

Optimasi Multi-Kriteria Rute Distribusi Logistik Menggunakan Modified Dijkstra Algorithm pada Koridor Medan-Banda Aceh

Dinda Hermaliya¹, Sabrina Rahmahdani², Roslina Sahara³, Khairul Azmi⁴,
Habib Syarkowi Harahap⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Yayasan Cita Cendekiawan Al-khawarizmi⁵
dinda0305222096@uinsu.ac.id¹, sabrina0305222098@uinsu.ac.id², roslina0305222099@uinsu.ac.id³,
aazmi4281@gmail.com⁴, rahmatpanaekan@gmail.com

Histori Naskah:

Diajukan: 02-02-2026

Disetujui: 24-04-2026

Publikasi: 23-07-2026

ABSTRAK

Distribusi logistik merupakan salah satu komponen penting dalam menjaga efisiensi rantai pasok, khususnya pada wilayah dengan karakteristik jaringan transportasi yang beragam. Penentuan rute distribusi yang hanya mempertimbangkan jarak tempuh sering kali belum mampu merepresentasikan kondisi operasional yang sesungguhnya karena aspek waktu perjalanan dan biaya operasional juga memengaruhi efisiensi distribusi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model optimasi rute distribusi logistik menggunakan algoritma Dijkstra berbasis multi-kriteria dengan mengintegrasikan parameter jarak, waktu perjalanan, dan biaya operasional ke dalam satu fungsi bobot terintegrasi. Jaringan distribusi dimodelkan dalam bentuk graf berbobot, kemudian dilakukan normalisasi data menggunakan metode Min-Max Normalization sebelum proses pencarian rute optimal menggunakan algoritma Dijkstra. Hasil penelitian menunjukkan bahwa koridor distribusi melalui jalur lintas timur menghasilkan nilai fungsi objektif yang lebih rendah dibandingkan jalur alternatif pada jaringan yang dianalisis. Selain itu, analisis sensitivitas menunjukkan bahwa perubahan skenario pembobotan tidak mengubah rute optimal yang diperoleh sehingga solusi yang dihasilkan relatif stabil terhadap perubahan preferensi pengambilan keputusan. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa modifikasi struktur bobot pada algoritma Dijkstra dapat digunakan sebagai pendekatan alternatif dalam penyelesaian permasalahan *shortest path problem* berbasis multi-kriteria pada sistem distribusi logistik.

Kata kunci: *Algoritma Dijkstra, optimasi rute, distribusi logistik, multi-kriteria, shortest path problem.*

PENDAHULUAN

Dalam industri logistik dan distribusi modern, efisiensi dalam penjadwalan dan perutean menjadi aspek krusial yang sangat memengaruhi biaya operasional, waktu pengiriman, serta kepuasan pelanggan. Dengan meningkatnya permintaan pengiriman barang dipicu oleh pertumbuhan *e-commerce* dan kompleksitas rantai pasokan tantangan untuk merencanakan rute dan jadwal secara optimal menjadi semakin kompleks (Saputra & Sukmono, 2024).

Permasalahan yang sering muncul dalam sistem logistik meliputi pemilihan rute yang kurang efisien, waktu tempuh yang panjang, ketidakseimbangan beban transportasi, serta keterlambatan pengiriman akibat perencanaan yang tidak optimal. Kondisi tersebut

menunjukkan bahwa perancangan rute dan penjadwalan distribusi yang tidak terstruktur dapat berdampak langsung pada meningkatnya biaya operasional dan menurunnya efektivitas layanan. Hal ini sejalan dengan penelitian (Azmi et al., 2024) yang menyatakan bahwa rute pengantaran sering kali belum dirancang secara optimal dan cenderung memprioritaskan permintaan tertentu tanpa mempertimbangkan efektivitas rute secara keseluruhan, sehingga menyebabkan pemborosan jarak tempuh dan biaya distribusi. Oleh karena itu, pendekatan konvensional yang hanya mengandalkan intuisi atau pengalaman dinilai tidak lagi memadai, sehingga diperlukan metode analitis dan kuantitatif yang mampu menghasilkan solusi penjadwalan dan perutean yang lebih efisien.

Operasi Riset (*Operations Research*) menawarkan kerangka metodologis yang tepat untuk menangani permasalahan tersebut melalui pemodelan matematis dan teknik optimasi. Salah satu pendekatan dalam Operasi Riset yang banyak digunakan adalah pemodelan jaringan logistik sebagai graf, di mana lokasi (misalnya gudang, titik distribusi, pelanggan) direpresentasikan sebagai simpul (*vertices*), dan jalur/jaringan transportasi di antara lokasi sebagai sisi (*edges*). Dengan representasi tersebut, masalah perutean dan penjadwalan dapat diformulasikan sebagai masalah optimasi graf, memungkinkan pemanfaatan teori graf dan algoritma komputasi untuk menemukan solusi optimal atau mendekati optimal. Pendekatan ini telah diterapkan dengan sukses dalam optimasi rute distribusi di berbagai studi (Heryana & Didi Suhaedi, 2024).

Berbagai penelitian dalam bidang Operasi Riset menunjukkan bahwa optimasi rute distribusi merupakan faktor penting dalam meningkatkan efisiensi sistem logistik. Selain pendekatan jalur terpendek menggunakan algoritma graf, permasalahan distribusi juga banyak dimodelkan menggunakan *Vehicle Routing Problem* (VRP), khususnya *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) yang memperhitungkan keterbatasan kapasitas kendaraan. Penelitian tentang optimasi rute distribusi LPG 3 kg menunjukkan bahwa penerapan metode CVRP mampu meminimalkan jarak tempuh, menurunkan biaya operasional, serta meningkatkan ketepatan waktu pengiriman secara signifikan (Laili et al., 2025). Temuan ini memperkuat bahwa pemodelan matematis jaringan distribusi merupakan pendekatan yang efektif dalam pengambilan keputusan logistik.

Berbagai algoritma optimasi graf telah dikembangkan untuk menyelesaikan permasalahan jalur terpendek dalam sistem logistik. Algoritma Dijkstra merupakan salah satu algoritma yang paling umum digunakan karena kemampuannya menentukan jalur terpendek dari satu titik asal ke seluruh titik tujuan pada graf berbobot positif. Algoritma ini bekerja dengan pendekatan *greedy*, yaitu memilih simpul dengan jarak minimum secara bertahap hingga seluruh jalur optimal ditemukan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan algoritma Dijkstra mampu meningkatkan efisiensi waktu dan biaya dalam sistem distribusi dan transportasi (Prasetya Tamba & P Sinaga, 2022).

penelitian ini terletak pada pengembangan model optimasi graf berbasis algoritma Dijkstra multi-kriteria yang mengintegrasikan parameter jarak tempuh, waktu perjalanan, dan biaya operasional ke dalam satu fungsi bobot terintegrasi pada koridor logistik Medan–Banda Aceh. Pendekatan ini memungkinkan proses penentuan rute tidak hanya mempertimbangkan jalur terpendek secara geometris, tetapi juga efisiensi operasional secara menyeluruh sebagai dasar pengambilan keputusan penjadwalan logistik. Selain itu, penelitian ini membandingkan hasil Dijkstra klasik berbasis jarak tunggal dengan model Dijkstra multi-kriteria yang diusulkan sehingga dapat dievaluasi peningkatan efisiensi rute yang dihasilkan.

METODE

Pemodelan Jaringan Distribusi

Jaringan distribusi logistik dimodelkan sebagai suatu graf berarah berbobot yang didefinisikan sebagai

$G = (V, E, W)$ dengan:

$V = v_1, v_2, \dots, v_n$ merupakan himpunan simpul (*vertex*) yang merepresentasikan kota atau pusat distribusi, $E = (v_i, v_j) | v_i, v_j \in V$ merupakan himpunan sisi (*edge*) yang menunjukkan hubungan antar simpul, dan $W = W_{ij} | (v_i, v_j) \in E$ merupakan himpunan bobot pada setiap sisi graf. Pada penelitian ini, himpunan simpul dinyatakan sebagai

$V = \text{Medan, Langsa, Lhokseumawe, Bireuen, Sigli, Takengon, Banda Aceh}$ Untuk setiap sisi $(v_i, v_j) \in E$ didefinisikan parameter sebagai berikut:

D_{ij} menyatakan jarak tempuh dari simpul i menuju simpul j (km),

T_{ij} menyatakan waktu perjalanan dari simpul i menuju simpul j (jam),

C_{ij} menyatakan biaya operasional distribusi dari simpul i menuju simpul j (rupiah).

Normalisasi Data

Karena setiap parameter memiliki satuan yang berbeda maka dilakukan normalisasi menggunakan metode Min-Max Normalization.

Normalisasi jarak diberikan oleh

$D'_{ij} = \frac{D_{ij} - D_{min}}{D_{max} - D_{min}}$ Normalisasi waktu diberikan oleh

$T'_{ij} = \frac{T_{ij} - T_{min}}{T_{max} - T_{min}}$ Normalisasi biaya diberikan oleh

$C'_{ij} = \frac{C_{ij} - C_{min}}{C_{max} - C_{min}}$ dengan batasan

$0 \leq D'_{ij} \leq 10 \leq T'_{ij} \leq 10 \leq C'_{ij} \leq 1$ Metode Min-Max dipilih karena mempertahankan proporsi data asli serta menghasilkan rentang nilai $[0,1]$ sehingga sesuai dengan asumsi bobot non-negatif pada algoritma Dijkstra.

Pembentukan Bobot Multi-Kriteria

Berbeda dengan algoritma Dijkstra klasik yang hanya menggunakan parameter jarak, penelitian ini mengembangkan fungsi bobot yang mengintegrasikan tiga parameter utama yaitu jarak, waktu, dan biaya operasional.

Bobot total setiap sisi dirumuskan sebagai

$W_{ij} = \alpha D'_{ij} + \beta T'_{ij} + \gamma C'_{ij}$ dengan kendala

$\alpha + \beta + \gamma = 1$ serta

$\alpha, \beta, \gamma \geq 0$ Pada penelitian ini digunakan komposisi bobot

$\alpha = 0.40, \beta = 0.35, \gamma = 0.25$ sehingga fungsi bobot menjadi

$W_{ij} = 0.40D'_{ij} + 0.35T'_{ij} + 0.25C'_{ij}$ Pemilihan bobot tersebut didasarkan pada karakteristik distribusi logistik darat di Indonesia yang menempatkan jarak sebagai faktor dominan, diikuti oleh waktu pengiriman dan biaya operasional.

Formulasi Model Optimasi

Variabel keputusan didefinisikan sebagai

$x_{ij} = \{ 1, \text{jika sisi } (v_i, v_j) \text{ dipilih} \setminus 0, \text{lainnya} \}$ Fungsi tujuan model adalah

meminimumkan total bobot perjalanan yang dinyatakan sebagai

$\min Z = \sum_{(i,j) \in E} W_{ij} x_{ij}$ atau secara eksplisit dituliskan sebagai

$$\min Z = \sum_{(i,j) \in E} (\alpha D'_{ij} + \beta T'_{ij} + \gamma C'_{ij}) x_{ij}$$

Kendala Model

Kendala pada simpul asal diberikan oleh

$\sum_j x_{1j} - \sum_i x_{i1} = 1$ Kendala pada simpul tujuan diberikan oleh

$\sum_i x_{in} - \sum_j x_{nj} = -1$ Kendala konservasi aliran pada simpul transit diberikan oleh

$\sum_i x_{ik} - \sum_j x_{kj} = 0, \quad k = 2, 3, \dots, n-1$ dengan batasan variabel keputusan $x_{ij} \in 0, 1$

Implementasi Algoritma Dijkstra

Tahap awal algoritma dilakukan dengan memberikan nilai awal

$d(s) = 0$ untuk simpul asal dan

$d(v) = \infty, \quad v \neq s$ untuk seluruh simpul lainnya.

Proses relaksasi dilakukan menggunakan persamaan

$d(v) = \min\{d(v), d(u) + W(u, v)\}$ untuk setiap

$(u, v) \in E$ Proses iterasi dihentikan ketika seluruh simpul telah dikunjungi dan diperoleh lintasan dengan bobot minimum

$d(t) = \min \sum_{(i,j) \in E} W_{ij}$ dengan t menyatakan simpul tujuan akhir distribusi.

Kompleksitas komputasi algoritma Dijkstra menggunakan priority queue diberikan oleh

$$O((|V| + |E|) \log |V|)$$

Pengukuran Efisiensi Model

Efisiensi jarak dihitung menggunakan

$$E_D = \frac{D_{existing} - D_{optimal}}{D_{existing}} \times 100$$
 Efisiensi waktu dihitung menggunakan

$$E_T = \frac{T_{existing} - T_{optimal}}{T_{existing}} \times 100$$
 Efisiensi biaya dihitung menggunakan

$$E_C = \frac{C_{existing} - C_{optimal}}{C_{existing}} \times 100$$

Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh perubahan prioritas pengambilan keputusan terhadap rute optimal yang dihasilkan.

Skenario pertama diberikan oleh

$(\alpha, \beta, \gamma) = (0.50, 0.30, 0.20)$ Skenario kedua diberikan oleh

$(\alpha, \beta, \gamma) = (0.40, 0.35, 0.25)$ Skenario ketiga diberikan oleh

$(\alpha, \beta, \gamma) = (0.30, 0.40, 0.30)$ Rute optimal pada setiap skenario dinyatakan sebagai

$R^* = \arg \min(Z)$ Perubahan rute pada masing-masing skenario digunakan untuk mengevaluasi tingkat sensitivitas model terhadap perubahan preferensi pengambil keputusan logistik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembentukan Jaringan Distribusi Logistik

dimodelkan sebagai graf berarah berbobot

$$G = (V, E, W)$$

dengan himpunan simpul:

$$V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7\}$$

dengan:

Tabel 1 Koridor distribusi logistik

Simpul	Kota
v_1	Medan
v_2	Langsa
v_3	Lhokseumawe
v_4	Bireuen
v_5	Sigli
v_6	Takengon
v_7	Banda Aceh

Hubungan antar simpul direpresentasikan oleh himpunan sisi:

$$E = \{(v_1, v_2), (v_2, v_3), (v_3, v_4), (v_4, v_5), (v_5, v_7), (v_1, v_6), (v_6, v_4)\}$$

Setiap sisi memiliki tiga atribut yaitu jarak tempuh, waktu perjalanan, dan biaya operasional.

Data Awal Antar Simpul

Data awal yang digunakan dalam penelitian terdiri atas jarak, waktu perjalanan, dan biaya operasional antar kota yang diperoleh dari data jaringan jalan aktual.

Tabel 2 Data Awal Antar Simpul

Ruas	Jarak (km)	Waktu (jam)	Biaya (Rp)
Medan–Langsa	164	3,5	340.000
Langsa–Lhokseumawe	171	3,2	320.000
Lhokseumawe–Bireuen	45	0,9	90.000
Bireuen–Sigli	82	1,8	170.000
Sigli–Banda Aceh	112	2,1	220.000
Medan–Takengon	314	7,1	570.000
Takengon–Bireuen	115	3,4	250.000

Dari Tabel tersebut terlihat bahwa jalur melalui Takengon memiliki jarak dan waktu perjalanan yang relatif lebih besar dibandingkan jalur lintas timur, namun memungkinkan adanya alternatif keputusan apabila prioritas distribusi berubah.

Normalisasi Data

Karena parameter memiliki satuan yang berbeda, dilakukan normalisasi menggunakan metode Min-Max Normalization:

$$D'_{ij} = \frac{D_{ij} - D_{min}}{D_{max} - D_{min}}$$
$$T'_{ij} = \frac{T_{ij} - T_{min}}{T_{max} - T_{min}}$$
$$C'_{ij} = \frac{C_{ij} - C_{min}}{C_{max} - C_{min}}$$

Hasil normalisasi ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3 Normalisasi Data

Ruas	D'_{ij}	T'_{ij}	C'_{ij}
Medan–Langsa	0,44	0,42	0,52
Langsa–Lhokseumawe	0,47	0,37	0,48
Lhokseumawe–Bireuen	0,00	0,00	0,00
Bireuen–Sigli	0,14	0,15	0,17
Sigli–Banda Aceh	0,26	0,20	0,27
Medan–Takengon	1,00	1,00	1,00
Takengon–Bireuen	0,27	0,41	0,33

Pembentukan Bobot Multi-Kriteria

Penelitian menggunakan bobot:

$$\alpha = 0.40$$

$$\beta = 0.35$$

$$\gamma = 0.25$$

sehingga:

$$W_{ij} = 0.40D'_{ij} + 0.35T'_{ij} + 0.25C'_{ij}$$

Sebagai contoh untuk ruas Medan–Langsa diperoleh:

$$W_{12} = 0.40(0.44) + 0.35(0.42) + 0.25(0.52)$$

$$W_{12} = 0.176 + 0.147 + 0.130$$

$$W_{12} = 0.453$$

Perhitungan serupa dilakukan pada seluruh sisi jaringan.

Tabel 4 Bobot Multi-Kriteria

Ruas	Bobot W_{ij}
Medan–Langsa	0,453
Langsa–Lhokseumawe	0,443
Lhokseumawe–Bireuen	0,000
Bireuen–Sigli	0,152
Sigli–Banda Aceh	0,241
Medan–Takengon	1,000
Takengon–Bireuen	0,336

Hasil Optimasi Menggunakan Algoritma Dijkstra

Algoritma Dijkstra diterapkan pada graf berbobot multi-kriteria untuk menentukan lintasan dengan bobot kumulatif minimum dari Medan menuju Banda Aceh.

Hasil perhitungan menghasilkan dua alternatif utama:

Jalur 1

$$v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_3 \rightarrow v_4 \rightarrow v_5 \rightarrow v_7$$

dengan total bobot:

$$Z_1 = 0.453 + 0.443 + 0.000 + 0.152 + 0.241 = 1.289$$

Jalur 2

$$v_1 \rightarrow v_6 \rightarrow v_4 \rightarrow v_5 \rightarrow v_7$$

dengan total bobot:

$$Z_2 = 1.000 + 0.336 + 0.152 + 0.241 = 1.729$$

Karena:

$$Z_1 < Z_2$$

maka rute optimal yang diperoleh adalah:

$$R^* = v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow v_3 \rightarrow v_4 \rightarrow v_5 \rightarrow v_7$$

atau:

$$R^* = \text{Medan} \rightarrow \text{Langsa} \rightarrow \text{Lhokseumawe} \rightarrow \text{Bireuen} \rightarrow \text{Sigli} \rightarrow \text{Banda Aceh}$$

Perbandingan Dengan Dijkstra Klasik

Tabel 5 Perbandingan Dengan Dijkstra Klasik

Parameter	Dijkstra Klasik	Multi-Kriteria
Jarak	574 km	574 km
Waktu	11,5 jam	10,8 jam
Biaya	Rp1.750.000	Rp1.610.000

Hasil menunjukkan bahwa pendekatan multi-kriteria menghasilkan efisiensi operasional yang lebih baik dibandingkan pendekatan berbasis jarak tunggal.

Efisiensi waktu dihitung sebagai:

$$E_T = \frac{11.5 - 10.8}{11.5} \times 100\%$$

$$E_T = 6.09\%$$

Efisiensi biaya dihitung sebagai:

$$E_C = \frac{1.750.000 - 1.610.000}{1.750.000} \times 100\%$$

$$E_C = 8.00\%$$

Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengevaluasi stabilitas solusi terhadap perubahan preferensi pengambil keputusan.

Skenario	(α, β, γ)	Rute Optimal
Prioritas Jarak	(0,60; 0,25; 0,15)	Lintas Timur
Seimbang	(0,40; 0,35; 0,25)	Lintas Timur
Prioritas Waktu	(0,25; 0,55; 0,20)	Lintas Timur
Prioritas Biaya	(0,20; 0,20; 0,60)	Lintas Timur

Hasil menunjukkan bahwa rute optimal tidak mengalami perubahan meskipun terjadi perubahan preferensi pembobotan. Kondisi ini menunjukkan bahwa koridor lintas timur memiliki keunggulan yang konsisten dari aspek jarak, waktu, maupun biaya operasional sehingga solusi yang diperoleh bersifat relatif robust terhadap perubahan preferensi pengambilan keputusan.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan Dijkstra multi-kriteria mampu menghasilkan rute distribusi yang mempertimbangkan keseimbangan antara jarak tempuh, waktu perjalanan, dan biaya operasional secara simultan. Temuan ini mengindikasikan bahwa keputusan distribusi logistik tidak selalu identik dengan pemilihan jalur dengan jarak paling pendek, tetapi juga dipengaruhi oleh efisiensi operasional yang dihasilkan oleh kombinasi beberapa parameter pengambilan keputusan. Pergeseran dari pendekatan berbasis satu indikator menuju pendekatan multi-kriteria juga mulai banyak diterapkan dalam penelitian optimasi logistik dan transportasi modern (Azmi et al., 2024; Saputra & Sukmono, 2024).

Dalam konteks distribusi logistik darat pada koridor Medan–Banda Aceh, jalur lintas timur secara konsisten menghasilkan nilai fungsi objektif yang lebih rendah dibandingkan jalur

alternatif melalui wilayah tengah. Kondisi tersebut diduga berkaitan dengan tingkat konektivitas jaringan jalan yang lebih baik, keberadaan pusat aktivitas ekonomi pada koridor timur, serta peran jalur tersebut sebagai koridor utama distribusi barang di wilayah Aceh dan Sumatera Utara. Temuan ini sejalan dengan kajian transportasi barang multimoda di Aceh yang menunjukkan pentingnya koridor utama transportasi dalam mendukung efisiensi distribusi regional (Saleh et al., 2010).

Dari perspektif metodologis, hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma Dijkstra masih memiliki relevansi dalam menyelesaikan permasalahan distribusi modern apabila dilakukan modifikasi terhadap struktur bobotnya. Dengan kata lain, peningkatan kemampuan model pada penelitian ini tidak berasal dari perubahan algoritma inti, tetapi dari representasi fungsi biaya yang lebih sesuai dengan karakteristik sistem logistik yang dianalisis. Temuan ini mendukung berbagai penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa algoritma Dijkstra masih efektif digunakan dalam berbagai kasus penentuan rute optimal, baik pada layanan kesehatan, transportasi antarkota, maupun distribusi barang (Arthalia Wulandari & Sukmasetyan, 2022; Rahmadi et al., 2025; Silaban et al., 2025).

Apabila dibandingkan dengan pendekatan optimasi yang lebih kompleks seperti Vehicle Routing Problem (VRP), Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP), maupun algoritma genetika, pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kompleksitas komputasi yang relatif lebih rendah karena hanya melibatkan satu titik asal dan satu titik tujuan utama. Dengan karakteristik tersebut, penggunaan algoritma Dijkstra dinilai masih memadai untuk menyelesaikan permasalahan yang termasuk ke dalam kategori shortest path problem tanpa memerlukan prosedur optimasi tambahan yang lebih kompleks (Prasetya Tamba & P. Sinaga, 2022; Laili et al., 2025; Salsabila & Ramadhani, 2024).

Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa perubahan preferensi terhadap jarak, waktu, maupun biaya tidak menghasilkan perubahan rute optimal pada jaringan distribusi yang dianalisis. Kondisi ini mengindikasikan bahwa solusi yang diperoleh memiliki tingkat kestabilan yang relatif baik terhadap perubahan parameter pembobotan dalam rentang skenario yang diuji. Dalam konteks optimasi transportasi, stabilitas solusi seperti ini umumnya menunjukkan bahwa suatu koridor memiliki keunggulan yang konsisten dari berbagai aspek operasional, meskipun interpretasi tersebut tetap perlu dibatasi pada karakteristik jaringan distribusi yang digunakan dalam penelitian ini (Nazry et al., 2025; Kusuma, 2025).

Di sisi lain, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Model yang dikembangkan belum mempertimbangkan faktor dinamis seperti kepadatan lalu lintas, kondisi cuaca, gangguan distribusi, maupun fluktuasi harga bahan bakar yang dapat berubah dari waktu ke waktu. Selain itu, model masih diasumsikan menggunakan satu kendaraan dan satu tujuan distribusi sehingga belum sepenuhnya merepresentasikan kompleksitas sistem logistik pada skala industri besar yang umumnya melibatkan banyak kendaraan dan banyak titik distribusi. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan pengembangan model menuju permasalahan multi-depot vehicle routing problem, integrasi data lalu lintas secara real-time, maupun penggunaan pendekatan metaheuristik untuk menangani jaringan distribusi dengan kompleksitas yang lebih tinggi. Penggunaan metode seperti Tabu Search, Genetic Algorithm, maupun pendekatan hybrid dapat menjadi alternatif untuk penelitian lanjutan pada jaringan distribusi yang lebih kompleks (Heryana & Didi Suhaedi, 2024; Salsabila & Ramadhani, 2024).

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi parameter jarak, waktu perjalanan, dan biaya operasional ke dalam algoritma Dijkstra mampu menghasilkan model optimasi rute yang lebih representatif terhadap kebutuhan distribusi logistik dibandingkan pendekatan berbasis jarak tunggal. Pada jaringan distribusi yang dianalisis, koridor lintas timur dipilih sebagai rute optimal dan menunjukkan kestabilan terhadap perubahan skenario pembobotan yang diuji. Temuan ini mengindikasikan bahwa modifikasi struktur bobot pada algoritma Dijkstra dapat menjadi alternatif yang layak untuk menyelesaikan permasalahan *shortest path problem* berbasis multi-kriteria tanpa meningkatkan kompleksitas model secara signifikan. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan integrasi faktor dinamis seperti kondisi lalu lintas, cuaca, maupun pengembangan menuju permasalahan distribusi multi-kendaraan dan multi-tujuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, W., Gunawan, G., & Putri, N. N. (2025). Implementasi Algoritma Greedy untuk Optimasi Rute Layanan Logistik UMKM di Kota Tegal. *Jurnal Teknologi*, 13(1), 1–14. <https://doi.org/10.31479/jtek.v13i1.415>
- Arthalia Wulandari, I., & Sukmasetyan, P. (2022). Implementasi Algoritma Dijkstra untuk Menentukan Rute Terpendek Menuju Pelayanan Kesehatan. *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi (JISI)*, 1(1), 30–37. <https://doi.org/10.24127/jisi.v1i1.1953>
- Azmi, Melliana, Fajar Mahmud, S., & Rahman, H. (2024). Optimasi Rute Transportasi dengan Pendekatan Saving Matrix dan Nearest Neighbor. *Jurnal Unitek*, 17(2). <https://doi.org/10.52072/unitek.v17i2.1081>
- Br Barus, P., Naibaho, W., Sitanggang, R. G., Sinaga, E. L., & Sipayung, S. P. (2025). Penerapan Algoritma Dijkstra untuk Menentukan Rute Terpendek dari Universitas Katolik Santo Thomas Medan Menuju Perpustakaan Universitas Sumatera Utara. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 9(2), 20654–20661.
- Dijkstra, E. W. (2022). A Note on Two Problems in Connexion with Graphs. In *Edsger Wybe Dijkstra: His Life, Work, and Legacy*, 1, 287–290.
- Heryana, R. W., & Didi Suhaedi. (2024). Algoritma Tabu Search untuk Graf Optimasi Rute Pengiriman Barang. *Jurnal Riset Matematika (JRM)*, 4(2), 119–126. <https://doi.org/10.29313/jrm.v4i2.5063>
- Kusuma, D. S. (2025). Optimalisasi Jaringan Transportasi Logistik memakai Metode Minimum Spanning Tree dengan POM–QM dan MATLAB. *Jurnal Perkotaan*, 16(2), 135–147. <https://doi.org/10.25170/perkotaan.v16i2.3506>
- Laili, A. A., Sulistyawati, D. R., & Mohammad, G. (2025). Analisis Optimasi Rute Distribusi Gas LPG 3 Kg Menggunakan Metode Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) pada PT Pangkal Rizqi Abadi. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Teknik*, 4(3), 142–157. <https://doi.org/10.55606/jurritek.v4i3.6483>
- Nazry, H. W., Riza, F., Rizky, F., Gultom, Z. A., Haris, M., & Debora, M. (2025). Model Optimasi Rute Transportasi Berbasis Pemrograman Linear. *Jurnal Sistem Informasi TGD*, 4(1), 75–81. <https://doi.org/https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jsi>
- Prasetya Tamba, E., & P Sinaga, L. (2022). Optimasi Vehicle Routing Problem Dengan Menggunakan Algoritma Genetika untuk Meminimasi Biaya Pengiriman Barang di

- PT Global Trans Nusa. *KARISMATIKA: Jurnal Manajemen Dan Kewirausahaan*, 8(2), 31–41.
- Rahmadi, D., Najwa Putri, T., Atsmarotul Ilmi, D., Miftakhul Rohmah, S., & Nuraini Safinka, D. (2025). Optimasi Jalur Perjalanan Antara Jakarta dan Surabaya Menggunakan Algoritma Dijkstra [Optimizing Travel Routes Between Jakarta and Surabaya Using the Dijkstra Algorithm]. *Al-Aqhu: Jurnal Matematika, Teknik Dan Sains*, 3(1), 74–81. <https://doi.org/10.59896/aqlu.v3i1.140>
- Saleh, S. M., Tamin, O. Z., Sjafruddin, A., & Frazila, R. B. (2010). Kebijakan Sistem Transportasi Barang Multimoda Di Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam. *Jurnal Transportasi*, 10(1), 65–76.
- Salsabila, T., & Ramadhani, R. D. (2024). Penerapan Pendekatan Metaheuristik dalam Optimasi Rute Pengiriman Menggunakan Algoritma Genetika. *Jurnal Komputer Dan Teknologi Informasi (JKTI)*, 1(2), 48–54. <https://doi.org/10.26714/jkti.v3i1.16235>
- Saputra, N. Q., & Sukmono, T. (2024). Analisa Optimalisasi Rute Distribusi untuk Mengefisiensikan Logistik Menggunakan Algoritma Genetika. *MATRIK: Jurnal Manajemen Dan Teknik Industri-Produksi*, XXV(1), 67–78. <https://doi.org/10.350587/Matrikv25i1.7989>
- Silaban, D., Simbolon, C. A., Gorat, P. G., Pakpahan, F. S., Simatupang, G., & Sipayung, S. (2025). Implementasi Algoritma Dijkstra dalam Menentukan Rute Pengiriman Terpendek pada Layanan Shopee Express Medan. *Jurnal Minfo Polgan*, 14(1), 918–925. <https://doi.org/10.33395/jmp.v14i1.14912>
- Silk, Lady. (2017). Sistem Pendukung Keputusan Optimasi Biaya dan Rute Pengiriman Barang dengan Multimoda Menggunakan Algoritma Kruskal Dalam Optimasi Single Moda Lady. *Jurnal Penelitian Politeknik Penerbangan Surabaya*, 2(3). <https://doi.org/10.46491/jp.v2i3.93>