

# Penentuan Keputusan Rute Distribusi Terbaik Menggunakan *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*

*Determining the Best Distribution Route Decision Using Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*

**Muhammad Reza Riansyah<sup>a,1</sup>, Bambang Abdi Setiawan<sup>b,2</sup>, Ahmad Yusuf<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; Jl. Padjajaran, Ring Road Utara, Kel. Condongcatur, Kec. Depok, Kab. Sleman, Prop. Daerah Istimewa Yogyakarta. Telp. (0274) 884201 – 207  
e-mail: muhammad.1252@students.amikom.ac.id<sup>\*1</sup>, bambang.1278@students.amikom.ac.id<sup>2</sup>,  
ahmad.1266@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 adalah bagian yang sangat penting dalam Supply Chain Management. Hal ini dapat meningkatkan keuntungan perusahaan dengan penurunan biaya transportasi. Kegiatan ini memiliki banyak kendala seperti kapasitas kendaraan, perbedaan permintaan konsumen, dan perbedaan lokasi konsumen. Permasalahan tersebut harus diatasi dengan menentukan rute untuk meminimalkan biaya distribusi. Objek yang dijadikan penelitian adalah perusahaan distributor yang mengirim produk ke beberapa pelanggan dengan lokasi yang berbeda. Produk harus didistribusikan ke pelanggan di lokasi yang berbeda dan juga dengan permintaan yang bervariasi. Masalah tersebut termasuk dalam *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* yang dianggap sebagai masalah berupa optimasi berbasis kombinatorial kompleks yang juga termasuk sebagai kategori NP - Hard Problem, berupa masalah yang membutuhkan banyak waktu beriringan dengan bertambahnya ukuran data dengan menggunakan perhitungan komputasi yang kompleks. Maka pada penelitian ini dilakukan optimasi dengan metode linear programming dan algoritma genetika untuk menyelesaikan masalah kombinatorial sehingga diperoleh jarak optimal pada kasus distribusi. Pengujian yang dilakukan dibagi ke dalam 2 skenario dengan menggunakan dataset yang berbeda, yaitu data rute ganjil dan data rute genap. Dari hasil pengujian metode linear programming didapatkan bahwa rute ganjil dengan 23 node mendapatkan penghematan sebesar 11% dan rute genap dengan 21 node mendapatkan penghematan sebesar 22%. Sedangkan algoritma genetika didapatkan bahwa rute ganjil dengan 23 node mendapatkan penghematan sebesar 12% dan rute genap dengan 21 node mendapatkan penghematan sebesar 25%.

*Kata Kunci* : sistem pengambilan keputusan, distribusi, optimasi rute, tsp, vrp

## ABSTRACT

Distribution activities are a very important part of Supply Chain Management. This can increase the company's profits by reducing transportation costs. This activity has many obstacles such as vehicle capacity, differences in consumer demand, and differences in consumer locations. These problems must be overcome by determining the route to minimize distribution costs. The object of this research is a distributor company that sends products to several customers with different locations. Products must be distributed to customers in different locations and also with varying demands. This problem is included in the *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* which is considered a problem in the form of complex combinatorial-based optimization which is also included in the NP - Hard Problem category, in the form of problems that require a lot of time along with increasing data size using complex computational calculations. And then in this study, optimization was carried out using linear programming methods and genetic algorithm to solve combinatorial problems in order to obtain the optimal distance in the distribution case. The tests carried out were divided into 2 scenarios using different datasets, namely odd route data and even route data. From the test results linear programming methods, it is found that the odd route with 23 nodes gets a savings of 11% and the even route with 21 nodes gets a savings of 22%, while from the test results Genetic Algorithm, it is found that the odd route with 23 nodes gets a savings of 12% and the even route with 21 nodes gets a savings of 25%.

*Keywords* : decision support system, distribution, route optimization, tsp, vrp

---

## 1. PENDAHULUAN

Distribusi merupakan bagian penting dalam bisnis perusahaan berupa aktivitas pemasaran agar mempermudah atau memperlancar penyampaian barang dan jasa kepada konsumen [1]. Tujuan proses distribusi ialah agar produk bisa disebarkan secara merata hingga ke konsumen terakhir [2]. Pendistribusian produk perlu adanya distributor sebagai perantara untuk memasarkan produk dari perusahaan, serta perlu adanya saluran distribusi yaitu suatu struktur bisnis dari perusahaan atau organisasi da saling berkaitan mulai dari produk dibuat hingga sampai ke penjual dan konsumen akhir [1].

Transportasi merupakan salah satu pendukung distribusi, permasalahan yang ditemukan penggunaan transportasi adalah luasnya wilayah dan banyaknya jalan menjadi sesuatu yang dapat menyebabkan jalur yang dituju menjadi sulit untuk menentukan jalur optimum, baik dari sisi jarak maupun waktu yang ditempuh [3]. Umumnya permasalahan yang muncul dan dihadapi oleh perusahaan adalah rute distribusi berbeda-beda dan rute yang Panjang serta keterbatasan transportasi yang dimiliki, sehingga proses pendistribusian menjadi memerlukan waktu yang lebih lama [4].

Permasalahan dalam proses pendistribusian salah satunya Travelling Salesman Problem (TSP) [5]–[7]. TSP merupakan bentuk permasalahan rute perjalanan yang mana depot atau titik awal harus melewati titik-titik yang menjadi tujuan dan harus dilewati satu kali hingga berakhir dan kembali ke depot [5]. Vehicle Routing Problem (VRP) merupakan bagian dari TSP yang berupa permasalahan pendistribusian dengan keterbatasan kendaraan kemudian digunakan untuk mencari solusi untuk menemukan rute yang optimal dan direpresentasikan dalam model graf. Tujuan dari VRP adalah menemukan rute distribusi dengan kendaraan ataupun alat transportasi yang digunakan serta biaya yang dikeluarkan minimum dalam proses pendistribusian, dimana dalam proses pendistribusian titik-titik harus dilewati satu kali hingga berakhir dan kembali ke depot. Apabila rute distribusi tidak diatur dengan baik akan mengakibatkan jarak yang ditempuh menjadi lebih besar dan biaya yang dikeluarkan untuk proses distribusi juga meningkat [8].

Saat ini proses kunjungan rute distribusi dilakukan secara manual dan menjalankan kunjungan sesuai jadwal tanpa urutan kunjungan, sehingga salesman hanya melihat titik yang akan dikunjungi berdasarkan pengetahuan dalam menentukan jalur atau rute yang akan dikunjungi. Kunjungan dilakukan 2 periode yaitu Ganjil Jumat dan Genap Jumat. setiap periode merupakan titik yang berbeda sehingga tidak ada toko yang sama selama 2 periode atau 2 minggu kunjungan. dengan jumlah toko sebanyak 2 minggu kunjungan salesman harus mengatur rute sebaik mungkin agar bisa mengefisiensikan perjalanan dan kunjungan menjadi lebih cepat, sehingga target dari perusahaan bisa diselesaikan dengan baik.

Penelitian tentang perencanaan rute distribusi menggunakan Algoritma Genetika yang telah dilakukan mendapati adanya keterlambatan pengiriman produk ke beberapa konsumen yang berdampak pada kepuasan pelanggan. Penelitian tersebut dapat menentukan jalur yang lebih optimal dan meminimalkan biaya distribusi barang dan didapatkan penghematan jarak sebesar 14.05% sedangkan penghematan biaya sebesar 11%. [9]

Berdasarkan latar belakang masalah, peneliti akan melakukan memberikan solusi terkait permasalahan CVRP untuk penentuan rute distribusi. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan urutan kunjungan untuk menemukan rute terbaik pada proses pendistribusian.

CVRP adalah yang paling umum dari Vehicle Routing Problem (VRP) [3] dan merupakan modifikasi dasar dari masalah awal VRP [4], [10]. CVRP terbagi menjadi dua varian yaitu varian homogen atau *uniform fleet* di mana setiap kendaraan memiliki kapasitas yang sama, sedangkan varian heterogen setiap kendaraan memiliki kapasitas tersendiri [11]. Konsep dasar CVRP adalah menemukan rute yang meminimalkan jarak tempuh dan jumlah total kendaraan yang digunakan [12]. Rute dimaksudkan sebagai urutan lokasi atau pelanggan yang dikunjungi yang harus dikunjungi kendaraan bersama dengan indikasi layanan yang disediakannya. Kendaraan harus memulai dan menyelesaikan tournya di depot [11], [13].

Masalah Perutean Kendaraan adalah masalah yang dihadapi sebagian besar perusahaan. Dengan mengekstrak detail dari google maps dan menghitung jalur terpendek yang mencakup semua alamat dan dengan mempertimbangkan berat maksimum yang dapat dibawa kendaraan dan memplotnya di peta google menggunakan library dalam Python [14]. Penggunaan CVRP memberikan hasil yang dapat menghemat jarak dimana jarak untuk satu rute bisa dihemat 18% sedangkan biaya distribusi bisa dihemat 15% dari rute pertama pada lokasi perusahaan [8]. Tidak hanya menghasilkan rute yang optimal tetapi juga untuk mengubah jumlah kendaraan yang digunakan. Didapatkan dapat menghemat total jarak sebesar 37 persen dan menghemat jumlah kendaraan sebesar 15 persen [1].

CVRP mampu meminimalkan jarak tempuh kendaraan pada rute distribusi pada salah satu kabupaten di Indonesia dengan menggunakan Algoritma Sweep dan permasalahan Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP). Pengelompokan customer dilakukan berdasarkan sudut polar lalu penentuan rute dari setiap cluster, dan hasil menunjukkan bahwa rute usulan 32 kilometer lebih sedikit dan hemat waktu dalam menempuh kendaraan sebesar 23 menit dengan persentase kehematan 18,29 persen [2].

## 2. METODE PENELITIAN

### A. Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data yang diperoleh dari database yang berisi daftar toko yang sudah teregistrasi menjadi pelanggan pada perusahaan dengan menggunakan sampel data hari Jumat dengan periode Ganjil dan Genap, dimana jumlah jadwal toko Ganjil Jumat sebanyak 22 toko dan Genap Jumat sebanyak 20 toko.

### B. Membuat Matriks Jarak

Langkah awal yang dilakukan untuk menentukan rute yaitu menemukan koordinat perusahaan, posisi toko dan lokasi toko. Data jarak antara titik ketitik atau lokasi ke lokasi sangat diperlukan dalam membuat matrix jarak. [2]

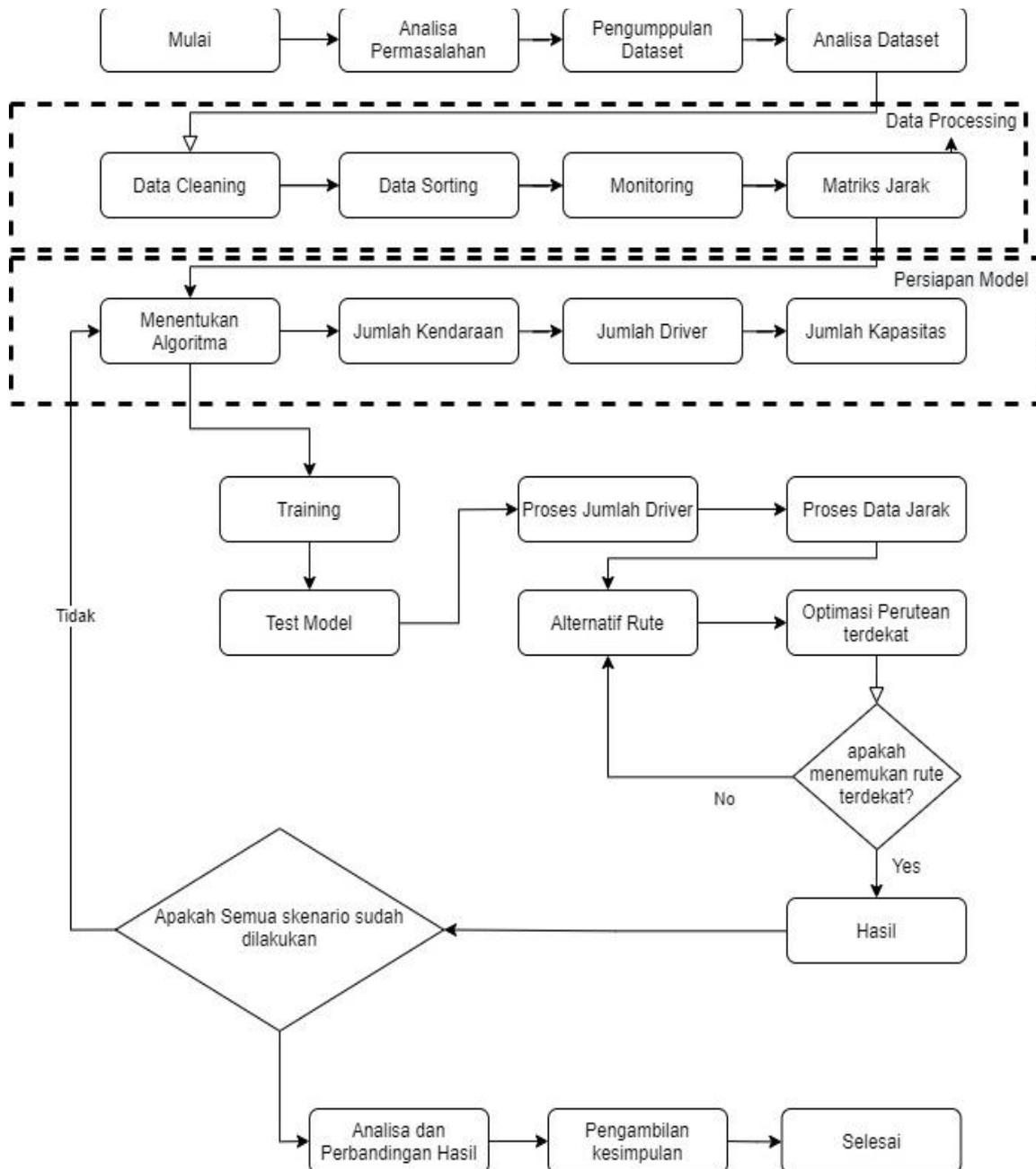
Langkah berikutnya dengan mendapatkan koordinat pada setiap lokasi, sehingga jarak antara dua atau lebih titik lokasi bisa dihitung menggunakan rumus:

$$j(1,2) = \sqrt{(x_1-x_2)^2 - (y_1-y_2)^2} \quad (1)$$

Apabila jarak antara kedua koordinat ini telah diketahui sebelumnya, maka perhitungan hanya menggunakan jarak yang sudah ada saja tanpa menggunakan persamaan.

C. Alur Penelitian

Penelitian dimulai dengan analisa permasalahan, pengumpulan dataset, analisa dataset, proses cleaning data alamat terutama data titik koordinat berupa longitude dan latitude, pengurutan data, monitoring, penentuan matriks jarak. Apabila data sudah lengkap maka dilanjutkan dengan menghitung jarak lokasi dengan matriks antar titik awal dan titik lokasi ke lokasi lain dan akhirnya penerapan model CVRP untuk mencari solusi rute terbaik. Pembangunan model dan pengujian model dilakukan sehingga didapatkan hasil dan evaluasi yang dibutuhkan.



Gambar 1. Alur Penelitian

#### D. Tools Computational

Linear Programming diimplementasikan pada Python dengan Jupyter Notebook. Peneliti juga menggunakan Visual Basic Application dengan Microsoft Excel untuk membantu proses pengurutan dan rekomendasi rute. Spesifikasi komputer yang digunakan untuk melakukan proses perhitungan adalah Intel Core i7 10th Gen 3.4 GHz dengan RAM 16 GB.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

*Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* merupakan VRP yang memiliki daya dukung terbatas pada kendaraan dalam mengantarkan barang ke berbagai lokasi. Item memiliki kuantitas, seperti berat atau volume, dan setiap kendaraan memiliki kapasitas maksimum yang dapat mereka bawa. Masalahnya adalah harus mengambil atau mengantarkan barang dengan biaya paling murah tapi tidak boleh melebihi kapasitas kendaraan. Maka harus diatur nomor pelanggan, nomor kendaraan, permintaan setiap pelanggan dan kapasitas kendaraan sebagai berikut. Sebagai contoh: jumlah pelanggan 9 (plus satu depot), jumlah kendaraan 4, permintaan setiap pelanggan berjumlah acak antara 10 hingga 20, jumlah kapasitas kendaraan 50 (anggap semua kendaraan memiliki kapasitas yang sama).

Matriks jarak yang digunakan untuk menemukan jarak antar titik-titik akan digunakan sebagai perhitungan jarak agar bisa diproses oleh algoritma dalam menentukan rute yang optimal. Sedangkan *constraint* atau batasan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: kapasitas maksimal ditentukan oleh pengguna, kendaraan hanya boleh melewati satu titik dari setiap rute, jumlah kendaraan masuk dan keluar dari titik harus sama, berangkat dari depot atau titik awal, kapasitas tidak boleh lebih dari kapasitas yang ditentukan, tidak ada *sub tours* atau perulangan rute.

$$\begin{aligned}
 (1) \quad & \min \sum_{k \in K} \sum_{(i,j) \in E} c_{ij} x_{ij}^k \\
 (2) \quad & \sum_{k \in K} \sum_{i \in V, i \neq j} x_{ij}^k = 1 \quad \forall j \in V \setminus \{0\} \\
 (3) \quad & \sum_{j \in V \setminus \{0\}} x_{0j}^k = 1 \quad \forall k \in K \\
 (4) \quad & \sum_{i \in V, i \neq j} x_{ij}^k - \sum_{i \in V} x_{ji}^k = 0 \quad \forall j \in V, \forall k \in K \\
 (5) \quad & \sum_{i \in V} \sum_{j \in V \setminus \{0\}, i \neq j} q_j x_{ij}^k \leq Q \quad \forall k \in K \\
 (6) \quad & \sum_{k \in K} \sum_{(i,j) \in S, i \neq j} x_{ij}^k \leq |S| - 1 \quad S \subseteq V \setminus \{0\} \\
 (7) \quad & x_{ij}^k \in \{0,1\} \quad \forall k \in K, \forall (i,j) \in E
 \end{aligned}$$

Gambar 2. Persiapan Model dan *Data Processing*



Penggunaan fitur pada Microsoft Visual Basic for Application untuk mencari urutan rute kemudian dilakukan perumusan sebagai berikut:

Urutan	Rumus Bantu untuk function	Rumus Urutan
1	MATCH(1,\$B2:\$X2,0)	Depot aawal Tanpa Rumus
13	MATCH(1,\$B14:\$X14,0)	=INDEX(\$A\$1:\$X\$24,EVAL(Z1)+1,1)
10	MATCH(1,\$B11:\$X11,0)	=INDEX(\$A\$1:\$X\$24,EVAL(Z2)+1,1)
9	MATCH(1,\$B10:\$X10,0)	=INDEX(\$A\$1:\$X\$24,EVAL(Z3)+1,1)
12	MATCH(1,\$B13:\$X13,0)	=INDEX(\$A\$1:\$X\$24,EVAL(Z4)+1,1)
19	MATCH(1,\$B20:\$X20,0)	=INDEX(\$A\$1:\$X\$24,EVAL(Z5)+1,1)
20	MATCH(1,\$B21:\$X21,0)	=INDEX(\$A\$1:\$X\$24,EVAL(Z6)+1,1)
21	MATCH(1,\$B22:\$X22,0)	=INDEX(\$A\$1:\$X\$24,EVAL(Z7)+1,1)
18	MATCH(1,\$B19:\$X19,0)	=INDEX(\$A\$1:\$X\$24,EVAL(Z8)+1,1)
16	MATCH(1,\$B17:\$X17,0)	=INDEX(\$A\$1:\$X\$24,EVAL(Z9)+1,1)
17	MATCH(1,\$B18:\$X18,0)	=INDEX(\$A\$1:\$X\$24,EVAL(Z10)+1,1)
15	MATCH(1,\$B16:\$X16,0)	=INDEX(\$A\$1:\$X\$24,EVAL(Z11)+1,1)
14	MATCH(1,\$B15:\$X15,0)	=INDEX(\$A\$1:\$X\$24,EVAL(Z12)+1,1)
11	MATCH(1,\$B12:\$X12,0)	=INDEX(\$A\$1:\$X\$24,EVAL(Z13)+1,1)
8	MATCH(1,\$B9:\$X9,0)	=INDEX(\$A\$1:\$X\$24,EVAL(Z14)+1,1)
7	MATCH(1,\$B8:\$X8,0)	=INDEX(\$A\$1:\$X\$24,EVAL(Z15)+1,1)
2	MATCH(1,\$B3:\$X3,0)	=INDEX(\$A\$1:\$X\$24,EVAL(Z16)+1,1)
5	MATCH(1,\$B6:\$X6,0)	=INDEX(\$A\$1:\$X\$24,EVAL(Z17)+1,1)
4	MATCH(1,\$B5:\$X5,0)	=INDEX(\$A\$1:\$X\$24,EVAL(Z18)+1,1)
3	MATCH(1,\$B4:\$X4,0)	=INDEX(\$A\$1:\$X\$24,EVAL(Z19)+1,1)
6	MATCH(1,\$B7:\$X7,0)	=INDEX(\$A\$1:\$X\$24,EVAL(Z20)+1,1)
1	MATCH(1,\$B2:\$X2,0)	=INDEX(\$A\$1:\$X\$24,EVAL(Z21)+1,1)

Gambar 4. Formula Perhitungan Urutan Rute

Dengan menggunakan Linear Programming didapatkan hasil rekomendasi rute sebagai berikut:

Rute Ganjil		Rute Genap		Rute Ganjil		Rute Genap	
NO	Jarak	NO	Jarak	NO	Jarak	NO	Jarak
1	5.907676	1	5.55843	1	6.124193	1	5.182039
2	0.004313	14	0.156815	2	0.4275	13	0.042331
3	0.012429	11	0.04453	3	0.046709	10	0.507469
4	0.029218	9	0.019088	4	0.055152	9	0.055403
5	0.029659	10	0.172696	5	0.110118	12	0.196899
6	0.046136	13	0.15125	6	0.22508	19	0.160205
7	0.01188	15	0.111338	7	0.029083	20	0.733503
8	0.254719	16	0.06336	8	0.327997	21	0.705874
9	0.019088	17	0.047693	9	0.507469	18	0.071552
10	0.05311	18	0.083954	10	0.877451	16	0.004785
11	0.730065	19	0.079708	11	0.354635	17	0.022223
12	0.51239	21	0.005595	12	0.558917	15	0.051933
13	0.360726	22	0.035784	13	0.849882	14	0.093779
14	0.223111	20	0.156769	14	0.051933	11	0.114214
15	0.111338	23	0.289473	15	0.026479	8	0.029083
16	0.06336	12	0.479519	16	0.004785	7	0.238708
17	0.047693	8	0.01188	17	0.075032	2	0.329371
18	0.083954	7	0.046136	18	0.20717	5	0.055152
19	0.115448	6	0.029659	19	0.160205	4	0.046709
20	0.040726	5	0.029218	20	0.733503	3	0.013695
21	0.005595	4	0.012429	21	6.614613	6	5.724154
22	0.19182	3	0.004313	1		1	
23	6.233173	2	5.907676				
1		1					
<b>Total</b>	<b>15.08763</b>	<b>Total</b>	<b>13.49732</b>	<b>Total</b>	<b>18.36791</b>	<b>Total</b>	<b>14.37908</b>
<b>Manual</b>		<b>Sistem</b>		<b>Manual</b>		<b>Sistem</b>	
<b>Penghematan</b>		<b>11%</b>		<b>Penghematan</b>		<b>22%</b>	

Gambar 5. Perbandingan Urutan Rute Linear Programming dengan Rute Manual

Sedangkan dengan Algoritma Genetika didapatkan hasil rekomendasi rute dengan jarak sebagai berikut:

Rute Ganjil		Rute Ganap		Rute Ganjil		Rute Ganap	
NO	Jarak	NO	Jarak	NO	Jarak	NO	Jarak
1	5.907676	1	5.666441	1	6.124193	1	5.182039
2	0.004313	11	0.04453	2	0.4275	13	0.042331
3	0.012429	9	0.019088	3	0.046709	10	0.531299
4	0.029218	10	0.172696	4	0.055152	19	0.160205
5	0.029659	13	0.158361	5	0.110118	20	0.07736
6	0.046136	8	0.01188	6	0.22508	18	0.071552
7	0.01188	7	0.046136	7	0.029083	16	0.004785
8	0.254719	6	0.029659	8	0.327997	17	0.022223
9	0.019088	5	0.029218	9	0.507469	15	0.051933
10	0.05311	4	0.011728	10	0.877451	14	0.093779
11	0.730065	2	0.004313	11	0.354635	11	0.58303
12	0.51239	3	0.463944	12	0.558917	21	0.643765
13	0.360726	12	0.289473	13	0.849882	2	0.220848
14	0.223111	23	0.156769	14	0.051933	8	0.029083
15	0.111338	20	0.035784	15	0.026479	7	0.118988
16	0.06336	22	0.005595	16	0.004785	5	0.055152
17	0.047693	21	0.079708	17	0.075032	4	0.046709
18	0.083954	19	0.088078	18	0.20717	3	0.013695
19	0.115448	16	0.035208	19	0.160205	6	0.131222
20	0.040726	18	0.047693	20	0.733503	9	0.055403
21	0.005595	17	0.062379	21	6.614613	12	5.713265
22	0.19182	15	0.223111	1		1	
23	6.233173	14	5.55843				
1		1					
<b>Total Manual</b>	15.08763	<b>Total Sistem</b>	13.24022	<b>Total Manual</b>	18.36791	<b>Total Sistem</b>	13.84867
<b>Penghematan</b>		<b>Penghematan</b>	12%	<b>Penghematan</b>		<b>Penghematan</b>	25%

Gambar 5. Perbandingan Urutan Rute Algoritma Genetika dengan Rute Manual

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian algoritma Linear Programming mengkalkulasi bahwa rute Ganjil Jumat dengan 23 node mendapatkan penghematan sebesar 11% dibandingkan dengan rute manual dan rute Genap Jumat dengan 21 node mendapatkan penghematan sebesar 22% dibandingkan dengan rute manual. Sedangkan Algoritma Genetika mengkalkulasi bahwa rute Ganjil Jumat dengan 23 node mendapatkan penghematan sebesar 12% dibandingkan dengan rute manual dan rute Genap Jumat dengan 21 node mendapatkan penghematan sebesar 25% dibandingkan dengan rute manual. Dengan demikian, penerapan CVRP menggunakan Algoritma Genetika terbukti memberikan hasil yang optimal dalam perhitungan *non-deterministic polynomial*.

Dikarenakan pengujian masih memerlukan bantuan perhitungan menggunakan Microsoft Excel, maka prototype dalam penelitian ini perlu ditingkatkan sehingga dapat mengatasi problem secara komprehensif tanpa membutuhkan bantuan Microsoft Excel lagi.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya untuk Ibu Dr. Kusriani dan Ibu Dina Maulina, M.Kom yang sudah memberikan bimbingan dan dukungan selama proses penelitian.

### REFERENSI

- [1] L. O. M. Zulfiqar, R. Rizal Isnanto, and O. D. Nurhayati, "Using CVRP model in designing decision support system for optimizing distribution route and amounts of utilized vehicles," in *2018 International Conference on Information and Communications Technology, ICOIACT 2018*, 2018, vol. 2018-Janua, pp. 789–792, doi: 10.1109/ICOIACT.2018.8350799.
- [2] R. Saraswati, W. Sutopo, and M. Hisjam, "Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem Dengan Menggunakan Algoritma Sweep Untuk Penentuan Rute Distribusi Koran: Studi Kasus," *J. Manaj. Pemasar.*, vol. 11, no. 2, 2017, doi: 10.9744/pemasaran.11.2.41-44.
- [3] S. P. Gayialis, G. D. Konstantakopoulos, and I. P. Tatsiopoulou, "Vehicle Routing Problem for Urban Freight Transportation: A Review of the Recent Literature," 2019.
- [4] T. Erdelic, T. Carić, and E. Lalla-Ruiz, "A Survey on the Electric Vehicle Routing Problem: Variants and Solution Approaches," *Journal of Advanced Transportation*, vol. 2019, 2019, doi: 10.1155/2019/5075671.
- [5] M. S. Hossain, A. S. Tanim, S. S. Choudhury, S. M. A. I. Hayat, M. N. Kabir, and M. M. Islam, "An Efficient Solution to Travelling Salesman Problem using Genetic Algorithm with Modified Crossover Operator," *Emit. Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 2, 2019, doi: 10.24003/emitter.v7i2.380.
- [6] C. Dahiya and S. Sangwan, "Literature Review on Travelling Salesman Problem," *Int. J. Res. Available*, no. June 2018, 2020, [Online]. Available: <https://edupediapublications.org/journals>.
- [7] S. Rohman, L. Zakaria, A. Asmiati, and A. Nuryaman, "Optimisasi Travelling Salesman Problem dengan Algoritma Genetika pada Kasus Pendistribusian Barang PT. Pos Indonesia di Kota Bandar Lampung," *J. Mat. Integr.*, vol. 16, no. 1, p. 61, 2020, doi: 10.24198/jmi.v16.n1.27804.61-73.
- [8] S. Kristina, R. Doddy Sianturi, and R. Husnadi, "Penerapan Model Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) Menggunakan Google OR-Tools untuk Penentuan Rute Pengantaran Obat pada Perusahaan Pedagang Besar Farmasi (PBF)," *J. Telemat.*, vol. 15, no. 2, 2020, [Online]. Available: <https://sci-hub.do/https://journal.ithb.ac.id/telematika/article/view/359>.
- [9] Z. Makruf and R. Rusindiyanto, "Perencanaan Rute Distribusi Yang Optimal Untuk Meminimumkan Biaya Distribusi Dengan Metode Algoritma Genetika (Studi kasus di CV. Menara Kudus)," *JUMINTEN*, vol. 1, no. 2, pp. 105–117, 2020, doi: 10.33005/juminten.v1i2.68.
- [10] F. Taner, A. Galić, and T. Carić, "Solving Practical Vehicle Routing Problem with Time Windows Using Metaheuristic Algorithms," *PROMET - Traffic&Transportation*, vol. 24, no. 4, 1970, doi: 10.7307/ptt.v24i4.443.
- [11] R. A. de C. Oliveira and K. V. Delgado, "Capacitated Vehicle Routing System Applying Monte Carlo Methods," in *Proceedings of the Annual Conference on Brazilian Symposium on Information Systems: Information Systems: A Computer Socio-Technical Perspective - Volume 1*, 2015, pp. 1–8.

- [12] T. Pichpibul and R. Kawtummachai, "An improved Clarke and Wright savings algorithm for the capacitated vehicle routing problem," *ScienceAsia*, vol. 38, no. 3, 2012, doi: 10.2306/scienceasia1513-1874.2012.38.307.
- [13] M. Iori and S. Martello, "An annotated bibliography of combined routing and loading problems," *Yugoslav Journal of Operations Research*, vol. 23, no. 3. pp. 311–326, 2013, doi: 10.2298/YJOR130315032I.
- [14] Sourabh Kulkarni, "Vehicle Routing Problem Solver," *Int. J. Eng. Res.*, vol. V5, no. 12, 2016, doi: 10.17577/ijertv5is120216.