

# Implementasi Algoritma Bellman-Ford dalam Menentukan Lintasan Terpendek Truk Pembuangan Sampah

Sri Basriati<sup>\*1</sup>, Elfira Safitri<sup>2</sup>, She Arssy Yesti<sup>3</sup>, Nilwan Andiraja<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi Matematika, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Email: <sup>1</sup>[sribasriati@uin-suska.ac.id](mailto:sribasriati@uin-suska.ac.id), <sup>2</sup>[elfirasafitri@uin-suska.ac.id](mailto:elfirasafitri@uin-suska.ac.id), <sup>3</sup>[arsiyesti16@gmail.com](mailto:arsiyesti16@gmail.com)

## Abstrak

Persoalan lintasan terpendek berhubungan dengan menentukan jarak tempuh tercepat. Seperti permasalahan pengangkutan sampah di perkotaan perlu menentukan rute atau lintasan yang ditempuh sehingga sampah sampai ke tujuan dengan jarak yang terpendek. Algoritma Bellman-Ford dapat membantu menyelesaikan permasalahan tersebut. Algoritma Bellman-Ford akan diterapkan dalam menentukan lintasan terpendek truk pembuangan sampah di kota Taluk Kuantan. Algoritma dimulai dengan mengubah peta menjadi graf berarah dan berbobot, menentukan titik awal yang diberi tanda nol dan tanda tak hingga untuk titik akhir. Sehingga akan didapatkan lintasan pengangkutan sampah yang terpendek dan memberikan biaya yang minimum. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa lintasan terpendek dimulai dari Kantor Dinas Lingkungan Hidup Kuantan Sangingi ke TPA Sentajo dengan jarak tempuh minimum sebesar 17,2 km.

**Kata kunci:** Algoritma Bellman-Ford, lintasan terpendek, rute.

## Abstract

The shortest path problem is related to determining the fastest distance traveled. Such as the problem of transporting waste in urban areas, it is necessary to determine the route or trajectory to be taken so that the waste reaches its destination with the shortest distance. The Bellman-Ford algorithm can help solve this problem. The Bellman-Ford algorithm will be applied in determining the shortest path for a garbage dump truck in the city of Taluk Kuantan. The algorithm starts by converting the map into a weighted and directed graph, determining the starting point marked with zero and infinity for the end point. So that it will get the shortest money waste transportation trajectory and provide minimum costs. Based on the results of the study, it was found that the shortest path starts from the Kuantan Sangingi Environmental Service Office to the Sentajo TPA with a minimum distance of 17.2 km.

**Keywords:** Bellman-Ford algorithm, route, and shortest path.

## 1. Pendahuluan

Kehidupan manusia dipengaruhi oleh lingkungan sehingga manusia haruslah menjaga dan menyelesaikan permasalahan terkait lingkungan. Peran masyarakat diharapkan dapat menjaga dan menyelesaikan permasalahan menyangkut lingkungan tersebut [1]. Salah satu permasalahan lingkungan adalah pembuangan sampah. Sampah merupakan bahan buangan atau sisa yang tidak terpakai lagi akibat dari aktivitas manusia [2]. Sampah menjadi permasalahan yang sering dialami oleh sebagian kota. Tumpukan sampah meningkat akibat dari bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya tingkat produksi serta pola konsumsi masyarakat [3]. Sampah dapat mengancam aspek keindahan dan kebersihan, serta berdampak negative bagi kelestarian lingkungan hidup apabila tidak ditangani dengan tepat dan cepat [4]. Pengelolaan sampah mencakup pengurangan dan penanganan sampah yang dilakukan sistematis, komprehensif dan berkelanjutan [5].

Penyebab terjadinya penumpukan sampah diantaranya adalah kesibukan warga sehingga tidak ada waktu untuk membuang sampah pada tempat penampungan sampah [6]. Salah satu cara mengatasi permasalahan penumpukan sampah meliputi pengangkutan sampah ke tempat pembuangan sementara (TPS) menuju tempat pembuangan akhir (TPA). Kurangnya ketersediaan fasilitas tempat pembuangan sementara dan jauhnya jalur pengangkutan sampah

dapat mempengaruhi efisiensi kegiatan pengangkutan sampah menuju tempat pembuangan akhir. Untuk itu, diperlukan rute atau lintasan perjalanan terpendek hingga sampai ke pembuangan akhir dengan cepat. Lintasan terpendek merupakan permasalahan untuk mencari rute pada graf dengan jarak terpendek untuk sampai ke tujuan akhir dengan meminimalkan jumlah bobot sisi pembentuk rute tersebut [7]. Apabila terdapat dua titik S dan T dapat dilewati melalui beberapa lintasan, yang mana lintasan dengan bobot yang minimum disebut sebagai lintasan atau rute terpendek [8].

Proses meminimalisasi bobot pada sebuah lintasan graf disebut lintasan terpendek [9]. Terdapat beberapa jenis permasalahan lintasan terpendek yaitu, menentukan lintasan terpendek antara dua buah titik yang sudah ditentukan, lintasan terpendek antara semua titik, lintasan terpendek dari satu titik ke semua titik, lintasan terpendek antara dua titik yang melalui beberapa titik yang sudah ditentukan [10].

Permasalahan umum yang diselesaikan dengan teori graf adalah mencari lintasan dengan jumlah bobot yang paling minimum [11]. Tujuan utama pemilihan rute terpendek adalah untuk membantu memudahkan aktivitas manusia [12]. Penyelesaian permasalahan lintasan terpendek dalam ilmu matematika dapat dilakukan dengan menggunakan algoritma pada graf.

Algoritma merupakan kumpulan perintah-perintah yang mencakup semua urutan langkah yang jelas untuk menyelesaikan suatu [13]. Setiap algoritma berbeda cara kerja dalam mencari penyelesaian optimal [14]. Salah satu algoritma yang adapat digunakan untuk mencari penyelesaian optimal, dalam hal ini adalah menentukan rute terpendek yaitu algoritma Bellman-Ford. Algoritma *Bellman-Ford* termasuk dalam kategori *single source shortest path algorithm*, yaitu berasal dari satu titik (sumber) dan akan menghitung semua lintasan terpendek yang berawal dari titik tersebut [15]. Algoritma *Bellman-Ford* menghitung semua jarak atau lintasan terpendek dari titik awal ke titik tujuan.

Penelitian oleh [16] menggunakan algoritma Bellman-Ford untuk mendapatkan rute terpendek dalam pengantaran barang ke konsumen. Algoritma Bellman-Ford dalam penelitian [17] mendapatkan rute minimum truk pembuangan sampah di kota Kendari yaitu 7.225 m yang sebelum menggunakan algoritma adalah 7.510 m. Penelitian lain dilakukan oleh [18] menunjukkan bahwa hasil rute menuju objek wisata menggunakan algoritma Bellman-Ford lebih kecil dari hasil yang diperoleh oleh aplikasi pariwisata. Penelitian lain menunjukkan algoritma Bellman-Ford dapat digunakan untuk pencarian lokasi perusahaan [19]. Sedangkan penelitian [20] menentukan rute terpendek berbasis android menggunakan algoritma *Bellman-Ford*.

Berdasarkan penelitian di atas, penulis tertarik mengulas kembali penggunaan algoritma Bellman-Ford untuk menentukan lintasan terpendek perjalanan truk sampah kota Taluk Kuantan hingga sampai ke tempat pembuangan akhir Sentajo sehingga didapatkan jarak tempuh paling minimum. Oleh karena itu, dapat dijadikan sebagai solusi alternatif bagi Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kuantan Singingi untuk mengurangi pengeluaran biaya bagi dinas tersebut.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini membahas tentang lintasan terpendek dari truk pembuangan sampah di kota Taluk Kuantan. Penyelesaian permasalahan dimulai dengan mengumpulkan data rute atau lintasan dari truk pembuangan sampah serta jarak tempuh masing-masing, jarak tempuh diambil dari google map yang direpresentasikan ke dalam graf berarah dan berbobot. Selanjutnya akan diselesaikan dengan menggunakan algoritma Bellman-Ford.

Adapun Algoritma Bellman-Ford memiliki langkah-langkah sebagai berikut:

- Menentukan titik awal, titik akhir, dan menguraikan semua titik maupun sisi.
- Memberi tanda untuk titik awal dengan "0" dan titik-titik lainnya dengan tanda  $\infty$ .
- Melakukan iterasi dan dimulai dari titik "0" yang menyebarkan informasi ke titik-titik yang berhubungan langsung dengan titik "0" sesuai dengan bobot jalurnya. Proses perhitungan iterasi menggunakan bentuk umum matematika *Bellman-Ford* di bawah ini:

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

- Mengulangi iterasi sampai didapatkan nilai untuk setiap titik yang dilewati.
- Mendapatkan hasil akhir perhitungan yaitu lintasan terpendek.

### 3. Hasil dan Analisa

#### 3.1. Pengumpulan Data

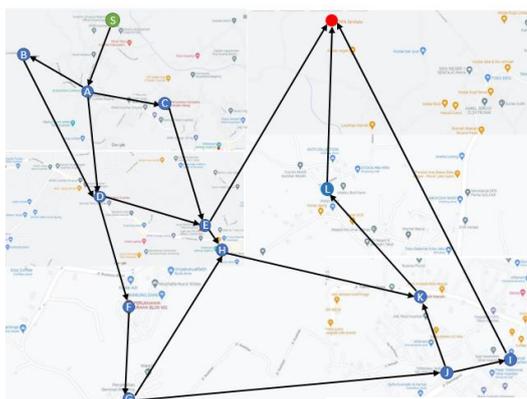
Data diambil dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kuantan Singingi, seperti data rute perjalanan truk-truk pembuangan sampah dari tempat pembuangan sementara (TPS) menuju ke tempat pembuangan akhir (TPA) di kota Taluk Kuantan. Ada 14 titik yang diambil pada penelitian ini, yaitu titik awal dimulai dari kantor Dinas Lingkungan Hidup, 12 titik tempat pembuangan sementara, dan titik akhir yaitu tempat pembuangan akhir Sentajo. Data tempat pembuangan sementara tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Data Tempat Pembuangan Sementara Kota Taluk Kuantan

No	Nama TPS	Alamat
1	Tugu Carano	Jl. Proklamasi
2	Perumahan Polres	Jl. Proklamasi
3	Perumahan Cempaka	Jl. Pandan Wangi
4	SMPN 07 Taluk Kuantan	Jl. Proklamasi
5	SMA Pintar	Jl. Proklamasi
6	Perumahan Graha	Jl. Rustam Abrus
7	Perumahan Semina	Jl. Rustam Abrus
8	Waterpark Pelangi	Jl. Proklamasi
9	Pasar Rakyat	Jl. Limuno Barat
10	Pasar Terminal	Jl. Ahmad Yani
11	Bank Mandiri	Jl. Tuanku Tambusai
12	Beringin	Jl. Borangan

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kuantan Singingi (2021)

Pengangkutan sampah dilakukan setiap hari, yang dimulai dari Kantor Dinas Lingkungan Hidup Kota Taluk Kuantan menuju tempat pembuangan akhir Sentajo. Jarak tempuh perjalanan diambil dari aplikasi google maps yang direpresentasikan dalam bentuk graf.



Gambar 1. Graf Rute Perjalanan Truk Sampah Kota Taluk Kuantan

Keterangan:

**S** : Kantor Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kuantan Singingi

**A** : Tugu Carano

**B** : Perumahan Polres Kuantan singingi

C

- : Perumahan Cempaka
- : SMP 07 Taluk Kuantan
- : SMAN Pintar
- : Perumahan Graha
- : Perumahan Seminai
- : Pelangi Water Park
- : Pasar Rakyat
- : Pasar Terminal
- : Bank Mandiri
- : Beringin
- : TPA Sentajo

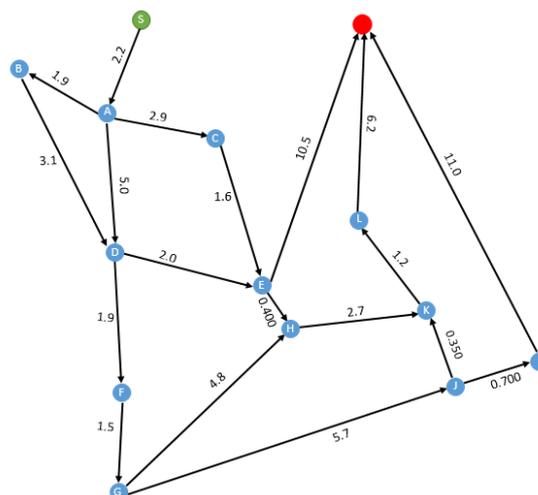
Pada Gambar 1, yang berwarna hijau adalah titik awal, yang berwarna biru merupakan tempat pembuangan sementara dan simpul berwarna merah adalah titik akhir.

Berikut adalah bobot yang menggambarkan keterhubungan antara dua titik yang berupa jarak tempuh.

Tabel 2. Jarak Antar TPS Kota Taluk Kuantan

No	Nama TPS	Jarak(km)
1	Kantor Dinas – Tugu Carano	2,2
2	Tugu Carano – Perumahan Polres	1,9
3	Tugu Carano – Perumahan Cempaka	2,9
4	Tugu Carano – SMPN 07 Taluk Kuantan	5,0
5	Perumahan Polres – Perumahan Cempaka	3,1
6	Perumahan Cempaka – SMAN Pintar	1,6
7	SMPN 07 Taluk Kuantan – SMAN Pintar	2,0
8	SMPN 07 Taluk Kuantan – Perumahan Graha	1,9
9	SMAN Pintar – Water Park Pelangi	0,4
10	SMAN Pintar – TPA Sentajo	10,5
11	Perumahan Graha – Perumahan Seminai	1,5
12	Perumahan Seminai – Water Park Pelangi	4,8
13	Perumahan Seminai – Pasar Terminal	5,7
14	Water Park Pelangi – Bank Mandiri	2,7
15	Pasar Terminal – Pasar Rakyat	0,7
16	Pasar Terminal – Bank Mandiri	0,35
17	Pasar Rakyat – TPA Sentajo	11,0
18	Bank Mandiri – Beringin	1,2
19	Beringin – TPA Sentajo	6,2

Selanjutnya, peta rute truk pembuangan sampah kota Taluk Kuantan direfresentasikan dalam bentuk graf berarah dan berbobot seperti berikut ini:



Gambar 2. Graf Berarah dan Berbobot Rute Truk Sampah Kota Taluk Kuantan

Keterangan:

●: Kantor Dinas Lingkungan Hidup

●: TPS

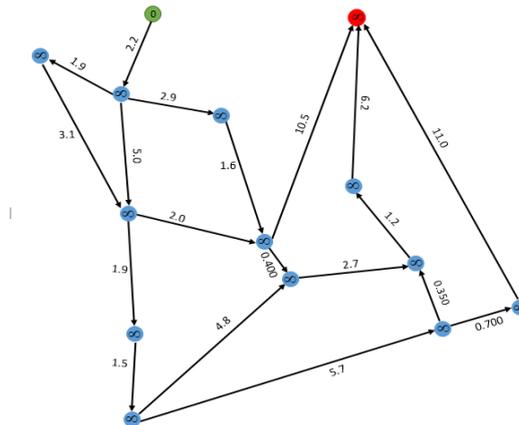
●: TPA Sentajo

### 3.2. Penyelesaian Menggunakan Algoritma Bellman-Ford

Penyelesaian diawali dengan memilih titik awal yaitu Kantor Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kuantan Singingi dan titik akhir yaitu tempat pembuangan akhir Sentajo serta menguraikan semua titik maupun sisi. Sehingga proses menentukan lintasan terpendek truk pembuangan sampah menggunakan algoritma *Bellman-Ford* seperti berikut:

Langkah 1 : Merepresentasikan peta ke dalam bentuk graf berarah dan berbobot seperti pada Gambar 2.

Langkah 2 : Selanjutnya, memilih titik awal dan titik akhir serta menguraikan semua titik dan sisi. Titik awal digambarkan dengan simpul berwarna hijau dan simpul berwarna merah adalah titik akhir. Seperti yang diperlihatkan pada gambar berikut:



Gambar 3. Pemberian Warna pada Setiap Titik

Langkah 3 : Memberi tanda 0 untuk titik awal dan tanda  $\infty$  untuk titik-titik yang lainnya.

Langkah 4 : Melakukan iterasi terhadap titik-titik yang ada dan dimulai dari titik awal.

Di bawah ini merupakan tabel awal algoritma *Bellman-Ford* :

Tabel 3. Tabel Awal Algoritma *Bellman-Ford*

Iterasi	Awal	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Akhir
0	0	$\infty$												

Tabel 3 memperlihatkan titik awal bernilai nol sedangkan titik-titik yang lain bernilai  $\infty$ .

Langkah 5 : Mengulang iterasi sampai diperoleh nilai untuk setiap titik yang dilewati.

Selanjutnya akan dilakukan iterasi sebagai berikut:

a. Iterasi Pertama

Iterasi pertama dimulai dengan titik awal yang bernilai 0 dan akan ditambah dengan titik A yang bernilai 2,2. Berikut ini adalah proses perhitungan iterasi pertama :

$$\begin{aligned} M(1, A) &= \min(M[0, A], (M[0, Start] + 2,2)) \\ &= \min(\infty, [0 + 2,2]) \\ &= 2,2 \end{aligned}$$

Diperoleh hasil pada iterasi pertama adalah 2,2. Untuk melihat titik yang sudah memiliki nilai berdasarkan iterasi pertama, maka dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4. Perhitungan Tabel Iterasi Pertama

Iterasi	Awal	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Akhir
0	0	$\infty$												
1	0	2,2	$\infty$											

Pada Tabel 4 dapat dilihat titik A sudah memiliki nilai yaitu 2,2 sedangkan titik yang lain masih bernilai  $\infty$ . Selanjutnya akan dilakukan iterasi kedua terhadap titik yang terhubung langsung dengan titik A.

b. Iterasi Kedua

Iterasi kedua akan dilakukan perhitungan terhadap titik yang terhubung dengan titik A yaitu titik B, titik C, dan titik D. Berikut adalah proses perhitungan iterasi kedua :

$$\begin{aligned} M(2, B) &= \min(M[1, B], (M[1, A] + 1,9)) \\ &= \min(\infty, [2,2 + 1,9]) \\ &= 4,1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M(2, C) &= \min(M[1, C], (M[1, A] + 2,9)) \\ &= \min(\infty, [2,2 + 2,9]) \\ &= 5,1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M(2, D) &= \min(M[1, D], (M[1, A] + 5,0)) \\ &= \min(\infty, [2,2 + 5,0]) \\ &= 7,2 \end{aligned}$$

Titik-titik yang telah mempunyai nilai dapat disajikan ke dalam tabel berikut ini:

Tabel 5. Perhitungan Tabel Iterasi Kedua

Iterasi	Awal	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Akhir
0	0	$\infty$												
1	0	2,2	$\infty$											
2	0	2,2	4,1	5,1	7,2	$\infty$								

Berdasarkan Tabel 5 titik B, C dan D sudah mempunyai nilai sedangkan titik yang lain masih ada yang belum bernilai, untuk itu dilanjutkan ke iterasi berikutnya

Berikut adalah proses iterasi ketiga yang dilakukan terhadap titik yang terhubung langsung dengan titik yang telah memiliki nilai.

$$\begin{aligned} M(3, D) &= \min(M[2, D], (M[2, B] + 3,1)) \\ &= \min(7,2, [4,1 + 3,1]) \\ &= 7,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M(3, E) &= \min(M[2, E], (M[2, C] + 1,6)) \\ &= \min(\infty, [5,1 + 1,6]) \\ &= 6,7 \end{aligned}$$

$$M(3, E) = \min(M[2, E], (M[2, D] + 1,6))$$

$$\begin{aligned}
 &= \min(\infty, [7,2 + 1,6]) \\
 &= 8,8 \\
 M(3, F) &= \min(M[2, F], (M[2, D] + 1,9)) \\
 &= \min(\infty, [7,2 + 1,9]) \\
 &= 9,1
 \end{aligned}$$

Titik-titik yang sudah memiliki nilai berdasarkan iterasi ketiga dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 6. Perhitungan Tabel Iterasi Ketiga

Iterasi	Awal	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Akhir
0	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
1	0	2,2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
2	0	2,2	4,1	5,1	7,2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
3	0	2,2	4,1	5,1	7,2	6,7	9,1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞

Berdasarkan Tabel 6, titik E dan F telah mempunyai nilai. Bila ada titik yang melewati perhitungan lebih dari satu kali maka akan dipilih nilai yang paling kecil. Selanjutnya dilakukan iterasi berikutnya.

c. Iterasi Keempat

Pada iterasi keempat akan dilakukan perhitungan pada titik G, H dan titik akhir yang terhubung langsung dengan titik E dan F, sehingga diperoleh

$$\begin{aligned}
 M(4, G) &= \min(M[3, G], (M[3, F] + 1,5)) \\
 &= \min(\infty, [9,1 + 1,5]) \\
 &= 10,6 \\
 M(4, H) &= \min(M[3, H], (M[3, E] + 0,400)) \\
 &= \min(\infty, [6,7 + 0,400]) \\
 &= 7,1 \\
 M(3, Finish) &= \min(M[3, Finish], (M[3, E] + 10,5)) \\
 &= \min(\infty, [6,7 + 10,5]) \\
 &= 17,2
 \end{aligned}$$

Nilai hasil perhitungan di atas dapat disusun ke dalam tabel berikut:

Tabel 7. Perhitungan Tabel Iterasi Keempat

Iterasi	Start	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Akhir
0	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
1	0	2,2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
2	0	2,2	4,1	5,1	7,2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
3	0	2,2	4,1	5,1	7,2	6,7	9,1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
4	0	2,2	4,1	5,1	7,2	6,7	9,1	10,9	7,1	∞	∞	∞	∞	17,2

Pada Tabel 7 titik G, titik H, dan titik Akhir sudah memiliki nilai, selanjutnya akan dilakukan iterasi kelima terhadap titik yang masih bernilai ∞.

d. Iterasi kelima

Perhitungan iterasi kelima dilakukan terhadap titik I dan titik K, karena titik tersebut terhubung langsung dengan titik yang mempunyai nilai pada iterasi sebelumnya.

$$\begin{aligned} M(5, H) &= \min(M[4, H], (M[4, G] + 4,8)) \\ &= \min(7,1, [10,6 + 4,8]) \\ &= 7,1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M(5, J) &= \min(M[4, J], (M[4, G] + 5,7)) \\ &= \min(\infty, [10,6 + 5,7]) \\ &= 16,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M(5, K) &= \min(M[4, K], (M[4, H] + 2,7)) \\ &= \min(\infty, [7,1 + 2,7]) \\ &= 9,8 \end{aligned}$$

Perhitungan iterasi kelima dapat dilihat ke dalam tabel berikut ini:

Tabel 8 Perhitungan Tabel Iterasi Kelima

Iterasi	Start	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Akhir
0	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
1	0	2,2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
2	0	2,2	4,1	5,1	7,2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
3	0	2,2	4,1	5,1	7,2	6,7	9,1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
4	0	2,2	4,1	5,1	7,2	6,7	9,1	10,9	7,1	∞	∞	∞	∞	17,2
5	0	2,2	4,1	5,1	7,2	6,7	9,1	10,9	7,1	∞	16,4	9,8	∞	17,2

Berdasarkan Tabel 8, terdapat dua titik yang belum ada nilainya, maka akan dilanjutkan ke iterasi berikutnya.

e. Iterasi Keenam

Pada iterasi keenam akan dilakukan perhitungan terhadap titik yang terhubung dengan titik sebelumnya. Berikut adalah proses perhitungan iterasi keenam :

$$\begin{aligned} M(6, I) &= \min(M[5, I], (M[5, J] + 0,700)) \\ &= \min(\infty, [16,4 + 0,700]) \\ &= 17,1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M(6, K) &= \min(M[5, K], (M[5, J] + 0,350)) \\ &= \min(9,8, [16,4 + 0,350]) \\ &= 9,8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M(6, L) &= \min(M[5, L], (M[5, K] + 1,2)) \\ &= \min(\infty, [9,8 + 1,2]) \\ &= 11,0 \end{aligned}$$

Sehingga dapat diperoleh tabel berikut ini:

Tabel 9. Perhitungan Tabel Iterasi Keenam

Iterasi	Start	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Akhir
0	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
1	0	2,2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
2	0	2,2	4,1	5,1	7,2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
3	0	2,2	4,1	5,1	7,2	6,7	9,1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
4	0	2,2	4,1	5,1	7,2	6,7	9,1	10,9	7,1	∞	∞	∞	∞	17,2
5	0	2,2	4,1	5,1	7,2	6,7	9,1	10,9	7,1	∞	16,4	9,8	∞	17,2
6	0	2,2	4,1	5,1	7,2	6,7	9,1	10,9	7,1	17,1	16,4	9,8	11,0	17,2

Berdasarkan iterasi keenam titik-titik sudah memiliki nilai hingga ke titik Akhir. Tapi masih ada dua titik yang belum dilakukan iterasi padahal terhubung dengan titik akhir, oleh karena itu masih dilanjutkan ke iterasi selanjutnya.

f. Iterasi Ketujuh

Pada iterasi ketujuh akan dilakukan perhitungan lagi pada titik Akhir karena terhubung dengan titik I dan titik L yang telah dilakukan perhitungan pada iterasi keenam. Di bawah ini adalah proses iterasi ketujuh :

$$\begin{aligned}
 M(7, \text{Finish}) &= \min(M[6, \text{Finish}], (M[6, I] + 11,0)) \\
 &= \min(17,2, [17,1 + 11,0]) \\
 &= 17,2
 \end{aligned}$$

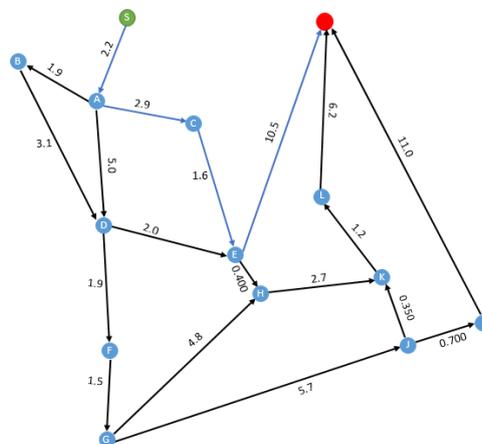
$$\begin{aligned}
 M(7, \text{Finish}) &= \min(M[6, \text{Finish}], (M[6, L] + 6,2)) \\
 &= \min(17,2, [11,0 + 6,2]) \\
 &= 17,2
 \end{aligned}$$

Iterasi ketujuh dapat dilihat bahwa semua titik sudah ada nilainya, sehingga diperoleh tabel berikut ini:

Tabel 10. Perhitungan Tabel Iterasi Ketujuh

Iterasi	Start	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	Akhir
0	0	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
1	0	2,2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
2	0	2,2	4,1	5,1	7,2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
3	0	2,2	4,1	5,1	7,2	6,7	9,1	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
4	0	2,2	4,1	5,1	7,2	6,7	9,1	10,9	7,1	∞	∞	∞	∞	17,2
5	0	2,2	4,1	5,1	7,2	6,7	9,1	10,9	7,1	∞	16,4	9,8	∞	17,2
6	0	2,2	4,1	5,1	7,2	6,7	9,1	10,9	7,1	17,1	16,4	9,8	11,0	17,2
7	0	2,2	4,1	5,1	7,2	6,7	9,1	10,9	7,1	17,1	16,4	9,8	11,0	17,2

Berdasarkan Tabel 10 semua titik telah mempunyai nilai dan melewati proses iterasi. Untuk titik yang melewati iterasi lebih dari satu kali, akan dipilih nilai paling kecil. Pada iterasi ketujuh, sudah diperoleh lintasan terpendek untuk menuju titik tujuan atau tempat pembuangan akhir Sentajo. Hasil perhitungan iterasi terakhir diperoleh bahwa nilai titik Akhir adalah 17,2. Gambar berikut merupakan graf lintasan yang akan ditempuh berdasarkan hasil akhir iterasi.



Gambar 4. Graf Lintasan Hasil Akhir Perhitungan

Berikut adalah lintasan minimum dari titik awal ke titik akhir berdasarkan hasil iterasi algoritma *Bellman-Ford* :

1. Titik awal ke titik A  
Dimulai dari titik S menuju ke titik A hanya ada satu lintasan yang bisa dilewati sehingga diperoleh lintasan minimumnya menggunakan algoritma *Bellman-Ford* seperti yang diperoleh pada iterasi pertama yaitu  $S \rightarrow A$  dengan jarak 2,2 km.
2. Titik A ke titik C  
Lintasan minimum dari titik A ke titik C menggunakan algoritma *Bellman-Ford* yang diperoleh yaitu  $S \rightarrow A \rightarrow C$  dengan jarak 5,1 km.
3. Titik C ke titik E  
Berdasarkan algoritma *Bellman-Ford*, ada beberapa titik yang harus dilewati untuk sampai ke titik E. Lintasan minimum dari titik C ke titik E yaitu  $S \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow E$  dengan jarak 6,7 km.
4. Titik E ke titik Akhir  
Berdasarkan algoritma *Bellman-Ford*, untuk sampai ke titik akhir ada beberapa titik yang akan dilewati yaitu titik A, titik C, dan titik E. Sehingga lintasan minimum yang diperoleh yaitu, yaitu  $S \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow \text{Akhir}$  dengan jarak 17,2 km.

Jadi, lintasan minimum yang diperoleh berdasarkan algoritma *Bellman-Ford* untuk truk sampah hingga sampai ke titik tujuan yaitu tempat pembuangan akhir Sentajo dengan melewati 4 titik atau simpul yang berjarak 17,2 km.

#### 4. Kesimpulan

Lintasan terpendek untuk perjalanan truk sampah kota Taluk Kuantan menggunakan algoritma *Bellman-Ford* yaitu terdapat satu lintasan dengan jarak tempuh paling minimum hingga sampai ke tempat pembuangan akhir Sentajo lebih cepat. Jumlah iterasi yang diperoleh untuk mencapai hasil akhir adalah sebanyak tujuh iterasi. Adapun lintasan terpendek yang dilalui oleh truk pembuangan sampah akan melewati 4 titik yaitu Kantor Dinas Lingkungan Hidup, Tugu Carano, Perumahan Cempaka, SMAN Pintar Taluk Kuantan, dan kemudian tempat pembuangan akhir Sentajo, dengan jarak tempuh minimum sebesar 17,2 km.

#### Referensi

- [1] M. Z. Elamin, K. N. Ilmi, T. Tahriah, Y. A. Zarnuzi, Y. C. Suci, D. R. Rahmawati, R. Kusumawardhani, D. M. Dwi P., R. A. Rohmawati, P. A. Bhagaskoro, I. F. Nasifa. Analysis of Waste Management in The Village of Disanah, District of Sreseh Sampang, Madura. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 2018; 10(4): 368-375.
- [2] M. S. Rosmidah Hasibuan, SPd. Analisis Dampak Limbah/sampah Rumah Tangga terhadap Lingkungan Hidup. *Jurnal Ilmiah Advokasi*. 2016; 4(1): 42-52.
- [3] Riswan, H. R. Sunoko, A. Hadiyanto. Kesadaran Lingkungan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 2015; 9(1): 31-39.
- [4] Muthmainnah, Adris. Pengelolaan Sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) PATOMMO SIDRAP (Tinjauan Yuridis Peraturan Daerah No. 7 Tahun 2016 tentang Pengelolaan Persampahan). *Jurnal Madani Regal View*. 2020; 4(1): 23-38.
- [5] I. M. Harjanti, P. Anggraini. Pengelolaan Sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Jatibarang, Kota Semarang. *Jurnal Planologi*. 2020; 17(2): 185-197.
- [6] S. Rozi, Cut Multahadah. Rute Terpendek untuk Pengangkutan Sampah dengan Pendekatan Lintasan Hamilton, 2021; 10(2): 115-121.
- [7] A. Aji. Optimasi Jalur Tercepat dengan Menggunakan Modifikasi Algoritma Bellman Fords (Studi Kasus Lintas Antar Kecamatan Kota Malang). *Jurnal EECCIS*. 2015; 9(2): 168-172.
- [8] T. T. Dimiyati, A. Dimiyati. Operation Research Model-model Pengambilan Keputusan, Edisi Kedua. Bandung: Penerbit Sinar Baru Algensindo Bandung. 2010: 161-172.
- [9] M. K. Harahap, N. Khairina. Pencarian Jalur Terpendek dengan Algoritma Dijkstra. *Jurnal Penelitian Teknik Informatika*. 2017; 2(2): 18-23.
- [10] R. Munir. Matematika Diskrit. Edisi Revisi Kelima. Bandung: Penerbit Informatika. 2005.
- [11] D. T. Salaki. Penentuan Lintasan Terpendek dari FMIPA ke Rektorat dan Fakultas Lain di UNSRAT Manado. *Jurnal Ilmiah Sains*. 2011; 11(1): 73-76.
- [12] Rasdiana. Aplikasi Algoritma Bellman-Ford dalam Meminimumkan Rute Perjalanan Tukang Bentor

- di Kecamatan Biringkaraya. Skripsi. Makassar: UIN Alaudin Makassar; 2015.
- [13] H. Nurdiansyah. Implementasi Algoritma Bellman-Ford untuk Menentukan Lintasan Terpendek pada Jalur Pengangkutan Kelapa Sawit di PT. Sarikat Putera Lubuk Raja Estate. Skripsi. Pekanbaru: UIN Suska Riau; 2012.
  - [14] S. Ardyan, Mulyono, A. Suyitno. Implementasi Algoritma Dijkstra dalam Pencarian Rute Terpendek Tempat Wisata Di Kabupaten Gunungkidul dengan Program Visual Basic. Unnes Journal of Matematichs. 2017; 6(2): 108–116.
  - [15] R. A. Azdy, F. Darnis. Implementasi Bellman-Ford untuk Optimasi Rute Pengambilan Sampah di Kota Palembang. JNTETI. 2019; 8(4): 327-333.
  - [16] E. T. H. Hutasoit. Pencarian Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Bellman-Ford (Studi Kasus: PT. JNE Medan). Jurnal Sistem Komputer dan Informatika. 2019; 1(1): 20-25.
  - [17] M. B. Ma'arif, Mhadjid, M. S. Purwanto. Implementasi Algoritme Bellman-Ford dalam Menentukan Rute Terpendek. Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika. 2020; 5(3): 259–264.
  - [18] Sulus Ilhamti Rizqiani. Implementasi Algoritma Bellman-Ford pada Aplikasi Pariwisata Rembang sebagai Media Informasi Pariwisata. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang; 2018.
  - [19] F. Anggraini, S. Mingparwoto. Penerapan Metode Algoritma Bellman-Ford dalam Aplikasi Pencarian Lokasi Perseroan Terbatas di PT. Jakarta Industrial Estate Pulogadung ( PT. JIEP ). Jurnal Teknologi. 2015; 7(1): 28-34.
  - [20] S. Wijaya. Implementasi Algoritma Bellman Ford pada Aplikasi Pencarian Pengobatan Patah Tulang Kem Kem Terdekat di Kota Medan Berbasis Android. Jurnal Riset Komputer. 2019; 6(1): 30-36.