B, Tempat Tisu C, Asbak, Tempat Perhiasan A, Tempat Perhiasan B, Nampan A, Nampan D, Tempat Minuman, Tempat Sendok, Miniatur Gerbong Maut, Rak Hiasan Dinding, Rak Sepatu, Lampu Gantung J2, Lampu Gantung J1, Lampu Gantung K1, Lampu Duduk M\*, Lampu Duduk Nb, Lampu Duduk Nc, Lampu Duduk O\*, Lampu Duduk O\*\*\*, Lampu Duduk Pa, Lampu Duduk Pb, Lampu Duduk Pc, Lampu Duduk Qb, Lampu Duduk Qc, Lampu Duduk Rc.

D.2 Hasil percobaan dengan  $i_{max} = 20$  dan iterasi = 2.000

No.	Knapsack ke-	Berat (Kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Total Harga Beli (Rp)	Total Keuntungan (Rp)	Running Time (s)
1	K <sub>1</sub>	169,05	3.390.105	9.989.000	14.081.000	312,3062
	K <sub>2</sub>	56,2	4.244.098,75			
2	K <sub>1</sub>	123,65	4.258.948,75	9.999.000	14.066.000	342,0746
	K <sub>2</sub>	98,3	3.913.575			
3	K <sub>1</sub>	146,3	4.272.998	9.989.000	14.116.000	328,5768
	K <sub>2</sub>	96,05	1.855.563,75			
4	K <sub>1</sub>	88,8	4.207.000	9.991.000	13.939.000	300,6569
	K <sub>2</sub>	141,25	4.050.243,75			
5	K <sub>1</sub>	187,5	3.672.608,75	9.996.500	14.068.500	304,5028
	K <sub>2</sub>	67,25	2.606.375			
6	K <sub>1</sub>	100,8	4.243.750	9.988.500	13.986.500	283,5373
	K <sub>2</sub>	118,5	3.876.243,75			
7	K <sub>1</sub>	93,85	4.121.018,75	9.996.000	14.159.000	298,8109
	K <sub>2</sub>	124,6	4.166.625			
8	K <sub>1</sub>	125,95	4.165.630	9.999.000	14.041.000	299,1344
	K <sub>2</sub>	95,3	3.308.323,75			
9	K <sub>1</sub>	115,3	4.228.125	9.986.500	14.251.000	305,9881
	K <sub>2</sub>	103,325	1.925.466,75			
10	K <sub>1</sub>	169,05	3.390.105	9.989.000	14.081.000	266,0618
	K <sub>2</sub>	56,2	4.244.098,75			

Barang yang diangkut dari solusi terbaik berdasarkan percobaan sebagai berikut:

*Knapsack 1* : Nampan D, Lampu Tempel B+I, Lampu Duduk O\*\*, Lampu Duduk O\*\*\*, Lampu Duduk Pc, Lampu Duduk Qc, Lampu Duduk Rb, Patung Kuda 3, Patung Kuda 2, Patung Rusa 3, Patung Rusa 2, Patung Rusa 1.

*Knapsack 2* : Tempat Tisu A, Tempat Tisu B, Tempat Tisu C, Asbak, Tempat Perhiasan A, Tempat Perhiasan B, Nampan A, Tempat Minuman, Tempat Pensil, Tempat Sendok, Tempat Sedotan, Miniatur Gerbong Maut, Rak Hiasan Dinding, Tempat Koran, Rak Sepatu,

Lampu Tempel E+I, Lampu Tempel F+G+I, Lampu Tempel H+I, Lampu Gantung J2, Lampu Gantung J1, Lampu Gantung K2, Lampu Gantung K1, Lampu Duduk L1, Lampu Duduk M\*\*\*\*, Lampu Duduk M\*, Lampu Duduk Nb, Lampu Duduk Nc, Lampu Duduk O\*, Lampu Duduk Pa, Lampu Duduk Pb, Lampu Duduk Qa, Lampu Duduk Qb, Patung Domba 2.

D.3 Hasil percobaan dengan  $i_{max} = 20$  dan iterasi = 5.000

No.	Knapsack ke-	Berat (Kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Total Harga Beli (Rp)	Total Keuntungan (Rp)	Running Time (s)
1	K <sub>1</sub>	115,6	4.277.950	9.998.500	14.116.500	555,6159
	K <sub>2</sub>	117,1	3.358.098,75			
2	K <sub>1</sub>	125,8	4.193.683,75	9.996.000	14.094.000	625,9255
	K <sub>2</sub>	85,05	3.906.750			
3	K <sub>1</sub>	178,6	3.680.348,75	9.996.500	14.193.500	619,5817
	K <sub>2</sub>	65,8	2.810.770			
4	K <sub>1</sub>	140,55	2.705.755	9.999.000	14.251.000	595,2649
	K <sub>2</sub>	96,7	3.618.908,75			
5	K <sub>1</sub>	106	4.267.905	9.999.000	14.116.000	598,5964
	K <sub>2</sub>	104,25	3.783.808,75			
6	K <sub>1</sub>	125,4	4.231.950	9.998.500	14.186.500	606,1559
	K <sub>2</sub>	102	3.945.706,75			
7	K <sub>1</sub>	108,5	4.206.210	9.994.000	14.131.000	624,1561
	K <sub>2</sub>	114,05	3.931.243,75			
8	K <sub>1</sub>	112,2	4.242.750	9.991.000	14.089.000	608,3336
	K <sub>2</sub>	112,65	3.935.683,75			
9	K <sub>1</sub>	169,25	3.636.703,75	9.999.000	14.291.000	596,6494
	K <sub>2</sub>	65,2	2.695.808			
10	K <sub>1</sub>	127,5	4.274.065	9.991.000	14.049.000	639,5021
	K <sub>2</sub>	97,75	3.264.108,75			

Barang yang diangkut dari solusi terbaik berdasarkan percobaan sebagai berikut:

*Knapsack 1* : Tempat Tisu B, Tempat Perhiasan A, Tempat Perhiasan B, Nampan A, Tempat Minuman, Tempat Sendok, Tempat Sedotan, Miniatur Gerbong Maut, Tempat Koran, Rak Sepatu, Lampu Tempel B + I, Lampu Tempel E + I, Lampu Tempel F + G + I, Lampu Gantung J2, Lampu Gantung J1, Lampu Duduk M\*, Lampu Duduk Nb, Lampu Duduk Nc, Lampu Duduk O\*\*, Lampu Duduk Pa, Lampu Duduk Pb, Lampu Duduk Pc, Lampu Duduk Qa, Lampu Duduk Qb, Lampu Duduk Qc, Patung Kuda 3, Patung Kuda 2, Patung Rusa 3, Patung Rusa 2, Patung Rusa 1, Patung Domba 3, Patung Domba 2, Patung Domba 1.

*Knapsack 2* : Tempat Tisu A, Asbak, Nampan D, Rak Hiasan Dinding, Lampu Tempel H + I, Lampu Gantung K2, Lampu Gantung K1, Lampu Duduk M\*\*\*\*, Lampu Duduk O\*, Lampu Duduk O\*\*\*, Lampu Duduk Rb.

D.4 Hasil percobaan dengan  $i_{max} = 30$  dan iterasi = 1.000

No.	Knapsack ke-	Berat (Kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Total Harga Beli (Rp)	Total Keuntungan (Rp)	Running Time (s)																																																																																						
1	K <sub>1</sub>	137,45	3.978.775	9.996.000	14.049.000	107,8904																																																																																						
	K <sub>2</sub>	88,6	4.202.718,75				2	K <sub>1</sub>	145	2.609.783,75	9.996.500	14.153.500	142,5992	K <sub>2</sub>	95,55	3.672.480	3	K <sub>1</sub>	99,45	3.902.535	9.981.000	13.964.000	98,2406	K <sub>2</sub>	113,8	4.128.668,75	4	K <sub>1</sub>	141,8	2.526.775	9.999.000	14.191.000	113,0458	K <sub>2</sub>	103,85	3.816.148,75	5	K <sub>1</sub>	130,6	3.881.125	9.999.000	14.131.000	103,2673	K <sub>2</sub>	104,05	3.673.578,75	6	K <sub>1</sub>	125,4	4.277.875	9.999.000	14.111.000	135,6267	K <sub>2</sub>	83,1	3.724.551,75	7	K <sub>1</sub>	41,3	2.792.410	9.999.000	14.083.500	116,6658	K <sub>2</sub>	193,375	3.292.958,75	8	K <sub>1</sub>	146,65	2.687.610	9.996.500	14.193.500	111,2104	K <sub>2</sub>	85,75	3.530.968,75	9	K <sub>1</sub>	128,8	4.175.805	9.999.000	14.016.000	131,922	K <sub>2</sub>	107,35	2.071.718,75	10	K <sub>1</sub>	111,125	4.003.550	9.979.000	14.153.500
2	K <sub>1</sub>	145	2.609.783,75	9.996.500	14.153.500	142,5992																																																																																						
	K <sub>2</sub>	95,55	3.672.480				3	K <sub>1</sub>	99,45	3.902.535	9.981.000	13.964.000	98,2406	K <sub>2</sub>	113,8	4.128.668,75	4	K <sub>1</sub>	141,8	2.526.775	9.999.000	14.191.000	113,0458	K <sub>2</sub>	103,85	3.816.148,75	5	K <sub>1</sub>	130,6	3.881.125	9.999.000	14.131.000	103,2673	K <sub>2</sub>	104,05	3.673.578,75	6	K <sub>1</sub>	125,4	4.277.875	9.999.000	14.111.000	135,6267	K <sub>2</sub>	83,1	3.724.551,75	7	K <sub>1</sub>	41,3	2.792.410	9.999.000	14.083.500	116,6658	K <sub>2</sub>	193,375	3.292.958,75	8	K <sub>1</sub>	146,65	2.687.610	9.996.500	14.193.500	111,2104	K <sub>2</sub>	85,75	3.530.968,75	9	K <sub>1</sub>	128,8	4.175.805	9.999.000	14.016.000	131,922	K <sub>2</sub>	107,35	2.071.718,75	10	K <sub>1</sub>	111,125	4.003.550	9.979.000	14.153.500	117,348	K <sub>2</sub>	117,45	2.331.108,75						
3	K <sub>1</sub>	99,45	3.902.535	9.981.000	13.964.000	98,2406																																																																																						
	K <sub>2</sub>	113,8	4.128.668,75				4	K <sub>1</sub>	141,8	2.526.775	9.999.000	14.191.000	113,0458	K <sub>2</sub>	103,85	3.816.148,75	5	K <sub>1</sub>	130,6	3.881.125	9.999.000	14.131.000	103,2673	K <sub>2</sub>	104,05	3.673.578,75	6	K <sub>1</sub>	125,4	4.277.875	9.999.000	14.111.000	135,6267	K <sub>2</sub>	83,1	3.724.551,75	7	K <sub>1</sub>	41,3	2.792.410	9.999.000	14.083.500	116,6658	K <sub>2</sub>	193,375	3.292.958,75	8	K <sub>1</sub>	146,65	2.687.610	9.996.500	14.193.500	111,2104	K <sub>2</sub>	85,75	3.530.968,75	9	K <sub>1</sub>	128,8	4.175.805	9.999.000	14.016.000	131,922	K <sub>2</sub>	107,35	2.071.718,75	10	K <sub>1</sub>	111,125	4.003.550	9.979.000	14.153.500	117,348	K <sub>2</sub>	117,45	2.331.108,75																
4	K <sub>1</sub>	141,8	2.526.775	9.999.000	14.191.000	113,0458																																																																																						
	K <sub>2</sub>	103,85	3.816.148,75				5	K <sub>1</sub>	130,6	3.881.125	9.999.000	14.131.000	103,2673	K <sub>2</sub>	104,05	3.673.578,75	6	K <sub>1</sub>	125,4	4.277.875	9.999.000	14.111.000	135,6267	K <sub>2</sub>	83,1	3.724.551,75	7	K <sub>1</sub>	41,3	2.792.410	9.999.000	14.083.500	116,6658	K <sub>2</sub>	193,375	3.292.958,75	8	K <sub>1</sub>	146,65	2.687.610	9.996.500	14.193.500	111,2104	K <sub>2</sub>	85,75	3.530.968,75	9	K <sub>1</sub>	128,8	4.175.805	9.999.000	14.016.000	131,922	K <sub>2</sub>	107,35	2.071.718,75	10	K <sub>1</sub>	111,125	4.003.550	9.979.000	14.153.500	117,348	K <sub>2</sub>	117,45	2.331.108,75																										
5	K <sub>1</sub>	130,6	3.881.125	9.999.000	14.131.000	103,2673																																																																																						
	K <sub>2</sub>	104,05	3.673.578,75				6	K <sub>1</sub>	125,4	4.277.875	9.999.000	14.111.000	135,6267	K <sub>2</sub>	83,1	3.724.551,75	7	K <sub>1</sub>	41,3	2.792.410	9.999.000	14.083.500	116,6658	K <sub>2</sub>	193,375	3.292.958,75	8	K <sub>1</sub>	146,65	2.687.610	9.996.500	14.193.500	111,2104	K <sub>2</sub>	85,75	3.530.968,75	9	K <sub>1</sub>	128,8	4.175.805	9.999.000	14.016.000	131,922	K <sub>2</sub>	107,35	2.071.718,75	10	K <sub>1</sub>	111,125	4.003.550	9.979.000	14.153.500	117,348	K <sub>2</sub>	117,45	2.331.108,75																																				
6	K <sub>1</sub>	125,4	4.277.875	9.999.000	14.111.000	135,6267																																																																																						
	K <sub>2</sub>	83,1	3.724.551,75				7	K <sub>1</sub>	41,3	2.792.410	9.999.000	14.083.500	116,6658	K <sub>2</sub>	193,375	3.292.958,75	8	K <sub>1</sub>	146,65	2.687.610	9.996.500	14.193.500	111,2104	K <sub>2</sub>	85,75	3.530.968,75	9	K <sub>1</sub>	128,8	4.175.805	9.999.000	14.016.000	131,922	K <sub>2</sub>	107,35	2.071.718,75	10	K <sub>1</sub>	111,125	4.003.550	9.979.000	14.153.500	117,348	K <sub>2</sub>	117,45	2.331.108,75																																														
7	K <sub>1</sub>	41,3	2.792.410	9.999.000	14.083.500	116,6658																																																																																						
	K <sub>2</sub>	193,375	3.292.958,75				8	K <sub>1</sub>	146,65	2.687.610	9.996.500	14.193.500	111,2104	K <sub>2</sub>	85,75	3.530.968,75	9	K <sub>1</sub>	128,8	4.175.805	9.999.000	14.016.000	131,922	K <sub>2</sub>	107,35	2.071.718,75	10	K <sub>1</sub>	111,125	4.003.550	9.979.000	14.153.500	117,348	K <sub>2</sub>	117,45	2.331.108,75																																																								
8	K <sub>1</sub>	146,65	2.687.610	9.996.500	14.193.500	111,2104																																																																																						
	K <sub>2</sub>	85,75	3.530.968,75				9	K <sub>1</sub>	128,8	4.175.805	9.999.000	14.016.000	131,922	K <sub>2</sub>	107,35	2.071.718,75	10	K <sub>1</sub>	111,125	4.003.550	9.979.000	14.153.500	117,348	K <sub>2</sub>	117,45	2.331.108,75																																																																		
9	K <sub>1</sub>	128,8	4.175.805	9.999.000	14.016.000	131,922																																																																																						
	K <sub>2</sub>	107,35	2.071.718,75				10	K <sub>1</sub>	111,125	4.003.550	9.979.000	14.153.500	117,348	K <sub>2</sub>	117,45	2.331.108,75																																																																												
10	K <sub>1</sub>	111,125	4.003.550	9.979.000	14.153.500	117,348																																																																																						
	K <sub>2</sub>	117,45	2.331.108,75																																																																																									

Barang yang diangkut dari solusi terbaik berdasarkan percobaan sebagai berikut:

*Knapsack 1*: Tempat Tisu B, Tempat Tisu C, Tempat Perhiasan A, Nampan A, Nampan D, Tempat Minuman, Tempat Sendok, Rak Hiasan Dinding, Rak Sepatu, Lampu Tempel B + I, Lampu Tempel E + I, Lampu Tempel F + G + I, Lampu Tempel H + I, Lampu Gantung J2, Lampu Duduk M\*, Lampu Duduk Nb, Lampu Duduk Nc, Lampu Duduk O\*, Lampu Duduk O\*\*, Lampu Duduk O\*\*\*, Lampu Duduk Pb, Lampu Duduk Qc, Patung Kuda 2, Patung Rusa 2, Patung Rusa 1, Patung Domba 3, Patung Domba 2.

*Knapsack-2*: Tempat Tisu A, Miniatur Gerbong Maut, Tempat Koran, Lampu Gantung J1, Lampu Gantung K2, Lampu Duduk L1, Lampu Duduk L2, Lampu Duduk M\*\*\*\*, Lampu Duduk Pa, Lampu Duduk Pc, Lampu Duduk Qb, Lampu Duduk Rb, Patung Kuda 3, Patung Rusa 3.

D.5 Hasil percobaan dengan  $i_{max} = 30$  dan iterasi = 2.000

No.	Knapsack ke-	Berat (Kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Total Harga Beli (Rp)	Total Keuntungan (Rp)	Running Time (s)																																																																																						
1	K <sub>1</sub>	137,45	3.978.775	9.996.000	14.049.000	238,0176																																																																																						
	K <sub>2</sub>	88,6	4.202.718,75				2	K <sub>1</sub>	89,4	3.997.430	9.981.000	14.099.000	325,9914	K <sub>2</sub>	140,05	4.130.243,75	3	K <sub>1</sub>	115,2	4.244.325	9.996.000	14.184.000	223,8763	K <sub>2</sub>	107,65	3.985.808,75	4	K <sub>1</sub>	105	4.061.700	9.996.000	13.979.000	256,9905	K <sub>2</sub>	108,75	3.967.651,75	5	K <sub>1</sub>	139,2	4.135.668,75	9.986.500	14.163.500	221,6258	K <sub>2</sub>	90,85	2.116.595	6	K <sub>1</sub>	125,1	4.226.075	9.998.500	14.166.500	295,4607	K <sub>2</sub>	107,15	4.089.158,75	7	K <sub>1</sub>	115,4	4.188.400	9.983.500	14.096.500	285,0795	K <sub>2</sub>	115,95	4.207.593,75	8	K <sub>1</sub>	120,45	4.264.200	9.986.500	14.203.500	269,2154	K <sub>2</sub>	100,55	1.862.618,75	9	K <sub>1</sub>	104,9	3.618.838	9.991.500	14.003.500	320,084	K <sub>2</sub>	116,35	4.012.233,75	10	K <sub>1</sub>	173,1	4.166.325	9.981.000	13.949.000
2	K <sub>1</sub>	89,4	3.997.430	9.981.000	14.099.000	325,9914																																																																																						
	K <sub>2</sub>	140,05	4.130.243,75				3	K <sub>1</sub>	115,2	4.244.325	9.996.000	14.184.000	223,8763	K <sub>2</sub>	107,65	3.985.808,75	4	K <sub>1</sub>	105	4.061.700	9.996.000	13.979.000	256,9905	K <sub>2</sub>	108,75	3.967.651,75	5	K <sub>1</sub>	139,2	4.135.668,75	9.986.500	14.163.500	221,6258	K <sub>2</sub>	90,85	2.116.595	6	K <sub>1</sub>	125,1	4.226.075	9.998.500	14.166.500	295,4607	K <sub>2</sub>	107,15	4.089.158,75	7	K <sub>1</sub>	115,4	4.188.400	9.983.500	14.096.500	285,0795	K <sub>2</sub>	115,95	4.207.593,75	8	K <sub>1</sub>	120,45	4.264.200	9.986.500	14.203.500	269,2154	K <sub>2</sub>	100,55	1.862.618,75	9	K <sub>1</sub>	104,9	3.618.838	9.991.500	14.003.500	320,084	K <sub>2</sub>	116,35	4.012.233,75	10	K <sub>1</sub>	173,1	4.166.325	9.981.000	13.949.000	272,4909	K <sub>2</sub>	67,05	3.376.918,75						
3	K <sub>1</sub>	115,2	4.244.325	9.996.000	14.184.000	223,8763																																																																																						
	K <sub>2</sub>	107,65	3.985.808,75				4	K <sub>1</sub>	105	4.061.700	9.996.000	13.979.000	256,9905	K <sub>2</sub>	108,75	3.967.651,75	5	K <sub>1</sub>	139,2	4.135.668,75	9.986.500	14.163.500	221,6258	K <sub>2</sub>	90,85	2.116.595	6	K <sub>1</sub>	125,1	4.226.075	9.998.500	14.166.500	295,4607	K <sub>2</sub>	107,15	4.089.158,75	7	K <sub>1</sub>	115,4	4.188.400	9.983.500	14.096.500	285,0795	K <sub>2</sub>	115,95	4.207.593,75	8	K <sub>1</sub>	120,45	4.264.200	9.986.500	14.203.500	269,2154	K <sub>2</sub>	100,55	1.862.618,75	9	K <sub>1</sub>	104,9	3.618.838	9.991.500	14.003.500	320,084	K <sub>2</sub>	116,35	4.012.233,75	10	K <sub>1</sub>	173,1	4.166.325	9.981.000	13.949.000	272,4909	K <sub>2</sub>	67,05	3.376.918,75																
4	K <sub>1</sub>	105	4.061.700	9.996.000	13.979.000	256,9905																																																																																						
	K <sub>2</sub>	108,75	3.967.651,75				5	K <sub>1</sub>	139,2	4.135.668,75	9.986.500	14.163.500	221,6258	K <sub>2</sub>	90,85	2.116.595	6	K <sub>1</sub>	125,1	4.226.075	9.998.500	14.166.500	295,4607	K <sub>2</sub>	107,15	4.089.158,75	7	K <sub>1</sub>	115,4	4.188.400	9.983.500	14.096.500	285,0795	K <sub>2</sub>	115,95	4.207.593,75	8	K <sub>1</sub>	120,45	4.264.200	9.986.500	14.203.500	269,2154	K <sub>2</sub>	100,55	1.862.618,75	9	K <sub>1</sub>	104,9	3.618.838	9.991.500	14.003.500	320,084	K <sub>2</sub>	116,35	4.012.233,75	10	K <sub>1</sub>	173,1	4.166.325	9.981.000	13.949.000	272,4909	K <sub>2</sub>	67,05	3.376.918,75																										
5	K <sub>1</sub>	139,2	4.135.668,75	9.986.500	14.163.500	221,6258																																																																																						
	K <sub>2</sub>	90,85	2.116.595				6	K <sub>1</sub>	125,1	4.226.075	9.998.500	14.166.500	295,4607	K <sub>2</sub>	107,15	4.089.158,75	7	K <sub>1</sub>	115,4	4.188.400	9.983.500	14.096.500	285,0795	K <sub>2</sub>	115,95	4.207.593,75	8	K <sub>1</sub>	120,45	4.264.200	9.986.500	14.203.500	269,2154	K <sub>2</sub>	100,55	1.862.618,75	9	K <sub>1</sub>	104,9	3.618.838	9.991.500	14.003.500	320,084	K <sub>2</sub>	116,35	4.012.233,75	10	K <sub>1</sub>	173,1	4.166.325	9.981.000	13.949.000	272,4909	K <sub>2</sub>	67,05	3.376.918,75																																				
6	K <sub>1</sub>	125,1	4.226.075	9.998.500	14.166.500	295,4607																																																																																						
	K <sub>2</sub>	107,15	4.089.158,75				7	K <sub>1</sub>	115,4	4.188.400	9.983.500	14.096.500	285,0795	K <sub>2</sub>	115,95	4.207.593,75	8	K <sub>1</sub>	120,45	4.264.200	9.986.500	14.203.500	269,2154	K <sub>2</sub>	100,55	1.862.618,75	9	K <sub>1</sub>	104,9	3.618.838	9.991.500	14.003.500	320,084	K <sub>2</sub>	116,35	4.012.233,75	10	K <sub>1</sub>	173,1	4.166.325	9.981.000	13.949.000	272,4909	K <sub>2</sub>	67,05	3.376.918,75																																														
7	K <sub>1</sub>	115,4	4.188.400	9.983.500	14.096.500	285,0795																																																																																						
	K <sub>2</sub>	115,95	4.207.593,75				8	K <sub>1</sub>	120,45	4.264.200	9.986.500	14.203.500	269,2154	K <sub>2</sub>	100,55	1.862.618,75	9	K <sub>1</sub>	104,9	3.618.838	9.991.500	14.003.500	320,084	K <sub>2</sub>	116,35	4.012.233,75	10	K <sub>1</sub>	173,1	4.166.325	9.981.000	13.949.000	272,4909	K <sub>2</sub>	67,05	3.376.918,75																																																								
8	K <sub>1</sub>	120,45	4.264.200	9.986.500	14.203.500	269,2154																																																																																						
	K <sub>2</sub>	100,55	1.862.618,75				9	K <sub>1</sub>	104,9	3.618.838	9.991.500	14.003.500	320,084	K <sub>2</sub>	116,35	4.012.233,75	10	K <sub>1</sub>	173,1	4.166.325	9.981.000	13.949.000	272,4909	K <sub>2</sub>	67,05	3.376.918,75																																																																		
9	K <sub>1</sub>	104,9	3.618.838	9.991.500	14.003.500	320,084																																																																																						
	K <sub>2</sub>	116,35	4.012.233,75				10	K <sub>1</sub>	173,1	4.166.325	9.981.000	13.949.000	272,4909	K <sub>2</sub>	67,05	3.376.918,75																																																																												
10	K <sub>1</sub>	173,1	4.166.325	9.981.000	13.949.000	272,4909																																																																																						
	K <sub>2</sub>	67,05	3.376.918,75																																																																																									

Barang yang diangkut dari solusi terbaik berdasarkan percobaan sebagai berikut:

*Knapsack 1*: Lampu Tempel E + I, Lampu Tempel F + G + I, Lampu Gantung J2, Lampu Gantung J1, Lampu Duduk M\*\*\*\*, Lampu Duduk O\*\*, Lampu Duduk O\*\*\*, Lampu Duduk Pb, Lampu Duduk Pc, Lampu Duduk Qb, Lampu Duduk Rb, Patung Kuda 2, Patung Rusa 3, Patung Rusa 2, Patung Rusa 1.

*Knapsack-2*: Tempat Tisu A, Tempat Tisu B, Tempat Tisu C, Tempat Perhiasan A, Tempat Perhiasan B, Nampan A, Nampan D, Tempat Minuman, Tempat Sendok, Miniatur Gerbong Maut, Rak Hiasan Dinding, Tempat Koran, Rak Sepatu, Lampu Tempel B + I, Lampu Tempel H + I, Lampu Gantung K2, Lampu Gantung K1, Lampu Duduk L1, Lampu Duduk L2, Lampu Duduk M\*, Lampu Duduk Nb, Lampu Duduk Nc, Lampu Duduk O\*, Lampu Duduk Pa, Lampu Duduk Qc, Patung Kuda 3, Patung Domba 1.

D.6 Hasil percobaan dengan  $i_{max} = 30$  dan iterasi = 5.000

No.	Knapsack ke-	Berat (Kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Total Harga Beli (Rp)	Total Keuntungan (Rp)	Running Time (s)
1	K <sub>1</sub>	146,05	4.118.191,75	9.994.000	14.251.000	505,397
	K <sub>2</sub>	82,4	2.027.570			
2	K <sub>1</sub>	159,5	2.623.411,75	9.986.500	14.133.500	742,7322
	K <sub>2</sub>	91,1	3.575.265			
3	K <sub>1</sub>	135,2	4.095.950	9.971.500	14.118.500	606,4578
	K <sub>2</sub>	102,15	4.168.073,75			
4	K <sub>1</sub>	181,55	3.430.388,75	9.996.500	14.228.500	639,9885
	K <sub>2</sub>	57,05	2.928.258			
5	K <sub>1</sub>	100,3	4.253.700	9.998.500	14.139.000	775,2835
	K <sub>2</sub>	121,725	3.363.151,75			
6	K <sub>1</sub>	121	4.258.218,75	9.999.000	14.081.000	1.234,8595
	K <sub>2</sub>	94,85	3.835.495			
7	K <sub>1</sub>	109,6	4.197.890	9.991.000	14.124.000	579,6938
	K <sub>2</sub>	118,95	3.913.743,75			
8	K <sub>1</sub>	124,45	4.130.563	9.983.500	14.211.500	550,0709
	K <sub>2</sub>	118,75	2.238.343,75			
9	K <sub>1</sub>	135,2	4.095.950	9.971.500	14.118.500	504,4012
	K <sub>2</sub>	102,15	4.168.073,75			
10	K <sub>1</sub>	181,55	3.430.388,75	9.996.500	14.228.500	556,2199
	K <sub>2</sub>	57,05	2.928.258			

Barang yang diangkut dari solusi terbaik berdasarkan percobaan sebagai berikut:

*Knapsack 1*: Tempat Tisu A, Tempat Tisu B, Asbak, Tempat Perhiasan A, Nampan A, Nampan D, Lampu Tempel H + I, Lampu Duduk L1, Lampu Duduk M\*\*\*\*, Lampu Duduk M\*, Lampu Duduk O\*\*, Lampu Duduk O\*\*\*, Lampu Duduk Pa, Lampu Duduk Pc, Lampu Duduk Qb, Lampu Duduk Qc, Lampu Duduk Rb, Patung Kuda 3, Patung Kuda 2, Patung Rusa 3, Patung Domba 2.

*Knapsack 2*: Tempat Perhiasan B, Tempat Minuman, Tempat Sendok, Tempat Sedotan, Miniatur Gerbong Maut, Rak Hiasan Dinding, Rak Sepatu, Lampu Tempel B + I, Lampu Tempel E + I, Lampu Tempel F + G + I, Lampu Gantung J2, Lampu Gantung J1, Lampu Gantung K2, Lampu Gantung K1, Lampu Duduk L2, Lampu Duduk Nb, Lampu Duduk Nc, Lampu Duduk O\*, Lampu Duduk Pb, Patung Rusa 2, Patung Rusa 1, Patung Domba 1.

D.7 Hasil percobaan dengan  $i_{max} = 50$  dan iterasi = 1.000

No.	Knapsack ke-	Berat (Kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Total Harga Beli (Rp)	Total Keuntungan (Rp)	Running Time (s)																																																																																						
1	K <sub>1</sub>	132,825	4.242.480	9.998.500	14.089.000	108,4735																																																																																						
	K <sub>2</sub>	101,35	3.411.968,75				2	K <sub>1</sub>	98,15	4.190.148,75	9.994.000	14.121.000	170,9286	K <sub>2</sub>	115,1	4.141.275	3	K <sub>1</sub>	117,7	4.173.893	9.994.000	14.101.000	199,3248	K <sub>2</sub>	116,95	2.004.408,75	4	K <sub>1</sub>	126,5	4.079.983,75	9.998.500	14.156.500	265,0179	K <sub>2</sub>	98,75	4.224.000	5	K <sub>1</sub>	161,85	3.004.328,75	9.989.000	14.136.000	232,2758	K <sub>2</sub>	84	3.400.125	6	K <sub>1</sub>	131,1	2.817.203,75	9.964.000	14.136.000	211,1774	K <sub>2</sub>	106,95	3.389.250	7	K <sub>1</sub>	126,5	4.079.983,75	9.998.500	14.156.500	176,3198	K <sub>2</sub>	98,75	4.224.000	8	K <sub>1</sub>	161,85	3.004.328,75	9.989.000	14.136.000	193,6468	K <sub>2</sub>	84	3.400.125	9	K <sub>1</sub>	131,1	2.817.203,75	9.964.000	14.136.000	203,6263	K <sub>2</sub>	106,95	3.389.250	10	K <sub>1</sub>	121,55	4.268.173	9.996.500	14.133.500
2	K <sub>1</sub>	98,15	4.190.148,75	9.994.000	14.121.000	170,9286																																																																																						
	K <sub>2</sub>	115,1	4.141.275				3	K <sub>1</sub>	117,7	4.173.893	9.994.000	14.101.000	199,3248	K <sub>2</sub>	116,95	2.004.408,75	4	K <sub>1</sub>	126,5	4.079.983,75	9.998.500	14.156.500	265,0179	K <sub>2</sub>	98,75	4.224.000	5	K <sub>1</sub>	161,85	3.004.328,75	9.989.000	14.136.000	232,2758	K <sub>2</sub>	84	3.400.125	6	K <sub>1</sub>	131,1	2.817.203,75	9.964.000	14.136.000	211,1774	K <sub>2</sub>	106,95	3.389.250	7	K <sub>1</sub>	126,5	4.079.983,75	9.998.500	14.156.500	176,3198	K <sub>2</sub>	98,75	4.224.000	8	K <sub>1</sub>	161,85	3.004.328,75	9.989.000	14.136.000	193,6468	K <sub>2</sub>	84	3.400.125	9	K <sub>1</sub>	131,1	2.817.203,75	9.964.000	14.136.000	203,6263	K <sub>2</sub>	106,95	3.389.250	10	K <sub>1</sub>	121,55	4.268.173	9.996.500	14.133.500	239,1263	K <sub>2</sub>	116,15	3.291.013,73						
3	K <sub>1</sub>	117,7	4.173.893	9.994.000	14.101.000	199,3248																																																																																						
	K <sub>2</sub>	116,95	2.004.408,75				4	K <sub>1</sub>	126,5	4.079.983,75	9.998.500	14.156.500	265,0179	K <sub>2</sub>	98,75	4.224.000	5	K <sub>1</sub>	161,85	3.004.328,75	9.989.000	14.136.000	232,2758	K <sub>2</sub>	84	3.400.125	6	K <sub>1</sub>	131,1	2.817.203,75	9.964.000	14.136.000	211,1774	K <sub>2</sub>	106,95	3.389.250	7	K <sub>1</sub>	126,5	4.079.983,75	9.998.500	14.156.500	176,3198	K <sub>2</sub>	98,75	4.224.000	8	K <sub>1</sub>	161,85	3.004.328,75	9.989.000	14.136.000	193,6468	K <sub>2</sub>	84	3.400.125	9	K <sub>1</sub>	131,1	2.817.203,75	9.964.000	14.136.000	203,6263	K <sub>2</sub>	106,95	3.389.250	10	K <sub>1</sub>	121,55	4.268.173	9.996.500	14.133.500	239,1263	K <sub>2</sub>	116,15	3.291.013,73																
4	K <sub>1</sub>	126,5	4.079.983,75	9.998.500	14.156.500	265,0179																																																																																						
	K <sub>2</sub>	98,75	4.224.000				5	K <sub>1</sub>	161,85	3.004.328,75	9.989.000	14.136.000	232,2758	K <sub>2</sub>	84	3.400.125	6	K <sub>1</sub>	131,1	2.817.203,75	9.964.000	14.136.000	211,1774	K <sub>2</sub>	106,95	3.389.250	7	K <sub>1</sub>	126,5	4.079.983,75	9.998.500	14.156.500	176,3198	K <sub>2</sub>	98,75	4.224.000	8	K <sub>1</sub>	161,85	3.004.328,75	9.989.000	14.136.000	193,6468	K <sub>2</sub>	84	3.400.125	9	K <sub>1</sub>	131,1	2.817.203,75	9.964.000	14.136.000	203,6263	K <sub>2</sub>	106,95	3.389.250	10	K <sub>1</sub>	121,55	4.268.173	9.996.500	14.133.500	239,1263	K <sub>2</sub>	116,15	3.291.013,73																										
5	K <sub>1</sub>	161,85	3.004.328,75	9.989.000	14.136.000	232,2758																																																																																						
	K <sub>2</sub>	84	3.400.125				6	K <sub>1</sub>	131,1	2.817.203,75	9.964.000	14.136.000	211,1774	K <sub>2</sub>	106,95	3.389.250	7	K <sub>1</sub>	126,5	4.079.983,75	9.998.500	14.156.500	176,3198	K <sub>2</sub>	98,75	4.224.000	8	K <sub>1</sub>	161,85	3.004.328,75	9.989.000	14.136.000	193,6468	K <sub>2</sub>	84	3.400.125	9	K <sub>1</sub>	131,1	2.817.203,75	9.964.000	14.136.000	203,6263	K <sub>2</sub>	106,95	3.389.250	10	K <sub>1</sub>	121,55	4.268.173	9.996.500	14.133.500	239,1263	K <sub>2</sub>	116,15	3.291.013,73																																				
6	K <sub>1</sub>	131,1	2.817.203,75	9.964.000	14.136.000	211,1774																																																																																						
	K <sub>2</sub>	106,95	3.389.250				7	K <sub>1</sub>	126,5	4.079.983,75	9.998.500	14.156.500	176,3198	K <sub>2</sub>	98,75	4.224.000	8	K <sub>1</sub>	161,85	3.004.328,75	9.989.000	14.136.000	193,6468	K <sub>2</sub>	84	3.400.125	9	K <sub>1</sub>	131,1	2.817.203,75	9.964.000	14.136.000	203,6263	K <sub>2</sub>	106,95	3.389.250	10	K <sub>1</sub>	121,55	4.268.173	9.996.500	14.133.500	239,1263	K <sub>2</sub>	116,15	3.291.013,73																																														
7	K <sub>1</sub>	126,5	4.079.983,75	9.998.500	14.156.500	176,3198																																																																																						
	K <sub>2</sub>	98,75	4.224.000				8	K <sub>1</sub>	161,85	3.004.328,75	9.989.000	14.136.000	193,6468	K <sub>2</sub>	84	3.400.125	9	K <sub>1</sub>	131,1	2.817.203,75	9.964.000	14.136.000	203,6263	K <sub>2</sub>	106,95	3.389.250	10	K <sub>1</sub>	121,55	4.268.173	9.996.500	14.133.500	239,1263	K <sub>2</sub>	116,15	3.291.013,73																																																								
8	K <sub>1</sub>	161,85	3.004.328,75	9.989.000	14.136.000	193,6468																																																																																						
	K <sub>2</sub>	84	3.400.125				9	K <sub>1</sub>	131,1	2.817.203,75	9.964.000	14.136.000	203,6263	K <sub>2</sub>	106,95	3.389.250	10	K <sub>1</sub>	121,55	4.268.173	9.996.500	14.133.500	239,1263	K <sub>2</sub>	116,15	3.291.013,73																																																																		
9	K <sub>1</sub>	131,1	2.817.203,75	9.964.000	14.136.000	203,6263																																																																																						
	K <sub>2</sub>	106,95	3.389.250				10	K <sub>1</sub>	121,55	4.268.173	9.996.500	14.133.500	239,1263	K <sub>2</sub>	116,15	3.291.013,73																																																																												
10	K <sub>1</sub>	121,55	4.268.173	9.996.500	14.133.500	239,1263																																																																																						
	K <sub>2</sub>	116,15	3.291.013,73																																																																																									

Barang yang diangkut dari solusi terbaik berdasarkan percobaan sebagai berikut:

*Knapsack 1*: Tempat Tisu A, Tempat Tisu B, Tempat Perhiasan A, Nampan A, Nampan D, Rak Hiasan Dinding, Tempat Koran, Rak Sepatu, Lampu Tempel B + I, Lampu Tempel E + I, Lampu Tempel F + G + I, Lampu Tempel H + I, Lampu Gantung J2, Lampu Gantung J1, Lampu Duduk M\*, Lampu Duduk Nb, Lampu Duduk Nc, Lampu Duduk O\*, Lampu Duduk O\*\*, Lampu Duduk O\*\*\*, Lampu Duduk Pa, Lampu Duduk Pb, Lampu Duduk Pc, Lampu Duduk Rb, Patung Rusa 1, Patung Domba 2.

*Knapsack 2*: Miniatur Gerbong Maut, Lampu Duduk M\*\*\*\*, Lampu Duduk Qb, Lampu Duduk Qc, Lampu Duduk Rc, Patung Kuda 3, Patung Kuda 2, Patung Rusa 3, Patung Rusa 2.

D.8 Hasil percobaan dengan  $i_{max} = 50$  dan iterasi = 2.000

No.	Knapsack ke-	Berat (Kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Total Harga Beli (Rp)	Total Keuntungan (Rp)	Running Time (s)																																																																																						
1	K <sub>1</sub>	119,1	4.253.043,75	9.999.000	14.066.000	286,4007																																																																																						
	K <sub>2</sub>	95,65	3.824.980				2	K <sub>1</sub>	123,375	4.243.518,75	9.999.000	14.203.500	277,7926	K <sub>2</sub>	98,9	3.911.390	3	K <sub>1</sub>	217,55	4.023.881,75	9.994.000	14.126.000	305,4572	K <sub>2</sub>	31,9	2.337.690	4	K <sub>1</sub>	131,65	4.209.843,75	9.991.000	14.119.000	202,1216	K <sub>2</sub>	107,7	3.470.198	5	K <sub>1</sub>	129,35	4.239.438,75	9.984.000	14.141.000	365,9411	K <sub>2</sub>	103,2	3.305.515	6	K <sub>1</sub>	126,5	4.079.983,75	9.998.500	14.156.500	341,547	K <sub>2</sub>	98,75	4.224.000	7	K <sub>1</sub>	111,3	4.011.893,75	9.996.000	14.184.000	238,0872	K <sub>2</sub>	111,55	4.218.240	8	K <sub>1</sub>	191,1	3.565.055	9.986.500	14.203.500	363,7245	K <sub>2</sub>	46,5	2.757.783,75	9	K <sub>1</sub>	162,95	3.668.293,75	9.988.500	14.061.500	394,1702	K <sub>2</sub>	73,85	2.766.373	10	K <sub>1</sub>	101	4.270.890	9.996.000	14.084.000
2	K <sub>1</sub>	123,375	4.243.518,75	9.999.000	14.203.500	277,7926																																																																																						
	K <sub>2</sub>	98,9	3.911.390				3	K <sub>1</sub>	217,55	4.023.881,75	9.994.000	14.126.000	305,4572	K <sub>2</sub>	31,9	2.337.690	4	K <sub>1</sub>	131,65	4.209.843,75	9.991.000	14.119.000	202,1216	K <sub>2</sub>	107,7	3.470.198	5	K <sub>1</sub>	129,35	4.239.438,75	9.984.000	14.141.000	365,9411	K <sub>2</sub>	103,2	3.305.515	6	K <sub>1</sub>	126,5	4.079.983,75	9.998.500	14.156.500	341,547	K <sub>2</sub>	98,75	4.224.000	7	K <sub>1</sub>	111,3	4.011.893,75	9.996.000	14.184.000	238,0872	K <sub>2</sub>	111,55	4.218.240	8	K <sub>1</sub>	191,1	3.565.055	9.986.500	14.203.500	363,7245	K <sub>2</sub>	46,5	2.757.783,75	9	K <sub>1</sub>	162,95	3.668.293,75	9.988.500	14.061.500	394,1702	K <sub>2</sub>	73,85	2.766.373	10	K <sub>1</sub>	101	4.270.890	9.996.000	14.084.000	306,4321	K <sub>2</sub>	101,95	3.851.533,75						
3	K <sub>1</sub>	217,55	4.023.881,75	9.994.000	14.126.000	305,4572																																																																																						
	K <sub>2</sub>	31,9	2.337.690				4	K <sub>1</sub>	131,65	4.209.843,75	9.991.000	14.119.000	202,1216	K <sub>2</sub>	107,7	3.470.198	5	K <sub>1</sub>	129,35	4.239.438,75	9.984.000	14.141.000	365,9411	K <sub>2</sub>	103,2	3.305.515	6	K <sub>1</sub>	126,5	4.079.983,75	9.998.500	14.156.500	341,547	K <sub>2</sub>	98,75	4.224.000	7	K <sub>1</sub>	111,3	4.011.893,75	9.996.000	14.184.000	238,0872	K <sub>2</sub>	111,55	4.218.240	8	K <sub>1</sub>	191,1	3.565.055	9.986.500	14.203.500	363,7245	K <sub>2</sub>	46,5	2.757.783,75	9	K <sub>1</sub>	162,95	3.668.293,75	9.988.500	14.061.500	394,1702	K <sub>2</sub>	73,85	2.766.373	10	K <sub>1</sub>	101	4.270.890	9.996.000	14.084.000	306,4321	K <sub>2</sub>	101,95	3.851.533,75																
4	K <sub>1</sub>	131,65	4.209.843,75	9.991.000	14.119.000	202,1216																																																																																						
	K <sub>2</sub>	107,7	3.470.198				5	K <sub>1</sub>	129,35	4.239.438,75	9.984.000	14.141.000	365,9411	K <sub>2</sub>	103,2	3.305.515	6	K <sub>1</sub>	126,5	4.079.983,75	9.998.500	14.156.500	341,547	K <sub>2</sub>	98,75	4.224.000	7	K <sub>1</sub>	111,3	4.011.893,75	9.996.000	14.184.000	238,0872	K <sub>2</sub>	111,55	4.218.240	8	K <sub>1</sub>	191,1	3.565.055	9.986.500	14.203.500	363,7245	K <sub>2</sub>	46,5	2.757.783,75	9	K <sub>1</sub>	162,95	3.668.293,75	9.988.500	14.061.500	394,1702	K <sub>2</sub>	73,85	2.766.373	10	K <sub>1</sub>	101	4.270.890	9.996.000	14.084.000	306,4321	K <sub>2</sub>	101,95	3.851.533,75																										
5	K <sub>1</sub>	129,35	4.239.438,75	9.984.000	14.141.000	365,9411																																																																																						
	K <sub>2</sub>	103,2	3.305.515				6	K <sub>1</sub>	126,5	4.079.983,75	9.998.500	14.156.500	341,547	K <sub>2</sub>	98,75	4.224.000	7	K <sub>1</sub>	111,3	4.011.893,75	9.996.000	14.184.000	238,0872	K <sub>2</sub>	111,55	4.218.240	8	K <sub>1</sub>	191,1	3.565.055	9.986.500	14.203.500	363,7245	K <sub>2</sub>	46,5	2.757.783,75	9	K <sub>1</sub>	162,95	3.668.293,75	9.988.500	14.061.500	394,1702	K <sub>2</sub>	73,85	2.766.373	10	K <sub>1</sub>	101	4.270.890	9.996.000	14.084.000	306,4321	K <sub>2</sub>	101,95	3.851.533,75																																				
6	K <sub>1</sub>	126,5	4.079.983,75	9.998.500	14.156.500	341,547																																																																																						
	K <sub>2</sub>	98,75	4.224.000				7	K <sub>1</sub>	111,3	4.011.893,75	9.996.000	14.184.000	238,0872	K <sub>2</sub>	111,55	4.218.240	8	K <sub>1</sub>	191,1	3.565.055	9.986.500	14.203.500	363,7245	K <sub>2</sub>	46,5	2.757.783,75	9	K <sub>1</sub>	162,95	3.668.293,75	9.988.500	14.061.500	394,1702	K <sub>2</sub>	73,85	2.766.373	10	K <sub>1</sub>	101	4.270.890	9.996.000	14.084.000	306,4321	K <sub>2</sub>	101,95	3.851.533,75																																														
7	K <sub>1</sub>	111,3	4.011.893,75	9.996.000	14.184.000	238,0872																																																																																						
	K <sub>2</sub>	111,55	4.218.240				8	K <sub>1</sub>	191,1	3.565.055	9.986.500	14.203.500	363,7245	K <sub>2</sub>	46,5	2.757.783,75	9	K <sub>1</sub>	162,95	3.668.293,75	9.988.500	14.061.500	394,1702	K <sub>2</sub>	73,85	2.766.373	10	K <sub>1</sub>	101	4.270.890	9.996.000	14.084.000	306,4321	K <sub>2</sub>	101,95	3.851.533,75																																																								
8	K <sub>1</sub>	191,1	3.565.055	9.986.500	14.203.500	363,7245																																																																																						
	K <sub>2</sub>	46,5	2.757.783,75				9	K <sub>1</sub>	162,95	3.668.293,75	9.988.500	14.061.500	394,1702	K <sub>2</sub>	73,85	2.766.373	10	K <sub>1</sub>	101	4.270.890	9.996.000	14.084.000	306,4321	K <sub>2</sub>	101,95	3.851.533,75																																																																		
9	K <sub>1</sub>	162,95	3.668.293,75	9.988.500	14.061.500	394,1702																																																																																						
	K <sub>2</sub>	73,85	2.766.373				10	K <sub>1</sub>	101	4.270.890	9.996.000	14.084.000	306,4321	K <sub>2</sub>	101,95	3.851.533,75																																																																												
10	K <sub>1</sub>	101	4.270.890	9.996.000	14.084.000	306,4321																																																																																						
	K <sub>2</sub>	101,95	3.851.533,75																																																																																									

Barang yang diangkut dari solusi terbaik berdasarkan percobaan sebagai berikut:

*Knapsack 1*: Tempat Perhiasan A, Tempat Minuman, Tempat Pensil, Miniatur Gerbong Maut, Tempat Koran, Lampu Tempel F + G + I, Lampu Tempel H + I, Lampu Gantung J2, Lampu Duduk M\*\*\*\*, Lampu Duduk Nc, Lampu Duduk O\*, Lampu Duduk O\*\*, Lampu Duduk Pa, Lampu Duduk Pc, Lampu Duduk Qa, Lampu Duduk Qb, Lampu Duduk Qc, Lampu Duduk Rb, Patung Kuda 3, Patung Kuda 2, Patung Rusa 2, Patung Domba 2, Patung Domba 1.

*Knapsack 2*: Tempat Tisu A, Tempat Tisu B, Nampan A, Nampan D, Tempat Sendok, Rak Hiasan Dinding, Lampu Tempel B + I, Lampu Gantung J1, Lampu Gantung K1, Lampu Duduk M\*, Lampu Duduk Nb, Lampu Duduk O\*\*\*, Lampu Duduk Pb, Lampu Duduk Rc, Patung Rusa 3, Patung Rusa 1.

D.9 Hasil percobaan dengan  $i_{max} = 50$  dan iterasi = 5.000

No.	Knapsack ke-	Berat (Kg)	Volume (cm <sup>3</sup> )	Total Harga Beli (Rp)	Total Keuntungan (Rp)	Running Time (s)																																																																																						
1	K <sub>1</sub>	163,75	2.971.610	9.981.500	14.248.500	743,4668																																																																																						
	K <sub>2</sub>	79,35	3.463.036,75				2	K <sub>1</sub>	125,05	4.150.113	9.994.000	14.186.000	1.562,2893	K <sub>2</sub>	116,4	2.180.698,75	3	K <sub>1</sub>	128,2	4.066.298,75	9.993.500	14.196.500	1.129,9407	K <sub>2</sub>	96,6	4.189.500	4	K <sub>1</sub>	136,85	4.197.408,75	9.976.000	14.139.000	630,3659	K <sub>2</sub>	104,9	3.515.515	5	K <sub>1</sub>	129,9	4.276.543,75	9.999.000	14.166.000	1.411,5574	K <sub>2</sub>	108,25	1.986.670	6	K <sub>1</sub>	145,05	4.131.955	9.999.000	14.116.000	844,6144	K <sub>2</sub>	86,7	3.486.718,75	7	K <sub>1</sub>	118,3	2.114.468	9.986.500	14.263.500	1.010,994	K <sub>2</sub>	109,3	4.130.718,75	8	K <sub>1</sub>	105,9	4.052.005	9.998.500	14.231.500	875,4332	K <sub>2</sub>	132,3	2.272.033,75	9	K <sub>1</sub>	125,2	4.050.496,75	9.994.000	14.211.000	1.239,0659	K <sub>2</sub>	107,05	4.167.565	10	K <sub>1</sub>	200,3	3.771.493,75	9.991.500	14.203.500
2	K <sub>1</sub>	125,05	4.150.113	9.994.000	14.186.000	1.562,2893																																																																																						
	K <sub>2</sub>	116,4	2.180.698,75				3	K <sub>1</sub>	128,2	4.066.298,75	9.993.500	14.196.500	1.129,9407	K <sub>2</sub>	96,6	4.189.500	4	K <sub>1</sub>	136,85	4.197.408,75	9.976.000	14.139.000	630,3659	K <sub>2</sub>	104,9	3.515.515	5	K <sub>1</sub>	129,9	4.276.543,75	9.999.000	14.166.000	1.411,5574	K <sub>2</sub>	108,25	1.986.670	6	K <sub>1</sub>	145,05	4.131.955	9.999.000	14.116.000	844,6144	K <sub>2</sub>	86,7	3.486.718,75	7	K <sub>1</sub>	118,3	2.114.468	9.986.500	14.263.500	1.010,994	K <sub>2</sub>	109,3	4.130.718,75	8	K <sub>1</sub>	105,9	4.052.005	9.998.500	14.231.500	875,4332	K <sub>2</sub>	132,3	2.272.033,75	9	K <sub>1</sub>	125,2	4.050.496,75	9.994.000	14.211.000	1.239,0659	K <sub>2</sub>	107,05	4.167.565	10	K <sub>1</sub>	200,3	3.771.493,75	9.991.500	14.203.500	1.021,397	K <sub>2</sub>	42,4	2.439.933						
3	K <sub>1</sub>	128,2	4.066.298,75	9.993.500	14.196.500	1.129,9407																																																																																						
	K <sub>2</sub>	96,6	4.189.500				4	K <sub>1</sub>	136,85	4.197.408,75	9.976.000	14.139.000	630,3659	K <sub>2</sub>	104,9	3.515.515	5	K <sub>1</sub>	129,9	4.276.543,75	9.999.000	14.166.000	1.411,5574	K <sub>2</sub>	108,25	1.986.670	6	K <sub>1</sub>	145,05	4.131.955	9.999.000	14.116.000	844,6144	K <sub>2</sub>	86,7	3.486.718,75	7	K <sub>1</sub>	118,3	2.114.468	9.986.500	14.263.500	1.010,994	K <sub>2</sub>	109,3	4.130.718,75	8	K <sub>1</sub>	105,9	4.052.005	9.998.500	14.231.500	875,4332	K <sub>2</sub>	132,3	2.272.033,75	9	K <sub>1</sub>	125,2	4.050.496,75	9.994.000	14.211.000	1.239,0659	K <sub>2</sub>	107,05	4.167.565	10	K <sub>1</sub>	200,3	3.771.493,75	9.991.500	14.203.500	1.021,397	K <sub>2</sub>	42,4	2.439.933																
4	K <sub>1</sub>	136,85	4.197.408,75	9.976.000	14.139.000	630,3659																																																																																						
	K <sub>2</sub>	104,9	3.515.515				5	K <sub>1</sub>	129,9	4.276.543,75	9.999.000	14.166.000	1.411,5574	K <sub>2</sub>	108,25	1.986.670	6	K <sub>1</sub>	145,05	4.131.955	9.999.000	14.116.000	844,6144	K <sub>2</sub>	86,7	3.486.718,75	7	K <sub>1</sub>	118,3	2.114.468	9.986.500	14.263.500	1.010,994	K <sub>2</sub>	109,3	4.130.718,75	8	K <sub>1</sub>	105,9	4.052.005	9.998.500	14.231.500	875,4332	K <sub>2</sub>	132,3	2.272.033,75	9	K <sub>1</sub>	125,2	4.050.496,75	9.994.000	14.211.000	1.239,0659	K <sub>2</sub>	107,05	4.167.565	10	K <sub>1</sub>	200,3	3.771.493,75	9.991.500	14.203.500	1.021,397	K <sub>2</sub>	42,4	2.439.933																										
5	K <sub>1</sub>	129,9	4.276.543,75	9.999.000	14.166.000	1.411,5574																																																																																						
	K <sub>2</sub>	108,25	1.986.670				6	K <sub>1</sub>	145,05	4.131.955	9.999.000	14.116.000	844,6144	K <sub>2</sub>	86,7	3.486.718,75	7	K <sub>1</sub>	118,3	2.114.468	9.986.500	14.263.500	1.010,994	K <sub>2</sub>	109,3	4.130.718,75	8	K <sub>1</sub>	105,9	4.052.005	9.998.500	14.231.500	875,4332	K <sub>2</sub>	132,3	2.272.033,75	9	K <sub>1</sub>	125,2	4.050.496,75	9.994.000	14.211.000	1.239,0659	K <sub>2</sub>	107,05	4.167.565	10	K <sub>1</sub>	200,3	3.771.493,75	9.991.500	14.203.500	1.021,397	K <sub>2</sub>	42,4	2.439.933																																				
6	K <sub>1</sub>	145,05	4.131.955	9.999.000	14.116.000	844,6144																																																																																						
	K <sub>2</sub>	86,7	3.486.718,75				7	K <sub>1</sub>	118,3	2.114.468	9.986.500	14.263.500	1.010,994	K <sub>2</sub>	109,3	4.130.718,75	8	K <sub>1</sub>	105,9	4.052.005	9.998.500	14.231.500	875,4332	K <sub>2</sub>	132,3	2.272.033,75	9	K <sub>1</sub>	125,2	4.050.496,75	9.994.000	14.211.000	1.239,0659	K <sub>2</sub>	107,05	4.167.565	10	K <sub>1</sub>	200,3	3.771.493,75	9.991.500	14.203.500	1.021,397	K <sub>2</sub>	42,4	2.439.933																																														
7	K <sub>1</sub>	118,3	2.114.468	9.986.500	14.263.500	1.010,994																																																																																						
	K <sub>2</sub>	109,3	4.130.718,75				8	K <sub>1</sub>	105,9	4.052.005	9.998.500	14.231.500	875,4332	K <sub>2</sub>	132,3	2.272.033,75	9	K <sub>1</sub>	125,2	4.050.496,75	9.994.000	14.211.000	1.239,0659	K <sub>2</sub>	107,05	4.167.565	10	K <sub>1</sub>	200,3	3.771.493,75	9.991.500	14.203.500	1.021,397	K <sub>2</sub>	42,4	2.439.933																																																								
8	K <sub>1</sub>	105,9	4.052.005	9.998.500	14.231.500	875,4332																																																																																						
	K <sub>2</sub>	132,3	2.272.033,75				9	K <sub>1</sub>	125,2	4.050.496,75	9.994.000	14.211.000	1.239,0659	K <sub>2</sub>	107,05	4.167.565	10	K <sub>1</sub>	200,3	3.771.493,75	9.991.500	14.203.500	1.021,397	K <sub>2</sub>	42,4	2.439.933																																																																		
9	K <sub>1</sub>	125,2	4.050.496,75	9.994.000	14.211.000	1.239,0659																																																																																						
	K <sub>2</sub>	107,05	4.167.565				10	K <sub>1</sub>	200,3	3.771.493,75	9.991.500	14.203.500	1.021,397	K <sub>2</sub>	42,4	2.439.933																																																																												
10	K <sub>1</sub>	200,3	3.771.493,75	9.991.500	14.203.500	1.021,397																																																																																						
	K <sub>2</sub>	42,4	2.439.933																																																																																									

Barang yang diangkut dari solusi terbaik berdasarkan percobaan sebagai berikut:

*Knapsack 1*: Asbak, Tempat Perhiasan A, Tempat Minuman, Tempat Sendok, Rak Hiasan Dinding, Lampu Tempel B + I, Lampu Tempel E + I, Lampu Tempel F + G + I, Lampu Tempel H + I, Lampu Gantung J1, Lampu Gantung K1, Lampu Duduk L2, Lampu Duduk M\*, Lampu Duduk O\*\*, Lampu Duduk O\*\*\*, Lampu Duduk Qa, Lampu Duduk Qc, Patung Kuda 2, Patung Rusa 3, Patung Rusa 2, Patung Domba 1.

*Knapsack 2*: Tempat Tisu A, Tempat Tisu B, Tempat Tisu C, Nampan A, Nampan D, Miniatur Gerbong Maut, Tempat Koran, Rak Sepatu, Lampu Gantung J2, Lampu Gantung K2, Lampu Duduk M\*\*\*\*, Lampu Duduk Nb, Lampu Duduk Nc, Lampu Duduk O\*, Lampu Duduk Pa, Lampu Duduk Pb, Lampu Duduk Pc, Lampu Duduk Qb, Lampu Duduk Rb, Patung Kuda 3, Patung Rusa 1, Patung Domba 2.



## Lampiran E. Proses Perhitungan Manual Algoritma WOA

### E.1 Menentukan Vektor Koefisien $\vec{A}$ dan $\vec{C}$

Pembangkitan nilai  $b, p, l, \vec{r}$  dan  $\vec{a}$  yang dibangkitkan secara acak. Diperoleh nilai  $b, p, l, \vec{r}$  dan  $\vec{a}$  sebagai berikut:

$$b = 1, l = 0,7411; 0,5121; -0,6121, p = 0,3121; 0,7541; 0,4817, \vec{a} = 2$$

$$\vec{r}^1 =$$

$$\begin{pmatrix} 0,5318 & 0,6812 & 0,5413 & 0,1832 & 0,0115 & 0,2621 & 0,2418 & 0,7115 \\ 0,2479 & 0,7342 & 0,2618 & 0,9714 & 0,6121 & 0,0114 & 0,2116 & 0,2481 \\ 0,3312 & 0,1521 & 0,7411 & 0,0018 & 0,1241 & 0,0921 & 0,3415 & 0,3192 \end{pmatrix}$$

$$\vec{A}^1 =$$

$$\begin{pmatrix} 0,1271 & 0,7248 & 0,1652 & -1,2672 & -1,954 & -0,9516 & -1,0328 & 0,8456 \\ -1,0084 & 0,9368 & -0,9528 & 1,8856 & 0,4484 & -1,9544 & -1,1536 & -1,0076 \\ -0,6732 & -1,3916 & 0,9644 & -1,9928 & -1,5036 & -1,6316 & -0,634 & -0,7232 \end{pmatrix}$$

$$\vec{C}^1 =$$

$$\begin{pmatrix} 1,0636 & 1,3624 & 1,0826 & 0,3664 & 0,023 & 0,5242 & 0,4836 & 1,4428 \\ 0,4598 & 1,4684 & 0,5326 & 1,9428 & 1,2242 & 0,0028 & 0,4232 & 0,4962 \\ 0,6624 & 0,3042 & 1,4822 & 0,0036 & 0,2482 & 0,1842 & 0,683 & 0,6384 \end{pmatrix}$$

$$\vec{r}^2 =$$

$$\begin{pmatrix} 0,3141 & 0,7113 & 0,3112 & 0,6121 & 0,1248 & 0,2148 & 0,1416 & 0,0714 \\ 0,6811 & 0,2411 & 0,5114 & 0,1211 & 0,0136 & 0,5117 & 0,511 & 0,4615 \\ 0,5126 & 0,3161 & 0,2411 & 0,0411 & 0,5115 & 0,2113 & 0,3216 & 0,5013 \end{pmatrix}$$

$$\vec{A}^2 =$$

$$\begin{pmatrix} -0,7432 & 0,8452 & -0,7552 & 0,4484 & -1,5008 & -1,1408 & -1,4336 & -1,7144 \\ 0,7244 & -1,0356 & 0,0456 & -1,5156 & -1,9456 & 0,0468 & 0,1644 & -0,154 \\ 0,0504 & -0,7356 & -1,0356 & -1,8356 & 0,0464 & -1,1536 & -0,7136 & 0,0052 \end{pmatrix}$$

$$\vec{C}^2 =$$

$$\begin{pmatrix} 0,6284 & 1,4226 & 0,6224 & 1,2242 & 0,2496 & 0,4296 & 0,2832 & 0,1428 \\ 1,3622 & 0,4822 & 1,0228 & 0,2242 & 0,0272 & 1,0234 & 1,022 & 0,923 \\ 1,0252 & 0,6322 & 0,4822 & 0,0822 & 1,0232 & 0,4226 & 0,6432 & 1,0026 \end{pmatrix}$$

Selanjutnya mencari nilai  $|\vec{A}|$  untuk menentukan persamaan yang akan digunakan untuk mencari solusi pada iterasi dua

$$|\vec{A}^1| = \sqrt{\begin{matrix} (0,1271)^2 + (0,7248)^2 + (0,1652)^2 + (-1,2672)^2 + (-1,954)^2 + \\ (-0,9516)^2 + (-1,0328)^2 + (0,8456)^2 + (-0,7432)^2 + (0,8452)^2 + \\ (-0,7552)^2 + (0,4484)^2 + (-1,5008)^2 + (-1,1408)^2 + (-1,4336)^2 + \\ (1,7144)^2 \end{matrix}}$$

$$|\vec{A}^1| = 4,0441$$

$$|\vec{A}^2| = \sqrt{\begin{aligned} &(-1,0084)^2 + (0,9368)^2 + (-0,9528)^2 + (1,8856)^2 + (0,4484)^2 + \\ &(-1,9544)^2 + (-1,1536)^2 + (-1,0076)^2 + (0,7244)^2 + (-1,0356)^2 + \\ &(0,0456)^2 + (-1,5156)^2 + (-1,9456)^2 + (0,0468)^2 + (0,1644)^2 + \\ &(-0,154)^2 \end{aligned}}$$

$$|\vec{A}^2| = 4,6896$$

$$|\vec{A}^3| = \sqrt{\begin{aligned} &(-0,6732)^2 + (-1,3916)^2 + (0,9644)^2 + (-1,9928)^2 + (-1,5036)^2 + \\ &(-1,6316)^2 + (-0,634)^2 + (-0,7232)^2 + (0,0504)^2 + (-0,7356)^2 + \\ &(-1,0356)^2 + (-1,8356)^2 + (0,0464)^2 + (-0,7136)^2 + (-1,1536)^2 + \\ &(0,0052)^2 \end{aligned}}$$

$$|\vec{A}^3| = 4,1581$$

## E.2 Menentukan Solusi Baru Pada Solusi 1

Solusi 1 untuk  $p < 0,5$  dan  $|\vec{A}^1| = 4,0441$  ( $|\vec{A}^1| \geq 1$ )

Gunakan persamaan (2.17) untuk mencari posisi paus yang baru pada solusi 1.

Ambil  $\vec{X}_{rand}$  = solusi 3

*Knapsack 1*

$$\vec{X}_{1,1}^1 = 0,8909$$

$$\vec{D} = |1,0636 \cdot 0,0472 - 0,8909| = 0,8407$$

$$\vec{X}_{1,1}^1(1) = 0,0472 - 0,1272 \cdot 0,8407 = -0,0597$$

$$\vec{X}_{1,2}^1 = 0,1386$$

$$\vec{D} = |1,3624 \cdot 0,2527 - 0,1386| = 0,2056$$

$$\vec{X}_{1,2}^1(1) = 0,2527 - 0,7248 \cdot 0,2056 = 0,1081$$

$$\vec{X}_{1,3}^1 = 0,3407$$

$$\vec{D} = |1,0826 \cdot 0,4143 - 0,3407| = 0,1082$$

$$\vec{X}_{1,3}^1(1) = 0,4143 - 0,1652 \cdot 0,1082 = 0,3964$$

$$\vec{X}_{1,4}^1 = 0,2435$$

$$\vec{D} = |0,3664 \cdot 0,35 - 0,2435| = 0,1152$$

$$\vec{X}_{1,4}^1(1) = 0,35 - (-1,2672) \cdot 0,1152 = 0,496$$

$$\vec{X}_{1,5}^1 = 0,1966$$

$$\vec{D} = |0,023 \cdot 0,616 - 0,1966| = 0,1824$$

$$\vec{X}_{1,5}^1(1) = 0,616 - (-1,954) \cdot 0,1824 = 0,9724$$

$$\vec{X}_{1,6}^1 = 0,4733$$

*Knapsack 2*

$$\vec{X}_{1,1}^2 = 0,3804$$

$$\vec{D} = |0,6284 \cdot 0,0759 - 0,3804| = 0,3327$$

$$\vec{X}_{1,1}^2(t+1) = 0,0759 - (-0,7432) \cdot 0,3327 = 0,3231$$

$$\vec{X}_{1,2}^2 = 0,0540$$

$$\vec{D} = |1,4226 \cdot 0,2792 - 0,054| = 0,3431$$

$$\vec{X}_{1,2}^2(t+1) = 0,2792 - 0,8452 \cdot 0,341 = -0,0107$$

$$\vec{X}_{1,3}^2 = 0,934$$

$$\vec{D} = |0,6224 \cdot 0,0688 - 0,934| = 0,8911$$

$$\vec{X}_{1,3}^2(t+1) = 0,0688 - (-0,7552) \cdot 0,8911 = 0,7417$$

$$\vec{X}_{1,4}^2 = 0,4694$$

$$\vec{D} = |1,2242 \cdot 0,3371 - 0,4694| = 0,0567$$

$$\vec{X}_{1,4}^2(t+1) = 0,3371 - 0,4484 \cdot 0,0567 = 0,3116$$

$$\vec{X}_{1,5}^2 = 0,1622$$

$$\vec{D} = |0,2496 \cdot 0,3112 - 0,1622| = 0,0845$$

$$\vec{X}_{1,5}^2(t+1) = 0,3112 - (-1,5008) \cdot 0,0845 = 0,438$$

$$\vec{X}_{1,6}^2 = 0,5285$$

$$\vec{D} = |0,5242 \cdot 0,3308 - 0,4733| = 0,2999$$

$$\vec{X}_{1,6}^1(1) = 0,3308 - (-0,9516) \cdot 0,2999 = 0,6161$$

$$\vec{D} = |0,4296 \cdot 0,602 - 0,5285| = 0,2699$$

$$\vec{X}_{1,6}^2(t+1) = 0,602 - (-1,1408) \cdot 0,2699 = 0,9099$$

$$\vec{X}_{1,7}^1 = 0,5853$$

$$\vec{D} = |0,4836 \cdot 0,4172 - 0,5853| = 0,3835$$

$$\vec{X}_{1,7}^1(1) = 0,4172 - (-1,0328) \cdot 0,3835 = 0,8132$$

$$\vec{X}_{1,7}^2 = 0,2630$$

$$\vec{D} = |0,2832 \cdot 0,1892 - 0,2630| = 0,2094$$

$$\vec{X}_{1,7}^2(t+1) = 0,1892 - (-1,4336) \cdot 0,2094 = 0,4893$$

$$\vec{X}_{1,8}^1 = 0,2858$$

$$\vec{D} = |1,4228 \cdot 0,7532 - 0,2858| = 0,7858$$

$$\vec{X}_{1,8}^1(1) = 0,7532 - 0,8456 \cdot 0,7858 = 0,0887$$

$$\vec{X}_{1,8}^2 = 0,2482$$

$$\vec{D} = |0,1428 \cdot 0,0838 - 0,2482| = 0,2362$$

$$\vec{X}_{1,8}^2(t+1) = 0,0838 - (-1,7144) \cdot 0,2362 = 0,4887$$

### E.3 Menentukan Solusi Baru Pada Solusi 2

Solusi 2 untuk  $p \geq 0,5$

Gunakan persamaan (2.22) untuk mencari posisi paus yang baru pada solusi 2. Ambil  $\vec{X}^*$  dengan total keuntungan paling optimal pada iterasi sebelumnya yaitu solusi ke tiga.

*Knapsack 1*

$$\vec{X}_{2,1}^1 = 0,9593$$

$$\vec{D} = |0,0472 - 0,9593| = 0,9121$$

$$\vec{X}_{2,1}^1(1) = 0,9121 \cdot e^{0,5121} \cdot \cos(2\pi \cdot 0,5121) + 0,0472 = 1,5670$$

$$\vec{X}_{2,2}^1 = 0,1493$$

$$\vec{D} = |0,2527 - 0,1493| = 0,1034$$

$$\vec{X}_{2,2}^1(1) = 0,1034 \cdot e^{0,5121} \cdot \cos(2\pi \cdot 0,5121) + 0,2527 = 0,4249$$

$$\vec{X}_{2,3}^1 = 0,2543$$

$$\vec{D} = |0,4143 - 0,2543| = 0,16$$

$$\vec{X}_{2,3}^1(1) = 0,16 \cdot e^{0,5121} \cdot \cos(2\pi \cdot 0,5121) + 0,4143 = 0,6808$$

$$\vec{X}_{2,4}^1 = 0,4293$$

$$\vec{D} = |0,35 - 0,4293| = 0,0793$$

$$\vec{X}_{2,4}^1(1) = 0,0793 \cdot e^{0,5121} \cdot \cos(2\pi \cdot 0,5121) + 0,35 = 0,4821$$

$$\vec{X}_{2,5}^1 = 0,2511$$

$$\vec{D} = |0,616 - 0,2511| = 0,3694$$

$$\vec{X}_{2,5}^1(1) = 0,3694 \cdot e^{0,5121} \cdot \cos(2\pi \cdot 0,5121) + 0,616 = 1,224$$

$$\vec{X}_{2,6}^1 = 0,3517$$

$$\bar{D} = |0,3308 - 0,3517| = 0,0209$$

$$\vec{X}_{2,6}^1(1) = 0,0209 \cdot e^{0,5121} \cdot \cos(2\pi \cdot 0,5121) + 0,3308 = 0,3656$$

$$\vec{X}_{2,7}^1 = 0,0497$$

$$\bar{D} = |0,4172 - 0,0497| = 0,3675$$

$$\vec{X}_{2,7}^1(1) = 0,3675 \cdot e^{0,5121} \cdot \cos(2\pi \cdot 0,5121) + 0,4172 = 1,0295$$

$$\vec{X}_{2,8}^1 = 0,7572$$

$$\bar{D} = |0,7532 - 0,7572| = 0,004$$

$$\vec{X}_{2,8}^1(1) = 0,004 \cdot e^{0,5121} \cdot \cos(2\pi \cdot 0,5121) + 0,7532 = 0,7598$$

*Knapsack 2*

$$\vec{X}_{2,1}^2 = 0,0678$$

$$\bar{D} = |0,0759 - 0,0678| = 0,0081$$

$$\vec{X}_{2,1}^2(1) = 0,0081 \cdot e^{0,5121} \cdot \cos(2\pi \cdot 0,5121) + 0,0759 = 0,0893$$

$$\vec{X}_{2,2}^2 = 0,5308$$

$$\bar{D} = |0,2792 - 0,5308| = 0,2516$$

$$\vec{X}_{2,2}^2(t+1) = 0,2516 \cdot e^{0,5121} \cdot \cos(2\pi \cdot 0,5121) + 0,2792 = 0,6984$$

$$\vec{X}_{2,3}^2 = 0,1299$$

$$\bar{D} = |0,0688 - 0,1299| = 0,0611$$

$$\vec{X}_{2,3}^2(t+1) = 0,0611 \cdot e^{0,5121} \cdot \cos(2\pi \cdot 0,5121) + 0,0688 = 0,1706$$

$$\vec{X}_{2,4}^2 = 0,0119$$

$$\bar{D} = |0,3371 - 0,0119| = 0,3252$$

$$\vec{X}_{2,4}^2(t+1) = 0,3252 \cdot e^{0,5121} \cdot \cos(2\pi \cdot 0,5121) + 0,3371 = 0,8789$$

$$\vec{X}_{2,5}^2 = 0,7943$$

$$\bar{D} = |0,3112 - 0,7943| = 0,4831$$

$$\vec{X}_{2,5}^2(t+1) = 0,4831 \cdot e^{0,5121} \cdot \cos(2\pi \cdot 0,5121) + 0,3112 = 1,1161$$

$$\vec{X}_{2,6}^2 = 0,1656$$

$$\bar{D} = |0,6020 - 0,1656| = 0,4364$$

$$\vec{X}_{2,6}^2(t+1) = 0,4364 \cdot e^{0,5121} \cdot \cos(2\pi \cdot 0,5121) + 0,6020 = 1,3291$$

$$\vec{X}_{2,7}^2 = 0,1541$$

$$\vec{D} = |0,1892 - 0,1541| = 0,0351$$

$$\vec{X}_{2,7}^2(t+1) = 0,0351 \cdot e^{0,5121} \cdot \cos(2\pi \cdot 0,5121) + 0,1892 = 0,2476$$

$$\vec{X}_{2,8}^2 = 0,4505$$

$$\vec{D} = |0,0838 - 0,4505| = 0,3667$$

$$\vec{X}_{2,8}^2(t+1) = 0,3667 \cdot e^{0,5121} \cdot \cos(2\pi \cdot 0,5121) + 0,0838 = 0,6947$$

#### E.4 Menentukan Solusi Baru Pada Solusi 3

Solusi 3 untuk  $p < 0,5$  dan  $|\vec{A}_1| = 4,1581$  ( $|\vec{A}| \geq 1$ )

Gunakan persamaan (2.17) untuk mencari posisi paus yang baru pada solusi satu. Ambil  $\vec{X}_{rand}$  secara acak, misal  $\vec{X}_{rand} =$  solusi dua.

*Knapsack 1*

$$\vec{X}_{3,1}^1 = 0,0472$$

$$\vec{D} = |0,6624 \cdot 0,9593 - 0,0472| = 0,5882$$

$$\vec{X}_{3,1}^1(1) = 0,9593 - (-0,6752) \cdot 0,5882 = 1,3564$$

$$\vec{X}_{3,2}^1 = 0,2527$$

$$\vec{D} = |0,3042 \cdot 0,1493 - 0,2527| = 0,2072$$

$$\vec{X}_{3,2}^1(1) = 0,1493 - (-1,3916) \cdot 0,2072 = 0,437$$

$$\vec{X}_{3,3}^1 = 0,4143$$

$$\vec{D} = |1,4822 \cdot 0,2543 - 0,4143| = 0,0373$$

$$\vec{X}_{3,3}^1(1) = 0,2543 - 0,9644 \cdot 0,0373 = 0,2183$$

$$\vec{X}_{3,4}^1 = 0,35$$

$$\vec{D} = |0,0036 \cdot 0,4293 - 0,35| = 0,3484$$

$$\vec{X}_{3,4}^1(1) = 0,4293 - (-1,9928) \cdot 0,3483 = 1,1236$$

$$\vec{X}_{3,5}^1 = 0,616$$

$$\vec{D} = |0,2482 \cdot 0,2511 - 0,616| = 0,5536$$

$$\vec{X}_{3,5}^1(1) = 0,2511 - (-1,5036) \cdot 0,5536 = 1,0835$$

$$\vec{X}_{3,6}^1 = 0,3308$$

$$\vec{D} = |0,1842 \cdot 0,3517 - 0,3308| = 0,266$$

$$\vec{X}_{3,6}^1(1) = 0,3517 - (-1,6316) \cdot 0,266 = 0,7857$$

$$\vec{X}_{3,7}^1 = 0,4172$$

*Knapsack 2*

$$\vec{X}_{3,1}^2 = 0,0759$$

$$\vec{D} = |1,0252 \cdot 0,0678 - 0,0759| = 0,0063$$

$$\vec{X}_{3,1}^2(t+1) = 0,0678 - 0,0504 \cdot 0,0063 = 0,0674$$

$$\vec{X}_{3,2}^2 = 0,2792$$

$$\vec{D} = |0,6322 \cdot 0,5308 - 0,2792| = 0,0563$$

$$\vec{X}_{3,2}^2(t+1) = 0,5308 - (-0,7356) \cdot 0,0536 = 0,5722$$

$$\vec{X}_{3,3}^2 = 0,0688$$

$$\vec{D} = |0,4822 \cdot 0,1299 - 0,0688| = 0,0061$$

$$\vec{X}_{3,3}^2(t+1) = 0,1299 - (-1,0356) \cdot 0,0061 = 0,1362$$

$$\vec{X}_{3,4}^2 = 0,3371$$

$$\vec{D} = |0,0822 \cdot 0,0119 - 0,3371| = 0,3361$$

$$\vec{X}_{3,4}^2(t+1) = 0,0119 - (-1,8356) \cdot 0,3361 = 0,6288$$

$$\vec{X}_{3,5}^2 = 0,3112$$

$$\vec{D} = |1,0232 \cdot 0,7943 - 0,3112| = 0,5015$$

$$\vec{X}_{3,5}^2(t+1) = 0,7943 - 0,0464 \cdot 0,5015 = 0,771$$

$$\vec{X}_{3,6}^2 = 0,602$$

$$\vec{D} = |0,4226 \cdot 0,1656 - 0,602| = 0,532$$

$$\vec{X}_{3,6}^2(t+1) = 0,1656 - (-1,1536) \cdot 0,532 = 0,7793$$

$$\vec{X}_{3,7}^2 = 0,1892$$

$$\vec{D} = |0,683 \cdot 0,0497 - 0,4172| = 0,3832$$

$$\vec{X}_{1,7}^1(1) = 0,0497 - (-0,634) \cdot 0,3832 = 0,2926$$

$$\vec{X}_{3,8}^1 = 0,7532$$

$$\vec{D} = |0,6384 \cdot 0,7572 - 0,7532| = 0,6298$$

$$\vec{X}_{3,8}^1(1) = 0,7572 - (-0,7532) \cdot 0,6298 = 1,2126$$

$$\vec{D} = |0,6432 \cdot 0,1541 - 0,1892| = 0,09$$

$$\vec{X}_{3,7}^2(t+1) = 0,1541 - (-0,7136) \cdot 0,09 = 0,2183$$

$$\vec{X}_{3,8}^2 = 0,0838$$

$$\vec{D} = |1,0026 \cdot 0,4505 - 0,0838| = 0,3678$$

$$\vec{X}_{3,8}^2(t+1) = 0,4505 - 0,0052 \cdot 0,3678 = 0,4485$$

### E.5 Transformasi bilangan di *knapsack* 1 agar berada pada interval [0,1]

$$\text{Solusi 1} = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

$$\text{dimana } X_{\max} = 0,9724 \text{ dan } X_{\min} = -0,0597$$

$$\vec{X}_{1,1}^1 = -0,0597$$

$$\vec{X}_{1,1}^1 = \frac{(-0,0597) - (-0,0597)}{0,9724 - (-0,0597)} = 0$$

$$\vec{X}_{1,2}^1 = 0,1081$$

$$\vec{X}_{1,2}^1 = \frac{(0,1081) - (-0,0597)}{0,9724 - (-0,0597)} = 0,1625$$

$$\vec{X}_{1,3}^1 = 0,3964$$

$$\vec{X}_{1,3}^1 = \frac{(0,3964) - (-0,0597)}{0,9724 - (-0,0597)} = 0,4419$$

$$\vec{X}_{1,4}^1 = 0,496$$

$$\vec{X}_{1,4}^1 = \frac{(0,496) - (-0,0597)}{0,9724 - (-0,0597)} = 0,5384$$

$$\vec{X}_{1,5}^1 = 0,9724$$

$$\vec{X}_{1,5}^1 = \frac{(0,9724) - (-0,0597)}{0,9724 - (-0,0597)} = 1$$

$$\vec{X}_{1,6}^1 = 0,6161$$

$$\vec{X}_{1,6}^1 = \frac{(0,6161) - (-0,0597)}{0,9724 - (-0,0597)} = 0,6547$$

$$\vec{X}_{1,7}^1 = 0,8132$$

$$\vec{X}_{1,7}^1 = \frac{(0,8132) - (-0,0597)}{0,9724 - (-0,0597)} = 0,8457$$

$$\vec{X}_{1,8}^1 = 0,0887$$

$$\vec{X}_{1,8}^1 = \frac{(0,0887) - (-0,0597)}{0,9724 - (-0,0597)} = 0,1437$$

$$\text{Solusi 2} = \frac{X}{X_{\max}}$$

$$\text{dimana } X_{\max} = 1,5670$$

$$\vec{X}_{2,1}^1 = 1,5670$$

$$\vec{X}_{2,1}^1 = \frac{1,5670}{1,5670} = 1$$

$$\vec{X}_{2,2}^1 = 0,4249$$

$$\vec{X}_{2,2}^1 = \frac{0,4249}{1,5670} = 0,2711$$

$$\vec{X}_{2,3}^1 = 0,6808$$

$$\vec{X}_{2,3}^1 = \frac{0,6808}{1,5670} = 0,4344$$

$$\vec{X}_{2,4}^1 = 0,4821$$

$$\vec{X}_{2,4}^1 = \frac{0,4821}{1,5670} = 0,3076$$

$$\vec{X}_{2,5}^1 = 1,2240$$

$$\vec{X}_{2,5}^1 = \frac{1,2240}{1,5670} = 0,7811$$

$$\vec{X}_{2,6}^1 = 0,3656$$

$$\vec{X}_{2,6}^1 = \frac{0,3656}{1,5670} = 0,2333$$

$$\vec{X}_{2,7}^1 = 1,0295$$

$$\vec{X}_{2,7}^1 = \frac{1,0295}{1,5670} = 0,6569$$

$$\vec{X}_{2,8}^1 = 0,7598$$

$$\vec{X}_{2,8}^1 = \frac{0,7598}{1,5670} = 0,4848$$

$$\text{Solusi 3} = \frac{X}{X_{\max}} \text{ dimana } X_{\max} = 1,3564$$

$$\vec{X}_{3,1}^1 = 1,3564$$

$$\vec{X}_{3,1}^1 = \frac{1,3564}{1,3564} = 1$$

$$\vec{X}_{3,2}^1 = 0,437$$

$$\vec{X}_{3,2}^1 = \frac{0,437}{1,3564} = 0,322$$

$$\vec{X}_{3,3}^1 = 0,2183$$

$$\vec{X}_{3,3}^1 = \frac{0,2183}{1,3564} = 0,1609$$

$$\vec{X}_{3,4}^1 = 1,1236$$

$$\vec{X}_{3,4}^1 = \frac{1,1236}{1,3564} = 0,8283$$

$$\vec{X}_{3,5}^1 = 1,0835$$

$$\vec{X}_{3,5}^1 = \frac{1,0835}{1,3564} = 0,7988$$

$$\vec{X}_{3,6}^1 = 0,7857$$

$$\vec{X}_{3,6}^1 = \frac{0,7857}{1,3564} = 0,5792$$

$$\vec{X}_{3,7}^1 = 0,2926$$

$$\vec{X}_{3,7}^1 = \frac{0,2926}{1,3564} = 0,2157$$

$$\vec{X}_{3,8}^1 = 1,2126$$

$$\vec{X}_{3,8}^1 = \frac{1,2126}{1,3564} = 0,8939$$

### E.6 Transformasi bilangan di *knapsack* 2 agar berada pada interval [0,1]

$$\text{Solusi 1} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

dimana  $X_{max} = 0,9099$  dan  $X_{min} = -0,0107$

$$\vec{X}_{1,1}^2 = 0,3231$$

$$\vec{X}_{1,1}^2 = \frac{(0,3231) - (-0,0107)}{0,9099 - (-0,0107)} = 0,3625$$

$$\vec{X}_{1,2}^2 = -0,0107$$

$$\vec{X}_{1,2}^2 = \frac{(-0,0107) - (-0,0107)}{0,9099 - (-0,0107)} = 0$$

$$\vec{X}_{1,3}^2 = 0,7417$$

$$\vec{X}_{1,3}^2 = \frac{(0,7417) - (-0,0107)}{0,9099 - (-0,0107)} = 0,8172$$

$$\vec{X}_{1,4}^2 = 0,3116$$

$$\vec{X}_{1,4}^2 = \frac{(0,3116) - (-0,0107)}{0,9099 - (-0,0107)} = 0,3501$$

$$\vec{X}_{1,5}^2 = 0,438$$

$$\vec{X}_{1,5}^2 = \frac{(0,438) - (-0,0107)}{0,9099 - (-0,0107)} = 0,4874$$

$$\vec{X}_{1,6}^2 = 0,9099$$

$$\vec{X}_{1,6}^2 = \frac{(0,9099) - (-0,0107)}{0,9099 - (-0,0107)} = 1$$

$$\vec{X}_{1,7}^2 = 0,4893$$

$$\vec{X}_{1,7}^2 = \frac{(0,4893) - (-0,0107)}{0,9099 - (-0,0107)} = 0,5428$$

$$\vec{X}_{1,8}^2 = 0,4887$$

$$\vec{X}_{1,8}^2 = \frac{(0,4887) - (-0,0107)}{0,9099 - (-0,0107)} = 0,5424$$

$$\text{Solusi 2} = \frac{X}{X_{max}}$$

dimana  $X_{max} = 1,3291$

$$\vec{X}_{2,1}^2 = 0,0893$$

$$\vec{X}_{2,1}^2 = \frac{0,0893}{1,3291} = 0,0671$$

$$\vec{X}_{2,2}^2 = 0,6984$$

$$\vec{X}_{2,2}^2 = \frac{0,6984}{1,3291} = 0,5254$$

$$\vec{X}_{2,3}^2 = 0,1706$$

$$\vec{X}_{2,3}^2 = \frac{0,1706}{1,3291} = 0,1283$$

$$\vec{X}_{2,4}^2 = 0,8789$$

$$\vec{X}_{2,4}^2 = \frac{0,8789}{1,3291} = 0,6612$$

$$\vec{X}_{2,5}^2 = 1,1161$$

$$\vec{X}_{2,5}^2 = \frac{1,1161}{1,3291} = 0,8397$$

$$\vec{X}_{2,6}^2 = 0,3291$$

$$\vec{X}_{2,6}^2 = \frac{0,3291}{1,3291} = 0,25$$

$$\vec{X}_{2,7}^2 = 0,2476$$

$$\vec{X}_{2,7}^2 = \frac{0,2476}{1,3291} = 0,1863$$

$$\vec{X}_{2,8}^2 = 0,6947$$

$$\vec{X}_{2,8}^2 = \frac{0,6947}{1,3291} = 0,5226$$

$$\text{Solusi 3} = \frac{x}{x_{max}}$$

dimana  $x_{max} = 0,7793$

$$\vec{X}_{3,1}^2 = 0,0674$$

$$\vec{X}_{3,1}^2 = \frac{0,0674}{0,7793} = 0,0864$$

$$\vec{X}_{3,2}^2 = 0,5722$$

$$\vec{X}_{3,2}^2 = \frac{0,5722}{0,7793} = 0,7342$$

$$\vec{X}_{3,3}^2 = 0,1362$$

$$\vec{X}_{3,3}^2 = \frac{0,1362}{0,7793} = 0,1747$$

$$\vec{X}_{3,4}^2 = 0,6288$$

$$\vec{X}_{3,4}^2 = \frac{0,6288}{0,7793} = 0,8068$$

$$\vec{X}_{3,5}^2 = 0,771$$

$$\vec{X}_{3,5}^2 = \frac{0,771}{0,7793} = 0,9893$$

$$\vec{X}_{3,6}^2 = 0,7793$$

$$\vec{X}_{3,6}^2 = \frac{0,7793}{0,7793} = 1$$

$$\vec{X}_{3,7}^2 = 0,2183$$

$$\vec{X}_{3,7}^2 = \frac{0,2183}{0,7793} = 0,2801$$

$$\vec{X}_{3,8}^2 = 0,4485$$

$$\vec{X}_{3,8}^2 = \frac{0,4485}{0,7793} = 0,5755$$

## Lampiran F. Script Program

### F.1 Script utama

```
clear all; clc;

%data
[data, txt]=xlsread('Data Flodista.xlsx');
Cap=[2000 4278000
      2000 4278000];
Modal=10000000;

Dim=size(data,1);
for i=1:Dim
    NamaBarang{i}=txt{i+1,1};
end
JKnapsack=size(Cap,1);

N=500;
a=2;
b=2;
Maxiter=1000;
```



```

%inisialisasi
X=rand(N,JKnapsack*Dim);
for i=1:N

[X(i,:),Y(i,:),Berat(i,:),Volume(i,:),Beli(i),Profit(i)]=XtoY(X(i,
:),data,Cap,Modal,Dim,JKnapsack);
end
% Find X* (solusi terbaik)
best=find(Profit==max(Profit));
Xbest=X(best(1),:);
Ybest=Y(best(1),:);
Beratbest=Berat(best(1),:);
Volumebest=Volume(best(1),:);
Belibest=Beli(best(1));
Profitbest=Profit(best(1));

%bsf
bsf(1)=Profitbest;

%iter
for t=1:Maxiter
A=2*a*rand(N,JKnapsack*Dim)-a;
C=2*rand(N,JKnapsack*Dim);
l=rand(N,1)*2-1;
p=rand(N,1);
sh=find(p<0.5); %Shrinking
sp=find(p>=0.5); %Spiral
%Shrinking
for i=1:length(sh)
    if norm(A(sh(i),:))<1
        X(sh(i,:))=Xbest-A(sh(i,:)).*abs(C(sh(i,:)).*Xbest-
X(sh(i,:));
    else
        Xrand=ceil(rand*N);
        X(sh(i,:))=X(Xrand,:)-
A(sh(i,:)).*abs(C(sh(i,:)).*X(Xrand,:)-X(sh(i,:));
    end
    if min(X(sh(i,:))<0
        X(sh(i,:))=(X(sh(i,:))-
min(X(sh(i,:)))/(max(X(sh(i,:))-min(X(sh(i,:)))));
    else
        X(sh(i,:))=X(sh(i,:))/max(X(sh(i,:));
    end

[X(sh(i,:),Y(sh(i,:),Berat(sh(i,:),Volume(sh(i,:),Beli(sh(i)),
Profit(sh(i))]=XtoY(X(sh(i,:),:),data,Cap,Modal,Dim,JKnapsack);
end
%Spiral
for i=1:length(sp)
    X(sp(i,:))=abs(Xbest-
X(sp(i,:)).*exp(b*l(sp(i))) *cos(2*pi*l(sp(i))))+Xbest;
    if min(X(sp(i,:))<0
        X(sp(i,:))=(X(sp(i,:))-
min(X(sp(i,:)))/(max(X(sp(i,:))-min(X(sp(i,:)))));
    else

```

```

        X(sp(i),:)=X(sp(i),:)/max(X(sp(i),:));
    end

[X(sp(i),:),Y(sp(i),:),Berat(sp(i),:),Volume(sp(i),:),Beli(sp(i)),
Profit(sp(i))]=XtoY(X(sp(i),:),data,Cap,Modal,Dim,JKnapsack);
    end
    if max(Profit)>Profitbest
        best=find(Profit==max(Profit));
        Xbest=X(best(1),:);
        Ybest=Y(best(1),:);
        Beratbest=Berat(best(1),:);
        Volumebest=Volume(best(1),:);
        Belibest=Beli(best(1));
        Profitbest=Profit(best(1));
    end
    a=a-2/Maxiter;
    %Plot
    bsf(t+1)=Profitbest;
    plot(0:t,bsf);
    pause(0.000001);
end

```

## F.2 Script merubah posisi (X) ke solusi *knapsack* 0-1 (Y)

```

function
[X,Y,Berat,Volume,Beli,Profit]=XtoY(X,data,Cap,Modal,Dim,JKnapsack
)
Knapsack=reshape(X,Dim,JKnapsack)';
Knapbin=round(Knapsack);
%Kendala Multi Knapsack
sumk=sum(Knapbin);
exc=find(sumk>1); %cari yang tidak memenuhi kondisi multi knapsack
while ~isempty(exc)
    for i=1:length(exc)
        i1=find(Knapbin(:,exc(i))==1);
        ps=ceil(rand*length(i1));
        temp=Knapsack(i1(ps),exc(i));
        Knapsack(i1,exc(i))=Knapsack(i1,exc(i))/2;
        Knapsack(i1(ps),exc(i))=temp;
        Knapbin(:,exc(i))=round(Knapsack(:,exc(i)));
    end
    sumk=sum(Knapbin);
    exc=find(sumk>1); %cari yang tidak memenuhi kondisi multi
knapsack
end
%Kendala Berat & Volume
for i=1:JKnapsack
    Berat(i)=Knapbin(i,:)*data(:,1);
    Volume(i)=Knapbin(i,:)*data(:,2);
    while Berat(i)>Cap(i,1) || Volume(i)>Cap(i,2)
        d1=find(Knapbin(i,:)==1);
        d=ceil(rand*length(d1));
        Knapsack(i,d1(d))=Knapsack(i,d1(d))/2;
        Knapbin(i,d1(d))=round(Knapsack(i,d1(d)));
        Berat(i)=Knapbin(i,:)*data(:,1);
        Volume(i)=Knapbin(i,:)*data(:,2);
    end
end

```

```
end
end
%Kendala Modal
Beli=sum(sum(Knapbin.*repmat(data(:,3)',JKnapsack,1)));
while Beli>Modal
    d1=find(Knapbin==1);
    d=ceil(rand*length(d1));
    Knapsack(d1(d))=Knapsack(d1(d))/2;
    Knapbin(d1(d))=round(Knapsack(d1(d)));
    Beli=sum(sum(Knapbin.*repmat(data(:,3)',JKnapsack,1)));
end
X=reshape(Knapsack',1,Dim*JKnapsack);
Y=reshape(Knapbin',1,Dim*JKnapsack);
Profit=sum(sum(Knapbin.*repmat((data(:,4)-
data(:,3))',JKnapsack,1)));
```



