

# Implementasi Algoritma Genetika Dalam Optimasi Jarak Tempuh Pendistribusian Produk Lokal Provinsi NTT

*Implementation of Genetic Algorithm in Optimizing Mileage Distribution of Local Products in NTT Province*

**Olivia Maria Inacio Tavares<sup>\*a,1</sup>, Agung Susanto<sup>b,2</sup>, Setiawan Budiman<sup>c,3</sup>, Kusri<sup>d,4</sup>, Dina Maulina<sup>e,5</sup>**

<sup>a,b,c,d,e</sup> Magister Teknik Informatika, Universitas Amikom, Yogyakarta

e-mail: <sup>\*</sup>olivia.1280@students.amikom.ac.id<sup>1</sup>, agung.1253@students.amikom.ac.id<sup>2</sup>, setiawan.1267@students.amikom.ac.id<sup>3</sup>, kusri@amikom.ac.id<sup>4</sup>, dina.m@amikom.ac.id<sup>5</sup>

---

## ABSTRAK

Kegiatan distribusi produk dalam mensukseskan tujuan pemasaran sudah menjadi kegiatan utama yang wajib untuk dipersiapkan secara matang oleh pihak produsen. Adapun dalam proses distribusi, terdapat faktor utama yang perlu diperhatikan diantaranya besaran jarak serta waktu tempuh, dengan memperhatikan faktor tersebut tentu akan memberikan sumbangsih positif dalam proses pendistribusian produk. Jarak dan waktu tempuh yang tidak diperhitungkan dengan baik mampu menyebabkan kerugian akibat over time dan over budget. Dalam menyelesaikan masalah tersebut dibutuhkan suatu formulasi untuk mengoptimalkan jarak dan waktu distribusi. Permodelan kasus ini akan diimplementasi untuk mengoptimalkan kegiatan pendistribusian produk lokal dari Ibu Kota Provinsi NTT ke 4 kota lainnya yang menjadi titik pusat distribusi di wilayah NTT. Dengan tujuan menghasilkan rute perjalanan teroptimal, maka peneliti mengusulkan untuk menggunakan Algoritma Genetika. Hasil penelitian didapatkan dengan memperhitungkan jarak tempuh untuk kelima Kota sekitar Provinsi Nusa Tenggara Timur yaitu Kota Kupang, Kota Soe, Kota Kefa, Kota Atambua dan Kota Besikama setelah melalui perhitungan menggunakan Algoritma Genetika. Pengujian dilakukan secara berulang kali untuk menemukan rute terpendek. Hasil pengujian menunjukkan semakin banyak jumlah populasi kromosom yang dibangkitkan maka akan semakin sedikit jumlah iterasi yang dibutuhkan untuk mendapatkan jarak tempuh terpendek dan teroptimal. Pengujian hasil keluaran akhir menggunakan program Matlab 2016 yang dapat dijadikan sebagai rute acuan untuk pendistribusian produk lokal ke depannya.

*Kata Kunci : Travelling Salesman Problem, Distribusi, Optimasi Jarak, Algoritma Genetika*

## ABSTRACT

Product distribution activities in the success of marketing objectives have become the main activity that must be carefully prepared by the manufacturer. As for the distribution process, there are main factors that need to be considered including the amount of distance and travel time, taking into account these factors will certainly make a positive contribution in the product distribution process. Distance and travel time that are not calculated properly cause losses due to excessive time and budget. In solving this problem, a formulation is needed to optimize the distribution distance and time. This case modeling will be implemented to optimize the distribution of local products from the Capital City of NTT Province to 4 other cities which are distribution centers in the NTT region. With the aim of producing the optimal travel route, the researcher proposes to use a Genetic Algorithm. The results obtained with the estimated mileage for the five cities around East Nusa Tenggara Province, namely Kupang City, Soe City, Kefa City, Atambua City and Beikama City after going through calculations using Genetic Algorithms. The test is done repeatedly to find the shortest route. The test results show the more chromosome populations that are generated, the fewer the number of iterations needed to get the shortest and optimal distance. the final output testing use 2016 Matlab program which can be used as a reference route for the distribution of local products in the future

*Keywords : Travelling Salesman Problem, Distribution, Optimisation, Genetic Algorithm*

---

*Info Artikel :*

*Disubmit: 17 Juli 2021*

*Direview: 04 November 2021*

*Diterima : 10 Januari 2022*

---

*Copyright © 2022 – CSRID Journal. All rights reserved.*

---

## 1. PENDAHULUAN

Kegiatan pemasaran dalam dunia industri saat ini telah sangat berkembang dengan pesatnya [1]. Salah satu permasalahan yang paling umum ditemui yaitu dalam proses pendistribusian produk ke berbagai wilayah melalui beragam rute perjalanan yang telah direncanakan [2]. Dalam mendukung suksesnya proses pendistribusian produk dengan memperhatikan faktor jarak serta waktu tempuh perjalanan *salesman*, dapat dilakukan melalui pencarian rute perjalanan terpendek dan teroptimal untuk di tempuh dari titik awal keberangkatan hingga pada titik akhir (sasaran), melalui hal ini diharapkan mampu membantu mengoptimalkan biaya perjalanan yang dibutuhkan serta lama waktu tempuh perjalanan menjadi seminimal mungkin. Masalah distribusi seperti ini terkategori sebagai suatu permasalahan kombinatorial yang umum dikenali dengan sebutan *Traveling Salesman Problem* (TSP).

Adapun yang menjadi tujuan utama penyelesaian masalah TSP yaitu bagaimana mengoptimalkan perjalanan seorang *salesman* dalam mendistribusikan produknya ke berbagai titik wilayah dengan melalui sekali alur tepuh perjalanan hingga mencapai tujuan akhirnya, dalam permasalahan ini seorang *salesman* diharapkan dapat melalui setiap titik wilayah distribusinya hingga sampai tepat pada tujuan dan kembali ke wilayah awal atau titik asal [3]. Implementasi dari model TSP ini juga dapat diterapkan untuk menyelesaikan permasalahan distribusi produk lokal pada wilayah Provinsi NTT.

Berdasarkan hasil wawancara bersama salah satu karyawan di lokasi utama produksi penjualan Semen Kupang, setiap proses pendistribusian produk semen ke sebaran kota di wilayah Provinsi NTT masih memanfaatkan cara-cara konvensional dengan tidak menggunakan proses penjadwalan apapun, yang artinya rute distribusi produk hanya dilakukan saat ada pemesanan dari pihak distributor kepada produsen sehingga apabila kota terjauh yang memesan dahulu maka otomatis proses distribusi dilakukan menyebar atau tidak dilakukan secara menyeluruh. Hal ini menyebabkan banyak rute perjalanan yang harus dilalui bolak-balik secara berulang kali dan tentunya belum bisa dipastikan bahwa jalur rute distribusi yang dilalui tersebut sudah optimal. Permasalahan lainnya yaitu banyak terjadi keterlambatan distribusi produk pada beberapa wilayah, selain itu dalam masa pandemik Covid19 pemerintah kemudian menghimbau masyarakat untuk membawa hasil test rapid antigen dengan jangka waktu sehari sebelum melakukan perjalanan keluar kota apabila proses pendistribusian produk tidak diperhitungkan dengan baik dan masih memanfaatkan cara konvensional maka secara otomatis akan mengakibatkan terjadinya *over budget* yang melebihi persediaan biaya yang dibutuhkan untuk proses pendistribusian produk kepada distributor sehingga perlu untuk segera dilakukan penanganan melalui perhitungan untuk menemukan rute perjalanan paling optimal dengan tujuan untuk mengurangi kerugian yang dialami.

Agar mampu menemukan kombinasi rute yang teroptimal dengan jarak tempuh serta waktu minimal maka dalam dibutuhkan algoritma khusus yang dapat mengoptimasi rute perjalanan *salesman*. Berdasarkan permasalahan terkait maka peneliti mengusulkan untuk memanfaatkan Algoritma Genetika dalam menentukan jalur distribusi produk yang paling optimal pada kelima kota tempuh di wilayah Provinsi NTT. Implementasi dari Algoritma Genetika ini diharapkan mampu memberikan usulan rute mana yang paling tepat dan optimal dari segi jarak tempuh maupun waktu tempuh sehingga mampu menjangkau setiap titik wilayah secara efektif bagi seluruh distributor Kota Kupang yang ingin melakukan pemasaran.

Algoritma Genetika memiliki lebih banyak kelebihan jika dibandingkan dengan metode optimasi lainnya dimana algoritma ini mampu melakukan proses optimasi jarak, penjadwalan, waktu meski kasus yang kompleks hasil ruang pencarian algoritma ini sangatlah luas [4]. Selain itu berdasarkan pengujian dalam penelitian Gen dan Zheng, diketahui kelebihan Algoritma Genetika yaitu hanya mengoperasikan sedikit model perhitungan matematis yang sesuai dengan kompleksitas permasalahan, formulasi yang menjadi dasar dari Algoritma Genetika sangatlah tepat dan sesuai untuk menelaah titik-titik lokasi keseluruhan wilayah secara *random* (acak) serta

memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi untuk dimanfaatkan secara efisien dalam penyelesaian problematika tertentu [5].

Untuk memperkuat penelitian yang akan dilakukan terdapat beberapa perbandingan diantara Algoritma Genetika dengan metode atau algoritma lainnya yang dimanfaatkan untuk mencari solusi teroptimum dalam menelaah dan memecahkan permasalahan TSP, diantaranya dalam penelitian [6] yang berjudul Perbandingan Algoritma Genetika dan Optimasi Koloni Semut dalam Menyelesaikan *Travelling Salesman Problem*, penelitian yang membandingkan kedua algoritma optimasi ini kemudian menyimpulkan bahwa penerapan Algoritma Genetika mampu mendapatkan hasil optimasi rute perjalanan untuk lebih dari 20 lokasi jauh lebih cepat jika dibandingkan dengan metode ACS (*Ant Colony System*) selain itu perbandingan persentase hasil keakuratan keduanya juga tidak jauh berbeda yakni 43.959% dan 53.551%.

Penelitian lainnya berjudul Perbandingan Algoritma Exhaustive, Algoritma Genetika dan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan Hopfield untuk Pencarian Rute Terpendek, penelitian ini dilakukan untuk menemukan perbandingan proses optimasi jarak dalam penyelesaian masalah *Travelling Salesman Problem* baik dalam rentang titik kota yang kompleks maupun untuk rentang kota tempuh yang kecil (<5 kota). Hasil penelitian tersebut menyimpulkan bahwa Algoritma Genetika mampu bekerja lebih baik jika dibandingkan dengan kedua algoritma lainnya hal ini ditinjau melalui hasil rentang optimasi jarak tempuh dan juga lama waktu yang diperlukan dalam urutan proses optimasi. Sama halnya dengan Algoritma Genetika, Algoritma Hopfield juga memerlukan penentuan parameter input yang sesuai sehingga rute yang dihasilkan adalah yang teroptimum dibandingkan dengan rute sebelumnya. Ditinjau dari waktu proses, Algoritma Exhaustive tergolong algoritma yang membutuhkan waktu terlama [7].

Selanjutnya adalah penelitian yang memanfaatkan Algoritma Genetika dalam proses mengoptimasi jarak dengan judul Pencarian Rute Terbaik pada *Travelling Salesman Problem* Menggunakan Algoritma Genetika di Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Pekanbaru [8]. Bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Pekanbaru dalam kegiatan pengangkutan sampah dengan melakukan pengujian menggunakan Algoritma Genetika pada pemodelan kegiatan pengangkutan sampah untuk mencari solusi rute yang mendekati optimal. Adapun penelitian ini memiliki beberapa kekurangan diantaranya yaitu kriteria yang digunakan hanya bertumpu pada titik jarak dan luas wilayah angkutan sampah sehingga hasil pengujian memberikan rekomendasi jarak tempuh terpendek tanpa memperhatikan waktu tempuh atau waktu operasional pengangkutan sampah, oleh karena itu untuk penelitian ini akan lebih melengkapi dari segi kriteria dengan tetap memperhatikan waktu tempuh yang diperlukan oleh *salesman* dalam proses mendistribusikan produk sehingga hasil pengujian akan memberikan solusi teroptimal baik dari segi jarak maupun waktu tempuh.

Penelitian [9] berjudul Optimisasi *Travelling Salesman Problem* menggunakan Algoritma Genetika pada Kasus Distribusi Barang PT. Pos Indonesia di Kota Bandar Lampung juga memanfaatkan implementasi dari Algoritma Genetika, pada penelitian ini dihasilkan proses optimisasi TSP melalui beberapa tahapan utama diantaranya yakni, menyusun serta merancang model untuk alur pendistribusian produk melalui PT. Pos Indonesia pada wilayah Bandar Lampung dengan menggambarkan graf ilustrasi secara menyeluruh, lalu berlanjut pada proses mengoptimasi jarak tempuh untuk alur distribusi produk berdasarkan graf yang sebelumnya digambarkan, yang mana dalam tahapan ini parameter algoritma yang dimanfaatkan yakni angka probabilitas pindah silang sebesar 0.95, angka probabilitas mutasi sebesar 0.01, serta angka generasi maksimal sebanyak 100 generasi. Tahapan terakhir dijalankan fungsi algoritma untuk mengoptimasi. Melalui 10x pengujian kemudian didapati angka teroptimal pada pengujian kedelapan dengan *fitness* sebesar 0,015 dan jarak terminim 66,52239581km, solusi akhir ditemukan tepat pada generasi ke-50. Berdasarkan kasus tersebut parameter optimasi yang digunakan hanyalah 1 variabel yakni panjang sirkuit terbaik. Penelitian ini akan lebih melengkapi dengan menambahkan parameter waktu tempuh yang akan diinputkan kedalam model perhitungan Algoritma Genetika. Selain itu hasil pengujian pada penelitian berupa grafik yang menunjukkan hubungan antara jarak sirkuit dan

nilai *fitness*, sedangkan dalam penelitian ini hasil implementasi pengujian akan lebih disempurnakan dengan menampilkan hasil seleksi kromosom beserta alternatif jarak tempuh terpendek yang didapatkan.

Penelitian serupa lainnya yakni Optimasi Multiple Travelling Salesman Problem pada Pendistribusian Air Minum Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus: UD. Tosa Malang) [10]. Adapun tujuan penelitian tersebut yaitu untuk mengoptimasi rute terpendek dalam proses pendistribusian air mineral. Penelitian tersebut juga memanfaatkan implementasi dari Algoritma Genetika. Adapun kekurangan dari penelitian tersebut yaitu dalam proses pengujiannya tahapan iterasi dilakukan sebanyak 3x dengan harapan hasil iterasi tersebut adalah yang paling optimal, selain itu penelitian ini tidak menggunakan dataset asli yang sesuai dengan keadaan di lapangan sehingga diperlukan pengembangan lebih lanjut.

Berdasarkan seluruh penelitian terkait maka peneliti memutuskan untuk menggunakan Algoritma Genetika sebagai metode untuk memecahkan permasalahan distribusi produk lokasi di wilayah Provinsi NTT.

## 2. METODE PENELITIAN

### A. Tahapan Penelitian

Adapun urutan metode-metode yang dilakukan dalam penyelesaian penelitian ini yaitu:

#### 1) Studi Literatur

Tahapan ini merupakan urutan metode yang paling pertama dilakukan dalam memulai penelitian yang mana bertujuan untuk menelaah serta memahami berbagai literatur baik yang didapatkan melalui jurnal, skripsi, tesis, buku hingga *website* yang berkaitan dengan permasalahan atau algoritma yang digunakan dalam penelitian ini. Dimana peneliti melakukan studi literatur mengenai pemecahan masalah *Travelling Salesman Problem* (TSP) yang memanfaatkan Algoritma Genetika untuk dijadikan sebagai acuan.

#### 2) Observasi Lokasi Penelitian

Pada tahapan ini peneliti melakukan observasi atau pengamatan secara langsung pada salah satu lokasi produksi produk-produk lokal yang tersebar di Kota Kupang yaitu adalah di PT. Semen Kupang yang terletak di Jln. Yos Sudarso, Kelurahan Tenau Kota Kupang NTT. Observasi dilakukan agar peneliti mengetahui kondisi yang sedang dialami pada lokasi produksi secara langsung.

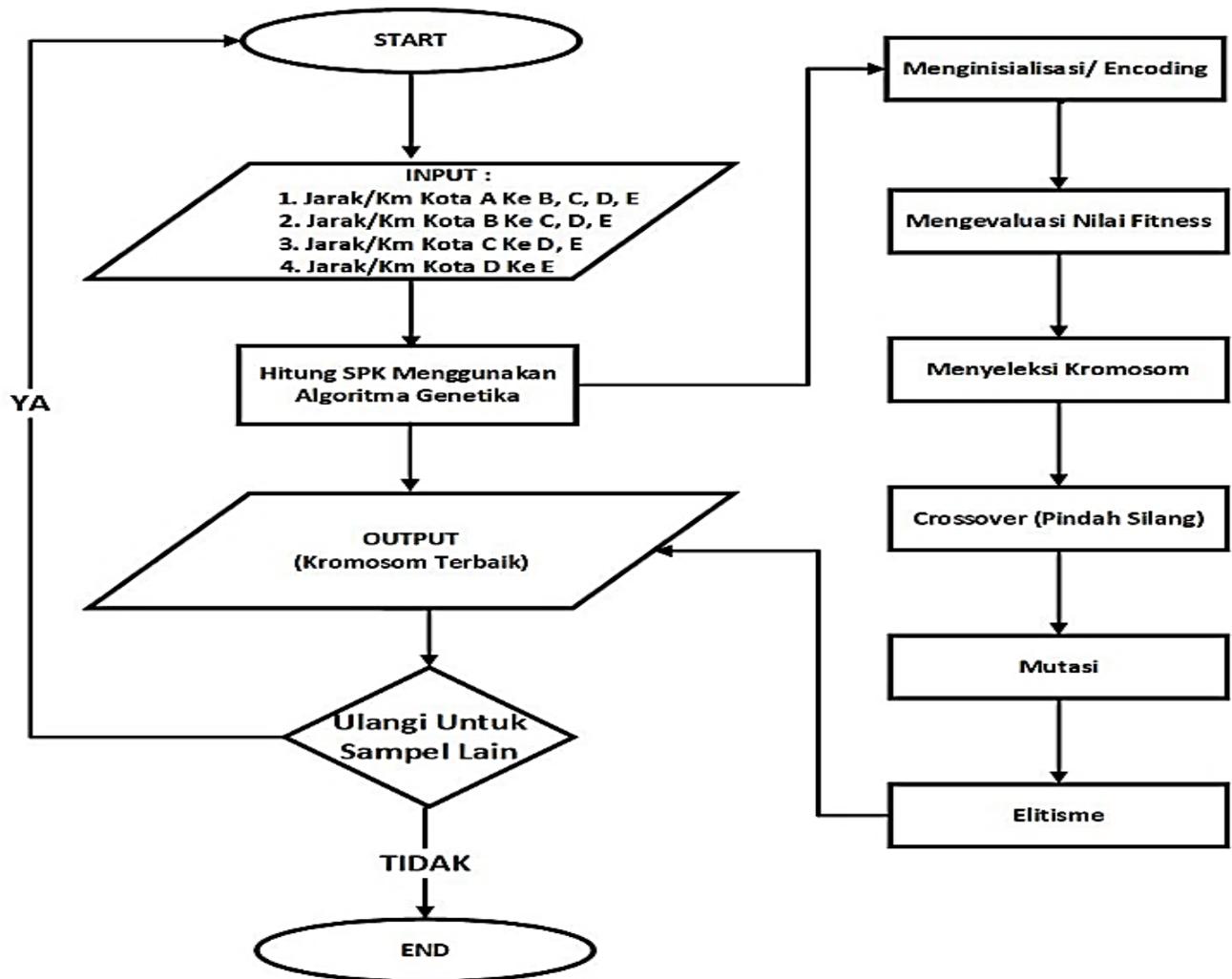
### B. Pengumpulan Data

Pada tahapan ini peneliti mengumpulkan data-data pendukung proses optimasi jarak distribusi melalui proses wawancara serta *searching* di laman Google Maps untuk mengumpulkan data jarak dan waktu tempuh perjalanan distribusi produk ke kelima kota tujuan yaitu dari Kota Kupang, Kota Soe, Kota Kefa, Kota Atambua dan Kota Besikama. Proses wawancara dilakukan bersama salah satu pegawai PT. Semen Kupang yang bertugas untuk mendata proses pendistribusian produk ke berbagai toko pusat yang terletak di kota lainnya. Pertanyaan yang diajukan seputar kegiatan distribusi produk semen serta alur produksi yang dijalankan di lokasi.

### C. Analisa dan Pengolahan Data

Tahapan ini merupakan tahapan paling penting yang akan dilakukan se usai mengumpulkan data untuk keperluan optimasi jarak dan waktu proses pendistribusian produk lokal NTT pada penelitian ini. Tahap menganalisa data dimulai dari Menyusun data-data awal yang akan dijadikan sebagai masukan atau data (input) yang siap untuk diproses dan diperlukan untuk menunjang perhitungan menggunakan Algoritma Genetika data inputan tersebut diantaranya yaitu jarak (Km)

dan waktu (s) tempuh sebagai parameter pengujian yang diambil dari Google Maps. Selanjutnya data-data yang telah dianalisis akan melalui tahap pengolahan data yang dilakukan dengan mengikuti alur dari seluruh tahapan proses pada Algoritma Genetika. Setelah melakukan pengolahan data dengan perhitungan secara manual hasil kemudian diujikan dengan memanfaatkan bantuan program yang dibangun menggunakan Matlab2016. Adapun untuk tahap analisa dan pengolahan data dalam penelitian ini akan melalui 12 tahapan diantaranya ditampilkan pada Alur Metode Penelitian berikut:

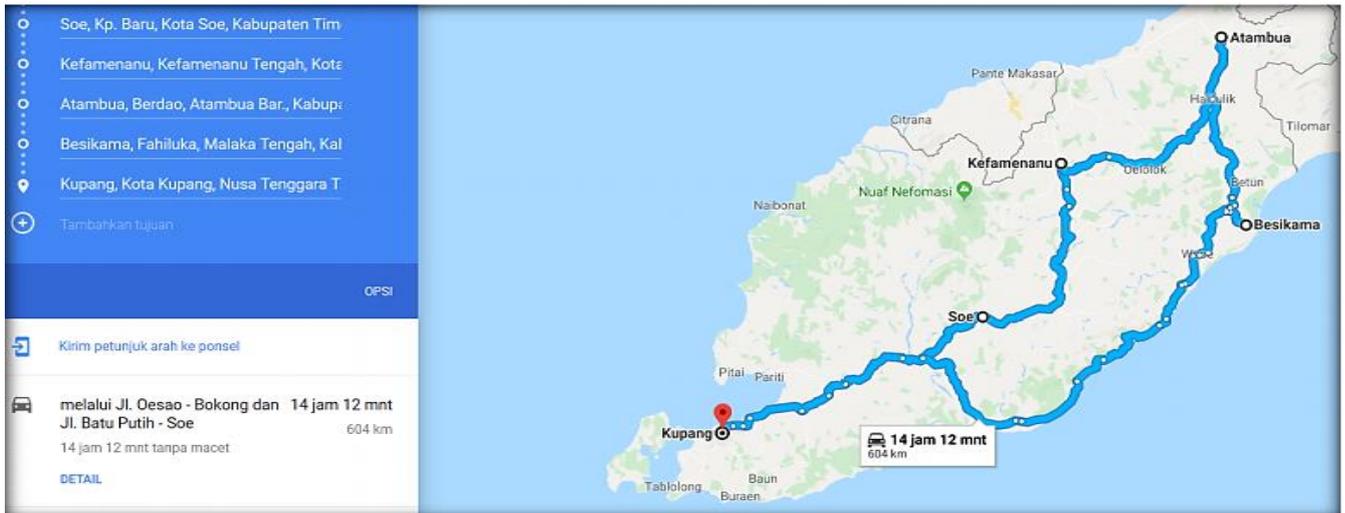


Gambar 1. Alur Metode Penelitian

Adapun setiap hasil observasi dan pengumpulan jarak tempuh serta waktu yang dibutuhkan dalam penelitian ini diacu peneliti melalui hasil pencaharian yang ditampilkan pada *Google Maps* diataranya diuraikan sebagai berikut :

- i. Jarak dari Kota A (Kupang) ke Kota B (Soe) berdasarkan perhitungan jarak melalui google maps adalah = 109 Km
- ii. Jarak dari Kota B (Soe) ke Kota C (Kefa) berdasarkan perhitungan jarak melalui google maps adalah = 86 Km
- iii. Jarak dari Kota C (Kefa) ke Kota D (Atambua) berdasarkan perhitungan jarak melalui google maps adalah = 88 Km
- iv. Jarak dari Kota D (Atambua) ke Kota E (Besikama) berdasarkan perhitungan jarak melalui google maps adalah = 75 Km

- v. Jarak dari Kota E (Besikama) ke Kota A (Kupang) berdasarkan perhitungan jarak adalah = 248 Km.

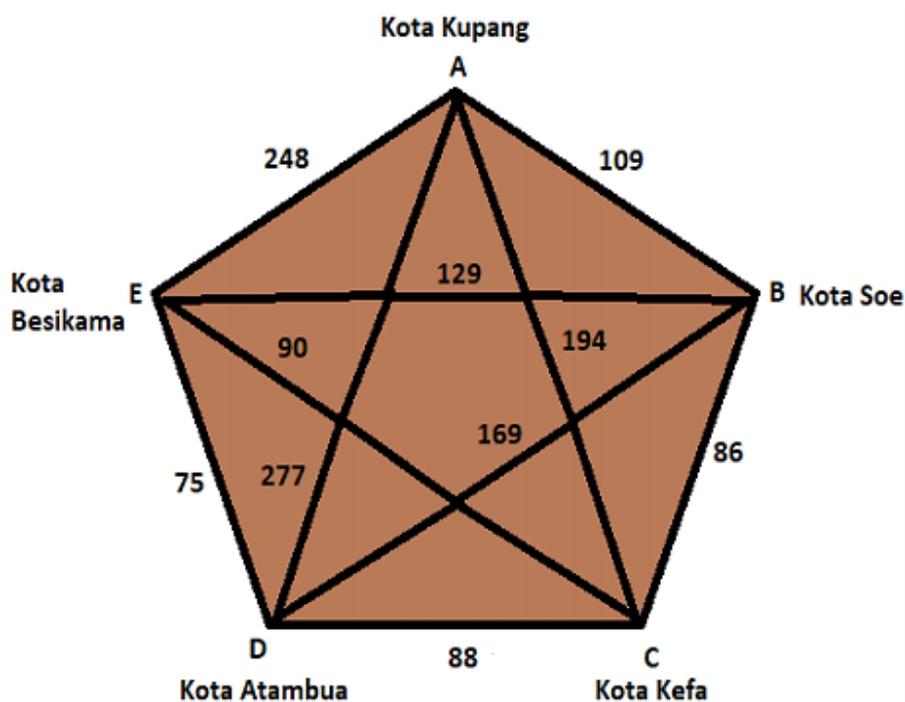


Gambar 2. Gambaran Jarak Tempuh TSP

Selanjutnya untuk rincian permasalahan yang akan terpecahkan melalui implementasi Algoritma Genetika ini yaitu:

- i. Mengoptimasi jarak tempuh terdekat untuk ditempuh oleh *Salesman* dalam mendistribusikan produk lokal NTT terkhusus pada kelima titik wilayah distribusi yakni Kota Kupang, Kota Soe, Kota Kefa, Kota Atambua dan Kota Besikama.
- ii. Menemukan jalur jarak tercepat dan terdekat untuk ditempuh oleh *Salesman* dalam mendistribusikan produk lokal NTT berdasarkan hasil perhitungan serta pengujian.
- iii. Mengatasi kesulitan yang dialami pihak distributor dalam penentuan jarak terbaik untuk penjelajahan distribusi barang melalui usulan sistem yang akan dirancang.
- iv. Meminimalkan dan mengoptimalkan waktu untuk perjalanan dari *salesman* dalam mendistribusikan produk lokal di wilayah Provinsi NTT.

Sebelum membahas penerapan Algoritma Genetika pada bahasa pemrograman, akan terlebih dahulu dibahas gambaran jarak penyelesaian TSP untuk kelima kota terkait. Dimana Perjalanan awal dimulai dari titik kota A yakni Kota Kupang. Dalam formulasi permasalahan terdapat 5 titik atau kota yang menjadi rute perjalanan dari seorang *salesman* dalam mendistribusikan produk lokal NTT, yakni titik A, B, C, D, E. Perjalanan bermula pada titik A dan kemudian berakhir kembali pada titik A (awal). Dengan ilustrasi jalur pada graf berikut:



Gambar 3. Gambaran Jarak Tempuh TSP

Persoalan TSP yang telah dipetakan kemudian akan diselesaikan dengan memanfaatkan implementasi dari Algoritma Genetika. Selanjutnya untuk pemilihan kriteria tidak lagi ditentukan pada tahapan awal jika setelah pemrosesan data dalam setiap generasi yang berbeda secara berturut-turut menghasilkan *fitness* terendah dengan nilai yang konstan. Penetapan angka *fitness* terkecil kemudian yang dijadikan sebagai prasyarat dikarenakan angka tersebut menggambarkan jarak terdekat yang dicari dalam penyelesaian masalah TSP.

Secara singkat dapat diuraikan tahapan pengolahan data berdasarkan alur penelitian dimulai dari penginputan jarak dengan preferensi waktu tempuh masing-masing sesuai dengan urutan kota yang disusun, lalu memasuki tahap perhitungan SPK menggunakan Algoritma Genetika (dalam tahapan ini urutan yang akan dilalui mengadopsi alur penyelesaian Algoritma Genetika yakni dari tahap menginisialisasi/encoding, tahap mengevaluasi nilai *fitness*, tahap menyeleksi kromosom, tahap pindah silang/*crossover*, tahap mutasi, serta yang terakhir yaitu tahap elitisme). Setelah perhitungan menggunakan alur Algoritma Genetika telah selesai diproses maka, akan menghasilkan output dari nilai *fitness* terkecil yang akan dijadikan sebagai kromosom terbaik/ jalur rute terpendek yang akan dilalui dalam proses pendistribusian produk.

#### D. Pengujian Menggunakan Program Matlab r2016

Pada tahapan ini hasil yang didapatkan melalui pengujian manual kemudian akan diujikan pada program sistem pendukung keputusan yang telah dirancang dan dibangun menggunakan code pada media Matlab r2016.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uraian bahasan dari penyelesaian permasalahan TSP serta pengujian yang didapat akan ditampilkan kedalam bentuk uraian teoritis, menggunakan cara penyelesaian kualitatif maupun kuantitatif dengan menggunakan urutan alur penyelesaian Algoritma Genetika seperti yang telah dibahas sebelumnya maka proses perhitungan diuraikan sebagai berikut :

### A. Menginisialisasi/Encoding

Tahapan pertama yaitu dilakukan proses menginisialisasi atau mengkode alur titik tempuh dengan melalui pengkonversian masalah dalam dunia nyata menjadi bentuk yang dapat diolah dengan menggunakan Algoritma Genetika. Pengkodean yang digunakan disini adalah pengkodean dalam bentuk decimal. Selanjutnya setelah didapatkan skema pengkodean, Langkah selanjutnya yaitu diinisialisasikan untuk beberapa populasi dengan nilai N kromosom. Dimana disusun bahwa peneliti membangkitkan sebanyak 6 populasi pada satu generasi:

Kromosom 1 : (B D E C)  
 Kromosom 2 : (D B E C)  
 Kromosom 3 : (C B D E)  
 Kromosom 4 : (E B C D)  
 Kromosom 5 : (E C B D)  
 Kromosom 6 : (C D E B)

### B. Mengevaluasi Nilai Fitness

Selanjutnya pada tahapan kedua yaitu mengevaluasi nilai *fitness* yang mana fungsi *fitness* pada masalah ini diambil berdasarkan tujuan dan batasan dalam pengujian kemudian peneliti akan melakukan perhitungan *fitness* untuk ke enam kromosom yang dibangkitkan dari tahapan sebelumnya. Berikut dijabarkan hasil perhitungan untuk nilai *fitness* dari setiap uji kromosom:

*Fitness* (1) :  $AB + BD + DE + EC + CA = 109 + 169 + 75 + 90 + 194 = 637$   
*Fitness* (2) :  $AD + DB + BE + EC + CA = 277 + 169 + 129 + 90 + 194 = 859$   
*Fitness* (3) :  $AC + CB + BD + DE + EA = 194 + 86 + 169 + 75 + 248 = 772$   
*Fitness* (4) :  $AE + EB + BC + CD + DA = 248 + 129 + 86 + 88 + 277 = 828$   
*Fitness* (5) :  $AE + EC + CB + BD + DA = 248 + 90 + 86 + 169 + 277 = 870$   
*Fitness* (6) :  $AC + CD + DE + EB + BD = 194 + 88 + 75 + 129 + 277 = 763$

### C. Menyeleksi Kromosom

Langkah selanjutnya yaitu melakukan seleksi terhadap nilai kromosom yang telah didapatkan sebelumnya. Dikarenakan pada permasalahan TSP yang paling diinginkan yaitu kromosom dengan nilai *fitness* yang terkecil yang mana akan memiliki nilai probabilitas untuk terpilih kembali menjadi jauh lebih besar maka digunakanlah fungsi *inverse* dalam proses menyeleksi kromosom yang ditunjukkan sebagai berikut:

$Q(i) : 1 / Fitness[i] \quad (1)$   
 $Q(1) : 1 / 637 = 0,0015$   
 $Q(2) : 1 / 859 = 0,0011$   
 $Q(3) : 1 / 772 = 0,0012$   
 $Q(4) : 1 / 828 = 0,0012$   
 $Q(5) : 1 / 870 = 0,0011$   
 $Q(6) : 1 / 763 = 0,0013$   
 Total :  $0,0015 + 0,0011 + 0,0012 + 0,0012 + 0,0011 + 0,0013 = 0,0074$

Lalu dalam menentukan nilai probabilitas akan digunakan uraian rumus perhitungan dengan penyelesaiannya dalam uraian selanjutnya.

$P[i] : Q[i] / Total \quad (2)$   
 $P(1) : 0,0015 / 0,0074 = 0,202$   
 $P(2) : 0,0011 / 0,0074 = 0,148$   
 $P(3) : 0,0012 / 0,0074 = 0,162$   
 $P(4) : 0,0012 / 0,0074 = 0,162$   
 $P(5) : 0,0011 / 0,0074 = 0,148$   
 $P(6) : 0,0013 / 0,0074 = 0,175$

Berdasarkan perhitungan probabilitas tersebut maka dapat dilihat bahwa kromosom ke-enam (6) yang mendapatkan nilai *fitness* terkecil oleh karena itu kromosom tersebut memiliki tingkat kemungkinan terbesar untuk dijadikan pilihan pada generasi selanjutnya jika dibandingkan dengan kromosom-kromosom lainnya. Proses seleksi selanjutnya digunakan model kalkulasi perhitungan *roulette wheel*, untuk itu maka pertama-tama peneliti harus menetapkan penilaian kumulatif dari probabilitasnya dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} C(1) &: 0,202 \\ C(2) &: 0,202+0,148 = 0,35 \\ C(3) &: 0,35 + 0,162 = 0,512 \\ C(4) &: 0,512+0,162 = 0,674 \\ C(5) &: 0,674+0,148 = 0,822 \\ C(6) &: 0,822+0,175 = 0,997 \end{aligned}$$

Alur tahap dengan menggunakan *roulette-wheel* dilakukan dengan cara menyusun nilai acak R diantara 0 sampai 1. Apabila  $R[k] < C[k]$  selanjutnya kromosom ke-n yang akan menjadi kromosom utama (induk), selain itu melalui pemilihan kromosom-n menjadi induk proses kemudian dilakukan dengan ketentuan  $C[k-1] < R[k] < C[k]$ . Apabila *roulette-wheel* diputar sesuai dengan jumlah kromosom yaitu sebanyak 6x (akan membangkitkan nilai acak R).

$$\begin{aligned} R(1) &: 0,314 \\ R(2) &: 0,111 \\ R(3) &: 0,342 \\ R(4) &: 0,743 \\ R(5) &: 0,521 \\ R(6) &: 0,411 \end{aligned}$$

Setelah itu, populasi baru akan terbentuk, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Kromosom (1) : (2)} &= [D B E C] \\ \text{Kromosom (2) : (1)} &= [B D E C] \\ \text{Kromosom (3) : (3)} &= [C B D E] \\ \text{Kromosom (4) : (5)} &= [E C B D] \\ \text{Kromosom (5) : (4)} &= [E B C D] \\ \text{Kromosom (6) : (6)} &= [C D E B] \end{aligned}$$

#### D. Crossover (Pindah Silang)

Langkah selanjutnya yaitu melakukan perhitungan untuk *Crossover* atau pindah silang antar kromosom pada TSP. Yang mana akan dikalkulasikan menggunakan pemanfaatan skema *order crossover*. Dengan menggunakan model skema tersebut, setiap sisi kromosom akan dipindah silangkan atau ditukar dengan tetap memperhatikan dan memastikan urutan wilayah yang bukan menjadi bagian dari kromosom terkait. Pada kromosom pilihan yang menjadi induk akan ditentukan secara acak selain itu untuk banyak kromosom yang dipindah silangkan dipengaruhi oleh parameter *crossover probability* ( $\tilde{nc}$ ). Contoh  $\tilde{nc}$  : 50%, maka diharapkan dalam 1 generasi akan terdapat 100% dari populasi mengalami *crossover*.

Pertama-tama perlu untuk membangkitkan bilangan acak R sebanyak jumlah populasi yang ada yakni sebanyak enam kali pembangkitan. Seperti pada pembahasan berikut.

$$\begin{aligned} R(1) &: 0,451 \\ R(2) &: 0,211 \\ R(3) &: 0,302 \\ R(4) &: 0,877 \\ R(5) &: 0,771 \\ R(6) &: 0,131 \end{aligned}$$

Lalu, nilai kromosom ke-n akan ditetapkan sebagai induk apabila  $R[k] < \tilde{n}c$ . Dalam pembahasan TSP ini yang akan terpilih ialah Kromosom ke-2, Kromosom ke-3, dan Kromosom ke-6. Lanjutan dari tahapan pemilihan induk, alur selanjutnya yaitu dengan menentukan posisi pindah silang. Tahapan tersebut dijalankan melalui pembangkitan bilangan random diantara 1 hingga sampai kromosom-1.

Pada pemecahan kasus TSP untuk kelima kota ini yang menjadi bilangan acak diperoleh diantara rentang 1 sampai 3. Sebagai contoh misalkan didapatkan hasil bilangan acak adalah 1, maka untuk pilihan gen pertama pada kromosom induk awal kemudian akan ditukarkan dengan gen kromosom induk selanjutnya yang belum ada pada induk pertama dengan tetap memperhatikan urutannya. Berikut kromosom induk yang akan di-*crossover*:

C (2) : 2

C (3) : 1

C (6) : 2

Proses *crossover* :

Kromosom (2) = Kromosom (2)  $\times\times$  Kromosom (3) = B D E C  $\times\times$  C B D E = BDCE

Kromosom (3) = Kromosom (3)  $\times\times$  Kromosom (6) = C B D E  $\times\times$  C D E B = CDEB

Kromosom (6) = Kromosom (6)  $\times\times$  Kromosom (2) = C D E B  $\times\times$  B D E C = CDBE

Hasil populasi yang didapatkan setelah di-*crossover* :

Kromosom (1) = [D B E C]

Kromosom (2) = [B D C E]

Kromosom (3) = [C D E B]

Kromosom (4) = [E C B D]

Kromosom (5) = [E B C D]

Kromosom (6) = [C D B E]

#### E. Mutasi

Langkah selanjutnya yaitu mutasi hasil populasi dari kromosom sebelumnya. Untuk pemecahan masalah TSP distribusi ini akan memanfaatkan skema mutasi dengan model *swapping mutation*. Banyaknya kromosom yang akan mengalami proses bermutasi untuk satu populasi ditentukan oleh *parameter mutation rate* ( $\tilde{n}m$ ). Adapun prosedur mutasi dioperasikan melalui penukaran gen terpilih secara acak. Apabila gen tersebut berada penghujung kromosom, maka akan ditukarkan dengan gen awal. Tahaan awal akan dikalkulasi dahulu Panjang dari keseluruhan gen yang terdapat di dalam satu populasi dengan rumusan: Total langkai gen = Jumlah gen dalam 1 kromosom x Jumlah Kromosom (3) =  $4 \times 6 = 24$ . Pemilihan letak gen yang bermutasi maka akan ditetapkan melalui pembangkitan bilangan acak antara 1– Total langkai gen yaitu 1-24. Misalnya ditentukan  $\tilde{n}m = 20\%$ . Maka jumlah gen yang akan dimutasi =  $0,2 \times 24 = 4,8 = 5$ . Lima buah posisi gen yang akan dimutasi, setelah diacak adalah posisi 3, 7, 10, 20, 24.

Proses mutasi :

Kromosom (1) : [D B C E]

Kromosom (2) : [B D E C]

Kromosom (3) : [C E D B]

Kromosom (4) : [E C B D]

Kromosom (5) : [D B C E]

Kromosom (6) : [E D B C]

Tahapan alur Algoritma Genetika dalam 1 generasi telah selesai. Maka angka *fitness* setelah 1 generasi yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

*Fitness* (1) : AD + DB + BC + CE + EA = 277 + 169 + 86 + 90 + 248 = 870

*Fitness* (2) : AB + BD + DE + EC + CA = 109 + 169 + 75 + 90 + 194 = 637

$$\begin{aligned} \text{Fitness (3)} &: AC + CE + ED + DB + BA = 194 + 90 + 75 + 169 + 109 = 637 \\ \text{Fitness (4)} &: AE + EC + CB + BD + DA = 248 + 90 + 86 + 169 + 277 = 870 \\ \text{Fitness (5)} &: AD + DB + BC + CE + EA = 277 + 169 + 86 + 90 + 248 = 870 \\ \text{Fitness (6)} &: AE + ED + DB + BC + CA = 248 + 75 + 169 + 86 + 194 = 772 \end{aligned}$$

Pada tahap sebelumnya berhasil ditentukan kriteria berhenti Dapat dilihat bahwa untuk 1 generasi ditemukan nilai *fitness* terendah atau paling kecil dan tetap. Bila proses kalkulasi dilanjutkan hingga generasi ke-N.. maka dapat dipastikan bahwa angka *fitness* terkecil tidak akan mengalami perubahan hal ini juga ditunjukkan melalui hasil pengujian menggunakan program Matlab r 2016. Rangkaian kalkulasi cukup diuraikan hingga generasi ke-1 namun solusi yang mendekati optimal telah didapatkan. Oleh karena itu, dapat dibuktikan Algoritma Genetika mampu menyelesaikan persoalan TSP yang dialami pada kasus distribusi produk.

#### F. Elitisme

Langkah terakhir dalam algoritma genetika yaitu elitisme. Dalam tahapan ini, alur seleksi dijalankan secara acak dengan begitu maka tidak akan ada jaminan suatu individu yang memiliki angka *fitness* terbesar akan selalu dipilih. Meskipun kromosom ataupun individu yang memiliki angka *fitness* terbesar kemudian dipilih, maka hal itu tidak menutup kemungkinan individu terkait untuk mengalami kerusakan (terjadi penurunan angka *fitness*) oleh karena dilakukannya *crossover*, maka untuk dapat melindungi individu dengan angka *fitness* tertinggi tidak hilang selama evolusi, perlu dibuat satu atau beberapa kopinya. Dimana untuk hasil *fitness* yang tertinggi didapat pada *Fitness*(1), (4) dan (5). Namun untuk *Fitness* yang terkecil dan teroptimal dengan jarak tempuh terbaik bagi *salesman* ialah pada *Fitness* Ke-2 dan Ke (3) yang berturut selalu menghasilkan nilai teroptimal yaitu 637 Km.

#### G. Pengujian Kalkulasi Algoritma Genetika

Tahapan akhir yang akan dilakukan yaitu pengujian keakuratan hasil dengan melakukan percobaan terhadap nilai-nilai parameter yang akan dirubah untuk melihat perbandingan hasil terpendek yang akan dihasilkan. Diantaranya pada penelitian ini terdapat sejumlah parameter yang harus diinputkan pada sistem sebelum memulai proses perhitungan optimasi jarak menggunakan algoritma genetika. Parameter tersebut diantaranya “Jarak” dan “Waktu Kunjung”, dari satu wilayah menuju wilayah lainnya di sekitaran pusat distribusi produk lokal Provinsi NTT. Selain itu untuk parameter algoritma yang dapat dirubah disini ialah “Jumlah Populasi Kromosom”. Jumlah Populasi Kromosom digunakan untuk mendukung penentuan jumlah kromosom yang akan digunakan dalam populasi titik wilayah distribusi pada algoritma genetika. Pengujian dilakukan untuk mencocokkan hasil perhitungan manual dengan sistem serta mengukur nilai *fitness* terkecil/terbesar, banyak iterasi yang dilakukan dan lama waktu pemrosesan yang diperlukan agar mampu menghasilkan ukuran optimasi dan rute teroptimal pendistribusian produk. Berikut dijabarkan hasil pengujian sistem dalam tabel.

Tabel 1. Data Hasi Uji Sistem

Uji Ke-	Jumlah Populasi	Metode Uji	Kondisi Rute Akhir	Nilai <i>Fitness</i>	Jarak Terpendek	Waktu Pemrosesan
1	6	Roulette	A-B-D-E-C	637	1	00:00:10,3
2	10	Roulette	A-C-D-B-E	637	2	00:00:10,3
3	20	Roulette	D-E-A-C-B	640	3	00:00:13,5
4	30	Roulette	C-D-E-B-A	642	4	00:00:13,0
5	40	Roulette	A-E-D-B-C	642	5	00:00:14,7

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel tersebut dapat disimpulkan, semakin banyak jumlah populasi kromosom yang dibangkitkan maka akan semakin sedikit jumlah iterasi yang dibutuhkan agar dapat menghasilkan nilai *fitness* yang teroptimal. Dapat diujikan dengan menggunakan metode uji lainnya seperti metode *elite* dan *rank* untuk mendapatkan hasil optimasi yang lebih beragam. Berdasarkan pengujian diatas algoritma genetika mampu memberika ukuran jarak dengan rute

perjalanan teroptimal dengan rute terpendek yang dapat ditempuh oleh *salesman* yaitu A-B-D-E-C (Kota Kupang- Kota Soe, Kota Atambua, Kota Besikama, Kota Kefa) dan total jarak teroptimal sebesar= 637Km., walau dalam pengujian dengan mengubah nilai populasi didapatkan hasil yang beragam namun satu yang paling optimal yaitu yang memiliki total nilai *fitness* terkecil.

Berikut ditampilkan hasil perancangan dan implementasi sistem untuk pemecahan masalah *Traveling salesman problem* (TSP) dengan menggunakan MatLab 2016.

```

167 -     b = x1+x6+x10+x9+x2;
168 -     if r2>c2
169 -     b = x2+x5+x6+x10+x4;
170 -     c = x3+x6+x7+x9+x2;
171 -     if r3>c3
172 -     c = x4+x7+x5+x8+x3;
173 -     d = x2+x5+x6+x10+x4;
174 -     if r4>c4
175 -     d = x4+x9+x5+x6+x3;
176 -     e = x4+x7+x5+x8+x3;
177 -     if r5>c5
178 -     e = x2+x8+x10+x7+x1;
179 -     f = x4+x9+x5+x6+x3;
180 -     end
181 -     end
182 -     end
183 -     end
184 -     end
185 -     % pindah silang dengan ketentuan induk adalah kromosom[2], kromosom[3],
186 -     % kromosom[6] dan bilangan acak 2,1,2
187 -     b = x1+x6+x8+x9+x4;
188 -     c = x2+x8+x10+x7+x1;
189 -     f = x2+x8+x6+x7+x4;
190 -     %mutasi dengan ketentuan posisi gen ke 3,7,10,20,24 yang termutasi
191 -     a = x3+x6+x5+x9+x4;
192 -
193 -     b = x1+x6+x10+x9+x2;
194 -

```

Gambar 4. Tampilan Source Code Algoritma Genetika Pada Matlab r 2016

The screenshot shows a MATLAB application window with the following components:

- Title Bar:** AgTsp
- Header:** Implementasi Algoritma Genetika Untuk Optimasi Jarak Terpendek Yang Ditempuh Salesman Di 5 Kota Pada Provinsi NTT
- Input Section:** Input Jarak Lokasi Kota. A grid of input fields for distances between 5 cities (A-E):
 

Kota A-B	109	Kota B-C	86	Kota C-D	88	Kota D-E	75
Kota A-C	194	Kota B-D	169	Kota C-E	90		
Kota A-D	277	Kota B-E	129				
Kota A-E	248						
- Visualization Section:**
  - Pembangkit Bilangan Acak:** A row of six blue boxes containing the values: 637, 859, 772, 828, 870, 595.
  - Hasil Seleksi Kromosom:** A plot showing several blue boxes with fitness values: 0.00156986, 0.00116414, 0.00129534, 0.00120773, 0.00114943, 0.00168087.
  - Alternatif Jauh Terpendek:** A large blue box containing the value 637.
- Bottom Section:** A large red button labeled **HITUNG**.

Gambar 5. Tampilan *Running* Penyelesaian TSP Dengan MatLab

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat diambil yaitu:

- 1) Setiap langkah pengujian menghasilkan rute yang berbeda.
- 2) Algoritma Genetika mampu memberikan hasil optimasi jarak dan waktu terpendek dengan proses perhitungan singkat yang dapat dijadikan sebagai acuan rute tempuh dalam pendistribusian produk.
- 3) Hasil pengujian menunjukkan semakin banyak jumlah populasi kromosom yang dibangkitkan maka akan semakin sedikit jumlah iterasi yang dibutuhkan agar dapat menghasilkan nilai *fitness* yang teroptimal yaitu 637 Km dengan rute perjalanan dari Kota Kupang- Kota Soe, Kota Atambua, Kota Besikama, Kota Kefa.
- 4) Algoritma Genetika pada penelitian ini dapat menemukan jarak yang terpendek namun hasilnya tidak bisa 100% di implementasikan karena dimulai dari node mana saja yang di random di penentuan kromosom awal , namun pada kasus yang sebenarnya distribusi dimulai dari node W (*Warehouse*) mungkin perlu pengembangan lagi agar Algoritma Genetika ini dapat di implementasikan dengan baik untuk pendistribusian produk.

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya:

- 1) Penelitian ini hanya menggunakan parameter jarak tempuh dan waktu tempuh untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat dikembangkan dengan penambahan parameter lainnya seperti kapasitas pengantaran produk serta estimasi bahan bakar yang dibutuhkan untuk lebih melengkapi kriteria perhitungan yang digunakan.
- 2) Menggunakan 5 titik kota untuk perhitungan TSP. Dalam penelitian selanjutnya bisa ditambahkan lebih banyak titik kota sebagai dataset perhitungan lanjutan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada ibu Kusrini selaku dosen pengampu mata kuliah *Decision Support System* serta ibu Dina Maulina yang telah memberi dukungan serta bimbingan terhadap penyusunan penelitian ini.

#### REFERENSI

- [1] Nugraha, A. E. P., dan Wahyuhastuti, N., 2017, Start Up Digital Business: Sebagai Solusi Penggerak Wirausaha Muda. Vol. 2, Ed. 1, *Jurnal Nusantara Aplikasi Manajemen Bisnis*, hal 1-9.
- [2] Rumondang, A., Sudirman, A., Sitorus, S., Kusuma, A. H. P., Manuhutu, M., Sudarso, A., dan Arif, N. F., 2020, *Pemasaran Digital dan Perilaku Konsumen*, Vol. 1, Yayasan Kita Menulis, Medan.
- [3] Utomo, R. G., Maylawati, D. S. A., dan Alam, C. N. 2018, Implementasi Algoritma Cheapest Insertion Heuristic (CIH) dalam Penyelesaian Travelling Salesman Problem (TSP). Vol. 3, Ed. 1, *Jurnal Online Informatika*, Hal 61-67.
- [4] Pitaloka, D. A., dan Mahmudy, W. F., 2014. Penyelesaian Vehicle Routing Problem With Time Windows (VRPTW) Menggunakan Algoritma Genetika Hybrid. Vol. 1, Ed 2, *Journal of Environmental Engineering and Sustainable Technology*, Hal 104-110.

- [5] Jollyta, D., and Hajjah, A., 2017, Genetic Algorithms to Optimizitize Lecturer Assessment's Criteria, In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 97, No. 1, p. 012005. IOP Publishing, England.
- [6] Djamarus, D., 2016, Perbandingan Genetic Algorithm dan Ant Colony System Dalam Menyelesaikan Travelling Salesman Problem, *Skripsi*, Program Studi Teknik Informatika, Univ. Sanata Dharma, Yogyakarta.
- [7] Adipranata, R., Soedjianto, F., dan Tjondro, W., 2017. Perbandingan Algoritma Exhaustive, Algoritma Genetika Dan Algoritma Jaringan Syaraf Tiruan Hopfield Untuk Pencarian Rute Terpendek, Doctoral Dissertation, Program Studi Teknik Informatika, Univ. Kristen Petra, Surabaya.
- [8] Hasibuan, M. D. A. C., 2015, Pencarian Rute Terbaik Pada Travelling Salesman Problem (TSP) Menggunakan Algoritma Genetika pada Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Pekanbaru, Vol. 1, Ed. 1, *SATIN-Sains dan Teknologi Informasi*, Hal 35-46.
- [9] Saiful, R., Zakaria, L., Aang, N., dan Asmiati, A., 2020, Optimisasi Travelling Salesman Problem dengan Algoritma Genetika pada Kasus Pendistribusian Barang PT. Pos Indonesia di Kota Bandar Lampung, Vol. 16, Ed. 1, *Junal Matematika Integraftif*, Hal, 61-73.
- [10] K, Suyanto., Widodo, A. W., dan Cholissodin., I, 2017, Mengoptimasi Multiple Travelling Salesman Problem Pada Pendistribusian Air Minum Menggunakan Algoritme Genetika (Studi Kasus: Ud. Tosa Malang), *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*.