



**PENERAPAN ALGORITMA *FIREFLY* PADA PERMASALAHAN
KNAPSACK 0-1**

SKRIPSI

Oleh

**Anggun Annisa
NIM 121810101037**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2016**



**PENERAPAN ALGORITMA *FIREFLY* PADA PERMASALAHAN
KNAPSACK 0-1**

SKRIPSI

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

Oleh

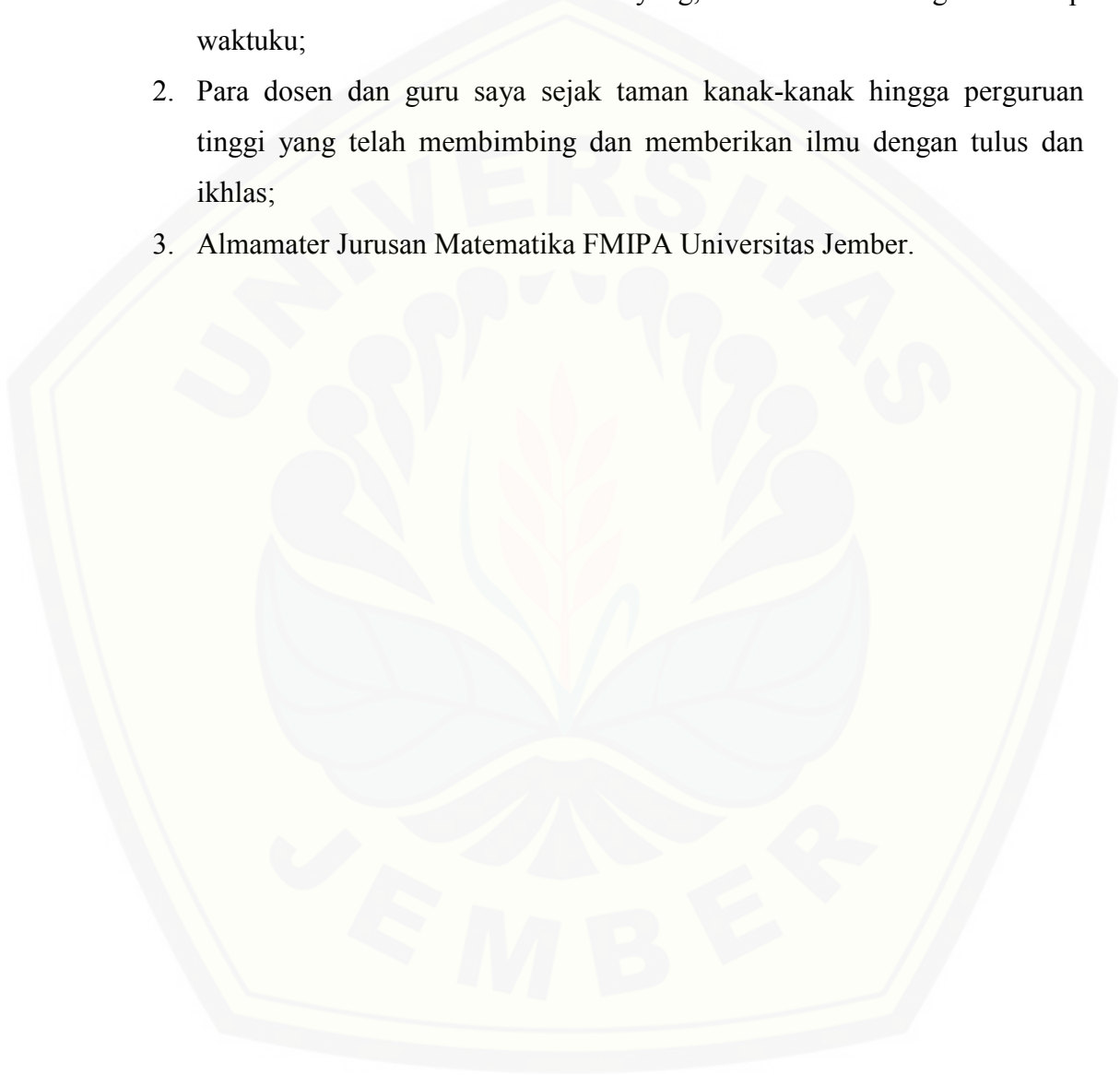
**Anggun Annisa
NIM 121810101037**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2016**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua tercinta Ayahanda Suyoso dan Ibunda Diantri, yang senantiasa mencurahkan kasih sayang, doa dan semangat disetiap waktuku;
2. Para dosen dan guru saya sejak taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi yang telah membimbing dan memberikan ilmu dengan tulus dan ikhlas;
3. Almamater Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember.



MOTTO

“Barang siapa yang menempuh jalan untuk mencari suatu ilmu, Niscaya Allah mudahkannya ke jalan menuju surga”

(HR. Turmudzi)¹

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras untuk (urusan yang lain) dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.”

(Q.S. Al-Insyirah ayat 6-8)²

¹ www.asmaul-husna.com/2015/09/hadist-menuntut-ilmu-hadist.html

² Yayasan Penyelenggara Penterjemah/Penafsir Al-Quran. 1971. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Jakarta: PT Intermasa

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Anggun Annisa

NIM : 121810101037

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Penerapan Algoritma *Firefly* pada Permasalahan *Knapsack* 0-1” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan dalam 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 dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juni 2016

Yang menyatakan,

Anggun Annisa

NIM 121810101037

SKRIPSI

**PENERAPAN ALGORITMA *FIREFLY* PADA PERMASALAHAN
*KNAPSACK 0-1***

Oleh
Anggun Annisa
NIM 121810101037

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : M. Ziaul Arif, S.Si., M.Sc.

PENGESAHAN

Sripsi berjudul “Penerapan Algoritma *Firefly* pada Permasalahan *Knapsack* 0-1”
telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Jember

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom.
NIP. 197211291998021001

M. Ziaul Arif, S.Si., M.Sc.
NIP. 198501112008121002

Anggota Tim Penguji

Anggota I,

Anggota II,

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

Dr. Mohamad Fatekurohman, S.Si., M.Si.
NIP. 196906061998031001

Mengesahkan

Dekan,

Drs. Sujito, Ph.D.
NIP. 196102041987111001

RINGKASAN

Penerapan Algoritma *Firefly* pada Permasalahan *Knapsack* 0-1; Anggun Annisa, 121810101037; 2016; 40 Halaman; Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Knapsack Problem merupakan suatu masalah bagaimana cara menentukan pemilihan barang dari sekumpulan barang dimana setiap barang mempunyai berat dan profit atau nilai. *Knapsack Problem* merupakan suatu masalah bagaimana cara menentukan pemilihan barang dari sekumpulan barang dimana setiap barang mempunyai berat dan profit atau nilai. Kendala dalam pengiriman dan pengelolaan barang bisa saja terjadi ketika mencari solusi optimal, hal ini terjadi karena tidak adanya suatu metode untuk mencari solusi optimal. Oleh karena itu dibutuhkan suatu metode untuk mencari solusi optimal dalam permasalahan *knapsack*.

Penelitian ini menggunakan data sekunder pada UD. Bintang Tani yaitu usaha dagang yang bergerak di bidang pertanian. Untuk menerapkan data ini kedalam permasalahan *knapsack* maka dilakukan identifikasi guna mencari keuntungan (p_i) dan berat (w_i). Data harga jual dan harga beli diidentifikasi guna mencari keuntungan (p_i) dan berat (w_i) dari masing-masing barang, untuk selanjutnya diterapkan pada permasalahan *knapsack* 0-1 dengan menggunakan algoritma *firefly*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari solusi optimal dengan memaksimalkan keuntungan dimana bobot barang tersebut terbatas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keuntungan maksimal yang didapatkan mencapai Rp 684.500 dengan bobot 486 kg. Dilihat dari segi *running time* proses untuk mencapai nilai optimal lebih cepat. Perubahan nilai mengalami fluktuatif, hal ini dikarenakan setiap iterasi dibangkitkan bilangan secara *random* yang sangat berpengaruh dalam mencapai solusi optimal.

PRAKATA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penerapan Algoritma *Firefly* pada Permasalahan *Knapsack* 0-1”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata 1 (S1) di Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Bapak Ahmad Kamsyakawuni, S.Si., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak M. Ziaul Arif, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan dan bantuan dalam penyempurnaan skripsi ini;
2. Bapak Kusbudiono, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji I dan Bapak Dr. Mohamat Fatekurohman, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan skripsi ini;
3. Bapak Dr. Alfian Futuhul Hadi, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan banyak masukan selama menjalani perkuliahan;
4. Seluruh Dosen Pengajar dan karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam;
5. Kedua orang tua Ayahanda Suyoso dan Ibunda Diantri, yang senantiasa mencurahkan kasih sayang, doa dan semangat disetiap waktu.
6. Adik-adikku Abbi Nizar dan Affan Rizaldy yang selalu memberikan doa dan semangat;
7. sahabat sekaligus partner terbaik, Ade, Rere, Desi, Wahyu, Dwindah, Vivi, Yuni, Ikfi, yang selalu memberi semangat, cinta saat suka maupun duka;

8. sahabat seperjuangan Sri Lestari Widyaningsih dan Maya Puspita yang selalu mendukung, memberikan semangat dan kasih sayang;
9. teman-teman pengurus Himatika “Geokomstat” periode 2014/2015 hingga 2015/2016 yang sudah memberikan semangat serta motivasi;
10. teman-teman kos Ericha, Windy, Sakalus, Firta, Mbak Siti, Diana, Reni yang selalu memberikan semangat secara langsung;
11. para pejuang riset dan keluarga besar Bathics’12 tersayang, terimakasih atas kekompakannya dan persahabatannya;
12. semua pihak yang telah banyak membantu terselesaikannya penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam menyusun skripsi ini masih terdapat kekurangan baik isi maupun susunannya. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran demi penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi pembaca

Jember, Juni 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Optimasi	4
2.2 Permasalahan <i>Knapsack</i>	4
2.3 Algoritma	6
2.4 Algoritma <i>Firefly</i>	7
2.4.1 Metode Algoritma <i>firefly</i>	7
2.4.2 Tingkah Laku Kunang-kunang	8
2.4.3 Karakteristik Algoritma <i>Firefly</i>	8
2.4.4 Intensitas Cahaya dan Daya Tarik.....	9
2.4.5 Jarak dan Pergerakan.....	10
BAB 3. METODE PENELITIAN	12
3.1 Data Penelitian	12

3.2 Langkah-langkah Penelitian	12
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Hasil	15
4.1.1 Perhitungan	17
4.1.2 Program	22
4.2 Pembahasan	26
BAB 5. PENUTUP	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Data Identifikasi Barang	15
4.2 Sampel Data	17
4.3 Populasi Awal	17
4.4 Nilai Fungsi <i>Fitness</i> dan Berat Total	18
4.5 Intensitas Cahaya	18
4.6 Perhitungan $\beta_{(r_{ij})}$	20
4.7 Solusi Baru	22
4.8 Hasil <i>Running</i> pada Percobaan Pertama	27
4.9 Hasil <i>Running</i> pada Percobaan Kedua	28
4.10 Hasil <i>Running</i> pada Percobaan Ketiga	29
4.11 Hasil <i>Running</i> pada Percobaan Keempat	30
4.12 Hasil <i>Running</i> pada Percobaan Kelima	31
4.13 Hasil <i>Running</i> pada Percobaan Keenam	32
4.14 Hasil <i>Running</i> pada Percobaan Ketujuh	33
4.15 Hasil <i>Running</i> pada Percobaan Kedelapan	34
4.16 Hasil <i>Running</i> pada Percobaan Kesembilan	35
4.17 Hasil <i>Running</i> pada Percobaan Kesepuluh	36
4.18 Rangkuman Sepuluh Percobaan	37
4.19 Hasil Pilihan Barang	38

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Skema Langkah Penyelesaian Penelitian	12
4.1 <i>Input</i> Data	23
4.2 <i>Input</i> Data Manual	24
4.3 Parameter	24
4.4 Tampilan Proses Data	25
4.5 Tampilan Pulasi Terbaru	26
4.6 Percobaan Pertama	27
4.7 Percobaan Kedua	28
4.8 Percobaan Ketiga	29
4.9 Percobaan Keempat	30
4.10 Percobaan Kelima	31
4.11 Percobaan Keenam	32
4.12 Percobaan Ketujuh	33
4.13 Percobaan Kedelapan	34
4.14 Percobaan Kesembilan	35
4.15 Percobaan Kesepuluh	36

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari sering dihadapkan pada permasalahan yang berhubungan dengan penyimpanan objek kedalam media penyimpanan yang bersifat terbatas. Permasalahan tersebut biasa dikenal dengan sebutan “*Knapsack Problem*”. *Knapsack Problem* merupakan suatu masalah bagaimana cara menentukan pemilihan barang dari sekumpulan barang dimana setiap barang mempunyai berat dan profit atau nilai.

Permasalahan *knapsack* dibagi menjadi tiga jenis, yaitu *0-1 knapsack problem*, *bounded knapsack problem* dan *unbounded knapsack problem*. Permasalahan *0-1 knapsack* adalah menentukan pengambilan barang dimana setiap barang hanya tersedia satu unit atau menentukan pengambilan seluruh barang yang akan dimuat atau tidak, *take it or leave it*. *Bounded knapsack problem* adalah menentukan pengambilan sebagian atau semua objek dengan jumlah objek terbatas. Sedangkan *unbounded knapsack problem* adalah menentukan pengambilan sebagian atau semua objek dengan jumlah objek tidak terbatas.

Permasalahan *knapsack* merupakan permasalahan yang sering dihadapi oleh perusahaan dalam pengiriman dan pengelolaan barang. Masalah pengiriman barang bisa memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Barang yang akan dimasukkan dalam media penyimpanan masing-masing memiliki berat dan profit atau nilai yang digunakan untuk menentukan prioritasnya dalam pemilihan tersebut. Kendala dalam pengiriman dan pengelolaan barang bisa saja terjadi ketika mencari solusi optimal, hal ini terjadi karena tidak adanya suatu metode untuk mencari solusi optimal. Oleh karena itu dibutuhkan suatu metode untuk mencari solusi optimal dalam permasalahan *knapsack*.

Permasalahan *knapsack* dapat diselesaikan dengan berbagai macam algoritma. Salah satu algoritma yang bersifat *metaheuristic* tergolong dalam *swarm optimization* yaitu *Cuckoo Search Algorithm (CSA)* seperti yang dilakukan

oleh Amira *et al* (2012) pada penelitiannya yang berjudul “*Solving 0-1 Knapsack Problem by A Discrete Binary Version of Cuckoo Search Algorithm*”, yang menyimpulkan bahwa *study* kasus yang dilakukan melalui pendekatannya memberikan hasil yang optimal, yaitu dari segi waktu cepat untuk mencapai nilai maksimal.

Selanjutnya masalah *knapsack* juga telah diselesaikan oleh Rukmana (2015) menggunakan dua algoritma yaitu algoritma genetika dan algoritma *harmony search*. Berdasarkan penelitiannya mengenai *knapsack* 0-1 algoritma genetika mencapai keuntungan lebih besar, sehingga dapat disimpulkan bahwa algoritma genetika lebih baik daripada algoritma *harmony search*.

Penelitian ini dilakukan guna memperoleh nilai maksimum yang dipengaruhi oleh kapasitas barang. Pada penelitian ini yang menjadi kendala adalah kapasitas muat barang. Berdasarkan penjelasan diatas mengenai permasalahan *knapsack* 0-1, penulis tertarik untuk menggunakan algoritma yang tergolong dalam *swarm optimization* dan bersifat *metaheuristic*, karena pada aplikasinya algoritma *metaheuristic* biasanya digunakan untuk pergerakan acak dan pencarian lokal. Pencarian acak memberikan jalan yang baik untuk beralih dari pencarian lokal menjadi pencarian global. Metode *metaheuristic* yang digunakan penulis dalam skripsi ini adalah algoritma *firefly*. Dimana algoritma *firefly* memiliki banyak kemiripan dengan algoritma lain yang didasarkan pada kecerdasan kawanan, tetapi algoritma ini lebih sederhana baik konsep dan implementasi. Algoritma *firefly* dapat mengungguli algoritma konvensional lainnya untuk memecahkan masalah optimasi. Pada permasalahan *knapsack* 0-1 ini algoritma *firefly* memiliki performa yang baik dan menghasilkan hasil yang jauh lebih baik dari algoritma standar lainnya. Sehingga algoritma *firefly* akan diterapkan ke dalam permasalahan *knapsack* 0-1, dengan harapan algoritma tersebut menghasilkan solusi yang lebih optimal dari algoritma sebelumnya.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini berdasarkan latar belakang adalah bagaimana mencari solusi optimal dengan memaksimalkan

keuntungan dengan bobot barang yang terbatas pada permasalahan *knapsack* 0-1 dengan menerapkan algoritma *firefly*.

1.3 Batasan Masalah

Batasan permasalahan yang digunakan pada penyelesaian permasalahan *knapsack* 0-1 adalah barang yang dipilih hanya barang dalam penelitian dengan permintaan konsumen diasumsikan sama, serta barang yang dibeli dimasukkan semua atau tidak sama sekali.

1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah mencari solusi optimal yaitu memaksimalkan keuntungan dengan bobot barang yang terbatas pada permasalahan *knapsack* 0-1 dengan menerapkan algoritma *firefly*.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi optimal ketika memaksimalkan keuntungan dengan bobot barang yang terbatas pada algoritma *firefly* dalam permasalahan *knapsack* 0-1.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Optimasi

Optimasi merupakan proses untuk mencapai hasil yang optimal atau ideal dengan harapan nilai efektif yang dicapai. Nilai optimal terdapat masalah yang berhubungan dengan keputusan yang terbaik, maksimum, minimum dan memberikan cara penentuan solusi yang memuaskan. Nilai optimal baik maksimum atau minimum dapat dicapai secara sistematis dilakukan pemilihan variabel integer atau nyata yang akan memberikan solusi optimal.

Nilai optimal yang didapat dalam optimasi dapat berupa besaran panjang, waktu, jarak, dan lain-lain. Persoalan yang berkaitan dengan masalah optimasi sangat kompleks dalam kehidupan sehari-hari, seperti beberapa persoalan berikut yang memerlukan optimasi:

- a. penentuan pemilihan barang pada masalah *Knapsack*;
- b. mengatur jalur kendaraan agar semua lokasi dapat dijangkau;
- c. menentukan lintasan terpendek dari suatu tempat ke tempat yang lain;
- d. mengatur permasalahan sales saat pengiriman barang pada tiap kios;
- e. menentukan jumlah pekerja seminimal mungkin untuk melakukan suatu proses produksi agar pengeluaran biaya pekerja dapat diminimalkan dan hasil produksi tetap maksimal.

2.2 Permasalahan *Knapsack*

Knapsack merupakan suatu kantong atau tempat yang digunakan untuk memuat suatu barang. Sedangkan *knapsack problem* atau *rucksack problem* merupakan suatu permasalahan optimasi kombinatorial dimana seseorang dihadapkan pada persoalan optimasi pada pemilihan benda yang dapat dimasukkan ke dalam sebuah wadah yang memiliki keterbatasan ruang atau daya tampung.

Knapsack mempunyai beberapa persoalan yaitu sebagai berikut (Suyanto, 2010).

a. *Knapsack 0-1 (Integer Knapsack)*

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

b. *Knapsack terbatas (Bounded Knapsack)*

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

c. *Knapsack tak terbatas (Unbounded Knapsack)*

Jumlah objek yang dimasukkan ke dalam media penyimpanan tidak terbatas.

Knapsack yang akan dibahas pada penelitian ini adalah jenis *knapsack 0-1 (integer knapsack)*. Variabel keputusan yang diperoleh yaitu x_i bernilai 1 jika dipilih dan x_i bernilai 0 jika objek tidak dipilih.

Masalah *knapsack* adalah permasalahan program linier yang hanya memiliki satu kendala. Program bilangan bulat merupakan salah satu bentuk program linier dengan penambahan syarat bahwa semua variabel keputusan bernilai bulat (*integer*) yang memiliki satu kendala tunggal, sehingga pada modelnya ditambahkan batasan untuk variabel keputusan yang dihasilkan harus bernilai bulat (*integer*). Dalam masalah ini, diberikan n buah objek dan sebuah media penyimpanan yang memiliki daya tampung maksimal senilai M . Setiap benda memiliki bobot (w_i) dengan nilai keuntungan atau profit (p_i). Objektif dari permasalahan ini adalah bagaimana memilih objek-objek yang dimasukkan ke dalam media penyimpanan sehingga tidak melebihi kapasitas dari media penyimpanan namun memaksimalkan total keuntungan yang diperoleh. Pada persoalan *knapsack 0-1* barang yang diangkut dimensinya harus diangkut seluruhnya atau tidak sama sekali (Dimiyati, 2004).

Permasalahan *knapsack 0-1* mempunyai solusi persoalan yang dinyatakan sebagai himpunan:

$$X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

Dalam kasus ini, $x_i = 1$ jika benda ke- i dimasukkan ke dalam media penyimpanan dan $x_i = 0$ jika benda ke- i tidak dimasukkan ke dalam media penyimpanan. Persoalan ini dinamakan *knapsack 0-1*. Misalkan diambil contoh $X = \{1,0,0,1\}$ adalah sebuah solusi yang ditemukan, maka benda ke-1 dan ke-4

dimasukkan ke dalam media penyimpanan, dan benda ke-2 dan ke-3 tidak dimasukkan ke dalam media penyimpanan.

Karena permasalahan *knapsack* bilangan bulat merupakan permasalahan program linier bilangan bulat, maka secara matematis persoalan *knapsack* 0-1 dapat dirumuskan sebagai berikut:

Fungsi tujuan maksimal

$$Z = \sum_{i=1}^n p_i x_i \quad (2.1)$$

Kendala

$$z = \sum_{i=1}^n w_i x_i \leq M \quad (2.2)$$

dengan $x_i = 0$ atau $1, i = 1, 2, \dots, n$,

dengan:

Z = nilai optimum dari fungsi tujuan,

z = kendala fungsi tujuan,

p_i = keuntungan barang, dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$,

w_i = berat (*weight*) barang, dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$,

M = kapasitas media penyimpanan (*knapsack*)

x_i = banyaknya barang jenis ke- i

(Taha dalam Surjawan, 2015)

2.3 Algoritma

Algoritma merupakan suatu metode atau tahapan sistematis yang digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan. Algoritma juga dapat dikatakan sebagai langkah secara sistematis dan logis dalam penyelesaian masalah. Penulisan algoritmaa ditulis dengan notasi khusus yang mudah dimengerti dan dapat diterjemahkan kedalam suatu bahasa pemrograman. Suatu algoritma memerlukan masukan (*input*) tertentu untuk memulai sehingga menghasilkan keluaran (*output*) tertentu.

Sebuah algoritma tidak harus benar tetapi juga harus efisien. Algoritma yang baik adalah algoritma yang dapat meminimumkan kebutuhan ruang dan waktu. Ruang memori yang dibutuhkan dan lamanya waktu tempuh untuk menjalankan suatu algoritma menjadi perhatian dalam suatu algoritma. Sehingga meskipun suatu algoritma memberikan hasil yang mendekati optimal tetapi waktu yang dibutuhkan sangat lama maka algoritma tersebut jarang dipakai untuk menyelesaikan masalah optimasi (Munir, 2005).

Dalam menganalisis suatu algoritma mencari langkah yang paling sesuai untuk menyelesaikan masalah optimasi merupakan hal yang perlu diperhatikan. Setiap algoritma memiliki karakteristik tertentu yang memiliki kekurangan dan kelebihan tertentu (Nugraha, 2012).

Pemilihan algoritma dalam menyelesaikan berbagai kasus sangat penting. Penggunaan algoritma yang tepat akan membantu penyelesaian kasus tersebut dengan baik. Sebaliknya, ketidaktepatan memilih salah satu algoritma optimalisasi akan menyebabkan terhambatnya proses pengambilan keputusan.

2.4 Algoritma *Firefly*

2.4.1 Metode Algoritma *firefly*

Algoritma *firefly* atau algoritma kunang-kunang termasuk salah satu algoritma pada bidang *Artifical Intelligence* atau kecerdasan buatan. Pada *Artifical Intelligence* terdapat istilah *swarm intelligence* yang diartikan sebagai desain algoritma atau alat *problem solving* terdistribusi yang terinspirasi oleh perilaku sosial koloni serangga dan koloni binatang. Algoritma *firefly* merupakan sebuah algoritma *metaheuristic* yang terinspirasi dari perilaku berkedipnya kunang-kunang dan salah satu dari *swarm intelligence*. *Metaheuristic* sendiri merupakan sebuah pendekatan algoritma yang sebagian besar terinspirasi oleh kejadian yang ada di alam. Pendekatan ini lebih sederhana dan lebih mudah diaplikasikan ke dalam bahasa pemrograman komputer sehingga mampu memberikan solusi yang lebih cepat dari pendekatan *heuristic*.

Formulasi umum dari algoritma *firefly* disajikan bersama dengan pemodelan matematika analisis untuk memecahkan masalah dengan tujuan

ekuivalen fungsi. Hasilnya dibandingkan dengan yang diperoleh dengan teknik alternatif yang diusulkan oleh literatur untuk menunjukkan bahwa algoritma tersebut menghasilkan solusi optimal baik dan benar.

Algoritma *firefly* memiliki banyak kemiripan dengan algoritma lain yang didasarkan pada kecerdasan kawanan, seperti *Particle Swarm Optimization* (PSO), *Artificial Bee Colony optimization* (ABC) dan *Bacterial Foraging Algorithm* (BFA), tetapi algoritma *firefly* lebih sederhana baik dalam konsep maupun implementasi. Algoritma *firefly* sangat efisien dan dapat mengungguli algoritma konvensional lainnya, seperti algoritma genetika untuk memecahkan masalah optimasi.

2.4.2 Tingkah Laku Kunang-kunang

Xin-She Yang dari Cambridge University pada tahun 2008 memperkenalkan suatu algoritma *metaheuristic* baru yaitu algoritma *firefly*. Algoritma ini terinspirasi dari tingkah laku binatang golongan serangga yaitu kunang-kunang (*firefly*). Cahaya yang dihasilkan kunang-kunang adalah suatu hal yang menakjubkan pada malam hari di suatu wilayah.

Terdapat kurang lebih 2.000 spesies kunang-kunang dan mayoritas memproduksi kedipan cahaya yang pendek dan berirama. Tipe cahaya yang dikeluarkan unik dan bervariasi tergantung dengan spesies kunang-kunang itu sendiri. Sinar cahaya yang dihasilkan kunang-kunang berasal dari proses *bioluminescence* dimana proses ini merupakan proses menghasilkan cahaya oleh tubuh makhluk hidup dan fungsi sesungguhnya adalah sebagai sinyal sistem. Dua fungsi utama dari cahaya yang dihasilkan kunang-kunang adalah untuk menarik rekan (komunikasi) dan juga sebagai tanda peringatan untuk mengingat rekan lainnya jika ada pemangsa yang akan mengganggu (Yang, 2010).

2.4.3 Karakteristik Algoritma *Firefly*

Menurut Yang (2009), pada algoritma *firefly* terdapat suatu karakteristik dari perilaku kunang-kunang yang mengeluarkan cahaya, sehingga hal inilah yang menjadi ide dasar berkembang algoritma *firefly*. Terdapat tiga asumsi dasar dari

algoritma *firefly* yang didasarkan pada tingkah laku kunang-kunang, ketiga asumsi tersebut sebagai berikut:

- a. Semua kunang-kunang *unisex* sehingga satu kunang-kunang akan tertarik ke kunang-kunang yang lainnya, tanpa memperhatikan jenis kelamin kunang-kunang tersebut.
- b. Daya tarik berbanding lurus dengan terangnya cahaya yang diproduksi, jadi jika terdapat dua kunang-kunang maka kunang-kunang yang memproduksi cahaya kurang terang akan tertarik mengikuti kunang-kunang yang lain dengan produksi cahaya lebih terang. Daya tarik berbanding lurus dengan kecerahan cahaya yang diproduksi dan akan meredup bersama dengan semakin jauhnya jarak. Jika tidak terdapat satu kunang-kunang yang memproduksi cahaya paling terang maka kunang-kunang akan bergerak secara acak.
- c. Kecerahan atau intensitas cahaya dari kunang-kunang dipengaruhi atau bergantung pada fungsi objektif yang akan dioptimalisasi.

2.4.4 Intensitas Cahaya dan Daya Tarik

Variasi dari intensitas cahaya dan formulasi dari daya tarik pada algoritma *firefly* merupakan dua hal penting. Daya tarik dari kunang-kunang ditentukan oleh kecerahan yang berhubungan dengan fungsi objektif atau fungsi *fitness* yang akan dioptimalisasi. Fungsi *fitness* dalam masalah maksimasi ini sebanding dengan fungsi tujuan, yaitu dapat diformulasikan dengan:

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

Dimana $f(x)$ adalah fungsi *fitness* dan $h(x)$ fungsi tujuan optimasi.

Cahaya yang dihasilkan harus lebih baik untuk menarik kunang-kunang lainnya. Kunang-kunang akan tertarik atau menuju pada kunang-kunang yang berada didekatnya walaupun cahaya yang terlihat cukup redup dibandingkan menuju kunang-kunang yang lebih terang, karena terdapat penyerapan cahaya yang buruk dikarenakan jarak.

Nilai intensitas untuk setiap permasalahan berbeda, karena tujuan untuk mencari nilai maksimum maka masalah optimalisasi maksimum pada algoritma

firefly kecerahan I dari kunang-kunang pada lokasi tertentu x intensitas cahayanya diformulasikan dengan:

$$I(x) = M - z \quad (2.4)$$

Dimana nilai $I(x)$ merupakan tingkat intensitas cahaya pada x kunang-kunang, sedangkan M adalah kapasitas maksimum dan z merupakan bobot x_i dari tiap *knapsack*.

Ketertarikan β yang bernilai relatif karena intensitas cahaya yang harus dilihat dan dinilai oleh kunang-kunang lainnya. Hasil penilaian akan berbeda tergantung dari jarak antara kunang-kunang i dengan kunang-kunang j (r_{ij}). Intensitas cahaya akan menurun dilihat dari sumbernya dikarenakan terserap oleh media seperti udara $\gamma[0,1]$. Daya tarik kunang-kunang yang sebanding dengan intensitas cahaya dapat dilihat oleh kunang-kunang lain yang berdekatan, sehingga dapat didefinisikan daya tarik kunang-kunang β dengan :

$$\beta(r_{ij}) = \beta_0 e^{-\gamma r^2} \quad (2.5)$$

Dimana :

$\beta(r_{ij})$ = keatraktifan β pada jarak r

β_0 = keatraktifan β pada jarak 0 [0,1]

γ = koefisien penyerapan udara [0,1]

2.4.5 Jarak dan Pergerakan

Jarak antara dua kunang-kunang i dan j pada x_i dan x_j pada bidang *cartesian* dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$r_{ij} = \|x_i - x_j\| = \sqrt{\sum_{k=1}^d (x_{i,k} - x_{j,k})^2} \quad (2.6)$$

Dimana selisih dari lokasi kunang-kunang i terhadap kunang-kunang j merupakan jarak diantara keduanya r_{ij} .

Pergerakan kunang-kunang i menuju intensitas cahaya yang terbaik dapat dinyatakan dalam

$$x_i = x_i + \beta_0 e^{-\gamma r_{ij}^2} (x_j - x_i) + \alpha(rand - 0.5) \quad (2.7)$$

Dimana $\mathbf{x}_i$ merupakan variabel awal $\mathbf{x}_i$ yang menunjukkan posisi awal kunang-kunang yang berda pada lokasi $\mathbf{x}_i$, kemudian $\beta_0 e^{-\gamma r_{ij}^2}(\mathbf{x}_j - \mathbf{x}_i)$ menunjukkan daya tarik serta selisih jarak awal antara kunang-kunang i dan j . Selanjutnya $\alpha(rand - 0.5)$ merupakan pemilihan bilangan acak dengan α adalah parameter bilangan acak. $rand$ merupakan pembangkit bilangan acak berdistribusi seragam pada selang $[0,1]$, untuk banyak kasus implementasi nilai $\beta_0 = 1$ dan $\alpha = [0,1]$.



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam karya ilmiah ini adalah data sekunder yang diambil dari hasil penelitian sebelumnya oleh Winda (2013) pada penelitiannya di UD. Bintang Tani, yaitu usaha dagang yang bergerak di bidang pertanian dengan menjual berbagai macam pupuk dan obat-obatan untuk tanaman.

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa banyaknya barang, berat, keuntungan dan daya angkut maksimum. Adapun kapasitas maksimumnya sebesar $(M) = 500$ kg. Untuk menerapkan data ini kedalam permasalahan *knapsack* maka dilakukan identifikasi guna mencari keuntungan (p_i) dan berat (w_i). Data harga jual dan harga beli diidentifikasi guna mencari keuntungan (p_i) dan berat (w_i) dari masing-masing barang, untuk selanjutnya diterapkan pada permasalahan *knapsack* 0-1 dengan menggunakan algoritma *firefly*.

3.2 Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penulisan karya ilmiah ini untuk menyelesaikan permasalahan *knapsack* 0-1 adalah sebagai berikut:

a. Studi Literatur

Langkah awal yang dilakukan adalah mengumpulkan berbagai macam teori dari sejumlah literatur yang berkaitan dengan algoritma *firefly*.

b. Mengumpulkan data

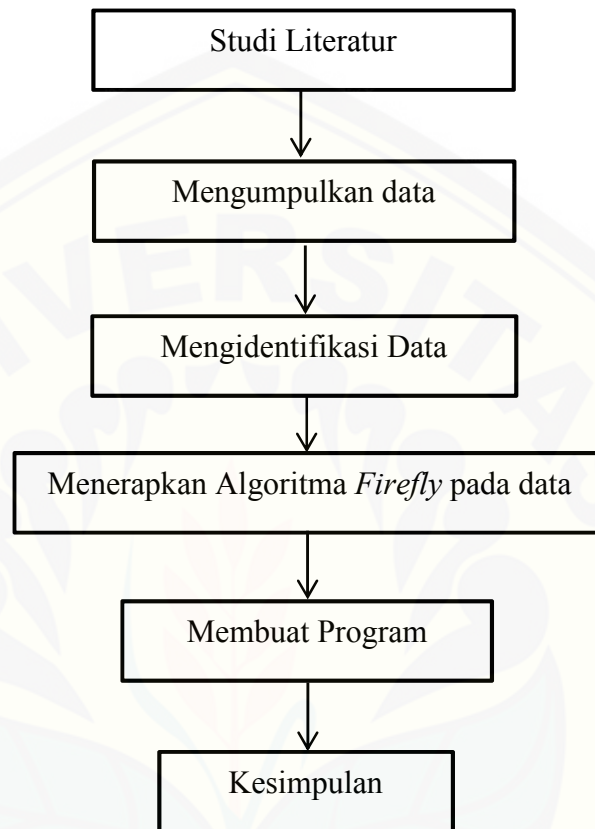
Pengumpulan data diperoleh dari data sekunder yang diambil dari hasil penelitian sebelumnya yaitu pada UD. Bintang Tani.

c. Mengidentifikasi data untuk mencari keuntungan (p_i) dan berat (w_i) dari masing-masing barang

- 1) Nilai keuntungan (p_i) setiap barang diperoleh dari selisih harga beli dan harga jual yang telah ditetapkan.
- 2) Nilai untuk berat (w_i) setiap barang diperoleh dengan mengalikan berat dari setiap barang dengan banyaknya barang.

- d. Menerapkan algoritma *firefly* pada permasalahan *knapsack* 0-1 tersebut.
 - 1) Menginisialisasi nilai parameter yang telah ditentukan.
 - 2) Membentuk populasi awal kunang-kunang.
 - 3) Mengevaluasi fungsi *fitness* pada tiap kunang-kunang.
 - 4) Menghitung jarak antar kunang-kunang dan daya tarik sebagai penentu tingkat intensitas cahaya menggunakan persamaan (2.4), kemudian menggunakan persamaan (2.5) dan (2.6)
 - 5) Selanjutnya *update* pergerakan tiap kunang-kunang menggunakan persamaan (2.7)
 - 6) Mengulangi langkah (3) hingga sejumlah generasi (iterasi) sampai mencapai nilai optimal.
- e. Membuat program berdasarkan permasalahan dengan algoritma *firefly* menggunakan *software Matlab*.
- f. Membuat kesimpulan dari hasil permasalahan tersebut.

Berikut skema untuk menyelesaikan permasalahan *knapsack* 0-1 menggunakan algoritma *firefly*.



Gambar 3.1 Skema Langkah-langkah Penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, diperoleh kesimpulan bahwa berdasarkan hasil simulasi keuntungan maksimal yang didapatkan mencapai Rp 684.500 dengan bobot 486 kg. Dilihat dari segi *running time* percobaan kelima lebih cepat mencapai optimal meskipun untuk mencapai konvergen lebih lama, yaitu konvergen saat iterasi ke- 391, hal ini dikarenakan bilangan *random* sangat berpengaruh dalam mencapai solusi optimal. Nilai optimasi dari algoritma *firefly* yang bersifat *metaheuristic* ini untuk mencapai nilai optimal harus dilakukan *running* sampai batas iterasi maksimum.

5.2 Saran

Dalam penelitian selanjutnya algoritma *firefly* dapat diterapkan pada permasalahan optimasi yang berpengaruh pada jarak, misalkan *Traveling Salesman Problem* (TSP). Sehingga masih terbuka bagi peneliti yang lain untuk menerapkan algoritma *firefly* pada permasalahan optimasi selain *knapsack* 0-1. Selain itu algoritma ini dapat dimodifikasi sesuai dengan permasalahan optimasi yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Arista, W.M. 2013. *Penerapan Algoritma Greedy dan Dynamic Programming pada Permasalahan Integer Knapsack*. Tidak diterbitkan. Skripsi. Jember: Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember.
- Costa, F. 2014. *Heuristic-Based Firefly Algorithm for Bound Constrained Nonlinear Binary Optimization*. Portugal: University of Minho.
- Gherboundj, A., Layeb, & Chikhi. 2012. Solving 0-1 Knapsack Problems by A Discrete Binary Version of Cuckoo Search Algorithm. *International Jurnal Bio-Inspired Computation*, 4 (4); 229-236
- Dimiyati, Terlah, & Dimiyati, A. 2004. *Operations Research Model-model Pengambilan Keputusan*. Bandung: Sinar Baru Algesindo.
- Munir, R. 2005. *Matematika Diskrit*. Revisi 5. Bandung: Informatika.
- Nugraha, D.W. 2012. Penerapan Kompleksitas Waktu Algoritma Prim untuk Menghitung Kemampuan Komputer dalam Melaksanakan Perintah. *Jurnal Ilmiah Foristek*. 2; 195-207.
- Ridho, M. 2014. *Penyelesaian Masalah Knapsack 0-1 dengan Algoritma Harmony Search dan Dynamic Programming*. Tidak diterbitkan. Skripsi. Jember: Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember.
- Rukmana, P. 2015. *Penerapan Algoritma Genetika dan Algoritma Harmony Search pada Permasalahan Knapsack 0-1*. Tidak diterbitkan. Skripsi. Jember: Jurusan Matematika FMIPA Universitas Jember.
- Surjawan, D.J & Susanto, I. 2015. Aplikasi Optimalisasi Muat Barang dengan Penerapan Algoritma Dynamic Programming pada Persoalan Integer Knapsack. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*. 1 (2); 151-162.
- Suyanto.2010. *Algoritma Optimasi : Deterministic atau Probalistik*. Yokyakarta: Graha Ilmu.
- Yang, X. S. 2009. *Firefly Algorithm for Multimodal Optimization*. United Kingdom: University of Cambridge.
- Yang, X. S. 2010. *Firefly Algorithm, Levy Flights and Global Optimization*. United Kingdom: University of Cambridge.
- Yang, X. S. 2013. *Cuckoo Search and Firefly Algorithm: Theory and Applications*. New York: Spring.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A. DAFTAR BARANG

No.	Nama Barang	Banyak Barang	Harga Beli	Harga Jual
1	Prima fur 2 kg	10	16.500	24.000
2	Calcium Kupu2 1 kg	10	12.500	37.500
3	Calcium Kumbang 1 kg	10	8.500	43.500
4	Crash 1 ltr	10	39.500	54.500
5	MKP Krista 1 kg	20	22.500	72.500
6	Nitrafos 1 kg	10	22.500	97.500
7	Nitrabor 1 kg	3	14.000	17.000
8	Calcinit 1 kg	10	12.500	37.500
9	Kali Chili Yara 2 kg	9	19.500	42.000
10	Plastik Mulsa 9 kg	5	24.000	34.000
11	Plastik Mulsa 18 kg	5	24.000	34.000
12	Plastik 2 Kelinci 5 kg	5	95.000	105.000
13	Plastik 2 Kelinci 10 kg	4	178.000	194.000
14	Amegrass 5 kg	4	317.500	407.500
15	Amegrass 20 kg	2	63.000	67.000
16	Sidamin 1 kg	10	46.000	86.000
17	Sidafos 1 kg	10	31.500	66.500
18	P21 1 kg	15	56.000	71.000
19	Bisi 2 1 kg	3	42.000	43.500
20	Ciherang SS 10 kg	3	73.000	79.000
21	Intani 10 kg	2	73.000	87.000
22	NPK Mutiara 5 kg	4	339.000	383.000
23	KCL SHS 5 kg	4	255.000	275.000
24	ZA 5 kg	4	70.000	90.000
25	Urea D/B 5 kg	4	89.000	93.000
26	Phonska 5 kg	4	115.000	119.000
27	NPK Tawon 5 kg	4	325.000	345.000
28	KNO.3 Merah 2 kg	5	18.900	24.400
29	KNO.3 Putih 2 kg	5	27.800	28.800
30	Regent.03G 1 kg	10	16.250	23.750
31	Alphadin 1 kg	10	12.500	17.500
32	Furadan 3G 2 kg	5	19.500	22.000
33	ZK 1 kg	5	16.000	26.000
34	MKP KNO.3 Saprtan 3 kg	5	22.800	33.800
35	Ferrtera 2 kg	5	77.500	90.000
36	Prima Stick 1 kg	5	9.000	24.000
37	Prima Stick 5 kg	5	35.000	60.000

LAMPIRAN B. SCRIPT PROGRAM

```

function [fs x maksunt maksber pop]=knap_sack(W,p,k,M,B0,gama,iter)
n=length(W);
maksbert=M+1;
while maksbert>M
    x=randi([0 1],k,n);
    for i=1:k
        w1(i)=sum(x(i,:).*W);
    end
    maksbert=max(w1);
end
maksunt=zeros(1,iter);
maksber=zeros(1,iter);
for it=1:iter
    I=zeros(1,k);
    fs=zeros(1,k);
    w=zeros(1,k);
    B(1)=B0;

    %Algoritma mencari w, I dan fitness
    for i=1:k
        w(i)=sum(x(i,:).*W);
        I(i)=M-w(i);
        fs(i)=sum(x(i,:).*p);
    end
    maksunt(it)=max(fs);
    maksber=max(w);

    %Algoritma mencari betta dan pergerakan xi
    t=1;
    for i=1:k
        for j=1:k
            sigr=sum((x(i,:)-x(j,:)).^2);
            r(i,j)=sqrt(sigr);
            t=t+1;
            B(t)=B(t-1)*exp(-gama*(r(i,j))^2);
            if I(i)>=0 && I(j)>=0
                if fs(j)>fs(i)
                    g=biner2digit(x(j,:));
                    h=biner2digit(x(i,:));
                    xp=h+B(t)*(g-h)+rand(1,1)*(rand(1,1)-0.5);
                    bulat=ceil(xp);
                    x1=x;
                    x1(i,:)=digit2biner(bulat,n);
                    w1=sum(x1(i,:).*W);
                    cekbert=w1;

                    if h~=bulat && cekbert<=M
                        x(i,:)=digit2biner(bulat,n);
                        break
                    end
                end
            elseif (I(i)<0 && I(j)<0) || (I(i)<0 && I(j)>0) || (I(i)>0 && I(j)<0)
                if I(j)<I(i)
                    g=biner2digit(x(j,:));
                    h=biner2digit(x(i,:));
                    xp=h+B(t)*(g-h)+rand(1,1)*(rand(1,1)-0.5);
                    bulat=ceil(xp);
                    x1=x;
                    x1(i,:)=digit2biner(bulat,n);
                    for z=1:k
                        w1(z)=sum(x1(z,:).*W);

```

```
end
    cekbert=max(w1);
    if h~=bulat && cekbert<=M
        x(i,:)=digit2biner(bulat,n);
        break
    end
end
end
end
end
pop{it}=x;
end
```

