

PENERAPAN ALGORITMA TABU SEARCH PADA MODEL ACVRP UNTUK MENENTUKAN RUTE PENGANGKUTAN SAMPAH YANG OPTIMAL DI KECAMATAN KALIDONI

Rani Elekta Togatorop¹, Fitri Maya Puspita², Evi Yuliza³, Novi Rustiana Dewi⁴, Sisca Octarina⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Universitas Sriwijaya, Jl. Masjid Al Gazali, Bukit Lama, Palembang, Sumatra Selatan, Indonesia

Email: ² fitrimayapuspita@unsri.ac.id

ABSTRACT

The article discusses about the application of the Tabu Search Algorithm on the ACVRP model to find the optimal waste transportation route in Kalidoni District. ACVRP is an asymmetric distance matrix where the trip from place i to j is not the same as the trip from place j to i . The algorithm process moves from one solution to the next by choosing the best solution that is on the Tabu List. The results showed that the shortest route obtained from calculations using the first Tabu Search Algorithm, which was 9.1 Km, was found in the 0th iteration, with the route (0 - 1) namely TPA Sukawinatan – TPS 1 (Jl. Prajurit Nazaruddin). The second is 17.7 km in the 1st iteration, with the route (6 - 4 - 5 - 3 - 2 - 1 - 0) namely TPS 6 (Jl. Mayor Zen Mata Merah (Depan SMA N 7)) – TPS 4 (Jl. Arozak (Depan Halte Sekojo)) – TPS 5 (Jl. Arozak (Depan SPBU Sekojo)) – TPS 3 (Jl. Arozak (Depan Perumahan Buana Hijau)) – TPS 2 (Jl. Arozak (Depan Perumahan Kedamaian)) – TPA Sukawinatan.

Keywords: ACVRP model, Tabu Search Algorithm

ABSTRAK

Penulisan artikel ini membahas mengenai penerapan Algoritma Tabu Search pada model ACVRP untuk mencari rute pengangkutan sampah yang optimal di Kecamatan Kalidoni. ACVRP merupakan matriks jarak asimetris dimana perjalanan dari tempat i ke j tidak sama dengan perjalanan dari tempat j ke i . Proses algoritma berpindah dari satu solusi ke solusi berikutnya dengan memilih solusi terbaik yang ada pada Tabu List. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rute terpendek yang diperoleh dari perhitungan menggunakan Algoritma Tabu yaitu berjarak 17,7 km pada iterasi 1, dengan rute (6 - 4 - 5 - 3 - 2 - 1 - 0) yaitu TPS 6 (Jl. Mayor Zen Mata Merah (Depan SMA N 7)) – TPS 4 (Jl. Arozak (Depan Halte Sekojo)) – TPS 5 (Jl. Arozak (Depan SPBU Sekojo)) – TPS 3 (Jl. Arozak (Depan Perumahan Buana Hijau)) – TPS 2 (Jl. Arozak (Depan Perumahan Kedamaian)) – TPA Sukawinatan.

Kata kunci: model ACVRP, Algoritma Tabu Search

Dikirim: 07 Januari 2022.; Diterima: 16 Juli 2022; Dipublikasikan: 30 September 2022

Cara sitasi: Togatorop, R. E., Puspita, F. M., Octarina, S., Yuliza, E., & Dewi, N. R. (2022). Penerapan Algoritma Tabu Search pada Model ACVRP untuk menentukan rute pengangkutan sampah yang optimal di kecamatan Kalidoni. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 7(2), 303–310. DOI: <http://dx.doi.org/10.25157/teorema.v7i2.6947>

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



PENDAHULUAN

Sistem pembuangan sampah di Kota Palembang dilakukan secara bertahap. Sampah yang telah dikumpulkan di Tempat Pembuangan Sementara (TPS) yang disediakan oleh Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) Kota Palembang di setiap Wilayah Kerja (WK) diangkut menggunakan kendaraan pengangkut sampah, menuju TPA Sukawinatan dan kembali ke TPS untuk melanjutkan pengangkutan dan seterusnya sampai selesai. Kondisi TPS di setiap wilayah kerja yang beragam dengan kapasitas yang berbeda-beda, permasalahan tersebut dapat digolongkan sebagai *Vehicle Routing Problem* (VRP) (Indrawati *et al.*, 2016; Bernardo *et al.*, 2020). VRP didefinisikan sebagai masalah dalam merancang rute kendaraan dengan tujuan meminimumkan biaya yang biasanya erat kaitannya dengan jarak tempuh (Hartono *et al.*, 2018; Puspita & Permatasari, 2017). Salah satu variasi VRP adalah *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) dimana proses pengangkutan sampah memperhitungkan kapasitas kendaraan dan kapasitas permintaan pada setiap rute (Yuliza *et al.*, 2020; Puspita *et al.*, 2021). CVRP dibagi menjadi dua bentuk yaitu CVRP simetris, yaitu perjalanan dari tempat i ke j sama dengan perjalanan dari tempat j ke i sehingga matriks jarak yang dihasilkan simetris (Kubil *et al.*, 2018). Bentuk kedua adalah CVRP asimetris dimana perjalanan dari tempat i ke j tidak sama dengan perjalanan dari tempat j ke i sehingga matriks jarak yang dihasilkan asimetris (Li *et al.*, 2019; Leggeri & Haouari, 2018).

Afandi *et al.* (2022) secara umum pencarian rute terpendek dapat dibedakan menjadi dua metode, yaitu metode konvensional dan metode metaheuristik. Metode konvensional menggunakan perhitungan matematis murni, sedangkan metode metaheuristik diterapkan menggunakan perhitungan kecerdasan buatan. Metode metaheuristik terdiri dari beberapa macam algoritma seperti Simulated Annealing, Genetic Algorithm, Cross Entropy, Partical Swarm Optimization, dan Tabu Search Algorithm (Cheikh-Graiet *et al.*, 2020; Mohammed & Duffuaa, 2020).

Tabu Search adalah algoritma untuk menyelesaikan masalah optimasi yang menggunakan memori jangka pendek untuk menjaga proses pencarian agar tidak terjebak pada optimum lokal dan strategi untuk secara selektif mencari ruang keadaan suatu masalah (Schermer *et al.*, 2019; Gmira *et al.*, 2021). Konsep dasar Tabu Search adalah setiap tahap bertujuan untuk menghasilkan fungsi yang paling optimal tanpa terjebak pada solusi awal yang ditemukan selama tahap ini. Tujuan dari algoritma ini adalah untuk mencegah pengulangan dan menemukan solusi yang sama pada iterasi berikutnya (Rahmadhini *et al.*, 2018; Riswan *et al.*, 2020; Xia *et al.*, 2018).

Simanjuntak (2019) telah mendesain rute optimal pengangkutan sampah di Kota Palembang dengan model *Demand robust Counterpart Open Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Windows and Deadline* (DRC-OCVRP_{tw,d}) berbasis Lingo 13.0, yang memperhatikan waktu dan ketidakpastian data pada volume sampah. Penelitian tersebut mengasumsikan bahwa jarak dari TPA ke TPS sama dengan jarak dari TPS ke TPA, sehingga matriks jarak yang terbentuk adalah *symmetric*. Namun pada kenyataan yang terdapat di lapangan, tidak semua jarak dari TPA ke TPS sama dengan jarak dari TPS ke TPA (Lesmana *et al.*, 2018).

Penelitian ACVRP menggunakan Algoritma Tabu Search disini memfokuskan pada kondisi nyata yang terjadi di lapangan berupa matriks jarak asimetris dengan kata lain jarak dari TPS A ke TPS B belum tentu sama dengan jarak dari TPS B ke TPS A pihak khususnya Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) Kota Palembang dalam menentukan rute pengangkutan sampah yang optimal di Kecamatan Kalidoni. Tujuan penelitian ini adalah menerapkan algoritma tabu search pada model ACVRP (*Asymmetric Capacitated Vehicle Routing Problem*) untuk pengangkutan sampah di Kecamatan Kalidoni, serta menentukan rute optimal Pengangkutan Sampah di Kecamatan Kalidoni.

METODE PENELITIAN

Pada bagian ini, akan diperkenalkan model ACVRP (Leggeri & Haouari, 2018) yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Min } f = \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

Kendala:

$$\sum_{i \in V} x_{ij} = 1 \text{ untuk setiap } j \in V \setminus \{0\} \quad (2)$$

$$\sum_{j \in V} x_{ij} = 1 \text{ untuk setiap } i \in V \setminus \{0\} \quad (3)$$

$$\sum_{i \in V} x_{i0} = K \quad (4)$$

$$\sum_{j \in V} x_{0j} = K \quad (5)$$

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \in S} x_{ij} \geq \gamma(S) \text{ untuk setiap } S \subset V \setminus \{0\}, |S| \geq 2 \quad (6)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad (7)$$

Keterangan:

f = fungsi tujuan untuk meminimalkan jarak perjalanan dari i ke j

c_{ij} = jarak dari i ke j

x_{ij} = perjalanan dari i ke j

K = kendaraan yang sama

$\gamma(S)$ = batas bawah jumlah minimum kendaraan yang dibutuhkan untuk TPS

S = TPS (Tempat Pembuangan Sampah)

V = himpunan $\{0,1,\dots,n\}$ verteks, di mana verteks 0 menunjukkan TPA dan verteks $1,\dots,n$ mewakili TPS

i = titik asal (TPA)

j = titik tujuan (TPS)

$\gamma(S) = \left\lceil \frac{d(S)}{c} \right\rceil$ = fungsi bilangan bulat yang kurang dari atau sama dengan $\frac{d(S)}{c}$

$d(S)$ = volume sampah dari TPS

c = kapasitas kendaraan

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pendataan dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) berupa data jenis kendaraan, lokasi TPS, jenis TPS, kapasitas TPS, dan volume sampah di masing-masing Wilayah Kerja Kecamatan Kalidoni.
2. Mendeskripsikan data dari TPA ke TPS dan antar TPS di Kecamatan Kalidoni dan pengumpulan data jarak dengan mengukur jarak dari masing-masing TPA ke TPS dan antar TPS menggunakan Google Maps.
3. Implementasikan langkah-langkah mencari rute optimal menggunakan algoritma Tabu Search secara manual.
4. Menentukan rute pengangkutan sampah yang optimal di Kecamatan Kalidoni.
5. Analisis hasil dari langkah 4.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini, penulis menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pendataan dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) berupa data jenis kendaraan, lokasi TPS, jenis TPS, kapasitas TPS, dan volume sampah di masing-masing Wilayah Kerja Kecamatan Kalidoni.
2. Mendeskripsikan data dari TPA ke TPS dan antar TPS di Kecamatan Kalidoni dan pengumpulan data jarak dengan mengukur jarak dari masing-masing TPA ke TPS dan antar TPS menggunakan Google Maps.
3. Implementasikan langkah-langkah mencari rute optimal menggunakan algoritma Tabu Search secara manual.
4. Menentukan rute pengangkutan sampah yang optimal di Kecamatan Kalidoni.
5. Analisis hasil dari langkah 4.

Data penelitian ini berupa data TPA dan TPS yang diambil dari Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan (DLHK) dan diukur menggunakan Google Maps dalam satuan km. Misalnya untuk wilayah kerja 1 di kecamatan Kalidoni seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jarak wilayah kerja 1 kecamatan Kalidoni

	TPA (0)	TPS (1)	TPS (2)	TPS (3)	TPS (4)	TPS (5)	TPS (6)
TPA (0)	0	5,4	6,5	7,6	7,6	8,1	15
TPS (1)	5,5	0	1,4	2,4	2,5	2,9	9,7
TPS (2)	7,2	1,0	0	1,7	1,8	2,2	9
TPS (3)	7,3	2,7	2,9	0	1,8	2,2	9,0
TPS (4)	8,5	3,9	4,2	1,3	0	0,4	7,2
TPS (5)	8,1	3,5	3,8	0,9	1,1	0	7,7
TPS (6)	15	10	11	7,7	7,0	6,8	0

Dimana:

TPA (0) – TPA Sukawinatan

TPS (1) – Jl. Kebon Sirih

TPS (2) – Jl. Arozak (Depan Perumahan Kedamaian)

TPS (3) – Jl. Arozak (Depan Perumahan Buana Hijau)

TPS (4) – Jl. Arozak (Depan Halte Sekojo)

TPS (5) – Jl. Arozak (Depan SPBU Sekojo)

TPS (6) – Jl. Mayor Zen Mata Merah (Depan SMA N 7)

Proses Perhitungan Algoritma Tabu Search untuk ACVRP

Dalam hal ini rute telah diatur untuk selalu dimulai dari TPA kemudian rute awal masuk dalam Tabu List karena merupakan solusi optimum pada iterasi 0. Jumlah iterasi maksimal adalah sebanyak TPS pada setiap WK.

Rute awal:

0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Panjang rute $5,4 + 1,4 + 1,7 + 1,8 + 0,4 + 7,7 = 18,4$

Iterasi 1:

Tabu List:

0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6

Panjang rute $5,4 + 1,4 + 1,7 + 1,8 + 0,4 + 7,7 = 18,4$

Selanjutnya solusi tersebut masuk ke proses pencarian menggunakan algoritma Tabu Search dengan solusi minimum awal 18,4 km. Kemudian rute awal akan diubah untuk mendapatkan rute alternatif lain.

Rute Alternatif (Rute tetangga berikutnya)

Rute 1 (1 – 0 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6)

Panjang rute $5.5 + 6.5 + 1.7 + 1.8 + 0.4 + 7.7 = 23.6$

Rute 2 (2 – 1 – 0 – 3 – 4 – 5 – 6)

Panjang rute $1.0 + 5.5 + 7.6 + 1.8 + 0.4 + 7.7 = 24$

Rute 3 (3 – 2 – 1 – 0 – 4 – 5 – 6)

Panjang rute $2.9 + 1.0 + 5.5 + 7.6 + 0.4 + 7.7 = 25.1$

Rute 4 (4 – 3 – 2 – 1 – 0 – 5 – 6)

Panjang rute $1.3 + 2.9 + 1.0 + 5.5 + 8.1 + 7.7 = 26.5$

Rute 5 (5 – 4 – 3 – 2 – 1 – 0 – 6)

Panjang rute $1.1 + 1.3 + 2.9 + 1.0 + 5.5 + 15 = 26,8$

Rute 6 (6 – 5 – 4 – 3 – 2 – 1 – 0)

Panjang rute $6.5 + 1.1 + 1.3 + 2.9 + 1.0 + 5.5 = 18.3$

Rute 7 (6 – 4 – 5 – 3 – 2 – 1 – 0)

Panjang rute $7.0 + 0.4 + 0.9 + 2.9 + 1.0 + 5.5 = 17.7$

Rute 8 (6 – 3 – 4 – 5 – 2 – 1 – 0)

Panjang rute $7,7 + 1,8 + 0,4 + 3,8 + 1,0 + 5,5 = 20,2$

Rute 9 (6 – 2 – 3 – 4 – 5 – 1 – 0)

Panjang rute $11 + 1,7 + 1,8 + 0,4 + 3,5 + 5,5 = 23,9$

Rute 10 (6 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 0)

Panjang rute $10 + 1,4 + 1,7 + 1,8 + 0,4 + 8,1 = 23,5$

Rute 11 (6 – 0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5)

Panjang rute $15 + 5,4 + 1,4 + 1,7 + 1,8 + 0,4 = 27,1$

Rute 12 (6 – 0 – 2 – 1 – 3 – 4 – 5)

Panjang rute $15 + 6,5 + 1,0 + 2,4 + 1,8 + 0,4 = 29,5$

Rute 13 (6 – 0 – 3 – 2 – 1 – 4 – 5)

Panjang rute $15 + 7,6 + 2,9 + 1,0 + 2,5 + 0,4 = 29,4$

Rute 14 (6 – 0 – 4 – 3 – 2 – 1 – 5)

Panjang rute $15 + 7,6 + 1,3 + 2,9 + 1,0 + 2,9 = 30,7$

Rute 15 (6 – 0 – 5 – 4 – 3 – 2 – 1)

Panjang rute $15 + 8,1 + 1,1 + 1,3 + 2,9 + 1,0 = 29,4$

Rute 16 (6 – 0 – 5 – 3 – 4 – 2 – 1)

Panjang rute $15 + 8,1 + 3,8 + 1,8 + 4,2 + 1,0 = 34,3$

Rute 17 (6 – 0 –5 –2 –3 – 4 – 1)	Panjang rute $15 + 8.1 + 3.8 + 1.7 + 1.8 + 3.9 = 34,3$
Rute 18 (6 – 0 –5 – 1– 2 –3 – 4)	Panjang rute $15 + 8.1 + 3.5 + 1.4 + 1.7 + 1.8 = 31,5$
Rute 19 (6 – 0 –5 – 1–3 – 2 – 4)	Panjang rute $15 + 8.1 + 3.5 + 2.4 + 2.9 + 1.8 = 33,7$
Rute 20 (6 – 0 –5 – 1–4 –3 – 2)	Panjang rute $15 + 8.1 + 3.5 + 2.5 + 1.3 + 2.9 = 33,3$
Rute 21 (6 – 0 – 5 –1 – 4 – 2–3)	Panjang rute $15 + 8.1 + 3.5 + 2.5 + 4.2 + 1.7 = 35$

Pada iterasi 1, rute terpendek dari rute alternatif adalah rute ke-7 dengan panjang 17,7 km. Rute ditambahkan ke Tabu List karena panjang rute lebih kecil dari minimum sebelumnya pada iterasi ke-0, sehingga dipilih rute sebagai minimum baru.

Iterasi 2:

Tabu List:

0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6	Panjang rute $5,4 + 1,4 + 1,7 + 1,8 + 0,4 + 7,7 = 18,4$
6 – 4 – 5 – 3 – 2 – 1 – 0	Panjang rute $7,0 + 0,4 + 0,9 + 2,9 + 1,0 + 5,5 = 17,7$

Rute Alternatif (Rute tetangga berikutnya)

Rute 1 (4 –6 –5– 3 – 2– 1 – 0)	Panjang rute $7,2 + 6,8 + 0,9 + 2,9 + 1,0 + 5,5 = 24,3$
Rute 2 (5 –4 –6–3 – 2 – 1 – 0)	Panjang rute $1.1 + 7.2 + 7.7 + 2.9 + 1.0 + 5.5 = 25,4$
Rute 3 (3 – 5 –4–6 –2 – 1 – 0)	Panjang rute $2.2 + 1.1 + 7.2 + 11 + 1.0 + 5.5 = 28$
Rute 4 (2 –3 –5–4 –6 – 1 – 0)	Panjang rute $1.7 + 2.2 + 1.1 + 7.2 + 10 + 5.5 = 27.7$
Rute 5 (1 – 2 –3– 5 –4 – 6 – 0)	Panjang rute $1.4 + 1.7 + 2.2 + 1.1 + 7.2 + 15 = 28.6$
Rute 6 (0–1 – 2 –3 – 5 – 4 – 6)	Panjang rute $5.4 + 1.4 + 1.7 + 2.2 + 1.1 + 7.2 = 19$
Rute 7 (0–2 –1 –3 – 5 – 4 – 6)	Panjang rute $6,5 + 1,0 + 2,4 + 2,2 + 1,1 + 7,2 = 28.6$
Rute 8 (0–3 –2– 1 –5 – 4 – 6)	Panjang rute $7,6 + 2,9 + 1,0 + 2,9 + 1,1 + 7,2 = 22,7$
Rute 9 (0 – 5 – 3 –2 –1–4 – 6)	Panjang rute $8.1 + 0.9 + 2.9 + 1.0 + 2.5 + 7.2 = 22.6$
Rute 10 (0–4 –5 –3– 2 –1– 6)	Panjang rute $7,6 + 0,4 + 0,9 + 2,9 + 1,0 + 9,7 = 22,5$
Rute 11 (0–6–4 –5–3 – 2 – 1)	Panjang rute $15 + 7,0 + 0,4 + 0,9 + 2,9 + 1,0 = 27.2$
Rute 12 (0–6–5 –4–3 – 2 – 1)	Panjang rute $15 + 6.8 + 1.1 + 1.3 + 2.9 + 1.0 = 28.1$
Rute 13 (0–6–3 –5 –4 – 2 – 1)	Panjang rute $15 + 7.7 + 2.2 + 1.1 + 4.2 + 1.0 = 31.2$
Rute 14(0 – 6 – 2 –3–5–4 – 1)	Panjang rute $15 + 11 + 1.7 + 2.2 + 1.1 + 3.9 = 34.9$
Rute 15(0–6 – 1 –2– 3–5 – 4)	Panjang rute $15 + 10+ 1.4 + 2.4 + 2.2 + 1.1 = 32.1$
Rute 16 (0–6–1– 3 – 2–5 – 4)	Panjang rute $15 + 10 + 2,4 + 2,9 + 2,2 + 1,1 = 33,6$
Rute 17 (0–6– 1 – 5 –3–2– 4)	Panjang rute $15 + 10 + 2,9 + 0,9 + 2,9 + 1,8 = 33,5$
Rute 18 (0–6–1– 4 – 5 –3– 2)	Panjang rute $15 + 10 + 2,5 + 0,4 + 0,9 + 2,9 = 31,7$
Rute 19 (0 – 6 –1–4–3–5 – 2)	Panjang rute $15 + 10 + 2.5 + 1.3 + 2.2 + 3.8 = 34.8$
Rute 20 (0–6–1– 4 –2– 3 – 5)	Panjang rute $15 + 10 + 2,5 + 4,2 + 1,7 + 2,2 = 35,6$
Rute 21 (0– 6 – 1 – 4–2–5–3)	Panjang rute $15 + 10 + 2.5 + 4.2 + 2.2 + 0.9 = 34.8$

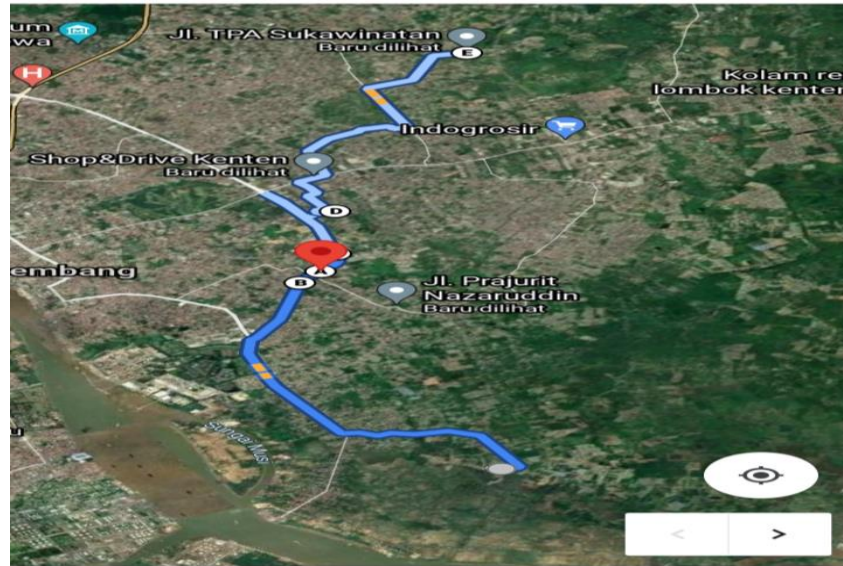
Pada iterasi 2, rute terpendek dari rute alternatif adalah rute ke-6 dengan panjang 19 km. Rute ditambahkan ke Tabu List karena panjang rute lebih besar dari minimum sebelumnya pada iterasi 1, sehingga rute tidak dipilih sebagai minimum baru.

Selanjutnya rute untuk iterasi 3 dan seterusnya sampai kriteria berhenti terpenuhi dilanjutkan dengan menggunakan tabel seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Daftar Tabu yang dihitung

Iterasi	Rute	Panjang Rute (km)
0	0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6	$5,4 + 1,4 + 1,7 + 1,8 + 0,4 + 7,7 = 18,5$
1	6 – 4 – 5 – 3 – 2 – 1 – 0	$7,0 + 0,4 + 0,9 + 2,9 + 1,0 + 5,5 = 17,7$
2	0 – 1 – 2 – 3 – 5 – 4 – 6	$5,4 + 1,4 + 1,7 + 2,2 + 1,1 + 7,2 = 19$
3	6 – 4 – 5 – 3 – 2 – 1 – 0	$7,0 + 0,4 + 0,9 + 2,9 + 1,0 + 5,5 = 17,7$
4	0 – 1 – 2 – 3 – 5 – 4 – 6	$5,4 + 1,4 + 1,7 + 2,2 + 1,1 + 7,2 = 19$
5	6 – 4 – 5 – 3 – 2 – 1 – 0	$7,0 + 0,4 + 0,9 + 2,9 + 1,0 + 5,5 = 17,7$
6	0 – 1 – 2 – 3 – 5 – 4 – 6	$5,4 + 1,4 + 1,7 + 2,2 + 1,1 + 7,2 = 19$
7	6 – 4 – 5 – 3 – 2 – 1 – 0	$7,0 + 0,4 + 0,9 + 2,9 + 1,0 + 5,5 = 17,7$

Berdasarkan Tabel 2, Karena kriteria pemberhentian telah terpenuhi yaitu pemberhentian maksimum iterasi ke-7, maka rute terpendek yang diperoleh adalah pada iterasi 1, iterasi 3, iterasi 5, dan iterasi 7. Rute yang dipilih adalah rute yang ditemukan pertama kali yaitu pada iterasi 1 dengan rute (6 – 4 – 5 – 3 – 2 – 1 – 0) dan panjang rute adalah $7,0 + 0,4 + 0,9 + 2,9 + 1,0 + 5,5 = 17,7$ km. Yaitu TPS 6 (Jl. Mayor Zen Mata Merah (Depan SMA N 7)) – TPS 4 (Jl. Arozak (Depan Halte Sekojo)) – TPS 5 (Jl. Arozak (Depan SPBU Sekojo)) – TPS 3 (Jl. Arozak (Depan Perumahan Buana Hijau)) – TPS 2 (Jl. Arozak (Depan Perumahan Kedamaian)) – TPA Sukawinatan. Dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Peta rute pengangkutan sampah di wilayah kerja 1, kecamatan Kalidoni

Pada Gambar 1 garis biru menunjukkan rute pengangkutan sampah di Kecamatan Kalidoni dari TPS Jl. Walikota Zen Mata Merah (Depan SMA N 7) – TPS Jl. Arozak (Depan Halte Sekojo) – TPS Jl. Arozak (Depan SPBU Sekojo) – TPS Jl. Arozak (Depan Perumahan Buana Hijau) – TPS Jl. Arozak (Depan Perumahan Kedamaian) – TPA Sukawinatan.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah algoritma *tabu search* dapat digunakan untuk mencari rute yang optimal dengan model ACVRP. Hasil rute pengangkutan sampah ACVRP yang optimal menggunakan algoritma *tabu search* pada wilayah kerja 1 di kecamatan Kalidoni adalah 6 – 4 – 5 – 3 – 2 – 1 – 0 yaitu TPS Jl. Walikota Zen Mata Merah (Depan SMA N 7) – TPS Jl. Arozak (Depan Halte Sekojo) – TPS Jl. Arozak (Depan SPBU Sekojo) – TPS Jl. Arozak (Depan Perumahan Buana Hijau) – TPS Jl. Arozak (Depan Perumahan Damai) – TPA Sukawinatan dengan total jarak 17,7 km.

REKOMENDASI

Pemerintas Kota Palembang terkhusus Kecamatan Kalidoni dapat mengkaji rute yang telah ditemukan, dan perlu penelitian lebih lanjut menggunakan berbagai algoritma untuk menentukan rute optimal pada Kecamatan lain di Kota Palembang.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Talenta Inovasi Indonesia Tahun 2021 yang telah memberikan pendanaan dalam penelitian ini serta kepada Ibu Dr. Fitri Maya Puspita, M.Sc yang telah banyak membantu dalam penulisan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Afandi, N., Yosmar, S., & Mayasari, Z. M. (2022). Penentuan jalur evakuasi tsunami bagi pengendara di kota Bengkulu menggunakan Algoritma Fuzzy Dijkstra. *Teorema: Teori dan*

Riset Matematika, 7(1), 139-148. <http://dx.doi.org/10.25157/teorema.v7i1.6786>

- Ben Cheikh-Graiet, S., Dotoli, M., & Hammadi, S. (2020). A Tabu Search based metaheuristic for dynamic carpooling optimization. *Computers and Industrial Engineering*, 140(December 2019), 106217.
- Bernardo, M., Du, B., Pannek, J., Bernardo, M., & Du, B. (2020). A simulation-based solution approach for the robust capacitated vehicle routing problem with uncertain demands problem with uncertain demands. 7867.
- Gmira, M., Gendreau, M., Lodi, A., & Potvin, J. Y. (2021). Tabu search for the time-dependent vehicle routing problem with time windows on a road network. *European Journal of Operational Research*, 288(1), 129–140. [10.1016/j.ejor.2020.05.041](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.05.041)
- Hartono, Y., Puspita, F. M., Permatasari, D. I., & Arisha, B. (2018). LINGO-based on robust counterpart open capacitated vehicle routing problem (RC-OCVRP) model of waste transportation in Palembang. *2018 International Conference on Information and Communications Technology, ICOIACT 2018, 2018-Janua*, 429–435.
- Indrawati, I., Eliyati, N., & Lukowi, A. (2016). Penentuan rute optimal pada pengangkutan sampah di kota Palembang dengan menggunakan metode Saving Matrix. *Jurnal Penelitian Sains*, 18(3), 105-110. [10.36706/jps.v18i3.17](https://doi.org/10.36706/jps.v18i3.17)
- Kubil, V. N., Mokhov, V. A., & Grinchenkov, D. V. (2018). Multi-objective ant colony optimization for multi-depot heterogenous vehicle routing problem. *Proceedings - 2018 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2018*, 1–6.
- Leggieri, V., & Haouari, M. (2018). A matheuristic for the asymmetric capacitated vehicle routing problem. *Discrete Applied Mathematics*, 234, 139–150. <https://doi.org/10.1016/j.dam.2016.03.019>
- Lesmana, E., Badrulfalah, & Bahtiar. (2018). Aplikasi model mixed integer linear programming untuk pengolahan dan pendistribusian ikan pada industri perikanan (studi kasus: pt. multi mina rejeki). *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 3(2), 195–206. <http://dx.doi.org/10.25157/teorema.v3i2.1177>
- Li, J., Li, T., Yu, Y., Zhang, Z., Pardalos, P. M., Zhang, Y., & Ma, Y. (2019). Discrete firefly algorithm with compound neighborhoods for asymmetric multi-depot vehicle routing problem in the maintenance of farm machinery. *Applied Soft Computing Journal*, 81, 105460. [10.1016/j.asoc.2019.04.030](https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.04.030)
- Mohammed, A. M., & Duffuaa, S. O. (2020). A tabu search based algorithm for the optimal design of multi-objective multi-product supply chain networks. *Expert Systems with Applications*, 140, 112808. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.07.025>
- Puspita, F M, Melati, R., Br Simanjuntak, A. S., Yuliza, E., & Octarina, S. (2021). Robust Counterpart Open-Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows and Deadline (RCOCVRPTWD) Model in optimization of waste transportation in subdistrict Kalidoni, Palembang using LINGO 13.0. *Journal of Physics: Conference Series*, 1940(1), 1-11. [10.1088/1742-6596/1940/1/012017](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1940/1/012017)

- Puspita, F. M., & Permatasari, D. I. (2017). Permodelan dan solusi optimal masalah robust counterpart open capacitated vehicle routing problem pada rute pengangkutan sampah di kota Palembang. *SEMINAR NASIONAL FMIPA 2017 Peningkatan Kegiatan dan Kerjasama Penelitian & Pengabdian Bidang MIPA, Universitas Tadulako, Palu*.
- Rahmadhini, L., Martini, S., & Astuti, M. D. (2018). Perancangan rute armada di PT XYZ menggunakan Algoritma Tabu Search pada vehicle routing problem heterogeneous fleet with time window untuk meminimasi biaya transportasi. *E-Proceeding of Engineering*, 5(3), 6889–6895.
- Riswan, Sahari, A., & Lusiyanti, D. (2020). Penentuan rute terpendek pendistribusian tabung gas lpg 3 kg PT. Fega gas Palu Pratama menggunakan Algoritma Tabu Search. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Terapan*, 16(2), 221–229. <https://doi.org/10.22487/2540766X.2019.v16.i2.15004>
- Schermer, D., Moeini, M., & Wendt, O. (2019). A hybrid VNS/Tabu search algorithm for solving the vehicle routing problem with drones and en route operations. *Computers and Operations Research*, 109, 134–158. [10.1016/j.cor.2019.04.021](https://doi.org/10.1016/j.cor.2019.04.021)
- Xia, Y., Fu, Z., Pan, L., & Duan, F. (2018). Tabu Search Algorithm for the distance-constrained vehicle routing problem with split deliveries by order. *PLoS ONE*, 13(5), 1–19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195457>
- Yuliza, E., Puspita, F. M., Yahdin, S., & Emiliya, R. (2020). Solving capacitated vehicle routing problem using of Clarke and Wright algorithm and LINGO in LPG distribution. *Journal of Physics: Conference Series*, 1663(1). [10.1088/1742-6596/1663/1/012027](https://doi.org/10.1088/1742-6596/1663/1/012027)