



Application of the Floyd Warshall Algorithm in Determining the Shortest Route for Distribution of UD Nadira Cinta Rasa Bread to Praya, Central Lombok

Annisa Zaen Febryantika^a, Fidyatnisa Alyunda Puspanini^b, Indah Rizqiana Amalia^{c,*}, Maya Annisa^d

^a Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62 Mataram, 83125, Indonesia, Email: zaenryoma@gmail.com

^b Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62 Mataram, 83125, Indonesia, Email: fidyatnisa99@gmail.com

^{c,*} Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62 Mataram, 83125, Indonesia, Email: indah.ra.19999@gmail.com

^d Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62 Mataram, 83125, Indonesia, Email: mayaanns99@gmail.com

ABSTRACT

Optimizing the shortest route is needed by a company in the process of distributing goods to consumers. This optimization can help companies optimize the mileage and costs from source to destination. In this study, the shortest route method used is the Floyd-Warshall algorithm to determine the shortest route. Floyd-Warshall algorithm can compare all the possible paths in the graph for each side of all vertices it passes with the minimum number. Based on the calculation results of this study, the shortest route was obtained from Mataram as the source and Praya as the destination was 31 km.

Keywords: The Shortest Path, Floyd-Warshall Algorithm

ABSTRAK

Optimalisasi rute terpendek sangat dibutuhkan suatu perusahaan dalam proses mendistribusikan barang ke konsumen. Pengoptimalan tersebut dapat membantu perusahaan dalam mengoptimalkan jarak tempuh dan biaya dari sumber ke tujuan. Pada artikel ini metode rute terpendek yang digunakan adalah algoritma Floyd-Warshall untuk menentukan rute terpendek. Dimana algoritma Floyd-Warshall dapat membandingkan semua peluang lintasan pada graf untuk setiap sisi dari semua simpul yang dilewatinya dengan jumlah yang paling minimum. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh rute terpendek dari Mataram sebagai sumber dan Praya sebagai tujuan sebesar 31 km.

Kata kunci : Rute Terpendek, Algoritma Floyd-Warshall

Diserahkan: 20-05-2021; Diterima: 05-07-2021;

Doi:<https://doi.org/10.29303/emj.v4i1.96>

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi saat ini terus meningkat seiring dengan tingginya mobilitas

masyarakat dalam memenuhi kebutuhan komunikasi dan informasi. Dengan adanya perkembangan teknologi informasi dan telekomunikasi terciptalah suatu layanan baru yang lebih efisien untuk proses

* Corresponding author.

Alamat e-mail: indah.ra.19999@gmail.com

produksi, distribusi dan konsumsi barang dan jasa, dimana hal tersebut diharapkan dapat meningkatkan kinerja dan memungkinkan berbagai kegiatan dapat dilaksanakan dengan cepat, tepat, dan akurat, sehingga pada akhirnya akan meningkatkan produktivitas (Wardiana, 2002). Bagi suatu perusahaan, pemasaran merupakan suatu kegiatan yang langsung berhubungan dengan konsumen dan mempunyai tugas yang cukup besar dalam menciptakan keistimewaan suatu barang dan jasa salah satunya ialah saluran distribusi (Lubis, 2004). Oleh sebab itu dengan adanya optimasi berupa pemilihan saluran distribusi yang tepat dapat berguna dalam mencapai tujuan penjualan yang diharapkan (Lubis, 2004).

Untuk mencari saluran distribusi yang optimal dapat digunakan metode rute terpendek. Permasalahan penentuan rute terpendek dapat dipecahkan dengan menggunakan teori graf (Dewi, 2010). Berdasarkan teori Graf, permasalahan rute terpendek dapat didefinisikan sebagai sebuah permasalahan dalam menemukan lintasan antara dua buah simpul pada graf berbobot yang memiliki gabungan nilai dari jumlah bobot pada sisi graf yang dilewati dengan jumlah yang paling minimum (Salaki, 2011). Pencarian rute terpendek merupakan suatu masalah yang paling banyak dibahas dan diterapkan di berbagai bidang untuk mengoptimasi kinerja suatu sistem baik untuk meminimalkan biaya atau mempercepat jalannya suatu proses (Rudi, dkk., 2014). Pencarian rute terpendek salah satunya bisa menggunakan algoritma *Floyd Warshall*. Algoritma ini menggunakan program dinamis lebih menjamin keberhasilan dalam penentuan solusi minimum karena algoritma ini dapat membandingkan semua kemungkinan lintasan pada graf untuk setiap sisi dari semua simpul yang dilewati (Aprian dan Novandi, 2007).

Oleh sebab itu, pada artikel ini solusi yang digunakan untuk menyelesaikan kasus penentuan rute terpendek diselesaikan dengan menerapkan algoritma *Floyd-Warshall*. Penentuan rute terpendek dengan menerapkan algoritma *Floyd-Warshall* ini bertujuan untuk membantu perusahaan dalam mengoptimalkan jarak tempuh pendistribusian barang menuju lokasi yang menjadi tujuan.

2. Landasan Teori

Pada bagian ini akan dijabarkan definisi dari graf dan penjelasan mengenai Algoritma *Floyd-Warshall*.

2.1 Graf

Definisi 2.1 (Munir, 2010)

Graf G didefinisikan sebagai pasangan himpunan (V, E) , ditulis dengan notasi $G = (V, E)$. Dalam hal ini, V adalah himpunan tak kosong dari simpul-simpul dan E adalah himpunan sisi yang menghubungkan simpul yang berpasangan.

Berdasarkan orientasi arah, graf dapat dibedakan menjadi dua, yaitu graf tak berarah dan graf berarah. Graf tak berarah merupakan graf yang sisinya tidak mempunyai orientasi arah dan tidak memperhatikan urutan pasangan simpul yang dihubungkan oleh sisi, artinya $(v_1, v_2) = (v_2, v_1)$. Sedangkan graf yang sisinya memiliki orientasi arah merupakan graf berarah dan urutan pasangan simpul yang dihubungkan oleh sisi diperhatikan, sehingga sisi $(v_1, v_2) \neq (v_2, v_1)$ (Munir, 2010). Pada permasalahan rute terpendek digunakan graf berarah dan berbobot untuk representasi dari permasalahan yang diberikan.

Definisi 2.2 (Munir, 2005)

Lintasan yang panjangnya n dari simpul awal v_0 ke simpul tujuan v_n di dalam graf G ialah barisan berselang-seling simpul-simpul dan sisi-sisi yang terbentuk $v_0, e_1, v_1, e_2, v_2, \dots, v_{n-1}, e_n, v_n$ sedemikian sehingga $e_1 = (v_0, v_1)$, $e_2 = (v_1, v_2)$, ..., $e_n = (v_{n-1}, v_n)$ adalah sisi-sisi dari graf G .

Definisi 2.3 (Pratiwi, 2007)

Lintasan terpendek merupakan lintasan minimum yang diperlukan untuk mencapai suatu titik dari titik tertentu.

Definisi 2.4 (Munir, 2005)

Graf berbobot (*weighted graph*) adalah graf yang setiap sisinya diberi sebuah harga (bobot) (Munir, 2005).

Pencarian rute terpendek ini diperlukan untuk mengoptimalkan waktu dan biaya yang dikeluarkan untuk menempuh jarak dari suatu sumber ke tujuan.

Graf yang digunakan dalam pencarian lintasan terpendek adalah graf berbobot.

2.2 Algoritma Floyd-Warshall

Algoritma *Floyd-Warshall* adalah suatu metode yang melakukan pemecahan masalah dengan memandang solusi yang akan diperoleh sebagai suatu keputusan yang saling terkait (Ramadiani, dkk, 2018). Konsep dari algoritma ini adalah membandingkan semua nilai dari setiap pasang simpul dalam representasi graf. Menurut Setiawan, dkk, kelebihan dari algoritma *Floyd-Warshall* adalah sebagai berikut:

1. Dapat digunakan untuk mencari jarak terpendek dari setiap pasangan simpul.
2. Menggunakan matriks $n \times n$ sebagai masukan, dengan n merupakan jumlah simpul.
3. Dapat menerima sisi yang bernilai negatif.

Adapun beberapa langkah dalam menyelesaikan permasalahan rute terpendek menggunakan algoritma *Floyd-Warshall* adalah langkah yang pertama menentukan simpul-simpul dan sisi-sisi, dengan sisi berupa bobot atau nilai, selanjutnya mempresentasikan simpul dan sisi tersebut ke dalam bentuk graf berbobot dan berarah, setelah itu graf yang sudah terbentuk diinterpretasikan dalam matriks berukuran $n \times n$, dengan n adalah jumlah simpul. Selanjutnya memasukkan matriks yang sudah terbentuk ke dalam pseudocode dari algoritma *Floyd-Warshall*. Misalkan diberikan W_0 adalah matriks yang merupakan representasi dari graf berarah dan berbobot awal. Matriks Z adalah matriks keterhubungan graf yang elemen matriksnya dinyatakan dalam bentuk bilangan dengan ketentuan jika terdapat sisi langsung yang menghubungkan dua graf, maka mendapatkan nilai sesuai dengan indeks tujuannya, dan sebaliknya jika tidak terdapat sisi yang langsung menghubungkan dua simpul maka nilainya adalah nol. Matriks ini berukuran $n \times n$ yang diperoleh sebagai berikut :

$$Z_{i,j}^0 = \begin{cases} j, & \text{jika } w_{i,j}^0 \neq \infty \\ i, & \text{jika } w_{i,j}^0 = \infty \end{cases}$$

Berikut adalah algoritma *Floyd Warshall* untuk mencari lintasan terpendek graf berarah dan berbobot adalah sebagai berikut (Widya dan Andrasto, 2016) :

$$\begin{aligned} W &= W_0; Z = Z^0 \\ \text{Untuk } k &= 1 \text{ hingga } n, \text{ lakukan;} \\ \text{Untuk } i &= 1 \text{ hingga } n, \text{ lakukan;} \\ \text{Untuk } j &= 1 \text{ hingga } n, \text{ lakukan;} \\ \text{Jika } w_{i,j} &> w_{i,k} + w_{k,j}, \text{ maka} \\ w_{i,j} &= w_{i,k} + w_{k,j} \text{ dan } z_{i,j} = z_{i,k} \\ W^* &= W_0 \end{aligned}$$

Keterangan :

W_0 : matriks keterhubungan graf berarah berbobot awal

W^* : matriks keterhubungan minimal

$w_{i,j}$: lintasan terpendek dari V_i ke V_j

3. Metode penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, rumusan masalah yang dikaji dalam artikel ini adalah bagaimana aplikasi algoritma *Floyd Warshall* menentukan rute terpendek untuk pendistribusian roti UD. Nadira Cinta Rasa Ke Praya, Lombok Tengah. Adapun jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan karena bertujuan untuk memberikan solusi masalah rute terpendek untuk pendistribusian roti UD. Nadira Cita Rasa agar dapat menghemat waktu pendistribusian.

Metode pengumpulan data pada artikel ini adalah data adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan langsung berupa lokasi tujuan dan jarak dengan bantuan aplikasi *google maps*. Data sekunder diperoleh dari narasumber pegawai UD. Nadira Cinta Rasa dengan metode wawancara berupa lokasi awal dan lokasi tujuan pendistribusian.

Variabel yang digunakan dalam artikel ini adalah lokasi produksi, lokasi tujuan, dan bundaran persimpangan sebagai simpul (V), jalan yang menghubungkan antar simpul sebagai sisi (w), dan panjang jalan antar simpul sebagai bobot (e). Selanjutnya berdasarkan pendefinisian tersebut dilakukan analisis dan pemecahan masalah dengan langkah sebagai berikut :

1. Menyusun jaringan dari lokasi yang sudah dijadikan simpul dan jalan sebagai sisi.
2. Mencari rute terpendek menggunakan algoritma *Floyd Warshall*.

Langkah terakhir adalah penarikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil pemecahan masalah dalam menentukan rute terpendek dengan algoritma *Floyd-Warshall*.

4. Hasil dan Pembahasan

Pada masalah ini, UD. Nadira Cinta Rasa akan mendistribusikan rotinya dari tempat produksi sebagai titik 1 yang berada didaerah Mataram ke titik 4 sebagai lokasi tujuan yang berada di Praya. Dengan mengaplikasikan metode algoritma *Floyd Warshall* dalam mencari rute terpendek dari Mataram ke Praya. Pada pendistribusian roti terdapat pilihan jalur titik 2 dan titik 3 yaitu jempong dan Kediri.

Tabel dibawah ini menunjukkan data jarak antar lokasi titik 1, 2, 3 dan 4.

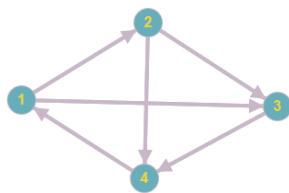
Tabel 4.1 Jarak antar titik

Lokasi Awal	Lokasi Tujuan	Jarak (Kilometer)
1	2	3,6
2	3	9,5
3	4	21
4	1	36
1	3	10
2	4	31

Keterangan :

- 1 = tempat produksi
- 2 = Jempong
- 3 = Kediri
- 4 = Praya

Berikut ini gambar ilustrasi dari Tabel 4.1 dengan menggunakan graf :



Gambar 4.1 Graf berbobot jarak antar titik

Keterangan :

- Jarak 1 ke 2 = 3,6 km
- Jarak 3 ke 4 = 21 km
- Jarak 1 ke 3 = 10 km
- Jarak 2 ke 3 = 9,5 km
- Jarak 4 ke 1 = 36 km
- Jarak 2 ke 4 = 31 km

Berdasarkan representasi diatas, maka diperoleh matriks awal sebagai berikut :

$$\begin{pmatrix} \infty & 3,6 & 10 & \infty \\ \infty & \infty & 9,5 & 31 \\ \infty & \infty & \infty & 21 \\ 36 & \infty & \infty & \infty \end{pmatrix}$$

Berikut adalah tabel jarak antar simpul dari titik V_i ke V_j , dengan $(i, j = 1, 2, 3, 4)$ berdasarkan matriks diatas :

	V_1	V_2	V_3	V_4
V_1	∞	3,6	10	∞
V_2	∞	∞	9,5	31
V_3	∞	∞	∞	21
V_4	36	∞	∞	∞

Berdasarkan pseudocode algoritma *Floyd Warshall*, diperlukan matriks keterhubungan graf dari W_0 dan Z^0 :

$$W = W_0 = \begin{matrix} & \begin{matrix} V_1 & V_2 & V_3 & V_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} \infty & 3,6 & 10 & \infty \\ \infty & \infty & 9,5 & 31 \\ \infty & \infty & \infty & 21 \\ 36 & \infty & \infty & \infty \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$Z = Z^0 = \begin{matrix} & \begin{matrix} Z_1 & Z_2 & Z_3 & Z_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} Z_1 \\ Z_2 \\ Z_3 \\ Z_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 2 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 4 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Selanjutnya melakukan iterasi yang dimulai dari $k = 1$, $i = (1, 2, 3, 4)$, dan $j = (1, 2, 3, 4)$ dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Untuk setiap elemen matriks pada kolom ke-1 dan baris ke-1 matriks W_0 dicek apakah $w_{ij} > w_{ik} + w_{kj}$.
2. Misalkan diambil contoh, dipilih $k=1$, $i=4$, dan $j=2$.
 $w_{4,2} = \infty$, sedangkan $w_{4,1} + w_{1,2} = 36 + 3,6 = 39,6$ karena $w_{4,2} > w_{4,1} + w_{1,2}$, maka $w_{4,2} = w_{4,1} + w_{1,2} = 39,6$ bernilai tetap. $w_{ij} = w_{2,2}$ nilainya berubah sehingga $z_{ij} = z_{i,k}$ akibatnya $w_{4,2} = w_{4,1} = 4$
3. Berdasarkan langkah langkah 1 dan 2 maka diperoleh W_1 dan $Z^{(1)}$:

$$W_1 = \begin{matrix} & V_1 & V_2 & V_3 & V_4 \\ \begin{matrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} \infty & 3,6 & 10 & \infty \\ \infty & \infty & 9,5 & 31 \\ \infty & \infty & \infty & 21 \\ 36 & \mathbf{39,6} & \mathbf{46} & \infty \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$Z^1 = \begin{matrix} & Z_1 & Z_2 & Z_3 & Z_4 \\ \begin{matrix} Z_1 \\ Z_2 \\ Z_3 \\ Z_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 2 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 4 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

4. Dengan langkah yang sama untuk $k = 2$, 3, 4 diperoleh matriks :

$$W_2 = \begin{matrix} & V_1 & V_2 & V_3 & V_4 \\ \begin{matrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} \infty & 3,6 & 10 & \mathbf{34,6} \\ \infty & \infty & 9,5 & 31 \\ \infty & \infty & \infty & 21 \\ 36 & 39,6 & 46 & \mathbf{70,6} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$Z^2 = \begin{matrix} & Z_1 & Z_2 & Z_3 & Z_4 \\ \begin{matrix} Z_1 \\ Z_2 \\ Z_3 \\ Z_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 2 & 3 & \mathbf{2} \\ 0 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 4 \\ 1 & 1 & 0 & \mathbf{2} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$W_3 = \begin{matrix} & V_1 & V_2 & V_3 & V_4 \\ \begin{matrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} \infty & 3,6 & 10 & \mathbf{31} \\ \infty & \infty & 9,5 & \mathbf{30,5} \\ \infty & \infty & \infty & 21 \\ 1 & 39,6 & 46 & \mathbf{67} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$Z^3 = \begin{matrix} & Z_1 & Z_2 & Z_3 & Z_4 \\ \begin{matrix} Z_1 \\ Z_2 \\ Z_3 \\ Z_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 2 & 3 & \mathbf{3} \\ 0 & 0 & 3 & \mathbf{3} \\ 0 & 0 & 0 & 4 \\ 1 & 1 & 0 & \mathbf{3} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$W_4 = \begin{matrix} & V_1 & V_2 & V_3 & V_4 \\ \begin{matrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} \mathbf{67} & 3,6 & 10 & 31 \\ \mathbf{66,5} & \mathbf{70,1} & 9,5 & 30,5 \\ \mathbf{57} & \mathbf{60,6} & \mathbf{67} & 21 \\ 36 & 39,6 & 46 & 67 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

$$Z^4 = \begin{matrix} & Z_1 & Z_2 & Z_3 & Z_4 \\ \begin{matrix} Z_1 \\ Z_2 \\ Z_3 \\ Z_4 \end{matrix} & \begin{bmatrix} \mathbf{4} & 2 & 3 & 3 \\ \mathbf{4} & \mathbf{4} & 3 & 3 \\ \mathbf{4} & \mathbf{4} & \mathbf{4} & 4 \\ 1 & 1 & 1 & 3 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Berdasarkan matriks $W_4 = W^*$ merupakan matriks jarak terpendek dari semua titik dan Z^4 merupakan jalur yang harus dilalui. Dengan contoh jarak dari v_1 ke v_4 adalah 31 dengan jalur yang harus dilalui adalah :

1. $Z_{1,4}^4 = 3$, indeks awal = 1, indeks tujuan = 4, sehingga diperoleh $Z_{1,4}^4 = 3$ merupakan nilai dari v_1 ke v_4 pada matriks Z^4 .
2. $Z_{3,4}^4 = 4$, indeks awal = 1, indeks tujuan = 4, sehingga diperoleh $Z_{3,4}^4 = 4$ merupakan nilai dari v_3 ke v_4 pada matriks Z^4 .

Jadi, diperoleh rute terpendek dari v_1 ke v_4 adalah $v_1 \rightarrow v_3 \rightarrow v_4$ dengan nilai adalah 31 km

5. Penutup

Berdasarkan hasil perhitungan algoritma *Floyd Warshall* diperoleh kesimpulan bahwa rute terpendek dari lokasi sumber yaitu Mataram ke lokasi tujuan yaitu Praya dengan menghitung semua jarak lokasi sehingga dapat diketahui rute terpendek dari Mataram ke Praya sebesar 31 km.

DAFTAR PUSTAKA

-
- Aprian, R. & Novandi, D. 2007. Perbandingan Algoritma Dijkstra dan Algoritma Floyd-Warshall dalam Penentuan Lintasan Terpendek. *Konferensi Nasional Sistem Informasi, 1-6*.
- Dewi, L. J. E. 2010. Pencarian Rute Terpendek Tempat Wisata Di Bali Dengan Menggunakan Algoritma Dijkstra. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2010, 46-49*.
- Levitin, A. 2012. Introduction to The Design & Analysis of Algorithms. *3rd Edition. Addison - Wesley: United States of America*.
- Lubis, A. N. 2004. Peranan Saluran Distribusi Dalam Pemasaran Produk Dan Jasa. *e-USU Repository, Universitas Sumatera Utara, 1-14*.
- Munir, Rinaldi, 2005. Matematika Diskrit. Informatika Bandung, Bandung.
- Pawitri, K., Ayu, Y. dan Joko, P. 2007. Implementasi Algoritma Untuk Menemukan Lintasan Terpendek. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi 2007, 1-11*.
- Saputra, Ragil. 2011. Sistem Informasi Geografis Pencarian Rute Optimum Obyek Wisata Kota Yogyakarta Dengan Algoritma Floyd-Warshall. *Jurnal Matematika Vol. 14, No. 1, 19-24*.
- Setiawan, V., Mariatul Kiftiah, dan Woro Budiartini, 2017. Analisis Algoritma Floyd Warshall Untuk Menentukan Lintasan Terpendek Pengangkutan Sampah. *Buletin Ilmiah Matematika, Statistika, dan Terapannya 6(3) : 221- 230*.
- Wardiana, W. 2002. Perkembangan Teknologi Informasi di Indonesia. *Seminar dan Pameran Teknologi Informasi, Universitas Komputer Indonesia*.
- Widya, N. F., dan Tatyantoro Andrasto. 2016. Penerapan Algoritma Floyd Warshall dalam Menentukan Rute Terpendek pada Pemodelan Jaringan Pariwisata Kota Semarang. *Jurnal Teknik Elektro 8(1) : 21-22*.