



**PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA DAN ALGORITMA
MIGRATING BIRDS OPTIMIZATION (MBO)
PADA PERMASALAHAN *KNAPSACK 0-1***

SKRIPSI

Oleh :

**Ahmad Rizqi Pradana
NIM 141810101041**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA DAN ALGORITMA
MIGRATING BIRDS OPTIMIZATION (MBO)
PADA PERMASALAHAN *KNAPSACK 0-1***

SKRIPSI

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

Oleh :

Ahmad Rizqi Pradana
NIM 141810101041

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Puji syukur alhamdulillah saya ucapkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, inayah dan karunia-Nya kepada saya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat dari zaman kegelapan menuju islam. Karya yang sederhana ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua, Ayahanda Supairi, Ibunda Sulistyowarni dan Nita Wulandari yang selalu mendoakan, memberi semangat untuk kesuksesanku;
2. Adik saya Iqbal Fadia Rahman yang telah memberikan semangat dan motivasi;
3. Keluarga besar PSBD Al Mukarrom cabang Banyuwangi yang selalu memberikan bimbingan, semangat dan motivasi;
4. Keluarga besar Extreme 2014, terima kasih atas segala bantuan, semangat dan motivasinya;
5. Himatika “Geokompstat” yang telah memberikan pengalaman organisasi kepada saya.
6. Guru-guruku sejak TK sampai SMA, dosen-dosenku yang telah memberikan ilmu, membimbing dengan kesabaran dan keikhlasan hati serta Almamater Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.
7. Teman-teman dan semua pihak yang telah membantu dan memberikan semangat.

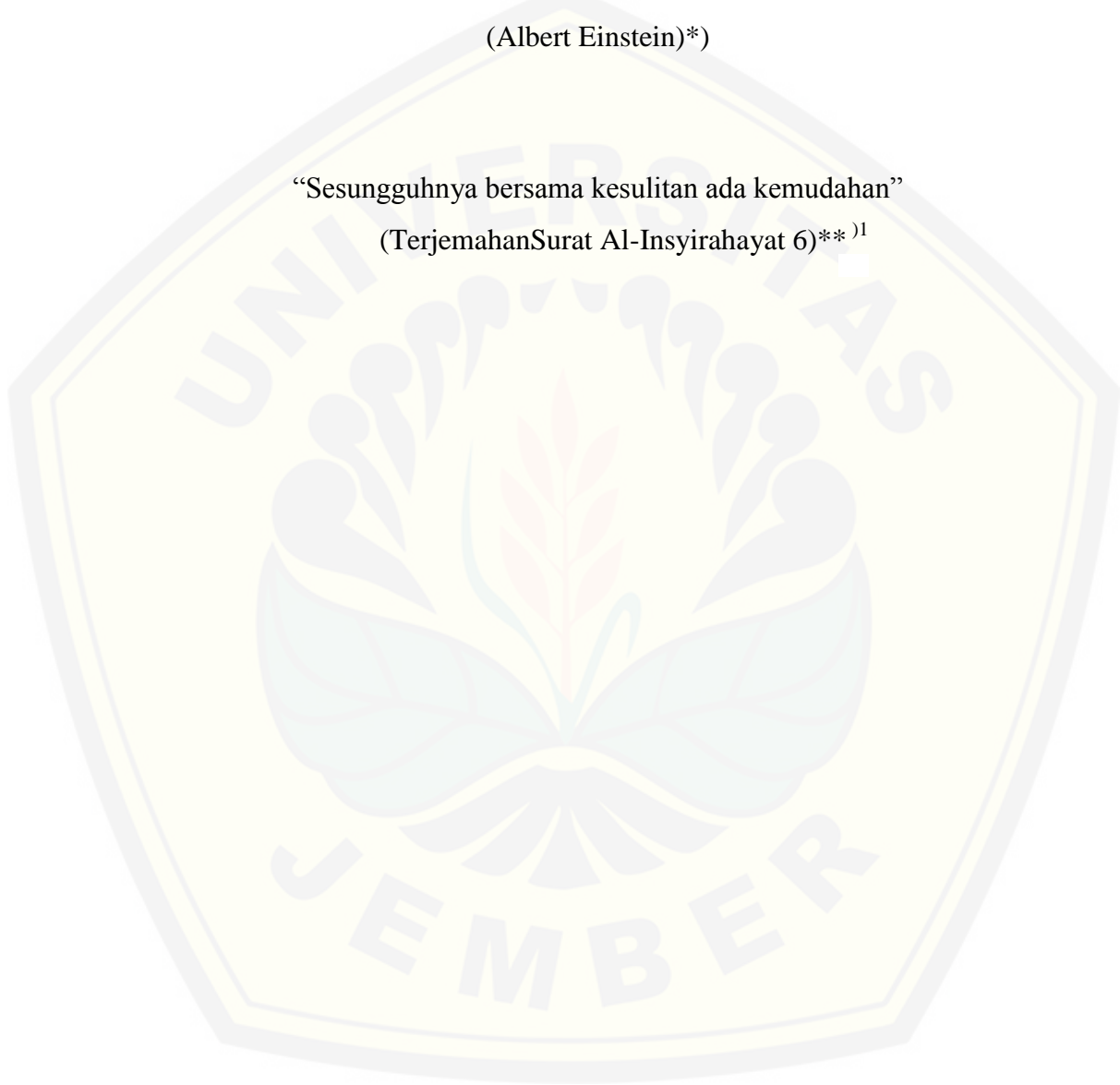
MOTTO

“Cobalah untuk tidak menjadi seorang yang sukses, tetapi jadilah seorang yang bernilai ”

(Albert Einstein)*

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(Terjemahan Surat Al-Insyirah ayat 6)**)¹



*) Rafael. 2015. *Kata Mutiara Bijak Albert Einstein*.
<http://8limbmuaythai.com/ini-dia-kata-mutiara-bijak-albert-einstein> [Diakses pada 2 Juni 2018]

**) Departemen Agama Republik Indonesia. 2008. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung : PT CV Penerbit Diponegoro

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Rizqi Pradana

NIM : 141810101041

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Penerapan Algoritma Genetika dan Algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) pada Permasalahan *Knapsack 0-1*”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi mana pun, 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 sebenar-benarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juli 2018

Yang menyatakan,

Ahmad Rizqi Pradana
NIM 141810101041

SKRIPSI

**PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA DAN ALGORITMA
MIGRATING BIRDS OPTIMIZATION (MBO) PADA
PERMASALAHAN *KNAPSACK 0-1***

Oleh

Ahmad Rizqi Pradana

NIM 141810101041

Pembimbing

Dosen Pembimbing I : Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Penerapan Algoritma Genetika dan Algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) pada Permasalahan *Knapsack 0-1*” karya Ahmad Rizqi Pradana telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

Tim Penguji :

Ketua,

Anggota I,

Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom
NIP. 19721129 199802 1 001

Abduh Riski, S.Si., M.Si
NIP. 19900406 201504 1 001

Anggota II,

Anggota III,

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

Bagus Juliyanto, S.Si., M.Si
NIP. 198007022003121001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

Drs. Sujito, Ph.D
NIP. 196102041987111001

RINGKASAN

Penerapan Algoritma Genetika dan Algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) pada Permasalahan *Knapsack* 0-1; Ahmad Rizqi Pradana, 141810101041; 2018; 68 halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Jember.

Permasalahan optimasi sering dihadapi dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu dari permasalahan optimasi adalah pemilihan barang-barang yang akan dimasukkan ke dalam sebuah wadah dengan harapan memperoleh keuntungan yang maksimal. Permasalahan optimasi tersebut merupakan permasalahan *knapsack*. Permasalahan *knapsack* merupakan permasalahan tentang pemilihan barang dari sejumlah barang yang ada sehingga diperoleh keuntungan yang maksimal tanpa melebihi kapasitas dari wadah yang disediakan. Barang-barang tersebut memiliki bobot dan keuntungan atau nilai yang bervariasi. Permasalahan *knapsack* dalam tiga jenis, yaitu permasalahan *knapsack* 0-1, permasalahan *bounded knapsack*, permasalahan *unbounded knapsack*. Pengelompokan tersebut didasarkan pola penyimpanan barang dengan bobot dan nilai yang bervariasi. Pengelompokan tersebut dilakukan agar dalam pemecahan masalahnya dapat ditemukan solusi yang optimal dan efisien. Penelitian kali ini membahas tentang permasalahan *knapsack* 0-1. Permasalahan *knapsack* 0-1 merupakan permasalahan penyimpanan barang, dimana barang akan dimasukkan secara keseluruhan atau tidak sama sekali.

Penelitian ini akan menyelesaikan permasalahan *knapsack* 0-1 menggunakan algoritma genetika dan algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) dan untuk mengetahui hasil dan waktu komputasi dari penerapan algoritma tersebut. Data yang digunakan pada penelitian kali ini adalah data UD Permata Indah ketika membeli barang-barang dan akan dijual kembali. Isi dari data tersebut antarlain nama barang, jumlah barang, harga beli, dan harga jual. Penyelesaian dibantu *software* MATLAB R2015b dan dijalankan pada laptop

dengan spesifikasi Intel(R) Core(TM) i5-3337U CPU @1.80GHz, RAM 4,00 GB dan 64-bit OS.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa profit dan berat barang yang diangkut menunjukkan hasil yang sama yaitu dengan profit sebesar Rp 6.343.000,00 dengan total berat barang yang diangkut sebanyak 986 kg. Barang yang diangkut sebagai berikut. Berdasarkan hasil penelitian, kekonvergenan dan *running time* dipengaruhi oleh parameter-parameter yang digunakan. Secara umum penggunaan parameter pada masing-masing algoritma tidak berpengaruh signifikan terhadap hasil (keuntungan maksimum), kekonvergenan dan *running time* jika dilihat dari hasil terbaik 15 kali *running*. Namun jika dilihat dari rata-rata hasil yang didapatkan, jumlah populasi yang digunakan sangat berpengaruh terhadap hasil kekonvergenan dan *running time*. Hasil rata-rata saat populasi sebanyak 21 menunjukkan bahwa algoritma MBO konvergen pada iterasi 15 dengan *running time* 94,29 detik dan algoritma genetika konvergen pada iterasi 146 dengan *running time* 79,36 detik. Hasil rata-rata saat populasi sebanyak 31 menunjukkan bahwa algoritma MBO konvergen pada iterasi 14 dengan *running time* 99,07 detik dan algoritma genetika konvergen pada iterasi 88 dengan *running time* 76,55 detik. Rata-rata dari hasil terbaik 15 kali *running* menunjukkan bahwa algoritma MBO lebih cepat konvergen daripada algoritma genetika, akan tetapi algoritma MBO memiliki *running time* yang lebih lama daripada algoritma genetika. Hasil tersebut menunjukkan bahwa Algoritma MBO lebih baik daripada algoritma genetika karena algoritma MBO membutuhkan iterasi yang lebih sedikit dari pada algoritma genetika untuk memperoleh solusi yang optimal.

PRAKATA

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan berkah, rahmat serta hidayah-Nya, serta Nabi besar Muhammad SAW, sehingga penulisan skripsi yang berjudul “Penerapan Algoritma Genetika dan Algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) pada Permasalahan *Knapsack 0-1*” dapat terselesaikan. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan skripsi ini banyak menerima bantuan, bimbingan, serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Drs. Sujito, Ph.D dan Ketua Jurusan Matematika, Kusbudiono, S.Si., M.Si yang telah membimbing dengan kesabaran dan keikhlasan hati;
2. Dosen Pembimbing Utama, Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Si dan Dosen Pembimbing Anggota, Abduh Riski, S.Si., M.Si yang telah memberikan ilmu, membimbing dengan kesabaran dan keikhlasan hati;
3. Dosen Penguji Utama, Kusbudiono, S.Si., M.Si, dan Dosen Penguji Anggota, Bagus Juliyanto, S.Si., M.Si yang telah memberikan ilmu, membimbing dengan kesabaran dan keikhlasan hati;

Penulis menyadari bahwa penulisan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharap kritik dan saran demi kesempurnaan penelitian selanjutnya. Semoga bantuan, bimbingan serta motivasi beliau dicatat sebagai amal baik oleh Allah SWT. Harapan terakhir, semoga skripsi ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan khususnya di bidang matematika. Aamiin.

Jember, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Permasalahan <i>Knapsack</i>	4
2.2 Algoritma Genetika	6
2.2.1 Komponen Umum Algoritma Genetik	7
2.2.2 Parameter Algoritma Genetika	8
2.2.3 Prosedur Umum Algoritma Genetika	9
2.2.4 Cara kerja Komponen Algoritma Genetika	9
2.3 Algoritma <i>Migrating Birds Optimization</i> (MBO)	18
2.4 Prosedur Algoritma <i>Migrating Birds Optimization</i> (MBO)	19
2.4.1 Inisialisasi Populasi Awal	19

2.4.2 Lingkungan dan Pembagian Solusi.....	19
2.4.3 Kriteria Pemberhentian	20
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	22
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Hasil	24
4.1.1 Perhitungan Manual.....	26
4.1.2 Program.....	34
4.1.3 Hasil Percobaan	40
4.2 Pembahasan.....	44
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA.....	48
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Contoh Pengkodean Biner.....	10
2.2 Contoh Pengkodean Permutasi	10
2.3 Contoh Nilai <i>Fitness</i>	12
2.4 Contoh <i>Parent</i> 1 dan 2 dengan <i>Crossover</i> Satu titik.....	13
2.5 Contoh <i>Offspring</i> 1 dan 2 dengan <i>Crossover</i> Satu titik	13
2.6 Contoh <i>Parent</i> 1 dan 2 dengan <i>Crossover</i> Dua titik	14
2.7 Contoh <i>Offspring</i> 1 dan 2 dengan <i>Crossover</i> Dua titik.....	14
2.8 Contoh Mutasi pada Pengkodean Biner	15
4.1 Data Berat dan Profit	25
4.2 Data Sampel	26
4.3 Representasi Kromosom	27
4.4 Pembentukan Populasi Awal.....	27
4.5 Evaluasi Fungsi <i>Fitness</i>	28
4.6 Perhitungan Probabilitas Relatif dan Kumulatif	28
4.7 Kromosom <i>Parent</i> pada Proses Mutasi.....	30
4.8 Pembangkitan Nilai <i>Random</i> Secara Acak pada Proses Mutasi	39
4.9 Generasi Baru.....	31
4.10 Inisialisasi Populasi Awal	32
4.11 Proses Lingkungan dan Pembagian Solusi Iterasi 1	33
4.12 Proses Lingkungan dan Pembagian Solusi Iterasi 2	34
4.13 Perbandingan Parameter	40
4.14 Hasil Perbandingan Parameter dengan Populasi 21	41
4.15 Hasil Perbandingan Parameter dengan Populasi 31	43

DAFTAR GAMBAR

2.1 Kromosom.....	10
2.2 Roda <i>Roulette</i> dari Tabel 2.3.....	12
2.3 <i>Flowchart</i> alur proses <i>crossover</i>	14
2.4 <i>Flowchart</i> alur proses mutasi.....	16
2.5 Skema proses algoritma genetika.....	17
2.6 Migrasi burung membentuk formasi “V”.....	19
2.7 <i>Flowchart</i> dari algoritma MBO.....	21
3.1 Skema metode penelitian.....	22
4.1 Proses <i>Crossover</i>	29
4.2 Hasil <i>Crossover</i>	29
4.3 Hasil Mutasi.....	30
4.4 Formasi “V”.....	32
4.5 Tampilan Awal Program.....	35
4.6 Tampilan Program Saat Proses.....	39
4.7 Tampilan Program Hasil Proses.....	39
4.8 Grafik Perbandingan Parameter Terhadap Titik Konvergen dengan Populasi 21.....	42
4.9 Grafik Perbandingan Parameter Terhadap Titik <i>Running Time</i> dengan Populasi 21.....	42
4.10 Grafik Perbandingan Parameter Terhadap Titik Konvergen dengan Populasi 31.....	43
4.11 Grafik Perbandingan Parameter Terhadap Titik <i>Running Time</i> dengan Populasi 31.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Data Penelitian	49
B. Perhitungan Manual Algoritma Genetika.....	50
B.1 Perhitungan Berat Total Setiap Kromosom pada Populasi Awal	50
B.2 Perhitungan Nilai <i>Fitness</i> Setiap Kromosom pada Populasi Awal.....	51
B.3 Perhitungan Probabilitas Relatif dan Probabilitas Kumulatif	52
B.4 Perhitungan Nilai <i>Fitness</i> Setiap Kromosom pada Generasi Baru.....	52
C. Perhitungan Manual Algoritma MBO.....	53
C.1 Perhitungan Berat Total Setiap Burung pada Populasi Awal	53
C.2 Perhitungan Nilai <i>Fitness</i> Setiap Burung pada Populasi Awal	54
C.3 Perhitungan Nilai <i>Fitness</i> Solusi Tetangga Setiap Burung pada iterasi 1	55
C.4 Perhitungan Nilai <i>Fitness</i> Solusi Tetangga Setiap Burung pada iterasi 2	56
D. Hasil sepuluh kali <i>Running</i> untuk Setiap Perbandingan Parameter	58
D.1 Hasil dengan populasi sebanyak 21.....	58
D.2 Hasil dengan populasi sebanyak 31.....	63

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan optimasi sering dihadapi dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu dari permasalahan optimasi adalah pemilihan barang-barang yang akan dimasukkan ke dalam sebuah wadah dengan harapan memperoleh keuntungan yang maksimal. Permasalahan optimasi tersebut merupakan permasalahan *knapsack*. Menurut Paryati (2009) permasalahan *knapsack* merupakan permasalahan tentang pemilihan barang dari sejumlah barang yang ada sehingga diperoleh keuntungan yang maksimal tanpa melebihi kapasitas dari wadah yang disediakan. Barang-barang tersebut memiliki bobot dan keuntungan atau nilai yang bervariasi.

Suyanto (2010) membagi permasalahan *knapsack* dalam tiga jenis, yaitu permasalahan *knapsack* 0-1, permasalahan *bounded knapsack*, permasalahan *unbounded knapsack*. Pengelompokan tersebut didasarkan pola penyimpanan barang dengan bobot dan nilai yang bervariasi. Pengelompokan tersebut dilakukan agar dalam pemecahan masalahnya dapat ditemukan solusi yang optimal dan efisien. Pada penelitian ini membahas tentang permasalahan *knapsack* 0-1. Permasalahan *knapsack* 0-1 merupakan permasalahan penyimpanan barang, dimana barang akan dimasukkan secara keseluruhan atau tidak sama sekali.

Permasalahan *knapsack* dewasa ini dapat diselesaikan dengan algoritma metaheuristik. Metaheuristik merupakan metode untuk mencari solusi yang memadukan interaksi antara prosedur pencarian lokal dan strategi yang lebih tinggi untuk menciptakan proses yang mampu keluar dari titik-titik *local optimal* dan melakukan pencarian di ruang solusi untuk menemukan solusi global. Seiring dengan perkembangan jaman, perkembangan ilmu pengetahuan, dan teknologi, algoritma metaheuristik terus berkembang dan semakin efisien dalam menyelesaikan permasalahan optimasi. Efisiensi dari penerapan algoritma metaheuristik tidak lepas dari bantuan komputer, karena keterbatasan perhitungan dan penyelesaian manual yang dilakukan oleh manusia.

Algoritma metaheuristik antara lain algoritma *Migration Birds Optimization* (MBO) dan algoritma genetika. Algoritma *Migration Birds Optimization* (MBO) telah diterapkan oleh Ulker *et al* (2017) pada permasalahan *knapsack* 0-1 sedangkan algoritma genetika telah diterapkan oleh Ariastuti (2015) pada permasalahan *knapsack* 0-1 dengan membandingkan algoritma genetika dengan algoritma *harmony search*. Algoritma *Migration Birds Optimization* (MBO) dan algoritma genetika merupakan dua algoritma yang menerapkan perilaku mahluk hidup sebagai cara atau proses untuk memecahkan permasalahan optimasi. Perilaku-perilaku tersebut akan digunakan untuk menyelesaikan permasalahan *knapsack* 0-1.

Menurut Ariastuti (2015) yang melakukan penelitian tentang permasalahan *knapsack* 0-1 menggunakan algoritma genetika dengan *harmony search* mengatakan bahwa algoritma genetika lebih baik dari pada algoritma *harmony search*. Algoritma genetika lebih cepat konvergen dan hasil profit yang ditunjukkan lebih stabil dari pada algoritma *harmony search*, meskipun algoritma genetika memiliki *running time* yang lebih lama. Menurut Ulker *et al* (2017) masalah *knapsack* 0-1 bisa diselesaikan menggunakan algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO). Algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) mampu menemukan solusi atau hasil yang optimal. Menurut Duman *et al* (2012), algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) merupakan algoritma metaheuristik baru yang mumpuni dalam menyelesaikan masalah QAP (*Quadratic Assigment Problem*). Duman *et al* (2012), mengatakan untuk penelitian lebih lanjut algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi lain seperti permasalahan *knapsack* 0-1. Mengacu dari pemaparan di atas peneliti akan mengkaji implementasi algoritma genetika dan algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) untuk permasalahan optimasi *knapsack* 0-1 dan membandingkan hasil dari kedua algoritma tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang akan di kemukakan adalah:

- a. Bagaimana cara menyelesaikan permasalahan *knapsack* 0-1 menggunakan algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) dan algoritma genetika?
- b. Bagaimana perbandingan solusi optimal yang diperoleh dari penggunaan algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) dan algoritma genetika pada permasalahan *knapsack* 0-1 berdasarkan keuntungan maksimal, kekonvergenan dan *running time*?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan permasalahan pada penelitian ini adalah tingkat penjualan atau permintaan konsumen untuk masing-masing barang diasumsikan sama dan kelompok barang yang dipilih dimasukkan semua atau tidak.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Mengetahui penyelesaian permasalahan *knapsack* 0-1 menggunakan algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) dan algoritma genetika.
- b. Mengetahui perbandingan solusi optimal yang diperoleh dari penggunaan algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) dan algoritma genetika berdasarkan keuntungan maksimal, kekonvergenan dan *running time*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan pengetahuan bagi penulis dan pembaca, tentang cara penyelesaian dan membandingkan solusi optimal dari permasalahan *knapsack* menggunakan algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) dan algoritma Genetika.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Permasalahan *Knapsack*

Knapsack diartikan sebagai sebuah wadah atau tas. Permasalahan *knapsack* merupakan permasalahan tentang pemilihan barang dari sejumlah barang yang memiliki bobot atau nilai yang berbeda-beda, sehingga di peroleh keuntungan yang maksimal tanpa melebihi kapasitas dari wadah atau tas yang tersedia. Menurut Kellerer *et al* (2004), permasalahan *knapsack* dimisalkan dengan himpunan barang N , yang terdiri n barang i dengan keuntungan p_i dan berat w_i dan nilai kapasitas c (semua nilai-nilai adalah bilangan bulat positif) tujuannya untuk memilih subset dari N dengan total barang yang dipilih mempunyai keuntungan maksimal dan berat total tidak melebihi kapasitas yang ditentukan. Menurut Dimiyati *et al* (2004), *knapsack* adalah permasalahan mengenai optimasi kombinatorial dimana tujuan akhirnya adalah mencari solusi terbaik dari banyaknya kemungkinan yang dihasilkan.

Menurut (Suyanto, 2010) *knapsack* memiliki tiga jenis permasalahan antara lain :

a. Permasalahan *Knapsack* 0-1

Objek yang yang dimasukkan ke dalam media penyimpanan dimensinya harus dimasukkan semua atau tidak sama sekali.

b. Permasalahan *Bounded Knapsack* (*Knapsack* terbatas)

Objek yang dimasukkan ke dalam media penyimpanan dimensinya bisa dimasukkan sebagian atau seluruhnya

c. Permasalahan *Unbounded Knapsack* (*Knapsack* tak terbatas)

Jumlah objek yang dimasukkan ke dalam media penyimpanan dimensinya tidak terbatas.

Permasalahan *knapsack* yang akan dibahas kali ini adalah permasalahan *knapsack* 0-1. Permasalahan *knapsack* 0-1 merupakan permasalahan dimana terdapat n buah objek dan sebuah media penyimpanan yang memiliki daya tampung maksimal senilai M . Benda-benda pada permasalahan ini memiliki bobot (x_i) dengan nilai keuntungan profit (p_i). Permasalahannya adalah bagaimana

memilih objek-objek yang dimasukkan ke dalam media penyimpanan sehingga tidak melebihi kapasitas dari media penyimpanan namun memaksimalkan total keuntungan yang diperoleh. Permasalahan *knapsack* 0-1 memiliki sistem kerja dimana barang yang diangkut dimensinya harus diangkut seluruhnya atau tidak sama sekali (Dimiyati *et al*, 2004).

Permasalahan *knapsack* 0-1 memiliki solusi penyelesaian yang dinyatakan sebagai himpunan :

$$X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$$

dimana $x_i = 1$ jika benda ke- i dimasukkan ke dalam media penyimpanan, dan $x_i = 0$ jika benda ke- i tidak dimasukkan ke dalam media penyimpanan. Misalkan solusi dari suatu permasalahan *knapsack* adalah $X = \{0,1,0,1\}$, itu berarti benda ke-1 dan ke-3 tidak dimasukkan ke dalam media penyimpanan sedangkan benda ke-2 dan ke-4 dimasukkan ke dalam media penyimpanan. Secara matematik, permasalahan *knapsack* bilangan bulat merupakan program linier bilangan bulat, maka formula permasalahan *knapsack* 0-1 menurut Dimiyati *et al* (2004), sebagai berikut.

$$\text{Fungsi tujuan Maks/Min} \quad : Z = \sum_{i=1}^n p_i x_i \quad (2.1)$$

$$\text{Kendala} \quad : z = \sum_{i=1}^n w_i x_i \leq M, \quad x_i \in \{0,1\} \quad (2.2)$$

dengan,

Z : nilai optimum dari fungsi tujuan

z : kendala fungsi tujuan

n : banyak barang

p_i : keuntungan barang ke- i , dimana $i = 1, 2, 3, \dots, n$

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

x_i : variabel keputusan (1 jika dipilih, 0 jika tidak dipilih)

M : kapasitas media penyimpanan (*knapsack*)

2.2 Algoritma Genetika

Menurut Suyanto (2005), algoritma genetika merupakan algoritma pencarian berdasarkan pada mekanisme yang meniru dari seleksi alam dan evolusi. Istilah yang digunakan dalam algoritma genetika adalah meminjam dari genetika alam seperti populasi, kromosom dan gen. Algoritma genetika berbeda dari teknik pencarian konvensional, dimulai dengan kumpulan inisial dari solusi acak yang disebut populasi.

Setiap individu dalam populasi disebut kromosom, yang mewakili suatu solusi dari masalah, suatu kromosom merupakan sebuah string dari simbol. Kromosom-kromosom tersebut akan melakukan suatu regenerasi melalui ulangan berturut-turut. Reperasi kromosom akan dievaluasi dengan menggunakan suatu ukuran yang disebut *fitness value* (keuntungan kesesuaian). Semakin besar keuntungan *fitnees* suatu kromosom, maka semakin besar kemungkinannya ikut dalam regenerasi. Regenerasi berikutnya, yaitu kromosom-kromosom baru yang disebut *offspring* dibentuk dengan :

- a. Menggabungkan dua kromosom dari generasi baru dengan cara persilangan (*crossover*).
- b. Mengubah suatu kromosom dengan menggunakan operator mutasi.

Generasi baru yang dibentuk akan dipilih sesuai dengan nilai *fitnees* beberapa kromosom induk dan tetap mengambil populasi secara konstan setelah beberapa generasi. Algoritma genetika menuju kesatu titik yaitu kromosom terbaik dengan probabilitas tinggi yang akan mewakili solusi yang optimal atau suboptimal pada suatu masalah.

Beberapa hal yang sangat dibutuhkan algoritma genetika dalam memecahkan suatu masalah adalah operator genetik, fungsi evaluasi dan teknik pemilihan induk. Ketiga hal tersebut saling berhubungan satu sama lainnya, sehingga jika salah satu diabaikan maka algoritma genetika tidak akan bisa dijalankan dengan maksimal. Operator genetika dilakukan setelah teknik pemilihan induk dijalankan.

Menurut Goldberg (1989), algoritma genetika mempunyai karakteristik yaitu:

- a. Algoritma genetika diawali dengan pengkodean dari himpunan solusi permasalahan berdasarkan parameter yang telah ditetapkan.
- b. Algoritma genetika melakukan pencarian pada sebuah solusi dari sejumlah individu-individu yang merupakan solusi permasalahan bukan hanya dari satu individu.
- c. Algoritma genetika menggunakan informasi fungsi *fitness* sebagai cara untuk mengevaluasi individu yang mempunyai solusi terbaik.
- d. Algoritma genetika menggunakan aturan-aturan transisi peluang, bukan aturan deterministik.

2.2.1 Komponen Umum Algoritma Genetika

Menurut Gen *et al* (1997), komponen umum algoritma genetika terdiri dari:

- a. Populasi adalah sekumpulan solusi acak atau teknik pencarian dilakukan sekaligus atas sejumlah solusi.
- b. Kromosom adalah individu yang terdapat dalam satu populasi.
- c. Gen merupakan bagian dari kromosom.
- d. Generasi adalah hasil evolusi kromosom-kromosom melalui iterasi.
- e. *Fitness* adalah nilai proses evolusi dengan menggunakan alat ukur.
- f. *Offspring* adalah generasi yang dikenal dengan istilah anak.
- g. *Parent* adalah dua kromosom yang bertidak sebagai induk.
- h. *Crossover* adalah operator penyilangan.
- i. Mutasi adalah suatu kromosom yang dimodifikasi.

2.2.2 Parameter Algoritma Genetika

Parameter-parameter yang digunakan pada algoritma genetika sebagai berikut (Gen *et al*, 1997).

- a. Ukuran populasi.

Ukuran populasi yang dimaksud adalah jumlah individu atau kromosom yang dinyatakan sebagai ukuran populasi.

- b. Probabilitas *crossover* (P_c)

Probabilitas *crossover* bernilai $0 \leq P_c \leq 1$, namun nilai probabilitas *crossover* menurut Gen *et al* (1997) berkisar antara 0,6 sampai 1. Semakin besar nilai P_c maka semakin besar kemungkinan algoritma genetika mengeksplorasi ruang pencarian, sekaligus mempercepat ditemukannya solusi optimum.

c. Probabilitas mutasi

Probabilitas mutasi digunakan untuk menentukan gen-gen yang akan dimutasi. Probabilitas mutasi bernilai $0 \leq P_m \leq 1$, namun nilai probabilitas mutasi yang baik menurut Gen *et al* (1997) berkisar antara 0,001 sampai 0,2. Pengaruh P_m jika terlalu kecil maka banyak kromosom yang memiliki potensi tidak akan pernah muncul, tetapi jika P_m terlalu besar maka akan banyak bermunculan kromosom yang kemungkinan tidak memiliki potensi dalam pencapaian solusi optimum. *Offspring* akan kehilangan kemiripan dengan kromosom induk (*parent*) yang memiliki potensi pada populasi sebelumnya dan algoritma genetika akan kehilangan kemampuan untuk belajar dari proses pencarian yang sebelumnya.

d. Kriteria Pemberhentian

Kriteria pemberhentian adalah *Number of Improvisation* yang merepresentasikan jumlah iterasi.

2.2.3 Prosedur Umum Algoritma Genetika

Menurut Gen *et al* (1997), prosedur umum algoritma genetika adalah sebagai berikut.

a. Membangkitkan populasi awal

Membangkitkan populasi awal adalah proses membangkitkan sejumlah kromosom sebanyak ukuran populasi secara *random* sehingga didapatkan solusi awal.

b. Evaluasi solusi

Proses evaluasi dilakukan untuk menghitung nilai *fitness* dari masing-masing kromosom dan mengevaluasinya hingga kriteria pemberhentian terpenuhi.

Nilai ini membedakan kualitas dari kromosom untuk mengetahui seberapa baik kromosom-kromosom dalam populasi.

c. Membentuk generasi baru

Proses pembentukan generasi baru menggunakan tiga operator yaitu seleksi, *crossover*, dan mutasi. Proses ini dilakukan berulang-ulang hingga kriteria pemberhentian terpenuhi.

2.2.4 Cara kerja Komponen Algoritma Genetika

Komponen algoritma genetika adalah sebagai berikut (Gen *et al*, 1997).

a. Representasi Kromosom

Merepresentasikan kromosom sebagai calon solusi suatu masalah dalam populasi awal dengan teknik pengkodean. Teknik ini meliputi pengkodean menggunakan gen dari kromosom. Gen merupakan bagian dari kromosom, dimana satu gen pada umumnya akan mewakili satu variabel. Gen dapat direpresentasikan dalam bentuk nilai bit, pohon, *array* bilangan real, elemen permutasi, dan lain-lain. Ada beberapa cara pengkodean, antara lain :

1) Pengkodean Biner

Pengkodean biner merupakan pengkodean disetiap kromosom dalam pengkodean direpresentasikan dalam barisan bit 0 atau 1, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Contoh Pengkodean Biner

Kromosom	Pengkodean					
Kromosom 1	1	0	0	1	1	0
Kromosom 2	1	1	0	0	1	1

2) Pengkodean Permutasi

Pengkodean permutasi adalah pengkodean yang digunakan dalam masalah pengurutan data, *travelling Salesman Problem(TSP)* atau masalah pengurutan tugas. Setiap kromosom dalam pengkodean permutasi merupakan barisan angka yang merepresentasikan angka dalam urutan. Sebagai contoh ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Contoh Pengkodean Permutasi

Kromosom	Pengkodean					
Kromosom 1	4	6	2	1	5	3
Kromosom 2	2	3	1	4	6	5

Penelitian kali ini digunakan pengkodean biner untuk representasi kromosomnya.

b. Pembentukan Populasi Awal

Proses pada algoritma genetika diawali dengan pembentukan populasi awal dimana populasi awal ini merupakan generasi awal yang akan digunakan untuk membangkitkan generasi-generasi selanjutnya. Contoh populasi dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Keterangan : M = Besar kromosom ; N = Panjang Kromosom

Gambar 2.1 Kromosom

c. Fungsi *Fitness*

Fungsi *fitness* adalah fungsi yang digunakan untuk mengukur tingkat kebugaran suatu kromosom dalam populasi. Oleh sebab itu, fungsi *fitness* digunakan untuk mengevaluasi kromosom-kromosom pada setiap generasi. Kualitas sebuah kromosom di dalam suatu populasi di tunjukkan oleh besarnya nilai *fitness*. Semakin besar nilai *fitness* maka semakin bugur kromosom dalam populasi sehingga semakin baik kromosom tersebut dapat bertahan pada generasi berikutnya (Chen et al,2003). Nilai dari fungsi *fitness* dapat menggunakan persamaan $f(x) = \frac{1}{h(x)}$ dimana $h(x)$ merupakan masalah minimalis. Tetapi jika $h(x)$ digunakan untuk memaksimalkan sebuah fungsi (masalah maksimasi) maka nilai *fitness* ditunjukkan pada persamaan 2.3.

$$f(x) = h(x) \quad (2.3)$$

Dengan :

$f(x)$ = nilai *fitness*

$h(x)$ = nilai optimasi

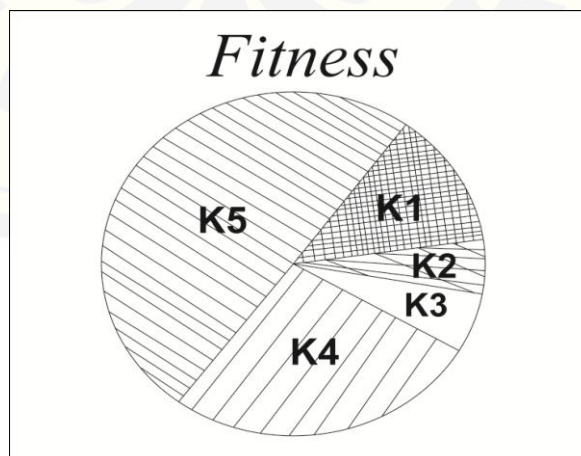
x = kromosom.

d. Seleksi

Salah satu teknik seleksi dalam algoritma genetika adalah *roulette wheel* (roda *roulette*). Seleksi ini bertujuan untuk memberikan kesempatan reproduksi yang lebih besar bagi anggota populasi yang memiliki nilai *fitness* yang tinggi. Roda *roulette* dibagi menjadi bagian-bagian yang sama dengan jumlah populasi. Tiap bagian merupakan kromosom dengan ukuran tertentu yang sebanding dengan nilai *fitness*-nya. Pemilihan kromosom untuk bereproduksi dilakukan dengan memutar roda *roulette* sebanyak N kali, dimana N adalah ukuran populasi. Proses pemilihan roda *roulette* ditunjukkan dengan contoh, seperti pada Tabel 2.3 dan Gambar 2.2.

Tabel 2.3 Contoh Nilai *Fitness*

Kromosom	<i>Fitness</i>
K1	2
K2	1
K3	1
K4	4
K5	8



Gambar 2.2 Roda *Roulette* dari Tabel 2.3

Langkah-langkah seleksi yang dilakukan dengan metode roda *roulette* adalah sebagai berikut:

- 1) Menghitung total *fitness* dari semua kromosom

$$total\ fitness = \sum_{i=1}^n h(x) \quad (2.4)$$

- 2) Menghitung Probabilitas relatif (p_k) setiap kromosom dengan

$$p_k = \frac{fitness(k)}{total\ fitness} \quad (2.5)$$

- 3) Menghitung probabilitas kumulatif (q_k) dengan

$$q_k = q_{k-1} + p_k \text{ dan } q_0 = 0 \quad (2.6)$$

- 4) Membangkitkan nilai *random* (r_i), $0 \leq r_i \leq 1$, jumlah *parent* atau induk yang akan dibangkitkan.

- 5) Memilih kromosom ke k untuk dijadikan *parent* pada proses *crossover* dengan syarat $q_{k-1} < r_i < q_k$ dengan $k, i = 1, 2, 3, \dots, N$.

Kromosom yang terpilih dari proses seleksi akan melewati proses genetika yaitu *crossover*.

e. Pindah Silang (*Crossover*)

Menurut Chen et al (2003), *crossover* akan menukar informasi genetik antara dua kromosom *parent* yang terpilih dari proses seleksi untuk membentuk dua *offspring*. Operator *crossover* bekerja pada sepasang kromosom *parent* untuk menghasilkan dua kromosom *offspring* dengan menukarkan beberapa gen yang dimiliki masing-masing kromosom *parent*.

Proses *crossover* akan terjadi pada sepasang kromosom jika suatu bilangan yang dibangkitkan secara *random* (r), $0 \leq r \leq 1$, nilainya kurang dari atau sama dengan P_c . Bilangan *random* tersebut dibangkitkan setiap kali akan melakukan *crossover* pada kromosom.

Metode *crossover* yang digunakan yaitu *crossover* satu titik atau *crossover* banyak titik. *Crossover* satu titik dan banyak titik biasanya digunakan untuk representasi kromosom dalam biner. *Crossover* satu titik, posisi *crossover* k , ($k = 1, 2, \dots, N - 1$) dengan $N =$ panjang kromosom diseleksi secara *random*. Contoh proses *crossover* satu titik dapat dilihat pada Tabel 2.4. *Crossover* banyak titik, m posisi penyilangan k_i ($k = 1, 2, \dots, N - 1$, $i =$

$1, 2, \dots, m$) dengan N panjang kromosom diseleksi secara random. Gen-gen ditukar antara kromosom pada titik tersebut untuk menghasilkan anak. Contoh proses *crossover* banyak titik dapat dilihat pada Tabel 2.6. Hasil dari proses *crossover* adalah *offspring* dapat dilihat pada Tabel 2.5 dan Tabel 2.7.

Tabel 2.4 Contoh *Parent* 1 dan 2 dengan *Crossover* Satu titik

Kromosom	Pengkodean				
<i>Parent 1</i>	1	0	1	0	1
<i>Parent 2</i>	1	1	0	1	0

Tabel 2.5 Contoh *Offspring* 1 dan 2 dengan *Crossover* Satu titik

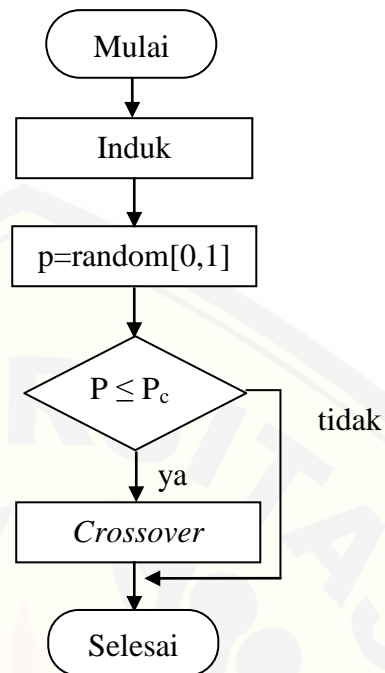
Kromosom	Pengkodean				
<i>Offspring 1</i>	1	0	0	1	0
<i>Offspring 2</i>	1	1	1	0	1

Tabel 2.6 Contoh *Parent* 1 dan 2 dengan *Crossover* Dua titik

Kromosom	Pengkodean				
<i>Parent 1</i>	1	0	1	0	1
<i>Parent 2</i>	1	1	0	1	0

Tabel 2.7 Contoh *Offspring* 1 dan 2 dengan *Crossover* Dua titik

Kromosom	Pengkodean				
<i>Offspring 1</i>	1	0	0	1	0
<i>Offspring 2</i>	1	1	1	0	1



Gambar 2.3 Flowchart alur proses *crossover*

f. Mutasi

Mutasi berperan untuk menempatkan kembali kromosom-kromosom dari populasi akibat proses seleksi dan memunculkan kromosom-kromosom yang belum pernah ada pada populasi sebelumnya (Cheng dan Cheng, 1997).

Proses mutasi akan terjadi pada suatu gen, jika suatu bilangan yang dibangkitkan secara random (r), $0 \leq r \leq 1$, nilainya kurang dari atau sama dengan P_m . Berikut ini adalah macam-macam pengkodean pada proses mutasi.

1) Mutasi dalam pengkodean biner

Mutasi pada pengkodean biner dilakukan dengan mengubah nilai bit pada posisi tertentu yang dipilih secara random atau menggunakan skema tertentu pada kromosom, yang disebut dengan *inverse bit*, seperti pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Contoh Mutasi Pada Pengkodean Biner

Kromosom	Pengkodean					
<i>Parent</i>	1	0	0	1	1	0
<i>Offspring</i>	1	1	0	0	1	1

2) Mutasi dalam pengkodean permutasi

Mutasi dalam pengkodean permutasi dilakukan dengan memilih dua posisi gen dari kromosom dan kemudian nilainya saling dipertukarkan.

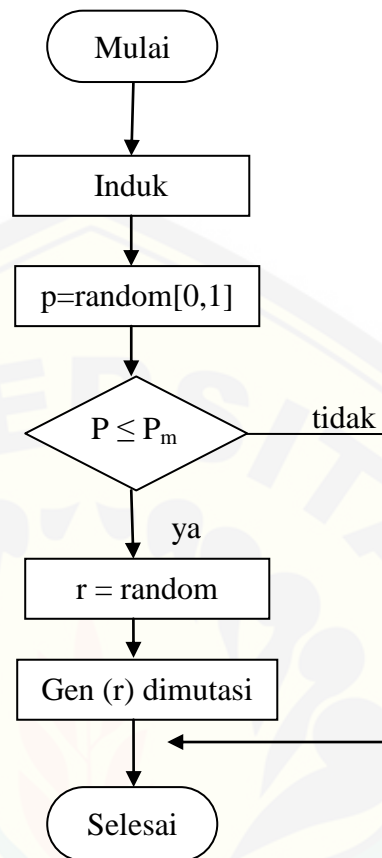
Tabel 2.9 Contoh mutasi pada pengkodean permutasi

Kromosom	Pengkodean					
<i>Parent</i>	4	6	2	1	5	5
<i>Offspring</i>	2	3	2	4	6	5

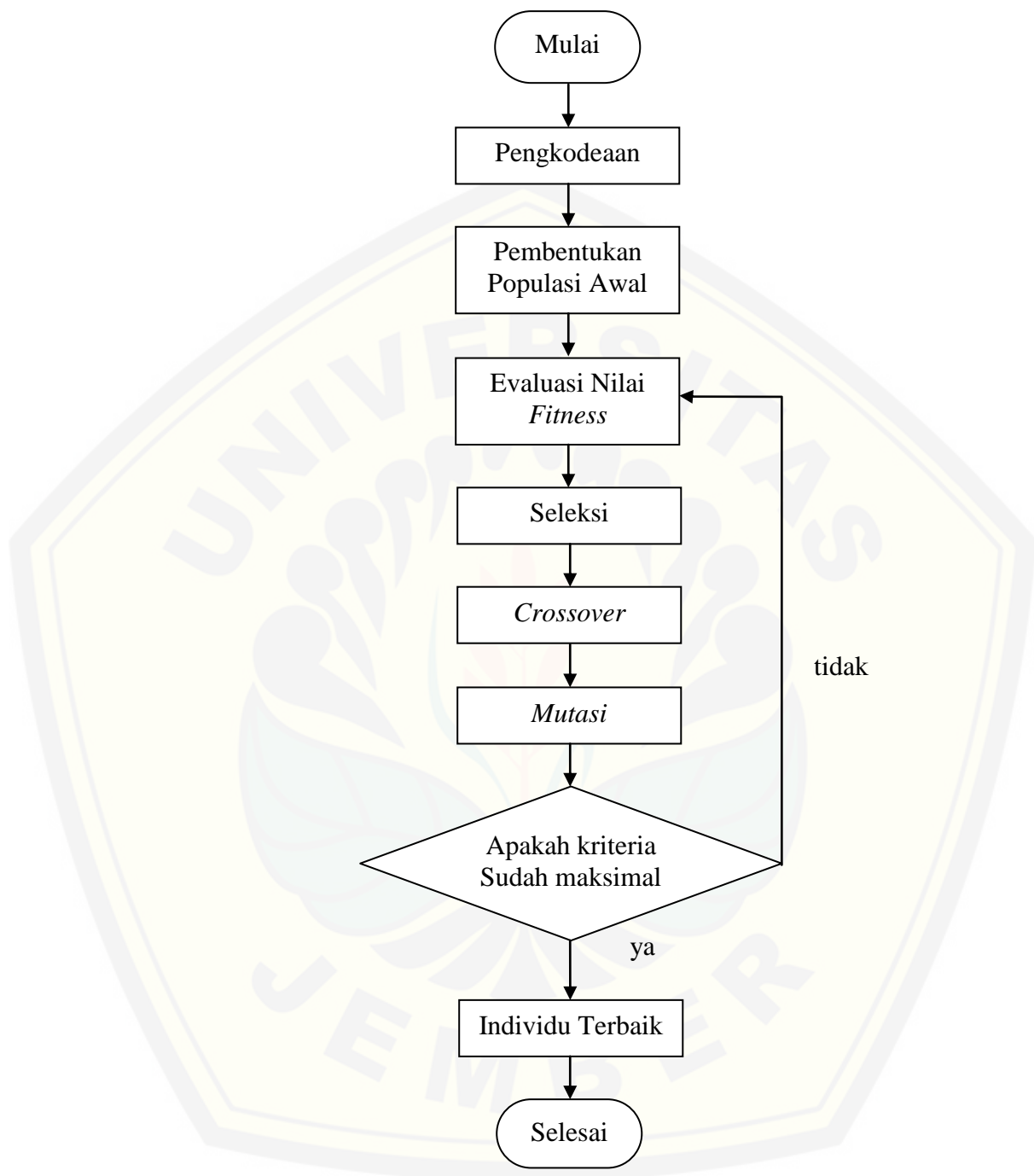
Proses mutasi yang dilakukan dalam pengkodean biner dengan mengubah langsung gen-gen pada kromosom tidak dapat dilakukan pada pengkodean permutasi, karena konsistensi urutan permutasi harus diperhatikan. Penelitian kali ini digunakan pengkodean biner untuk pengoperasian proses mutasinya.

g. Kriteria Pemberhentian

Proses algoritma genetika akan terus berlangsung hingga kriteria pemberhentian terpenuhi. Kriteria pemberhentian akan terpenuhi apabila iterasi yang dilakukan mencapai maksimal atau hasil yang diperoleh konvergen. Iterasi maksimal tercapai apabila iterasi yang dilakukan sesuai dengan jumlah iterasi yang telah ditentukan pada awal perhitungan.



Gambar 2.4 *Flowchart* alur proses mutasi



Gambar 2.5 Skema proses algoritma genetika

2.3 Algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO)

Algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) dikemukakan oleh Duman *et al* (2012). Algoritma ini terinspirasi oleh formasi “V” yang dibentuk oleh burung ketika melakukan migrasi. Menurut Duman *et al* (2012), formasi “V” bermanfaat untuk efisiensi atau menghemat tenaga ketika burung terbang. Semakin efisien tenaga yang digunakan makan kawanan burung yang bermigrasi mampu menempuh jarak semakin jauh. Selain untuk efisiensi tenaga, formasi “V” juga membantu kawanan burung agar terhindar dari tabrakan antar sesama burung dalam satu kawanan.

Menurut Lissaman dan Schollenberger (1970), mekanisme kerja dari kawanan burung yang bermigrasi membentuk formasi “V” sebagai berikut:

- a. Setiap kelompok dipimpin oleh satu pemimpin yang berada dibagian paling depan dari formasi. Pemimpin ini merupakan burung dengan kemampuan terbang yang terbaik. Tenaga yang dihabiskan oleh pemimpin formasi lebih besar dari pada anggota lain yang berada di belakang.
- b. Ketika burung pemimpin formasi mengalami kelelahan, maka akan digantikan dengan burung yang berada disebelah kirinya. Burung pemimpin yang mengalami kelelahan akan bergeser kesebelah kanan paling belakang dari formasi kawanan.
- c. Setiap anggota dari kawanan burung akan menjadi pemimpin formasi setidaknya sebanyak satu kali.

Mekanisme ini yang digunakan dalam algoritma MBO untuk memecahkan masalah optimasi sehingga di dapatkan solusi yang optimal. Menurut Lissaman dan Schollenberger (1970), formasi “V” akan mendapatkan hasil yang maksimal apabila nilai $WTS_{opt} = -0,005b$ dan $D_{opt} = 2w$ dengan :

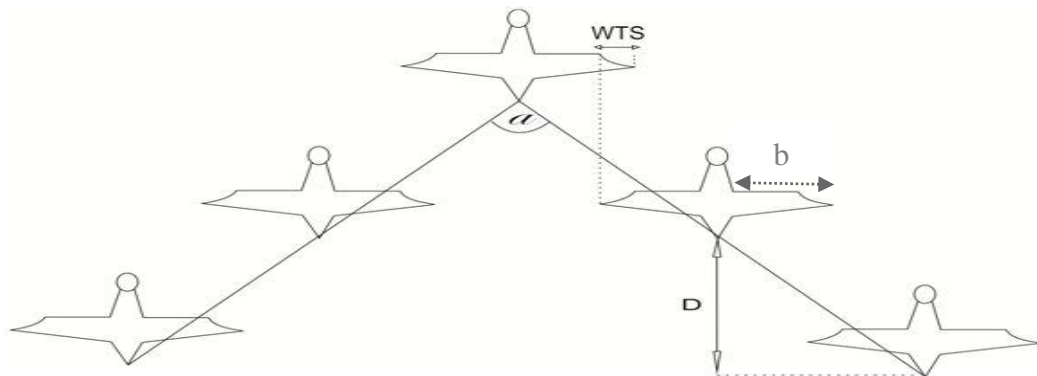
WTS = panjang sayap

b = rentang sayap

D = jarak antar ekor

w = lebar maksimum sayap

formasi burung bermigrasi membentuk “V” ini bisa dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Migrasi burung membentuk formasi V

2.4 Prosedur Algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO)

Menurut Ulker *et al* (2017), pemecahan permasalahan optimasi menggunakan algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) sebagai berikut:

2.4.1 Inisialisasi Populasi Awal

Penetapan populasi awal pada algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) dilakukan secara acak. Setiap individu dalam populasi merupakan solusi di ruang pencarian nilai optimal dan memiliki solusi permutasi. Panjang permutasi sama dengan jumlah objek dan memiliki dua nilai yang berbeda (0 atau 1).

2.4.2 Lingkungan dan Pembagian Solusi

Solusi yang diperoleh ketika menerapkan algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) di pengaruhi faktor lingkungan. Faktor lingkungan disini merupakan solusi tetangga dari solusi utama yang representasikan oleh kawanannya burung di sebelah kanan atau kiri burung pemimpin. Penentuan atau menganalisis hasil dari solusi tetangga dilakukan hingga iterasi menghasilkan nilai yang maksimal. Solusi tetangganya terbaik digunakan untuk memperbaiki solusi saat ini (solusi terbaik yang sudah di dapatkan). Sisa x solusi tetangga dibagikan dengan burung berikutnya. Sisa solusi x burung pemimpin dibagi $\frac{x}{2}$ ke tetangga sebelah kiri kawanannya dan $\frac{x}{2}$ sisi kanan kawanannya. Solusi tetangga terbaik pada burung selain burung pemimpin akan dipakai dan solusi yang tersisa akan dibagikan ke burung berikutnya. Burung berikutnya yang dimaksud adalah burung

lain yang berada dibelakang barisan. Jumlah solusi tetangga yang dibuat dan jumlah solusi tetangga bersama diberikan sebagai parameter dan parameter ini ditentukan sebagai berikut :

$$k \in \mathbb{Z}^+; k = \{3,5,7 \dots\} \quad (2.7)$$

$$x \in \mathbb{Z}^+; x = \left\{1,2, \dots, \frac{(k-1)}{2}\right\} \quad (2.8)$$

$$n = k - x \quad (2.9)$$

Keterangan

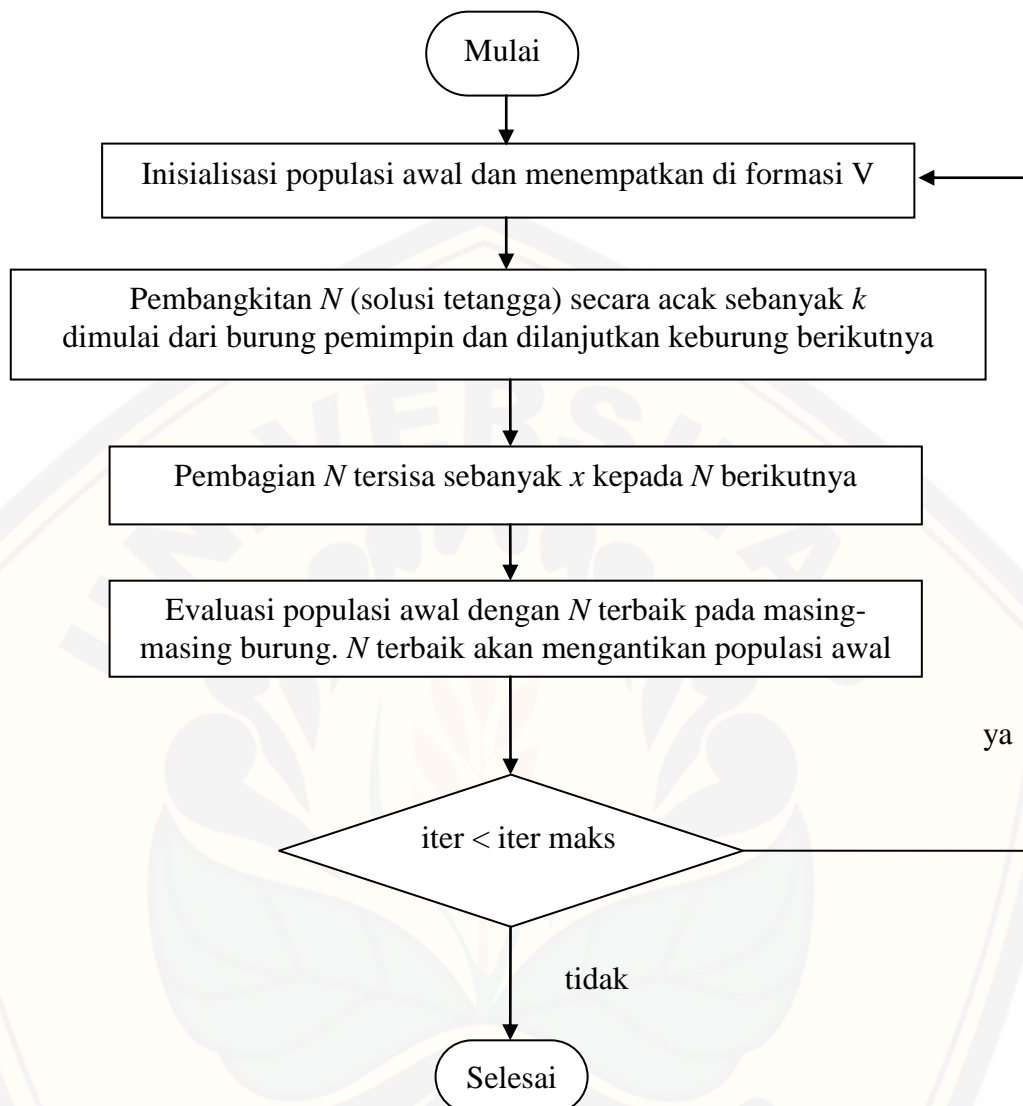
n = jumlah solusi tetangga kecuali *sharing*.

k = jumlah solusi tetangga yang harus di pertimbangkan.

x = jumlah solusi tetangga untuk dibagikan dengan solusi berikutnya

2.4.3 Kriteria Pemberhentian

Menurut Ulker *et al* (2017), proses iterasi akan terus berlangsung hingga kriteria pemberhentian terpenuhi. Kriteria pemberhentian pada algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) akan terpenuhi apabila iterasi yang dilakukan mencapai maksimal atau hasil yang diperoleh konvergen. Iterasi maksimal tercapai apabila iterasi yang dilakukan sesuai dengan jumlah iterasi yang telah ditentukan pada awal perhitungan.

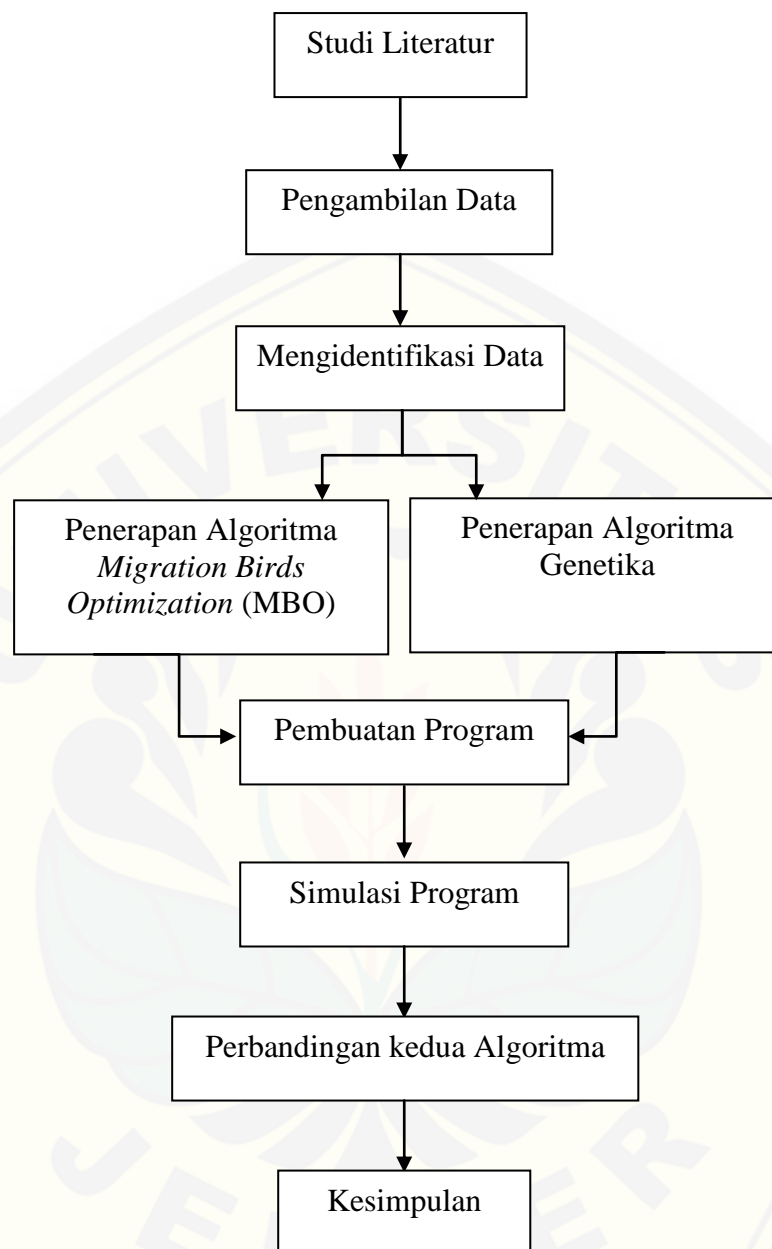


Gambar 2.7 Flowchart dari algoritma MBO

BAB 3. METODE PENELITIAN

Penelitian penerapan algoritma *Migration Birds Optimization* (MBO) dan algoritma genetika pada permasalahan *knapsack* 0-1 akan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Studi literatur dilakukan dengan mencari dan mempelajari referensi yang berkaitan dengan permasalahan *knapsack*, algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) dan algoritma genetika pada jurnal internasional dan buku yang berkaitan dengan tiga hal tersebut.
- b. Pengambilan data dilakukan dengan mengambil semua data dari skripsi Ariastuti (2015).
- c. Mengidentifikasi data dilakukan dengan memilih data yang sesuai dengan permasalahan *knapsack*. Data yang digunakan mencakup nama barang, dengan harga beli, harga jual dan bobot dari setiap barang, kemudian di cari keuntungan pada masing-masing barang yang diperoleh dari selisih harga beli dan harga jual yang telah ditetapkan.
- d. Menerapkan algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) dan algoritma genetika pada data yang telah teridentifikasi.
- e. Membuat program sesuai dengan algoritma yang telah di tentukan pada langkah (d) menggunakan *software* Matlab R2015b lalu di simulasikan menggunakan menu *guide* pada Matlab R2015b.
- f. Membandingkan kedua algoritma menggunakan program yang telah dibuat berdasarkan hasil keuntungan maksimal, kekonvergenan dan *running time*.
- g. Membuat kesimpulan berdasarkan hasil simulasi menggunakan program yang nantinya akan memberikan jawaban yang mengacu dari tujuan peneliti. Saran-saran yang bersifat membangun dan dirasa perlu untuk perkembangan penelitian selanjutnya juga dapat dipaparkan pada bagian ini.



Gambar 3.1 Skema Metode Penelitian

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan diambil kesimpulan sebagai berikut.

- a. Total keuntungan paling optimal yang didapatkan dari penyelesaian data UD Permata Indah menggunakan algoritma algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) dan algoritma Genetika yaitu sama-sama sebesar Rp 6.343.000,00 dengan berat maksimal yang terangkut adalah 986 kg.
- b. Algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) lebih baik daripada algoritma genetika. Karena algoritma *Migrating Birds Optimization* (MBO) membutuhkan iterasi yang lebih sedikit dari pada algoritma genetika untuk memperoleh solusi yang optimal.

5.2 Saran

Masalah *knapsack* 0-1 merupakan permasalahan optimasi yang dapat dikerjakan dengan berbagai macam metode dan algoritma. Masih terbuka bagi peneliti berikutnya untuk menerapkan algoritma metaheuristik yang lain dan membandingkan hasil dari masing-masing algoritma tersebut, sehingga didapatkan metode penyelesaian yang terbaik untuk menyelesaikan permasalahan yang *knapsack* 0-1.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariastuti, P. R. 2015. Penerapan Algoritma Genetika dan Algoritma Harmony Search pada Permasalahan Knapsack 0-1. Tidak diterbitkan. *Skripsi*. Jember: Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember.
- Chen, K.C., H. Ian, dan A.W. Cao. 2003. *A Generic Algorithm for Minimum Tetrahedralization of a Convex Polyhedron*.
<http://www.cccg.ca/proceedings/2003/29.pdf>.
[Diakses pada 14 Oktober 2017].
- Dimiyati, T. Tjutju, dan A. Dimiyati. 2004. *Operations Research Model-model Pengambilan Keputusan*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Duman, E., M. Uysal, dan A.F. Alkaya. 2012. Migrating birds optimization: a new metaheuristic approach and its performance on quadratic assignment problem. *Information Science*, 217:65–77.
- Gen, Mitsuo, dan R. Cheng. 1997. *Genetic Algorithms and Engineering design*. New York: John Wiley & Sons.
- Goldberg, D. E. 1989. *Genetic Algorithm in Search Optimization, and Machine Learning*. USA: Addison-Wesley Publishing Company, Inc
- Keller, H., D. Pisinger, dan U. Pferschy. 2004. *Knapsack Problem*. Berlin: Springer.
- Lissaman, P.B., dan , C.A. Schollenberger. 1970. Formation flight of birds. *Science* 168: 1003–1005.
- Martello, S dan P. Toth. *Knapsack Problems Algorithms and Computer Implementations*. DEIS, University of Bologna.
- Paryati. 2009. *Optimasi Strategi Algoritma Greedy untuk Menyelesaikan Permasalahan Knapsack 0-1*. Yogyakarta: UPN Veteran Yogyakarta.
- Pisinger, D. 1995. *Algorithm For Knapsack Problems*. Denmark: Copenhagen.
- Suyanto. 2005. *Algoritma Genetika Dalam Matlab*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Ulker, E., dan V. Tongur. 2017. Migrating birds optimization (MBO) algorithm to solve knapsack problem. *Procedia Computer Science*, 111: 71-76.

LAMPIRAN

Lampiran A. Data Penelitian

Data barang UD Permata Indah

No	Nama Barang	Berat Satuan (kg)	Jumlah Barang	HargaBeli (Rp)	HargaJual (Rp)
1.	CIHERANG	10	5	76000	80000
2.	PADI 64	10	5	75000	80000
3.	WAY APU	10	5	75500	80500
4.	TOWATI	10	5	76000	81000
5.	SITUBAGEDID	10	5	76000	80000
6.	BISI 2	20	3	880000	925000
7.	P21	20	3	1200000	1260000
8.	P27	20	3	1220000	1260000
9.	PAC 224	20	3	1190000	1230000
10.	TM BA	1	2	105000	130000
11.	TM JAWARA	1	2	106000	130000
12.	TM PANAMAS	1	2	160000	180000
13.	PURADON	40	3	400000	455000
14.	REAGENT	10	4	160000	180000
15.	REAGENT CAIR	1	5	210000	245000
16.	SEDRİK 1	5	5	400000	495000
17.	SEDRİK 2	8	5	600000	680000
18.	DURSBAN 1	1	5	95000	120000
19.	DURSBAN 2	2,5	5	210000	240000
20.	DURSBAN 3	5	5	310000	345000
21.	DURSBAN 4	10	1	500000	550000
22.	URACRON 1	1	5	210000	245000
23.	URACRON 2	2,5	5	500000	540000
24.	FASTACT 1	1	5	75000	90000
25.	FASTACT 2	2,5	5	173000	195000
26.	FASTACT 3	4	5	280000	310000
27.	POLIDOR 1	1	5	160000	180000
28.	POLIDOR 2	2	5	300000	325000
29.	POLIDOR 3	4	5	520000	555000
30.	GAMATOC 1	1	5	120000	150000
31.	GAMATOC 2	2,5	5	280000	320000
32.	ACODAN	1	5	170000	200000
33.	DARMAIBAS	1	5	100000	115000
34.	ASUDRIN 1	1	5	190000	215000
35.	ASUDRIN 2	5	5	510000	550000

No	Nama Barang	Berat Satuan (kg)	Jumlah Barang	HargaBeli (Rp)	HargaJual (Rp)
36.	DIPUSTAR 1	2	5	160000	180000
37.	DIPUSTAR 2	4	5	310000	350000
38.	SPONTAN	2	5	150000	180000
39.	SPONSOR	2	5	145000	180000
40.	SEPIN	2	5	160000	185000
41.	CONDIFOR	2	5	200000	250000
42.	GRANTONIC 1	10	1	240000	320000
44.	SEPLASH 1	20	1	520000	600000
45.	SEPLASH 2	20	1	720000	900000
46.	PEREKAT 1	10	1	280000	400000
47.	PEREKAT 2	20	1	590000	720000

Lampiran B. Perhitungan Manual Algoritma Genetika

B1. Perhitungan Berat Total Setiap Kromosom pada Populasi Awal

$$\text{Kendala : } z = \sum_{i=1}^n w_i x_i \leq 130$$

$$\text{Kromosom 1} = w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 + w_4 x_4 + w_5 x_5$$

$$= (50 \times 1) + (60 \times 1) + (25 \times 0) + (20 \times 1) + (5 \times 0)$$

$$= 130 \text{ kg}$$

$$\text{Kromosom 2} = w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 + w_4 x_4 + w_5 x_5$$

$$= (50 \times 0) + (60 \times 1) + (25 \times 1) + (20 \times 0) + (5 \times 0)$$

$$= 85 \text{ kg}$$

$$\text{Kromosom 3} = w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 + w_4 x_4 + w_5 x_5$$

$$= (50 \times 1) + (60 \times 0) + (25 \times 1) + (20 \times 1) + (5 \times 1)$$

$$= 100 \text{ kg}$$

$$\text{Kromosom 4} = w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 + w_4 x_4 + w_5 x_5$$

$$= (50 \times 0) + (60 \times 0) + (25 \times 0) + (20 \times 1) + (5 \times 1)$$

$$= 25 \text{ kg}$$

$$\text{Kromosom 5} = w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 + w_4 x_4 + w_5 x_5$$

$$= (50 \times 0) + (60 \times 1) + (25 \times 1) + (20 \times 0) + (5 \times 1)$$

$$= 90 \text{ kg}$$

B2. Perhitungan Nilai *Fitness* Setiap Kromosom pada Populasi Awal

$$Z = f(x) = \sum_{i=1}^n p_i x_i$$

$$\begin{aligned} \text{Kromosom 1} &= p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + p_4 x_4 + p_5 x_5 \\ &= (20.000 \times 1) + (135.000 \times 1) + (475.000 \times 0) + (175.000 \times 1) + \\ &\quad (125.000 \times 0) \\ &= 330.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kromosom 2} &= p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + p_4 x_4 + p_5 x_5 \\ &= (20.000 \times 0) + (135.000 \times 1) + (475.000 \times 1) + (175.000 \times 0) + \\ &\quad (125.000 \times 0) \\ &= 610.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kromosom 3} &= p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + p_4 x_4 + p_5 x_5 \\ &= (20.000 \times 1) + (135.000 \times 0) + (475.000 \times 1) + (175.000 \times 1) + \\ &\quad (125.000 \times 1) \\ &= 795.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kromosom 4} &= p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + p_4 x_4 + p_5 x_5 \\ &= (20.000 \times 0) + (135.000 \times 0) + (475.000 \times 0) + (175.000 \times 1) + \\ &\quad (125.000 \times 1) \\ &= 300.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kromosom 5} &= p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + p_4 x_4 + p_5 x_5 \\ &= (20.000 \times 0) + (135.000 \times 1) + (475.000 \times 1) + (175.000 \times 0) + \\ &\quad (125.000 \times 1) \\ &= 735.000 \end{aligned}$$

B3. Perhitungan Probabilitas Relatif dan Probabilitas Kumulatif

1) Menghitung total *fitness* dari semua kromosom

$$\begin{aligned} \text{Total fitness} &= \sum_{i=1}^n h(x) \\ &= h(x_1) + h(x_2) + h(x_3) + h(x_4) + h(x_5) \\ &= 330.000 + 610.000 + 795.000 + 300.000 + 735.000 \\ &= 2.770.000 \end{aligned}$$

2) Menghitung Probabilitas relatif (p_k) setiap kromosom

$$\begin{aligned} p_1 &= \frac{\text{fitness}(k_1)}{\text{total fitness}} = \frac{330.000}{2.770.000} = 0,1 & p_4 &= \frac{\text{fitness}(k_4)}{\text{total fitness}} = \frac{300.000}{2.770.000} = 0,1 \\ p_2 &= \frac{\text{fitness}(k_2)}{\text{total fitness}} = \frac{610.000}{2.770.000} = 0,2 & p_5 &= \frac{\text{fitness}(k_5)}{\text{total fitness}} = \frac{735.000}{2.770.000} = 0,3 \\ p_3 &= \frac{\text{fitness}(k_3)}{\text{total fitness}} = \frac{795.000}{2.770.000} = 0,3 \end{aligned}$$

3) Menghitung probabilitas kumulatif (q_k) dengan $q_k = q_{k-1} + p_k$ dan $q_0 = 0$

$$\begin{aligned} q_1 &= q_0 + p_1 = 0 + 0,1 = 0,1 & q_4 &= q_3 + p_4 = 0,6 + 0,1 = 0,7 \\ q_2 &= q_1 + p_2 = 0,1 + 0,2 = 0,3 & q_5 &= q_4 + p_5 = 0,7 + 0,3 = 1,0 \\ q_3 &= q_2 + p_3 = 0,3 + 0,3 = 0,6 \end{aligned}$$

B4. Perhitungan Nilai *Fitness* Setiap Kromosom pada Generasi Baru

$$Z = f(x) = \sum_{i=1}^n p_i x_i$$

$$\begin{aligned} \text{Kromosom 1} &= p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + p_4 x_4 + p_5 x_5 \\ &= (20.000 \times 1) + (135.000 \times 0) + (475.000 \times 1) + (175.000 \times 1) + \\ &\quad (125.000 \times 1) \\ &= 795.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kromosom 2} &= p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + p_4 x_4 + p_5 x_5 \\ &= (20.000 \times 1) + (135.000 \times 0) + (475.000 \times 1) + (175.000 \times 1) + \\ &\quad (125.000 \times 1) \\ &= 795.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kromosom 3} &= p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + p_4 x_4 + p_5 x_5 \\ &= (20.000 \times 0) + (135.000 \times 1) + (475.000 \times 1) + (175.000 \times 0) + \\ &\quad (125.000 \times 1) \\ &= 735.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kromosom 4} &= p_1x_1 + p_2x_2 + p_3x_3 + p_4x_4 + p_5x_5 \\
 &= (20.000 \times 0) + (135.000 \times 1) + (475.000 \times 1) + (175.000 \times 1) + \\
 &\quad (125.000 \times 1) \\
 &= 910.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kromosom 5} &= p_1x_1 + p_2x_2 + p_3x_3 + p_4x_4 + p_5x_5 \\
 &= (20.000 \times 1) + (135.000 \times 0) + (475.000 \times 1) + (175.000 \times 0) + \\
 &\quad (125.000 \times 1) \\
 &= 620.000
 \end{aligned}$$

C. Perhitungan Manual Algoritma MBO

C1. Perhitungan Berat Total Setiap Burung pada Populasi Awal

$$\text{Kendala : } z = \sum_{i=1}^n w_i x_i \leq 130$$

$$\begin{aligned}
 \text{Bird 1 (S1)} &= w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 + w_4x_4 + w_5x_5 \\
 &= (50 \times 1) + (60 \times 1) + (25 \times 0) + (20 \times 1) + (5 \times 0) \\
 &= 130 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Bird 2 (S2)} &= w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 + w_4x_4 + w_5x_5 \\
 &= (50 \times 0) + (60 \times 1) + (25 \times 1) + (20 \times 1) + (5 \times 1) \\
 &= 110 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Bird 3 (S3)} &= w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 + w_4x_4 + w_5x_5 \\
 &= (50 \times 1) + (60 \times 0) + (25 \times 1) + (20 \times 1) + (5 \times 1) \\
 &= 100 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Bird 4 (S4)} &= w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 + w_4x_4 + w_5x_5 \\
 &= (50 \times 0) + (60 \times 1) + (25 \times 1) + (20 \times 1) + (5 \times 0) \\
 &= 105 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Bird 5 (S5)} &= w_1x_1 + w_2x_2 + w_3x_3 + w_4x_4 + w_5x_5 \\
 &= (50 \times 0) + (60 \times 1) + (25 \times 1) + (20 \times 0) + (5 \times 1) \\
 &= 90 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

C2. Perhitungan Nilai *Fitness* Setiap Burung pada Populasi Awal

$$Z = f(x) = \sum_{i=1}^n p_i x_i$$

$$\begin{aligned} \text{Bird 1 (S1)} &= p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + p_4 x_4 + p_5 x_5 \\ &= (20.000 \times 1) + (135.000 \times 1) + (475.000 \times 0) + (175.000 \times 1) + \\ &\quad (125.000 \times 0) \\ &= 330.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bird 2 (S2)} &= p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + p_4 x_4 + p_5 x_5 \\ &= (20.000 \times 0) + (135.000 \times 1) + (475.000 \times 1) + (175.000 \times 1) + \\ &\quad (125.000 \times 1) \\ &= 910.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bird 3 (S3)} &= p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + p_4 x_4 + p_5 x_5 \\ &= (20.000 \times 1) + (135.000 \times 0) + (475.000 \times 1) + (175.000 \times 1) + \\ &\quad (125.000 \times 1) \\ &= 795.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bird 4 (S4)} &= p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + p_4 x_4 + p_5 x_5 \\ &= (20.000 \times 0) + (135.000 \times 1) + (475.000 \times 1) + (175.000 \times 1) + \\ &\quad (125.000 \times 0) \\ &= 785.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bird 5 (S5)} &= p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + p_4 x_4 + p_5 x_5 \\ &= (20.000 \times 0) + (135.000 \times 1) + (475.000 \times 1) + (175.000 \times 0) + \\ &\quad (125.000 \times 1) \\ &= 735.000 \end{aligned}$$

C3. Perhitungan Nilai *Fitness* Solusi Tetangga Setiap Burung pada Iterasi 1

$$Z = f(x) = \sum_{i=1}^n p_i x_i$$

$$\begin{aligned}(N_{11}) &= p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + p_4 x_4 + p_5 x_5 \\ &= (20.000 \times 1) + (135.000 \times 0) + (475.000 \times 1) + (175.000 \times 1) + \\ &\quad (125.000 \times 0) \\ &= 670.000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(N_{12}) &= p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + p_4 x_4 + p_5 x_5 \\ &= (20.000 \times 1) + (135.000 \times 0) + (475.000 \times 1) + (175.000 \times 0) + \\ &\quad (125.000 \times 1) \\ &= 620.000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(N_{13}) &= p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + p_4 x_4 + p_5 x_5 \\ &= (20.000 \times 0) + (135.000 \times 1) + (475.000 \times 0) + (175.000 \times 1) + \\ &\quad (125.000 \times 1) \\ &= 435.000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(N_{22}) &= p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + p_4 x_4 + p_5 x_5 \\ &= (20.000 \times 1) + (135.000 \times 0) + (475.000 \times 0) + (175.000 \times 1) + \\ &\quad (125.000 \times 1) \\ &= 320.000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(N_{23}) &= p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + p_4 x_4 + p_5 x_5 \\ &= (20.000 \times 0) + (135.000 \times 1) + (475.000 \times 0) + (175.000 \times 0) + \\ &\quad (125.000 \times 1) \\ &= 260.000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(N_{32}) &= p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + p_4 x_4 + p_5 x_5 \\ &= (20.000 \times 0) + (135.000 \times 1) + (475.000 \times 0) + (175.000 \times 1) + \\ &\quad (125.000 \times 0) \\ &= 310.000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}(N_{33}) &= p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + p_4 x_4 + p_5 x_5 \\ &= (20.000 \times 0) + (135.000 \times 0) + (475.000 \times 0) + (175.000 \times 1) + \\ &\quad (125.000 \times 1) \\ &= 300.000\end{aligned}$$

$$(N_{41}) = p_1 x_1 + p_2 x_2 + p_3 x_3 + p_4 x_4 + p_5 x_5$$

$$= (20.000 \times 0) + (135.000 \times 0) + (475.000 \times 1) + (175.000 \times 1) + (125.000 \times 0)$$

$$= 650.000$$

$$(N_{42}) = p_1x_1 + p_2x_2 + p_3x_3 + p_4x_4 + p_5x_5$$

$$= (20.000 \times 0) + (135.000 \times 0) + (475.000 \times 1) + (175.000 \times 0) + (125.000 \times 1)$$

$$= 600.000$$

$$(N_{51}) = p_1x_1 + p_2x_2 + p_3x_3 + p_4x_4 + p_5x_5$$

$$= (20.000 \times 0) + (135.000 \times 0) + (475.000 \times 1) + (175.000 \times 1) + (125.000 \times 1)$$

$$= 775.000$$

$$(N_{52}) = p_1x_1 + p_2x_2 + p_3x_3 + p_4x_4 + p_5x_5$$

$$= (20.000 \times 0) + (135.000 \times 0) + (475.000 \times 1) + (175.000 \times 0) + (125.000 \times 0)$$

$$= 475.000$$

C4. Perhitungan Nilai *Fitness* Solusi Tetangga Setiap Burung pada Iterasi 2

$$Z = f(x) = \sum_{i=1}^n p_i x_i$$

$$(N_{11}) = p_1x_1 + p_2x_2 + p_3x_3 + p_4x_4 + p_5x_5$$

$$= (20.000 \times 1) + (135.000 \times 0) + (475.000 \times 1) + (175.000 \times 0) + (125.000 \times 0)$$

$$= 495.000$$

$$(N_{12}) = p_1x_1 + p_2x_2 + p_3x_3 + p_4x_4 + p_5x_5$$

$$= (20.000 \times 1) + (135.000 \times 0) + (475.000 \times 0) + (175.000 \times 1) + (125.000 \times 0)$$

$$= 195.000$$

$$(N_{13}) = p_1x_1 + p_2x_2 + p_3x_3 + p_4x_4 + p_5x_5$$

$$= (20.000 \times 1) + (135.000 \times 1) + (475.000 \times 0) + (175.000 \times 0) + (125.000 \times 0)$$

$$= 155.000$$

$$(N_{21}) = p_1x_1 + p_2x_2 + p_3x_3 + p_4x_4 + p_5x_5$$

$$= (20.000 \times 0) + (135.000 \times 1) + (475.000 \times 1) + (175.000 \times 0) + (125.000 \times 0)$$

$$= 610.000$$

$$(N_{23}) = p_1x_1 + p_2x_2 + p_3x_3 + p_4x_4 + p_5x_5$$

$$= (20.000 \times 1) + (135.000 \times 0) + (475.000 \times 0) + (175.000 \times 0) + (125.000 \times 1)$$

$$= 145.000$$

$$(N_{31}) = p_1x_1 + p_2x_2 + p_3x_3 + p_4x_4 + p_5x_5$$

$$= (20.000 \times 0) + (135.000 \times 0) + (475.000 \times 0) + (175.000 \times 1) + (125.000 \times 0)$$

$$= 175.000$$

$$(N_{33}) = p_1x_1 + p_2x_2 + p_3x_3 + p_4x_4 + p_5x_5$$

$$= (20.000 \times 1) + (135.000 \times 0) + (475.000 \times 0) + (175.000 \times 0) + (125.000 \times 0)$$

$$= 20.000$$

$$(N_{42}) = p_1x_1 + p_2x_2 + p_3x_3 + p_4x_4 + p_5x_5$$

$$= (20.000 \times 0) + (135.000 \times 1) + (475.000 \times 0) + (175.000 \times 0) + (125.000 \times 0)$$

$$= 135.000$$

$$(N_{43}) = p_1x_1 + p_2x_2 + p_3x_3 + p_4x_4 + p_5x_5$$

$$= (20.000 \times 0) + (135.000 \times 0) + (475.000 \times 0) + (175.000 \times 0) + (125.000 \times 1)$$

$$= 125.000$$

$$(N_{51}) = p_1x_1 + p_2x_2 + p_3x_3 + p_4x_4 + p_5x_5$$

$$= (20.000 \times 1) + (135.000 \times 1) + (475.000 \times 0) + (175.000 \times 0) + (125.000 \times 1)$$

$$= 280.000$$

$$(N_{53}) = p_1x_1 + p_2x_2 + p_3x_3 + p_4x_4 + p_5x_5$$

$$= (20.000 \times 0) + (135.000 \times 0) + (475.000 \times 0) + (175.000 \times 0) + (125.000 \times 0)$$

$$= 0$$

Lampiran D. Hasil 10 kali *running* setiap perbandingan parameter**D.1 Hasil dengan populasi sebanyak 21**

Parameter: $k = 3$ $x = 1$
 $P_c = 0,6$ $P_m = 0,05$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	15	2190	91,59	81,42
2	986	986	6343000	6343000	20	206	91,09	80,93
3	986	986	6343000	6343000	16	2537	92,25	81,92
4	986	986	6343000	6343000	22	2408	92,26	81,84
5	986	986	6343000	6343000	25	1452	91,97	81,65
6	986	986	6343000	6343000	19	1274	91,67	81,45
7	986	986	6343000	6343000	20	311	92,02	81,68
8	986	986	6343000	6343000	23	1585	92,03	81,79
9	986	986	6343000	6343000	20	195	91,54	81,26
10	986	986	6343000	6343000	20	306	92,11	81,86

Parameter: $k = 3$ $x = 1$
 $P_c = 0,6$ $P_m = 0,1$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	18	126	91,15	81,04
2	986	986	6343000	6343000	20	332	91,83	81,58
3	986	986	6343000	6343000	20	155	92,6	82,1
4	986	986	6343000	6343000	15	1899	92,24	81,89
5	986	986	6343000	6343000	19	1193	93,33	82,86
6	986	986	6343000	6343000	22	997	94,05	83,4
7	986	986	6343000	6343000	23	316	95,56	84,86
8	986	986	6343000	6343000	20	196	90,22	80,24
9	986	986	6343000	6343000	16	743	89,19	79,4
10	986	986	6343000	6343000	20	527	88,05	78,36

Parameter: $k = 3$ $x = 1$
 $P_c = 0,8$ $P_m = 0,2$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	28	145	84,73	75,48
2	986	986	6343000	6343000	20	563	84,56	75,33
3	986	986	6343000	6343000	19	102	91,69	81,67
4	986	986	6343000	6343000	16	548	84,62	75,33
5	986	986	6343000	6343000	18	760	84,61	75,19
6	986	986	6343000	6343000	17	1675	85,05	75,6
7	986	986	6343000	6343000	22	2229	85,25	75,77
8	986	986	6343000	6343000	27	1345	85,46	76,04
9	986	986	6343000	6343000	25	239	89,91	79,89
10	986	986	6343000	6343000	26	1533	86,96	77,21

Parameter: $k = 3$ $x = 1$
 $P_c = 0,8$ $P_m = 0,1$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	26	831	90,53	80,57
2	986	986	6343000	6343000	17	214	88,71	78,79
3	986	986	6343000	6343000	18	220	100,94	89,32
4	986	986	6343000	6343000	26	677	90,07	79,92
5	986	986	6343000	6343000	19	238	90,39	80,11
6	986	986	6343000	6343000	23	102	89,94	79,81
7	986	986	6343000	6343000	25	929	90,49	80,17
8	986	986	6343000	6343000	20	1319	96,59	85,71
9	986	986	6343000	6343000	18	1247	90,81	80,36
10	986	986	6343000	6343000	20	1763	91,17	80,77

Parameter: $k = 3$ $x = 1$
 $P_c = 0,9$ $P_m = 0,1$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	21	430	91,37	81,01
2	986	986	6343000	6343000	23	437	91,09	80,75
3	986	986	6343000	6343000	19	624	90,93	80,6
4	986	986	6343000	6343000	30	576	91,53	81,1
5	986	986	6343000	6343000	24	1187	90,29	79,98
6	986	986	6343000	6343000	19	667	90,77	80,39
7	986	986	6343000	6343000	21	2146	93,05	82,42
8	986	986	6343000	6343000	25	85	96,98	86
9	986	986	6343000	6343000	21	441	105,97	93,76
10	986	986	6343000	6343000	22	259	94,78	84,07

Parameter: $k = 5$ $x = 2$
 $P_c = 0,6$ $P_m = 0,05$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	16	524	98,3	80,22
2	986	986	6343000	6343000	16	289	95,9	78,2
3	986	986	6343000	6343000	20	1166	95,65	78,05
4	986	986	6343000	6343000	21	161	102,63	83,61
5	986	986	6343000	6343000	18	331	98,38	80,15
6	986	986	6343000	6343000	18	601	94,27	77,09
7	986	986	6343000	6343000	20	1009	94,49	77,24
8	986	986	6343000	6343000	20	158	94,57	77,26
9	986	986	6343000	6343000	13	98	94,45	77,34
10	986	986	6343000	6343000	24	331	93,39	75,84

Parameter: $k = 5$ $x = 2$
 $P_c = 0,6$ $P_m = 0,1$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	21	2952	93	75,74
2	986	986	6343000	6343000	16	755	86,32	65,94
3	986	986	6343000	6343000	18	170	100,17	80,87
4	986	986	6343000	6343000	20	2221	100,13	82,02
5	986	986	6343000	6343000	21	779	93,9	77,41
6	986	986	6343000	6343000	18	39	94,13	77,67
7	986	986	6343000	6343000	19	25	96,58	79,81
8	986	986	6343000	6343000	17	934	94,71	78,23
9	986	986	6343000	6343000	18	371	95,4	78,49
10	986	986	6343000	6343000	21	507	94,64	77,99

Parameter: $k = 5$ $x = 2$
 $P_c = 0,8$ $P_m = 0,2$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	19	634	94,93	78,32
2	986	986	6343000	6343000	19	1863	101,32	83,64
3	986	986	6343000	6343000	15	585	99,79	82,4
4	986	986	6343000	6343000	17	1233	94,96	78,42
5	986	986	6343000	6343000	21	114	95,86	79,09
6	986	986	6343000	6343000	18	98	95,92	79,04
7	986	986	6343000	6343000	18	248	94,34	78,01
8	986	986	6343000	6343000	16	927	94,04	77,83
9	986	986	6343000	6343000	20	81	93,68	77,33
10	986	986	6343000	6343000	23	795	93,9	77,43

Parameter: $k = 5$ $x = 2$
 $P_c = 0,9$ $P_m = 0,1$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	20	550	93,9	77,54
2	986	986	6343000	6343000	16	2742	93,7	77,31
3	986	986	6343000	6343000	20	2683	94,61	78,13
4	986	986	6343000	6343000	19	1012	93,66	77,32
5	986	986	6343000	6343000	17	1702	94,59	78,05
6	986	986	6343000	6343000	19	521	93,55	77,39
7	986	986	6343000	6343000	16	192	94,42	77,91
8	986	986	6343000	6343000	17	491	94,18	77,58
9	986	986	6343000	6343000	17	791	96,33	79,12
10	986	986	6343000	6343000	23	1509	94,6	78,12

Parameter: $k = 5$ $x = 2$
 $P_c = 0,9$ $P_m = 0,2$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	21	72	94,84	78,12
2	986	986	6343000	6343000	21	1416	95,01	78,37
3	986	986	6343000	6343000	18	980	102,24	84,25
4	986	986	6343000	6343000	19	1327	113,8	93,34
5	986	986	6343000	6343000	19	1736	96,42	79,17
6	986	986	6343000	6343000	16	48	102,32	83,85
7	986	986	6343000	6343000	15	547	95,76	78,83
8	986	986	6343000	6343000	21	793	95,03	78,26
9	986	986	6343000	6343000	13	1055	97,48	80,41
10	986	986	6343000	6343000	16	392	96,12	79,06

Parameter: $k = 7$ $x = 3$
 $P_c = 0,6$ $P_m = 0,05$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	16	990	94,58	66,43
2	986	986	6343000	6343000	18	1283	110,94	83,06
3	986	986	6343000	6343000	21	508	96,68	74,39
4	986	986	6343000	6343000	21	588	94,07	72,98
5	986	986	6343000	6343000	17	2952	93,99	73,04
6	986	986	6343000	6343000	19	446	105,82	80,7
7	986	986	6343000	6343000	18	1325	99,94	76,36
8	986	986	6343000	6343000	20	1040	100,03	76,45
9	986	986	6343000	6343000	20	2136	106,61	81,03
10	986	986	6343000	6343000	18	1781	99,18	75,26

Parameter: $k = 7$ $x = 3$
 $P_c = 0,6$ $P_m = 0,1$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	22	150	103,41	78,31
2	986	986	6343000	6343000	22	849	98,34	74,51
3	986	986	6343000	6343000	17	1020	99,08	74,99
4	986	986	6343000	6343000	17	678	98,63	75,02
5	986	986	6343000	6343000	16	1968	98,65	74,75
6	986	986	6343000	6343000	17	809	99,47	75,29
7	986	986	6343000	6343000	18	494	99,1	75,01
8	986	986	6343000	6343000	18	583	99,02	75,05
9	986	986	6343000	6343000	17	312	98,69	74,86
10	986	986	6343000	6343000	16	319	111,6	84,35

Parameter: $k = 7$ $x = 3$
 $P_c = 0,8$ $P_m = 0,2$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	19	1964	101,85	76,92
2	986	986	6343000	6343000	17	1321	101,43	76,64
3	986	986	6343000	6343000	19	1117	98,78	75,09
4	986	986	6343000	6343000	19	904	100,93	76,36
5	986	986	6343000	6343000	20	1705	99,87	75,65
6	986	986	6343000	6343000	13	169	100,6	76,23
7	986	986	6343000	6343000	17	1243	101,26	76,55
8	986	986	6343000	6343000	17	976	100,09	75,72
9	986	986	6343000	6343000	20	355	100,63	76,38
10	986	986	6343000	6343000	18	373	100,47	76,76

Parameter: $k = 7$ $x = 3$
 $P_c = 0,9$ $P_m = 0,1$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	15	179	99,74	76,24
2	986	986	6343000	6343000	17	47	99,76	76,07
3	986	986	6343000	6343000	19	808	99,24	75,46
4	986	986	6343000	6343000	19	971	99,77	76,06
5	986	986	6343000	6343000	19	177	100,01	76,35
6	986	986	6343000	6343000	16	368	99	75,76
7	986	986	6343000	6343000	18	1068	103,97	79,12
8	986	986	6343000	6343000	21	1138	101,16	77,25
9	986	986	6343000	6343000	14	129	100,04	76,58
10	986	986	6343000	6343000	18	1105	99,55	76,06

Parameter: $k = 7$ $x = 3$
 $P_c = 0,9$ $P_m = 0,2$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	19	900	99,01	75,36
2	986	986	6343000	6343000	18	659	99,65	75,9
3	986	986	6343000	6343000	15	466	101,02	76,96
4	986	986	6343000	6343000	16	2846	99,77	76,16
5	986	986	6343000	6343000	19	750	99,54	76,04
6	986	986	6343000	6343000	20	1611	100,26	76,57
7	986	986	6343000	6343000	18	335	101,67	77,09
8	986	986	6343000	6343000	18	164	100,31	76,52
9	986	986	6343000	6343000	13	293	100,14	76,42
10	986	986	6343000	6343000	17	644	99,53	76,21

D.2 Hasil dengan populasi sebanyak 31

Parameter: $k = 3$ $x = 1$
 $P_c = 0,6$ $P_m = 0,05$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	21	165	93,44	79,12
2	986	986	6343000	6343000	19	1658	92,83	78,68
3	986	986	6343000	6343000	20	391	134,63	113,87
4	986	986	6343000	6343000	19	1607	90,33	76,86
5	986	986	6343000	6343000	26	679	119,35	100,1
6	986	986	6343000	6343000	21	157	110,41	94
7	986	986	6343000	6343000	19	2116	91,76	78,03
8	986	986	6343000	6343000	16	582	92,28	78,24
9	986	986	6343000	6343000	20	265	91,67	77,81
10	986	986	6343000	6343000	15	2825	97,84	83,04

Parameter: $k = 3$ $x = 1$
 $P_c = 0,6$ $P_m = 0,1$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	20	48	92,12	78,2
2	986	986	6343000	6343000	21	94	102,26	86,49
3	986	986	6343000	6343000	18	921	92,5	78,38
4	986	986	6343000	6343000	22	648	92,21	78,36
5	986	986	6343000	6343000	18	957	92,71	78,85
6	986	986	6343000	6343000	22	895	92,09	78,23
7	986	986	6343000	6343000	20	1189	91,87	77,94
8	986	986	6343000	6343000	20	1375	92,88	78,76
9	986	986	6343000	6343000	19	1677	92,55	78,51
10	986	986	6343000	6343000	14	672	92,13	78,18

Parameter: $k = 3$ $x = 1$
 $P_c = 0,8$ $P_m = 0,2$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	14	504	92,33	78,18
2	986	986	6343000	6343000	20	139	91,56	77,71
3	986	986	6343000	6343000	18	844	91,39	77,72
4	986	986	6343000	6343000	20	61	92,37	78,46
5	986	986	6343000	6343000	18	1411	91,68	77,78
6	986	986	6343000	6343000	23	235	91,33	77,63
7	986	986	6343000	6343000	13	338	91,12	77,29
8	986	986	6343000	6343000	17	223	91,32	77,47
9	986	986	6343000	6343000	17	396	91,19	77,63
10	986	986	6343000	6343000	21	211	91,46	77,66

Parameter: $k = 3$ $x = 1$
 $P_c = 0,8$ $P_m = 0,1$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	21	1069	92	78,2
2	986	986	6343000	6343000	19	220	91,42	77,51
3	986	986	6343000	6343000	19	510	91	77,39
4	986	986	6343000	6343000	17	2089	91,3	77,62
5	986	986	6343000	6343000	20	741	91,42	77,63
6	986	986	6343000	6343000	21	140	91,54	77,7
7	986	986	6343000	6343000	16	365	91,42	77,57
8	986	986	6343000	6343000	16	114	91,82	77,91
9	986	986	6343000	6343000	18	175	95,01	80,4
10	986	986	6343000	6343000	20	155	91,66	77,7

Parameter: $k = 3$ $x = 1$
 $P_c = 0,9$ $P_m = 0,1$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	20	267	92,13	78,07
2	986	986	6343000	6343000	19	487	96,62	81,73
3	986	986	6343000	6343000	22	452	92,48	78,3
4	986	986	6343000	6343000	21	987	92,51	78,43
5	986	986	6343000	6343000	19	71	92	77,91
6	986	986	6343000	6343000	20	120	91,5	77,71
7	986	986	6343000	6343000	21	637	96,55	81,77
8	986	986	6343000	6343000	21	2279	94,96	80,17
9	986	986	6343000	6343000	18	422	94,94	79,97
10	986	986	6343000	6343000	11	1356	92,36	78,15

Parameter: $k = 5$ $x = 2$
 $P_c = 0,6$ $P_m = 0,05$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	17	1069	101,02	75,81
2	986	986	6343000	6343000	18	201	100,72	75,64
3	986	986	6343000	6343000	21	95	100,64	75,4
4	986	986	6343000	6343000	21	1741	96,64	74,53
5	986	986	6343000	6343000	20	2140	123,52	90,53
6	986	986	6343000	6343000	17	1994	118,67	87
7	986	986	6343000	6343000	17	1240	100,91	75,73
8	986	986	6343000	6343000	19	723	100,67	75,64
9	986	986	6343000	6343000	15	179	101,23	75,85
10	986	986	6343000	6343000	19	699	101,06	75,7

Parameter: $k = 5$ $x = 2$
 $P_c = 0,6$ $P_m = 0,1$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	19	24	100,03	70,23
2	986	986	6343000	6343000	20	363	116,63	86,93
3	986	986	6343000	6343000	18	2365	102,59	77,62
4	986	986	6343000	6343000	20	889	101,14	76,86
5	986	986	6343000	6343000	19	56	118,02	90,93
6	986	986	6343000	6343000	18	280	98,41	75,19
7	986	986	6343000	6343000	15	795	98,13	74,75
8	986	986	6343000	6343000	18	246	97,64	74,85
9	986	986	6343000	6343000	15	2025	97,94	74,9
10	986	986	6343000	6343000	19	747	99,42	75,59

Parameter: $k = 5$ $x = 2$
 $P_c = 0,8$ $P_m = 0,2$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	20	1268	101,22	77,07
2	986	986	6343000	6343000	18	2731	99,04	75,51
3	986	986	6343000	6343000	20	1691	98,12	75,01
4	986	986	6343000	6343000	15	311	97,44	74,59
5	986	986	6343000	6343000	17	235	97,97	75
6	986	986	6343000	6343000	15	499	97,7	74,8
7	986	986	6343000	6343000	20	1442	98,22	75,06
8	986	986	6343000	6343000	16	174	98,82	75,78
9	986	986	6343000	6343000	18	965	96,85	74,26
10	986	986	6343000	6343000	18	558	98,43	75,26

Parameter: $k = 5$ $x = 2$
 $P_c = 0,9$ $P_m = 0,1$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	15	61	98,46	75,4
2	986	986	6343000	6343000	19	583	99,28	75,99
3	986	986	6343000	6343000	18	905	98,76	75,6
4	986	986	6343000	6343000	17	657	98,6	75,37
5	986	986	6343000	6343000	20	1483	99,09	75,83
6	986	986	6343000	6343000	18	1222	97,58	74,74
7	986	986	6343000	6343000	19	535	97,78	74,99
8	986	986	6343000	6343000	18	520	97,07	74,42
9	986	986	6343000	6343000	19	1464	97,66	74,69
10	986	986	6343000	6343000	19	782	98,31	75,08

Parameter: $k = 5$ $x = 2$
 $P_c = 0,9$ $P_m = 0,2$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	19	1433	98,14	75,19
2	986	986	6343000	6343000	19	1376	97,78	74,88
3	986	986	6343000	6343000	17	573	97,14	74,59
4	986	986	6343000	6343000	14	1061	98,36	75,13
5	986	986	6343000	6343000	17	1901	97,79	75,07
6	986	986	6343000	6343000	19	137	97,56	74,9
7	986	986	6343000	6343000	19	1098	97,95	75,07
8	986	986	6343000	6343000	16	422	96,71	74,12
9	986	986	6343000	6343000	18	224	97,37	74,6
10	986	986	6343000	6343000	11	1053	97,45	74,58

Parameter: $k = 7$ $x = 3$
 $P_c = 0,6$ $P_m = 0,05$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	14	194	105,62	73,5
2	986	986	6343000	6343000	15	344	105,46	73,45
3	986	986	6343000	6343000	19	639	105,62	73,51
4	986	986	6343000	6343000	16	30	106,69	74,11
5	986	986	6343000	6343000	20	244	106,82	74,48
6	986	986	6343000	6343000	19	1319	107,25	74,38
7	986	986	6343000	6343000	16	330	107,61	74,76
8	986	986	6343000	6343000	15	27	107,55	74,4
9	986	986	6343000	6343000	19	346	108,34	74,93
10	986	986	6343000	6343000	18	392	108,34	75,19

Parameter: $k = 7$ $x = 3$
 $P_c = 0,6$ $P_m = 0,1$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	19	996	108,49	75,14
2	986	986	6343000	6343000	17	24	107,89	74,83
3	986	986	6343000	6343000	16	1453	103,68	72,6
4	986	986	6343000	6343000	16	1857	103,65	72,68
5	986	986	6343000	6343000	15	868	103,68	72,73
6	986	986	6343000	6343000	18	785	103,48	72,5
7	986	986	6343000	6343000	18	931	102,97	72,41
8	986	986	6343000	6343000	20	213	102,98	72,14
9	986	986	6343000	6343000	19	412	104,25	72,65
10	986	986	6343000	6343000	14	882	103,25	72,26

Parameter: $k = 7$ $x = 3$
 $P_c = 0,8$ $P_m = 0,2$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	18	607	103,74	72,6
2	986	986	6343000	6343000	18	588	103,68	72,49
3	986	986	6343000	6343000	19	388	103,29	72,13
4	986	986	6343000	6343000	19	1911	103,71	72,72
5	986	986	6343000	6343000	16	619	107,17	74,58
6	986	986	6343000	6343000	18	91	106,39	73,41
7	986	986	6343000	6343000	18	2754	106,08	73,65
8	986	986	6343000	6343000	21	760	106,14	73,46
9	986	986	6343000	6343000	20	565	106,35	73,84
10	986	986	6343000	6343000	16	1172	107,54	74,02

Parameter: $k = 7$ $x = 3$
 $P_c = 0,9$ $P_m = 0,1$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	19	2233	106,27	73,56
2	986	986	6343000	6343000	19	1267	106,21	73,55
3	986	986	6343000	6343000	17	974	106,14	73,66
4	986	986	6343000	6343000	17	207	106,46	73,69
5	986	986	6343000	6343000	18	314	108,54	74,86
6	986	986	6343000	6343000	22	1258	108,21	74,78
7	986	986	6343000	6343000	20	353	108,36	74,69
8	986	986	6343000	6343000	21	693	106,71	73,46
9	986	986	6343000	6343000	16	221	106,44	73,8
10	986	986	6343000	6343000	17	667	106,52	73,45

Parameter: $k = 7$ $x = 3$
 $P_c = 0,9$ $P_m = 0,2$

No	Berat MBO	Berat Genetika	Profit MBO (Rp)	Profit Genetika (Rp)	Konvergen MBO	Konvergen Genetika	W. k MBO	W. k Genetika
1	986	986	6343000	6343000	19	229	107,26	73,73
2	986	986	6343000	6343000	20	926	107,6	74,18
3	986	986	6343000	6343000	15	1652	106,47	73,78
4	986	986	6343000	6343000	19	25	106,61	73,69
5	986	986	6343000	6343000	21	467	107,1	74,18
6	986	986	6343000	6343000	19	716	106,48	73,63
7	986	986	6343000	6343000	22	85	106,48	73,78
8	986	986	6343000	6343000	19	765	106,63	73,57
9	986	986	6343000	6343000	20	2402	107,57	74,22
10	986	986	6343000	6343000	15	1303	105,74	73,19