Optimasi Rute Distribusi Tabung LPG 3 Kg Dengan Menggunakan Alogaritma Genetika Pada Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) (Studi kasus pada PT. Jana Pusaka Migas)

Anggun Videan Fatnita[1], Lukmandono[2]

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2]
e-mail: fatnitaa@gmail.com, lukmandono@itats.ac.id

ABSTRACT

Distribution refers to a vital process in business which becomes a part of Supply Chain Management. Conducting distribution will encounter some obstacles that can influence the distribution cost, such as vehicle's loading capacity, different demands of each location, various consumer locations, and so on. Consequently, a technique for determining distribution routes is necessary so as to make distribution process becoming effective and efficient. The problem model of the research concerning 3 kg-LPG distribution was Capacitated Vehicle Routing Problem in which major problem was on the vehicle capacity that was accomplished by Genetic Algorithm. This sort of algorithm method is a structured-seeking method imitating the evolution of living things supported by software matlab version 2018a. After using Genetic Algorithm, the researcher found 2 route proposals in one delivery by maximizing the company's vehicles. Initially, the condition only had 2 to 3 routes for 2 vehicles or more. The results of route comparison between the former route and the proposed-route by Genetic Algorithm obtained the cost decrease by IDR 301,500 or about 13.3%.

Keywords: Genetic Algorithm, Distribution, CVRP, SCM

ABSTRAK

Pendistribusian merupakan salah satu proses penting dalam proses bisnis yang menjadi salah satu bagian dari *Supply Chain Management*. Dalam pelaksanaanya terjadi berbagai macam kendala yang dapat mempengaruhi biaya pendistribusian. Kendala yang biasa terjadi antar lain kapasitas angkut kendaraan, jumlah permintaan tiap lokasi yang berbeda beda, lokasi konsumen yang berbeda dan lain lain. Sehingga diperlukan suatu cara penentuan rute distribusi agar proses pendistribusian menjadi lebih efektif dan efisien.Model permasalahan yang digunakan dalam penelitian pendistribusian LPG 3 kg merupakan *Capacitated Vehicle Routing Problem* dimana kendala utama terletak pada kapasitas kendaraan yang diselesaikan dengan menggunakan metode Alogaritma Genetika yang merupakan suatu metode pencarian terstruktur dengan meniru evolusi pada makhluk hidup dengan bantuan *software* matlab versi 2018a. Hasil yang didapatkan dengan menggunakan Alogaritma Genetik terdapat 2 rute usulan dalam 1 kali pengiriman sedangkan pada kondisi awal hanya terdapat 2 hingga 3 rute untuk 2 kendaraan atau lebih. Dari hasil perbandingan rute awal milik perusahaan dengan rute usulan menggunakan alogaritma genetik diperoleh penurunan biaya sebesar Rp 301.500 atau sebesar 13,3%.

Kata Kunci: Alogaritma Genetik, Distribusi, CVRP, SCM

PENDAHULUAN

Proses pendistibusian selalu berkaitan dengan proses transportasi yang menjadi media penyampaian utama barang atau jasa dari sebuah perusahaan kepada konsumennya. Masalah masalah yang kemungkinan muncul dalam proses distribusi dan transportasi diantaranya adalah perbedaan jumlah permintaan barang pada setiap konsumen, kapasitas kendaraan, batas waktu pengiriman barang yang berbeda beda yang ditempuh dalam jangka waktu yang berbeda serta perbedaan lokasi distribusi konsumen maka, atas dasar masalah masalah tersebut maka dalam penelitian ini dilakukan sebuah perencanaan agar proses pendistribusian dapat berjalan lancar dan tepat waktu sesuai jadwal.

Perusahaan ini merupakan perusahaan yang bergerak dibidang agen pendistribusian LPG (*Liquified Petroleum Gas*) 3 kg bersubsidi untuk beberapa wilayah Kabupaten Lamongan. Perusahaan ini menyalurkan LPG dari stasiun pengangkutan dan pengisian *Bulk* LPG (SPPBE) kepada pangkalan yang telah terdaftar di Pertamina. Prosedur perencanaan pengiriman LPG dilakukan oleh perkiraan supir kendaraan dengan berdasarkan pembagian kuota tabung per wilayah di Kabupaten Lamongan yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Sehingga diperlukan suatu rancangan rute pendistribusian terpendek yang dapat dilalui oleh alat angkut untuk mengoptimalkan proses pendistribusian. Model permasalahan ini dalam kasus ini disebut *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) yang mana merupakan bentuk dasar dari *Vehicle Routing Problem* (VRP) dimana kapasitas alat angkut menjadi kendala utama.

Permasalahan CVRP memiliki banyak alternatif penyelesaian yang dapat diterapkan guna mendapatkan rute perjalanan yang optimal dan minimasi biaya. Metode Alogaritma Genetik atau *Genetic Algorithm* (GA) merupakan salah satu metode perhitungan metaheuristik dimana metode ini memiliki suatu mekanisme pencarian yang terinspirasi oleh proses evolusi biologis pada makhluk hidup. Dalam beberapa kasus dengan jenis VRP yang berbeda-beda dengan menggunakan *genetic algorithm* (GA) akan didapatkan hasil penentuan rute yang optimal dengan jarak atau waktu yang efisien yang dapat membangun sistem distribusi dengan efektifitas dan efisiensi yang baik. Penelitian ini bertujuan menganalisa dan membandingkan rute distribusi yang telah ada dengan rute hasil menggunakan metode alogaritma genetik dengan harapan bahwa pendistribusian dapat berjalan dengan lebih efektif dan efisien di masa mendatang. Alogaritma genetika digunakan untuk menentukan rute terbaik dengan menetapkan parameter alogaritma genetika. Alogaritma genetika dijalankan dengan bantuan *software* Matlab versi 2018.

TINJAUAN PUSTAKA

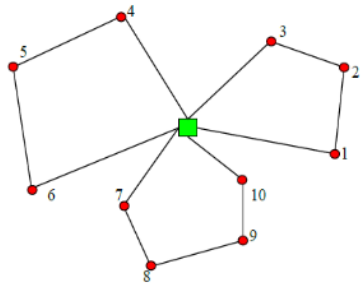
Pengertian Distribusi

Distribusi dapat diartikan sebagai suatu bentuk aktifitas pemasaran yang dimaksudkan untuk mempermudah dan memperlancar pelaksanaan proses pengiriman produk kepada konsumen dengan cepat dengan waktu yang tepat [1]. Distribusi merupakan faktor pendorong utama pada keseluruhan profitabilitas perusahaan karena distribusi berkontribusi besar pada biaya rantai pasok dan nilai pelanggan secara langsung [2]. Kecepatan pendistribusian produk berpengaruh baik secara langsung maupun tidak langsung pada kelangsungan produksi pada suatu proses bisnis, pengaruhnya dapat dilihat melalui bagaimana produk selalu dapat memenuhi pasokan barang dan dapat bersaing dengan produk produk lain yang sejenis.

Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)

Jenis VRP ini merupakan bentuk dasar dari VRP yang melakukan pendistribusian produk dengan memperhatikan kapasitas alat angkut sebagai bahan pertimbangan utama. Keadaan kendaraan diasumsikan bahwa setiap unit memiliki kapasitas angkut yang sama dan proses pengangkutan tidak boleh lebih dari batas kapasitas kendaraan [3].

Dalam CVRP batasan kapasitas kendaraan, dengan ini setiap kendaraan memiliki kapasitas tertentu dan tidak dapat memuat melebihi kemampuan angkutnya. Tujuan dalam pemodelan CVRP ini adalah untuk menentukan rute yang paling optimal dengan biaya transportasi minimum dan kepuasan pelanggan yang maksimum dengan mempertimbangkan segala batasan yang berlaku.



Gambar 1 individu dalam VRP

Model *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP)

Permasalahan CVRP berkonsentrasi pada kendala yang dialami dengan memiliki kendaraan dengan kapasitas terbatas dalam implementasinya CVRP lebih kompleks dalam proses pemecahannya dibandingkan dengan TSP [4] .Tahapan awal pemodelan yaitu dengan melakukan pendefinisian himpuanan, parameter dan variabel keputusan yang digunakan dalam model ini. Berikut ini adalah himpunan himpunan yang digunakan sebagai berikut:

V : Himpunan konsumen
D : Himpunan depot
K : Himpunan kendaraan

Berikut merupakan parameter parameter model yang digunakan dalam model matematis sebagai berikut:

C_k : Kapasitas kendaraan
d_i : Permintaan konsumen i
C_{ij} : Biaya perjalanan dari i ke j, dimana $i,j \in V \cup D$

Variabel keputusan model CVRP didefinisikan untuk menentukan rute dari setiap kendaraan, dimana setiap rute kendaraan harus berawal dan berakhir di depot yang ditentukan. Variabel variabel keputusan tersebut didefinisikan sebagai berikut:

$x_{ij}^k =$ (1), jika terdapat perjalanan dari i ke j dengan kendaraan k
(0), jika tidak terdapat perjalanan dari i ke k dengan kendaraan

$y_i^k =$ (1), jika kendaraan k mengunjungi konsumen
(0), jika kendaraan k tidak mengunjungi konsumen

Selain himpunan, parameter, dan variabel keputusan pada penelitian ini, didefinisikan kendala kendala model CVRP sebagai berikut:

1. Setiap konsumen hanya dikunjungi tepat satu kali oleh satu kendaraan.
   Kendala ini didefinisikan sebagai berikut:

$$\sum_{k\in K}^{n} y_i^k = 1 \,, \forall i \in V \text{.....(1)}$$

2. Rute dari setiap kendaraan berawal dari depot yang sama. Ini berarti banyaknya kendaraan yang meninggalkan depot sama dengan jumlah kendaraan yang tersedia. Kendala ini didefinisikan sebagai berikut:

$$\sum_{k\in K}^{n} y_i^k = |K| \,, \forall i \in V \text{.....(2)}$$

3. Setiap kendaraan akan mengunjungi satu konsumen. Setelah itu kendaraan akan meninggalkan konsumen tersebut untuk melanjutkan perjalanan menuju konsumen selanjutnya dan akhir perjalanan untuk menuju depot. Ini berarti kendaraan yang menuju konsumen i akan meninggalkan konsumen i. Kendala ini didefinisikan sebagai berikut:

$$\sum_{j\in V}^{n} x_{ij}^k = \sum_{j\in V}^{n} x_{ij}^k = y_i^k, \forall i, l \in V \cup D \,, \forall k \in K \text{.....(3)}$$

4. Setiap kendaraan memiliki batasan kapasitas sebesar C_k. Oleh karena itu total permintaan konsumen yang harus dipenuhi dalam satu rute oleh setiap kendaraan tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan. Kendala ini didefinisikan sebagai berikut:

$$\sum_{i\in V}^{n} d_i y_i^k \leq C_k \, , \forall k \in K \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

5. Rute setiap kendaraan harus terhubung. Misalkan *S* adalah himpunan bagian dari V dan $|S|$ adalah banyaknya anggota di S. jika suatu kendaraan mengunjungi $i \in S$ dan jika terdapat rute menuju $j \in S$, maka banyak rute yang dilalui oleh kendaraan tersebut di S tidak lebih dari $|S| - 1$. Kendala ini didefiniskan sebagai berikut:

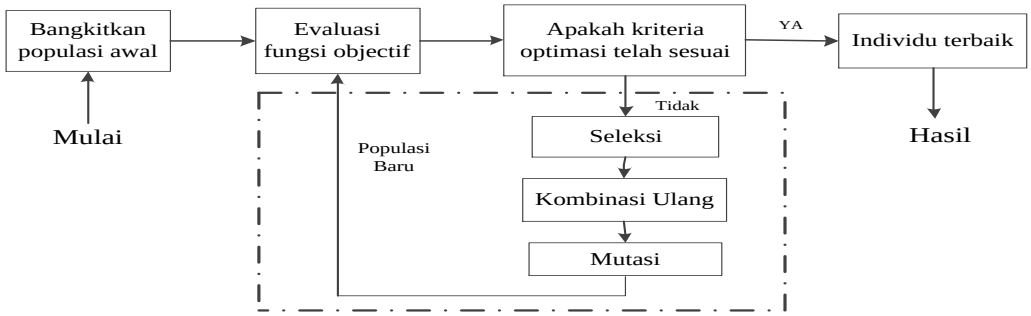
$$\sum_{i\in S}^{n} \sum_{i\in S}^{n} x_{ij}^k \leq |S| - 1, \forall S \subseteq V, |S| \geq 2, \forall k \in K \ldots..(5)$$

Fungsi tujuan dari model CVRP adalah meminimumkan jarak tempuh perjalanan bagi semua kendaraan di K. Fungsi tujuan tersebut dituliskan sebagai berikut:

$$z = \sum_{k\in K}^{n} \sum_{i\in K}^{n} \sum_{j\in K}^{n} C_{ij} x_{ij}^k \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

***Genetic Algorithm* (GA)**

Alogaritma genetik pertama kali ditemukan pada tahun 1975 dan salah satu metode metaheuristik untuk menentukan solusi dalam suatu permasalahan secara optimal dengan menggunakan suatu prosedur pencarian yang menyerupai proses evolusi biologis makhluk hidup. Mekanisme yang digunakan dalam pengerjaannya menggunkan kombinasi dari permasalahan permasalahan acak yang terstruktur [3]. Prosedur dalam pengerjaan alogaritma genetik [5] dapat dilihat dalam gambar berikut:



Gambar 2 Prosedur Alogaritma Genetika

Mekanisme Umum Alogaritma Genetika

Mekanisme dalam proses pengembangbiakan pada alogaritma genetik [6] sebagai berikut:

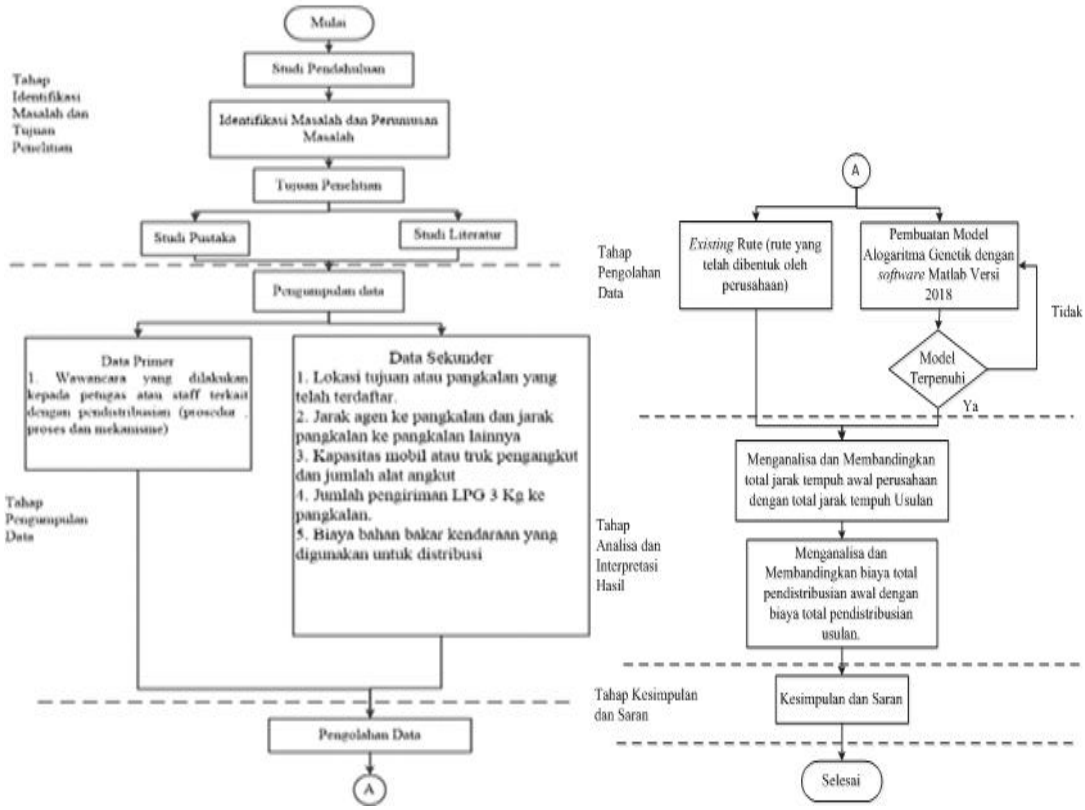
1. Proses pembentukan kromosom dan inisialisasi
   Dimulainya proses alogaritma genetika adalah dengan melakukan inisialisasi beberapa individu atau disebut juga dengan populasi. Setiap individu merupakan suatu solusi yang ingin dicari solusinya.
2. Perhitungan nilai *fitness*
   Nilai *fitness* dihitung dengan cara menghitung komulatf pada semua individu dalam satu kromosom untuk mengetahui seberapa besar kualitas suatu kromosom untuk bertahan di generasi selanjutnya.
3. Evaluasi kromosom
   Selanjutnya dilakukan evaluasi dari masing masing kromosom dengan rumus sebagai berikut:

$$Q[i] = \frac{1}{Fitness\,[i]} \ldots\ldots\ldots\ldots (2.8)$$

4. Seleksi kromosom
   Proses penyeleksian kromosom dilakukan dengan tujuan mencari kromosom yang memiliki nilai *fitness* paling baik diantara kromosom lainnya untuk dijadikan induk dalam generasi selanjutnya.
5. *Crossover* atau pindah silang
   Proses crossover dalam alogaritma genetika dilakukan dengan banyak metode [7] diantaranya merupakan *single point*, *double point crossover*, *shuffle crossover*, *flat crossover*, *heuristic crossover* dan lain lain.
6. Proses mutasi
   Sama halnya dengan *crossover*, *mutation* atau proses mutasi juga memiliki banyak metode yang dapat dipilih dalam pelaksanaan alogaritma genetika diantaranya *inversion mutation, scramble mutation, swap mutation, uniform mutation, reversing mutation* dan lain lain [8]. Untuk menentukan kromosom baru maka yang dilakukan adalah dengan menggabungkan dua indukan dengan menggunajan operator *crossover* atau dengan cara melakukan proses modifikasi kromosom dengan menggunakan operator mutasi.

METODE

Metode penelitian berguna untuk membantu pada penulisan sebuah laporan yang akan dibahas pada penelitian. Berikut ini adalah tahapan-tahapan pada metode penelitian yang akan dilakukan:



Gambar 3. *Flowchart* Metode Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan Rute Awal dengan Rute Usulan

Dari hasil perhitungan pengolahan data menggunakan metode alogaritma genetika dapat dilakukann perbandingan antara kondisi awal milik perusahaan (*existing*) dengan perhitungan menggunakan metode alogaritma genetika dalam pengolahan data. Faktor yang dibandingkan anatara lain jarak tempuh pada pendistribusian tabung LPG 3 Kg hari ke 1 hingga hari ke 6 yang disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan Jarak Tempuh Awal dengan Hasil Perhitungan

Tgl	Jarak Tempuh Awal (km)	Jarak Tempuh Usulan (km)	Jumlah Perbedaan (km)	Prosentase (%)
1	129,5	124,5	5	3,9
2	90,4	90,3	0,1	0,1
3	97,1	76,2	20,9	21,6
4	89,3	89,3	0	0
5	118,2	130,9	12,7	10,8
6	83,6	83,6	0	0
Total	608,1	594,8	13,3	13

Sedangkan perbandingan biaya distribusi tabung LPG 3 Kg dari hari ke 1 hingga hari ke 6 ditunjukkan pada tabel 2:

Tabel 2 Perbandingan Biaya Distribusi Awal dengan Hasil Perhitungan

Tgl	Biaya Distribusi Awal (Rp)	Biaya Distribusi Usulan (Rp)	Jumlah Penurunan (Rp)	Prosentase (%)
1	493.450	358.150	135.300	27,5
2	332.400	327.250	5.150	1.5
3	337.550	311.800	25.750	7,5
4	332.400	327.250	5.150	1,5
5	478.000	363.300	114.700	24
6	452.250	436.800	15.450	3,5
Total	2.426.050	2.124.550	301.500	13

Dari hasil perbandingan yang ditunjukkan dalam tabel 1 dan 2 dapat dilakukan hasil keseluruhan pada kondisi awal perusahaan dengan hasil perhitungan menggunakan alogaritma genetika. Perbandingan hasil keseluruhan tersebut dilihat dari 2 faktor yaitu jarak tempuh dan total biaya distribusi tabung gas LPG 3 kg yang disajikan dalam tabel 3:

Tabel 3 Perbandingan Hasil Keseluruhan Perhitungan

Faktor Pembanding	Nilai Awal	Nilai Akhir	Jumlah penurunan	Prosentase
Jarak Tempuh	608,1 km	594,8 km	13,3 km	2,19 %
Biaya Distribusi	Rp 2.426.050	Rp 2.124.550	Rp 301.500	13 %

Tabel 4 menunjukkan perbandingan hasil keseluruhan jarak tempuh dengan biaya distibusi . jarak tempuh nilai awal sebesar 608,1 km terjadi penurunan sebesar 2,19% menjadi 594,8 km. Sedangkan biaya distribusi awal sebesar Rp 2.426.050 mengalami penurunan sebesar 13 % sehingga menjadi Rp 301.500. Perbedaan jarak tempuh dan biaya pendistribusian tabung gas

LPG 3 kg disebabkan pada kondisi awal pendistribusian dalam sekali pengiriman perusahaan menggunakan lebih dari 2 kendaraan dalam 2 hingga 3 rute sedangkan pada rute usulan didapatkan 2 skenario rute dalam 1 kali pengiriman untuk 2 kendaraan sehingga terjadi penambahan total jarak tempuh dan penurunan biaya pada proses pendistribusian.

Hasil penelitian mengenai perancangan biaya distribusi dan transportasi mempunyai hubungan yang sangat penting terlebih untuk perusahaan yang bergerak sebagai distibutor sebuah produk. Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan penurunan jumlah biaya distribusi awal sebelum dilakukan perhitungan menggunakan metode alogaritma genetika selama 6 hari pendistrusian masih cenderung lebih besar keadaan ini kemudian akan mempengaruhi profit perusahaan secara signifikan jika terjadi secara terus menerus. Setelah dilakukan percobaan perhitungan menggunakan metode alogaritma genetika selama periode waktu 6 hari kerja didapatkan penurunan jarak tepuh proses distribusi sebesar 2,19% yang akan berpengaruh pada jumlah kendaraan yang digunakan perusahan dalam proses distribusi serta sekaligus dapat menekan biaya bahan bakar kendaraan sehingga penurunan biaya total pendistribusian terjadi sebesar 13%. Dengan adanya penurunan ini diharapkan dapat membantu perusahaan dalam proses pendistribusian dengan se efektif dan se efisien mungkin dan biaya yang dikeluarkan dalam sekali proses distribusi dapat ditekan seminimal mungkin serta memaksimalkan profit perusahaan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan model permasalahan *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) yang diselesaikan dengan metode alogaritma genetik dengan bantuan *software* Matlab versi 2018 didapatkan penurunan total jarak tempuh pendistribusian tabung LPG 3 kg sebesar 2,19% atau sebesar 13,3 km dari jarak tempuh semula. Dan didapatkan penurunan biaya distribusi sebesar 13% dari biaya semula atau penurunan sebesar Rp 301.500. Dengan menggunakan alogaritma genetik didapatkan 2 skenario rute dalam 1 kali pengiriman sehingga pendistribusian tabung LPG 3 kg dapat dilakukan dengan lebih efisien dari rute sebelumnya. Penelitian selanjutnya diharapkan mampu untuk mempelajari lebih lanjut mengenai proses pendistribusian maupun bentuk bentuk permasalahan dalam perancangan sistem distribusi untuk menemukan solusi yang lebih baik dalam meminimalkan jarak tempuh maupun biaya dalam pendistribusian.

DAFTAR PUSTAKA

[1] I. Palandeng, P. Tumade, and D. Ongirwalu, "Evaluasi Hilir Rantai Pasokan Dalam Sistem Logistik Komoditi Cabai Di Pasar Tradisional Pinasungkulan Manado," *J. Ris. Ekon. Manajemen, Bisnis dan Akunt.*, vol. 3, no. 1, pp. 994–1001, 2015.
[2] S. Chopra, *Supply Chain Management: Global Edition*. 2012.
[3] A. Rini, S. Susanty, and Y. Nurdiansyah, "Usulan Perbaikan Rute Pendistribusian Ice Tube Menggunakan Metode Nearest Neighbour Dan Genetic Algorithm *," *J. Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. 03, no. 04, pp. 401–410, 2015.
[4] Lukmandono, M. Basuki, M. J. Hidayat, and F. B. Aji, "Application of Saving Matrix Methods and Cross Entropy for Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) Resolving," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 462, no. 1, 2019.
[5] I. D. Made, A. Baskara, V. Nurcahyawati, and A. Genetika, "ISSN 2089-8673 Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI) PULAU JAWA DENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA I . Pendahuluan ISSN 2089-8673 Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI) II . Dasar Teori," vol. 1, pp. 244–258, 2012.
[6] G. Muhammad, "Algoritma Genetika Informatika," no. June, 2018.
[7] U. A.J. and S. P.D., "Crossover Operators in Genetic Algorithms: a Review," *ICTACT J.*

Soft Comput., vol. 06, no. 01, pp. 1083–1092, 2015.
[8] N. Soni and T. Kumar, "Study of Various Mutation Operators in Genetic Algorithms," *Int. J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 5, no. 3, pp. 4519–4521, 2014.