

**OPTIMASI *MULTI TRAVELING SALESMAN PROBLEM*
MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA PADA
DISTRIBUSI KERIPIK TEMPE “PUTRA
RIDHLO” DI MALANG**

SKRIPSI



**OLEH :
SOFIATUSSOLIHA
NIM. 12650124**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

**OPTIMASI *MULTI TRAVELING SALESMAN PROBLEM*
MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA
PADA DISTRIBUSI KERIPIK TEMPE
“PUTRA RIDHLO” DI MALANG**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada :
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

**Oleh :
SOFIATUSSOLIHA
NIM. 12650124**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

LEMBAR PERSETUJUAN

**OPTIMASI MULTI TRAVELING SALESMAN PROBLEM
MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA
PADA DISTRIBUSI KERIPIK TEMPE
"PUTRA RIDHILO" DI MALANG**

SKRIPSI

Oleh :
SOFIATUSSOLIHA
NIM. 12650124


Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji :
Tanggal, 23 Mei 2019

Dosen Pembimbing I



Dr. Suharnono, M.Kom
NIP. 19680519 200312 1 001

Dosen Pembimbing II



M. Imamudin, Lc., MA
NIP. 19740602 200901 1 010

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Syarif Crysdiyan
NIP. 19740424 200901 1 008

HALAMAN PENGESAHAN

**OPTIMASI MULTI TRAVELING SALESMAN PROBLEM
MENGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA
PADA DISTRIBUSI KERIPIK TEMPE
"PUTRA RIDHLO" DI MALANG**

SKRIPSI

Oleh :
SOFIATUSSOLIHA
NIM. 12650124

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal : 24 Juni 2019

Susunan Dewan Penguji

Penguji Utama : Syahiduz Zaman, M.Kom
NIP. 19700502 200501 1 005

Ketua Penguji : Ajib Hanani, M.T
NIDT.19840731 20160801 1 076

Sekretaris Penguji : Dr. Suhartono, M.Kom
NIP. 19680519 200312 1 001

Anggota Penguji : M. Imamudin Lc., MA
NIP. 19740602 200901 1 010

Tanda Tangan



Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740624 200901 1 008

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : SOFIATUSSOLIHA
 Nim : 12650124
 Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika
 Judul Skripsi : **OPTIMASI MULTI TRAVELING SALESMAN
 PROBLEM MENGGUNAKAN ALGORITMA
 GENETIKA PADA KERRIPIK TEMPE "PUTRA
 RIDHLO" DI MALANG**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 24 Juni 2019

Yang membuat pernyataan


 SOFIATUSSOLIHA
 NIM. 12650124

MOTTO

**KEBAHAGIAAN ADALAH PILIHAN
KESUKSESAN ADALAH PERJUANGAN**



HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah puji syukur ke Hadirat Allah SWT yang telah memberikan nikmat *dhohiriyah* dan *bathinyah* sehingga penulis mampu untuk menyelesaikan studi S1 di kampus UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Solawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa umatnya kepada jalan yang benar.

Terima kasih kepada kedua orang tua, Abi tercinta, Bapak H. Syamsul Arifin yang selalu mendidik dan sabar dalam memberikan nasehat serta tidak pernah lelah untuk memberikan semangat. Ummi Rokayya yang tak lelah untuk menyayangi dan berdo'a untuk kebaikan dan kesuksesan anak-anaknya. Terima kasih kepada suami tercinta Ali Ridlo, M.Pd yang selalu memberikan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.

Teruntuk seluruh guru, ustad, kiyai dan dosen mulai Sekolah Dasar, Pondok Pesantren hingga Perguruan Tinggi. Pembimbing skripsi bapak Dr. Suhartono, M. Kom. dan bapak M.Imamudin, Lc. MA yang dengan tulus, sabar, dan ikhlas membimbing serta menyalurkan pengetahuannya. Nasehat-nasehat bapak akan selalu diingat dan kita akan terus terhubung melalui sambung doa sampai akhir hayatku.

Teman seperjuangan TI 2012 UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, adik-adik angkatan, PMII rayon Pencerahan Galileo serta sahabat-sahabat yang telah meluangkan waktunya. Rekan-rekan dan semua pihak yang tak bisa disebutkan satu persatu, terima kasih. Semoga terus terhubung meskipun dalam untaian doa yang mengiringi kesuksesan kita.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarokatuhu.

Alhamdulillah Robbil ‘Alamiin, segala puji bagi Allah yang selalu memberikan nikmat *dhohiriyah* dan nikmat *bathiniyah* dalam proses penyelesaian skripsi ini. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada junjungan, baginda dan pusaka umat islam, Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan teladan, bimbingan dan petunjuk, sehingga umat manusia menjadi lebih beradab.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik secara moril, nasihat dan semangat maupun materiil. Atas segala bantuan yang telah diberikan, penulis ingin menyampaikan doa dan ucapan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Dr. Suhartono, M. Kom., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan dan memberi masukan kepada penulis dalam pengerjaan skripsi ini hingga akhir.
2. Bapak M. Imamudin,. Lc.MA, selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing serta memberikan masukan kepada penulis dalam pengerjaan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Cahyo Crysdian, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika yang telah memberikan motivasi untuk terus berjuang.
4. Segenap dosen teknik informatika yang telah memberikan bimbingan keilmuan kepada penulis selama masa studi.
5. Teman-teman seperjuangan teknik informatika 2012.

Berbagai kekurangan dan kesalahan mungkin pembaca temukan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian. Semoga apa yang menjadi kekurangan bisa disempurnakan oleh peneliti selanjutnya dan semoga karya ini senantiasa dapat memberi manfaat.

Wassalamualaikum Warahmatullahi.Wabarokatuhu.

Malang, juni 2019

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
ملخص.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Pernyataan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelian.....	5
D. Manfaat Penelitian.....	5
D. Batasan Masalah.....	5
BAB II STUDI PUSTAKA	7
A. Teori Penunjang.....	7
1. Sejarah Home Industri	7
2. Industri	7
3. Kualitas Layanan	8
4. Optimasi.....	9
5. Rute Tercepat.....	9
6. Efisiensi Waktu.....	10
7. Efektifitas dan Efisien.....	10
8. Kepuasan Konsumen	10
9. Permasalahan transportasi.....	12
B. Algoritma Genetika	12
C. TSP (<i>Travelling Salesman Problem</i>).....	15

D.	M-TSP (Multiple Travelling Salesman Problem)	15
E.	Struktur Umum Algoritma Genetika	17
F.	Langkah Perhitungan Algoritma Genetika	19
1.	Struktur Algoritma Genetika	19
2.	Teknik Pengkodean	20
3.	Perhitungan <i>Fitness</i>	21
4.	Representasi Kromosom	21
5.	Membangkitkan Populasi Awal	22
6.	Evaluasi	23
7.	Reproduksi	23
8.	Seleksi	30
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI		33
A.	Tahapan Penelitian	33
1.	Studi Literatur	34
2.	Pengumpulan Data	34
3.	Pengolahan dan Analisis Data	35
4.	Implementasi Metode	35
5.	Implementasi Sistem	36
6.	Analisa dan Pengujian Sistem	36
B.	Kebutuhan Sistem	37
1.	Deskripsi Umum Sistem	37
2.	Deskripsi Data	38
C.	Formulasi Permasalahan	38
D.	Penyelesaian Masalah Menggunakan Algoritma Genetika	39
E.	Analisis Sistem	39
F.	Perancangan Sistem	40
G.	Implementasi Sistem	40
H.	Pengujian dan Analisis Hasil	40
I.	Model Algoritma Genetika	40

J.	Multi Traveling Salesman Problem.....	41
K.	Perhitungan Manual.....	42
1.	Inisialisasi Parameter Awal.....	44
2.	Membuat Populasi Awal.....	45
3.	Menghitung Nilai <i>Fitness</i>	47
4.	Reproduksi	48
5.	Evaluasi.....	51
6.	Seleksi	51
L.	Rancangan <i>Interface</i>	52
1.	Halaman <i>input</i>	53
2.	Halaman <i>Output</i>	54
BAB IV UJI COBA DAN PEMBAHASAN		55
A.	Implementasi Program.....	55
B.	Penerapan Program.....	55
C.	Uji Coba dan Pembahasan.....	59
D.	Integrasi Islam	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		68
A.	Kesimpulan.....	68
B.	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA		69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Istilah Penting Algoritma Genetika.	15
Gambar 2.2 Flowchart Algoritma Genetika Secara Umum	18
Gambar 2.3 Contoh Representasi Kromosom	22
Gambar 2.4 Contoh <i>Partial-Mapped Crossover (PMX)</i>	25
Gambar 2.5 Contoh <i>Order-Crossover (OX)</i>	26
Gambar 2.6 Contoh Cycle Crossover (CX).....	27
Gambar 3.1 Prosedur Penelitian	33
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Algoritma Genetika.....	43
Gambar 3.3 Generate Populasi Awal	45
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Representasi Kromosom	46
Gambar 3.5 Flowchart Proses Crossover.	49
Gambar 3.6 <i>Flowchart</i> Proses Mutasi	50
Gambar 3.7 Rancangan <i>Interface</i>	53
Gambar 3.8 Rancangan <i>Input Data</i>	53
Gambar 4.1 Antarmuka aplikasi.	56
Gambar 4.2 Tampilan <i>Input dan Output</i>	56
Gambar 4.3 Tampilan untuk Menampilkan Data	57
Gambar 4.4 <i>Source Code</i> Pengambilan Data	57
Gambar 4.5 <i>Source Code</i> Membuat kromosom	57
Gambar 4.6 <i>Source Code</i> Menghitung <i>Fitness</i>	57
Gambar 4.7 <i>Source Code</i> Membangkitkan Populasi Awal	58
Gambar 4.8 <i>Source Code</i> Seleksi <i>replacement</i>	58
Gambar 4.9 <i>Source Code</i> Proses <i>Crossover</i> Menggunakan <i>Exchange Point</i>	59
Gambar 4.10 <i>Source Code</i> Proses Mutasi	59
Gambar 4.11 Grafik Percobaan Pertama	62
Gambar 4.12 Grafik Percobaan Kedua.....	62
Gambar 4.13 Grafik Percobaan Ketiga.....	63
Gambar 4.14 Grafik Percobaan Keempat.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh Representasi Kromosom.....	22
Tabel 2.2 Contoh Mutasi Pengkodean Biner.....	28
Tabel 2.3 Contoh Mutasi Pengkodean Nilai.....	28
Tabel 2.4 Contoh Mutasi Pengkodean Permutasi.....	29
Tabel 3.1 Ilustrasi Kromosom	42
Tabel 3.2 Data jarak antar pelanggan	44
Tabel 3.3 Waktu Ketersediaan Setiap Tujuan	44
Tabel 3.4 Populasi Awal.....	46
Tabel 3.5 Perhitungan Manual Kromosom ke-1	47
Tabel 3.6 Hasil Perhitungan Fitness	48
Tabel 3.7 <i>Crossover One-Cut-Point</i>	49
Tabel 3.8 Mutasi <i>Recipractal Exchange Mutation</i>	50
Tabel 3.9 Kromosom Hasil Dari Reproduksi.....	51
Tabel 3.10 Hasil Dari Proses Seleksi	51
Tabel 3.11 Kromosom Terbaik.....	52
Tabel 4.1 Percobaan Pertama	60
Tabel 4.2 Percobaan Kedua.....	60
Tabel 4.3 Percobaan Ketiga.....	61
Tabel 4.4 Percobaan Keempat.....	61

ABSTRAK

Sofiatussoliha. **OPTIMASI *MULTI TRAVELING SALESMAN PROBLEM* MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA PADA DISTRIBUSI KERIPIK TEMPE PUTRA RIDHLO DI MALANG**. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing (I) Dr.Suhartono, M.Kom, (II) M.Imamudin,.Lc.MA.

Kata Kunci : Algoritma genetika, Distribusi, Jarak terpendek, M-TSP

Distribusi adalah suatu proses penyampaian barang atau jasa dari produsen ke konsumen dan para pemakai, sewaktu dan dimana barang atau jasa tersebut diperlukan. Proses distribusi tersebut pada dasarnya menciptakan faedah waktu, tempat, dan pengalihan hak milik. Distribusi pada suatu perusahaan sangatlah penting. Persaingan dalam distribusipun semakin ketat. Faktor yang membuat perusahaan distributor bertahan adalah penyediaan produk yang tepat bagi konsumen di waktu yang tepat, dan dalam biaya ekonomis. Rute pendistribusian menjadi masalah terhadap pengiriman produk. Sehingga dibangun sebuah sistem yang bertujuan untuk memudahkan pencarian jalur distribusi terpendek. Metode yang digunakan adalah metode algoritma genetika. Data yang digunakan adalah data jarak yang didapat dari *google maps*. Parameter genetika yang digunakan adalah *crossover rate* dan *mutation rate* antara 0-1 dan banyak iterasi. Hasil penelitian menunjukkan semakin banyak iterasi semakin baik hasil solusi. Hasil uji coba yang dilakukan dengan menggunakan *cr* 0.5 dan *mr* 0.2 dan iterasi sebanyak 100 menghasilkan nilai *fitness* yang semakin baik, dan terjadi konvergen pada iterasi ke 40 dengan nilai *fitness* 0.013053126 sampai iterasi 100 sehingga menghasilkan nilai *fitness* yang konvergen.

ABSTRACT

Sofiatussoliha. **OPTIMIZATION OF MULTI TRAVELING SALESMAN PROBLEM ON GENETIC ALGORITHM OF DISTRIBUTION IN KERIPIK TEMPE “PUTRA RIDHLO” IN MALANG**, Essay. Department of Informatics, Faculty of Science and Technology of the State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor (I) Dr.Suhartono, M.Kom, (II) M. Imamudin, .Lc.MA.

Keywords: Genetic algorithms, Distribution, Shortest Sistance, M-TSP

Distribution is a process of delivering goods or services from producers to consumers and users, when and where the goods or services are required. The distribution process is basically creating avail of time, place, and alienation. Distribution of a company is very important. Competition in the distribution even more stringent. Factors that make the company survive distributor is supplying the right product to the consumer at the right time, and in an economical cost. Distribution service to be a problem to shipping products. So built a system that aims to facilitate the search for the shortest distribution channels. The method used is the method of genetic algorithms. The data used is the distance data obtained from google maps. Genetic parameters used are the crossover rate and mutation rate between 0-1 and many iterations. The results showed the more iterations, the better the results of the solution. Results of experiments performed using cr 0.5 and mr 0.2 and iterating as many as 100 produce better fitness values, and occur converging on iterasike 40 with a value of fitness0.013053126 until iteration 100 till produce fitness values converge.

ملخص

صافية الصالحة. متعددة **MULTI TRAVELING SALESMAN PROBLEM** باستخدام الخوارزمية الجينية في توزيع "PUTRA RIDHLO "TEMPE" بالانج. البحث العلمي. قسم الهندسة المعلوماتية كلية العلوم والتكنولوجيا بجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج. المشرف الاول الدكتور سوهرتونو الماجستير، المشرف الثاني محمد إمام الدين الماجستير.

الكلمات الرئيسية: الخوارزمية الجينية ، التوزيع ، أقصر المسافة ، $M-TSP$

التوزيع هو عملية تسليم البضائع أو الخدمات من المنتجين للمستهلكين والمستخدمين ، متى وأين تحتاج السلع أو الخدمات. تقوم عملية التوزيع بشكل أساسي بإنشاء فوائد الزمان والمكان ونقل حقوق الملكية. التوزيع في شركة مهم جدا. رغم أن المنافسة في التوزيع أصبحت أكثر تشدداً. إن العامل الذي يجعل الشركات الموزعة على قيد الحياة هو توفير المنتجات المناسبة للمستهلكين في الوقت المناسب، والاقتصاد. يمثل مسار التوزيع مشكلة في تسليم المنتج. بحيث بني نظام يهدف إلى تسهيل معرفة أقصر مسافة للتوزيع. وطريقة البحث المستخدمة هي طريقة الخوارزمية الجينية ، والبيانات المستخدمة هي بيانات المسافة المأخوذة من خرائط *Google Maps*. العلامات الجينية المستخدمة هي معدل التبادل (*crossover rate*) ومعدل الطفرة (*mutation rate*) بين 0-1 والعديد من التكرارات. تظهر نتائج الدراسة أنه كلما زاد التكرار كلما كانت نتائج الحل أفضل. أجريت نتائج التجربة باستخدام $cr = 0.5$ و $mr = 0.2$ وتكرار 100 أدى إلى قيمة *fitness* أفضل ، وتلاقى في التكرار الأربعين بقيمة *fitness* 0.013053126 إلى التكرار 100 مما أدى إلى قيم *fitness* المتقاربة.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Saat ini perkembangan dan persaingan antara industri distributor semakin ketat. Ketepatan penyiapan produk bagi konsumen adalah salah satu hal yang membuat perusahaan distributor bertahan, selain itu waktu yang tepat dan harga yang ekonomis juga menjadi faktor perusahaan distributor dalam persaingan ini. Koordinasi yang baik antara rantai penyuplai dengan pihak dari perusahaan adalah kunci untuk bisa menjaga ketersediaan produk dan menjaga agar harga jual tetap ekonomis. Selain koordinasi antara pihak perusahaan dengan penyedia produk, informasi terkait pasar juga salah satu faktor dalam perencanaan distribusi perusahaan. Metode distribusi juga sangat berpengaruh dalam keberlangsungan distributor.

Proses dalam menyampaikan barang ataupun jasa dari produsen kepada konsumen disebut dengan distribusi, selain penyampaian barang ataupun jasa ke konsumen pemakaian jasa ataupun barang kepada pengguna saat barang atau jasa itu diperlukan. Pengalihan suatu hak milik, waktu maupun tempat yang menciptakan manfaat (*utility*) adalah dasar dari proses distribusi. (Makawimbang 2016)

Widjoyo dkk, (2014) berpendapat bahwa kepuasan konsumen sangat dipengaruhi oleh kualitas pelayanan yang diberikan oleh sebuah perusahaan. Sehingga, sebuah industri kecil rumah tanggapun harus mampu memilih manajemen yang tepat dalam pelayanan dan pendistribusian barang, supaya konsumen merasa puas dan produsen mendapatkan keuntungan maksimal. Oleh

karena itu dengan penerapan manajemen yang tepat, produsen diharapkan bisa mengatur pengeluaran biaya dan mengatur waktu seminimalis mungkin sehingga produsen mendapatkan keuntungan

Saat ini jarak penyedia barang dengan pembeli tidaklah menjadi masalah, Karena penjual akan mengirimkan barang kepada pembeli dengan bantuan seorang kurir. Namun kendala yang muncul adalah pembeli memiliki alamat yang berbeda-beda. Sehingga yang menjadi masalah adalah bagaimana produsen mengatur beberapa kurir yang ada agar barang dapat terkirim kepada konsumen dengan mempertimbangkan jarak setiap konsumen, sehingga rute pengiriman yang dilakukan setiap kurir tertata dengan baik dengan melalui rute terpendek dan hanya dilalui satu kali. Masalah ini sering disebut *Travelling Salasman Problem* (TSP) (Widodo,2010).

Pemecahan masalah dalam hal ini ada beberapa pendekatan algoritma yang dapat digunakan sebagai dasar pencarian optimasi jarak, yang diantaranya adalah algoritma genetika dan algoritma *ant colony optimization* untuk pencarian rute terpendek. Hasil yang dilakukan oleh Imam (2016) mengatakan bahwa algoritma genetika mempunyai performa lebih baik dari algoritma *ant colony optimization*. Algoritma genetika mendapat solusi terbaik lebih cepat dan lebih sedikit menggunakan memori dibandingkan dengan algoritma *ant colony optimization* saat melakukan komputasi, yaitu algoritma genetika dengan waktu eksekusi 21,26 *second* dan memori yang digunakan 12.159,08 kilo byte sedangkan algoritma genetika *ant colony optimization* dengan waktu 69,11 *second* dan memory yang digunakan 21.674,48 kilo byte.

Algoritma genetika telah berhasil diterapkan pada berbagai masalah optimasi, salah satunya yaitu model optimasi penempatan guru dengan algoritma genetika oleh Leo Krisnato (2018), simulasi 3D penataan barang pada container oleh Lafnidita (2015), maka pada skripsi ini akan diterapkan pada optimasi rute terpendek yang harus dilewati oleh sales/kurir dalam mendistribusikan keripik tempe, dengan judul “Optimasi Multi *Travelling Salesman Problem* Menggunakan Algoritma Genetika”

Cara untuk dapat meningkatkan kinerja dari penjualan khususnya pendistribusian keripik tempe, maka diperlukan suatu sistem yang dapat menentukan rute terpendek yang harus ditempuh oleh masing-masing sales tersebut agar pengiriman keripik lebih efisien dan tepat waktu. Mengeluarkan biaya yang minimum dan waktu yang singkat, otomatis produsen akan mendapatkan keuntungan yang lebih maksimum.

Berbicara efisiensi waktu, biasanya tidak jauh dari kata disiplin dan pemanfaatan waktu, seseorang dapat dikatakan disiplin apabila mengerjakan tugas atau pekerjaan yang diembannya tepat pada waktunya. Efisiensi waktu yakni pendistribusian barang dengan cepat dan tepat. Pondasi dasar dari efisiensi waktu adalah kualitas tindakan. Input tidak dapat dirubah bahkan jika sudah lewat tidak akan bisa kembali lagi, maka untuk meningkatkan output satu-satunya yang bisa dilakukan adalah memperbaiki proses. Oleh karena itu disiplin waktu atau memanfaatkan waktu dengan baik merupakan hal yang sangat penting.

Islam mengajarkan bahwa menghargai waktu lebih utama. Sebagai firman Allah dalam Al-Qur'an Surah *Al-Ashr* ayat 1-3 :

وَالْعَصْرِ (1) إِنَّ الْإِنْسَانَ لَفِي خُسْرٍ (2) إِلَّا الَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ
وَتَوَصَّوْا بِالْحَقِّ وَتَوَصَّوْا بِالصَّبْرِ (3)

Artinya : *“Demi waktu. Sesungguhnya, manusia berada dalam kerugian, kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan kebijakan dan saling menasehati untuk kebenaran dan saling menasehati untuk kesabaran”*

Sehingga ketika dalam proses pendistribusian sudah menggunakan cara yang tepat, dan telah memanfaatkan waktu dengan baik maka dalam proses jual belipun tidak ada yang merasa dirugikan satu sama lain, terutama dalam proses pengiriman barang. Salah satu tujuan jual beli adalah saling menguntungkan antara kedua belah pihak yaitu produsen dan konsumen. Adapun penjelasan mengenai syarat-syarat jual beli yang harus diterapkan sesuai dengan ayat Al-Qur'an dalam surah *An-nisa'* ayat 29 yang berbunyi :

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا لَا تَأْكُلُوا أَمْوَالَكُمْ بَيْنَكُمْ بِالْبَاطِلِ إِلَّا أَنْ تَكُونَ تِجَارَةً عَنْ
تَرَاضٍ مِّنْكُمْ

Artinya : *“Hai orang-orang yang beriman, janganlah kamu saling memakan harta sesamamu dengan jalan yang batil, kecuali dengan jalan perniagaan yang berlaku dengan suka sama-suka di antara kamu. Dan janganlah kamu membunuh dirimu sesungguhnya Allah adalah Maha Penyayang kepadamu”* .

Al-Qur'an surah *An-Nisa'* ayat 29 menjelaskan mengenai larangan memakan harta dari hasil yang tidak halal atau baik. Allah lebih menyukai seseorang mendapatkan sesuatu dengan suatu usaha semisal berniaga. Proses perdagangan

atau kegiatan niaga harus dilakukan atas persetujuan dan ke-*ridhaan* antara satu sama lain (penjual dan pembeli). Perdagangan yang baik harus berlandaskan kejujuran. Karena dalam hadis telah dijelaskan, bahwa dalam berdagang harus belaku jujur.

التَّاجِرُ الصَّدُوقُ الْأَمِينُ مَعَ النَّبِيِّنَ وَ الصِّدِّيقِينَ وَالشُّهَدَاءِ

Artinya: “Pedagang yang senantiasa jujur lagi amanah akan bersama para nabi, orang-orang yang selalu jujur dan orang-orang yang mati syahid.” (HR. Tirmidzi).

B. Pernyataan Masalah

Bagaimana mengimplementasikan algoritma genetika untuk optimasi rute terpendek pendistribusian keripik tempe “Putra Ridhlo”?

C. Tujuan Penelitian

Mengimplementasikan algoritma genetika untuk optimasi rute terpendek pendistribusian keripik tempe “Putra Ridhlo”.

D. Manfaat Penelitian

Membantu menentukan rute terpendek dengan memperhatikan jarak yang ditempuh supaya memudahkan distributor dalam membagi rute pengiriman kepada sales, sehingga dapat membantu menyelesaikan permasalahan khususnya dalam pendistribusian barang kepada semua pelanggan.

D. Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak meluas dari fokusnya, maka diperlukan batasan-batasan dalam penelitian ini. Batasan-batasan tersebut adalah:

1. Aplikasi dibuat dengan bahasa pemrograman Java.

2. Data jarak yang didapatkan dari *google maps*.
3. Panjang kromosom yang digunakan sebanyak 50 yang melambangkan masing-masing toko.
4. Tempat keberangkatan diasumsikan dari toko keripik Putra Ridhlo.



BAB II

STUDI PUSTAKA

A. Teori Penunjang

1. Sejarah Home Industri

Putra Ridhlo adalah salah satu *home industri* kripik tem di wilayah malang, tepatnya beralamat jalan Sanan no 46 kecamatan Blimbing kelurahan Purwantoro kabupaten Malang. *Home industri* tersebut memiliki luas usaha sekitar 98m². *Home industri* tersebut sudah ada sejak tahun 1980 yang terus diwariskan turun temurun sampai saat ini yang memasuki generasi ke dua yang sekarang diambil alih oleh ibu Yanti saat tahun 2000. Berdirinya *home industri* kripik tempe Putra Ridhlo pada generasi pertama didasari oleh meningkatnya kebutuhan hidup pada saat itu. Tempe yang sangat mudah ditemukan di Sanan adalah salah satu alasan dari pendiri *home industri* tersebut dalam bereksperimen untuk membuatnya menjadi kripik tempe.

Sampai saat ini struktur *manager* dalam *home industri* tersebut masih belum ada dikarenakan struktur manajerial yang sederhana yaitu manajer sistem yang dilakukan oleh pihak keluarga sendiri. *home industri* tersebut memiliki pegawai berjumlah 15 yang masing-masing menjadi bagian produksi dan penjaga toko. Sedangkan dalam sistem pembagian tanggung jawab dalam hal seperti produksi, pemasaran, keuangan dan lain-lain dilakukan dengan bekerja sama dan menjadi tanggung jawab bersama dalam keluarga (Yanti, 2016)

2. Industri

Distribusi merupakan suatu kegiatan menyalurkan hasil produk dari produsen kepada konsumen akhir. Pada kegiatan distribusi ini tidak dapat bekerja

sendiri sehingga muncullah saluran atau jaringan distribusi. Saluran distribusi adalah kumpulan dari beberapa pedagang, agen perusahaan yang bekerja dengan mengkombinasikan pemindahan fisik dan nama produk untuk menambah nilai guna bagi pasar tertentu (Suwarno, 2006). Menurut Gleen (2001) saluran distribusi adalah suatu tempat yang didalamnya ada aktifitas perusahaan untuk membuat suatu produk supaya produknya tersedia bagi konsumen yang dimaksud. Berdasarkan dua pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa saluran distribusi adalah serangkaian organisasi yang saling terhubung di dalam proses untuk membuat suatu produk supaya tersedia di pasar dan menciptakan kegunaan bagi konsumen.

3. Kualitas Layanan

Kualitas Layanan adalah pelayanan adalah setiap tindakan atau kegiatan yang dapat ditawarkan oleh suatu pihak kepada pihak lain, yang pada dasarnya tidak berwujud dan tidak mengakibatkan kepemilikan apapun. Produksi berkaitan dengan keadaan tertentu. Pelayanan merupakan perilaku produsen dalam rangka memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen demi tercapainya kepuasan pada konsumen itu sendiri. perilaku tersebut dapat terjadi pada saat, sebelum dan sesudah terjadinya transaksi. Kenyataan di lapangan tidak semua produk yang mahal akan mempunyai produk yang bagus. Akan tetapi seharusnya sesuatu yang mahal akan berpengaruh pada kualitas produk. Kata kualitas mengandung banyak definisi dan makna, orang yang berbeda akan mengartikannya secara berlainan tetapi dari beberapa definisi yang dapat kita jumpai memiliki beberapa

4. Optimasi

Optimasi adalah suatu usaha untuk memperoleh hasil yang terbaik dengan ketentuan yang diberikan. Tujuan utama optimasi yaitu suatu usaha dengan usaha seminimal mungkin namun mendapatkan suatu keuntungan semaksimal mungkin, usaha tersebut digambarkan dengan fungsi variabel, sedangkan untuk mendapatkan fungsi tersebut digambarkan sebagai optimasi. Dalam *Travelling salesman problem* (TSP) optimasi merupakan suatu usaha untuk bisa memperoleh hasil dengan optimal pada suatu pencarian rute perjalanan dengan waktu yang paling singkat sebagai tujuan.

5. Rute Tercepat

Sejak akhir 1950 salah satu masalah yang paling banyak dipelajari maupun dibahas adalah rute tercepat. Penerapan optimasi dalam kinerja suatu sistem juga dapat diterapkan dengan pencarian rute tercepat. Penerapan tersebut dilakukan dengan tujuan untuk meminimalisasikan biaya ataupun dalam mempercepat kinerja suatu sistem (Purwanto, 2005). Penentuan rute perjalanan merupakan salah satu permasalahan yang sering dihadapi dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu contoh yaitu rute yang dipilih sopir pengiriman barang untuk sampai pada tujuan dengan tepat waktu. Setiap daerah tujuan pengiriman tersebut harus dikunjungi satu kali, kemudian kembali lagi ke tempat awal. Permasalahan tersebut dikenal dengan *Travelling salesman problem* (TSP). Salah satu bentuk pengembangan TSP yang lebih rumit yang melibatkan dua variabel atau lebih adalah TSP-TW yaitu pencarian rute optimal yang mempertimbangkan total waktu perjalanan, waktu pengiriman, waktu pelayanan, dan waktu kedatangan (Singh dkk, 2014).

6. Efisiensi Waktu

Salah satu parameter dalam mempercepat kinerja sistem adalah efisiensi waktu. Seluruh kinerja dari sebuah perusahaan adalah dasar dari teori efisiensi waktu. Harapan dari penerapan efisiensi waktu adalah menghasilkan suatu output yang maksimal dari input yang ada, atau mendapatkan hasil output tertentu dengan tingkat input yang seadanya. Ketidakefisienan dalam mengalokasikan suatu input dapat diidentifikasi maupun dianalisis dengan menggunakan efisiensi waktu, sehingga perusahaan harus memperbaiki proses yang ada (Edi, 2009)

7. Efektivitas dan Efisien

Pengertian efektivitas lebih berorientasi dalam pencapaian jumlah output dari sistem produksi dengan membandingkan jumlah output aktual dengan terhadap output yang direncanakan, sedangkan efisiensi lebih berorientasi pada masukan (faktor-faktor produksi) sedangkan masalah output kurang menjadi perhatian utama. Efisiensi erat kaitannya dengan keuntungan suatu perusahaan, maka perusahaan akan berusaha semaksimal mungkin untuk melakukan efisiensi tanpa mengorbankan pelayanan terhadap konsumen. Efisiensi yang dilakukan dalam perusahaan mengisyaratkan bahwa perusahaan tersebut sudah menggunakan manajemen yang modern. Pemanfaatan segala sumber daya yang dimiliki perusahaan secara efektif merupakan salah satu langkah efisien dalam suatu perusahaan, karena sumber daya dalam suatu perusahaan memberikan kontribusi yang penuh terhadap kelangsungan hidup perusahaan.

8. Kepuasan Konsumen

Kepuasan konsumen akan terasa ketika telah mendapatkan barangnya, dengan identifikasi barang yang telah dibeli sesuai dengan apa yang diharapkan.

Apabila produk dan jasa telah sesuai dengan apa yang diharapkan, maka konsumen akan merasa puas. Sebaliknya, apabila produk dan jasa tersebut tidak sesuai dengan yang diharapkan, maka konsumen akan merasa kurang atau tidak puas. Hal ini menunjukkan bahwa kepuasan konsumen berhubungan erat dengan hasil evaluasi setelah konsumen melakukan pembelian. Konsumen melakukan tindakan observasi terhadap kinerja produk dan layanan, dan membandingkannya dengan standar atau harapan konsumen, dan selanjutnya terbentuk sebuah putusan kepuasan yang didasarkan pada perbandingan tersebut. Ketika pembelian yang dilakukan konsumen menghasilkan pemenuhan atas kebutuhan dan harapan, maka akan tercipta kepuasan konsumen. Kepuasan konsumen adalah tingkat perasaan seseorang yang timbul setelah membandingkan kinerja produk yang diterima dengan harapannya. Apabila kinerja yang diterima lebih rendah dari yang diharapkan, maka konsumen akan merasa tidak puas. Sebaliknya, apabila kinerja yang diterima sesuai dengan yang diharapkan, maka konsumen akan merasa puas. Konsumen akan merasa sangat puas apabila kinerja yang diterima melebihi harapannya. Harapan terbentuk oleh pengalaman pembelian, pengalaman teman, pengalaman pasar, dan apa yang dapat diberikan oleh pesaing. Berdasarkan definisi-definisi di atas dapat disimpulkan bahwa kepuasan konsumen merupakan suatu perasaan atau penilaian emosional dari konsumen terhadap penggunaan produk dan layanan dimana harapan dan kebutuhan konsumen terpenuhi. Kunci utama untuk mempertahankan konsumen adalah kepuasan konsumen. Hal ini disebabkan karena penjualan perusahaan disetiap periode berasal dari konsumen baru dan konsumen yang sudah ada. Oleh karena itu, untuk dapat

mempertahankan konsumen, maka perusahaan harus melakukan penelitian mengenai kepuasan konsumen.

9. Permasalahan transportasi

Berbicara distribusi tidak akan lepas dari transportasi dimana suatu komodasi sejumlah produsen kepada beberapa tujuan konsumen. Persoalan transportasi pada distribusi sangatlah berpengaruh terhadap kelangsungan perusahaan. Adapun beberapa persoalan yang sering terjadi yaitu sebagai berikut :

1. Terdapat sejumlah tujuan yang berbeda
2. Tempat pengiriman yang berbeda
3. Besar biaya yang dikeluarkan untuk pengiriman dari perusahaan tertentu ke tujuan tertentu.

Pada pemrograman persoalan transportasi merupakan model pemrograman yang linier. Masalah ini membutuhkan *constraints* atau batasan dan *variable* yang banyak untuk menggunakan perangkat dalam menyelesaikan dengan model matematis. Hal ini memerlukan perhitungan begitu panjang. Terbukti bahwa Gas sangat efektif untuk mendapatkan penyelesaian yang akurat. (Mahmudy 2007).

B. Algoritma Genetika

Salah satu ilmuwan bernama Jhon Holland mengenalkan suatu algoritma yang membahas tentang genetika atau sering disebut dengan algoritma genetika. Simulasi dari proses alamiah yang mempengaruhi dalam proses evolusi adalah dasar dari algoritma genetika (Saputri, 2015). Algoritma genetika atau *genethic algorithm* (GA) merupakan algoritma dalam mencari suatu heuristik yang didasarkan atas mekanisme alami dan genetika alami (Mawaddah dkk, 2006). Metode pencarian dalam algoritma genetika yaitu dengan meniru atau

mensimulasikan dari suatu sistem evolusi biologis alami dala, menentukan suatu kromosom atau suatu individu yang memiliki kualitas yang tinggi dalam suatu populasi yang memiliki potensi.

Tahapan dalam penyelesaian algoritma genetika terlebih dahulu harus menentukan sebuah representasi (kode yang sesuai) untuk persoalan yang akan dipecahkan dengan cara dikodekan ke dalam bentuk kromosom atau string. Kromosom berwujud string tersebut merupakan calon pada setiap siklus operasi yang disebut generasi. Beberapa operator yang akan digunakan dalam algoritma genetika yaitu operator pindah silang (*Crossover*), mutasi (*mutation*) dan operator seleksi (*selection*). Setelah mengetahui operator yang digunakan kemudian tahapan penting yang harus dilakukan dalam algoritma genetika adalah menjabarkan suatu nilai *fitness* dan individu, untuk menentukan suatu populasi awal dari proses perkawinan silang, proses seleksi maupun mutasi gen.

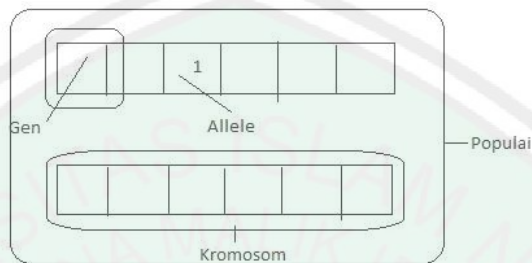
Beberapa definisi penting yang perlu diperhatikan dalam algoritma genetika adalah sebagai berikut :

1. Gen, merupakan sebuah nilai yang menyatakan satuan dasar yang membentuk suatu arti tertentu.
2. Kromosom adalah satu kesatuan gen.
3. Gen dalam algoritma genetika dapat berupa nilai biner, float, integer maupun karakter atau kombinatorial.
4. Allele, merupakan nilai dari gen.
5. Populasi adalah sekumpulan individu yang akan diproses bersama dalam satu siklus proses evolusi.

6. Generasi, menyatakan satu siklus proses evolusi atau satu iterasi di dalam algoritma genetika. Generasi merupakan satuan dari populasi setelah mengalami operasi-operasi genetika, berkembang biak, dan menghasilkan keturunan. Pada akhir dari setiap generasi, untuk menjaga agar jumlah kromosom dalam populasi tetap konstan, kromosom-kromosom yang mempunyai nilai *fitness* yang rendah akan dihapus dari populasi.
7. Induk adalah kromosom yang akan dikenai operasi genetika (*Crossover*)
8. *Crossover* adalah operasi genetika yang mewakili proses perkembangbiakan antar individu.
9. *Offspring* adalah kromosom yang merupakan hasil dari operasi genetika (*Crossover*) dikenal keturunan atau sebagai anak.
10. Mutasi merupakan operasi genetika yang mewakili proses mutasi dalam perjalanan hidup individu. Mutasi berperan menghasilkan perubahan acak dalam populasi, yang berguna untuk menambah variasi dari kromosom-kromosom dalam sebuah populasi.
11. Proses seleksi merupakan proses yang mewakili proses seleksi alam dari teori Darwin. Proses ini dilakukan untuk menentukan induk dari operasi genetika (*Crossover*) yang akan dilakukan untuk menghasilkan keturunan (*offspring*).
12. Nilai *fitness* merupakan representasi penentuan bagus tidaknya sebuah kromosom.

13. Fungsi evaluasi adalah fungsi yang digunakan untuk menentukan nilai dari nilai *fitness*. Fungsi evaluasi ini merupakan sekumpulan kriteria-kriteria tertentu dari permasalahan yang ingin diselesaikan.

Berikut adalah ilustrasi perbedaan istilah-istilah penjelasan diatas:



Gambar 2.1 Ilustrasi Istilah Penting Algoritma Genetika.

C. TSP (*Travelling Salesman Problem*)

TSP (*Travelling Salesman Problem*) adalah pencarian rute optimal perjalanan salesman dari suatu kota ke semua kota tujuan tepat satu kali dan harus kembali ke kota awal. Permasalahan tersebut dapat dimodelkan ke dalam graf berbobot di mana setiap kota tujuan digambarkan sebagai titik dan panjang ruas jalan antara dua kota digambarkan sebagai sisi berbobot. Permasalahan dalam perjalanan salesman tersebut di dalam graf adalah mencari lintasan tertutup minimum yang memuat semua titik di dalam suatu graf berbobot tersebut (Setiyawan, Antonius Yuni.2014).

D. M-TSP (*Multiple Travelling Salesman Problem*)

Penentuan rute terpendek merupakan bagian dari permasalahan TSP (*Travelling Salesman Problem*), namun saat ini banyak distributor-distributor yang memiliki manajerial pendistribusian dengan bantuan kurir untuk pengiriman barang. Oleh sebab itu, diperlukan pendekatan berupa penentuan rute yang memiliki lebih dari seorang kurir. *Multi Travelling Salesman Problem* (M-TSP)

merupakan metode yang digunakan agar mampu memilih rute terpendek yang harus dilewati oleh beberapa orang kurir yang harus mengunjungi beberapa lokasi satu kali dan kembali ke kota awal. Kemungkinan solusi yang terbentuk akan semakin banyak jika menggunakan M-TSP. Solusi alternatif juga akan semakin banyak apabila terdapat lebih dari seorang kurir dan memiliki lokasi kunjungan yang semakin banyak. M-TSP secara matematis dapat diformulasikan dalam persamaan (Nurhumam & Mahmudy, 2008):

$$Z = \min\{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij}X_{ij}\} \quad (2.1)$$

Dengan kendala,

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = 1 \quad (2.2)$$

Untuk $j = 1, 2, 3, \dots, n-1$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = 1 \quad (2.3)$$

Untuk $i = 1, 2, 3, \dots, n-1$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = m \quad (2.4)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = m \quad (2.5)$$

Keterangan:

$X_{ij} = 1$, apabila ada perjalanan salesman dari sampel 1 menuju sampel j.

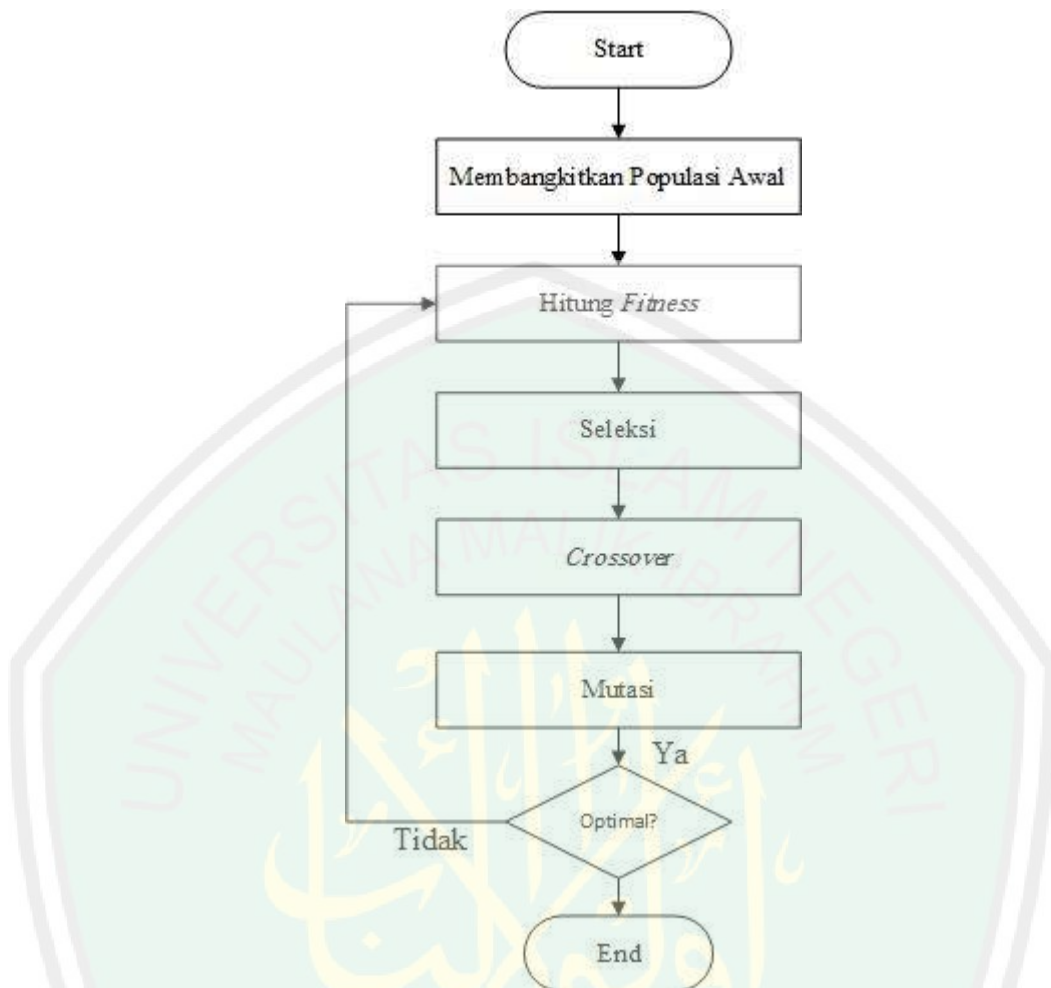
$X_{ij} = 0$, apabila tidak ada perjalanan salesman dari sampel i menuju sampel j.

C_{ij} , menyatakan jarak dari simpul i menuju simpul j.

Persamaan (2) dan persamaan(3) menjamin bahwa setiap simpul hanya dikunjungi sekali oleh salesman. Persamaan (4) dan persamaan (5) menjamin bahwa sejumlah m salesman melakukan tur.

E. Struktur Umum Algoritma Genetika

Di dalam algoritma genetika terdapat sebuah solusi yang dibangkitkan yang disebut sebagai kromosom, sedangkan kumpulan dari kromosom-kromosom tersebut disebut sebagai populasi. Sebuah kromosom terbentuk dari komponen-komponen penyusun yang disebut sebagai *gen* dan nilai dari *gen* tersebut dapat berupa biner, bilangan numerik, karakter ataupun simbol tergantung dari permasalahan yang ingin diselesaikan. Kromosom-kromosom tersebut akan berkembang secara berkelanjutan yang disebut dengan *generasi*. Setiap generasi kromosom-kromosom tersebut diukur tingkat keberhasilan nilai solusinya menggunakan ukuran yang disebut dengan *fitness*. Kromosom yang tetap dipertahankan untuk generasi selanjutnya dilakukan pemrosesan yang disebut dengan *seleksi*. Proses seleksi kromosom menggunakan konsep aturan evolusi Darwin yang telah disebutkan sebelumnya yaitu kromosom yang mempunyai nilai *fitness* tinggi akan memiliki peluang lebih besar untuk terpilih lagi pada generasi selanjutnya.



Gambar 2.2 Flowchart Algoritma Genetika Secara Umum

Kromosom-kromosom baru yang disebut dengan *offspring*, *offspring* dibentuk oleh proses *crossover*. Proses *crossover* adalah proses perkawinan antar kromosom-kromosom dalam satu generasi. Jumlah kromosom yang terdapat pada populasi yang mengalami *crossover* ditentukan oleh parameter yang disebut dengan *crossover rate*. Mekanisme perubahan susunan unsur penyusun makhluk hidup akibat adanya faktor alam yang disebut dengan mutasi, mutasi direpresentasikan sebagai proses berubahnya satu atau lebih nilai gen dalam kromosom dengan suatu nilai acak. Jumlah *gen* dalam populasi yang mengalami mutasi ditentukan oleh parameter yang dinamakan *mutation rate*. Setelah beberapa generasi akan dihasilkan kromosom-kromosom yang nilai *gen*-nya

konvergen ke suatu nilai tertentu yang merupakan solusi terbaik yang dihasilkan oleh algoritma genetika terhadap suatu permasalahan.

F. Langkah Perhitungan Algoritma Genetika

1. Struktur Algoritma Genetika

Variasi dan parameter yang digunakan pada algoritma genetika adalah :

1. *Pop Size* ukuran individu yang dilibatkan pada setiap generasi.
2. Probabilitas *crossover* adalah kemungkinan terjadinya persilangan (*crossover*) pada suatu generasi.
3. Probabilitas mutasi adalah kemungkinan terjadinya mutasi pada setiap individu.
4. Ukuran individu yang akan dibentuk untuk menentukan lama penerapan algoritma genetika.

Struktur dari suatu algoritma genetika secara umum dapat didefinisikan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Membangkitkan populasi awal

Populasi awal dibangkitkan secara acak sehingga didapatkan solusi awal. Populasi tersebut terdiri atas sejumlah kromosom yang merepresentasikan solusi yang diinginkan.

2. Membentuk generasi baru (reproduksi)

Pembentukan generasi baru, digunakan *operator* reproduksi atau seleksi *crossover* dan mutasi. Proses ini dilakukan berulang-ulang sehingga didapatkan jumlah kromosom yang cukup untuk membentuk generasi baru dimana generasi baru ini dikenal dengan istilah anak (*offspring*) (Mahmudy, 2013)

3. Evaluasi solusi

Pada setiap generasi, akan dilakukan proses evaluasi pada kromosom dengan menggunakan alat ukur yang dinamakan *fitness*. Nilai *fitness* yang digunakan adalah nilai *fitness* suatu kromosom dalam populasi tersebut. Pada proses tersebut akan dilakukan evaluasi pada setiap populasi dengan menghitung nilai *fitness* setiap kromosom dan mengevaluasinya sampai terpenuhi kriteria berhenti. Apabila kriteria berhenti belum terpenuhi maka akan dibentuk lagi generasi baru dengan mengulangi langkah 2. Beberapa kriteria berhenti yang sering digunakan antara lain : berhenti pada generasi tertentu, berhenti setelah dalam beberapa generasi berturut-turut didapatkan nilai *fitness* tertinggi tidak berubah, berhenti dalam n generasi tidak didapatkan nilai *fitness* yang lebih tinggi.

2. Teknik Pengkodean

Ada beberapa teknik pengkodean dalam algoritma genetika yang merupakan pengkodean gen pada suatu kromosom. Gen merupakan satuan dari kromosom. Representasi kromosom dapat menggunakan String bit, bilangan real dst seperti berikut:

- a. String bit : 100111, 011011, 111011, dst.
- b. Bilangan real : 85.75, -57.78, 582.58, dst.
- c. Elemen permutasi : E7, E12, E155, dst.
- d. Daftar aturan : R4, R5, R6, dst.
- e. Elemen program : pemrograman genetika

Adapun jenis-jenis pengkodean yang biasa digunakan adalah.

- a. Pengkodean Biner
- b. Pengkodean Pohon
- c. Pengkodean Nilai
- d. Pengkodean permutasi

3. Perhitungan *Fitness*

Fungsi tujuan (*fitness*) adalah fungsi untuk menentukan tingkat kesesuaian individu tersebut dengan kriteria yang ingin dicapai. Nilai *fitness* suatu kromosom menggambarkan kualitas kromosom dalam populasi tersebut. Menurut Mahmudy (2017) fungsi tujuan untuk permasalahan *shortest driving time* dapat ditunjukkan pada persamaan 2.6 dan persamaan 2.7.

$$\text{Nilai } fitness = \frac{1}{f_x} \quad (2.6)$$

Dimana:

$$f_x = \sum(c_{ij}) + \sum(p_i) \quad (2.7)$$

Keterangan :

- c_{ij} adalah waktu tempuh dari titik i ke j
- p_i adalah penalti jika pelanggan dilayani diluar jadwal

4. Representasi Kromosom

Representasi kromosom diperlukan untuk menjelaskan setiap individu dalam populasi. Setiap individu atau kromosom tersusun atas urutan gen dari suatu alfabet. Suatu alfabet dapat terdiri dari digit biner (0 dan 1), *floating point*, *integer*, simbol-simbol (seperti A,B,C) dan matriks (Widodo, 2010).

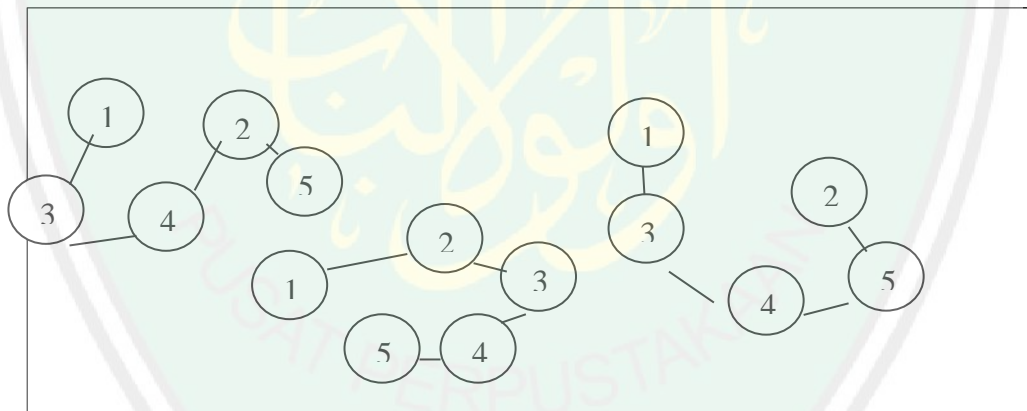
Pada bagian ini digunakan representasi kromosom bilangan bulat bertipe *integer*. Berikut untuk contoh representasi kromosom yang bisa dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Contoh Representasi Kromosom

Posisi	1	2	3	4	5	6	7
Gen	5	6	4	3	7	8	1

5. Membangkitkan Populasi Awal

Membangkitkan populasi awal adalah proses pembangkitkan sejumlah individu secara acak atau melalui prosedur tertentu. Prosedur yang harus dipenuhi untuk menunjukkan suatu solusi harus benar-benar teliti dalam pembangkitan dari masing-masing individunya. Dalam TSP, populasi ini menjelaskan tentang sejumlah solusi (jalur) yang dicari secara acak. Misalnya populasi awal terdapat 3 individu, maka contoh populasi pada TSP dengan 5 titik bisa dilihat pada ilustrasi Gambar 2.3.

**Gambar 2.3** Contoh Representasi Kromosom

Dari gambar 2.3 bisa didapatkan 3 buah kromosom yang berbeda gennya yaitu :

1. 1-3-4-2-5
2. 1-2-3-4-5
3. 1-3-4-5-2

6. Evaluasi

Evaluasi digunakan untuk menghitung atau mengetahui nilai *fitness* setiap kromosom. Semakin besar *fitness* maka semakin baik kromosom tersebut untuk dijadikan calon solusi (Mahmudy, 2013). *Fitness* sendiri adalah nilai yang mengetahui tingkat kesesuaian individu (kromosom) terhadap kriteria yang ingin dicapai. Untuk menghitung nilai *fitness* menggunakan persamaan 2.6 dengan c_{ij} adalah jarak tempuh dari titik i ke titik j . p_i merupakan penalti jika pelanggan dilayani diluar jadwal. Waktu tempuh dihitung berdasarkan persamaan 2.8

$$\frac{r_i}{v} = S_{ij} \quad (2.8)$$

Keterangan

r_{ij} = jarak titik i ke j .

v = kecepatan.

s_{ij} = waktu tempuh dari titik i ke titik j .

Mekanisme yang dimiliki algoritma genetika dengan menggabungkan dua kromosom untuk menghasilkan anak kromosom yang mewarisi ciri dasar dari *parent*. *Crossover* bekerja dengan membangkitkan *offspring* baru dengan mengganti beberapa informasi dari *parents* (Mahmudy dkk, 2013).

7. Reproduksi

Adapun *operator* Genetika, yaitu ada 2: perkawinan silang (*crossover*) dan mutasi.

a. *Crossover*

Crossover (perkawinan silang) adalah salah satu operator genetika. Yang mana operator bekerja dengan mengambil dua individu secara acak untuk tempat pemotongan individu, untuk memproduksi dua segment. *Crossover*

bertujuan menambah keanekaragaman gen dalam satu produksi dengan penyilangan antar gen yang diperoleh dari reproduksi untuk mendapatkan *offspring* (Lafnidita, 2015).

a) *Crossover* satu titik

Crossover satu titik dan banyak titik digunakan untuk merepresentasikan kromosom yang berbentuk biner. Pada *crossover* satu titik, posisi *crossover* L ($L=1,2,\dots,n-1$) dengan n =panjang kromosom diseleksi secara random. Penukaran Variabel-variabel antar kromosom terjadi pada titik tersebut supaya dapat menghasilkan anak (*Offspring*)

b) *Crossover* banyak titik

Crossover banyak titik, s posisi penyilangan L_i ($L=1,2,\dots,n-1$, $i=1,2,\dots,s$) dengan n =panjang kromosom diseleksi secara acak dan tidak boleh ada posisi yang sama, serta diurutkan naik. Seperti sebelumnya gen-gen yang ditukar antar kromosom pada titik tersebut untuk menghasilkan *offspring* atau anak.

c) *Crossover* Aritmatika

Pada bilangan *float* direpresentasikan menggunakan *Crossover* aritmatika. *Crossover* ini bekerja dengan menentukan nilai c sebagai bilangan random lebih dari 0 dan kurang dari 1. Selain itu juga menentukan posisi gen yang akan dilakukan *Crossover* menggunakan bilangan random.

d) *Crossover* untuk Representasi Kromosom Permutasi

a. *Partial-Mappen Crossover* (PMX)

Langkah-langkah dari *partical mappen crossover* (PMX)

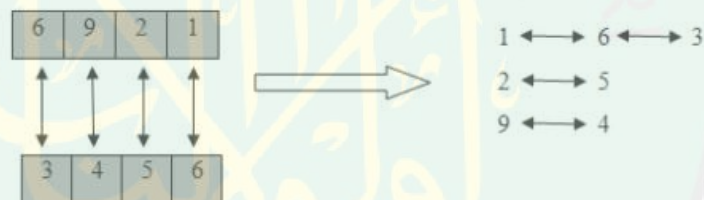
Langkah 1: Pilih posisi untuk menentukan substring secara acak

Induk 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Induk 2	5	4	6	9	2	1	7	8	3

Langkah 2: untuk menghasilkan *proto-child* tukar dua substring antar induk.

Proto-child 1	1	2	6	9	2	1	7	8	9
Proto-child 2	5	4	3	4	5	6	7	8	3

Langkah 3: tentukan pemetaan antara dua daerah pemetaan.



Langkah 4: tentukan kromosom keturunan yang mengacu terhadap hubungan pemetaan.

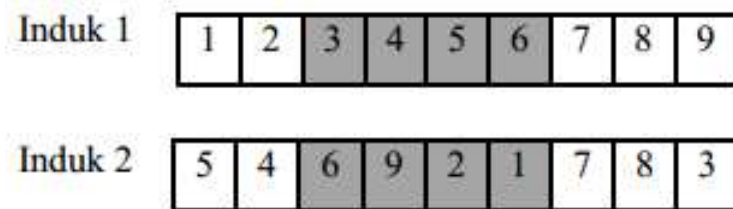
Keturunan 1	3	5	6	9	2	1	7	8	4
Keturunan 2	2	9	3	5	4	6	7	8	1

Gambar 2.4 Contoh *Partial-Mapped Crossover* (PMX)

b. *Order Crossover* (OX)

Prosedur OX

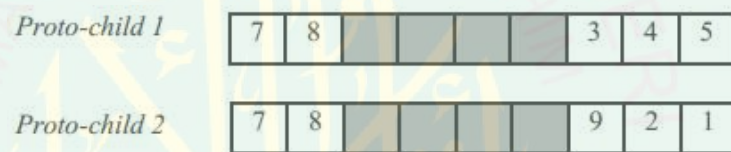
Langkah 1: pilih substring dari sebuah induk secara random.



Langkah 2: bangkitkan sebuah proto-child dengan mengkosongkan tempat substring induk 2 pada induk 1.



Langkah 3: SHR allele dari substring pada tempat yang bersesuaian.



Langkah 4: tukarkan substring antara 2 induk.

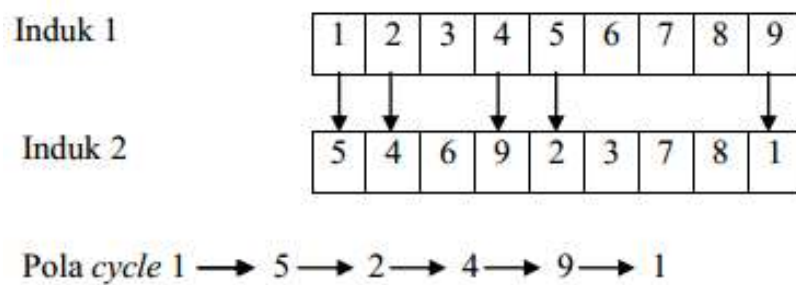


Gambar 2.5 Contoh *Order-Crossover (OX)*.

c. *Cycle Crossover (CX)*

Prosedur CX

Langkah 1: tentukan pola cycle



Langkah 2: copy nilai dalam *cycle* pada *proto-child*

Proto-child

1	2		4	5				9
---	---	--	---	---	--	--	--	---

Langkah 3: pilihlah nilai yang didapat dari induk yang lain

Induk 2

5	4	6	9	2	3	7	8	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Nilai yang tidak ada

6	3	7	8
---	---	---	---

Langkah 4: mengisi nilai yang didapat dalam keturunan

Keturunan 1

1	2	6	4	5	3	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Dengan cara yang sama memperoleh keturunan 2

Keturunan 2

5	4	3	9	2	6	7	8	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Gambar 2.6 Contoh Cycle Crossover (CX)

b. Mutasi

Mutasi menciptakan individu baru dengan melakukan modifikasi satu atau lebih gen dalam individu yang sama. Mutasi ini berperan untuk menggantikan gen yang hilang dari populasi awal. Sehingga bisa disimpulkan mutasi akan meningkatkan variasi populasi (Zuhri,2014). Mutasi diterapkan dengan probabilitas sangat kecil. Probabilitas mutasi sangat berpengaruh terhadap keturunan yang dihasilkan. Apabila probabilitas terlalu kecil maka kurang maksimal karena tidak akan terjadi variasi akan tetapi kalau menggunakan pm terlalu besar maka keturunan yang akan dihasilkan kurang maksimal karena akan jauh kemiripan dari induknya.

a) Mutasi Pengkodean Biner

Mutasi pengkodean biner merupakan operasi yang sangat sederhana. Proses mutasi pengkodean biner dilakukan dengan cara

menginversi nilai bit pada kromosom yang terpilih secara acak (atau menggunakan skema tertentu) dengan diubah nilainya menjadi nilai lawannya (0 ke 1, atau 1 ke 0). Sebagai contoh, dapat dilihat pada Tabel berikut ini :

Tabel 2.2 Contoh Mutasi Pengkodean Biner

Keadaan Kromosom	Proses Mutasi
Keadaan Kromosom	1000 1111 1011 0110
Keadaan Kromosom	10011 1011 0110

b) Mutasi Pengkodean Nilai

Mutasi pengkodean nilai adalah proses yang terjadi pada saat pengkodean nilai. Proses mutasi dalam pengkodean nilai dapat dilakukan dengan cara memilih sembarang posisi gen pada kromosom, dan nilai yang ada kemudian ditambahkan atau dikurangkan dengan suatu nilai kecil tertentu yang diambil secara acak. Sebagai contoh, dapat dilihat pada tabel berikut ini, yaitu nilai riil ditambahkan dan dikurangkan dengan nilai 0 dan 1.

Tabel 2.3 Contoh Mutasi Pengkodean Nilai

Keadaan Kromosom	Proses Mutasi
Kromosom sebelum mutasi	1,45 2,67 2,56
Kromosom sesudah mutasi	1,55 2,67 1,77 2,56

c) Mutasi Pengkodean Permutasi

Proses mutasi pengkodean permutasi tidak sama halnya dengan proses mutasi yang dilakukan pada pengkodean biner dengan mengubah langsung bit-bit pada kromosom. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan memilih dua posisi (locus) dari kromosom

dan kemudian nilainya saling dipertukarkan. Orangtua yang berada dibawah titik crossover dipertukarkan untuk menghasilkan anak baru. Contoh Mutasi pada pengkodean permutasi, dapat dilihat pada Tabel di 2.4.

Tabel 2.4 Contoh Mutasi Pengkodean Permutasi

Keadaan Kromosom	Proses Mutasi
Kromosom sebelum mutasi	123456789
Kromosom sesudah mutasi	127465839

d) Penentuan Parameter

Parameter di sini adalah parameter kontrol algoritma genetika, yaitu: ukuran populasi (*popsiz*e), peluang crossover (*Pc*), dan peluang mutasi (*Pm*). Nilai parameter ini ditentukan juga berdasarkan permasalahan yang akan dipecahkan. Ada beberapa rekomendasi yang bisa digunakan, antara lain (Kusumadewi, 2003: 283):

1. Untuk permasalahan yang memiliki kawasan solusi cukup besar, De Jong merekomendasikan untuk nilai parameter kontrol:

$$(Popsiz$$
e;*Pc*;*Pm*) = (50; 0,6;0, 001)
2. Bila rata-rata fitness setiap generasi digunakan sebagai indikator, maka Grefensette merekomendasikan:

$$(Popsiz$$
e;*Pc*;*Pm*) = (30; 0,95;0, 01).

3. Bila *fitness* dari individu terbaik dipantau pada setiap generasi maka usulannya adalah:

$$(Popsiz$$
e;*Pc*;*Pm*) = (80; 0,45;0, 01).

4. Ukuran populasi sebaiknya tidak lebih kecil dari 30, untuk sembarang jenis permasalahan.

8. Seleksi

Mendapatkan calon generasi yang baik merupakan salah satu fungsi dari seleksi. Induk yang baik akan menghasilkan anak yang baik. Beberapa cara dilakukan untuk membangkitkan nilai induk, salah satunya dengan membangkitkan bilangan acak. Semakin tinggi nilai *fitness* dari suatu individu maka semakin besar juga kemungkinannya untuk terpilih (Widodo dkk, 2010).

a. Rank-based *Fitness*

Populasi diurutkan menurut nilai objektifnya. Nilai *fitness* dari tiap-tiap individu hanya tergantung pada posisi individu tersebut dalam urutan, dan tidak dipengaruhi oleh nilai objektifnya.

b. Seleksi Roda Roulette

Istilah lainnya adalah stochastic sampling with replacement. Individu - individu dipetakan dalam suatu segmen garis secara berurutan sedemikian hingga tiap-tiap segmen individu memiliki ukuran yang sama dengan ukuran *fitness*nya. Sebuah bilangan random dibangkitkan dan individu yang memiliki segmen dalam kawasan segmen dalam kawasan bilangan random tersebut akan terseleksi. Proses ini berulang hingga didapatkan sejumlah individu yang diharapkan.

c. *Stochastic Universal Sampling*

Memiliki nilai bisa nol dan penyebaran yang minimum. Individu-individu dipetakan dalam suatu segmen garis secara berurut sedemikian hingga tiaptiap segmen individu memiliki ukuran yang

sama dengan ukuran *fitness*nya seperti halnya pada seleksi roda roulette.

d. Seleksi Lokal

Setiap individu yang berada di dalam konstrain tertentu disebut dengan nama lingkungan lokal. Interaksi antar individu hanya dilakukan di dalam wilayah tersebut. Lingkungan tersebut ditetapkan sebagai struktur dimana populasi tersebut terdistribusi. Lingkungan tersebut juga dapat dipandang sebagai kelompok pasangan-pasangan yang potensial.

e. Seleksi dengan Pemotongan

Merupakan seleksi buatan yang digunakan oleh populasi yang jumlahnya sangat besar. Individu-individu diurutkan berdasarkan nilai *fitness*nya. Hanya individu yang terbaik saja yang akan diseleksi sebagai induk.

f. Seleksi dengan Turnamen

Ditetapkan suatu nilai *tour* untuk individu-individu yang dipilih secara random dari suatu populasi. Individu-individu yang terbaik dalam kelompok ini akan diseleksi sebagai induk. Parameter yang digunakan adalah ukuran *tour* yang bernilai antara 2 sampai N (jumlah individu dalam populasi)

g. Seleksi replacemen

Ketentuan dalam seleksi *replacement* ada 2 antara lain *offspring* yang diproduksi melalui proses mutasi menggantikan induknya jika mempunyai nilai *fitness* yang lebih baik dan *offspring* yang diproduksi

melalui proses crossover (menggunakan dua induk) akan menggantikan induk yang terlemah jika mempunyai nilai *fitness* yang lebih baik daripada induk yang terlemah tersebut.



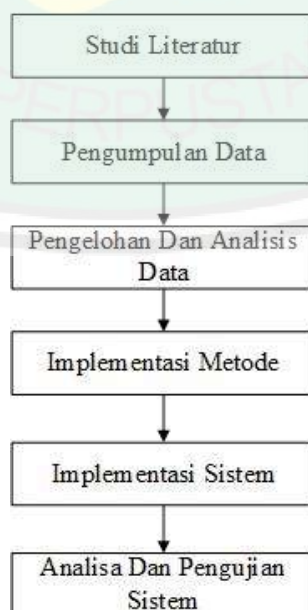
BAB III

DESAIN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini akan dibahas mengenai desain dan implementasi mengenai membangun aplikasi dan perancangan perangkat lunak optimasi pendistribusian keripik tempe dengan menggunakan algoritma genetika. Pokok-pokok yang akan dibahas pada bab ini yaitu tahapan penelitian, kebutuhan sistem, analisis data, analisis sistem, formulasi permasalahan, dan siklus penyelesaian menggunakan algoritma genetika.

A. Tahapan Penelitian

Pada tahapan penelitian akan dibahas secara detail tentang tahapan penelitian yang dilakukan untuk membuat perangkat lunak optimasi pendistribusian keripik tempe dengan menggunakan algoritma genetika. Metode penelitian yang digunakan harus dilakukan secara bertahap jika tahap sebelumnya belum selesai maka tidak dapat mengerjakan tahap selanjutnya. Adapun Langkah-langkah skripsi ini di gambarkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Prosedur Penelitian

1. Studi Literatur

Tahap awal pada penelitian ini adalah membahas mengenai literatur yang digunakan. Literatur mengacu pada sumber dari beberapa buku dan jurnal-jurnal penelitian sebelumnya yang memiliki relevansi dengan penelitian ini. Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan informasi yang berkaitan dengan lingkup pembahasan dalam penelitian, perkembangan keilmuan terkait, serta metode yang telah ada sebelumnya. Studi literatur diharapkan bisa memberikan informasi, data ataupun fakta yang berkenaan mengenai *multi traveling salesman problem* (MTSP). Pustaka yang terkait dengan penelitian ini antara lain : ditribui, pencarian rute terpendek, pendistribusian keripik tempe, *Multi Traveling Salesman Problem* dan algoritma genetika.

2. Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, digolongkan dalam 2 kelompok besar yaitu:

a. Data Primer

Data Primer adalah sumber data penelitian yang diperoleh langsung dari sumber aslinya. Adapun teknik pengumpulan data primer yang peneliti gunakan adalah:

1. Metode Interview (Wawancara)

Metode ini peneliti gunakan untuk mengetahui kebutuhan program yang dibutuhkan toko, prosedur-prosedur pengiriman produk.

2. Metode Dokumentasi

Metode ini peneliti gunakan untuk mendapatkan data yang mendukung untuk pembuatan program.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh melalui perantara baik dari literatur penelitian. Data sekunder dari penelitian ini, peneliti peroleh dari kepustakaan atau literatur tentang terkait.

Penelitian ini membutuhkan dua macam data yaitu data jalan kota malang yang didapatkan dengan studi literatur dari *google maps* dan data distribusi *keripik tempe* yang didapatkan dengan melakukan interview kepada pihak produsen *keripik tempe*.

3. Pengolahan dan Analisis Data

Pada tahap ini akan dibuat analisa terhadap data yang dibutuhkan sesuai dengan yang diinginkan, sehingga menghasilkan data tersebut yang dapat diolah oleh sistem dengan menggunakan algoritma genetika. Dalam pengolahan data pada algoritma genetika dilakukan beberapa tahap untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dengan variable-variabel ideal, langkah-langkahnya adalah :

1. Membuat populasi awal secara acak, kemudian melakukan reproduksi dengan *crossover* dan mutasi pada populasi.
2. Proses seleksi dengan menggunakan metode *replacement selection*.
3. Rumus *fitness* pada penelitian ini adalah $\frac{100}{f(x)}$.
4. Iterasi berfungsi untuk memperoleh generasi berikutnya yang lebih baik sebanyak n.

4. Implementasi Metode

Implementasi metode merupakan tahap dimana penulis mulai merancang implementasi metode yang digunakan untuk membangun aplikasi distribusi *keripik tempe*. Perancangan implementasi algoritma genetika yang akan

digunakan untuk pendistribusian keripik adalah : pengkodean kromosom, pembuatan populasi awal (inisialisasi), proses reproduksi (mutasi dan *crossover*), proses evaluasi, proses seleksi, serta proses pengulangan proses reproduksi hingga seleksi. Teori-teori dari kajian pustaka dan data dari *sample* digabungkan dengan ilmu yang didapat kemudian diimplementasikan untuk merancang serta membangun sistem ini.

5. Implementaasi Sistem

Tahap ini merupakan proses pengimplementasian hasil perancangan metode yang akan digunakan dan perancangan sistem pendistribusian yang telah dibuat kemudian memasukkannya kedalam komputer dengan menggunakan bahasa pemrograman Java dengan hasil akhir yang berupa implementasi algoritma genetika. Bahasa yang digunakan untuk implementasinya adalah java. *Compiler* yang digunakan adalah Netbeans.

6. Analisa dan Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan berdasarkan implementasi yang telah dirancang sebelumnya. Pada pengujian ini parameter yang dilihat adalah nilai seberapa baik nilai *fitness* yang didapatkan dari semua alternatif solusi yang terbentuk pada aplikasi pendistribusian keripik tempe. Analisa dan uji coba dengan melihat beberapa nilai *fitness* rata-rata yang didapatkan beserta waktu eksekusi yang dibutuhkan, serta menguji apakah metode yang digunakan telah memberikan hasil yang optimum atau belum dengan mengganti operator-operator genetika dengan nilai tertentu. Evaluasi dilakukan untuk menyaring nilai ideal sebagai pilihan solusi, untuk mendapatkan rute pendistribusian yang terpendek sehingga dihasilkan keuntungan yang optimal.

Langkah-langkah diatas dapat dipresentasikan pada penelitian skripsi ini maka tahapannya adalah sebagai berikut :

1. Merancang sistem sesuai dengan analisa masalah dan spesifikasi yang telah diketahui.
2. Membuat sistem sesuai dengan kebutuhan dan perancangan yang telah dilakukan sebelumnya.
3. Melakukan uji coba terhadap sistem untuk mengetahui nilai atau solusi maksimum yang dicapai untuk permasalahan *multiple travelling salesman problem*.
4. Melakukan evaluasi dari hasil yang diperoleh.

B. Kebutuhan Sistem

Analisa perangkat lunak yang dimaksud adalah analisa tentang deskripsi umum sistem yang akan digunakan sehingga diperoleh spesifikasi kebutuhan untuk merancang perangkat lunak. Tujuan kebutuhan sistem adalah untuk mengurangi kesalahan saat implementasi perangkat lunak untuk meminimalisir kesalahan dalam membangun perangkat lunak. Pada penelitian ini menggunakan NetBeans 8.1 untuk pemrograman Java.

1. Deskripsi Umum Sistem

Pembuatan aplikasi akan menerapkan algoritma genetika yang digunakan untuk pencarian rute dengan jarak terpendek untuk pendistribusian keripik tempe dari berbagai alternatif solusi. Solusi-solusi yang mungkin digambarkan menjadi kromosom-kromosom yang kemudian dilakukan proses perhitungan *fitness*, melakukan reproduksi dengan *crossover* dan mutasi, kemudian dilakukan proses seleksi menggunakan metode *replecemen selection*. Sehingga akan ditemukan

solusi yang memiliki probCum yang paling dekat dengan random. Sebenarnya solusi yang dicapai belum tentu hasil yang maksimum namun biasanya solusi mendekati maksimum dan dapat diterima (mahmudy,2013).

2. Deskripsi Data

Data yang digunakan sebagai objek peneliti adalah data pelanggan keripik tempe pada toko keripik putra ridho yang berlokasi di jl.Sanan no 46 kec. Blimbing kel. Purwantoro Malang. Data yang digunakan merupakan data yang diperoleh dari google map.yang mana data tersebut merupakan data perkiraan sehingga data yang diperoleh merupakan jarak antar pelanggan. Untuk mengetahui jarak sebenarnya dari toko ke tempat tujuan yang diperoleh dari *google maps* untuk perolehan data yang lebih jelas dan akurat. Untuk menghitung jarak sebenarnya, maka diperlukan skala antara peta dan jarak sebenarnya. Sehingga pada penelitian yang dilakukan akan didapatkan jarak sebenarnya antara toko keripik dengan masing-masing tempat tujuan.

C. Formulasi Permasalahan

Masalah tentang distribusi keripik tempe oleh 3 orang sales. Sehingga permasalahan ini disebut dengan *multi travelling salesman problem (M-TSP)*. Untuk penyelesaian masalah ini data yang dibutuhkan adalah data antara jarak pelanggan yang harus dikunjungi oleh ketiga sales tersebut. Adapun jarak antar pelanggan terdapat baris dan kolom [0] [50], maksudnya adalah jarak dari tempat asal atau agen menuju ketempat pelanggan/tujuan.

Permasalahan yang akan diselesaikan adalah bagaimana setiap sales dapat mengantar keripik tempe dengan jarak tempuh yang paling minimum. Misalkan terdapat beberapa pelanggan, dimana terdapat 3 sales yang akan mengantarkannya

kepada pelanggan tersebut. Aplikasi akan memberikan solusi dengan memberikan daftar pelanggan masing-masing sales, bisa jadi akan mengantarkan kepada pelanggan dengan jumlah yang berbeda.

D. Penyelesaian Masalah Menggunakan Algoritma Genetika

Masalah yang akan diselesaikan pada penelitian ini yaitu masalah distribusi keripik tempe dengan menggunakan algoritma genetika. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk pencarian rute terpendek dalam pendistribusian keripik tempe yang dilakukan 3 sales. Dalam penelitian ini terdapat 3 sales yang akan melakukan distribusi sehingga masalah yang akan diselesaikan merupakan masalah M-TSP. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah algoritma genetika.

Pencarian solusi pada masalah ini menggunakan metode algoritma genetika karena pada algoritma ini dapat memecahkan masalah yang kompleks dan mempunyai banyak solusi alternatif (mahmudy, 2013). Cara kerja algoritma genetika pada sistem ini yaitu menemukan solusi yang terbaik namun tidak selalu optimal dari banyak alternatif solusi. Proses seleksi yang digunakan yaitu metode *replacement selection* karena pada metode ini menjamin individu yang terbaik yang akan lolos.

E. Analisis Sistem

Pada penelitian ini sistem yang akan dibuat adalah sebuah implementasi algoritma genetika untuk distribusi keripik tempe. Sistem ini mempunyai tujuan untuk menentukan rute distribusi keripik tempe seoptimal mungkin dengan *time window* dari segi jarak yang dilewati guna meminimalkan biaya.

F. Perancangan Sistem

Berdasarkan analisis yang telah ditemukan, maka tahap selanjutnya dilakukan penerapan algoritma genetika terhadap sistem. Yang mana dalam permasalahan ini input berupa parameter genetika meliputi jumlah populasi, jumlah generasi, probabilitas *crossover* (*pc*) dan probabilitas mutasi (*pm*). Kemudian dilakukan tahapan-tahapan dalam algoritma genetika yaitu mengenerate populasi awal, hitung nilai *fitness*, *crossover*, mutasi dan seleksi populasi baru.

G. Implementasi Sistem

Pada tahapan ini akan dirancang sistem dari data yang telah diperoleh. Pembuatannya akan dikerjakan dengan software Netbeans 8.1 dengan bahasa pemrograman java dan menerapkan algoritma genetika pada optimasi distribusi keripik tempe.

H. Pengujian dan Analisis Hasil

Pengujian dilakukan untuk menunjukkan sistem telah bekerja sesuai dengan tata cara yang ditetapkan dan algoritma genetika dapat melakukan tugasnya dengan baik pada sistem. Pengujian dilakukan dengan melihat hasil setelah menggunakan sistem.

I. Model Algoritma Genetika

Algoritma genetika diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman Java untuk menentukan urutan pengiriman barang atau pendistribusian yang tepat dan optimal. Tolak ukur dalam menyatakan telah optimal yaitu dengan melihat nilai *fitness* yang dihasilkan pada tiap kromosomnya. Nilai *fitness* merupakan nilai *fitness* keseluruhan yaitu jumlah dari seluruh *fitness* yang telah ada berdasarkan

jarak. Operator genetika yang digunakan yaitu *crossover* rate dan *mutation* rate antara 0-1.

J. Multi Traveling Salesman Problem

Sebagai pekerja sales yang harus mengunjungi beberapa daerah hingga menghabiskan barang dagangan sampai habis atau sisa sedikit. Ini yang dimaksud atau dikenal dengan Traveling Salesman Problem. Jika terdapat beberapa salesman maka di sebut m-Traveling Salesman Problem. Pada kasus mTSP graf lengkap tersebut memiliki jumlah n buah simpul dengan nama daerah-daerah yang harus dikunjungi oleh sejumlah m salesman. Bobot pada tiap garis pada graf diebut sebagai jarak tiap daerah (Mahmudy,2008).

Secara matematis m-tsp bisa di formulasikan dalam persamaan:

$$Z = \min \left\{ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} \right\}$$

Dengan kendala

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = 1$$

Untuk $j= 1,2,3,4,5.....n-1$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = 1$$

Untuk $i= 1,2,3,4,5.....n-1$

$$\sum_{i=1}^n X_{i1} = m$$

$$\sum_{j=1}^n X_{j1} = m$$

X_{ij} apabila ada perjalanan salesman dari simpul i menuju simpul j

X_{ij} apabila tidak ada perjalanan salesman dari simpul i menuju simpul j

C_{ij} menyatakan jarak dari simpul i menuju simpul j .

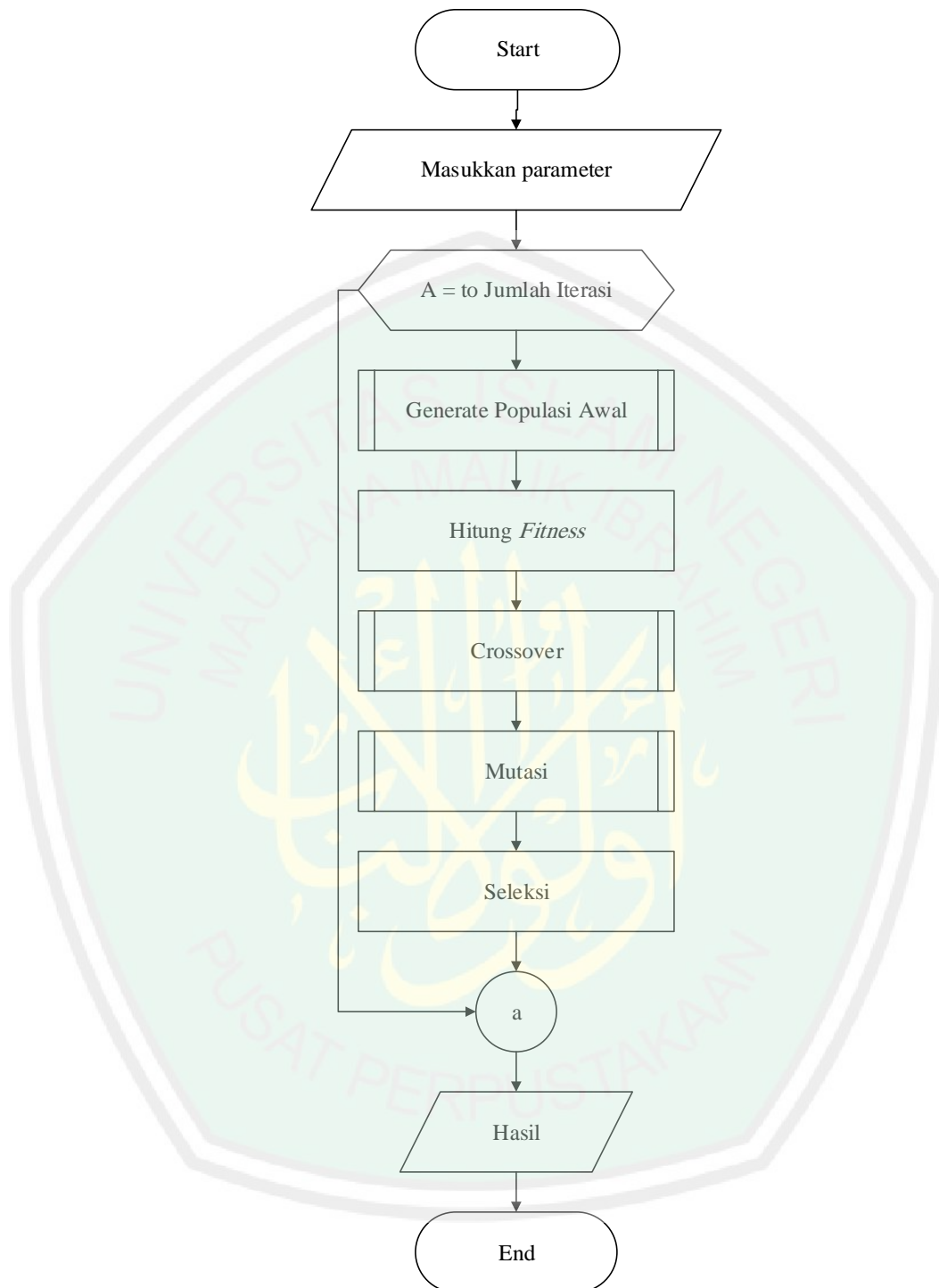
K. Perhitungan Manual

Permasalahan utama pada penerapan algoritma genetika adalah merepresentasikan sebuah solusi dari permasalahan ke dalam bentuk kromosom. Cara membangkitkan kromosom dalam penelitian ini yaitu membangkitkan bilangan random antara 0-1. Berikut sebuah ilustrasi kromosom dalam penelitian ini sebagai berikut :

Tabel 3.1 Ilustrasi Kromosom

Gen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kromosom	9	6	5	4	8	2	10	7	1	3

Setiap gen dalam kromosom diatas mewakili sebuah toko yang kemudian apabila digabung dalam satu string kromosom menjadi urutan rute perjalanan distribusi produk. Untuk memperjelas tahapan-tahapan proses algoritma genetika akan digambarkan langkah-langkahnya pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 *Flowchart* Algoritma Genetika

Misalkan terdapat 1 titik pelanggan (tujuan 1-10) dan 1 titik depot (tujuan 0). Waktu pelayanan dimulai dari pukul 07.00 sampai pukul 18.00. Untuk jarak tiap-tiap tujuan terdapat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Data jarak antar pelanggan

No	Data jarak											
1	0(Prod)	0(Prod)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	0	0	6.8	6.5	6.2	3.9	3	7.3	4.3	12	18	1.6
3	1	6.8	0	4.3	0.6	3.4	9	6	11	19	25	9.8
4	2	6.5	5	0	3.7	4.1	9.8	8.1	11	19	24	8.1
5	3	6.2	21	3.7	0	2.8	8.1	4.9	11	18	24	8.4
6	4	3.9	3.4	4.7	2.8	0	5.7	5.7	8.1	15	22	5.6
7	5	3	8	9.4	7.4	5	0	4.7	5.1	13	20	3.6
8	6	7.3	5.4	8	5.4	4.5	4.1	0	9.4	17	8	7.6
9	7	4.3	11	11	10	7.6	5.4	11	0	7.7	14	3.6
10	8	12	18	19	17	15	12	17	7.7	0	6.2	11
11	9	18	24	25	23	21	20	24	14	6.2	0	17
12	10	1.6	8.4	8.1	7.9	5.5	3.7	8.7	3.6	11	17	0

1. Inisialisasi Parameter Awal

Pada tahap ini beberapa parameter awal antara lain menentukan ukuran populasi, yaitu banyaknya kromosom yang ditampung dalam satu populasi. Menentukan pelanggan yang akan dituju. panjang kromosom diambil dari jumlah tujuan yang akan dikunjungi. Ukuran generasi digunakan untuk menentukan berapa banyak generasi yang ingin dihasilkan. Waktu pelayanan untuk masing-masing pelanggan adalah 30 menit. P_c (Probabilitas crossover adalah 0,4 dan P_m (Probabilitas mutasi) sebesar 0,2, kemudian tentukan waktu ketersediaan untuk tiap-tiap tujuan.

Adapun waktu ketersediaan dapat dilihat pada Tabel 3.3.

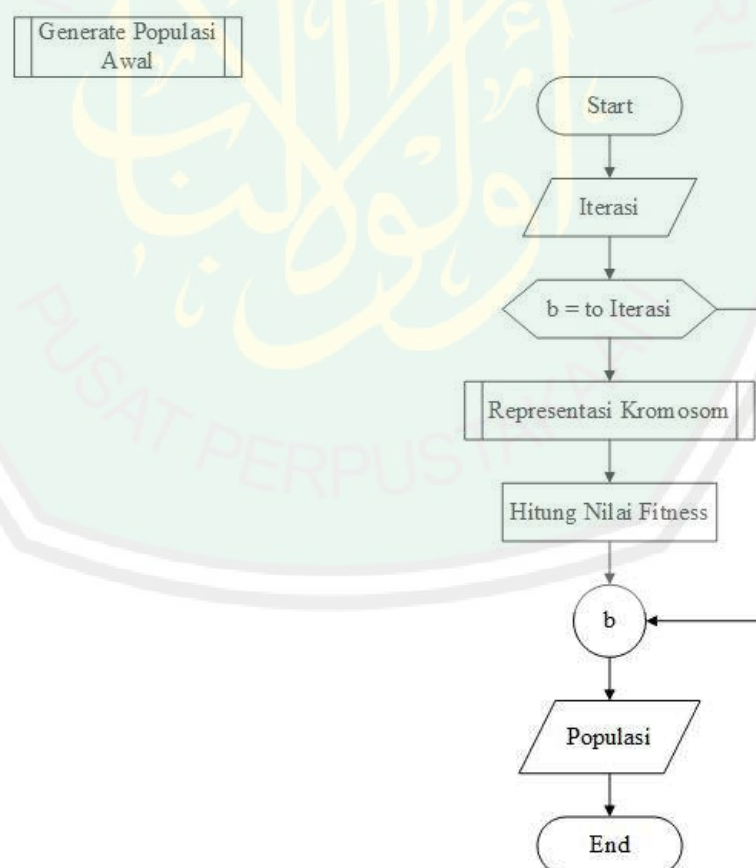
Tabel 3.3 Waktu Ketersediaan Setiap Tujuan

No	Tujuan	Ketersediaan Waktu
1	0	07.00 - 18.00
2	1	09.00 - 11.00
3	2	09.00 - 11.00
4	3	10.00 - 12.00
5	4	10.00 - 12.00
6	5	10.00 - 12.00

7	6	09.00 - 10.00
8	7	12.00 - 12.00
9	8	10.00 - 12.00
10	9	10.00 - 12.00
11	10	15.00 - 17.00

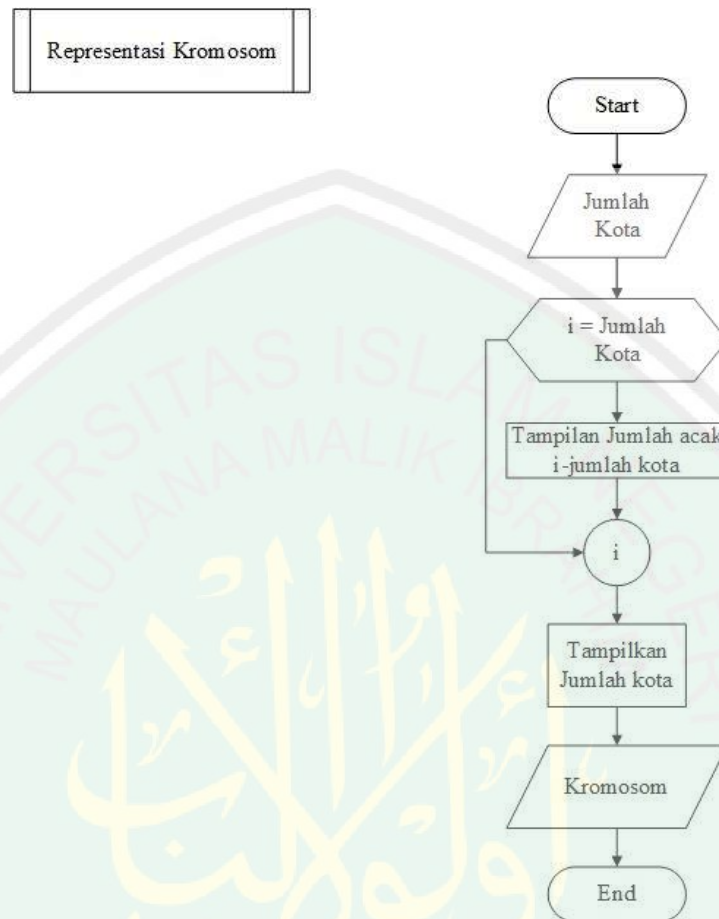
2. Membuat Populasi Awal

Proses ini adalah proses untuk membuat populasi awal sebesar ukuran populasi yang telah ditentukan. Langkah-langkah untuk mengenerate populasi awal adalah dengan membangkitkan bilangan acak 0-1 yang nantinya bilangan tersebut didapatkan urutan gen-gen tiap kromosom. Flowchart membuat populasi awal terdapat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Generate Populasi Awal

Adapun untuk proses representasi kromosom dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Flowchart Representasi Kromosom

Langkah selanjutnya adalah mengurutkan dari yang terkecil sampai yang terbesar, maka kromosom awal yang dibuat adalah pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Populasi Awal

No	Kromosom									
1	9	10	5	1	8	3	2	4	6	7
2	7	10	1	2	8	3	4	5	9	6
3	9	10	5	8	6	3	2	1	7	4
4	9	6	5	4	8	2	10	7	1	3
5	1	6	9	3	7	8	2	10	4	5
6	10	2	1	3	4	6	5	7	9	8
7	1	3	7	2	5	4	10	8	6	9
8	9	1	5	8	2	6	10	4	3	7
9	2	3	6	4	8	7	5	9	10	1
10	7	1	10	6	2	4	9	3	8	5

3. Menghitung Nilai *Fitness*

Untuk menghitung nilai *fitness* menggunakan persamaan 2.6 dan persamaan 2.7. Waktu tempuh dihitung menggunakan persamaan 2.8. perhitungan nilai penalti jika pelanggan dilayani diluar jadwal dihitung dengan menggunakan persamaan 3.1. sebagai berikut.

$$|S_n - S_k| \quad (3.1)$$

- S_n adalah waktu sekarang (waktu petugas datang)
- S_k adalah waktu ketersediaan.

Contoh untuk kromosom ke-1 bisa dilihat pada Tabel 3.5 sebagai berikut

Tabel 3.5 Perhitungan Manual Kromosom ke-1

No	Goal	Waktu Ketersediaan	Waktu Tempuh	30	Waktu Datang	Penalti
1	0	07.00-18.00	-	-	7:00:00	-
2	9	10.00 - 12.00	27	57	7:57:00	0
3	10	15.00 - 17.00	25.5	55.5	8:52:00	0
4	5	10.00 - 12.00	5.4	35.4	9:27:00	0
5	1	09.00 - 11.00	40.5	70.5	10:37:00	0
6	8	10.00 - 12.00	27	57	11:34:00	0
7	3	10.00 - 12.00	27	57	12:31:00	31
8	2	09.00 - 11.00	5.55	35.55	13:06:00	126
9	4	10.00 - 12.00	7.05	37.05	13:43:00	103
10	6	09.00 - 10.00	6.75	36.75	14:19:00	259
11	7	12.00 - 12.00	16.5	46.5	15:05:00	185

Setelah dilakukan proses penghitungan sampai pada tujuan terakhir selanjutnya ulangi perhitungan hingga kromosom terakhir. Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai *fitness* masing-masing kromosom. Nilai *fitness*nya bisa dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Hasil Perhitungan Fitness

No	Kromosom	Total Waktu	Penalti	<i>Fitness</i>
1	9 10 5 1 8 3 2 4 6 7	503	571	0,09315
2	7 10 1 2 8 3 4 5 9 6	491	543	0,09675
3	9 10 5 8 6 3 2 1 7 4	484	447	0,10746
4	9 6 5 4 8 2 10 7 1 3	496	394	0,11236
5	6 9 3 7 8 2 10 4 5	536	603	0,08779

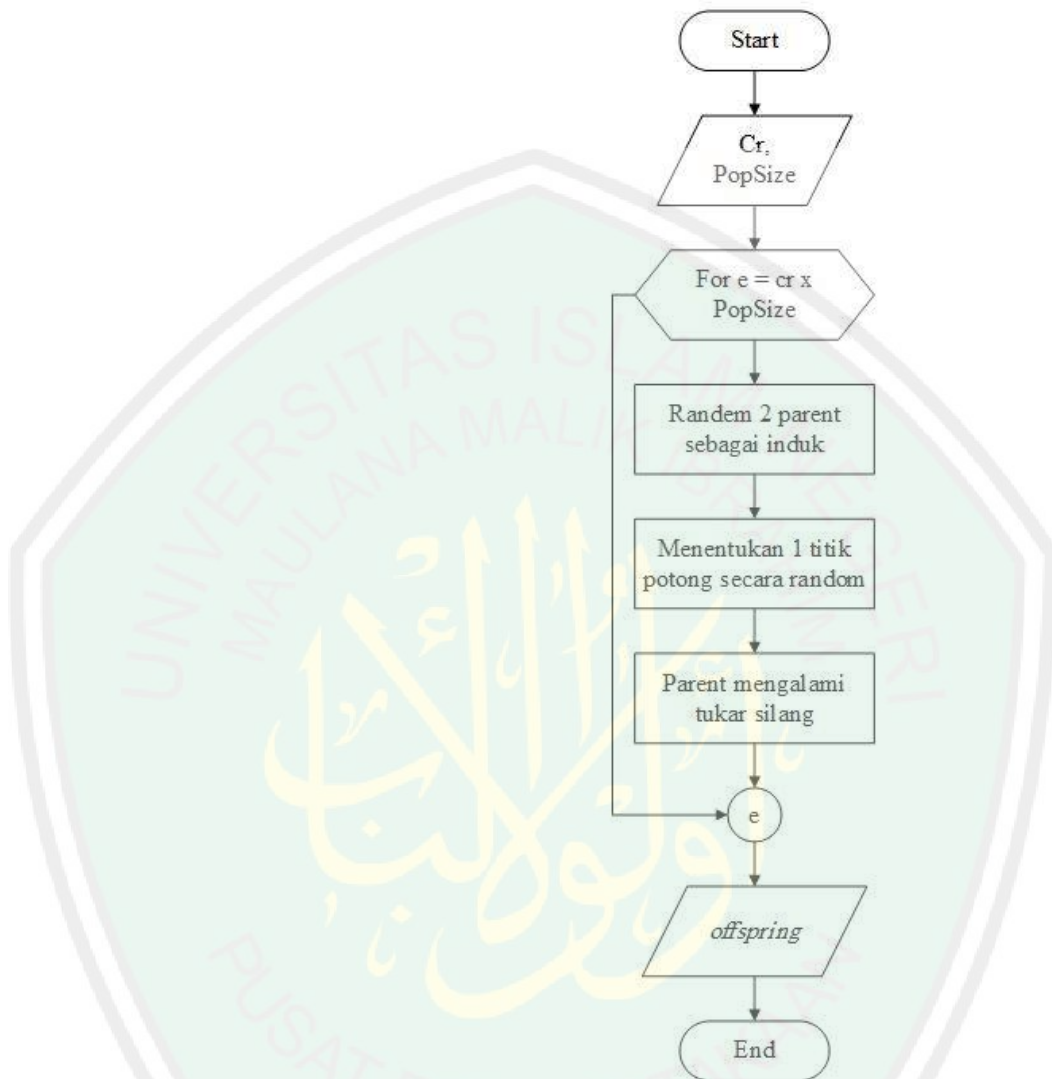
4. Reproduksi

Proses reproduksi dilakukan dua kali yaitu dengan proses crossover dan dengan mutasi. Proses *crossover* dilakukan dengan digunakan metode *one-cut-point* sedangkan untuk proses mutasi digunakan mutasi *reciprocal exchange mutation*.

a. Crossover

Metode ini adalah metode yang paling sederhana yaitu dengan melakukan modifikasi *one-cut-point crossover* yang diterapkan pada representasi biner. Perhatikan tabel segmen kiri dari kromosom child ditetapkan dari parent 1 dan segmen kanan didapatkan dari urutan gen tersisa dari urutan gen tersisa dari parent 2.

Crossover



Gambar 3.5 Flowchart Proses *Crossover*.

Tabel 3.7 *Crossover One-Cut-Point*

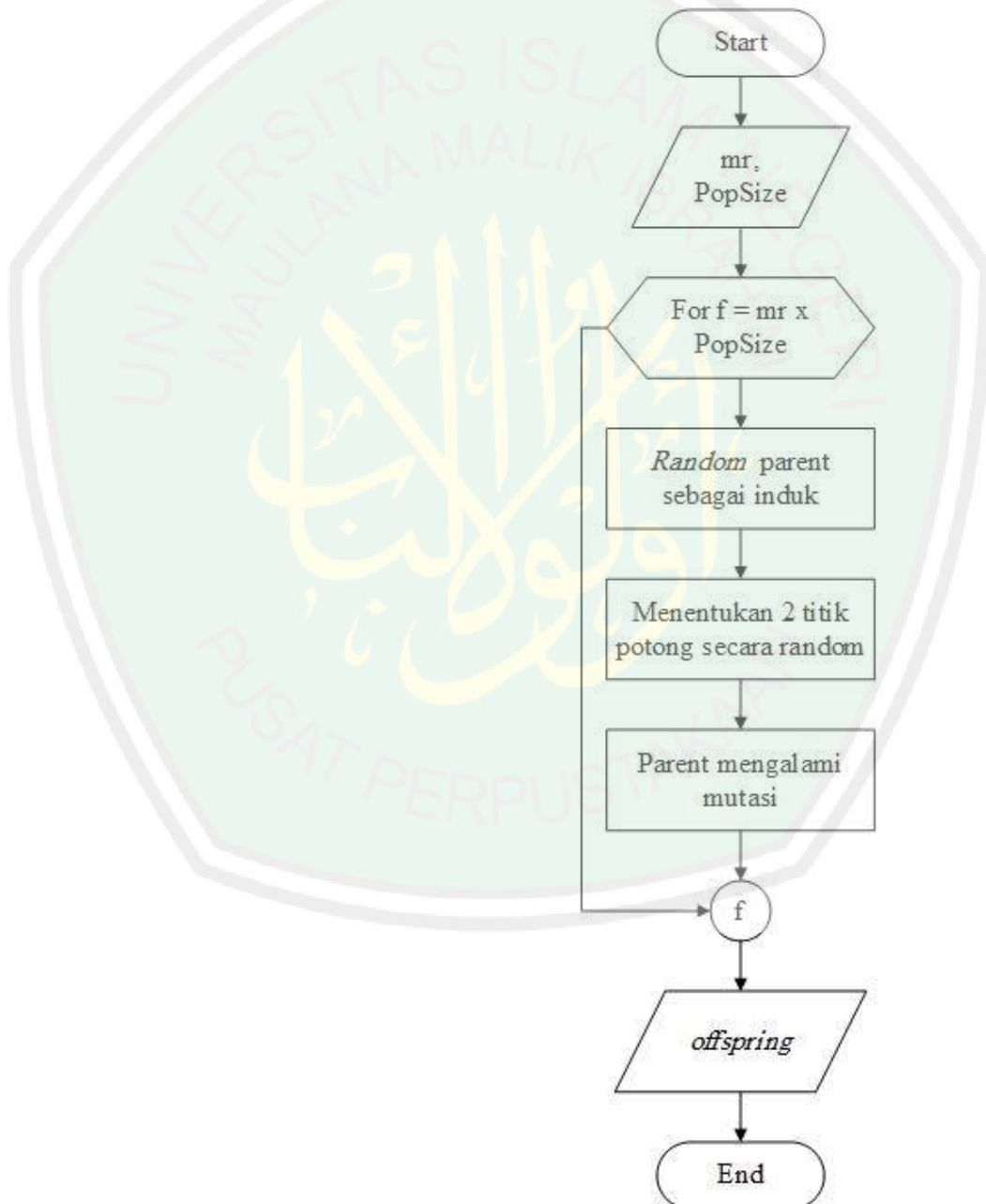
P1	9	6	5	4	8	2	10	7	1	3
P2	9	10	5	8	6	3	2	1	7	4
C1	9	10	5	8	6	2	4	7	1	3
C2	9	6	5	4	8	3	2	1	7	4

b. Mutasi

Metode mutasi yang paling sederhana adalah reciprocal exchange mutation. Metode ini bekerja dengan memilih dua posisi (*Exchange Point* / EP) secara random kemudian menukarkan nilai pada posisi tersebut seperti Tabel 3.8

Tabel 3.8 Mutasi *Recipractal Exchange Mutation*

P1	9	6	5	4	8	2	10	7	1	3
C3	9	6	10	4	8	2	5	7	1	3

**Gambar 3.6** Flowchart Proses Mutasi

5. Evaluasi

Evaluasi digunakan dengan menghitung nilai *fitness* setiap kromosom. Semakin tinggi nilai *fitness* maka semakin baik kromosom tersebut untuk menjadi calon solusi. Keturunan *offspring* yang dihasilkan dari proses reproduksi (crossover dan mutasi) ditambah dengan populasi awal. Semua kromosom tersebut dihitung nilai *fitness*-nya. Hasil perhitungannya terdapat pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Kromosom Hasil Dari Reproduksi

No	Kromosom	Total	Penalti	<i>Fitness</i>
1	91051832467	488.25	704	0.083875
2	71012834596	443.25	397	0.1190122
3	91058632174	449.4	235	0.1461134
4	96548210713	471.15	165	0.1571956
5	16937821045	473.4	519	0.1007658
6	10213465798	473.4	421	0.1118068
7	13725410869	482.1	450	0.1072846
8	91582610437	475.65	430	0.1104179
9	23648759101	443.85	299	0.1346167
10	71106249385	468.45	367	0.119696

6. Seleksi

Proses seleksi dilakukan dengan menyaring semua individu hasil proses algoritma genetika. Proses seleksi menggunakan metode *replacement*.

Tabel 3.10 Hasil Dari Proses Seleksi

No	<i>Fitness</i> Terpilih			
1	96548210713	471,15	165	0,1572
2	91058632174	449,4	235	0,14611
3	23648759101	443,85	299	0,13462
4	71106249385	468,45	367	0,1197

Setelah dilakukan proses seleksi maka dilanjutkan dengan pemilihan kromosom terbaik berdasarkan nilai *fitness* yang lebih besar. Kromosom terbaik pada generasi sebelumnya dibandingkan dengan kromosom hasil dari proses seleksi pada tabel. Karena sekarang adalah generasi ke-10 maka dipilih salah satu kromosom yang memiliki nilai *fitness* terbesar pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Kromosom Terbaik

Fitness terbaik			
96548210713	471,15	165	0,1572

L. Rancangan *Interface*

Perancangan antarmuka atau *user interface* pada aplikasi ini terdapat 3 bagian utama yaitu halaman *input*, tombol proses dan halaman *output*. Pada halaman input data pengguna hanya bisa menampilkan data yang telah disiapkan karena pada aplikasi ini data input mengambil dari *file excel*. Isi dari *file excel* tersebut merupakan parameter yang nantinya akan di proses dalam algoritma genetika. Tombol proses merupakan tombol eksekusi algoritma genetika. sehingga dalam program akan diproses sesuai prosedur algoritma genetika. Dan yang terakhir yaitu halaman *output*, pada halaman *output* pengguna akan mengetahui rekomendasi solusi yang akan diberikan oleh algoritma yang berupa fitness terbaik dan pembagian node took terhadap masing-masing sales. Untuk lebih jelasnya bisa diliha pada Gambar 3.7 rancangan *interface*

Gambar 3.7 Rancangan *Interface*.

1. Halaman *input*

Pada tampilan *input user* dapat mengisi beberapa parameter yang berupa jumlah iterasi, *crossover* rute (cr) dan mutation rute (mr).

Form input data akan ditunjukkan pada gambar 3.8 rancangan input data.

Gambar 3.8 Rancangan *Input Data*

2. Halaman *Output*

Output pada aplikasi ini berupa tampilan *fitness* terbaik yang diperoleh dengan proses algoritma genetika yang mana *fitness* tersebut akan merepresentasikan solusi terbaik yang akan diberikan terhadap permasalahan yang ada yaitu permasalahan *multi traveling salesman problem* dengan menggunakan algoritma genetika.



BAB IV

UJI COBA DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas mengenai implementasi yang telah dibuat dan mengurai terkait pembahasan.. Langkah selanjutnya yaitu pengujian sistem secara keseluruhan, langkah ini dibutuhkan untuk memastikan hasil uji coba yang akurat.

A. Implementasi Program

Bab ini membahas tentang penerapan metode pada aplikasi yang telah dibuat dan melakukan pengujian metode yang terapkan dalam aplikasi. Serta melakukan uji coba pada aplikasi yang telah dibangun, apakah aplikasi tersebut sudah sesuai dengan rancangan dan hasil yang diharapkan. Pada bab sebelumnya telah dipaparkan mengenai kebutuhan sistem, sebagai kelengkapan penelitian membutuhkan perangkat lunak dan perangkat keras.

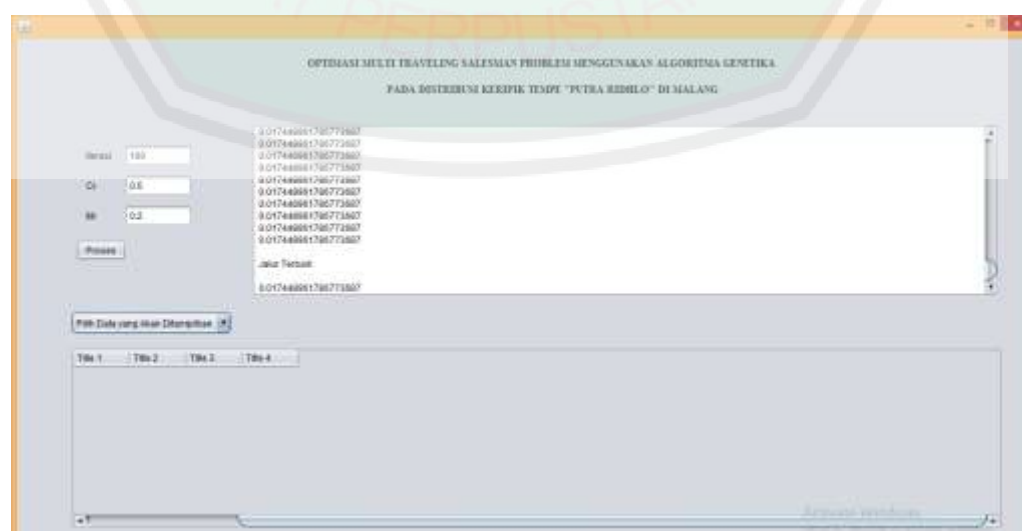
B. Penerapan Program

Program Optimasi *multi travelling salesman* menggunakan algoritma genetika. Proses yang ada pada pemrograman Java yaitu implementasi algoritma genetika untuk mencari solusi terbaik yang berupa kromosom. Kromosom yang dimaksud merupakan urutan kota yang akan dibagikan kepada sales. Aplikasi ini merupakan aplikasi sederhana yang memaparkan hasil dari proses algoritma genetika dalam hal optimasi, proses algoritma genetika akan menentukan pembagian kota-kota tujuan kepada 3 sales. Sehingga proses perjalanan tidak terjadi perulangan. Berikut akan dipaparkan mengenai tahapan-tahapan penggunaan program sederhana *multi travelling salesman problem* untuk mendapatkan urutan perjalanan yang akan dilalui sales berupa kromosom dari nilai fitness terbaik menggunakan *replacement selection*.

Tahap pertama yaitu membuka aplikasi NetBeans 8.1 yaitu program Java sehingga nantinya dapat menjalankan program. Kemudian ngeRun proyek maka akan muncul halaman *interface*. Setelah itu *user* akan diperlihatkan halaman *interface*. Jika program sudah berhasil menampilkan interface maka akan menampilkan halaman input, tombol proses dan halaman output. Pada proses input terdapat 3 kategori yaitu Iterasi, cr dan mr. Sehingga user dapat mengisi berapa kali iterasi yang akan dilakukan dan mengisi mr dan cr antara 0-1.



Gambar 4.1 Antarmuka aplikasi.



Gambar 4.2 Tampilan Input dan Output

**OPTIMASI MULTI TRAVELING SALESMAN PROBLEM MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA
PADA DISTRIBUSI KIRIPUK TEMPE "PUTRA BEMBO" DI MALANG**

Nama:
 Gr:
 M:
 Proses:

Jarak:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
0.08	0.14	0.44	1.07	0.98	0.62	1.83	1.54	1.27	0.46	1.44	0.27	1.83	0.28	1.89	1.89	1.1
0.79	0.08	0.02	2.19	2.18	0.62	1.59	1.54	0.23	0.88	2.54	1.66	0.16	2.38	2.87	2.27	1.2
0.86	2.19	0.04	1.54	1.89	0.28	2.62	1.89	1.89	1.84	0.45	1.89	0.85	1.54	0.47	2.57	3.1
0.89	1.82	0.88	0.89	0.41	1.18	1.39	0.89	2.89	0.72	0.49	2.49	1.89	2.29	2.89	2.19	3.9
1.48	1.87	0.32	1.81	0.99	1.18	2.85	0.81	1.88	2.88	1.34	2.84	1.35	2.49	0.84	1.12	2.4
0.25	1.23	1.85	0.28	2.19	0.89	2.79	2.79	2.42	2.85	2.71	1.63	0.29	2.39	1.77	0.42	2.1
0.34	2.67	1.86	2.21	1.58	1.42	0.89	0.85	2.78	2.28	1.87	1.84	2.89	0.89	2.39	1.81	1.5
2.88	2.89	2.18	1.88	1.52	0.78	1.88	0.89	1.43	2.79	0.88	2.18	2.84	3.88	1.89	1.88	0.1
2.41	0.89	0.38	2.18	1.39	1.28	1.58	2.63	0.88	0.42	0.83	2.44	1.29	0.43	0.41	0.29	1.1
0.73	2.28	1.71	1.27	1.64	0.61	2.53	0.78	0.49	0.88	0.48	1.26	0.95	0.71	2.92	1.17	2.5
2.79	0.64	2.08	0.11	1.58	0.58	1.49	1.48	2.82	0.88	0.98	0.55	1.32	2.38	0.59	2.82	1.4
2.16	1.88	2.82	1.34	0.89	2.84	0.21	0.48	0.86	2.38	2.67	0.88	2.17	2.18	1.82	1.47	3.8
2.17	2.18	2.18	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	9.1

Gambar 4.3 Tampilan untuk Menampilkan Data

a. Proses Pengambilan Data

```
public void masukan() throws IOException, BiffException {
    File f = new File("D:\\sofi\\SEMANGAT\\SEMANGAT
    BARU\\Optimasi_Route_MSTP\\data\\data toko.xls");
```

Gambar 4.4 Source Code Pengambilan Data

b. Proses Pembentukan Kromosom

```
public void create(int n, int[] cluster) {
    this.chromosome = new Segmen[n];
    this.cluster = cluster;
    setting_segmen();
```

Gambar 4.5 Source Code Membuat kromosom

c. Proses *Fitness*

```
public void evaluasi() {
    for (int i = 0; i < chromosom.length; i++) {
        fitness_chromosom[i] = fitness(chromosom[i]);
    }
```

Gambar 4.6 Source Code Menghitung *Fitness*

d. Membangkitkan Populasi Awal

```

inisial = ("\nChromosome\n");

for (int i = 0; i < chromosom.length; i++) {

    inisial = inisial+("\nSales 1\n");

    for (int j = 0; j < chromosom[i].getSegmen1().length; j++) {

        inisial = inisial+(" "+chromosom[i].getSegmen1()[j]);

    }
}

```

Gambar 4.7 Source Code Membangkitkan Populasi Awal

e. Proses Seleksi *Replacement*

```

double fitness_parent1 = replace_evaluasi(chromosom[random1]);
double fitness_parent2 = replace_evaluasi(chromosom[random2]);
double fitness_offspring = replace_evaluasi(offspring[x]);
double fitness_parent_kecil = 0;
int tanda = 0;
if (fitness_parent1 < fitness_parent2) {
    fitness_parent_kecil = fitness_parent1;
    tanda = random1;
} else {
    fitness_parent_kecil = fitness_parent2;
    tanda = random2;
}
if (fitness_offspring >= fitness_parent_kecil) {
    chromosom[tanda] = offspring[x];
}

```

Gambar 4.8 Source Code Seleksi *replacement*

f. Proses Crossover

```
public void replace_crossover(int t) {
    // random 2 individu, batasan 0 - n
    for (int x = 0; x < t; x++) {
        int[] seg1 = new
int[chromosom[x].getSegmen1().length];
        int[] seg2 = new
int[chromosom[x].getSegmen2().length];
        int[] seg3 = new
int[chromosom[x].getSegmen3().length];
        int r = 0, random1 = 0, random2 = 0;
        while (r != 1) {
            random1 = (int) (Math.random() *
(chromosom.length - 1));
            random2 = (int) (Math.random() *
(chromosom.length - 1));
            if (random1 != random2) {
                r = 1;
            }
        }
    }
}
```

Gambar 4.9 Source Code Proses Crossover Menggunakan *Exchange Point*

g. Proses Mutasi

```
// memilih 2 titik gen secara acak
while (r == 0) {
    random1 = (int) (Math.random() *
(chromosom[random_kromosom].getSegmen1().length - 1));
    random2 = (int) (Math.random() *
(chromosom[random_kromosom].getSegmen1().length - 1));
    if (random1 != random2) {
        r = 1;
    }
}
```

Gambar 4.10 Source Code Proses Mutasi

C. Uji Coba dan Pembahasan

Pengujian dilakukan untuk mengetahui komposisi probabilitas crossover dan mutasi yang tepat agar memperoleh hasil yang mendekati optimal. Percobaan yang dilakukan dengan menggunakan probabilitas crossover sebesar 0.5 dan 0.6,

probabilitas *mutation* sebesar 0.2 dan 0.3. setiap percobaan menggunakan 100 iterasi. Berikut adalah percobaan-percobaan yang telah dilakukan. :

a. percobaan pertama dengan $cr : 0.5$ dan $mr : 0.2$

Tabel 4.1 Percobaan Pertama

No	Pc	Pm	iterasi ke -n	Fitness
1	0.5	0.2	10	0.01137527
2	0.5	0.2	20	0.01182872
3	0.5	0.2	30	0.012858429
4	0.5	0.2	40	0.013053126
5	0.5	0.2	50	0.013095862
6	0.5	0.2	60	0.013224015
7	0.5	0.2	70	0.013224015
8	0.5	0.2	80	0.013224015
9	0.5	0.2	90	0.013224015
10	0.5	0.2	100	0.013224015

b. percobaan kedua dengan $cr : 0.6$ dan $mr : 0.3$

Tabel 4.2 Percobaan Kedua

No	Pc	Pm	iterasi ke -n	Fitness
1	0.6	0.3	10	0.013455328
2	0.6	0.3	20	0.013904338
3	0.6	0.3	30	0.014245014
4	0.6	0.3	40	0.014396775
5	0.6	0.3	50	0.014396775
6	0.6	0.3	60	0.014396775
7	0.6	0.3	70	0.014396775
8	0.6	0.3	80	0.014396775
9	0.6	0.3	90	0.014396775
10	0.6	0.3	100	0.014396775

c. Percobaan Ketiga

Tabel 4.3 Percobaan Ketiga

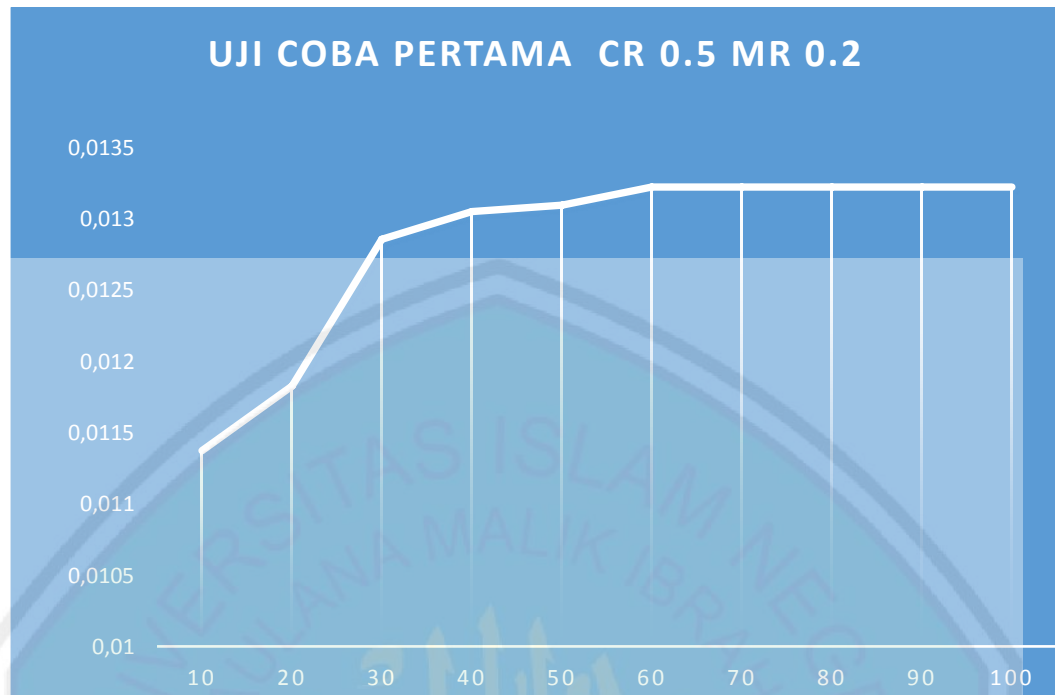
No	Cr	Mr	Fitness
1	0,9	0,1	0,016452781
2	0,8	0,2	0,015941336
3	0,7	0,3	0,017667845
4	0,6	0,4	0,014747087
5	0,5	0,5	0,014725372
6	0,4	0,6	0,013586957
7	0,3	0,4	0,013592497
8	0,2	0,3	0,012498438
9	0,1	0,2	0,011956002

d. Percobaan keempat.

Tabel 4.4 Percobaan Keempat

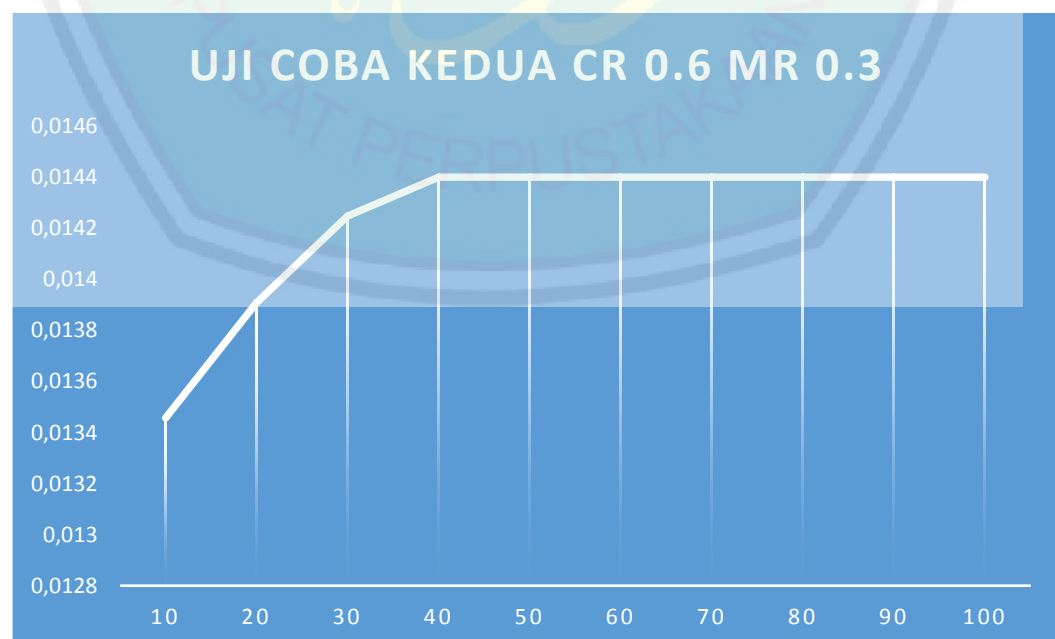
No	Iterasi ke	Fitness
1	50	0,015515904
2	100	0,0180018
3	150	0,01675884
4	200	0,016439257
5	250	0,016479895
6	300	0,013812155
7	350	0,015232292
8	400	0,015232292
9	450	0,015956598
10	500	0,015703518

Dari rangkaian uji coba yang dilakukan dengan cr dan mr sebagai acuan yaitu pengujian pertama dengan cr : 0.5 mr : 0.2 dan pengujian kedua cr : 0.6 dan mr : 0.3 dengan iterasi 100. Maka di peroleh grafik sebagai berikut :



Gambar 4.11 Grafik Percobaan Pertama

Gambar 4.10 menunjukkan kenaikan nilai fitness dari percobaan pertama yang telah dilakukan. Pada probailitas crossover 0.5 dan probabilitas mutation 0.2 menghasilkan nilai fitness yang semakin besar dari percobaan iterasi 10 iterasi 100.



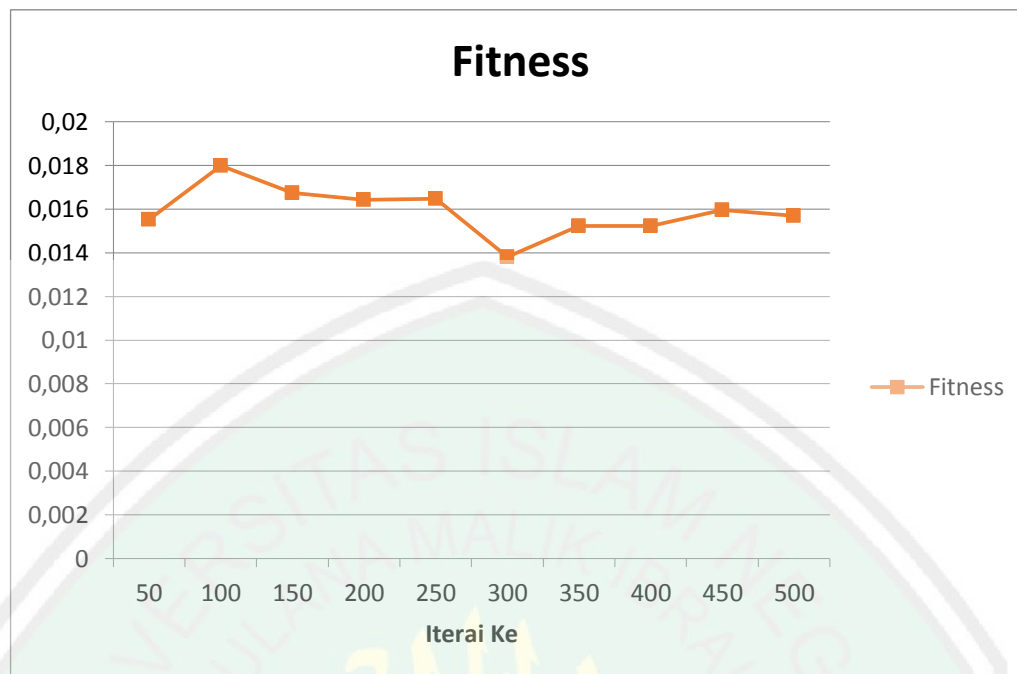
Gambar 4.12 Grafik Percobaan Kedua

Gambar 4.10 juga menunjukkan kenaikan nilai fitness sama halnya dengan percobaan pertama yang telah dilakukan. Pada probailitas crossover 0.6 dan probabilitas mutation 0.3 menghasilkan nilai fitness yang semakin besar dari percobaan iterasi 10 iterasi 100. Dari iterasi ke 40 nilai fitness berada dizona nyaman karena nilai fitness terbaik yang didapatkan iterasi ke 40-100 mempunyai nilai yang sama.



Gambar 4.13 Grafik Percobaan Ketiga

Adapun pengujian keempat yang dilakukan dengan parameter iterasi yaitu dapat ditunjukkan oleh Gambar 4.13.



Gambar 4.14 Grafik Percobaan Keempat

D. Integrasi Islam

Hal ini telah dijelaskan, pada al-Qur'an surah An-Nisa' sebelumnya dimana ayat tersebut dengan tegas melarang adanya pihak atau seseorang mengambil hak orang lain. Oleh karena itu dalam transaksi tidak boleh adanya salah satu pihak yang nantinya merasa dirugikan. Kedua belah pihak harus memperoleh persetujuan dan ke-*ridhaan* satu sama lain. Oleh karena itu, untuk mendapatkan ke-*ridhaan* pada kedua belah pihak, maka pelayanan harus dilakukan dengan sebaik mungkin agar tidak menimbulkan kekecewaan pada salah satunya terutama konsumen.

Kegiatan jual beli yang dimaksud yaitu kegiatan transaksi pada pengiriman barang. Kegiatan transaksi ini mencakup skala besar, karena barang-barang hasil produksi suatu perusahaan untuk dikirimkan ke suatu tujuan (konsumen) atau yang dikenal dengan proses distribusi. Di dalam islam, titipan barang disebut juga

wadi'ah. *Wadi'ah* dapat diartikan pelimpahan kekuasaan oleh seseorang penitip kepada orang yang menjaga hartanya.

Dalam firman Allah SWT QS. An-Nissa' ayat 58 :

إِنَّ اللَّهَ يَأْمُرُكُمْ أَنْ تُؤَدُّوا الْأَمَانَاتِ إِلَىٰ أَهْلِهَا وَإِذَا حَكَمْتُمْ بَيْنَ النَّاسِ أَنْ تَحْكُمُوا بِالْعَدْلِ ۚ إِنَّ اللَّهَ نِعِمَّا يَعِظُكُمْ بِهِ ۚ إِنَّ اللَّهَ كَانَ سَمِيعًا بَصِيرًا

Artinya : *“Sesungguhnya Allah menyuruh kamu menyampaikan amanat kepada yang berhak menerimanya, dan (menyuruh kamu) apabila menetapkan hukum di antara manusia supaya kamu menetapkan dengan adil. Sesungguhnya Allah Maha memberi pengajaran yang sebaik-baiknya kepadamu. Sesungguhnya Allah adalah Maha Mendengar lagi Maha Adil.”*

Barang yang akan dikirimkan kepada konsumen hendaknya dikirim sesuai permintaan pelanggan. Pengiriman kepada pelanggan harus didasari dengan tanggung jawab. Distributor mempercayakan kepada jasa distribusi untuk mengantar barang kepada tujuan, karena barang tersebut merupakan suatu amanah. Dalam islam tanggung jawab merupakan sesuatu yang penting yang harus ada pada diri setiap orang.

Firman Allah SWT QS. Al-Mudatsir ayat 38 :

كُلُّ نَفْسٍ بِمَا كَسَبَتْ رَهِينَةٌ

Artinya : *“Tiap-tiap diri bertanggung jawab atas apa yang telah diperbuatnya.”*

Seorang kurir sangatlah besar tanggung jawab dan resikonya. Oleh karena itu kurir harus melaksanakan tugasnya dengan sungguh-sungguh, untuk mencegah adanya kerugian pada salah satu pihak. Selain itu pengirim harus mengetahui rute terdekat yang akan dilalui sehingga pengirim/sales dapat dengan mudah mengantarkan pesanan konsumen.

Mempertimbangkan kecepatan dan ketepatan dalam pengiriman barang juga merupakan hal yang utama bagi perusahaan. Sehingga barang yang akan dikirim

bisa cepat sampai kepada tangan konsumen. Sehingga konsumen tidak harus menunggu lama. Dan pengirim/sales dapat menyelesaikan tugasnya dengan cepat. Efisiensi waktu dalam pengiriman merupakan prioritas bagi kedua belah pihak, terutama kepada pihak pengirim. Pepatah arab mengatakan, Waktu seperti pedang, ketika seseorang tidak bisa mengatur waktu maka akan membahayakan kepada dirinya sendiri. Oleh karena itu waktu merupakan sesuatu yang penting dimanfaatkan sebaik mungkin, sebab Efisiensi waktu dan disiplin merupakan satu kesatuan yang tidak bisa dipisahkan.

Pengiriman barang, selain Efisiensi dan disiplin juga harus terdapat kemudahan dalam proses pengirimannya sehingga barang sampai pada tujuan dengan selamat dan tepat waktu. Namun kemudahan-kemudahan yang ingin dicapai tentunya mengalami hambatan seperti jarak tempuh yang tidak dekat, beban kerja yang dibatasi, dsb. Namun agama menjelaskan setiap kesulitan pasti ada kemudahan. Allah SWT berfirman, dalam surat al-Insyirah ayat 5-6

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا , إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

Artinya: Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. (QS. al-Insyirah:5-6)

Imam Fakrurrazi di dalam kitabnya menjelaskan yang dimaksud dari lafadz *yusrin* yaitu kemudahan dunia (untuk mempermudah segala urusan Negara) dan akhirat (pahala surga).

.....وَالْمُرَادُ مِنَ الْيُسْرِ : يُسْرُ الدُّنْيَا وَهُوَ مَا تَيْسَّرَ مِنْ اسْتِفْتَا حِ الْبِلَادِ. وَيُسْرُ الْآخِرِ وَهُوَ ثَوَابُ الْجَنَّةِ, لِقَوْلِهِ تَعَالَى (قُلْ هَلْ تَرَبَّصُونَ بِنَا إِلَّا إِهْدَى الْحُسْنَيْنِ) وَهُمَا حُسْنُ الظُّفْرِ وَحُسْنُ الثَّوَابِ.....

Wahbah Zuhaili di dalam bukunya Tafsir al-Munir juga menjelaskan bahwa yang dimaksud kemudahan dalam ayat di atas adalah seluruh jenis kemudahan,

hal ini sebagai janji umum kepada seluruh orang-orang mukallaf pada setiap masanya, karenanya ia juga mencakup pada kemudahan dunia dan akhirat atau juga kemudahan langsung dan tidak langsung.

.....وَالْأَظْهَرُ، أَنَّ الْمُرَادَ بِالْيُسْرِ: الْجِنْسُ، لِيَكُونَ وَعْدًا عَامًّا لِجَمِيعِ الْمُكَلَّفِينَ فِي كُلِّ عُسْرٍ، وَيَشْمَلُ يُسْرَ الدُّنْيَاوِ يُسْرَ الْآخِرَةِ وَيُسْرَ الْعَاجِلِ وَالْآجِلِ.

Kaitannya dengan integrasi agama islam terhadap metode dan proses pengiriman barang saat ini jelas jauh-jauh sebelumnya telah dijelaskan oleh para mufassir sebagai solusi kehidupan di dunia dari aspek niaga. Sejak zaman nabi muhammad perniagaan sudah ada, karena nabi muhammad saw telah mempraktekkan dan memberikan contoh kepada kita terkait perniagaan yang baik, benar dan jujur.

Ayat tersebut juga menjelaskan kepada umat manusia untuk mempermudah segala urusan baik urusan dunia maupun urusan akhirat. Adapun kaitannya integrasi agama islam terhadap transaksi jual belidalam penjelasan sebelumnya adalah kemudan sales dalam pengiriman barang kepada konsumen supaya mendapatkan rute yang terdekat dari tempat awal ketempat tujuan, sehingga mereka dianjurkan menggunakan waktu seefisien mungkin. Anjuran ini sebelumnya juga telah dijelaskan oleh Al-Qur'an yang diajarkan oleh para ahli tafsir sebagai solusi kehidupan di dunia dari aspek perniagaan yaitu jual beli.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Algoritma genetika merupakan salah satu metode yang dapat menyelesaikan permasalahan optimasi dengan solusi-solusi yang paling baik. Semakin besar parameter algoritma genetika untuk permasalahan optimasi rute terpendek distribusi keripik tempe putra ridhlo maka semakin baik solusi yang diperoleh, akan tetapi jangan terlalu besar karena akan menghambat waktu eksekusi. Seperti hasil uji coba yang dilakukan dengan menggunakan iterasi 100 dan cr 0.5 dan mr 0.2 pada iterasi ke 40 fitness mengalami kesamaan atau konvergen.

B. Saran

Saran untuk pengembangan sistem :

1. Pengembangan pada halaman antar muka dapat dikembangkan agar menjadi suatu sistem yang utuh.
2. Pengembangan dengan menambah nilai parameter sebagai bahan pertimbangan akurasi solusi.
3. Pengembangan pada proses perhitungan algoritma genetika dengan kasus yang lebih kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- AlZuhaili, W. M. (2009). *Tafsir Al-Munir Fi Al-A'qidati Wa as-Asyar'iyati wa Al Manhaji*, . Syiria: Al Fikr Damaskus.
- Ashari, I. A. (2016, Agustus 24). Perbandingan Performansi Algoritma Genetika Dan Algoritma Ant Colony Optimization Dalam Optimasi Penjadwalan Mata Kuliah. *Skripsi*, hal. 29-31.
- Fahrudin, M. A.-R. (2012). *Tafsir Al Kabir Au Mafatih Al Ghoib*. Kairo: Daru Al Hadits.
- Farosanti, L. (2015). *Simulasi 3D Optimasi Penataan Barang Pada Kontainer Menggunakan Algoritma Genetika*. Malang: Uin Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Glen, A., Leemis, L., & Drew, J. (2002). Computing the distribution of the product of two continuous random variables. *Elsevier*, 1-16.
- Krisnanto, L. (2018). *Model Optimasi Penempatan Guru Menggunakan Algoritma Geneika*. Jogjakarta: Perpustakaan Universitas Sanata Dharma.
- Mahmudy, W. F. (2013). *Algoritma Evolusi*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Mawwaddah, N. K., & Mahmudy, W. F. (2006). Optimasi Penjadwalan Ujian Menggunakan Algoritma Genetika. *original Article*, 1-8.
- Purwananto, Y., Purwitasari, D., & Wibowo, A. W. (2005). Implementasi Dan Analisis Algoritma Pencarian Rute Terpendek Di Kota Surabaya. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan TELEKOMUNIKASI*, 94-101.
- Putro, S. W., Samuel, P. M., & M.R. Brahmana, S.E., M.A., R. K. (2014). Pengaruh Kualitas Layanan Dan Kualitas Produk Terhadap Kepuasan Pelanggan Dan Loyalitas Konsumen Restoran Happy Garden Surabaya. *Jurnal Manajemen Pemasaran Vol.2*,, 1-9.
- Singh, G., Mehta, R., Sonigoswami, & Katiyar, S. (2014). Implementation of Travelling Salesman Problem Using ant Colony Optimization. *Journal of Engineering Research and Applications*, 63-67.
- Sundarningsih, D., & Mahmudy, W. F. (2017). Penerapan Algoritma Genetika untuk Optimasi Vehicle Routing Problem with Time Window (VRPTW) Studi Kasus Air Minum Kemasan. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 100-107.
- Suwarno, H. L. (2006). Sembilan Fungsi Saluran Distribusi Kunci Pelaksanaan Kegiatan. *Jurnal Manajemen*,, 79-87.

- Wakawimbang, G., & Loindong, S. S. (2016). Analysis Of The Distribution Of Rice To Poor (Raskin) At Perum Bulog Divre. *Jurnal EMBA*, 303-310.
- Widodo, A. W., & Mahmudy, W. F. (2010). Penerapan Algoritma Genetika Pada Sistem Rekomendasi. *Jurnal Ilmiah Kursor Menuju Solusi Teknologi Informai*, 0216 - 0544.
- Yanti, Y. (2016). *Pendistribusian Keripik Tempe*. Sanan Malang: Industri Keripik Tempe.

