

# Penentuan Rute Terpendek Pendistribusian Barang Menggunakan Algoritma *Floyd-Warshall*

*Determination of The Shortest Route for Distributing Goods using Floyd-Warshall  
Algorithm*

Indra Riksa Herlambang<sup>1</sup>, Mohamad Nurkamal Fauzan<sup>2</sup>, Rd. Nuraini Siti Fathonah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Informatika, Politeknik Pos Indonesia

Jalan Sariasih No.54, Sarijadi, Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat 40151

E-mail: <sup>1</sup>indrariksa@gmail.com, <sup>2</sup>m.nurkamal.f@poltekpos.ac.id, <sup>3</sup>nuraini@poltekpos.ac.id

## Abstrak

Ketepatan waktu merupakan hal yang penting dalam pendistribusian suatu barang. Saat ini tingkat keterlambatan dalam pendistribusian barang di PT. Pos Logistik Indonesia masih cukup besar. Untuk mengurangi tingkat keterlambatan pendistribusian yang ada di PT Pos Logistik Indonesia, maka perlu diterapkan cara untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan melakukan pencarian rute terpendek. Penelitian ini menggunakan algoritma *Floyd-Warshall* yang memfokuskan untuk menghitung rute terpendek dari node awal menuju node tujuan akhir. Titik awal dan titik tujuan yang dianalisis menghasilkan rute terpendek dari dari PT. Pos Logistik Jakarta Pusat menuju PT. Pos Logistik Tambun menggunakan algoritma *Floyd-Warshall* dengan jarak sejauh 30,77 km. Dari jarak sebesar 30,77 km, didapatkan hasil waktu tempuh dari titik awal ke titik akhir selama 52,75 menit sehingga dapat menghemat waktu selama 67,25 menit dari estimasi waktu yang sudah ditetapkan yaitu 120 menit. Penelitian ini diharapkan bisa bermanfaat bagi perusahaan agar tingkat keterlambatan pada proses pendistribusian barang dapat berkurang dan juga agar dapat mengefisiensi biaya, waktu, dan jarak.

Kata kunci: Algoritma *Floyd-Warshall*, Rute terpendek, Jarak, Waktu tempuh.

## Abstract

*Timeliness is important in the distribution of goods. Currently the level of delay in the distribution of goods by PT. Pos Logistics Indonesia from the initial location to the destination is still quite large. To reduce the level of delays in the distribution at PT Pos Logistik Indonesia, it is necessary to apply a way to overcome this problem by searching for the shortest route. This research used the Floyd-Warshall algorithm focusing on calculating the shortest route from the starting node to the final destination node. The analysed starting point and destination point resulted in the shortest route from PT. Pos Logistics Central Jakarta to PT. Pos Logistics Tambun using the FloydWarshall algorithm with a distance of 30,77 km. From a distance of 30,77 km, the results of the travel time from the starting point to the endpoint for 52,75 minutes have been obtained so that it can save 67,25 minutes from the estimated time which is 120 minutes. This research hopefully can be useful for companies in order to reduce the level of delays in the process of distributing goods and to be able to make cost, time, and distance efficient.*

Keywords: *Floyd-Warshall Algorithm, Shortest route, Distance, Travel time*

## 1. PENDAHULUAN

Perusahaan adalah suatu organisasi yang terorganisir dalam menyediakan barang dan jasa untuk masyarakat dengan prinsip dasar untuk mencari keuntungan semaksimal mungkin dan juga menekan biaya kerugian seminimal mungkin[1]. Bagi suatu organisasi atau perusahaan, pemasaran adalah suatu aktifitas yang langsung berhubungan dengan masyarakat atau konsumen yaitu salah satunya pada PT. Pos Logistik Indonesia.

Ketepatan waktu merupakan hal yang penting dalam pendistribusian kantong pos atau barang di PT Pos Logistik Indonesia (Jakarta Pusat). Berdasarkan survei yang telah dilakukan, tingkat keterlambatan dalam pendistribusian kantong pos dari lokasi awal ke lokasi tujuan masih cukup besar dan masalah tersebut menjadi hal yang harus diperbaiki. Untuk mengoptimalkan jarak tempuh perusahaan dalam melakukan proses pendistribusian barang menuju lokasi yang menjadi tujuan dan juga dapat mengurangi tingkat keterlambatan dalam proses pendistribusian barang pendistribusian yang ada di PT Pos Logistik Indonesia (Jakarta Pusat) maka perlu diterapkan pencarian rute terpendek menggunakan algoritma *Floyd-Warshall* agar dapat mengefisiensi waktu, jarak, dan biaya. Permasalahan pada jalur terpendek adalah untuk menemukan jalur antara dua simpul sehingga jumlah bobot dari busur penyusunnya dapat seminimal mungkin[2].

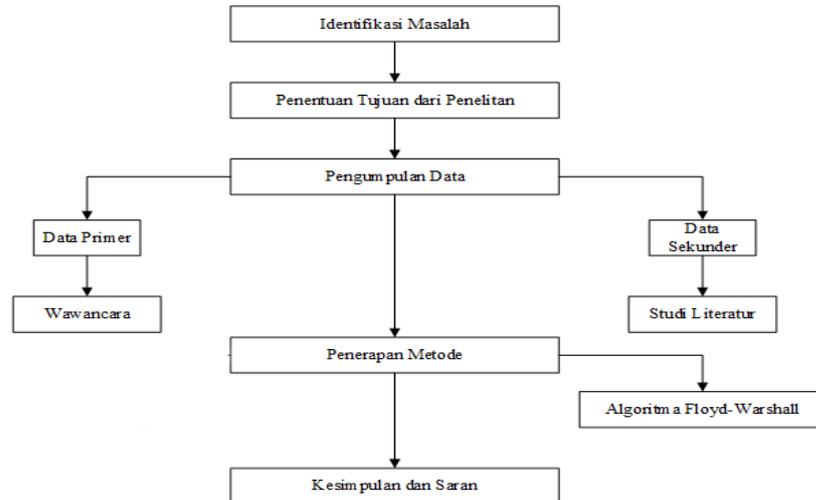
Permasalahan jalur transportasi dan penentuan rute terpendek bisa diatasi dengan menggunakan teori Graf[3]. Graf yaitu kumpulan-kumpulan titik yang dihubungkan dengan garis yang memiliki bobot, dapat dikatakan graf merupakan kumpulan dari beberapa simpul yang dihubungkan oleh sisi-sisi[4]. Berdasarkan pada teori Graf, permasalahan pada rute terpendek dapat diartikan sebagai suatu permasalahan untuk mendapatkan lintasan antara dua buah simpul pada graf berbobot yang mempunyai gabungan nilai dari total bobot pada sisi graf yang dilalui dengan jumlah yang paling minimum. Persoalan mencari jalur terpendek pada graf ialah salah satu persoalan optimasi. Graf yang digunakan dalam pencarian jalur terpendek adalah graf berbobot (*weighted graph*)[5].

Algoritma *Floyd-Warshall* merupakan algoritma untuk melakukan pencarian lintasan terpendek pada suatu graf berbobot (*weighted graph*). Algoritma *Floyd-Warshall* merupakan program yang dinamis, sehingga lebih menjamin keberhasilan dalam menentukan solusi minimum karena algoritma *Floyd-Warshall* bisa membandingkan seluruh kemungkinan lintasan pada graf di setiap sisi dari seluruh simpul yang dilalui[6,7]. Ciri algoritma *Floyd-Warshall* yaitu bisa melakukan pencarian lintasan terpendek antara seluruh pasangan simpul yang ada sehingga sangat memungkinkan untuk memperoleh hasil proses pencarian jalur terpendek yang optimal[8]. Hasil akhir perhitungan dari penelitian ini berupa matriks akhir yang merupakan rute terpendek dari kota asal ke kota tujuan sehingga didapatkan pilihan rute terpendek pada pendistribusian kantong pos di PT Pos Logistik Indonesia. Implementasi algoritma *Floyd-Warshall* pada penentuan rute terpendek ini agar dapat membantu suatu organisasi atau perusahaan dalam mengoptimalkan biaya, waktu, dan jarak tempuh distribusi barang menuju lokasi tujuan.

Adapun perbandingan dengan penelitian sebelumnya mengenai penentuan rute terpendek yaitu penelitian sebelumnya yang membahas penggunaan algoritma *Floyd-Warshall* dalam masalah jalur terpendek pada penentuan lintasan terpendek pada kasus pengangkutan sampah. Kesimpulan dari penelitian tersebut adalah algoritma *Floyd-Warshall* dapat menyelesaikan permasalahan jalur terpendek dari 10 TPS ke TPA di Kabupaten Kubu Raya dengan menghitung jarak seluruh jalur/ lintasan yang ada antar jalur sehingga diperoleh jarak 38,7 km dari rute yang ditempuh[9], pada penelitian sebelumnya tidak menghitung waktu tempuh terhadap rute yang dihasilkan sedangkan pada penelitian ini dihitung waktu tempuh dari jarak rute yang ditemukan dari perhitungan algoritma *Floyd-Warshall*.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metodologi penelitian kualitatif. Karena untuk menyelesaikan masalah yang ada, perlu diterapkannya sebuah metodologi penelitian, yaitu sebagai berikut:



Gambar 1 Diagram Alur Metode Penelitian Kualitatif[10]

Data primer didapatkan dengan melakukan wawancara dengan divisi Postal di PT. Pos Logistik Indonesia dan mengambil data yang sesuai dan dibutuhkan dengan permasalahan untuk mendukung penelitian penulis. Data primer disini digunakan untuk menemukan masalah yang ada di PT. Pos Logistik Indonesia yaitu data persentase keterlambatan dan juga estimasi pengiriman dari PT Pos Logistik Jakarta Pusat menuju PT Pos Logistik Tambun adalah 120 menit atau 2 jam. Adapun trayek Jakarta – PDC Tambun dapat dilihat pada gambar di bawah:

TRAYEK	UPT	PDC TB
	ETD	ETA
SEKUNDER MALAM	21:00	23:00
SEKUNDER PAGI	6:00	8:00

Gambar 2 Trayek PDC Tambun

Pada pengumpulan data sekunder yaitu tahapan mengumpulkan data tempat-tempat yang menjadi lokasi tujuan dalam proses distribusi barang di PT. Pos Logistik Indonesia, untuk mendapatkan jarak setiap titik jaringan menggunakan *Mapbox* pada aplikasi. Data sekunder juga bersumber dari beberapa literatur seperti buku-buku dan jurnal-jurnal penelitian. Penulis mengambil data sekunder sebagai referensi yang sesuai dengan tujuan penelitian yang dibahas untuk memudahkan penelitian ini.

Pada tahap penerapan metode, penelitian ini menggunakan algoritma *Floyd-Warshall*. Algoritma *Floyd-Warshall* yaitu salah satu jenis dari pemrograman dinamis, dapat dikatakan begitu karena algoritma ini merupakan sebuah metode yang dapat menyelesaikan masalah serta melihat solusi yang akan didapatkan sebagai suatu keputusan yang saling terhubung, dimana solusi tersebut didapat dari solusi yang berasal dari tahap sebelumnya dan kemungkinan lebih dari satu solusi yang dimiliki[11].

Dalam upaya untuk menemukan lintasan terpendek, algoritma *Floyd-Warshall* memulai iterasi dari node(titik) awal, lalu memperpanjang lintasan dengan mengevaluasi setiap titik hingga sampai pada titik tujuan dengan total bobot yang seminimum mungkin[11].

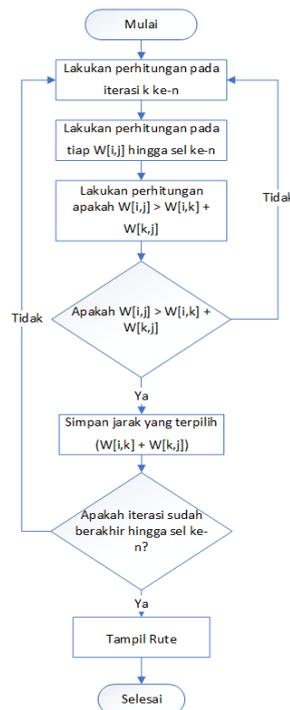
Adapun *pseudocode* dari algoritma *Floyd-Warshall* dapat dilihat di bawah ini[12]:

```

for each i from 1 to node n
  for each j from 1 to node n
    for each k from 1 to node n
      If  $W(i,j) > W(j,i) + W(k,j)$ 
         $W(i,j) = W(i,j) + W(k,j)$ 
      end
    end
  end
end
end
end
    
```

Penjelasan *pseudocode* di atas ataupun proses untuk menentukan nilai minimum pada algoritma *Floyd-Warshall* adalah sebagai berikut:

1. Pada iterasi pertama, setiap sel matriks dilakukan pengecekan dengan persamaan  $W[i, j] > W[i, k] + W[k, j]$  (1)
2. Jika hasilnya iya, jarak antar dua titik awal ( $W[i, j]$ ) diubah dengan penjumlahan jarak titik asal menuju titik tujuan iterasi ke-n ( $W[i, k] + W[k, j]$ ).
3. Jika hasilnya tidak, maka jarak yang dipakai adalah jarak antar dua titik awal ( $W[i, j]$ ).
4. Proses iterasi dilakukan sampai dengan iterasi yang terakhir (jumlah semua titik = jumlah iterasi).



Gambar 3 *Flowchart* algoritma *Floyd-Warshall*

Keterangan :

1. W = Matriks
2. i = Kolom
3. j = Baris 19
4. n = Jumlah titik/ vertex
5. k = Perulangan ke-n

Hasil evaluasi ini menghasilkan solusi dan penyelesaian terhadap masalah yang ditemukan dalam penelitian serta hasil pengujian berupa hasil perhitungan algoritma *Floyd-Warshall*. Hasil perhitungan ini nantinya akan menampilkan hasil akhir penelitian yaitu berupa rute terpendek dalam proses pendistribusian barang menuju lokasi tujuan beserta waktu tempuh dari hasil rute yang didapatkan.

Pada tahap kesimpulan dan saran akan menghasilkan output berupa hasil penelitian dalam bentuk kesimpulan sebagai jawaban dari permasalahan yang ditemukan dalam penelitian dan saran untuk perbaikan serta pengembangan pada penelitian selanjutnya.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

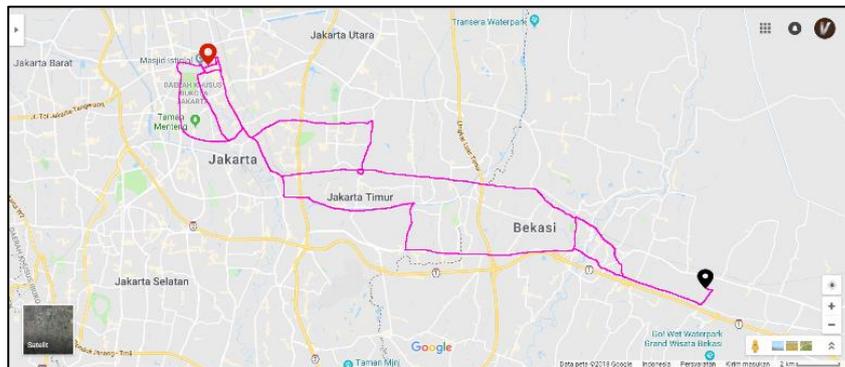
#### 3.1 Analisa Masalah

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, terdapat permasalahan yang terdapat pada proses yang sedang berjalan saat ini diantaranya yaitu tingkat keterlambatan dalam pendistribusian kantong pos dari lokasi awal ke lokasi tujuan masih cukup besar dan masalah tersebut menjadi hal yang harus diperbaiki.

Dari masalah di atas, salah satu cara agar dapat mengatasi tingkat keterlambatan dengan menentukan rute terpendek yang dilewati dalam pendistribusian kantong pos atau barang di PT Pos Logistik Indonesia. Untuk menentukan jalur terpendek pada pencarian rute dari PT. Pos Logistik Jakarta Pusat menuju PT. Pos Logistik Tambun, dalam penelitian ini menggunakan algoritma *Floyd-Warshall* agar dapat mengefisiensi waktu, jarak, dan biaya.

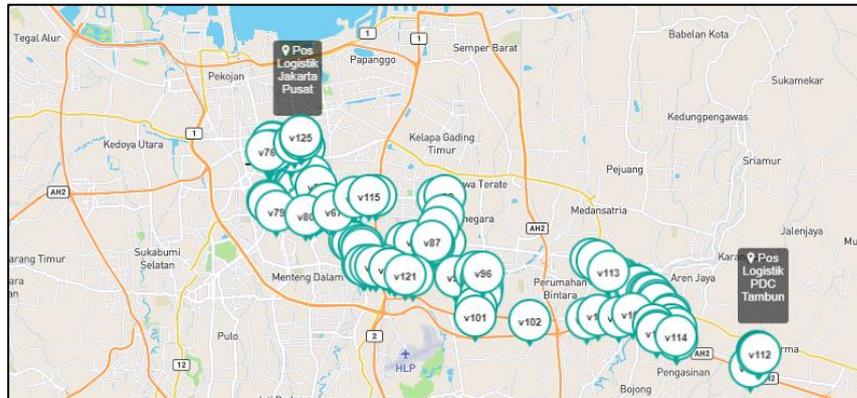
#### 3.2 Penerapan Algoritma Floyd-Warshall

Tahapan awal pada proses pencarian rute terpendek yaitu membuat *vertex* pada peta. Kemudian langkah selanjutnya adalah membuat *graph* jarak antara dua *vertex* pada masing-masing jalur yang akan dilewati. Pada penerapan algoritma *Floyd-Warshall*, terdapat peta yang terdiri dari beberapa alternatif jalur seperti gambar 2.



Gambar 4 Peta Rute yang Dilewati (Titik Awal)

Langkah selanjutnya adalah membuat *nodes/vertex* pada aplikasi dapat terlihat *vertex* yang sudah dibuat pada gambar 3 yaitu sebanyak 127 *vertex*.



Gambar 5 Data *Vertex*

Setelah membuat *vertex*, langkah selanjutnya adalah membuat *graph* yaitu menghitung atau memberi jarak antar *vertex*. Adapun contoh *graph* yaitu dapat dilihat pada gambar data *graph* di bawah.

No	Graph	Jarak
101	v34 - v35	0.0151 Km
102	v33 - v34	0.0200 Km
103	v39 - v40	0.0221 Km
104	v30 - v39	0.0176 Km
105	v3 - v30	0.0221 Km
106	v28 - v29	0.4869 Km
107	v27 - v28	0.1736 Km

Gambar 6 Data *Graph*

Langkah selanjutnya membuat tabel jarak antar *vertex* dari *graph* yang telah dibuat.

Tabel 1 Matriks  $W_0$

	Jkt	V1	V2	V3
Jkt	0	0,04	$\infty$	$\infty$
V1	$\infty$	0	0,29	$\infty$
V2	$\infty$	$\infty$	0	0,26
V3	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0

Pada matriks keterhubungan graf berarah, bernilai  $\infty$  jika tidak ada keterhubungan antara titik-titik secara langsung dan akan ada nilainya jika ada hubungan langsung antar titik tersebut. Kemudian dilakukan proses perhitungan matriks awal ( $W_0$ ) pada tabel 1 menggunakan algoritma *Floyd-Warshall* untuk menemukan jalur terpendek antar semua node(titik) di dalam jaringan tersebut. Setelah dilakukan perhitungan sampai iterasi terakhir, yaitu saat  $k = 127, i = 127,$  dan  $j = 127,$  maka menghasilkan matriks akhir hasil dari proses perhitungan algoritma *Floyd-Warshall* yang memperlihatkan jalur terpendek pada setiap titik. Keterangan :

1. W merupakan Matriks
2. i merupakan Kolom
3. j merupakan Baris
4. n merupakan Jumlah titik/ vertex
5. k merupakan Perulangan ke-n

- Iterasi pada k = 1

Setiap sel matriks  $W_0$  dilakukan pengecekan  $W[i, j] > W[i, k] + W[k, j]$ .

Jika hasilnya ya, maka nilai  $W[i, j]$  diganti oleh nilai  $W[i, k] + W[k, j]$ .

Perhitungan :

- a.  $W[2,3] = 0,29$ , dan pada  $W[2,1] + W[1,3] = \infty + \infty = \infty$ .

Karena  $W[2,3] < W[1,1] + W[1,3]$  nilai  $W[2,3]$  tidak diganti. Dapat diartikan tidak ada jalur dari V1 ke V2 melewati Jkt (bobot = tak terhingga( $\infty$ )) dikarenakan tidak ada jalur dari V1 ke V2 secara langsung)

Didapatkan matriks dari hasil iterasi k = 1 :

Tabel 2 Matriks  $W_1$

	Jkt	V1	V2	V3
Jkt	0	0,04	$\infty$	$\infty$
V1	$\infty$	0	0,29	$\infty$
V2	$\infty$	$\infty$	0	0,26
V3	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0

- Iterasi pada k = 2

Setiap sel matriks  $W_1$  dilakukan pengecekan  $W[i, j] > W[i, k] + W[k, j]$ .

Jika hasilnya ya, maka nilai  $W[i, j]$  diganti oleh nilai  $W[i, k] + W[k, j]$ .

Perhitungan :

- a.  $W[1,4] = \infty$ , dan pada  $W[1,2] + W[2,4] = 0,04 + \infty = \infty$ .

Karena  $W[1,4] < W[1,2] + W[2,4]$  nilai  $W[1,4]$  tidak diganti.

- b.  $W[1,3] = \infty$ , dan pada  $W[1,2] + W[2,3] = 0,04 + 0,29 = 0,33$ .

Karena  $W[1,3] > W[1,2] + W[2,3]$  nilai  $W[1,3]$  diganti menjadi 0,33. Dapat diartikan terdapat jalur dari Jkt ke V2 melewati V1 yang memiliki bobot lebih kecil (jalur Jkt - V2 dengan total bobot 0,33).

Didapatkan matriks dari hasil iterasi k = 2 :

Tabel 3 Matriks  $W_2$

	Jkt	V1	V2	V3
Jkt	0	0,04	0,33	$\infty$
V1	$\infty$	0	0,29	$\infty$
V2	$\infty$	$\infty$	0	0,26
V3	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0

- Iterasi pada k = 3

Setiap sel matriks  $W_2$  dilakukan pengecekan  $W[i, j] > W[i, k] + W[k, j]$ .

Jika hasilnya ya, maka nilai  $W[i, j]$  diganti oleh nilai  $W[i, k] + W[k, j]$ .

Perhitungan :

- a.  $W[1,3] = 0,33$ , dan pada  $W[1,3] + W[3,3] = 0,33 + 0 = 0,33$ .

Karena  $W[1,3] = W[1,3] + W[3,4]$  nilai  $W[1,3]$  tidak diganti.

- b.  $W[1,4] = \infty$ , dan pada  $W[1,3] + W[3,4] = 0,33 + 0,26 = 0,59$ .

Karena  $W[1,4] > W[1,3] + W[3,4]$  nilai  $W[1,4]$  diganti menjadi 0,59. Dapat

diartikan terdapat jalur dari Jkt ke V3 melewati V2 yang memiliki bobot lebih kecil (jalur Jkt-V2-V3 dengan total bobot 0,59).

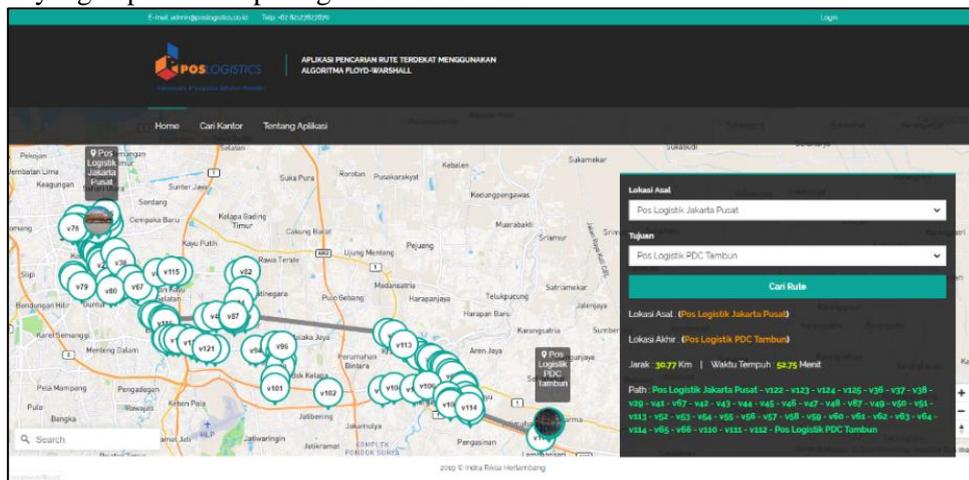
- c.  $W[2,4] = \infty$ , dan pada  $W[2,3] + W[3,4] = 0,29 + 0,26 = 0,55$ .  
 Karena  $W[2,4] > W[2,3] + W[3,4]$  nilai  $W[2,4]$  diganti menjadi 0,55. Dapat diartikan terdapat jalur dari V1 ke V3 melewati V2 yang memiliki bobot lebih kecil (jalur V1-V2-V3 dengan total bobot 0,55).

Didapatkan matriks dari hasil iterasi k = 3 :

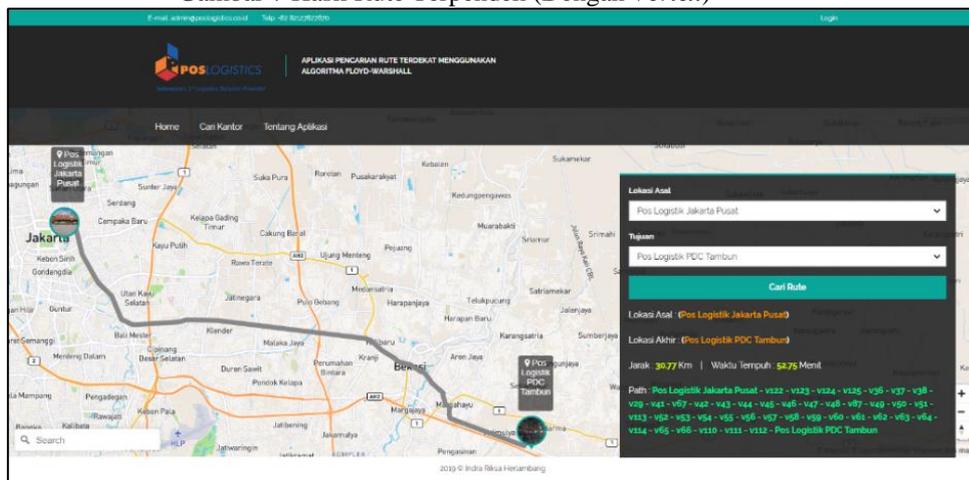
Tabel 4 Matriks  $W_3$

	Jkt	V1	V2	V3
Jkt	0	0,04	0,33	0,59
V1	$\infty$	0	0,29	0,55
V2	$\infty$	$\infty$	0	0,26
V3	$\infty$	$\infty$	$\infty$	0

Terus lakukan hingga iterasi ke-127, dan didapatkan hasil dari perhitungan melalui sistem berbasis web yang dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 7 Hasil Rute Terpendek (Dengan Vertex)



Gambar 8 Hasil Rute Terpendek (Tanpa Vertex)

Berdasarkan hasil perhitungan matriks yang telah dilakukan, dapat diketahui lintasan terpendek yang harus dilewati untuk rute pendistribusian kantong pos atau barang dari dari PT. Pos Logistik Jakarta Pusat menuju PT. Pos Logistik Tambun. Berdasarkan perhitungan matriks setelah iterasi ke-127, dapat terlihat keseluruhan *vertex-vertex* yang dilewati setelah melalui

proses iterasi serta dilakukan perhitungan menggunakan algoritma *Floyd-Warshall*.

Lintasan terpendek untuk setiap jalur dapat dihasilkan dengan jelas. Rute terpendek dari PT. Pos Logistik Jakarta Pusat menuju PT. Pos Logistik Tambun adalah Pos Logistik Jakarta Pusat → v122 → v123 → v124 → v125 → v36 → v37 → v38 → v29 → v41 → v67 → v42 → v43 → v44 → v45 → v46 → v47 → v48 → v87 → v49 → v50 → v51 → v113 → v52 → v53 → v54 → v55 → v56 → v57 → v58 → v59 → v60 → v61 → v62 → v63 → v64 → v114 → v65 → v66 → v110 → v111 → v112 → Pos Logistik PDC Tambun dengan jarak 30.77 km dan dengan waktu tempuh selama 52.75 menit dengan kecepatan rata-rata Truk yaitu 35 Km/h.

Untuk menghitung waktu tempuh dari jarak yang diperoleh melalui perhitungan algoritma *Floyd-Warshall* menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Waktu Tempuh} = \left( \frac{\text{Jumlah jarak}}{\text{Kecepatan rata-rata}} \right) \times 60 \text{ menit} \quad (2)$$

Hasil dari perhitungan menggunakan algoritma *Floyd-Warshall* ini bisa digunakan untuk jalur alternatif dalam pendistribusian kantong pos atau barang dari PT. Pos Logistik Jakarta Pusat ke PT. Pos Logistik Tambun dikarenakan dapat menghemat waktu selama 67,25 menit dari estimasi waktu yang telah ditetapkan yaitu 120 menit.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan matriks yang telah dilakukan menggunakan algoritma *Floyd-Warshall* yang berjumlah 127 *vertex* kemudian dilakukan *looping* matriks atau iterasi hingga  $k = 127$ , maka dapat diketahui jalur terpendek yang ditempuh untuk rute pendistribusian barang dari PT. Pos Logistik Jakarta Pusat menuju PT. Pos Logistik Tambun. Dalam menentukan rute terpendek dengan penerapan algoritma *Floyd-Warshall* pada pendistribusian barang di PT Pos Logistik Indonesia dapat membantu pengguna dalam menemukan rute terpendek beserta prediksi waktu tempuh perjalanan. Hasil dari penelitian ini merekomendasikan rute yang dapat dilewati oleh *driver* sehingga dapat membantu mengurangi tingkat keterlambatan pada proses pendistribusian barang dan juga agar dapat mengefisiensi waktu, jarak, dan biaya.

##### 4.2 Saran

Pada penelitian yang telah dilakukan, untuk menghitung jarak antar *vertex* (*graph*) didapat menggunakan *library turf.js* yang dapat menentukan jarak garis lurus berdasarkan posisi *latitude* dan *longitude marker* pada *vertex*, diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat melakukan perhitungan jarak dengan teori pengukuran jarak seperti *euclidean distance* dan *harvesine formula* sehingga dapat dibandingkan apakah pengukuran jarak menggunakan *library turf.js* memiliki selisih yang besar atau kecil dibanding menggunakan perhitungan *euclidean distance* atau *harvesine formula*. Sehingga diharapkan penentuan *graph* selanjutnya dapat menunjukkan hasil yang lebih akurat. Dan juga dapat dikembangkan menggunakan metode perhitungan rute lainnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. R. Zainal, F. Djaelani, S. Basamalah, H. L. Yusran, and A. P. Veithzal, *Islamic Marketing Management*. 2017.
- [2] R. D. Harman, "Sistem Informasi Geografis Mencari Rute Sekolah Terpendek Dengan Algoritma Floyd-Warshall Berbasis Mobile," 2019.
- [3] S. Syahputra, "Penentuan Rute Terpendek Pendistribusian Naskah Ujian Nasional Menggunakan Algoritma Dijkstra (Dinas Pendidikan Dan Pengajaran Kota Binjai)," *J. Tek. Inform. Kaputama*, vol. 1, no. 1, 2017.
- [4] D. J. Bawole and H. P. Chernovita, "Algoritma Bellman-Ford untuk Menentukan Jalur Terpendek dalam Survey Klaim Asuransi (Studi Kasus : PT. Asuransi Sinar Mas,

- Jakarta),” *INOVIS J. Inov. Bisnis dan Manaj. Indones.*, vol. 3, no. 1, pp. 41–51, 2019.
- [5] A. Noviriandini and M. Safitri, “Implementasi Algoritma Dijkstra Untuk Menentukan Jalur Terpendek Wilayah Pisangan Dan Kampus Nusa Mandiri Tangerang,” *J. Pilar Nusa Mandiri*, vol. 13, no. 2, pp. 181–186, 2017.
- [6] R. Novianti and R. A. Krisdiawan, “Implementasi Algoritma Floyd Warshall Pada Aplikasi Pengaduan Masyarakat Berbasis Android,” *Nuansa Inform.*, vol. 13, no. 1, 2019.
- [7] V. A. Nawagusti, A. Nurdin, and Aryanati, “Penentuan Rute Terpendek Pada Optimalisasi Jalur Pendistribusian Barang Di PT. X Dengan Menerapkan Algoritma Floyd-Warshall,” *Semin. Nas. Inov. dan Apl. Teknol. di Ind. 2018*, pp. 57–64, 2018.
- [8] N. K. D. A. Jayanti, “Penggunaan Algoritma Floyd Warshall Dalam Masalah Jalur Terpendek Pada Penentuan Tata Letak Parkir,” *Semin. Nas. Inform.*, vol. 1, pp. 75–81, 2014.
- [9] M. Setiawan, Vega Kiftiah and W. B. Partiw, “Analisis Algoritma Floyd Warsall Untuk Menentukan Lintasan Terpendek Pengangkutan Sampah (Studi Kasus: Pengangkutan Sampah di Kabupaten Kubu Raya),” *Bul. Ilm. Math. Stat. dan Ter.*, vol. 06, no. 3, pp. 221–230, 2017.
- [10] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan Kombinasi (Mixed Methods)*. ALFABETA, 2016.
- [11] A. R. Hasibuan, I. Pendahuluan, A. Penerapan, and B. A. F. Warshall, “Penerapan algoritma floyd warshall untuk menentukan jalur terpendek dalam pengiriman barang,” *J. Ris. Komput.*, vol. 3, no. 6, pp. 20–24, 2016.
- [12] S. Schlegel, “Closed Loop Flow Detection in Power Systems based on Floyd-Warshall Algorithm,” *IEEE Manchester PowerTech 2017*, vol. 0, no. 5, pp. 1–6, 2017.