

PENERAPAN BELLMANN-FORD ALGORITHM DALAM PENCARIAN RUTE TERPENDEK DISTRIBUSI SUKU CADANG DI KOTA BANDUNG

Budi Santosa Chulasoh^{1*}, Muhammad Ilham Bukhori², Prafajar Suksessanno Muttaqin³

Program Studi Teknik Industri^{1,2}, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

Program Studi Teknik Logistik³, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

Jl. Telekomunikasi no.1, Terusan Buah Batu, Dayeuhkolot, Kab. Bandung

budisantosa@telkomuniversity.ac.id¹, ilhambukhori@student.telkomuniversity.ac.id²,

prafajars@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

Dalam sektor industri, transportasi memiliki peran yang sangat signifikan dan bersifat menyeluruh, karena hampir seluruh kegiatan industri melibatkan proses logistik dan distribusi. Biaya transportasi, terutama yang berkaitan dengan penggunaan bahan bakar dan waktu tempuh pengiriman, menjadi salah satu komponen biaya operasional yang dominan, khususnya pada sistem distribusi berskala luas dan frekuensi tinggi. PT. FDX merupakan perusahaan yang bergerak dalam mendistribusikan suku cadang kendaraan roda dua ke bengkel di Bandung. Berdasarkan data tahun 2025, menunjukkan adanya peningkatan permintaan pengiriman suku cadang di Bandung Raya yang mencakup Kota Bandung, Kabupaten Bandung, Kabupaten Bandung Barat dan Kota Cimahi, sehingga perusahaan memerlukan perencanaan rute yang optimal agar produk yang dikirim sesuai dengan waktu yang ditentukan dan dengan biaya yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mencari rute terpendek dalam pengiriman produk suku cadang kendaraan roda dua ke berbagai titik tujuan pengiriman agar dapat mengoptimalkan jarak tempuh pengiriman. Penggunaan Algoritma Bellman-Ford dilakukan untuk membentuk suatu graf dalam menentukan jalur terpendek dengan menghitung seluruh jalur dari lokasi asal ke lokasi tujuan menghasilkan rute yaitu $G1 \rightarrow BM4 \rightarrow BM6 \rightarrow BM8 \rightarrow BM10 \rightarrow BM12$ dengan total jarak senilai 63 kilometer. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan algoritma Dijkstra dan algoritma Gabouw untuk melakukan komparasi hasil dan meningkatkan akurasi perencanaan rute distribusi secara menyeluruh.

Kata kunci: Algoritma Bellman-Ford, Distribusi Logistik, Logistik Perkotaan, Bandung Raya, Rute Optimal

Abstract

In the industrial sector, transportation plays a significant and comprehensive role, as nearly all industrial activities involve logistics and distribution processes. Transportation costs, particularly those related to fuel consumption and delivery time, are a dominant component of operational costs, particularly in large-scale, high-frequency distribution systems. FDX Company is a company engaged in the distribution of motorcycle spare parts to various workshops across the Greater Bandung area. Based on 2025 data, there has been a significant increase in the demand for spare part deliveries in the Bandung Raya region, which includes Bandung City, Bandung Regency, West Bandung Regency, and Cimahi City. This surge in demand requires the company to implement an optimal route planning system to ensure timely deliveries while minimizing transportation costs. This study aims to determine the shortest route for delivering motorcycle spare parts to various destinations in order to optimize travel distance and logistical efficiency. The Bellman-Ford algorithm is applied to construct a weighted graph that calculates the shortest path from the origin to multiple delivery points. The resulting optimal route is identified as $G1 \rightarrow BM4 \rightarrow BM6 \rightarrow BM8 \rightarrow BM10 \rightarrow BM12$, with a total distance of 63 kilometers. Future research is encouraged to employ other algorithms such as Dijkstra and Gabouw to compare outcomes and

enhance the overall accuracy of route planning in distribution logistics.

Keywords: *Bellman-Ford Algorithm, Logistics Distribution, City Logistics, Greater Bandung, Optimal Route*

I. PENDAHULUAN

Transportasi didefinisikan sebagai aktivitas mobilisasi manusia, barang, atau objek lainnya dari suatu lokasi ke lokasi lain dengan menggunakan sarana berupa kendaraan, baik yang digerakkan oleh tenaga manusia maupun mesin (Rodrigue, 2024). Secara umum, transportasi mencakup proses perpindahan dari titik awal, di mana kegiatan pengangkutan dimulai, menuju titik tujuan akhir, tempat kegiatan tersebut diselesaikan (United Nations, 2021). Dalam konteks pembangunan dan sistem distribusi, peran transportasi menjadi strategis karena berfungsi sebagai penghubung antara wilayah sumber daya, pusat produksi, sentra distribusi dan pemasaran, hingga area permukiman konsumen.

Menurut Miro & Hilarius (2005), transportasi merupakan suatu usaha untuk memindahkan atau mengalihkan objek dari satu tempat ke tempat lainnya dengan maksud agar objek tersebut memperoleh nilai guna yang lebih optimal di lokasi tujuan. Sejalan dengan hal tersebut, Nasution (2008) menyatakan bahwa transportasi adalah proses pemindahan barang maupun individu dari tempat asal ke tempat tujuan. Dalam kerangka ini, transportasi merupakan suatu proses yang bersifat integral, yang mencakup pergerakan dan pengangkutan serta memerlukan dukungan infrastruktur dan sarana tertentu guna memastikan kelancaran proses sesuai dengan dimensi waktu yang telah direncanakan.

Dalam sektor industri, transportasi memiliki peran yang sangat signifikan dan bersifat menyeluruh, karena hampir seluruh kegiatan industri melibatkan proses logistik dan distribusi. Biaya transportasi, terutama yang berkaitan dengan penggunaan bahan bakar dan waktu tempuh pengiriman, menjadi salah satu komponen biaya operasional yang dominan, khususnya pada sistem distribusi berskala luas dan frekuensi tinggi. Kontribusi biaya transportasi terhadap total biaya produk dapat mencapai 10% hingga 20%, sehingga dibutuhkan metode transportasi yang efisien untuk mengoptimalkan alokasi sumber daya dari titik asal ke titik tujuan. Efisiensi transportasi menjadi

krusial untuk menekan total biaya logistik. Salah satu permasalahan utama yang sering muncul adalah penentuan rute terpendek, yang berimplikasi langsung terhadap ketepatan jumlah, mutu, dan waktu pelayanan kepada konsumen, termasuk pada perusahaan yang menjadi objek penelitian ini yaitu perusahaan pemasok suku cadang kendaraan roda dua,

PT. FDX merupakan perusahaan yang bergerak dalam mendistribusikan suku cadang kendaraan roda dua. Suku cadang kendaraan roda dua adalah komponen atau bagian yang dirancang dan diproduksi secara khusus untuk menggantikan bagian asli kendaraan roda dua yang mengalami kerusakan, aus, atau tidak lagi berfungsi secara optimal. Suku cadang ini mencakup segala jenis elemen mekanis, elektrik, dan struktural untuk menjamin performa, keamanan, dan keberlangsungan operasional kendaraan sesuai dengan standar pabrik.

Berdasarkan data menunjukkan adanya peningkatan permintaan pengiriman suku cadang di Kota Bandung, sehingga perusahaan memerlukan perencanaan rute yang optimal agar produk yang dikirim sesuai dengan waktu yang ditentukan dan dengan biaya yang optimal. Tujuan penelitian ini adalah mencari rute terpendek dalam pengiriman produk suku cadang kendaraan roda dua agar dapat mengoptimalkan jarak pengiriman produk suku cadang.

II. METODE PENELITIAN

Secara umum, langkah-langkah Algoritma Bellman-Ford adalah sebagai berikut.

1. Menetapkan simpul awal serta mengidentifikasi seluruh simpul (*vertex*) dan sisi (*edge*).
2. Kemudian, nilai awal untuk simpul asal diatur menjadi nol, sementara seluruh simpul lainnya diberikan nilai awal tak hingga (∞) untuk menunjukkan bahwa jaraknya belum diketahui.
3. Proses selanjutnya adalah melakukan iterasi terhadap seluruh simpul.
4. Penentuan jarak terpendek ke setiap simpul dapat dinyatakan dalam bentuk notasi matematis sebagai berikut:

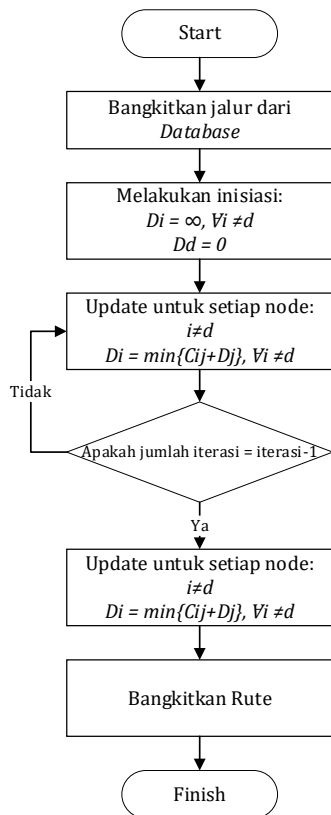
$$M[i, v] = \min(M[i-1, v], (M[i-1, n] + C_{vn})) \quad [1]$$

dengan keterangan: i : indeks iterasi, v : simpul tujuan, n : simpul tetangga dari v , C_{vn} : bobot sisi antara simpul v dan simpul tetangga n

5. Tentukan titik awal dan daftar seluruh *vertex* maupun *edge*. Apabila jarak terkini ke simpul v

lebih besar dibandingkan dengan hasil penjumlahan antara jarak ke simpul u dan bobot sisi uv , maka nilai jarak ke simpul v akan diperbarui menjadi $jarak(u) + bobot(uv)$ yang menghubungkan keduanya.

- Langkah iterasi tersebut diulangi hingga seluruh simpul telah dievaluasi



Gambar 1. Tahapan Algoritma Bellman-Ford

III.1 Metode Transportasi

Metode transportasi merupakan suatu pendekatan kuantitatif yang digunakan untuk merancang distribusi produk secara efisien dari sejumlah titik asal ke berbagai titik tujuan dengan tujuan utama meminimalkan total biaya pengiriman. Model ini diterapkan dalam situasi di mana suatu komoditas yang bersifat homogen harus dipindahkan dari beberapa lokasi pemasok ke sejumlah lokasi permintaan (Chopra & Meindl, 2012). Tujuan pokok dari penyusunan model transportasi adalah untuk menentukan besaran distribusi dari masing-masing sumber ke setiap tujuan secara optimal, sehingga total biaya logistik dapat

ditekan serendah mungkin, tanpa melanggar batasan ketersediaan pasokan maupun permintaan yang telah ditentukan di setiap titik (Heizer, 2020).

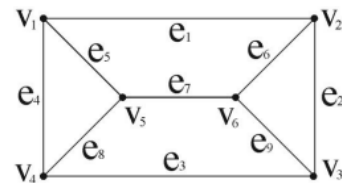
Model ini beroperasi dengan asumsi bahwa biaya distribusi pada suatu rute tertentu berbanding lurus terhadap jumlah unit barang yang dikirim melalui rute tersebut. Oleh karena itu, efisiensi dalam penugasan rute dan kuantitas pengiriman sangat memengaruhi hasil akhir dari proses transportasi. Taha (1996) menjelaskan bahwa model transportasi pada dasarnya dirancang untuk menghasilkan suatu rencana distribusi barang dari berbagai sumber ke sejumlah lokasi tujuan, dengan mempertimbangkan kapasitas masing-masing sumber serta volume kebutuhan pada setiap tujuan secara simultan dan sistematis.

III.2 Metode Transportasi

Graf adalah kumpulan titik yang dihubungkan satu sama lain melalui rusuk (Goodaire, 2006). Berdasarkan orientasi arah pada rusuk, maka secara umum graf dibedakan atas dua jenis, yaitu:

- Graf tak berarah (*undirect graph*)

Graf tidak berarah merupakan jenis graf di mana setiap sisi (*edge*) tidak memiliki arah tertentu, sehingga hubungan antar simpul bersifat timbal balik. Dalam graf ini, pasangan simpul yang terhubung oleh sisi dianggap identik tanpa memperhatikan urutan, artinya pasangan $(v1, v2) = (v2, v1)$ dianggap setara (Yusuf et al., 2023). Graf jenis ini banyak digunakan dalam representasi sistem komunikasi dua arah, seperti jaringan telepon, karena setiap sisi mencerminkan koneksi yang dapat digunakan secara bolak-balik. Salah satu contoh penerapan graf tidak berarah dapat dilihat pada graf G4 berikut.



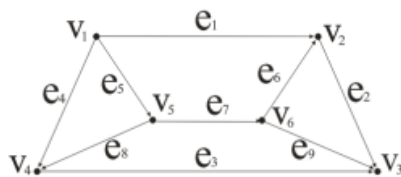
Gambar 2. Graf Tak Berarah

- Graf berarah (*direct graph atau digraph*)

Graf berarah merupakan jenis graf di mana setiap sisi (rusuk) memiliki orientasi arah yang jelas dari satu

simpul ke simpul lainnya. Dalam graf ini, pasangan simpul $(v1, v2)$ tidak setara dengan $(v2, v1)$, karena keduanya menunjukkan arah yang berbeda; dengan kata lain, $(v1, v2) \neq (v2, v1)$. Pada sisi $(v1, v2)$, simpul $v1$ disebut simpul asal (source), sedangkan $v2$ disebut simpul tujuan (destination atau terminal).

Dalam graf berarah, keberadaan gelang (loop), yaitu sisi yang menghubungkan suatu simpul dengan dirinya sendiri, diperbolehkan. Namun, sisi ganda (dua sisi dengan arah dan pasangan simpul yang sama) tidak diizinkan. Sebagai ilustrasi, graf $G5$ berikut ini menyajikan contoh dari struktur graf berarah.



Gambar 3. Graf Berarah

III.3 Algoritma Bellman-Ford

Algoritma Bellman-Ford merupakan metode yang dikembangkan oleh Richard Bellman dan Lester Ford untuk menyelesaikan persoalan penentuan jarak terpendek dari satu titik awal dalam sebuah graf berbobot (Arnau Notari et al., 2024). Dengan kata lain, algoritma ini dirancang untuk menghitung jarak minimum dari satu simpul sumber ke seluruh simpul lainnya dalam graf yang memiliki bobot pada setiap sisi (Timofeeva et al., 2023). Prinsip dasarnya adalah melakukan relaksasi pada setiap sisi graf secara berulang hingga diperoleh hasil yang optimal dalam hal jarak minimum. Bellman-Ford memiliki keunggulan dalam hal fleksibilitas. Ia dapat diterapkan pada graf yang mengandung bobot negatif, bahkan mampu mengidentifikasi adanya siklus negatif. Dalam konteks graf berarah dan berbobot, algoritma ini sangat berguna untuk menghitung biaya minimum dari simpul awal menuju semua simpul tujuan (Arnau et al., 2024). Bellman-Ford memiliki kelebihan lebih fleksibel dibanding Dijkstra karena dapat memproses bobot negatif, namun kecepatannya kalah jauh dari Dijkstra yang lebih efisien untuk graf besar. Dibanding Floyd-Warshall, Bellman-Ford lebih hemat sumber daya saat hanya mencari jarak dari satu titik sumber, tetapi Floyd-Warshall unggul jika diperlukan jarak terpendek untuk semua pasangan simpul.

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas mengenai penggunaan algoritma Bellman-ford.

Sebagai contoh penelitian (Pramudita & Safitri, 2018) membahas penerapan algoritma Bellman-Ford dalam menghitung rute tercepat antara dua titik pada peta berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG). Penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma tersebut efektif dalam menentukan lintasan optimal pada graf berbobot yang merepresentasikan jaringan jalan. Penelitian lain dilakukan oleh (Afivah & Meira Perma Dewi, 2025) membahas implementasi algoritma Bellman-Ford untuk menentukan jalur terpendek dalam graf berbobot, khususnya pada jaringan transportasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma ini mampu menghitung lintasan terpendek dari satu titik sumber ke seluruh titik tujuan, termasuk dalam kondisi graf yang mengandung bobot negatif. Penelitian (Suyanto, 2020) membahas perancangan sistem berbasis aplikasi yang memanfaatkan algoritma Bellman-Ford untuk menentukan rute tercepat menuju klinik terdekat dan penelitian (Ma'arif et al., 2020) membahas penggunaan algoritma Bellman-Ford untuk mengoptimalkan jalur pengangkutan sampah dari titik pengumpulan ke tempat pembuangan akhir.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa algoritma ini mampu memberikan solusi rute terpendek yang efisien dalam pengelolaan distribusi di perkotaan. Penelitian ini membahas mengenai penggunaan algoritma Bellman-Ford untuk mencari rute terpendek dalam pengiriman produk suku cadang kendaraan roda dua pada logistik perkotaan agar dapat mengoptimalkan jarak dan biaya transportasi.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

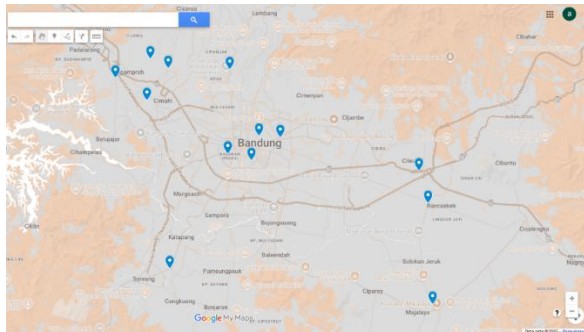
Penentuan rute optimal dalam penelitian ini dilakukan melalui pemodelan graf, sebagaimana telah dijelaskan pada bagian sebelumnya. Graf yang digunakan merupakan graf berbobot, yaitu graf di mana setiap sisi (*edge*) memiliki nilai bobot tertentu yang merepresentasikan jarak antar simpul. Pada tahap analisis, proses pencarian rute terpendek ini akan dijelaskan secara rinci dengan menggunakan pendekatan algoritma Bellman-Ford. Studi kasus diarahkan pada pencarian jalur distribusi optimal untuk pengiriman suku cadang kendaraan roda dua, di mana gudang berlokasi di Jalan Pungkur, Kecamatan Regol, Kota Bandung, dan tujuan distribusi adalah beberapa lokasi retailer. Algoritma Bellman-Ford memerlukan input berupa titik asal dan titik tujuan, serta struktur graf berbobot sebagai dasar perhitungannya. Dalam penelitian ini, pemodelan graf mencakup 13 titik lokasi

yang telah dipetakan dan akan dianalisis berdasarkan data koordinat geografis untuk menentukan jalur distribusi paling efisien tanpa memperhatikan faktor kemacetan.

Tabel 1. Data Koordinat

Kode	Longitude	Latitude
Gudang	-6.93135	107.6122
BM1	-6.85913	107.759463
BM2	-6.91188	107.761816
BM3	-6.91315	107.763524
BM4	-6.92607	107.759312
BM5	-6.88378	107.752816
BM6	-6.85821	107.754521
BM7	-6.85068	107.753058
BM8	-6.86559	107.750286
BM9	-7.0451	107.775758
BM10	-6.93922	107.774672
BM11	-6.96513	107.775379
BM12	-7.01721	107.754669

Berdasarkan data pada Tabel 1 yang menunjukkan koordinat pada setiap titik pengiriman dan titik keberangkatan, selanjutnya dilakukan pemetaan secara visual dan pencarian jarak menggunakan google maps berdasarkan data koordinat sebagaimana ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 4. Pemetaan Lokasi Distribusi

Tahapan berikutnya adalah membentuk graf dari pemetaan yang berisi 13 simpul dan 21 garis (vertex) yang ditunjukkan pada tabel 2.

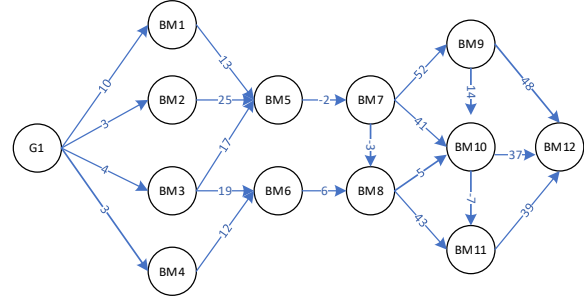
Langkah selanjutnya adalah menetapkan bobot pada setiap sisi (edge) dalam graf guna memperoleh nilai jarak antara simpul awal dan simpul tujuan. Penentuan jarak ini dilakukan dengan menggunakan google maps. Proses perhitungan dimulai dengan mengukur jarak dari simpul G1 ke simpul berikutnya, di mana koordinat geografis simpul G1 diidentifikasi

sebagai gudang menuju ke simpul tetangga yaitu BM1, BM2, BM3, dan BM4.

Tabel 2. Data Simpul dan Simpul Tetangga

No	Simpul	Simpul Tetangga
1	G1	BM1, BM2, BM3, BM4
2	BM1	BM5
3	BM2	BM5
4	BM3	BM5, BM6
5	BM4	BM6
6	BM5	BM7
7	BM6	BM8
8	BM7	BM8, BM9, BM10
9	BM8	BM10, BM11
10	BM9	BM10, BM12
11	BM10	BM11, BM12
12	BM11	BM12

Setiap sisi dalam graf yang menghubungkan antar simpul kemudian dihitung menggunakan pendekatan yang sama, sehingga diperoleh nilai-nilai jarak sebagaimana ditampilkan pada Gambar 5. Jarak yang telah diperoleh tersebut digunakan sebagai bobot untuk setiap sisi graf, dan seluruh nilai bobot dinyatakan dalam satuan kilometer.



Gambar 5. Graf Berbobot (Jarak satuan kilometer)

Perhitungan dimulai menggunakan persamaan [1]. Untuk tahap perhitungan pada iterasi pertama, seluruh nilai pada simpul awal diasumsikan masih berada pada kondisi tak terhingga (∞). Proses perhitungan dilakukan dengan menambahkan bobot berdasarkan jarak dari simpul asal menuju simpul tujuan. Pada iterasi ini, simpul G1 memiliki hubungan langsung dengan simpul BM1, BM2, BM3, dan BM4. Berikut merupakan contoh detil dari proses iterasi pertama:

$$M [1, BM1] = \min (M [0, BM1], (M [0, G1] + CG1BM1))$$

$$= \min (\infty, (0 + 10 \text{ km}))$$

$$= \min (\infty, 10 \text{ km})$$

$$= 10 \text{ km}$$

$$\mathbf{M [1, BM2]} = \min (M [0, BM2], (M [0, G1] + CG1BM1))$$

$$= \min (\infty, (0 + 3 \text{ km}))$$

$$= \min (\infty, 3 \text{ km})$$

$$= 3 \text{ km}$$

$$\mathbf{M [1, BM3]} = \min (M [0, BM3], (M [0, G1] + CG1BM1))$$

$$= \min (\infty, (0 + 4 \text{ km}))$$

$$= \min (\infty, 4 \text{ km})$$

$$= 4 \text{ km}$$

$$\mathbf{M [1, BM4]} = \min (M [0, BM4], (M [0, G1] + CG1BM1))$$

$$= \min (\infty, (0 + 3 \text{ km}))$$

$$= \min (\infty, 3 \text{ km})$$

$$= 3 \text{ km}$$

Ringkasan perhitungan untuk ritase ke-1 dan seterusnya adalah sebagai berikut:

Iterasi ke-1

$$G1 \rightarrow BM1 = 0 + 10 = 10 \text{ (BM1 = 10)}$$

$$G1 \rightarrow BM2 = 0 + 3 = 3 \text{ (BM2 = 3)}$$

$$G1 \rightarrow BM3 = 0 + 4 = 4 \text{ (BM3 = 4)}$$

$$G1 \rightarrow BM4 = 0 + 3 = 3 \text{ (BM4 = 3)}$$

Semua edge lain (BM5 sampai BM12 = ∞) belum aktif karena simpul asal belum punya nilai finite. Maka perhitungan dilanjutkan ke iterasi 2.

Iterasi ke-2

$$BM1 \rightarrow BM5 = 10 + 13 = 23 \text{ (BM5 = 23)}$$

$$BM2 \rightarrow BM5 = 3 + 25 = 28 \text{ (BM5 = 28)}$$

$$BM3 \rightarrow BM5 = 4 + 17 = 21 \text{ (BM5 = 21)}$$

$$BM3 \rightarrow BM6 = 4 + 19 = 23 \text{ (BM6 = 23)}$$

$$BM4 \rightarrow BM6 = 3 + 12 = 15 \text{ (BM6 = 15)}$$

Berdasarkan hasil iterasi 2 yang melakukan evaluasi edge dari simpul yang sekarang sudah memiliki nilai yaitu jarak didapatkan bahwa untuk nilai BM6 yang berasal dari BM4 memiliki nilai lebih kecil yaitu 15 dibandingkan nilai BM6 yang berasal dari BM3, sehingga nilai BM6 yang ditetapkan adalah 15. Di sisi lain semua edge lain (BM7 sampai BM12 = ∞)

belum aktif karena simpul asal belum punya nilai finite. Selanjutnya perhitungan dilanjutkan ke iterasi 3.

Iterasi ke-3

$$BM5 \rightarrow BM7 = 21 + (-2) = 19 \text{ (BM7 = 19)}$$

$$BM7 \rightarrow BM8 = 19 + 3 = 22 \text{ (BM8 = 22)}$$

$$BM7 \rightarrow BM9 = 19 + 52 = 71 \text{ (BM9 = 71)}$$

$$BM7 \rightarrow BM10 = 19 + 41 = 60 \text{ (BM10 = 60)}$$

Berdasarkan hasil evaluasi iterasi 3 yang melakukan perhitungan kembali terdapat perubahan dikarenakan nilai BM7 yang berasal dari BM5 terdapat pengurangan sebanyak 2 sehingga memiliki nilai awal sebesar 21 menjadi 19. Di sisi lain terdapat edge lain (BM11 sampai BM12 = ∞) belum aktif karena simpul asal belum punya nilai finite. Selanjutnya perhitungan dilanjutkan ke iterasi 4.

Iterasi ke-4

$$BM8 \rightarrow BM10 = 22 + 5 = 27 \text{ (BM10 = 27)}$$

$$BM8 \rightarrow BM11 = 22 + 43 = 65 \text{ (BM11 = 65)}$$

$$BM9 \rightarrow BM10 = 71 + 14 = 85$$

$$BM10 \rightarrow BM12 = 27 + 37 = 64 \text{ (BM12 = 64)}$$

$$BM11 \rightarrow BM12 = 65 + 39 = 104$$

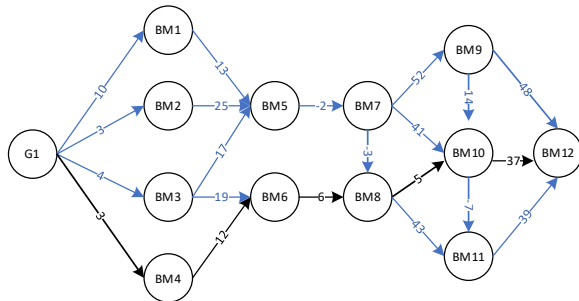
Berdasarkan hasil evaluasi iterasi 4 yang melakukan perhitungan kembali terdapat perubahan dikarenakan nilai BM8 yang berasal dari BM8 memiliki nilai yang lebih kecil yaitu 27 dibandingkan BM8 yang berasal dari BM9, sehingga nilai BM10 yang ditetapkan adalah 27. Selain itu dikarenakan nilai BM12 yang berasal dari BM10 memiliki nilai yang lebih kecil yaitu 64 dibandingkan BM12 yang berasal dari BM11, sehingga nilai BM12 yang ditetapkan adalah 64. Dikarenakan hasil sudah optimal dan konsisten sehingga iterasi berhenti di iterasi ke-4

Tabel 3. Hasil Ringkasan Iterasi

Rute	Jarak (km)
G1 → BM4	3
BM4 → BM6	12
BM6 → BM8	6
BM8 → BM10	5
BM10 → BM12	37
Total	63

Berdasarkan hasil pengolahan data didapatkan untuk rute paling efisien adalah Rute: G1 → BM4 →

BM6 → BM8 → BM10 → BM12 dengan detail sebagai berikut.



Gambar 6. Hasil Perhitungan Graf Berbobot

Dengan kata lain rute yang paling efisien dalam pengiriman suku cadang kendaraan roda dua dengan rute hasil pengolahan Algoritma Bellman-Ford sebagaimana bagian sebelumnya menghasilkan Total Jarak yaitu: $G1 \rightarrow BM4 \rightarrow BM6 \rightarrow BM8 \rightarrow BM10 \rightarrow BM12 = 63$ km.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini membahas mengenai penggunaan Algoritma Bellman-Ford untuk mencari rute terpendek dalam pengiriman produk suku cadang kendaraan roda dua agar dapat mengoptimalkan jarak. Penelitian menggunakan 13 simpul dan 21 vertex (garis) dengan total iterasi sebanyak 4 iterasi dari hasil analisa awal sebanyak 12 iterasi. Hasil dari pengolahan data menggunakan Algoritma Bellman-Ford didapatkan rute paling efisien adalah Rute: $G1 \rightarrow BM4 \rightarrow BM6 \rightarrow BM8 \rightarrow BM10 \rightarrow BM12$ total jarak yaitu sebesar 63 km.

Penelitian selanjutnya dapat menggunakan algoritma Dijkstra dan algoritma Gabouw untuk membandingkan hasil yang lebih optimal. Penelitian lanjutan juga dapat menggunakan sistem informasi geografis sehingga hasil penelitian dapat langsung diketahui dan visualisasinya beserta rute yang optimal tanpa perlu analisa rute secara satu per satu.

REFERENSI

Afivah, & Meira Perma Dewi. (2025). Bellman-Ford Algorithm for Shortest Path Selection. *Rangkiang Mathematics Journal*, 4(1), 1–5. <https://doi.org/10.24036/rmj.v4i1.65>

Arnau Notari, A., Calabuig, J., García-Raffi, L. M., Sanchez Perez, E., & Sanjuan, S. (2024). *A Bellman-Ford algorithm for the path-length-weighted distance in graphs*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2411.00819>

Arnau, R., Calabuig, J. M., García-Raffi, L. M., Sánchez Pérez, E. A., & Sanjuan, S. (2024). A Bellman-Ford Algorithm for the Path-Length-Weighted Distance in Graphs. *Mathematics*, 12(16), 2590. <https://doi.org/10.3390/math12162590>

Chopra, S., & Meindl, P. (2012). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation* (3rd ed, Vol. 5). NJ: Pearson Prentice Hall.

Goodaire, E. G. (2006). *Discrete mathematics with graph theory*. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Prentice Hall.

Heizer, J. (2020). *Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management*. Pearson.

Ma'arif, M., Mhadjid, M. B., & Purwanto, M. S. (2020). Implementasi Algoritma Bellman-Ford dalam Menentukan Rute Terpendek Pembuangan Sampah Di Kota Kendari. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 5(3), 259. <https://doi.org/10.36709/jipfi.v5i3.14008>

Miro, F., & Hilarius, W. H. (2005). *Perencanaan transportasi untuk mahasiswa, perencana, dan praktisi*. Erlangga.

Nasution, M. N. (2008). *Manajemen Transportasi* (3rd ed.). Ghalia Indonesia.

Pramudita, R., & Safitri, N. (2018). Algoritma Bellman-Ford Untuk Menentukan Jalur Tercepat Dalam Sistem Informasi Geografis. *PIKSEL: Penelitian Ilmu Komputer Sistem Embedded and Logic*, 6(2), 105–114. <https://doi.org/10.33558/piksel.v6i2.1502>

Rodrigue, J.-P. (2024). *The Geography of Transport Systems*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003343196>

Suyanto, S. (2020). PENGEMBANGAN APLIKASI PENCARIAN KLINIK DENGAN ALGORITMA BELLMAN FORD. *Jusikom: Jurnal Sistem Komputer Musirawas*, 5(1), 70–81. <https://doi.org/10.32767/jusikom.v5i1.846>

-
- Taha, H. A. (1996). *Operations Research: An Introduction* (6th ed.). Prentice Hall.
- Timofeeva, O., Sannikov, A., Stepanenko, M., & Balashova, T. (2023). Modification of the Bellman–Ford Algorithm for Finding the Optimal Route in Multilayer Network Structures. *Computation*, *11*(4), 74. <https://doi.org/10.3390/computation11040074>
- United Nations. (2021). *Review of Maritime Transport*.
- Yusuf, Moh. R., Nurwan, N., Wungguli, D., & Yahya, L. (2023). Implementation of the Floyd-Warshall Algorithm and Bellman-Ford Algorithm to Determine the Shortest Path in the Distribution of LPG Gas. *E3S Web of Conferences*, *400*, 03004. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340003004>