

Penerapan *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) untuk Optimasi Rute Distribusi Air Mineral (Studi Kasus: PT Tina Dimans Raya Padang)

Yanzla Wahyuni, Rara Sandhy Winanda

Departemen Matematika, Universitas Negeri Padang

Article Info

Article history:

Received August 4th, 2025

Revised Sept 13th, 2025

Accepted Sept 15th, 2025

Keywords:

Route optimization

Vehicle Routing Problem

Sweep Algorithm

Nearest Neighbor Algorithm

Kata Kunci:

Optimasi rute

Vehicle Routing Problem

Algoritma Sweep

Algoritma Nearest Neighbor

ABSTRACT

PT Tina Dimans Raya, as the distributor of Aqua in Padang City, faces operational cost inefficiencies due to manual distribution route determination. This study aims to optimize the company's distribution routes to minimize travel distance and reduce operational costs. The method used is the Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) approach. The Sweep Algorithm is applied to group distribution locations based on geographical proximity and vehicle capacity, followed by the Nearest Neighbor Algorithm to determine the optimal visit order within each cluster. The results of the implementation on January 30, 2025, showed that this method successfully reduced the total travel distance by 15.9 km and decreased the number of vehicles used from three to two units without reducing delivery capacity. Thus, this study successfully demonstrated that the application of CVRP is effective in optimizing distribution routes and cost efficiency.

ABSTRAK

PT Tina Dimans Raya sebagai distributor Aqua di Kota Padang menghadapi inefisiensi biaya operasional akibat penentuan rute distribusi yang masih manual. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan rute distribusi perusahaan guna meminimalkan jarak tempuh dan menekan biaya operasional. Metode yang digunakan adalah pendekatan *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP). Algoritma *Sweep* diterapkan untuk mengelompokkan lokasi distribusi berdasarkan kedekatan geografis dan kapasitas kendaraan, kemudian Algoritma *Nearest Neighbor* digunakan untuk menentukan urutan kunjungan yang optimal dalam setiap *cluster*. Hasil penerapan pada 30 Januari 2025 menunjukkan bahwa metode ini berhasil mengurangi total jarak tempuh sebesar 15,9 km dan menurunkan jumlah kendaraan yang digunakan dari tiga menjadi dua unit tanpa mengurangi kapasitas pengiriman. Dengan demikian, penelitian ini berhasil membuktikan bahwa penerapan CVRP efektif dalam mengoptimalkan rute distribusi dan efisiensi biaya.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Penulis Korespondensi:

Yanzla Wahyuni

Departemen Matematika, Universitas Negeri Padang,

Email: yanzlawahyuni@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Distribusi merupakan salah satu komponen penting dalam pemasaran produk karena berfungsi memastikan barang atau jasa sampai ke konsumen dalam jumlah dan waktu yang tepat. Proses ini melibatkan berbagai aspek, termasuk peran distributor yang menjembatani produsen dengan konsumen. PT Tina Dimans Raya, sebagai distributor resmi Aqua di Kota Padang, menghadapi tantangan dalam mengelola biaya operasional, terutama pengeluaran bahan bakar yang cukup besar. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal ini adalah dengan merancang rute distribusi yang paling efisien agar jarak tempuh kendaraan menjadi minimal [1].

Tantangan distribusi yang dihadapi oleh PT Tina Dimans Raya Padang sejalan dengan permasalahan klasik dalam bidang logistik yang dikenal sebagai *Vehicle Routing Problem* (VRP) [2]. Masalah ini bertujuan menentukan rute terbaik bagi sejumlah kendaraan dengan mempertimbangkan berbagai kendala seperti kapasitas kendaraan dan waktu pengiriman [3][4]. Dalam kasus ini, pendekatan CVRP dinilai sesuai, karena memperhitungkan kapasitas terbatas dari setiap kendaraan [5][6].

Salah satu metode yang dianggap efektif dalam menyelesaikan CVRP adalah Algoritma *Sweep*. Algoritma ini mengelompokkan titik distribusi berdasarkan kedekatan geografis dan kapasitas kendaraan [7][8]. Proses selanjutnya dalam metode ini adalah penentuan rute optimal yang dilakukan dengan pendekatan *Nearest Neighbor* [9]. Penelitian ini berfokus pada optimalisasi rute distribusi air mineral PT Tina Dimans Raya Padang dengan menerapkan pendekatan CVRP berbasis Algoritma *Sweep*. Pendekatan ini terdiri atas dua tahap utama, yaitu pengelompokan lokasi distribusi dan pembentukan rute distribusi yang optimal [10]. Melalui pendekatan ini, diharapkan mampu menekan biaya operasional dan meningkatkan efisiensi pengiriman. Selain memberikan manfaat nyata bagi PT Tina Dimans Raya Padang, hasil penelitian ini juga dapat dijadikan referensi bagi perusahaan lain yang mengalami permasalahan serupa dalam distribusi.

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian terapan yang bertujuan untuk menemukan solusi praktis bagi permasalahan di industri melalui penerapan langsung pengetahuan dari penelitian dasar. Data yang digunakan adalah data sekunder yang berasal dari rekap penjualan serta data primer berupa rute distribusi yang diperoleh melalui wawancara bersama sales PT Tina Dimans Raya Padang [11]. Data tersebut kemudian diolah untuk menyelesaikan permasalahan CVRP dengan mengikuti tahapan sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data mengenai jumlah sales, lokasi depot, lokasi distribusi dan rute yang digunakan untuk mendistribusikan air mineral *channel* minimarket pada PT Tina Dimans Raya Padang.
2. Menghitung jarak antara lokasi-lokasi distribusi air mineral menggunakan bantuan aplikasi *Google Maps* kemudian jarak disusun dalam bentuk matriks jarak.
3. Menyelesaikan masalah CVRP dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - a. Tahapan Pengelompokan (*Clustering*)
Langkah – langkah pada tahap pengelompokan sebagai berikut:
 - 1) Inisialisasi data
 - 2) Menggambar masing-masing lokasi pendistribusian dalam koordinat kartesius dan menetapkan lokasi depot sebagai pusat koordinat.
 - 3) Mengubah koordinat kartesius menjadi koordinat polar
 - 4) Mengelompokkan lokasi distribusi berdasarkan sudut polar terkecil hingga terbesar dengan tetap memperhatikan kapasitas kendaraan.
 - b. Tahap Pembentukan rute
Setelah lokasi terbagi ke dalam beberapa kelompok, langkah berikutnya adalah:
 - 1) Membuat matriks jarak antara gudang dan semua titik pendistribusian air mineral.
 - 2) Menetapkan gudang sebagai titik awal perjalanan.
 - 3) Mencari titik terdekat dari titik awal, lalu memilih tandai titik tersebut sebagai tujuan berikutnya.

- 4) Mengulangi langkah 3, yaitu dari titik yang baru dikunjungi, mencari titik berikutnya dengan jarak terpendek yang belum dikunjungi. Menutup rute, yaitu setelah semua titik dikunjungi, kembali ke titik awal perjalanan.
 - 5) Menghitung total jarak tempuh rute yang telah terbentuk.
4. Menyimpulkan hasil penelitian dengan didapatkannya rute terpendek yang dapat dilalui.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam proses pendistribusian air mineral pada PT Tina Dimans Raya, para sales hanya diberikan nama sejumlah pelanggan dan jumlah pesanan yang harus diantarkan. Data lokasi dan pesanan untuk masing-masing sales pada tanggal 30 Januari 2025 mencakup tiga orang sales, yang rinciannya dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Lokasi Pendistribusian Air Mineral

Sales	Nama Pelanggan	Lokasi	Jumlah Pesanan
Sales 1	Aciak Mart A	Simpang Ikal	110
	Aciak Mart B	Ampalu (Pengambiran)	30
	Aciak Mart C	Seberang Padang	72
	Aciak Mart D	JL. Tarandam	95
Sales 2	Citra Kuranji	JL. Kuranji	44
	Aciak Mart E	Kuranji, Padang	10
	Aciak Mart F	Siteba	18
	Citra Balai Baru	Balai Baru	33
	Madany Mart	Air Paku Sungai Sapih	18
	Citra Belimbing	Belimbing	22
	Citra Express	Padang Baru, Dekat TELKOM	30
Sales 3	Family Mart	JL. Gurun Laweh, Kalubuk	17
	Citra Andalas	Andalas Padang	50
	Aciak Mart G	JL. Maransi	40

Setelah memperoleh nama pelanggan, lokasi dan jumlah pesanan, para sales akan mulai mendistribusikan air mineral dimulai dari gudang PT Tina Dimans raya. Rute yang digunakan ketiga sales terdapat pada Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3.



Gambar 1. Rute Sales 1

Gambar 1 menunjukkan rute berawal dari PT Tina Dimans Raya → Aciak Mart D → Aciak Mart C → Aciak Mart A → Aciak Mart B → PT Tina Dimans Raya.



Gambar 2. Rute Sales 2

Gambar 2 menunjukkan rute berawal dari PT Tina Dimans Raya → Citra Kuranji → Aciak Mart E → Citra Belimbing → Aciak Mart F → Citra Balai Baru → Madany Mart → Citra Express → PT Tina Dimans Raya.



Gambar 3. Rute Sales 3

Gambar 3 menunjukkan rute berawal dari PT Tina Dimans Raya → Citra Andalas → Aciak Mart G → Family Mart → PT Tina Dimans Raya.

3.1 Tahap Pengelompokan (*Clustering*)

Tahap pengelompokan bertujuan untuk membagi pelanggan ke dalam kelompok yang dapat dilayani kendaraan dengan mempertimbangkan kapasitas kendaraan. Tahap pengelompokan dimulai dengan proses pemberian nomor *node* pada setiap lokasi distribusi air mineral, yang bertujuan untuk menggambarkan masing-masing *node* pada koordinat kartesius dengan PT Tina Dimans Raya sebagai pusat koordinat.

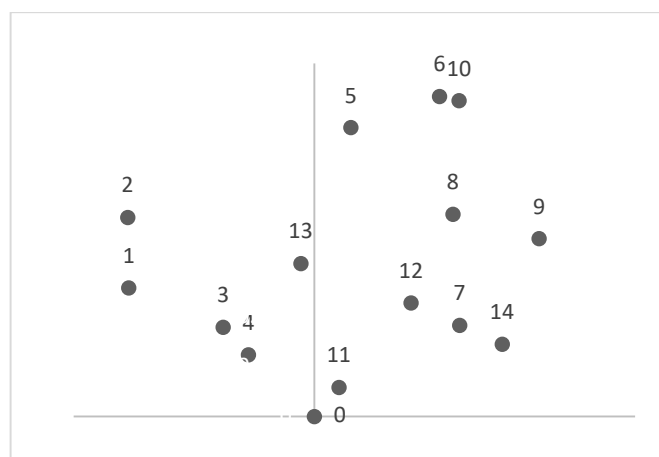
Tabel 2. Koordinat *Latitude* dan *Longitude* Lokasi Distribusi

Node	Nama Pelanggan	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>
0	PT Tina Dimans Raya	-0.93408183	100.35461
1	Aciak Mart A	-0.98032826	100.38266
2	Aciak Mart B	-0.98064113	100.39799
3	Aciak Mart C	-0.95680292	100.37403
4	Aciak Mart D	-0.95048263	100.36803
5	Citra Kuranji	-0.92492239	100.4176
6	Aciak Mart E	-0.9028037	100.42442
7	Aciak Mart F	-0.89781228	100.37448
8	Citra Balai Baru	-0.89952624	100.39868
9	Madany Mart	-0.87798606	100.39339
10	Citra Belimbing	-0.89795859	100.42347
11	Citra Express	-0.92792655	100.36095
12	Family Mart	-0.90991654	100.37936
13	Citra Andalas	-0.9374214	100.38797
14	Aciak Mart G	-0.88721927	100.37033

Untuk menggambarkan setiap lokasi distribusi air mineral ke dalam koordinat kartesius dengan PT Tina Dimans Raya ditetapkan sebagai pusat koordinat (0,0), dilakukan transformasi koordinat untuk setiap lokasi menggunakan Persamaan (1):

$$\begin{aligned} x &= x_i - x_0 \\ y &= y_i - y_0 \end{aligned} \quad (1)$$

Dalam persamaan ini, (x_0, y_0) merupakan koordinat *Latitude* dan *Longitude* PT Tina Dimans Raya, sedangkan (x_i, y_i) adalah koordinat *Latitude* dan *Longitude* lokasi distribusi pada *node* ke-*i* [12]. Hasil transformasi koordinat kartesius dengan PT Tina Dimans Raya sebagai pusat koordinat dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Lokasi Distribusi Pada Koordinat Kartesius

Setelah digambarkan koordinat kartesius, selanjutnya ditentukanlah sudut polar menggunakan persamaan:

$$\theta = \arctan \frac{y}{x} \quad (2)$$

kemudian setiap *cluster* dibentuk dari sudut polar terkecil sampai sudut polar terbesar dengan memperhatikan kapasitas kendaraan dapat dilihat pada Tabel 4[13].

Tabel 4. *Cluster Menggunakan Algoritma Sweep*

<i>Node</i>	Sudut Polar (θ)	Jumlah Pesanan	<i>Cluster</i>
14	18.54	40	<i>Cluster 1</i> (333/350)
7	28.71	18	
9	34.65	18	
12	45.68	17	
11	45.85	30	
8	51.89	33	
10	62.32	22	
6	65.86	10	
5	81.73	44	
13	95.72	50	
2	137	30	<i>Cluster 2</i> (277/350)
3	139.5	72	
4	140.7	95	
1	148.8	110	

Cluster 1 terdiri atas *node* 15, 8, 10, 13, 12, 9, 11, 7, 6, 14, dan 3 dengan total muatan 312 dus, sementara kapasitas kendaraan adalah 350 dus. *Cluster 2* mencakup *node* 4, 5, dan 2 yang secara keseluruhan membawa 277 dus, dengan kapasitas kendaraan yang sama yaitu 350 dus.

3.2. Tahap Pembentukan Rute

Setelah lokasi-lokasi distribusi dikelompokkan, proses selanjutnya adalah penentuan rute untuk setiap *cluster* menggunakan pendekatan *Nearest Neighbor Algorithm* [14]. Jarak antara gudang PT Tina Dimans Raya dan setiap lokasi distribusi yang diperoleh menggunakan bantuan *Google Maps* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Matriks Jarak Gudang dan Lokasi Distribusi.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	0	7.5	10.4	4.4	3.3	10.2	12.9	6.9	9.9	10.4	13.4	1.6	7	5.4	6.5
1	7.5	0	3.9	3.2	4.4	11.6	14.3	14.4	12.5	14.4	14.8	7.4	12.1	6.2	12.3
2	10.4	3.9	0	1.2	8.3	11	12.6	12.7	10.8	12.4	13.1	10.3	10.5	8.9	14.2
3	4.4	3.2	1.2	0	1.2	8.3	10	9.3	9.2	11.1	11.6	4.3	8.9	3.5	9.1
4	3.3	4.4	8.3	1.2	0	7.9	10.6	8	8.8	10.7	11.2	3.1	8.5	3.1	7.9
5	10.2	11.6	11	8.3	7.9	0	2.7	7.8	4.8	7.8	3.2	7.3	5.6	4.8	9.3
6	12.9	14.3	12.6	10	10.6	2.7	0	8.1	5.8	6.1	0.55	10	8.3	9	9.7
7	6.9	14.4	12.7	9.3	8	7.8	8.1	0	3.2	4.4	7.6	5.5	1.8	8.7	1.6
8	9.9	12.5	10.8	9.2	8.8	4.8	5.8	3.2	0	3.2	5.2	7.3	4.6	6.4	4.7
9	11	14.4	12.4	11.1	10.7	7.8	6.1	4.4	3.2	0	5.6	9.7	5.95	8.7	5
10	13.4	14.8	13.1	11.6	11.2	3.2	0.55	7.6	5.2	5.6	0	10.5	8.8	9.6	9.3
11	1.6	7.4	10.3	4.3	3.1	7.3	10	5.5	7.3	9.7	10.5	0	6.2	4.5	5.8
12	7	12.1	10.5	8.9	8.5	5.6	8.3	1.8	4.6	5.95	8.8	6.2	0	6.7	3.1
13	5.4	6.2	8.9	3.5	3.1	4.8	9	8.7	6.4	8.7	9.6	4.5	6.7	0	9.1
14	6.5	12.3	14.2	9.1	7.9	9.3	9.7	1.6	4.7	5	9.3	5.8	3.1	9.1	0

Pembentukan Rute untuk setiap sales setelah pengelompokan dimulai dengan menetapkan PT Tina Dimans Raya sebagai titik awal kemudian menentukan lokasi terdekat dari PT Tina Dimans Raya, setelah lokasi terdekat dikunjungi kemudian dari titik yang baru dikunjungi, mencari titik berikutnya

dengan jarak terpendek yang belum dikunjungi dalam *cluster*. Setelah semua lokasi dikunjungi selanjutnya menutup rute dan kembali ke titik awal perjalanan [15]. Tabel 4 adalah rute yang terbentuk menggunakan Algoritma *Nearest Neighbor*.

Tabel 4. Rute Optimal

Sales	Rute	Jarak Tempuh
Sales 1	0 → 11 → 13 → 5 → 6 → 10 → 8 → 7 → 14 → 12 → 9 → 2 → 0	56
Sales 2	0 → 4 → 3 → 1 → 0	15.2
Total Jarak		71.2

Tabel 5. Rute yang digunakan PT Tina Dimans Raya.

Sales	Rute	Jarak Tempuh
Sales 1	0 → 1 → 2 → 3 → 4 → 0	22.9
Sales 2	0 → 5 → 6 → 7 → 8 → 9 → 10 → 11 → 0	39.7
Sales 3	0 → 12 → 13 → 14 → 0	24.5
Total Jarak		87.1

Berdasarkan Tabel 4 dan Tabel 5, rute yang dihasilkan setelah penerapan CVRP lebih pendek 15,9 km dibandingkan dengan rute yang digunakan oleh PT Tina Dimans Raya. Tabel 5 menunjukkan bahwa penerapan CVRP tidak hanya mampu meminimalkan jarak dalam pendistribusian air mineral, tetapi juga dapat mengoptimalkan kapasitas kendaraan sehingga mengurangi jumlah kendaraan yang digunakan. Jika sebelumnya distribusi dilakukan dengan 3 mobil, setelah penerapan algoritma ini, distribusi dapat dilakukan hanya dengan 2 mobil menggunakan rute yang lebih optimal. Rute hasil penerapan algoritma CVRP disajikan pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5. Rute Optimal Sales 1

Gambar 5 menunjukkan rute berawal dari PT Tina Dimans Raya → Citra Express → Citra Andalas → Citra Kuranji → Aciak Mart E → Citra Belimbing → Citra Balai Baru → Aciak Mart F → Aciak Mart G → Family Mart → Madany Mart → Aciak Mart B → PT Tina Dimans Raya.



Gambar 6. Rute Optimal Sales 2

Gambar 6 menunjukkan rute berawal dari PT Tina Dimans Raya → Aciak Mart D → Aciak Mart C → Aciak Mart A → PT Tina Dimans Raya.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa penerapan CVRP dengan algoritma *Sweep* dan *Nearest Neighbor* dapat mengoptimalkan rute distribusi air mineral PT Tina Dimans Raya Padang. Dengan metode ini, rute distribusi yang sebelumnya ditentukan secara manual dapat disusun lebih efisien, sehingga terjadi pengurangan total jarak tempuh sebesar 15,9 km dan pengurangan jumlah kendaraan dari tiga menjadi dua unit tanpa mengurangi kapasitas pengiriman. Hal ini sejalan dengan tujuan awal penelitian untuk meningkatkan efisiensi pengiriman dan menekan biaya operasional perusahaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada PT Tina Dimans Raya Padang atas bantuan dan kerja sama yang telah diberikan, khususnya dalam penyediaan data yang diperlukan untuk mendukung kelancaran dan keberhasilan penelitian ini. Dukungan tersebut merupakan kontribusi yang sangat berarti dalam penyusunan artikel ilmiah ini.

REFERENSI

- [1] N. Tegar, *Panduan Lengkap Manajemen Distribusi*, Yogyakarta, Indonesia: Quadrant, 2019.
- [2] P. Toth and D. Vigo, *The Vehicle Routing Problem*, Philadelphia, PA, USA: SIAM, 2002.
- [3] G. B. Dantzig and J. H. Ramser, "The truck dispatching problem," *Manag. Sci.*, vol. 6, pp. 80–91, 1959.
- [4] I. S. Fauzi, I. B. Wardani, I. L. Putra, and P. Puspitasari, "Penerapan Algoritma Sweep dan Particle Swarm Optimization (PSO) sebagai Alternatif Menentukan Rute Distribusi," *Faktor Exacta*, vol. 16, no. 4, pp. 264–273, 2023.
- [5] W. K. Cahyaningsih, E. R. Sari, and K. Hernawati, "Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) Menggunakan Algoritma Sweep Untuk Optimasi Rute Distribusi Surat Kabar Kedaualatan Rakyat," in *Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika UNY 2015*, pp. 307–344, 2015.
- [6] S. Kristina, R. D. 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. Telematika*, vol. 15, no. 2, pp. 101–106, 2023.
- [7] E. Gillet and L. R. Miller, "A heuristic algorithm for the vehicle dispatch problem," *Oper. Res.*, vol. 22, no. 2, pp. 340–349, 1974.
- [8] Z. A. Sirait and R. S. Lubis, "Completion of CVRP with a Combination of Sweep and Local Search Algorithms (Case Study: PT. AJW)," *Numerical: J. Mat. dan Pend. Mat.*, vol. 7, no. 1, 2023.
- [9] S. Martono and H. L. H. S. Warnars, "Penentuan Rute Pengiriman Barang dengan Metode *Nearest Neighbor*," *PETIR: J. Pengkajian dan Penerapan Teknik Informatika*, vol. 13, no. 1, pp. 44–57, 2020.
- [10] H. Savitri and D. A. Kurniawati, "Sweep algorithm and mixed integer linear program for vehicle routing problem with time windows," *J. Adv. Manuf. Syst.*, vol. 19, no. 3, 2025, doi: 10.1142/S0219686718500282.
- [11] L. P. Sinambela, *Metode Penelitian Kuantitatif*, Yogyakarta, Indonesia: Graha Ilmu, 2014.

- [12] M. H. Chen et al., "A hybrid two-stage sweep algorithm for capacitated vehicle routing problem," in *Proc. Int. Conf. Control, Autom. Robot.*, 2015, doi: 10.1109/ICCAR.2015.7166024.
- [13] A. Thammano and P. Rungwachira, "Hybrid modified ant system with sweep algorithm and path relinking for the capacitated vehicle routing problem," *Heliyon*, vol. 7, no. 9, pp. 1–15, 2021, doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e08029
- [14] W. A. Fitriya, S. R. Sumardi, N. N. Sari, and J. E. Simarmata, "Product Distribution Route using Nearest Neighbor Algorithm," *MALCOM: Indones. J. Mach. Learn. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 3, pp. 894–900, 2024.
- [15] N. Rahma, A. Purwani, and D. N. Febriyanto, "The best route determination using nearest neighbor approach," *Int. J. Ind. Optim.*, vol. 1, no. 1, pp. 43–52, Feb. 2020.