

PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA DALAM OPTIMASI PENDISTRIBUSIAN PUPUK DI PT PUPUK ISKANDAR MUDA ACEH UTARA

Oleh : Sayed Fachrurrazi, S.Si, M.Kom ²

Abstrak

Penelitian ini membahas tentang Implementasi Persoalan Optimasi Rute Terpendek Pendistribusian Pupuk pada PT. Pupuk Iskandar Muda berbasis Algoritma Genetika. Optimasi pendistribusian pupuk ditekankan pada pencarian dengan menggunakan jalur terpendek, dimana akan dicari beberapa alternatif solusi penyelesaian yang lebih efektif dan efisien. Aplikasi ini dibangun dengan bantuan bahasa pemrograman Visual Basic 6.0 dan MySQL Front. Penentuan rute ditentukan oleh berapa kota yang akan dilalui dan kota apa saja yang akan dilalui. Hasil Implementasi Algoritma Genetika disini menampilkan rute mana yang optimum. Jalur yang dicapai dengan jalur terpendek dengan menggunakan 21 kota input dengan total jarak 2255 Km.

Kata kunci : *Algoritma Genetika, Optimasi, Distribusi Pupuk, Jalur Terpendek, Optimum*

² Program Studi Teknik Informatika, Universitas Malikussaleh Reuleut, Aceh Utara, Aceh-Indonesia.
E-mail : sayed_adan79@yahoo.com



1. PENDAHULUAN

Permasalahan optimasi merupakan permasalahan yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini tidak terlepas dari sifat manusia yang ingin mendapat keuntungan maksimum dan menderita kerugian yang minimum.

PT. PIM selaku produsen pupuk terletak di kabupaten Aceh Utara, dan memiliki jangkauan distribusi yang sangat luas. Tempat-tempat distribusinya pun sudah ditentukan oleh PT. PIM dengan berbagai persyaratan dan seleksi. Oleh karena itu bagaimana jika PT. PIM ingin mendistribusikan pupuk ke Distributor tertentu dengan Ketentuan distributor yang dituju berbeda-beda setiap harinya.

Dari permasalahan ini bagaimana menentukan rute yang tepat sehingga pendistribusian tersebut dapat sampai ke tempat tujuan dalam waktu yang singkat dan efisien. Waktu yang singkat dan efisien disini adalah difokuskan pada jarak yang terpendek. Untuk menyelesaikan masalah ini sangat cocok menggunakan Algoritma Genetika, karena pada dasarnya Algoritma Genetika mencari penyelesaian secara menyeluruh bukan per point saja. Disini Algoritma Genetika akan menyelesaikan permasalahan secara menyeluruh, dengan demikian akan diperoleh hasil yang seoptimal mungkin. Dengan input seberapa banyak kota yang akan didistribusikan oleh PT.PIM sesuai permintaan pelanggan maka diharapkan dengan menggunakan Algoritma Genetika akan memberikan hasil yang optimum yaitu jalur dengan jarak yang terpendek.

2. DASAR TEORI

a. Optimasi

Optimasi adalah salah satu disiplin ilmu dalam Matematika yang fokus untuk mendapatkan nilai minimum atau maksimum secara sistematis dari suatu fungsi, peluang, maupun pencarian nilai lainnya dalam berbagai kasus. Optimasi sangat berguna di hampir segala bidang dalam rangka melakukan usaha secara efektif efisien untuk mencapai target hasil yang ingin dicapai. Tentunya hal ini akan sangat sesuai dengan prinsip ekonomi yang berorientasikan untuk senantiasa menekan pengeluaran untuk menghasilkan outputan yang maksimal. Optimasi ini juga penting karena persaingan saat ini sudah benar benar sangat ketat.

b. Distribusi

Persoalan transportasi membahas masalah pendistribusian suatu komoditas atau produk dari sumber (*supply*) kepada sejumlah tujuan (*destination, demand*) dengan tujuan meminimumkan ongkos pengangkutan. Ciri-ciri khusus persoalan transportasi [3] adalah :

1. Terdapat sejumlah sumber dan sejumlah tujuan tertentu.
2. Kuantitas komoditas atau produk yang didistribusikan dari setiap sumber dan yang diminta oleh setiap tujuan, besarnya tertentu.

Komoditas yang dikirim atau yang diangkut dari suatu sumber ke suatu tujuan, besarnya sesuai dengan permintaan dan atau kapasitas sumber.



Ongkos pengangkutan komoditas dari suatu sumber ke suatu tujuan, besarnya tertentu. Dengan jarak terpendek maka ongkos pengiriman pun lebih minim.

Penelitian ini membahas tentang Implementasi Persoalan Optimasi Rute Terpendek Pendistribusian Pupuk pada PT.

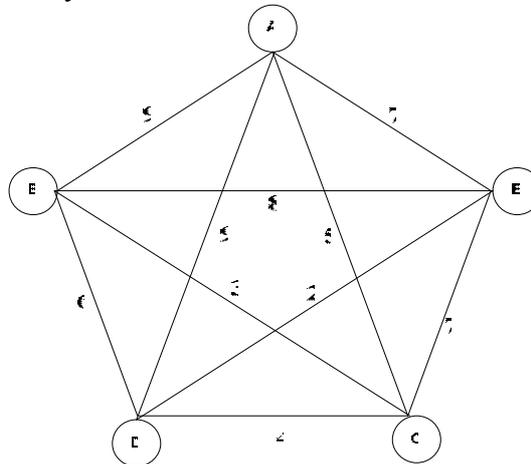
Sayed Fachrurrazi, S.Si, M.Kom

c. Distribusi pada PT.PIM

PT Pupuk Iskandar Muda atau biasa disebut PT PIM adalah anak perusahaan PT Pusri (Persero) yang bergerak dalam bidang industri pupuk urea dan industri kimia lainnya, merupakan proyek berskala besar pertama yang dipercayakan Pemerintah kepada kontraktor nasional. PT. PIM didirikan berdasarkan Akte Notaris Soeleman Ardjasmita SH No. 54 pada tanggal 24 Februari 1982, dengan nama PT Pupuk Iskandar Muda (Persero). Penetapan lokasi pembangunan pabrik PT PIM di Lhokseumawe – Aceh Utara berdasarkan faktor ketersediaan cadangan gas bumi, sumber air baku dan adanya sarana pelabuhan pabrik pupuk PT. AAF sebagai tempat bongkar muat peralatan pabrik, serta letak yang sangat strategis bagi negara tujuan ekspor. PT. PIM merupakan pabrik pupuk urea ke 11 di Indonesia dan merupakan pabrik pupuk urea ke 2 setelah PT AAF di Propinsi Aceh.

d. Graf

Graf adalah kumpulan simpul (*nodes*) yang dihubungkan satu sama lain melalui sisi/busur (*edges*) [2]. Suatu graf G terdiri dari dua himpunan yaitu himpunan V (simpul) dan himpunan E (busur). Busur dapat menunjukkan hubungan (relasi) sembarang seperti rute penerbangan, jalan raya, sambungan telepon, ikatan kimia, dan lain-lain. Notasi graf: $G(V, E)$ artinya graf G memiliki simpul V dan busur E . Berikut ini adalah contoh graf dan penyelesaiannya:



Dari Gambar 2.1. Contoh graf

Graf ABCDE diatas akan dicari solusi jalur terpendek dari simpul A kembali lagi ke simpul A dengan syarat simpul-simpul yang dilalui hanya sekali.



e. TSP(Travelling Salesperson Problem)

Salah satu cara termudah untuk menyelesaikan TSP yaitu dengan menggunakan algoritma brute force. Hal yang dilakukan yaitu mencoba semua kombinasi dan mencari rute yang paling murah. Tetapi hal tersebut memerlukan waktu yang sangat lama karena banyaknya jumlah kombinasi yang ada. Sebagai contoh, jumlah kombinasi rute untuk 5 kota adalah $20! = 2,4 \times 10^{18}$. Jumlah yang sangat besar untuk suatu algoritma pencarian. Contoh pencarian TSP dengan metode brute Force sesuai gambar: Jumlah node (n) ada 5 buah, Jumlah kemungkinan jalur = $(n-1)! / 2$, Jumlah jalur $4! / 2 = 12$ buah. Dimisalkan titik asal A dan titik akhir adalah A. Maka jumlah jalur dan panjang lintasannya adalah :

1. Lintasan 1 = (a b c d e a) = (a e d c b a)
= $7 + 7 + 4 + 6 + 9 = 33$
2. Lintasan 2 = (a b c e d a) = (a d e c b a)
= $7 + 7 + 3 + 6 + 9 = 32$
3. Lintasan 3 = (a b d c e a) = (a e c d b a)
= $7 + 2 + 4 + 3 + 9 = 25$
4. Lintasan 4 = (a b d e c a) = (a c e d b a)
= $7 + 2 + 6 + 3 + 5 = 23$
5. Lintasan 5 = (a b e c d a) = (a d c e b a)
= $7 + 8 + 3 + 4 + 9 = 31$
6. Lintasan 6 = (a b e d c a) = (a c d e b a)
= $7 + 8 + 6 + 4 + 5 = 30$
7. Lintasan 7 = (a c b d e a) = (a e d b c a)
= $5 + 7 + 2 + 6 + 9 = 29$
8. Lintasan 8 = (a c b e d a) = (a d e b c a)
= $5 + 7 + 8 + 6 + 9 = 35$
9. Lintasan 9 = (a c d b e a) = (a e b d c a)
= $5 + 4 + 2 + 8 + 9 = 28$
10. Lintasan 10 = (a d b c e a) = (a e c b d a)
= $9 + 2 + 7 + 3 + 9 = 30$
11. Lintasan 11 = (a d b e c a) = (a c e b d a)
= $9 + 2 + 8 + 3 + 5 = 27$
12. Lintasan 12 = (a d c b e a) = (a e b c d a)
= $9 + 4 + 7 + 8 + 9 = 37$

Lintasan yang jaraknya paling pendek adalah : 4 yaitu 23

f. Algoritma Genetika

Algoritma Genetika adalah algoritma pencarian yang didasarkan atas mekanisme seleksi alami dan evolusi biologis. Algoritma genetika mengkombinasikan antara deretan struktur dengan pertukaran informasi acak ke bentuk algoritma pencarian dengan beberapa perubahan bakat pada manusia. Pada setiap generasi, himpunan baru dari deretan individu dibuat berdasarkan kecocokan pada generasi sebelumnya[1]

Berikut ini beberapa definisi penting dalam Algoritma Genetika yaitu **Genotype (Gen)** yaitu sebuah nilai yang menyatakan satuan dasar yang membentuk suatu arti tertentu dalam satu kesatuan gen yang



Penelitian ini membahas tentang Implementasi Persoalan Optimasi Rute Terpendek Pendistribusian Pupuk pada PT.

Sayed Fachrurrazi, S.Si, M.Kom

dinamakan kromosom. Dalam Algoritma Genetika, gen ini bisa berupa nilai biner, float, integer maupun karakter. **Allele** merupakan nilai dari gen. **Kromosom** adalah gabungan gen-gen yang membentuk nilai tertentu. **Individu**, menyatakan satu nilai atau keadaan yang menyatakan salah satu solusi yang mungkin dari permasalahan yang diangkat. **Populasi**, merupakan sekumpulan individu yang akan diproses bersama dalam satu siklus proses evolusi. **Generasi**, menyatakan satu-satuan siklus proses evolusi. Sedangkan **Nilai Fitness**, menyatakan seberapa baik nilai dari suatu individu atau solusi yang didapatkan. Fungsi Fitness merupakan alat ukur yang digunakan untuk proses evaluasi kromosom. Nilai fitness dari suatu kromosom akan menunjukkan kualitas kromosom dalam populasi tersebut.

Adapun langkah-langkah penyelesaian pendistribusian pada PT.PIM menggunakan Algoritma Genetika dalam TSP adalah:

a. Inisialisasi Populasi

Inisialisasi ini dilakukan secara random dan hanya satu kali saja sewaktu *start* pertama kali Algoritma Genetika. Inisialisasi ini menghasilkan populasi awal dengan jumlah *chromosome* yang sesuai dengan yang kita harapkan.

b. Evaluasi

Evaluasi Ini adalah proses menghitung nilai fitness dari masing-masing *chromosome* yang ada. Rumus fitness :

c. seleksi

Melalui proses ini maka lahirlah generasi baru dimana *chromosome* diperoleh dari *chromosome* sebelumnya. Proses seleksi ini digunakan agar hanya kromosom-kromosom yang berkualitas yang dapat melanjutkan peranannya dalam proses algoritma genetika. Teknik seleksi yang akan digunakan tergantung pada permasalahan yang akan diselesaikan. Ada bermacam-macam teknik seleksi, diantaranya adalah *Roulette Wheel Selection*, *Rank Base Selection*, dan *Steady State Selection* [5].

Proses penseleksian pada makalah ini menggunakan teknik *Roulette Wheel*.

d. Crossover

Crossover adalah menyilangkan dua kromosom sehingga membentuk kromosom baru yang harapannya lebih baik dari pada induknya. Tidak semua kromosom pada suatu populasi akan mengalami proses rekombinasi. Kemungkinan suatu kromosom mengalami proses *crossover* didasarkan pada probabilitas *crossover* yang telah ditentukan terlebih dahulu. Probabilitas *crossover* menyatakan peluang suatu *chromosome* akan mengalami *crossover*. Ada beberapa teknik *crossover* yang dapat digunakan untuk menyelesaikan *Traveling Salesman Problem*, antara lain adalah *partially mapped crossover* (PMX), *order crossover* dan *cycle crossover*. Teknik rekombinasi yang digunakan adalah teknik *order crossover*. *Order crossover* (OX) diperkenalkan oleh Davis [2]. Teknik ini diawali dengan



membangkitkan dua bilangan acak. Kemudian gen yang berada diantara kedua bilangan acak akan disalin ke *offspring* dengan posisi yang sama. Langkah berikutnya untuk mendapatkan *offspring* pertama adalah mengurutkan gen yang berada pada *parent* kedua dengan urutan gen yang berada pada posisi setelah bilangan acak kedua diikuti dengan gen yang berada pada posisi sebelum bilangan acak pertama dan diakhiri dengan gen yang berada pada posisi diantara kedua bilangan acak.

Kemudian gen yang telah diurutkan tersebut dibandingkan dengan *offspring* pertama. Apabila gen tersebut ada pada *offspring* kedua maka abaikan gen tersebut dari urutan itu. Kemudian masukkan urutan yang baru saja didapat pada *offspring* dengan cara memasukkan urutan gen pada posisi setelah bilangan acak kedua terlebih dahulu dan sisanya dimasukkan pada posisi sebelum bilangan acak pertama.

e. Mutasi

Mutasi adalah proses penambahan nilai acak yang sangat kecil dengan probabilitas rendah pada variabel keturunan. Peluang mutasi didefinisikan sebagai persentasi dari jumlah total gen pada populasi yang mengalami mutasi. Peluang mutasi mengendalikan banyaknya gen baru yang akan dimunculkan untuk dievaluasi. Jika peluang mutasi terlalu kecil, banyak gen yang mungkin berguna tidak dievaluasi, tetapi bila peluang mutasi ini terlalu besar maka akan terlalu banyak gangguan acak, sehingga anak akan kehilangan kemiripan dari induknya dan algoritma juga akan kehilangan kemampuan untuk belajar dari *history* pencarian [4]. Ada dua macam proses mutasi yang ada pada algoritma genetika, diantaranya mutasi bilangan real dan mutasi biner.

3. METODOLOGI PENELITIAN

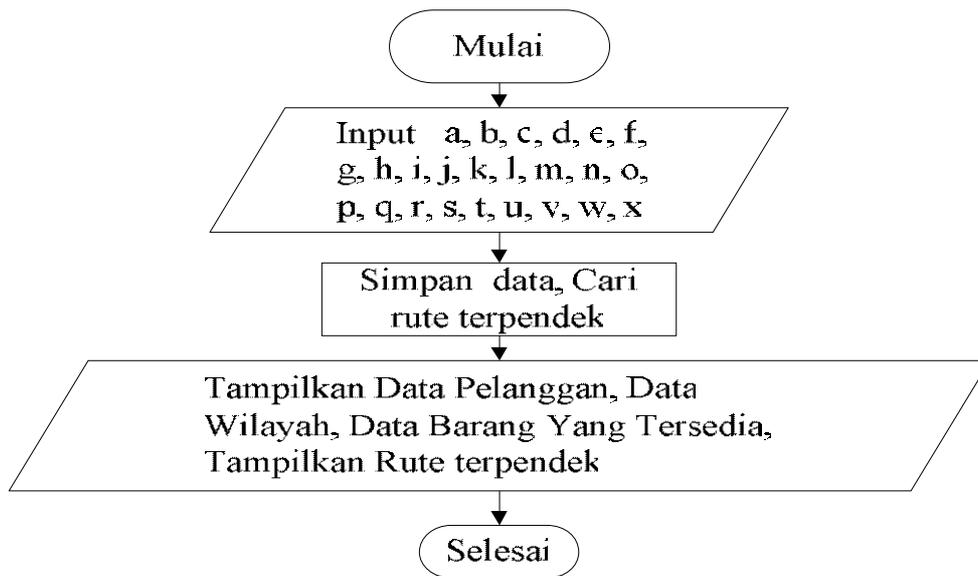
3.1 Desain Masalah Distribusi

Dalam sistem ini Setelah menginput data di bawah ini maka sistem akan mencari rute terpendek menggunakan Algoritma Genetika. Dan data yang sudah diinputkan akan disimpan di file Barang, file Pelanggan, file Wilayah, Pengiriman dan file Keputusan.



Penelitian ini membahas tentang Implementasi Persoalan Optimasi Rute Terpendek Pendistribusian Pupuk pada PT.

Sayed Fachrurrazi, S.Si, M.Kom



Gambar 3.1. Skema Sistem Keseluruhan

Ketika menjalankan sistem ini user harus menginput variabel berikut ini:

| | |
|-----------------------|-----------------------|
| a : n Kota | l : Nama Pelanggan, |
| b : Nama Kota Tujuan, | m : Nama Toko, |
| c : Kode Wilayah, | n : Alamat, |
| d : Nama Wilayah 1 | o : Kode Pengiriman, |
| e : Nama Wilayah 2, | p : Nama Barang, |
| f : Jarak Tempuh, | q : Jumlah, |
| g : Kode Barang, | r : Nama Distributor, |
| h : Nama Pupuk, | s : No Plat Mobil, |
| i : Jumlah Barang, | t : Penerima, |
| j : Tanggal, | u : Nama Toko |
| k : Kode Pelanggan | v : Alamat, |
| | w : Tanggal Kirim |

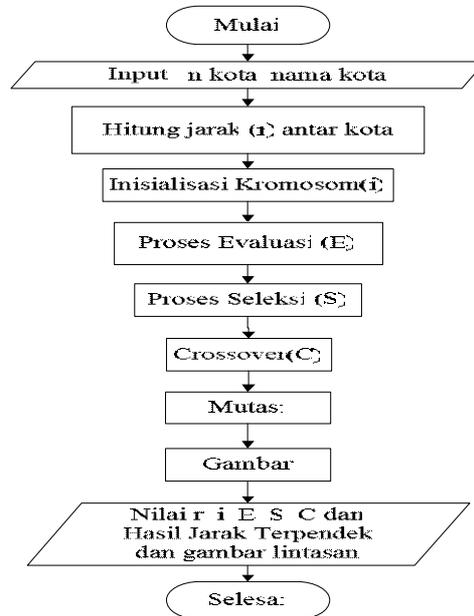
3.2. Desain Algoritma Genetika

Adapun skema Algoritma Genetikanya adalah sebagai berikut : Dimana nilai i: inialisasi, Q: inverse, QT: Total inverse, P: Probabilitas, C: Crossover, r: jarak antar kota, F: fitness.

Ketika memulai Sistem ini Buka Aplikasi pengiriman barang lalu tekan tombol run, setelah itu akan tampil menu utama. Pada menu utama pilih menu editor File Master Data lalu pilih Data Keputusan Pengiriman maka akan muncul form input banyak kota. Setelah menekan tombol ok maka aplikasi akan menampilkan form input nama kota sesuai dengan berapa kota yang diinput di form input banyak kota. Setelah menginput nama-nama kota tujuan lalu tekan tombol proses maka aplikasi akan menampilkan jarak antar kota di Tab jarak kota, hasil inialisasi di Tab Inialisasi, nama lintasan dan nilai fitness di Tab Evaluasi, nilai inverse,



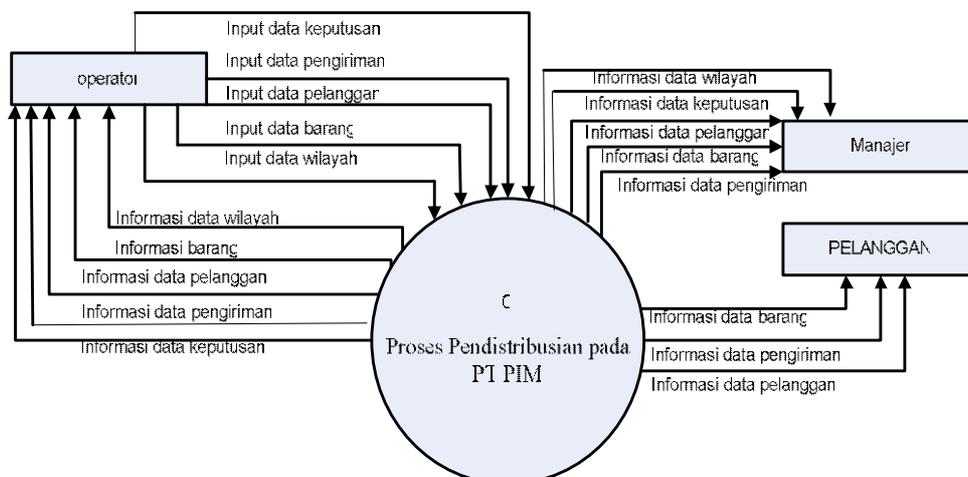
total inverse, Probabilitas, dan lintasan hasil Seleksi ditampilkan di Tab Seleksi, hasil crossover di Tab Crossover, sedangkan hasil mutasi yang merupakan hasil akhir dari aplikasi akan ditampilkan di Tab Hasil dan gambar lintasannya bisa dilihat di Tab Gambar. Maka aplikasi selesai dengan memilih tombol close.



Gambar 3.2. Flowchart Algoritma Genetika pada proses distribusi

4. PERANCANGAN SISTEM

Data Flow Diagram (DFD) merupakan diagram yang menggambarkan aliran data pada aplikasi sistem optimasi jarak terpendek pendistribusian pupuk pada PT.PIM. DFD Level Konteks sering digunakan untuk menggambarkan suatu sistem yang telah ada atau sistem baru yang akan dikembangkan secara logika tanpa mempertimbangkan lingkungan fisik dimana data tersebut mengalir atau lingkungan fisik dimana data tersebut disimpan.

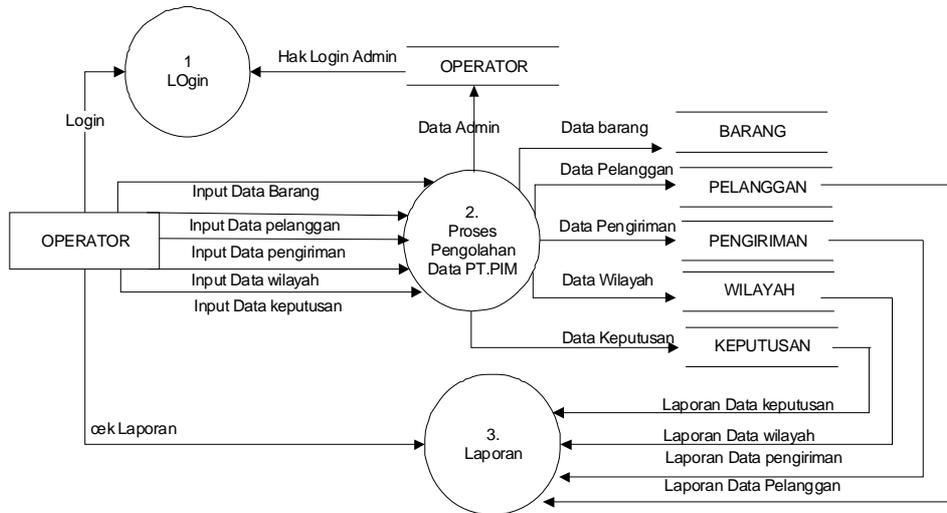


Gambar 4.1 Diagram Konteks

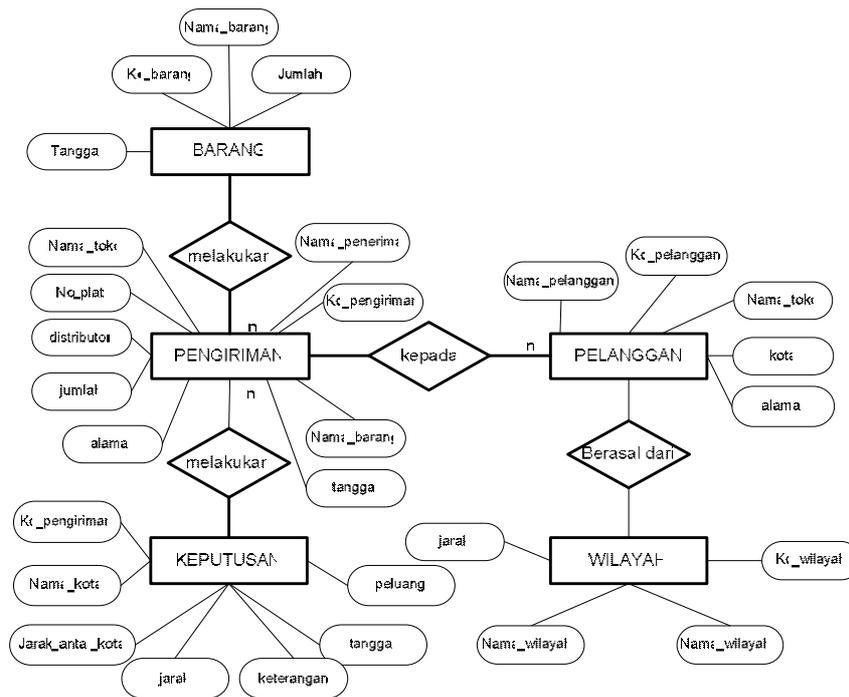


Penelitian ini membahas tentang Implementasi Persoalan Optimasi Rute Terpendek Pendistribusian Pupuk pada PT.

Sayed Fachrurrazi, S.Si, M.Kom



Gambar 4.2. DFD level 1



Gambar 4.3. ERD

5. TAMPILAN APLIKASI



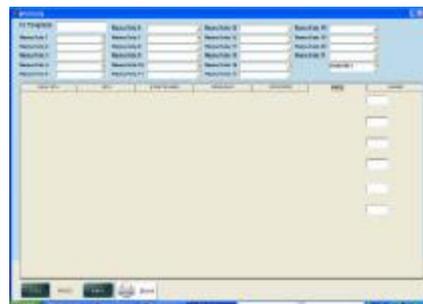
Gambar 5.1 Langkah - langkah pencarian



Gambar 5.2. Form Utama



Gambar 5.3. Input banyak kota



Gambar 5.4. Tampilan form Input kota



Penelitian ini membahas tentang Implementasi Persoalan Optimasi Rute Terpendek Pendistribusian Pupuk pada PT.

Sayed Fachrurrazi, S.Si, M.Kom

6. HASIL UJI COBA :

Misalkan terdapat 21 buah kota yang akan dilalui oleh ekspediter dengan kota yang dituju pertama kali berturut-turut yaitu mulai dari PT.PIM, Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, Kab. Aceh Timur, Kota Langsa, Kab. Aceh Tamiang, Kab. Gayo Lues, Kab. Aceh Tenggara, Kota Subussalam, Kab. Aceh Singkil, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Barat, Kab. Aceh Jaya, Kota Banda Aceh, Kota Sabang, Kab. Aceh Besar, Kab. Pidie, Kab. Pidie Jaya, Kab. Bireun. Perjalanan dimulai dari PT.PIM dan berakhir di PT.PIM. Ada 21 kota yang akan menjadi gen dalam kromosom yaitu kota-kota selain kota asal.

a. Inisialisasi

Misalkan kita menggunakan 6 buah populasi dalam satu generasi, yaitu:

Kromosom[1] = [Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, Kab. Aceh Timur, Kota Langsa, Kab. Aceh Tamiang, Kab. Gayo Lues, Kab. Aceh Tenggara, Kota Subussalam, Kab. Aceh Singkil, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Barat, Kab. Aceh Jaya, Kota Banda Aceh, Kota Sabang, Kab. Aceh Besar, Kab. Pidie, Kab. Pidie Jaya, Kab. Bireun]

Kromosom[2] = [Kota Lhokseumawe, Kab. Bireun, Kab. Pidie Jaya, Kab. Aceh Pidie, Kab. Aceh Besar, Kota Sabang, Kota Banda Aceh, Kab. Aceh Jaya, Kab. Aceh Barat, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Singkil, Kota Subulussalam, Kab. Aceh Tenggara, Kab. Gayo Lues, Kab. Aceh Tamiang, Kota Langsa, Kab. Aceh Timur, Kab. Aceh Utara]

Kromosom[3] = [Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, Kab. Bireun, Kab. Pidie Jaya, Kab. Aceh Pidie, Kab. Aceh Besar, Kota Sabang, Kota Banda Aceh, Kab. Aceh Jaya, Kab. Aceh Barat, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Singkil, Kota Subulussalam, Kab. Aceh Tenggara, Kab. Gayo Lues, Kab. Aceh Tamiang, Kota Langsa, Kab. Aceh Timur]

Kromosom[4] = [Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, Kab. Aceh Timur, Kota Langsa, Kab. Bireun, Kab. Pidie Jaya, Kab. Aceh Pidie, Kab. Aceh Besar, Kota Sabang, Kota Banda Aceh, Kab. Aceh Jaya, Kab. Aceh Barat, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Singkil, Kota Subulussalam, Kab. Aceh Tenggara, Kab. Gayo Lues, Kab. Aceh Tamiang]

Kromosom[5] = [Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, Kab. Aceh Timur, Kota Langsa, Kab. Aceh Tamiang, Kab. Bireun, Kab. Pidie Jaya, Kab. Aceh Pidie, Kab. Aceh Besar, Kota Sabang, Kota Banda Aceh, Kab. Aceh Jaya, Kab. Aceh Barat, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Singkil, Kota Subulussalam, Kab. Aceh Tenggara, Kab. Gayo Lues]

Kromosom[6] = [Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, Kab. Aceh Timur, Kota Langsa, Kab. Aceh Tamiang, Kab. Gayo Lues, Kab. Bireun, Kab. Pidie Jaya, Kab. Aceh Pidie, Kab. Aceh Besar, Kota Sabang,



Kota Banda Aceh, Kab. Aceh Jaya, Kab. Aceh Barat, Nagan Raya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Singkil, Kota Subulussalam, Kab. Aceh Tenggara,]

b. Evaluasi Kromosom

Hitung nilai *fitness* dari tiap kromosom yang telah dibangkitkan:

$$\mathbf{Fitness[1]} = 2255 \text{ Km}$$

$$\mathbf{Fitness[2]} = 2291 \text{ Km}$$

$$\mathbf{Fitness[3]} = 2371 \text{ Km}$$

$$\mathbf{Fitness[4]} = 2615 \text{ Km}$$

$$\mathbf{Fitness[5]} = 2546 \text{ Km}$$

$$\mathbf{Fitness[6]} = 2750 \text{ Km}$$

c. Seleksi Kromosom

Oleh karena pada persoalan TSP yang diinginkan yaitu kromosom dengan *fitness* yang lebih kecil akan mempunyai probabilitas untuk terpilih kembali lebih besar maka digunakan inverse.

$$\mathbf{Q[i]} = 1 / \mathbf{Fitness [i]}$$

$$\mathbf{Q[1]} = 1 / 2255 = 0,0004$$

$$\mathbf{Q[2]} = 1 / 2291 = 0,0004$$

$$\mathbf{Q[3]} = 1 / 2371 = 0,0004$$

$$\mathbf{Q[4]} = 1 / 2615 = 0,0004$$

$$\mathbf{Q[5]} = 1 / 2546 = 0,0004$$

$$\mathbf{Q[6]} = 1 / 2750 = 0,0004$$

$$\mathbf{Total} = 0,0024$$

Untuk mencari probabilitas kita menggunakan rumus berikut :

$$\mathbf{P[i]} = \mathbf{Q[i]} / \mathbf{Total}$$

$$\mathbf{P[1]} = 0,1666$$

$$\mathbf{P[2]} = 0,1666$$

$$\mathbf{P[3]} = 0,1666$$

$$\mathbf{P[4]} = 0,1666$$

$$\mathbf{P[5]} = 0,1666$$

$$\mathbf{P[6]} = 0,1666$$

Dari probabilitas di atas dapat terlihat bahwa kromosom ke-1 mempunyai *fitness* paling kecil mempunyai probabilitas untuk terpilih pada generasi selanjutnya lebih besar dari kromosom lainnya. Untuk proses seleksi kita menggunakan *rouletewheel*, untuk itu kita terlebih dahulu mencari nilai kumulatif dari probabilitasnya.

$$\mathbf{C[1]} = 0,1666$$

$$\mathbf{C[2]} = 0,1666 + 0,1666 = 0,3332$$

$$\mathbf{C[3]} = 0,3332 + 0,1666 = 0,4998$$

$$\mathbf{C[4]} = 0,4998 + 0,1666 = 0,6664$$

$$\mathbf{C[5]} = 0,6664 + 0,1666 = 0,833$$

$$\mathbf{C[6]} = 0,833 + 0,1666 = 0,9996$$

Proses *roulete-wheel* adalah membangkitkan nilai acak R antara 0-1. Jika $\mathbf{R[k]} < \mathbf{C[k]}$ maka kromosom ke-k sebagai induk, selain itu pilih kromosom ke-k sebagai induk dengan syarat $\mathbf{C[k-1]} < \mathbf{R[k]} < \mathbf{C[k]}$. Kita



Penelitian ini membahas tentang Implementasi Persoalan Optimasi Rute Terpendek Pendistribusian Pupuk pada PT.

Sayed Fachrurrazi, S.Si, M.Kom

putar roulette-wheel sebanyak jumlah kromosom yaitu 6 kali (membangkitkan bilangan acak R).

$R[1] = 0,314,$

$R[2] = 0,111,$

$R[3] = 0,342,$

$R[4] = 0,743,$

$R[5] = 0,521,$

$R[6] = 0,411$

Lalu, populasi baru akan terbentuk yaitu:

Kromosom[1] = [Kota Lhokseumawe, Kab. Bireun, Kab. Pidie Jaya, Kab. Aceh Pidie, Kab. Aceh Besar, Kota Sabang, Kota Banda Aceh, Kab. Aceh Jaya, Kab. Aceh Barat, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Singkil, Kota Subulussalam, Kab. Aceh Tenggara, Kab. Gayo Lues, Kab. Aceh Tamiang, Kota Langsa, Kab. Aceh Timur, Kab. Aceh Utara]

Kromosom[2] = [Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, Kab. Aceh Timur, Kota Langsa, Kab. Aceh Tamiang, Kab. Bireun, Kab. Pidie Jaya, Kab. Pidie, Kab. Gayo Lues, Kab. Aceh Tenggara, Kota Subulussalam, Kab. Aceh Singkil, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Barat, Kab. Aceh Jaya, Kota Banda Aceh, Kota Sabang, Kab. Aceh Besar, Kab. Pidie Jaya, Kab. Pidie, Kab. Bireun]

Kromosom[3] = [Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, Kab. Bireun, Kab. Pidie Jaya, Kab. Aceh Pidie, Kab. Aceh Besar, Kota Sabang, Kota Banda Aceh, Kab. Aceh Jaya, Kab. Aceh Barat, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Singkil, Kota Subulussalam, Kab. Aceh Tenggara, Kab. Gayo Lues, Kab. Aceh Tamiang, Kota Langsa, Kab. Aceh Timur]

Kromosom[4] = [Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, Kab. Aceh Timur, Kota Langsa, Kab. Aceh Tamiang, Kab. Bireun, Kab. Pidie Jaya, Kab. Aceh Pidie, Kab. Aceh Besar, Kota Sabang, Kota Banda Aceh, Kab. Aceh Jaya, Kab. Aceh Barat, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Singkil, Kota Subulussalam, Kab. Aceh Tenggara, Kab. Gayo Lues]

Kromosom[5] = [Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, Kab. Aceh Timur, Kota Langsa, Kab. Bireun, Kab. Pidie Jaya, Kab. Aceh Pidie, Kab. Aceh Besar, Kota Sabang, Kota Banda Aceh, Kab. Aceh Jaya, Kab. Aceh Barat, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Singkil, Kota Subulussalam, Kab. Aceh Tenggara, Kab. Gayo Lues, Kab. Aceh Tamiang]

Kromosom[6] = [Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, Kab. Aceh Timur, Kota Langsa, Kab. Aceh Tamiang, Kab. Gayo Lues, Kab. Bireun, Kab. Pidie Jaya, Kab. Aceh Pidie, Kab. Aceh Besar, Kota Sabang, Kota Banda Aceh, Kab. Aceh Jaya, Kab. Aceh Barat, Nagan Raya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Singkil, Kota Subulussalam, Kab. Aceh Tenggara]



d. *Crossover*

Pindah silang pada TSP dapat diimplementasikan dengan skema *order crossover*. Pada skema ini, satu bagian kromosom dipertukarkan dengan tetap menjaga urutan kota yang bukan bagian dari kromosom tersebut. Kromosom yang dijadikan induk dipilih secara acak dan jumlah kromosom yang dicrossover dipengaruhi oleh parameter *crossover probability* (ρ_c). Misal kita tentukan $\rho_c = 25\%$, maka diharapkan dalam 1 generasi ada 50% (3 kromosom) dari populasi mengalami *crossover*. Pertama kita bangkitkan bilangan acak R sebanyak jumlah populasi yaitu 6 kali.

R[1] = 0,451, R[2] = 0,211, R[3] = 0,302

R[4] = 0,877, R[5] = 0,771, R[6] = 0,131

Kromosom ke-k yang dipilih sebagai induk jika $R[k] < \rho_c$. Maka yang akan dijadikan induk adalah kromosom[2], kromosom[3], dan kromosom[6]. Setelah melakukan pemilihan induk, proses selanjutnya adalah menentukan posisi *crossover*. Hal tersebut dilakukan dengan membangkitkan bilangan acak antara 1 sampai dengan panjang kromosom-1. Dalam kasus ini bilangan acaknya adalah antara 1-3. Misal diperoleh bilangan acaknya 1, maka gen yang ke-1 pada kromosom induk pertama diambil kemudian ditukar dengan gen pada kromosom induk kedua yang belum ada pada induk pertama dengan tetap memperhatikan urutannya. Bilangan acak untuk 3 kromosom induk yang akan di-*crossover* : **C[2] = 2, C[3] = 1, C[6] = 2**

Proses *crossover* :

Kromosom[2]

= **Kromosom[2] >< Kromosom[3]**

Kromosom[3]

= **Kromosom[3] >< Kromosom[6]**

Kromosom[6]

= **Kromosom[6] >< Kromosom[2]**

Populasi setelah di-*crossover* :

Kromosom[1]= [Kota Lhokseumawe, Kab. Bireun, Kab. Pidie Jaya, Kab. Aceh Pidie, Kab. Aceh Besar, Kota Sabang, Kota Banda Aceh, Kab. Aceh Jaya, Kab. Aceh Barat, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Singkil, Kota Subulussalam, Kab. Aceh Tenggara, Kab. Gayo Lues, Kab. Aceh Tamiang, Kota Langsa, Kab. Aceh Timur, Kab. Aceh Utara]

Kromosom[2]= [Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, Kab. Aceh Timur, Kota Langsa, Kab. Bireun, Kab. Pidie Jaya, Kab. Pidie Jaya, Kab. Aceh Tamiang, Kab. Gayo Lues, Kab. Aceh Tenggara, Kota Subussalam, Kab. Aceh Singkil, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Barat, Kab. Aceh Jaya, Kota Banda Aceh, Kota Sabang, Kab. Aceh Besar,]

Kromosom[3]= [Kab. Bireun, Kab. Pidie Jaya, Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, Kab. Aceh Timur, Kota Langsa, Kab. Aceh Tamiang, Kab. Gayo Lues, Kab. Aceh Tenggara, Kota Subussalam, Kab. Aceh Singkil, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh



Penelitian ini membahas tentang Implementasi Persoalan Optimasi Rute Terpendek Pendistribusian Pupuk pada PT.

Sayed Fachrurrazi, S.Si, M.Kom

Tengah, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Barat, Kab. Aceh Jaya, Kota Banda Aceh, Kota Sabang, Kab. Aceh Besar, Kab. Pidie]

Kromosom[4]= [Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, Kab. Aceh Timur, Kota Langsa, Kab. Aceh Tamiang, Kab. Bireun, Kab. Pidie Jaya, Kab. Aceh Pidie, Kab. Aceh Besar, Kota Sabang, Kota Banda Aceh, Kab. Aceh Jaya, Kab. Aceh Barat, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Singkil, Kota Subulussalam, Kab. Aceh Tenggara, Kab. Gayo Lues]

Kromosom[5]= [Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, Kab. Aceh Timur, Kota Langsa, Kab. Bireun, Kab. Pidie Jaya, Kab. Aceh Pidie, Kab. Aceh Besar, Kota Sabang, Kota Banda Aceh, Kab. Aceh Jaya, Kab. Aceh Barat, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Singkil, Kota Subulussalam, Kab. Aceh Tenggara, Kab. Gayo Lues, Kab. Aceh Tamiang]

Kromosom[6] = [Kab. Bireun, Kab. Pidie Jaya, Kab. Pidie, Kota Sabang, Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, Kab. Aceh Timur, Kota Langsa, Kab. Aceh Tamiang, Kab. Gayo Lues, Kab. Aceh Tenggara, Kota Subulussalam, Kab. Aceh Singkil, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Barat, Kab. Aceh Jaya, Kota Banda Aceh]

e. Mutasi

Pada kasus ini skema mutasi yang digunakan adalah *swapping mutation*. Jumlah kromosom yang mengalami mutasi dalam satu populasi ditentukan oleh parameter *mutation rate*(ρm). Proses mutasi dilakukan dengan cara menukar gen yang dipilih secara acak dengan gen sesudahnya. Jika gen tersebut berada di akhir kromosom, maka ditukar dengan gen yang pertama. Pertama kita hitung dulu panjang total gen yang ada pada satu populasi:

$$\begin{aligned} \text{Panjang total gen} &= \text{jumlah gen dalam 1 kromosom} * \text{jumlah Kromosom} \\ &= 21 * 6 = 126 \end{aligned}$$

Untuk memilih posisi gen yang mengalami mutasi dilakukan dengan membangkitkan bilangan acak antara 1 – Panjang total gen yaitu 1- 126. Misal kita tentukan $\rho m = 20\%$. Maka jumlah gen yang akan dimutasi adalah $= 0,2 * 126 = 25$

5 buah posisi gen yang akan dimutasi, setelah diacak adalah posisi 2, 3, 10, 21, 25, 28, 31, 41, 44, 48, 50, 52, 59, 66, 70, 75, 77, 81, 89, 93, 101, 117, 121, 123.

Proses mutasi :

Kromosom[1]= [Kab. Aceh Utara , **Kota Lhokseumawe**, **Kab. Bireun**, Kab. Pidie Jaya, Kab. Aceh Pidie, Kab. Aceh Besar, Kota Sabang, Kota Banda Aceh, Kab. Aceh Jaya, **Kab. Aceh Barat**, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Singkil, Kota Subulussalam, Kab. Aceh Tenggara, Kab. Gayo Lues, Kab. Aceh Tamiang, Kota Langsa, **Kab. Aceh Timur**]

Kromosom[2]= [Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, Kab. Aceh Timur, **Kota Langsa**, Kab. Aceh Tamiang, Kab. Gayo Lues, **Kab. Aceh**



Tenggara, Kota Subussalam, Kab. Aceh Singkil, **Kab. Aceh Selatan**, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Barat, Kab. Aceh Jaya, Kota Banda Aceh, Kota Sabang, Kab. Aceh Besar, Kab. Pidie, Kab. Pidie Jaya, **Kab. Bireun**]

Kromosom[3]= [Kab. Bireun, Kab. Pidie Jaya, **Kota Lhokseumawe**, Kab. Aceh Utara, Kab. Aceh Timur, Kota Langsa, Kab. Aceh Tamiang, **Kab. Gayo Lues**, Kab. Aceh Tenggara, **Kota Subussalam**, Kab. Aceh Singkil, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Barat, **Kab. Aceh Jaya**, Kota Banda Aceh, **Kota Sabang**, Kab. Aceh Besar, Kab. Pidie]

Kromosom[4] = [Kab. Bireun, Kab. Pidie Jaya, Kab. Pidie, Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, **Kab. Aceh Timur**, Kota Langsa, Kab. Aceh Tamiang, Kab. Gayo Lues, **Kab. Aceh Tenggara**, Kota Subussalam, Kab. Aceh Singkil, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Barat, **Kab. Aceh Jaya**, Kota Banda Aceh, **Kota Sabang**, Kab. Aceh Besar]

Kromosom[5] = [**Kab. Bireun**, Kab. Pidie Jaya, Kab. Pidie, Kab. Aceh Besar, Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, Kab. Aceh Timur, Kota Langsa, **Kab. Aceh Tamiang**, Kab. Gayo Lues, Kab. Aceh Tenggara, Kota Subussalam, **Kab. Aceh Singkil**, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Barat, **Kab. Aceh Jaya**, Kota Banda Aceh, **Kota Sabang**]

Kromosom[6] = [**Kab. Bireun**, Kab. Pidie Jaya, Kab. Pidie, **Kab. Aceh Besar**, Kota Sabang, Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, Kab. Aceh Timur, Kota Langsa, **Kab. Aceh Tamiang**, Kab. Gayo Lues, Kab. Aceh Tenggara, Kota Subussalam, **Kab. Aceh Singkil**, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Barat, **Kab. Aceh Jaya**, Kota Banda Aceh]

Proses Algoritma Genetik untuk 1 generasi telah selesai dan nilai *fitness*nya yaitu:

Fitness [1] = 2371 Km

Fitness [2] = 2255 Km

Fitness [3] = 2449 Km

Fitness [4] = 2543 Km

Fitness [5] = 2697 Km

Fitness [6] = 2767 Km

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa solusi optimal untuk kasus di atas adalah : Fitness [2] Dengan jarak = 2255 Km. Walaupun perhitungan cukup dijabarkan hingga generasi ke-1 saja namun solusi yang mendekati optimal telah didapatkan. Oleh karena itu, terbukti bahwa Algoritma Genetika dapat menyelesaikan persoalan di atas. Maka tampilan hasil program yaitu:



Penelitian ini membahas tentang Implementasi Persoalan Optimalisasi Rute Terpendek Pendistribusian Pupuk pada PT.

Sayed Fachrurrazi, S.Si, M.Kom



Gambar 6.1 Tab hasil inisialisasi



Gambar 6.2 Tab hasil Evaluasi



Gambar 6.3 Tab hasil Seleksi



Penelitian ini membahas tentang Implementasi Persoalan Optimasi Rute Terpendek Pendistribusian Pupuk pada PT.

Sayed Fachrurrazi, S.Si, M.Kom

| KOTA | JAWABAN | JARAK | Sifat |
|------|-----------|-------|----------------|
| L1TT | 101001013 | 2215 | OPTIMAL |
| L1TT | 101001013 | 2215 | TERJAL OPTIMAL |
| L1TT | 101001013 | 2215 | TERJAL OPTIMAL |

Gambar 6.7 Tab hasil Gambar

7. KESIMPULAN

1. Algoritma genetika bisa digunakan untuk melakukan pencarian rute terpendek pendistribusian pupuk pada PT.PIM yang mencakup wilayah kerja Aceh untuk 21 kota tujuan.
2. Dengan adanya optimasi pendistribusian pupuk ini maka PT.PIM dan distributor dapat mengetahui informasi rute terpendek yang akan dilalui oleh truk pengangkut pupuk.
3. Untuk kasus 21 kota tujuan Dengan pencarian menggunakan Algoritma Genetika menghasilkan rute: [Kota Lhokseumawe, Kab. Aceh Utara, Kab. Aceh Timur, Kota Langsa, Kab. Aceh Tamiang, Kab. Gayo Lues, Kab. Aceh Tenggara, Kota Subussalam, Kab. Aceh Singkil, Kab. Aceh Selatan, Kab. Aceh Barat Daya, Kab. Aceh Tengah, Kab. Nagan Raya, Kab. Aceh Barat, Kab. Aceh Jaya, Kota Banda Aceh, Kota Sabang, Kab. Aceh Besar, Kab. Pidie, Kab. Pidie Jaya, Kab. Bireun] dengan total jarak 2255 Km
4. Pada tiap form dengan penginputan urutan nama kota yang berbeda maka akan menghasilkan nilai optimasi yang berbeda pula.

DAFTAR PUSTAKA

- Goldberg, D. E. Genetic Algorithms in Search, Optimization & Machine Learning. New York: Addison-Wesley. 1989.
- Zakaria, T. M. & Prijono, A. *Konsep dan Implementasi Struktur Data*. Bandung: Informatika. 2006.
- Taha, Hamdi A. 1982. *Operation Research: An Introduction*, edisi ke-3. Macmillan Publishing Co.Inc. New York.



Kusumadewi, S. & Purnomo, H. Penyelesaian Masalah Optimasi dengan Teknik-teknik Heuristik. Yogyakarta: Graha Ilmu. 2005.

P, Irving Vitra. *Perbandingan Metode-Metode dalam Algoritma Genetika untuk Traveling Salesman Problem*. Yogyakarta. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi. 200.

JT-FTI
V2,N1
47-66

Aulia Fitrah, Achmad Zaky, Fitriasan *Penerapan algoritma genetika pada persoalan Pedagang keliling (TSP)*. Bandung. ITB

Novita M Mayasari, *Penerapan Algoritma Genetika Untuk Permasalahan Distribusi Rantai Pasok Dua Tingkat Yang Dipengaruhi Oleh Biaya Tetap*. Surabaya. ITS.

&