

**IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA DALAM MENENTUKAN  
*SHORTEST PATH PROBLEM* PADA PENDISTRIBUSIAN BERAS  
SUMBER REZEKI**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**CHINTIA WATI  
2017031034**



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

## **ABSTRACT**

### **IMPLEMENTATION OF GENETIC ALGORITHM IN DETERMINING THE SHORTEST PATH PROBLEM IN THE DISTRIBUTION OF RICE SUMBER REZEKI**

**By**

**Chintia Wati**

Logistics transportation has an important role in a company because it manages the distribution of goods effectively and efficiently. One sector that faces many logistical challenges is the agricultural sector. In Pringsewu district there are several factories that produce rice, one of which is the Sumber Rezeki rice factory. To minimize distribution routes, this can be done by determining the shortest path. Shortest path problem is the minimum path required to reach a certain place from a certain place. There are several algorithms that can be used to solve shortest path problems, one of which is the genetic algorithm. In this paper, a genetic algorithm is applied to solve the shortest path problem using the Python programming language. From the data testing results, the best route was obtained, namely chromosome 123 with the following trajectory, Depot – A – C – F – I – L – M – Destination which represents the location consisting of the Sumber Rezeki Rice Factory – Tugu Payung – Regency Hotel Pringsewu – Café Sewu Rest Area – Wiyono Market – Kemiling Terminal – Mitra 10 Rajabasa – Warung Bunda Salma. with a total distance of 38.9 km.

Keywords: shortest path problem, genetic algorithm, python programming

## **ABSTRAK**

### **IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA DALAM MENENTUKAN *SHORTEST PATH PROBLEM* PADA PENDISTRIBUSIAN BERAS SUMBER REZEKI**

**Oleh**

**Chintia Wati**

Transportasi logistik memiliki peran penting dalam suatu perusahaan karena mengatur pendistribusian barang secara efektif dan efisien. Salah satu sektor yang menghadapi banyak tantangan logistik adalah sektor pertanian. Di kabupaten Pringsewu terdapat beberapa pabrik yang memproduksi beras, salah satunya adalah pabrik beras Sumber Rezeki. Untuk meminimalkan rute pendistribusian dapat dilakukan dengan menentukan lintasan terpendek. *Shortest path problem* adalah lintasan minimum yang diperlukan untuk menempuh suatu tempat dari tempat tertentu. Terdapat beberapa algoritma yang dapat digunakan untuk memecahkan persoalan lintasan terpendek, salah satunya adalah algoritma genetika. Dalam tulisan ini, diterapkan algoritma genetika untuk menyelesaikan masalah lintasan terpendek dengan menggunakan bahasa pemrograman *python*. Dari hasil pengujian data diperoleh rute terbaik yaitu kromosom 123 dengan lintasan sebagai berikut, Depot – A – C – F – I – L – M – Tujuan yang merepresentasikan lokasi yang terdiri dari Pabrik Beras Sumber Rezeki – Tugu Payung – Regency Hotel Pringsewu – Café Sewu Rest Area – Pasar Wiyono – Terminal Kemiling – Mitra 10 Rajabasa – Warung Bunda Salma. dengan total jaraknya 38.9 km.

Kata kunci: *shortest path problem*, algoritma genetika, pemrograman *python*

**IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA DALAM MENENTUKAN  
*SHORTETS PATH PROBLEM* PADA PENDISTRIBUSIAN BERAS  
SUMBER REZEKI**

Oleh

**Chintia Wati  
2017031034**

**Skripsi**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
**SARJANA MATEMATIKA**

Pada

Jurusan Matematika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Lampung



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

Judul Skripsi : **IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA  
DALAM MENENTUKAN *SHORTETS PATH*  
PROBLEM PADA PENDISTRIBUSIAN  
BERAS SUMBER REZEKI**

Nama Mahasiswa : **Chintia Wati**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2017031034**

Jurusan : **Matematika**

Fakultas : **Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



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

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

2. Ketua Jurusan Matematika

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

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

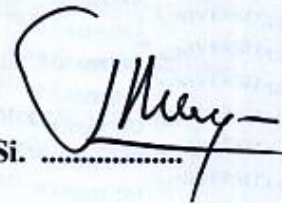
**Ketua : Dr. Notiragayu, S.Si., M.Si.**



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



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



**2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Lampung**



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

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 11 Juli 2024**

## PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Chintia Wati**

Nomor Pokok Mahasiswa : **2017031034**

Jurusan : **Matematika**

Judul Skripsi : **IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA  
DALAM MENENTUKAN *SHORTETS PATH*  
*PROBLEM* PADA PENDISTRIBUSIAN  
BERAS SUMBER REZEKI**

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

Bandar Lampung, 11 Juli 2024

Penulis,



**Chintia Wati**

**NPM. 2017031034**

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis bernama lengkap Chintia Wati, lahir di Palembang, Sumatera Selatan, pada tanggal 03 Desember 2001. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Rusdi Alamsyah dan Ibu Juainah.

Penulis mengawali pendidikan di Taman Kanak-Kanak (TK) Negeri Pembina pada tahun 2006-2008 dan menempuh pendidikan dasar di SDN 01 Way Tuba pada tahun 2008-2014. Kemudian penulis melanjutkan jenjang pendidikannya di SMPN 03 Gunung Labuhan pada tahun 2014-2017 dan Sekolah Menengah Atas di SMAN 02 Gunung Labuhan pada tahun 2017-2020. Setelah itu, penulis diterima sebagai mahasiswi Program Studi S1 Jurusan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung melalui jalur Penerimaan Mahasiswa Perluasan Akses Pendidikan (PMPAP) pada tahun 2020.

Kemudian pada bulan Januari 2023 s/d Februari 2023 penulis melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di BRI *Branch Office* Tanjung Karang. Selanjutnya, pada bulan Juni-Agustus 2023, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Pekon Kelungu, Kecamatan Kota Agung, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung.



## **KATA INSPIRASI**

*“Aku sesuai prasangka hambaku”*

(Al Fatihah)

*“Man Jadda Wajada”*

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

(Ali bin Abi Thalib)

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

(Mother Teresa)

*“Kesabaran dan ketekunan membawa hasil yang luar biasa.”*

## **PERSEMBAHAN**

*Alhamdulillahirobbil'alamin,*

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

Kupersembahkan karya ini untuk:

### **Kedua orang tua tercinta:**

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

### **Bapak Ibu Dosen Pembimbing dan Pembahas.**

*Terimakasih telah memberikan doa, dukungan, serta semangatnya.*

*Terimakasih telah memberikan kesabarannya.*

### **Sahabat-sahabatku Terkasih.**

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

## SANWACANA

Puji syukur atas kehadiran Allah Swt. berkat rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Implementasi Algoritma Genetika dalam Menentukan *Shortest Path Problem* pada Pendistribusian Beras Sumber Rezeki”.

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

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

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

Bandar Lampung, 11 Juli 2024  
Penulis,

**Chintia Wati**  
**NPM. 2017031034**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.3 Manfaat Penelitian .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Teori Graf.....	4
2.2 Lintasan Terpendek ( <i>Shortest Path</i> ) .....	5
2.3 Algoritma Genetika.....	6
<b>III. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>14</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	14
3.2 Metode Penelitian .....	14
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>17</b>
4.1 Data Pendistribusian Beras .....	17
4.2 Pembentukan populasi awal.....	19
4.3 Proses seleksi .....	21
4.4 Proses <i>crossover</i> .....	24
4.5 Proses mutasi .....	29
4.6 Pengujian data.....	31
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>34</b>
5.1. Kesimpulan .....	34
5.2. Saran .....	34
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>35</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Representasi lokasi pendistribusian beras.....	18
4.2 Matriks jarak antar titik (kilometer).....	18
4.3 Populasi awal .....	21
4.4 Nilai <i>fitness</i> dan <i>invers fitness</i> .....	22
4.5 Probabilitas dan probabilitas kumulatif .....	23
4.6 Populasi baru setelah seleksi.....	24
4.7 Pasangan <i>crossover</i> .....	25
4.8 Bilangan acak untuk proses <i>crossover</i> .....	26
4.9 Populasi baru setelah <i>crossover</i> .....	28
4.10 Populasi baru setelah mutasi .....	31
4.11 Pengujian data .....	32

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Contoh graf dengan 8 titik dan 13 sisi. ....	4
2.2 Ilustrasi proses <i>crossover</i> . ....	12
2.3 Ilustrasi proses mutasi. ....	13
3.1 <i>Flowchart system</i> metode penelitian. ....	16
4.1 Titik lokasi pendistribusian beras. ....	17
4.2 Graf rute pendistribusian beras. ....	19
4.3 Populasi awal. ....	20
4.4 Perhitungan <i>fitness</i> . ....	21
4.5 Perhitungan <i>invers fitness</i> . ....	22
4.6 Bahasa pemrograman <i>Python</i> dalam mengacak bilangan acak sebanyak 149.24	
4.7 Proses <i>crossover</i> . ....	25
4.8 Bahasa pemrograman <i>Python</i> untuk membangkitkan bilangan acak. ....	25
4.9 Bahasa pemrograman <i>Python</i> untuk menentukan titik <i>crossover</i> . ....	26
4.10 Proses mutasi. ....	29
4.11 Bahasa pemrograman <i>Python</i> untuk menentukan posisi mutasi. ....	30
4.12 Solusi rute terbaik. ....	33

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Transportasi logistik memiliki peran penting dalam suatu perusahaan karena mengatur pendistribusian barang secara efektif dan efisien ke konsumen dan sesuai dengan permintaan. Biaya transportasi merupakan biaya yang paling tinggi pada kegiatan distribusi logistik (Andani, 2023). Kendala dari distribusi logistik adalah jarak dan waktu tempuh. Untuk meminimalkan jarak dan waktu tempuh, perlu ditentukan rute distribusi terbaik. Menurut Karundeng & Mandey, (2019), distribusi adalah penyaluran suatu produk dari pihak produsen ke pihak konsumen. Rute yang dipilih adalah faktor kunci dalam menghitung jarak tempuh yang dibutuhkan dan biaya yang dikeluarkan. Rute yang optimal mengakibatkan sistem distribusi menjadi lebih efektif dan efisien karena akan menempuh rute dengan jarak terpendek dan meminimalkan faktor-faktor yang berhubungan dengan jarak.

Salah satu sektor yang menghadapi banyak tantangan logistik adalah sektor pertanian. Sektor pertanian memiliki peran penting dalam memastikan ketersediaan beras yang memadai untuk keberlangsungan hidup masyarakat. Beras merupakan bahan pangan utama yang dikonsumsi oleh mayoritas penduduk di Indonesia hingga mencapai lebih dari 90% penduduk Indonesia (Novawanda, dkk., 2023). Banyaknya rangkaian pendistribusian beras berkemungkinan menghambat penerimaan barang terhadap konsumen. Hal ini sering terjadi di kalangan masyarakat yaitu kekurangan bahan pangan pokok untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Salah satu kabupaten yang mengalami kendala distribusi beras adalah kabupaten Pringsewu.



Di kabupaten Pringsewu terdapat beberapa pabrik yang memproduksi beras, salah satunya adalah pabrik beras Sumber Rezeki. Pabrik ini merupakan salah satu pabrik yang mendistribusikan beras kepada konsumen secara langsung. Terdapat beberapa rute perjalanan yang dapat ditempuh untuk menuju ke konsumen. Untuk meminimalkan rute pendistribusian, dapat dilakukan dengan menentukan lintasan terpendek atau rute terbaik pada pendistribusian pabrik beras Sumber Rezeki. Pencarian rute terpendek (*shortest path problem*) merupakan suatu permasalahan optimasi dalam mencari rute minimum yang diperlukan untuk mencapai tempat tujuan berdasarkan beberapa jalur alternatif yang tersedia.

Pencarian rute terpendek dapat diselesaikan dengan beberapa metode antara lain algoritma djikstra, algoritma prim, algoritma genetika dan lain-lain. Algoritma djikstra dapat memberikan rute terpendek dari satu titik ke semua titik lainnya, namun tidak dapat menangani graf dengan bobot negatif (Dinata, dkk., 2022). Sementara itu, algoritma prim kurang efisien untuk graf lengkap karena pemeriksaan simpul dan tepi yang berulang (Lusiana, dkk., 2021).

Dibandingkan metode lainnya, algoritma genetika memiliki kelebihan yaitu solusi dapat diperoleh kapan saja karena solusi dihasilkan pada generasi tertentu tergantung pada kriteria berhentinya. Algoritma genetika mendapatkan hasil akhir yang berbeda-beda tetapi hasil yang diperoleh sudah optimal atau bisa diterima. Hal ini dikarenakan algoritma genetika sangat dipengaruhi oleh bilangan acak yang dibangkitkan (Ashari, 2016).

Dalam kehidupan sehari-hari, Algoritma genetika banyak digunakan untuk memecahkan masalah-masalah optimasi seperti *routing*, penjadwalan dan masalah transportasi. Algoritma genetika dipilih karena dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi yang kompleks untuk mencari rute paling optimum dengan memperhatikan jarak tempuh, kepadatan lalu lintas, arah dan lain-lain.

Algoritma genetika sangat tepat digunakan untuk penyelesaian masalah optimasi yang kompleks dan sukar diselesaikan dengan menggunakan metode

konvensional. Hal ini ditandai dengan adanya beberapa peneliti yang telah melakukan penelitian menggunakan algoritma genetika. Joni & Nurcahyawati (2012) menentukan jarak terpendek pada jalur distribusi barang di pulau Jawa, yang menghasilkan rute distribusi dengan nilai *fitness* yang lebih rendah daripada nilai *fitness* pada tahap inisialisasi data awal.

Pada tahun 2017, Panduta, dkk., melakukan pencarian rute terpendek untuk pengoptimalan distribusi sales rokok Gudang Garam di Kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember. Kemudian, Nasution (2019) melakukan penelitian untuk menentukan jalur terdekat pendistribusian produk granit/keramik pada PT. Chang Jui Fang di Medan.

Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk membahas pencarian rute terpendek pada pendistribusian beras di pabrik beras Sumber Rezeki Kabupaten Pringsewu menggunakan algoritma genetika. Dalam hal pengerjaannya dibantu dengan bahasa pemrograman *Python*.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk menyelesaikan masalah pencarian rute terpendek pada pendistribusian beras dari pabrik beras Sumber Rezeki ke konsumen dengan algoritma genetika.

## **1.3 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

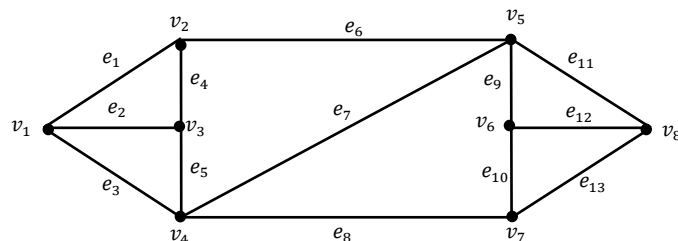
1. Dapat menerapkan algoritma genetika untuk menyelesaikan pencarian rute terpendek.
2. Dapat memberikan alternatif solusi rute pendistribusian yang efektif dan efisien bagi pabrik beras Sumber Rezeki.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Teori Graf

Teori graf merupakan suatu diagram yang memuat informasi tertentu jika diinterpretasikan secara tepat. Dalam kehidupan sehari-hari graf digunakan untuk menggambarkan berbagai macam struktur yang ada. Tujuannya adalah sebagai visualisasi objek-objek agar lebih mudah dimengerti. Beberapa contoh graf yang sering dijumpai, antara lain struktur organisasi, bagan alir, pengambilan mata kuliah, peta dan lain-lain.

Sebuah graf adalah sebuah himpunan terhingga tak kosong yang memuat objek-objek yang disebut simpul dan himpunan pasangan takurut antara simpul-simpul yang berlainan disebut sisi. Pengertian graf adalah kumpulan simpul yang dihubungkan satu sama lain melalui sisi. Suatu graf  $G$  merupakan pasangan himpunan  $(V, E)$  ditulis dengan notasi  $G(V, E)$ , dimana  $V$  adalah himpunan berhingga dan tak kosong dari simpul sedangkan  $E$  adalah himpunan sisi yang menghubungkan sepasang elemen tidak berurutan dari  $V$ . Elemen dari  $V$  dinamakan simpul,  $V = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_n\}$  dan elemen dari  $E$  dinamakan sisi,  $E = \{e_1, e_2, e_3, \dots, e_n\}$  (Deo, 1989).



Gambar 2.1 Contoh graf dengan 8 titik dan 13 sisi.

Pada Gambar 2.1, graf tersebut merupakan graf  $(V, E)$  dengan himpunan titik  $V(G) = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7, v_8\}$  dan himpunan sisi  $E(G) = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7, e_8, e_9, e_{10}, e_{11}, e_{12}, e_{13}\}$ . Titik yang bertetangga dengan  $v_1$  adalah titik  $v_2$  dan  $v_4$  sedangkan titik  $v_1$  dan  $v_2$  menempel dengan  $e_1$ . Sebaliknya, sisi  $e_1$  menempel pada titik  $v_1$  dan  $v_2$ . Derajat (*degree*) suatu titik  $v$  pada graf  $G$  yaitu banyaknya sisi yang menempel pada titik  $v$  yang dinotasikan dengan  $d(v)$ . Pada Gambar 2.1  $d(v_1) = d(v_2) = d(v_3) = 3$ ,  $d(v_4) = d(v_5) = 4$ ,  $d(v_6) = d(v_7) = d(v_8) = 3$ . Daun (*pendant*) adalah titik yang berderajat satu. Graf teratur yaitu graf yang semua titiknya berderajat sama (Deo, 1989).

Menurut Deo (1989), loop adalah sebuah sisi yang mempunyai titik awal dan titik akhir yang sama, sedangkan sisi paralel adalah dua sisi atau lebih yang menghubungkan sepasang titik yang sama. Pada Gambar 2.1, sisi-sisi paralel dan loop nya tidak ada. Jalan (*walk*) adalah barisan berhingga titik-titik dan sisi sedemikian sehingga setiap sisi menempel pada titik sebelum dan sesudahnya. Pada jalan (*walk*) boleh terjadi pengulangan titik atau sisi. Contoh jalan pada Gambar 2.1 adalah  $v_1 - e_2 - v_3 - e_5 - v_4 - e_7 - v_5 - e_9 - v_6 - e_{12} - v_8$ . Lintasan (*path*) adalah jalan yang semua titik yang dilewati berbeda, jika titik awal dan akhirnya sama maka disebut lintasan tertutup. Contoh lintasan pada Gambar 2.1 adalah  $v_1 - e_2 - v_3 - e_5 - v_4 - e_7 - v_5 - e_9 - v_6 - e_{12} - v_8$ .

## 2.2 Lintasan Terpendek (*Shortest Path*)

Menurut Djafar & Faizal (2015), lintasan terpendek adalah lintasan minimum yang diperlukan untuk mencapai suatu tempat dari tempat tertentu. Lintasan minimum yang dimaksud dapat dicari dengan menggunakan graf. Graf yang digunakan adalah graf yang berbobot, yaitu graf yang setiap sisinya diberikan suatu nilai atau bobot. Solusi untuk persoalan lintasan terpendek (*shortest path*) sering disebut sebagai *pathing algorithm*. Banyak sekali algoritma yang dapat digunakan untuk memecahkan persoalan lintasan terpendek, salah satunya adalah

algoritma genetika. Pada penelitian ini diasumsikan bahwa semua bobot bernilai positif, bobot yang dimaksud berupa jarak antar kota yang dilalui oleh kendaraan.

Ada beberapa macam persoalan lintasan terpendek, antara lain:

1. Lintasan terpendek antara dua buah titik tertentu.
2. Lintasan terpendek antara semua pasangan titik.
3. Lintasan terpendek dari titik tertentu ke semua titik yang lain.
4. Lintasan terpendek antara dua buah titik yang melalui beberapa titik tertentu.

Rute terpendek dari depot ke tujuan merupakan fungsi tujuan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Meminimumkan } e = \sum_{i=1}^n W_i E_i \quad (2.1)$$

Keterangan:

$e$  : Total jarak tiap jalur,

$W_i$  : Jarak sisi ke- $i$

$E_i$  : Sisi ke- $i$

dengan asumsi jika sisi dilalui bernilai 1 dan jika tidak dilalui bernilai 0.

### 2.3 Algoritma Genetika

Sebuah teknik yang dikenal sebagai algoritma genetika dibuat berdasarkan ide genetika dan ide seleksi alam, prinsip evolusi Darwin. Pendekatan optimasi dicetuskan oleh John Holland pada tahun 1960-an dan dikenal pada tahun 1980-an oleh David Golberg, salah satu muridnya. Proses pencarian penyelesaian atau proses terpilihnya sebuah penyelesaian dalam algoritma ini berlangsung sama seperti terpilihnya suatu individu untuk bertahan hidup dalam proses evolusi (Lubis & Ginting, 2016).

Menurut Suyanto (2005), kemunculan algoritma genetika terinspirasi dari teori-teori dalam ilmu biologi, sehingga banyak istilah dan konsep biologi yang digunakan dalam algoritma genetika. Sesuai dengan namanya, proses-proses yang terjadi dalam algoritma genetika sama dengan apa yang terjadi pada evolusi biologi.

Sejarah perkembangan algoritma genetika ini dapat dijumpai dalam buku karangan Zukhri (2014), yang berisi bahwa menurut teori evolusi Darwin, populasi individu pertama kali tumbuh melalui reproduksi setelah terbentuk secara acak. Misalnya, satu-satunya hewan berleher panjang yang ditemukan sejauh ini adalah jerapah. Gagasan ini menyatakan bahwa pernah ada jerapah berleher pendek, tetapi mereka punah karena hambatan alam yang tidak dapat diatasi. Proses reproduksi ini akan mengakibatkan lahirnya individu-individu baru. Pada generasi berikutnya, populasi baru akan tercipta dari penyatuan individu-individu yang kuat dengan kromosom yang tidak melakukan reproduksi. Tidak semua proses evolusi dimodelkan apa adanya dalam algoritma genetika karena terdapat batasan yang akan menjadi parameter.

Metode pencarian algoritma genetika adalah strategi yang mencakup teori evolusi baik genetik maupun seleksi alam (Zukhri, 2014). Program ini menggunakan proses seleksi alam disebut sebagai proses evolusi. Seperti yang terjadi pada evolusi berkelanjutan, individu beradaptasi dengan mengubah gen mereka dengan lingkungan hidupnya. Prosedur seleksi alam ini memerlukan perubahan gen yang dialami makhluk hidup melalui proses reproduksi.

Berbeda dengan teknik pencarian konvensional, algoritma genetika bermula dari himpunan solusi yang dihasilkan secara acak, himpunan ini disebut populasi. Sedangkan setiap individu dalam populasi disebut kromosom yang merupakan representasi dari solusi. Kromosom-kromosom berevolusi dalam suatu proses iterasi yang berkelanjutan yang disebut generasi. Pada setiap generasi, kromosom dievaluasi berdasarkan suatu fungsi evaluasi. Setelah beberapa generasi maka algoritma genetika akan konvergen pada kromosom terbaik, yang diharapkan merupakan solusi optimal (Fitrah, dkk., 2006).

Algoritma genetika yang sederhana umumnya terdiri dari tiga operasi yaitu: Operasi reproduksi, operasi *crossover* (persilangan), dan operasi mutasi. Struktur umum dari suatu algoritma genetika dapat didefinisikan dengan langkah-langkah sebagai berikut (Fitrah, dkk., 2006).

1. Membangkitkan populasi awal secara random.

2. Membentuk generasi baru dengan menggunakan tiga operasi di atas secara berulang-ulang sehingga diperoleh kromosom yang cukup untuk membentuk generasi baru sebagai representasi dari solusi baru.
3. Evolusi solusi yang akan mengevaluasi setiap populasi dengan menghitung nilai *fitness* setiap kromosom hingga kriteria berhenti terpenuhi maka akan dibentuk lagi generasi baru dengan mengulangi langkah 2. Beberapa kriteria berhenti yang sering digunakan yaitu berhenti pada generasi tertentu dan berhenti setelah dalam beberapa generasi berturut-turut didapatkan nilai *fitness* tertinggi atau terendah tidak berubah.

Adapun kriteria berhenti menurut Budi (2013), untuk memastikan bahwa lintasan pada generasi pertama sudah minimum maka perlu dilakukan proses algoritma genetika untuk generasi kedua. Jika lintasan yang didapatkan pada generasi kedua memiliki nilai yang sama atau lebih besar dari generasi yang pertama maka lintasan terpendeknya yaitu yang ada pada generasi pertama. Namun jika pada generasi kedua diperoleh lintasan yang lebih kecil maka perlu dilakukan algoritma genetika untuk generasi selanjutnya hingga didapatkan lintasan yang sama atau lebih besar dari generasi sebelumnya.

Menurut Zukhri (2014), proses optimasi yang dilakukan dengan menggunakan algoritma genetika ini akan berhenti jika syarat berhentinya telah terpenuhi. Pemilihan syarat berhenti yang paling tepat bergantung pada tingkat kerumitan suatu masalah yang dihadapi. Untuk sebuah kasus syarat berhentinya paling cocok menggunakan batas nilai fungsi *fitness*, kriteria berhenti ditentukan terlebih dahulu yaitu apabila setelah dalam beberapa generasi berturut-turut diperoleh nilai *fitness* yang terendah tidak berubah. Pada kasus ini pemilihan nilai *fitness* yang terendah sebagai syarat karena nilai tersebut yang merepresentasikan jarak terpendek yang dicari. Untuk sebuah kromosom (rute) yang terdiri dari urutan titik  $(v_1, v_2, v_3 \dots v_n)$  nilai *fitness*  $F$  adalah total jarak dari titik awal hingga titik akhir pada rute tersebut. Secara matematis, nilai *fitness* dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$F = \sum_{i=1}^{n-1} (v_i, v_{i+1}) \quad (2.2)$$

Keterangan:

$v_i$  : titik ke-  $i$  dalam rute,  
( $v_i, v_{i+1}$ ) : jarak antara titik  $v_i$  dan  $v_{i+1}$ .

Algoritma genetika merupakan salah satu model *soft computing* yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan optimasi. Dalam algoritma genetika terdapat tiga parameter penting yang harus didefinisikan yaitu ukuran populasi, probabilitas *crossover*, dan probabilitas mutasi. Ketiga parameter ini harus didefinisikan secara hati-hati agar tidak terjadi konvergensi dini atau lokal optimum yaitu dimana individu-individu dalam populasi konvergen pada suatu solusi optimum lokal sehingga hasil paling optimum tidak ditemukan (Muzid, 2014).

Probabilitas *crossover* menyatakan seberapa banyak proses *crossover* akan terjadi diantara dua kromosom orang tua. Jika probabilitas *crossover* 100%, maka keseluruhan keturunannya merupakan hasil dari *crossover*. Jika probabilitas *crossover* 0%, maka seluruh keturunannya merupakan salinan mutlak dari orang tua. Probabilitas *crossover* sebaiknya ditentukan dengan nilai yang cukup tinggi, yaitu antara 80% sampai 95% untuk memberikan hasil yang baik (Budi, 2013).

Probabilitas mutasi menyatakan seberapa banyak proses mutasi akan dilakukan. Jika probabilitas mutasi 100%, maka keseluruhan kromosom diubah. Jika probabilitas mutasi 0%, maka keseluruhan kromosom tidak ada yang diubah. Probabilitas mutasi seharusnya ditentukan oleh nilai yang kecil yaitu 0,5% sampai 1% (Sutojo, dkk., 2011).

Proses pengkodean ini merupakan salah satu proses yang dapat dikatakan sulit dalam algoritma genetika, karena proses pengkodean untuk setiap permasalahan berbeda-beda dan tidak semua teknik pengkodean cocok untuk semua permasalahan. Proses ini disebut kromosom yang menghasilkan string yang terdiri dari kumpulan bit yang biasa disebut dengan gen (Lukas, dkk., 2005).

Ada beberapa jenis pengkodean dalam algoritma genetika ini, yaitu *binary encoding*, *permutation encoding*, *value encoding*, dan *tree encoding*. Teknik



pengkodean pada lintasan terpendek adalah *permutation encoding*, karena pada teknik ini kromosom-kromosom adalah sekumpulan angka yang mewakili posisi atau letak dalam sebuah rangkaian (Lukas, dkk., 2005). Pada lintasan terpendek kromosom menyatakan urutan kota yang dilalui oleh kendaraan. Sebagai contoh, jika  $[A_1A_2A_3, \dots]$  mewakili konsumen dengan  $A_1$  sebagai depot, maka sebuah kromosom yang menyatakan urutan kunjungan tanpa kembali ke  $A_1$  bisa ditulis sebagai berikut  $[A_2A_3A_4, \dots, A_n]$ .

Membangkitkan populasi awal merupakan proses membangkitkan sejumlah kromosom secara acak. Ukuran populasi tergantung pada masalah yang akan diselesaikan dan jenis operator genetika yang akan diimplementasikan. Setelah ukuran populasi ditentukan, selanjutnya akan dilakukan pembangkitan populasi awal. Menurut Yulyantari (2011), terdapat beberapa macam teknik dalam pembentukan populasi awal ini yaitu, algoritma *random generator*, pendekatan tertentu, dan permutasi gen. Semua macam jenis teknik ini dapat diberlakukan pada lintasan terpendek termasuk pendekatan tertentu.

Pada penelitian ini kromosom dibangkitkan menggunakan pendekatan tertentu yaitu pencarian jalur eksploratif rekursif. Secara spesifik algoritma yang digunakan adalah *Depth-First Search (DFS)*. Algoritma DFS adalah algoritma rekursif untuk mencari semua simpul dari struktur data grafik atau pohon. Meskipun pendekatan yang digunakan untuk membentuk populasi awal berbeda dari algoritma genetika itu sendiri, keduanya berfungsi saling melengkapi dalam konteks keseluruhan solusi berbasis optimasi. Pendekatan pencarian rute berbasis DFS yang sistematis dan lengkap, menjamin bahwa semua rute kemungkinan dipertimbangkan sebagai individu dalam populasi awal algoritma genetika. Untuk mendapatkan populasi awal, digunakan fungsi rekursif sebagai berikut.

Misalkan  $P(d, t)$  adalah himpunan semua rute dari titik  $d$  ke titik  $t$  dalam graf  $G$ .

Jika  $d = t$ , maka:

$$P(d, t) = \{d\}$$

Jika  $d \neq t$ , maka:

$$P(d, t) = \bigcup_{d \in Neighbors(d)} \{d\} \cup P(v, t) \quad (2.3)$$

Keterangan:

$d$  : titik awal

$t$  : titik akhir

$Neighbors(d)$  : himpunan semua titik yang bertetangga dengan titik  $d$

$P(v, t)$  : rute dari tetangga  $v$  ke  $t$

Menurut Suyanto (2005), suatu individu dievaluasi berdasarkan suatu fungsi tertentu sebagai ukuran performasinya. Proses seleksi ini digunakan untuk melihat kromosom-kromosom yang berkualitas saja yang dapat melanjutkan perannya dalam algoritma genetika ini. Ada bermacam-macam teknik dari proses seleksi ini, yaitu, *Roulette Whell Selection*, *Rank Base Selection*, dan *Steady State Selection* (Lukas, dkk., 2005).

Pada penelitian ini menggunakan teknik *Roulette Whell Selection* dikarenakan teknik ini merupakan teknik yang paling sederhana untuk digunakan. Langkah pertama yang dilakukan pada proses ini yaitu menghitung nilai *fitness* tiap kromosom, menghitung nilai invers *fitness* tiap kromosom, menghitung total *fitness* dan invers *fitness* seluruh populasi dan menghitung probabilitas relatif tiap kromosom. Selanjutnya melakukan seleksi menggunakan *Roulette Wheel Selection*.

1. Menghitung probabilitas kumulatif [C].
2. Bangkitkan bilangan acak R dengan interval (0 - C[i]).
3. Membandingkan nilai acak R dan C.

Jika  $R[k] < C[k]$  maka kromosom ke-k sebagai induk. Selain itu, pilih kromosom ke-k sebagai induk dengan syarat  $C[k-1] < R[k] < C[k]$ .

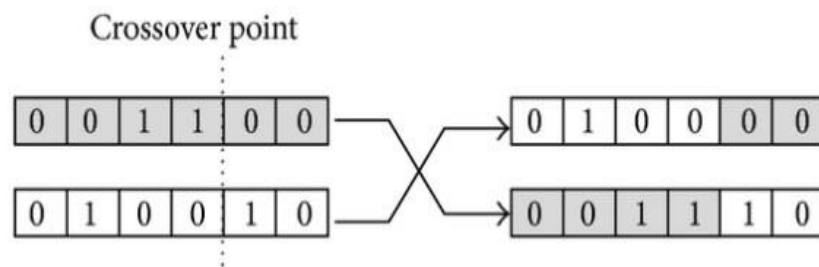
Keterangan:

C = probabilitas kumulatif

R = bilangan acak

k = kromosom

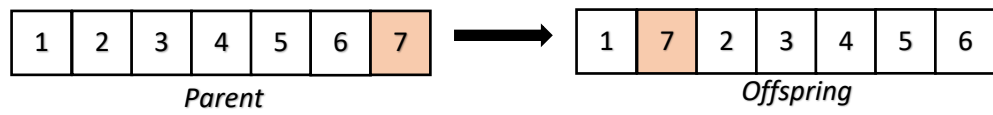
Menurut Suyanto (2005), salah satu komponen paling penting dalam algoritma genetika adalah *crossover* atau pindah silang. Proses ini adalah proses menyilangkan dua kromosom yang akan membentuk kromosom baru yang harapannya lebih baik daripada induknya. Tidak semua kromosom pada setiap populasi akan mengalami *crossover*. Kemungkinan suatu kromosom mengalami *crossover* berdasarkan nilai probabilitasnya yang telah ditentukan terlebih dahulu. Probabilitas ini menyatakan suatu peluang kromosom yang akan mengalami *crossover*.



Gambar 2.2 Ilustrasi proses *crossover*.

Menurut Zukhri (2014), mutasi merupakan operator dalam algoritma genetika yang memiliki tujuan mengubah gen-gen dari sebuah kromosom. Probabilitas mutasi dari suatu gen biasanya dipilih sangat kecil, persis seperti kejadian sebenarnya dalam kehidupan alamiah yang memungkinkan terjadinya mutasi genetik tetapi dalam persentase yang sangat kecil. Selain itu, proses mutasi yang digunakan juga harus sesuai dengan proses pengkodean yang digunakan pada suatu masalah tersebut.

Terdapat bermacam-macam jenis teknik dari proses mutasi ini yaitu, *swapping mutation*, *inversion mutation*, *insertion mutation*, dan *reciprocal mutation*. Teknik yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *swapping mutation*. Pada teknik ini dilakukan pertukaran gen yang dipilih secara acak dengan membangkitkan bilangan acak sesuai dengan probabilitas mutasinya (Lukas, dkk., 2005). Berikut ilustrasi proses mutasi disajikan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Ilustrasi proses mutasi.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

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

#### 3.2 Metode Penelitian

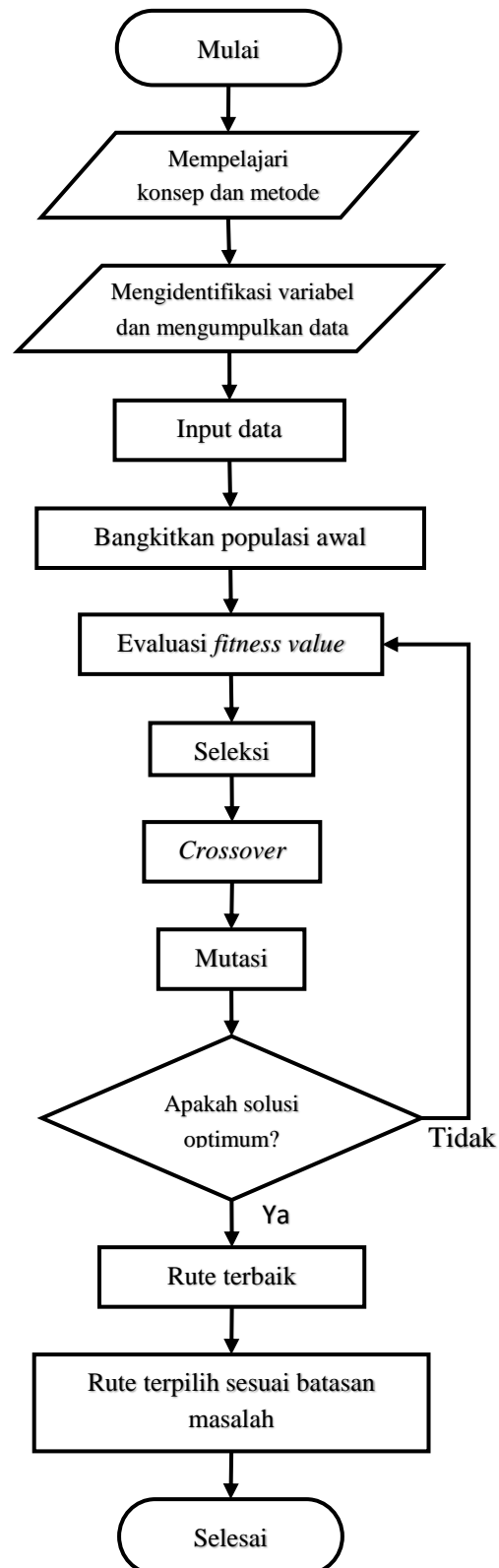
Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data yang diperoleh dari wawancara dengan narasumber dan didapat dari *Google Maps* yang didukung dengan *study literature* berupa jurnal-jurnal, buku, maupun dari sumber *online* yang diperoleh. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan data, di mana data yang digunakan pada penelitian ini adalah data jarak antar kota yang akan dilalui oleh kendaraan dari depot ke tujuan.

Berikut langkah-langkah penyelesaian lintasan terpendek dalam kasus ini:

1. *Study Literature*
  - a. Mempelajari konsep permasalahan yang akan diuji.
  - b. Mempelajari metode yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah.
  - c. Membuat algoritma pemrograman *python* sebagai alat pengolahan data.
2. Identifikasi variabel yang dibutuhkan
  - a. Mengumpulkan dan mengidentifikasi titik yang akan digunakan untuk data penelitian.
  - b. Menentukan parameter (ukuran, jarak, nilai, dan lainnya).
  - c. Menentukan batasan *shortest path problem*.

3. Analisis data, membuat program (*syntax*) *python* untuk menyelesaikan *shortest path problem* dengan algoritma genetika.
4. Melakukan tahapan-tahapan Algoritma Genetika untuk menyelesaikan pencarian rute terpendek perjalanan kendaraan dengan cara:
  - a. Inisialisasi Kromosom,
  - b. Menghitung *fitness value* dan *invers fitness*,
  - c. Seleksi dengan teknik *roulette wheel* untuk menentukan *parent* pada proses selanjutnya,
  - d. *Crossover*, untuk mendapatkan *offspring* baru,
  - e. Mutasi, untuk meningkatkan variasi populasi.
  - f. Membuat kesimpulan atau interpretasi hasil lintasan terpendek dengan menggunakan algoritma genetika.

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



Gambar 3.1 *Flowchart system metode penelitian.*

## **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan bab hasil dan pembahasan pada penelitian ini, diperoleh rute terbaik yaitu kromosom 123 dan lintasan sebagai berikut, Depot – A – C – F – I – L – M – Tujuan yang merepresentasikan lokasi yang terdiri dari Pabrik Beras Sumber Rezeki – Tugu Payung – Regency Hotel Pringsewu – Café Sewu Rest Area – Pasar Wiyono – Terminal Kemiling – Mitra 10 Rajabasa – Warung Bunda Salma. dengan total jaraknya 38.9 km.

### **5.2. Saran**

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian ini, saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu dapat menerapkan proses algoritma genetika dengan berbagai kendala. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh pabrik beras Sumber Rezeki dalam menentukan rute yang efisien menuju ke konsumen.



## DAFTAR PUSTAKA

- Andani. 2023. Optimasi Rute Menggunakan *Vehicle Routing Problem* (VRP) dengan Algoritma Genetika. *KESATRIA: Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer & Management)*. 4(1). 148-156.
- Ashari, I. A. 2016. *Perbandingan Performansi Algoritma Genetika dan Algoritma Ant Colony Optimization dalam Optimasi Penjadwalan Mata Kuliah*. Skripsi. Universitas Negeri Semarang: Semarang.
- Budi, W.P.S. 2013. *Optimasi Travelling Salesman Problem dengan Algoritma Genetika Menggunakan Operator Partially Matched Crossover*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim: Malang.
- Deo, N. 1989. *Graph Theory with Applications to Engineering and Computer Science*. Prentice Hall of Indian Private Limited, New Delhi.
- Dinata, R.K., Bustami., Razi, A., & Arasyi, M. 2022. Algoritma Dijkstra dan *Bellman-Ford* dalam Sistem Pemetaan *Barbershop* di Kota Lhokseumawe. *Informatics Journal*. 7(2).
- Djafar, I. & Faizal. 2015. Single-Source Shortest Path Pada Graf Berbobot Menggunakan Algoritma Dijkstra dan Bellman-Ford. *Prosiding Seminar Ilmiah Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, Makassar. 172-181.
- Fitrah, A., Zaky, A., & Fitrasani. 2006. *Persoalan Algoritma Genetika pada Persoalan Pedagang Keliling (TSP)*. Skripsi. Institut Teknologi Bandung: Bandung.

- Joni, B.A.M.D., & Nurcahyawati, V. 2012. Penentuan Jarak Terpendek pada Jalur Distribusi Barang di Pulau Jawa dengan Menggunakan Algoritma Genetika. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*. 1(3).
- Karundeng, T.N., Mandey, T.Y. 2019. Penerapan Algoritma Genetika pada Travelling Salesmen Problem (TSP) (Studi Kasus: Pedagang Perabot Keliling di Kota Kupang). *Jurnal Media Elektro*.3: 48-53.
- Lubis, N., & Ginting, G. 2016. Perancangan Aplikasi Penjadwalan Kereta API dengan Menggunakan Algoritma Genetika. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 3(6), 110-114.
- Lukas, S., Anwar, T., & Yuliani, W. 2005. Penerapan Algoritma Genetika untuk Traveling Salesman Problem dengan Menggunakan Metode Order Crossover dan Insertion Mutation. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*. 2(1). 1-5.
- Lusiani, A., Sartika, E., Habinuddin, E., Binarto, A., & Azis, I. 2021. Algoritma Prim dalam Penentuan Lintasan Terpendek dan Lintasan Tercepat pada Pendistribusian Logistik Bolug Jawa Barat. *Prosiding Lokakarya Riset Industri dan Seminar Nasional ke-12 (IRWNS)*.
- Muzid, S. 2014. Dinamisasi Parameter Algoritma Genetika Menggunakan Population Resizing on Fitness Improvement Fuzzy Evolutionary Algorithm (PROFIFEA). *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Informatika*. 1: 471-478.
- Nasution, A.B. 2019. Penerapan Algoritma Genetika dalam Menentukan Jalur Terdekat Pendistribusian Produk Granit/Keramik pada PT. Chang Jui Fang. *Jurnal Teknik Informatika Kaputama (JTIK)*. 3(2).
- Novawanda, O., Suharjono, C., & Sentosa, L. 2023. Penentuan Rute Optimal dan Alokasi Kendaraan dalam Pendistribusian Beras di Provinsi Kalimantan Tengah. *E-Journal on Agroindustry*. 4(1). 40-46.

- Panduta, P., Bagaskoro, R.A., Bachtiar, A.I., & Andriani, A. 2017. Pencarian Rute Terpendek untuk Pengoptimalan Distribusi Sales Rokok Gudang Garam di Kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember Menggunakan Algoritma Genetika. *Informatics Journal*. 2(3).
- Sutojo, T., Mulyanto, E., & Suhartono, V. 2011. *Kecerdasan Buatan*. Yayasan Prima Agus Teknik. Yogyakarta.
- Suyanto. 2005. *Algoritma Genetika dalam MATLAB*. Perpustakaan Nasional.. Yogyakarta.
- Yulyantari. 2011. *Artificial Intelligence: Media Pembelajaran Online Mata Kuliah AI*,  
<http://www.yulyantari.com/tutorial/media.php?mod=materi&bab=5>,  
Diakses pada 21 Agustus 2023 pukul 13.30.
- Zukhri. Z. 2014. *Algoritma Genetika (Metode Komputasi Evolusioner untuk Menyelesaikan Masalah Optimasi)*. Perpustakaan Nasional. Yogyakarta.