

## Implementasi Algoritma Genetika dalam Menentukan Rute Terpendek Pendistribusian Barang PT. J&T Samarinda

Indah Fatikawati<sup>1</sup>, Syaripuddin<sup>1,\*</sup>, Moh. Nurul Huda<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Laboratorium Matematika Komputasi Program Studi Matematika Jurusan Matematika FMIPA Universitas Mulawarman*

Dikirim: Januari 2023;

Diterima: Maret 2023;

Dipublikasi: September 2023

Alamat Email Korespondensi: [syarifrahman2014@gmail.com](mailto:syarifrahman2014@gmail.com)

### Abstrak

J&T Express merupakan salah satu perusahaan jasa pengiriman barang yang didirikan pada tahun 2015. J&T merupakan perusahaan yang berkembang cukup pesat dibandingkan perusahaan pengiriman barang lainnya, hal tersebut dapat terwujud dengan didukung beberapa faktor; salah satunya adalah pendistribusian. Algoritma genetika merupakan salah satu metode dalam teori graf yang dapat digunakan untuk mendukung pengoptimalan pendistribusian barang di PT. J&T Express. Tujuan dalam penelitian ini adalah mencari rute terpendek pendistribusian barang dengan studi kasus berupa rute pendistribusian barang PT. J&T Express Samarinda. Rute pendistribusian barang dilakukan dari titik awal yaitu J&T Express Sri Center Samarinda menuju ke empat lokasi J&T Express yang lain di wilayah Samarinda. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh rute jarak terpendek dari titik awal J&T Express Sri Center Samarinda di Jl. Brigjend Katamso Sungai Pinang – Jl. Pelita – J&T Express Sungai Pinang Dalam – Jl. Gerilya – Jl. Lambung Mangkurat – J&T Express Sungai Pinang Luar – Jl. Kh. Ach. Dahlan – Jl. Arief Rachman Hakim – J&T Express Biawan – Jl. Arief Rachman Hakim – Jl. Aminah Syukur – Jl. Hidayatullah – Jl. P. Irian – Jl. Mulawarman – Jl. Panglima Batur – J&T Express Samarinda Hilir – Jl. Panglima Batur – Jl. Niaga Barat – Jl. Niaga Utara – Jl. Niaga Timur – Jl. Imam Bonjol – Jl. Kh. Ach. Dahlan – Jl. Lambung Mangkurat – Jl. Samanhudi – Jl. Brigjend Katamso.

### Kata Kunci:

*Algoritma Genetika, Distribusi Barang, J&T Express, Rute Terpendek.*

### PENDAHULUAN

Pencarian rute terpendek merupakan salah satu persoalan dalam teori graf dengan berfokus pada meminimalkan bobot dalam lintasan graf. Permasalahannya adalah cara mengunjungi satu verteks pada suatu graf dari verteks awal hingga akhir dengan bobot yang minimum [1]. Bobot yang digunakan merupakan jarak sedangkan kota yang akan dikunjungi diasumsikan graf *connected* atau graf terhubung [2].

Algoritma genetika adalah sebuah algoritma yang bersifat stokastik yang berbasis pada mekanisme dari seleksi alam dan genetika. Algoritma genetika dapat menjadi solusi permasalahan optimasi kompleks yang sulit diselesaikan dengan metode konvensional [3].

J&T Express merupakan salah satu perusahaan jasa pengiriman barang yang didirikan pada tahun 2015 oleh Jet Lee dengan nama resmi PT. Global Jet Express dan mulai beroperasi pada awal September 2015. Mereka mendirikan J&T dengan melihat peluang dunia pendistribusian barang di Indonesia belum cukup maju dan penerima barang sering mengalami keterlambatan dalam menerima paketnya dan tidak sesuai dengan jadwal yang ditentukan [4]. J&T merupakan perusahaan yang berkembang cukup pesat dibandingkan perusahaan pengiriman barang lainnya karena mereka

memiliki keunggulan dibandingkan perusahaan lain, salah satunya adalah layanan jemput paket tanpa syarat [5].

Penelitian ini akan membahas mengenai masalah rute terpendek pada PT. J&T Express Samarinda yang diselesaikan menggunakan algoritma genetika. Data jarak dari titik J&T pada peta diperoleh dari *google maps*.

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini melakukan pengambilan data primer yang diperoleh dari aplikasi Google Maps dengan memperhatikan jarak tempuhnya. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh jalur yang dapat dilalui mobil truk J&T di Samarinda. Sedangkan sampel pada penelitian ini adalah data jalur yang dilalui mobil truk J&T Express pada 5 *drop point* untuk mendistribusikan barang.

Berikut adalah tahapan-tahapan teknis analisis data dalam penelitian ini.

1. Menyusun jaringan dari data peta wilayah dimulai dari J&T Sri Center Samarinda ke 5 *drop point* yang ada di Samarinda dalam satu perjalanan.
2. Melakukan penyusunan indikator jarak.
3. Membuat graf awal.
4. Menentukan rute optimal dengan menggunakan algoritma genetika.

Adapun istilah dan terminologi yang digunakan dipaparkan sebagai berikut.

### 1. Rute Terpendek

Penentuan rute merupakan suatu sistem yang digunakan untuk menentukan jalur yang optimal dengan menganalisa suatu jalur. Hal ini bertujuan guna mengoptimalkan waktu dan biaya transportasi, biasanya direpresentasikan kedalam bentuk graf yang didalamnya terdapat node yang memiliki nilai dan digunakan untuk menentukan jalur optimal [6].

### 2. Algoritma Genetika

Algoritma genetika merupakan sebuah algoritma yang bersifat stokastik yang berbasis pada mekanisme dari seleksi alam dan genetika. Algoritma genetika dapat menjadi solusi permasalahan optimasi kompleks yang sulit diselesaikan dengan metode konvensional [3]. Algoritma Genetika akan mendapatkan populasi yang lebih baik atau populasi yang mewakili solusi dari permasalahan dengan harapan semakin dekat kepada solusi masalah yang ada dengan cara menciptakan populasi baru melalui iterasi secara terus-menerus terhadap populasi awal [7].

Adapun langkah-langkah penyelesaian dengan algoritma genetika, sebagai berikut:

#### a) Membangkitkan populasi awal

Populasi awal dibangkitkan secara acak sehingga diperoleh solusi awal. Populasi sendiri terdiri dari sejumlah kromosom yang merepresentasikan solusi yang diinginkan [8].

$$Pop = random(n_k, N)$$

dengan:

**Pop**= Populasi;

**$n_k$**  = Banyaknya gen pada 1 kromosom;

**$N$**  = Banyaknya kromosom dalam 1 populasi [9].

#### b) Evaluasi nilai fitness

Evaluasi nilai fitness pada setiap individu dalam P (generasi). Nilai fitness merupakan nilai yang menunjukkan kualitas suatu kromosom dalam populasi. Nilai fitness dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Fitness = \frac{1}{fungsi\ objektif(i)}$$

## c) Seleksi

Seleksi merupakan proses untuk menentukan individu yang akan dipilih untuk dilakukan rekombinasi dan bagaimana keturunan terbentuk dari individu-individu yang terpilih [10]. Kemudian akan dicari fitness relatif pada setiap kromosom, dengan menggunakan rumus sebagai berikut [9].

$$Prob = \frac{Fitness(i)}{total\ fitness}$$

d) *Crossover*

*Crossover* merupakan proses untuk menyilangkan dua kromosom sehingga membentuk kromosom baru yang diharapkan menjadi individu baru yang lebih baik dari pada induknya [10].

## e) Mutasi

Proses mutasi merupakan proses penambahan nilai acak yang sangat kecil dengan probabilitas yang rendah pada variabel keturunannya. Peluang mutasi didefinisikan sebagai persentasi dari jumlah total gen pada populasi yang mengalami mutasi [11].

## f) Membentuk populasi baru

Untuk memperoleh populasi baru, dilakukan dengan menggabungkan populasi awal dengan nilai anak dari hasil *crossover* dan mutasinya [10].

## 3. Pendistribusian Barang

Distribusi adalah kegiatan menyalurkan barang atau jasa kepada pihak lain. Dalam kegiatan pemasaran, fungsi distribusi itu sendiri adalah untuk memperluas arus jaringan pengiriman barang atau jasa secara efektif dan efisien mulai dari manufaktur sampai dengan pelanggan sesuai dengan jumlah, waktu dan harga yang sudah disepakati bersama [1].

## 4. PT. J&amp;T

PT. Global Jet Express (J&T Express) merupakan sebuah perusahaan layanan di bidang jasa berdasarkan pengembangan dari sistem IT yang melayani pengiriman ke seluruh Indonesia. Alur pendistribusian barang di J&T Express yaitu sebelum paket dikirim oleh kurir ke alamat penerima, paket akan bermuara di *Drop Point* (DP) dan *Collection Point* (CP) di daerah setempat. Kemudian paket akan dikirim ke daerah penerima dan sampai di gateway kota tujuan selanjutnya dikirimkan ke Distribution Center (DC) yang nantinya kurir akan mengambil paket dari DC tersebut dan mengirimkan ke alamat penerima paket. Drop point atau drop center biasa disebut juga dengan gudang j5, DC merupakan gudang transit di daerah tersebut sehingga jika ada paket yang tertunda pengirimannya atau pun tertahan maka paket akan dioper ke DC setempat [1].

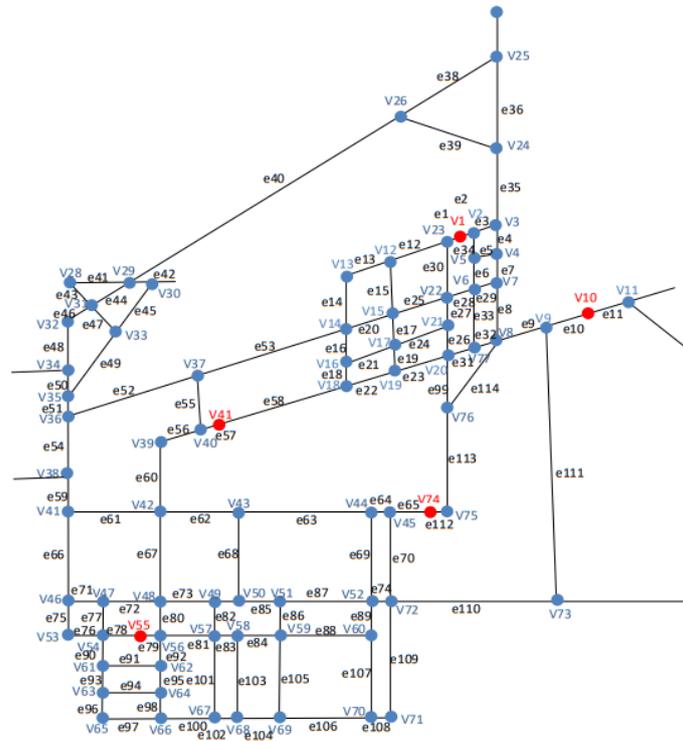
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Terdapat 7 drop point J&T Express di Kecamatan Samarinda Utara dan Samarinda Hilir. Pada pembahasan ini, dipilih 5 *drop point* PT. J&T yang berada Samarinda Kota untuk memudahkan perhitungan manual. Pendistribusian barang dilakukan dari J&T Express Sri Center Samarinda Jl. Brigjend Katamso menuju ke *drop point* J&T lain yaitu:

1. J&T Express Samarinda (Sri Center Samarinda).
2. J&T Express Sungai Pinang Dalam.
3. J&T Express Sungai Pinang Luar.

4. J&T Express Biawan.
5. J&T Express Samarinda Hilir.

Jarak pada masing-masing drop point didapatkan dari *Google Maps* dengan hanya berfokus pada jarak tempuh. Jjarak antara *drop point* J&T satu dengan yang lain dapat dipresentasikan ke dalam bentuk graf. Masing-masing *vertex* ( $v$ ) merupakan letak *drop point* J&T Samarinda dan persimpangan, sedangkan *edge* ( $e$ ) merupakan jaraknya seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Graf wilayah penelitian

Untuk memudahkan proses perhitungan, maka nama dari kelima gen akan diasumsikan pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Daftar Gen

Gen	Vertex	Nama	Alamat
1	$v_1$	J&T Express Sri Center Samarinda	Jl. Brigjend katamso No. 62, Sungai Pinang Dalam
2	$v_{10}$	J&T Express Sungai Pinang Dalam	Jl. Gerilya RT.51 No. 10, Sungai Pinang Dalam
3	$v_{41}$	J&T Express Sungai Pinang Luar	Jl. Lambung Mangkurat No. 89, RT.17, Samarinda Ilir
4	$v_{41}$	J&T Express Samarinda Hilir	Jl. Panglima Batur No. 35, RT.03 RW.07, Pelabuhan
5	$v_{74}$	J&T Express Biawan	Jl. Biawan, Sidomulyo, Kec. Samarinda Ilir

Dari gen 1 ke gen 2 melalui jalur  $v_1 - v_2 - v_3 - v_4 - v_7 - v_8 - v_9 - v_{10}$  dengan jarak tempuh  $10 + 200 + 140 + 200 + 300 + 350 + 400 = 1600$  m, keseluruhan hasil dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Matriks Jarak

Gen	1	2	3	4	5
1	0	1600	1400	1800	3900
2	1600	0	1800	2200	4300
3	1300	1800	0	1500	2300
4	1800	2200	1500	0	2100
5	3200	3600	2400	1900	0

Langkah-langkah yang digunakan untuk menyelesaikan masalah penentuan rute terpendek dengan menggunakan algoritma genetika sebagai berikut.

Iterasi-1:

1. Menentukan populasi awal

Tabel 3. Tabel Kromosom dan Populasi

Kromosom	Bentuk Permutasi
1	1 3 2 4 5 1
2	1 2 3 4 5 1
3	1 2 4 5 3 1
4	1 2 4 3 5 1
5	1 3 2 5 4 1

2. Evaluasi *fitness*

Pada tahap ini akan dicari fungsi objektif dengan menjumlahkan setiap bobot pada bentuk permutasi yang telah diperoleh secara acak, hal ini dilakukan agar dapat dihitung nilai *fitness*-nya.

Tabel 4. Tabel Fungsi Objektif

Kromosom	Bentuk Permutasi	Panjang Rute	Fungsi Objektif
1	1 3 2 4 5 1	1.400 + 1.800 + 2.200 + 2.100 + 3.200	10.700
2	1 2 3 4 5 1	1.600 + 1.800 + 1.500 + 2.100 + 3.200	10.200
3	1 2 4 5 3 1	1.600 + 2.200 + 2.100 + 2.400 + 1.300	9.600
4	1 2 4 3 5 1	1.600 + 2.200 + 1.500 + 2.300 + 3.200	10.800
5	1 3 2 5 4 1	1.400 + 1.800 + 4.300 + 1.900 + 1.800	11.200

3. Seleksi

Pada tahap seleksi ini menggunakan metode Roulette Wheel Selection yang merupakan metode yang sederhana.

- a. Menghitung peluang tiap kromosom

Hasil perhitungan peluang tiap kromosom disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Nilai *Fitness* dan Probabilitas

Kromosom	Bentuk Permutasi	Fungsi Obyektif $F(m)$	F (km)	<i>Fitness</i>	Probabilitas
1	1 3 2 4 5 1	10700	10.7	0.0934	0.19570617
2	1 2 3 4 5 1	10200	10.2	0.098	0.20529961
3	1 2 4 5 3 1	9600	9.6	0.1042	0.21813084
4	1 2 4 3 5 1	10800	10.8	0.0926	0.19389408
5	1 3 2 5 4 1	11200	11.2	0.0893	0.18696929
			Jumlah	0.4775	1

- b. Menghitung peluang kumulatif kromosom

Dari nilai probabilitas yang telah diperoleh, maka akan dihitung nilai kumulatif dari probabilitas kromosom.

Tabel 6. Peluang Kumulatif Kromosom

Kromosom	Bentuk Permutasi	Fungsi Obyektif $F(m)$	$F(km)$	Fitness	Probabilitas	Kumulatif
1	1 3 2 4 5 1	10700	10.7	0.0934	0.19570617	0.195706
2	1 2 3 4 5 1	10200	10.2	0.098	0.20529961	0.401006
3	1 2 4 5 3 1	9600	9.6	0.1042	0.21813084	0.619137
4	1 2 4 3 5 1	10800	10.8	0.0926	0.19389408	0.813031
5	1 3 2 5 4 1	11200	11.2	0.0893	0.18696929	1
			Jumlah	0.4775	1	

## c. Menentukan Calon Induk

Calon induk ditentukan dengan ketentuan:

$$Calon\ induk = \begin{cases} k_1 & \text{jika } r_i \leq q_{k_1} \\ k_n & \text{jika } q_{k_{n-1}} < r_i \leq q_{k_n} \end{cases}$$

dengan  $2 \leq n \leq 5$  ;  $1 \leq i \leq 5$  seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Calon Induk

Kromosom ( $k_n$ )	Random Ke	Fitness Kumulatif ( $q_k$ )	Bilangan Acak ( $r_i$ )	Calon Induk
k1	1	0.19570617	0.37156784	k2
k2	2	0.40100579	0.23992879	k2
k3	3	0.61913663	0.98286449	k5
k4	4	0.81303071	0.18678622	k1
k5	5	1	0.19119262	k1

## 4. Crossover

Sebelum melakukan crossover, maka akan dicari calon induk crossoversnya terlebih dahulu dengan membangkitkan bilangan real secara acak  $r_i$  yang baru, jika

$$Kromosom = \begin{cases} Induk & r_i < Pc \\ Bukan\ Induk & \text{selainnya} \end{cases}$$

dengan  $p_c = 0,8$  seperti pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Induk Crossover

Random Ke	Calon Induk	Bilangan Acak ( $r_i$ )	Induk Crossover
1	k2	0.936475	Bukan
2	k2	0.02407	Induk
3	k5	0.494997	Induk
4	k1	0.679992	Induk
5	k1	0.791685	Induk

Setelah didapatkan calon induknya yaitu  $k_1$  dan  $k_2$ , kemudian akan dilakukan crossover. Pada penelitian ini menggunakan metode PMX (Partially Mapped Crossover atau Crossover Pemetaan Sebagian). Dari induk crossover  $k_1$  dan  $k_2$ , akan dipasangkan induk  $k_1$  dengan  $k_2$ .

Induk 1:  $k_1$

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

Induk 2:  $k_2$

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

Dipilih 2 posisi secara acak dari 1 sampai 5 untuk menentukan posisi alel yang terpilih dan diperoleh bilangan 2 dan 5. Alel yang terpilih adalah 3 2 4 5 dan 2 3 4 5 dan dibuat pemetaanya pada induk 1 dan induk 2 sebagai berikut.

Anak 1:  $A_1$

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

Anak 2:  $A_2$

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

## 5. Mutasi

Ditahap ini akan dicari induk mutasi dengan tahapan sebagai berikut.

- Membangkitkan nilai acak untuk tiap-tiap kromosom, jika  $r_i < P_m$ , dengan  $P_m = 0.1$ . Sehingga kromosom yang mengalami mutasi sebagai berikut.

Tabel 9. Induk Mutasi

Kromosom	Bilangan Acak ( $r_i$ )	Kromosom terpilih untuk proses mutasi
1	0.09211	Mutasi
2	0.94243	Tidak
3	0.67386	Tidak
4	0.11723	Tidak
5	0.19649	Tidak

- Melakukan proses mutasi.

Untuk  $k_1$  bentuk permutasinya adalah

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

dari hasil pengacakan diperoleh bilangan 3 dan 4, kemudian posisi tersebut ditukar dengan menukar alel pada posisi 3 ke posisi 4 begitu pula sebaliknya.

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

Sehingga didapatkan anak hasil mutasinya

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

## 6. Membentuk Populasi Awal

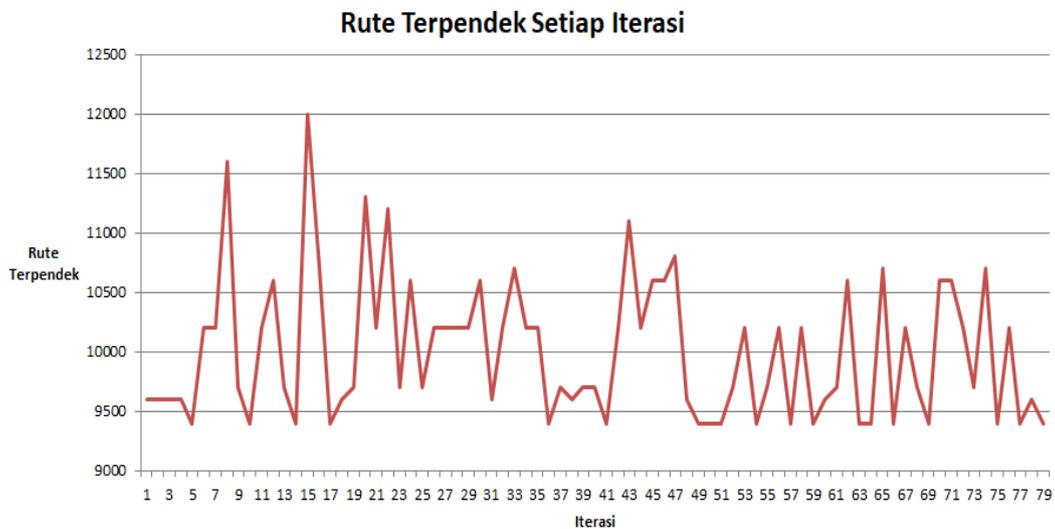
Populasi yang terbentuk merupakan penggabungan antara populasi awal dengan kromosom anaknya, seperti pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Populasi Baru

Kromosom	Rute	$f_k(X)$
$k_1$	1 3 2 4 5 1	10.700
$k_2$	1 2 3 4 5 1	10.200
$k_3$	1 2 4 5 3 1	9.600
$k_4$	1 2 4 3 5 1	10.800
$k_5$	1 3 2 5 4 1	11.200
$A_1$	1 2 3 4 5 1	10.200
$A_2$	1 3 2 4 5 1	10.700
$M_1$	1 3 4 2 5 1	12.600

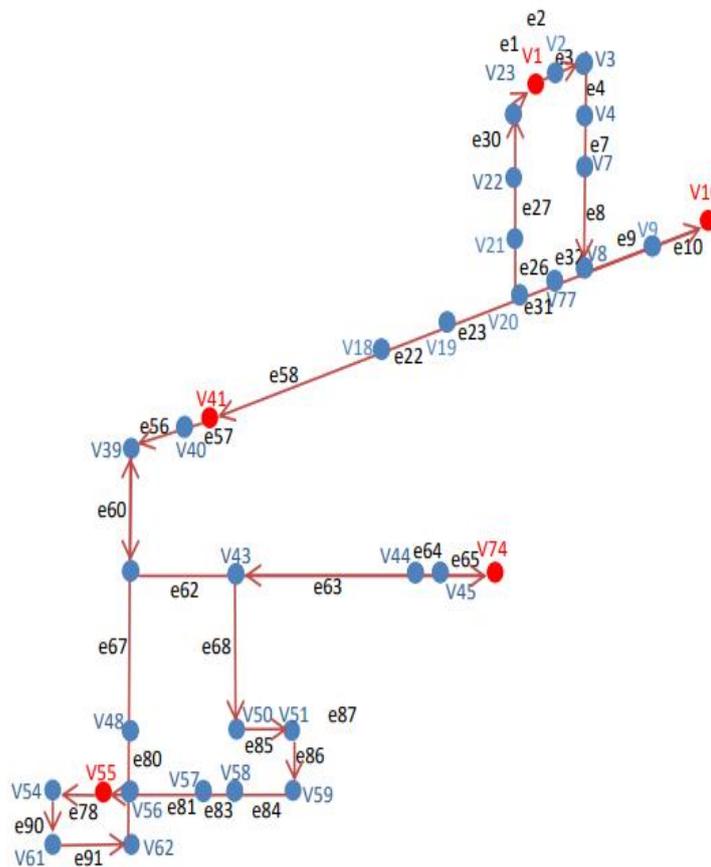
Berdasarkan Tabel 10, diperoleh kromosom terbaik pada iterasi ke-1 adalah  $k_3$  dengan rute 1 2 4 5 3 1 dan fungsi objektif sebesar 9.600 m atau 9,6 km.

Perhitungan dilanjutkan hingga mencapai hasil yang optimal. Didapatkan pengulangan hasil terkecil yaitu 9.400 m atau 9,4 km sebanyak 19 kali dari 79 iterasi dengan jangkauan maksimum 100 iterasi, yaitu pada iterasi ke 5, 10, 14, 17, 36, 41, 49, 51, 54, 57, 59, 63, 64, 65, 66, 69, 75, 77, dan 79 seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Jarak terpendek tiap iterasi

Jadi, rute terbaiknya adalah 1 2 3 5 4 1 dengan fungsi obyektifnya sebesar 9.400 m atau 9,4 km. Jalur pendistribusian barang yang telah optimal dapat dilihat pada Gambar 3.



Berdasarkan Gambar 3, diperoleh bahwa dari masing-masing *vertex* didapatkan sebuah rute terpendek yang menghubungkan 5 *drop point*, yaitu

$$v_1 - v_2 - v_3 - v_4 - v_7 - v_8 - v_9 - v_{10} - v_9 - v_8 - v_{77} - v_{20} - v_{19} - v_{18} - v_{41} - v_{40} - v_{39} - v_{42} - v_{43} - v_{44} - v_{45} - v_{74} - v_{45} - v_{44} - v_{43} - v_{50} - v_{51} - v_{59} - v_{58} - v_{57} - v_{56} - v_{55} - v_{54} - v_{61} - v_{62} - v_{56} - v_{48} - v_{42} - v_{39} - v_{40} - v_{41} - v_{18} - v_{19} - v_{20} - v_{21} - v_{22} - v_{23} - v_1$$

Dengan kata lain, diperoleh rute optimal mobil pendistribusian PT. J&T Express adalah J&T Express Sri Center Samarinda di Jl. Brigjend Katamso, Sungai Pinang – Jl. Pelita – J&T Express Sungai Pinang Dalam – Jl. Gerilya – Jl. Lambung Mangkurat – J&T Express Sungai Pinang Luar – Jl. Kh. Ach. Dahlan – Jl. Arief Rachman Hakim – J&T Express Biawan – Jl. Arief Rachman Hakim – Jl. Aminah Syukur – Jl. Hidayatullah – Jl. P. Irian – Jl. Mulawarman – Jl. Panglima Batur – J&T Express Samarinda Hilir – Jl. Panglima Batur – Jl. Niaga Barat – Jl. Niaga Utara – Jl. Niaga Timur – Jl. Imam Bonjol – Jl. Kh. Ach. Dahlan – Jl. Lambung Mangkurat – Jl. Samanhudi – Jl. Brigjend Katamso.d

## PENUTUP

Jalur pendistribusian barang di PT. J&T Express Samarinda dapat direpresentasikan kedalam bentuk graf. Jalur optimal yang telah dikaji yaitu pada rute 1 2 3 5 4 1 sejauh 9.400 m atau 9,4 km. Adapun rute optimalnya yaitu dimulai dari J&T Express Sri Center Samarinda-J&T Express Sungai Pinang Dalam-J&T Express Sungai Pinang Luar-J&T Express Biawan-J&T Express Samarinda Hilir dan kembali ke J&T Express Sri Center Samarinda.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cahyaningati, K.L dan Vikaliana R. (2021). Implementasi Floyd Warshall Algorithm Untuk Optimasi Distribusi J&T Express: Studi Kasus Pickup Distribution Center J&T Express Pasar Minggu. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Univeristas Jambi*. 5(1).
- [2] Salaki, D. T. (2011). Penentuan Lintasan Terpendek dari FMIPA ke Rektorat dan Fakultas Lain di Unsrat Manado Menggunakan Algoritma Dijkstra. *Jurnal Ilmiah Sains*.11(1).
- [3] Thiang, R.K dan Ferdinando H. (2001). Implementasi Algoritma Genetika pada Mikrokontroler MCS51 Untuk Mencari Rute Terpendek. *Seminar of Intelligent Technology and Its Applications*
- [4] Tim Redaksi Pelita. (2020). Yuk Kenalan dengan Owner dan Profil Perusahaan J&T Express. Redaksi Pelita. <https://www.pelita.or.id/kenalan-dengan-owner-jnt-express/>.Diakses pada 1 Maret 2022 pukul 19:28 WITA
- [5] Lestari, A.D. (2019). Pengaruh Kualitas Pelanggan, Harga, dan Kepercayaan Terhadap Kepuasan Pelanggan pada PT. Global Jet Express (J&T) Surabaya. *Jurnal Ilmu dan Riset Manajemen*. 8(7).
- [6] Esanata, C.V. (2019). Penerapan Metode Dijkstra Sebagai Penentuan Rute Terpendek Distribusi Pengiriman Kantor JNE Pusat Kabupaten Jombang. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*. 3(1).
- [7] Napitupulu, C. (2018). *Implementasi Algoritma Genetika Untuk Penyelesaian Traveling Salesman Problem (TSP) Berbasis Android*. (Skripsi). Universitas Sumatera Utara

- [8] Sukaton, R.M. (2011). *Penggunaan Algoritma Genetika Dalam Masalah Jalur Terpendek Pada Jaringan Data*. (Skripsi). Universitas Indonesia.
- [9] Prasanda, G.B.D. (2019). *Implementasi Algoritma Genetika Dalam Penentuan Ture Terbaik Pendistribusian BBM Pada PT. Pertamina Berbasis Android*. (Skripsi). Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- [10] Mutakhiroh, I., Saptono F., Hasanah N., Wiryadinata R. (2007). Pemanfaatan Metode Heuristik Dalam Pencarian Jalur Terpendek Dengan Algoritma Semut dan Algoritma Genetika. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi*.
- [11] Kusumadewi, S dan Purnomo H. (2005). *Penyelesaian Masalah Optimasi dengan Teknik-Teknik Heuristik*. Yogyakarta: Graha Ilmu.