

Pemilihan Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Bellman Ford

Melliana*, Trisna Mesra, Yusrizal, Sirlyana

Sekolah Tinggi Teknologi Dumai; email: sttmelliana@gmail.com, trisnamesra74@gmail.com,
yusrizalpuket2@gmail.com, drasirlyana@gmail.com

* Corresponding author

Abstrak

Layanan jasa logistik yang berkembang pesat adalah pelayanan jasa kurir. Faktor penyebab berkembang secara pesat adalah adanya pertumbuhan bisnis online khususnya pada sektor jasa pengiriman yang dapat melayani permintaan pelanggannya untuk melakukan pengiriman berupa paket, barang-barang ataupun dokumen. Pelaksanaan pengiriman barang, paket atau dokumen terdapat banyak alternatif rute yang di akan tempuh oleh kurir untuk sampai ke pelanggan sehingga menimbulkan permasalahan kepada kurir. Berdasarkan permasalahan tersebut kota Dumai perlu menentukan rute terpendek dari alternatif rute yang ada. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut penulis melakukan penelitian di kota Dumai dengan tujuan pemilihan rute terpendek dengan menggunakan metode Algoritma Bellman Ford. Metode ini memberikan solusi untuk menentukan rute terpendek sehingga memperbaiki jarak tempuh yang dilalui. Penentuan jalur terpendek dengan Bellman Ford sebagai rute terpendek yang digunakan PT Tiki kota Dumai untuk mencapai titik lokasi yang dimulai dari Jl Yos Sudarso sebagai titik awal. Hasil Penelitian memberikan 5 alternatif rute yang dilalui menuju titik tujuan dengan titik awal (0) dari Jl Yos Sudarso. Rute terpendek yang di dapatkan adalah Titik Awal (0), Datuk Laksamana (B) jarak 0,2 km, Kamboja (C) jarak 1,1 km, Imam Bonjol (H) jarak 1,5 km, BRI (D) jarak 1,7 sebagai titik tujuan, yang menghasilkan jarak total 4,5 km.

Kata Kunci: Bellman Ford, Jalur Terpendek, PT Tiki

Abstract

[Selection of the Shortest Route using the Bellman Ford Algorithm] Logistics services are growing rapidly is courier services. The rapidly growing factor is the growth of online businesses in the shipping service sector that serve their customers to deliver goods, packages or documents. The implementation of delivery has many alternative routes that will be taken by the courier to get to the customer, causing problems for the courier. Based on these problems, the city of Dumai needs to determine the shortest route from the existing alternative routes. To solve this problem, the authors conducted research in the city of Dumai with the aim of selecting the shortest route using the Bellman Ford Algorithm method. This method provides a solution to determine the shortest route so as to improve mileage. Determination of the shortest path with Bellman Ford as the shortest route used by PT Tiki Dumai city to reach the location point starting from Jl Yos Sudarso as the starting point. The research results provide 5 alternative routes to the destination point with a starting point (0) from Jl Yos Sudarso. The shortest route obtained is the Starting Point (0), Datuk Laksamana (B) with a distance of 0.2 km, Kamboja (C) with a distance of 1.1 km, Imam Bonjol (H) with a distance of 1.5 km, BRI (D) with a distance of 1.7 as the destination point, which results in a total distance of 4.5 km.

Keywords: Bellman Ford, Shortest Path, PT Tiki

Kelompok BoK yang bersesuaian dengan artikel: *Supply Chain Management*

Saran format untuk mensitasi artikel ini:

Melliana, Mesra, T., Yusrizal, dan Sirlyana (2023). Pemilihan Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Bellman Ford. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Industri (SENASTI) 2023*, 608-618.

1. Pendahuluan

Pelayanan jasa logistik sedang berkembang pesat saat ini. Pelayanan yang paling pesat adalah dalam bidang jasa kurir. Perkembangan bisnis ini dapat dilihat dari pertumbuhan bisnis online disektor jasa pengiriman dan jasa logistik. Salah satu jasa pengiriman dan logistik yang berkembang pesat adalah PT Tiki. PT Tiki merupakan perusahaan jasa terkemuka di Indonesia yang berdiri sejak tahun 1970 di Jakarta (Kilat, 2023)

Saat ini, Tiki memiliki jaringan operasional yang meliputi 65 kota besar di Indonesia, didukung oleh lebih dari 500 kantor perwakilan, lebih dari 3700 gerai dan lebih dari 6.000 karyawan di seluruh Indonesia (Kilat, 2023) . Kantor Tiki kota Dumai berlokasi di Jl. Yos Sudarso, Dumai, Riau, Indonesia. Melalui kantor ini, TIKI Kota Dumai melayani pelanggannya untuk melakukan pengiriman barang, paket, dokumen dan lainnya. Untuk itu dengan adanya jasa pengiriman yang mengantarkan barang akan mempermudah konsumen dalam mendapatkan barang kirimannya dan dapat mengefisiensikan waktu tempuh dalam pengantaran barang (Hutasoit, 2019). Adapun dalam pelaksanaan pengiriman barang terdapat banyak alternatif rute yang akan di tempuh kurir untuk sampai ke pelanggan, sehingga menimbulkan permasalahan bagi seorang kurir karena harus menentukan rute terpendek dari banyaknya alternatif rute yang ada (Azdy & Darnis, 2019).

Pemilihan rute terpendek dibutuhkan dalam pengantaran, sehingga membutuhkan solusi untuk meminimalisir rute yang ada, salah satunya dengan menggunakan metode Algoritma *Bellman-Ford* (Fransiskus Fran, 2019). Algoritma *Bellman-Ford* merupakan salah satu algoritma yang digunakan untuk memecahkan permasalahan lintasan terpendek yang terdapat pada suatu graf (Siswanti & Vulandari, 2023). Algoritma ini digunakan pada graf berbobot dengan bobot yang dapat bernilai positif maupun bernilai negatif, metode yang digunakan memiliki kekurangan yaitu waktu yang dihasilkan masih lebih besar daripada metode lainnya (Bawole & Chernovita, 2019).

Metode Algoritma *Bellman-Ford* dapat memberikan solusi untuk menentukan rute terpendek sehingga memperbaiki jarak tempuh, sesuai dengan penelitian (Fitriani et al., 2022). Masyarakat kota Dumai banyak memanfaatkan jasa TIKI, namun kota Dumai merupakan kota yang memiliki daerah yang cukup luas dan terpencah terpencah, sehingga untuk sampai ke tujuan kurir perlu mengetahui rute yang harus dilaluinya dengan cepat dan efisien. Berdasarkan permasalahan diatas maka peneliti tertarik membahas permasalahan yaitu bagaimana cara memilih rute terpendek dengan menggunakan Algoritma *Bellman Ford*. Dari permasalahan di dapatkan tujuan penelitian ini: 1) Mengetahui cara pemilihan rute terpendek menggunakan Algoritma *Bellman Ford*, 2) Mengetahui jarak terpendek dalam pengantaran barang.

2. Metode

Sumber data dalam penelitian ini adalah data primer, merupakan data yang diperoleh secara langsung dengan melakukan metode Algoritma *Bellman Ford* terhadap proses menentukan rute terdekat dalam pengantaran barang. Data Sekunder merupakan data

umumnya yang diperoleh dari pelanggan tetap berupa data rute pengantaran, jarak, dan daerah tujuan.

Teknik pengolahan data merupakan proses atau cara yang digunakan untuk mengolah data untuk memperoleh informasi, sedangkan analisis data ialah proses dalam suatu penelitian yang dilakukan setelah pengumpulan data, dengan cara menganalisis, mengolah dan menyusun data. Data dilapangan ditransformasikan kedalam *graph* yang menunjukkan antara jarak antar satu titik dengan titik yang lain, dari titik tersebut dicari titik-titik terdekat yang terhubung dan pilih lintasan terpendek, adapun teknik analisis data yang digunakan (Cipta Ramadhani, 2015), yaitu:

1. Pemilihan lintasan yang akan dilalui, kemudian dijadikan kedalam bentuk *Graph* dan nilai bobot menggunakan aplikasi *google maps*.
2. Berilah tanda *vertex* awal (0) dan *vertex* lainnya dengan bilangan tak hingga (∞) pada *graph* tersebut.
3. Hitunglah *graph* dengan menggunakan metode Algoritma *Bellman Ford*.
4. Uraikan *edges-edges*, yang termasuk *Shortest Path* (Jalur Tercepat).

Penelitian *Algoritma Bellman-Ford* dapat digunakan untuk Menentukan Jalur Tercepat Dalam Sistem Informasi Geografis (Azdy & Darnis, 2019). Dasar teori yang digunakan dalam menyelesaikan *Algoritma Bellman-Ford* adalah sebagai berikut:

1. *Graph*

Graph merupakan diagram yang dapat memuat berupa informasi tertentu jika diinterpretasikan secara tepat. *Graph* juga merupakan bagian dari himpunan yang terdiri dari titik disebut dengan garis (*vertice*) dan garis yang sering disebut tepi atau (*edges*) yang saling berhubungan (Maneck et al., 2020).

Graph (G) adalah dua himpunan pasangan yang terdiri dari (G) himpunan yang diberi titi yang disebut sebagai himpunan tak kosong dan E merupakan himpunan yang anggotanya dapat disebut berupa sisi. Dari definisi itu, terdapat unsur-unsur yang dapat membentuk *graph* yaitu berupa titik dan sisi. Perlu diperhatikan beberapa hal tentang titik dan sisi dalam pembentukan *graph* (Kusrini & Emha Taufiq Luthfi, 2009), adalah sebagai berikut.

- a. *Vertex* adalah nama berupa titik, simpul, *point*, atau *node*.
- b. *Edge* adalah nama lain dari sisi, rusuk, ruas atau line.
- c. *Loop* adalah sisi yang mempunyai satu titik ujung.
- d. Sisi Ganda adalah dua atau lebih sisi yang mempunyai titik-titik ujung yang sama atau paralel (*multiple edges* atau *parallel edges*)
- e. Dua titik dikatakan terhubung (*adjacent*) jika terdapat sisi yang menghubungkan kedua titik tersebut.
- f. Jika titik ujung dari terdapat suatu *loop* maka dikatakan terhubung (*adjacent*) terhadap dirinya sendiri.
- g. Jika dua sisi dikatakan terhubung (*adjacent*) apabila terdapat titik yang menghubungkan kedua sisi tersebut.
- h. Suatu sisi dikatakan bersisian (*incident*) pada masing-masing titik ujungnya.
- i. Titik yang tidak mempunyai sisi yang bersisian disebut titik terasing atau terisolasi.
- j. Banyaknya titik (anggota V) dari suatu *graph* disebut *order graph*.
- k. Banyaknya sisi (anggota E) dari suatu *graph* disebut ukuran (*size*) *graph*.

2. Jalur Terpendek (*Shortest Path*)

Jalur terpendek (*shortest path*) adalah jalur optimum yang dapat diselesaikan dengan

menggunakan *graph*. Jalur ini biasanya ditentukan oleh rute yang memiliki total biaya perjalanan yang paling kecil atau murah. Jika diaplikasikan dengan *graph* maka setiap garis pada simpul titik memiliki bobot berupa nilai dan apabila dijumlahkan bobot dari garis yang dilalui maka memiliki nilai yang minimal (Dinata et al., 2022).

3. Algoritma *Bellman-Ford*

Algoritma *Bellman-Ford* yang ditemukan oleh *Richard E. Bellman*, seorang ahli matematika yang terlahir di New York 1920. Algoritma *Bellman-Ford* menghitung jarak terpendek (dari satu sumber) pada sebuah *graf* berbobot. Maksudnya dari satu sumber ialah bahwa ia menghitung semua jarak terpendek yang berawal dari satu titik (*node*) (Novella Krisnamurti & Alfandro Pascal Geong, 2021).

Algoritma *Bellman-Ford* digunakan untuk menentukan jalur terpendek dari sumber *vertex* (titik) ke seluruh *vertex* (titik) yang memungkinkan pada sebuah *graph*. contoh nya jika mempunyai *vertex* 0 sampai 10, kemudian untuk menentukannya, *vertex* nya adalah 0, maka Algoritma ini akan menentukan *vertex* 0 ke 1, 0 ke 2, 0 ke 3, dan seterusnya hingga mencari jalur tercepat (Maneck et al., 2020)

Algoritma *Bellman Ford* merupakan penyempurnaan dari Algoritma *Dijkstra* karena Algoritma *Bellman-Ford* memiliki keunggulan dapat menghubungkan dua simpul yang merupakan *graph* yang berbobot positif dan negatif, sedangkan Algoritma *Dijkstra* hanya dapat menyelesaikan *graph* yang berbobot positif (Dinitz & Itzhak, 2017).

4. *Google Maps*

Google Maps merupakan fitur aplikasi yang dikeluarkan oleh *google* dan dapat diakses mudah untuk memfasilitasi pengguna dalam layanan [pemetaan web](#) yang dikembangkan oleh Google. Layanan ini memberikan citra satelit, peta jalan, panorama 360°, kondisi lalu lintas, dan perencanaan rute untuk bepergian dengan berjalan kaki, mobil, sepeda, atau angkutan umum (Umar, 2021).

5. Android

Android merupakan *open source platform* untuk *mobile devices* yang dikembangkan oleh Google bersama *Open Handset Alliance* (OHA) yaitu aliansi perangkat selular terbuka yang terdiri dari 47 perusahaan *hardware*, *software* dan perusahaan telekomunikasi ditujukan untuk mengembangkan standar terbuka bagi perangkat selular (Cipta Ramadhani, 2015).

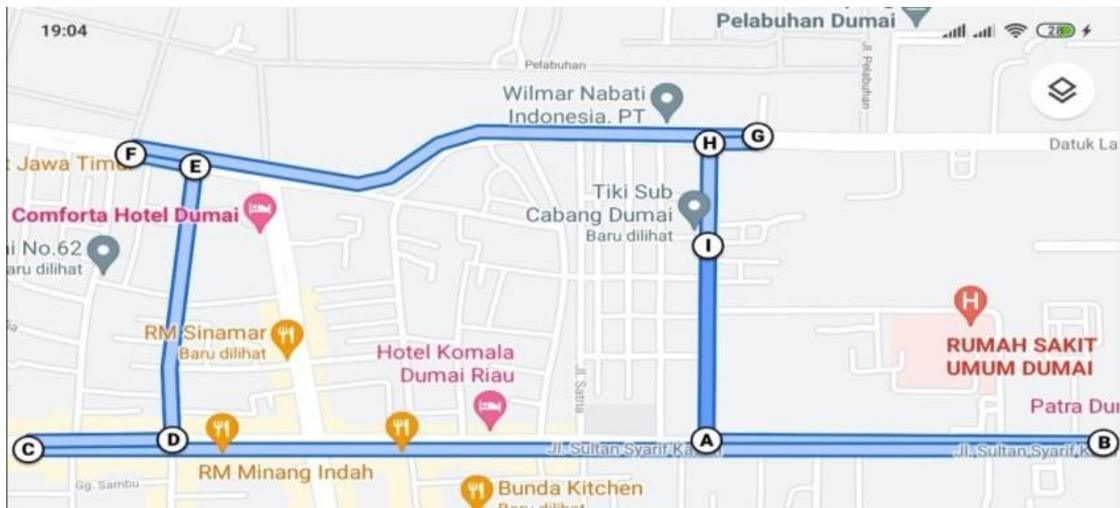
3. Hasil dan Pembahasan

Pengumpulan data penelitian dilakukan pada lima pelanggan tetap PT Tiki, yaitu : BRI, Toko Central Busana, Pos Komplek Pertamina, Toko Zenith Optical, dan City Mall. Data dikumpulkan berupa *Graph* dari Tiki sebagai titik awal, dan pelanggan sebagai titik tujuan, untuk menentukan titik rute minimum yang dimaksud dapat dicari dengan menggunakan *graph*. *Graph* yang dipergunakan adalah *graph* yang berbobot, yaitu *graph* yang di setiap sisinya akan diberikan suatu nilai atau bobot. Dalam kasus tersebut yang dimaksudkan dengan bobot adalah berupa jarak. Lintasan terpendek dengan titik awal u dan titik tujuan v didefinisikan sebagai lintasan dari u ke v dengan bobot minimum dan berupa lintasan sederhana (*simple path*). Dalam tahap analisa akan menguraikan bagaimana proses pencarian rute terpendek dengan menggunakan algoritma *Bellman-Ford* (Jong Jek Siang, 2022). Jalur perjalanan dari kantor Tiki di Yos Sudarso menuju tempat tujuan.

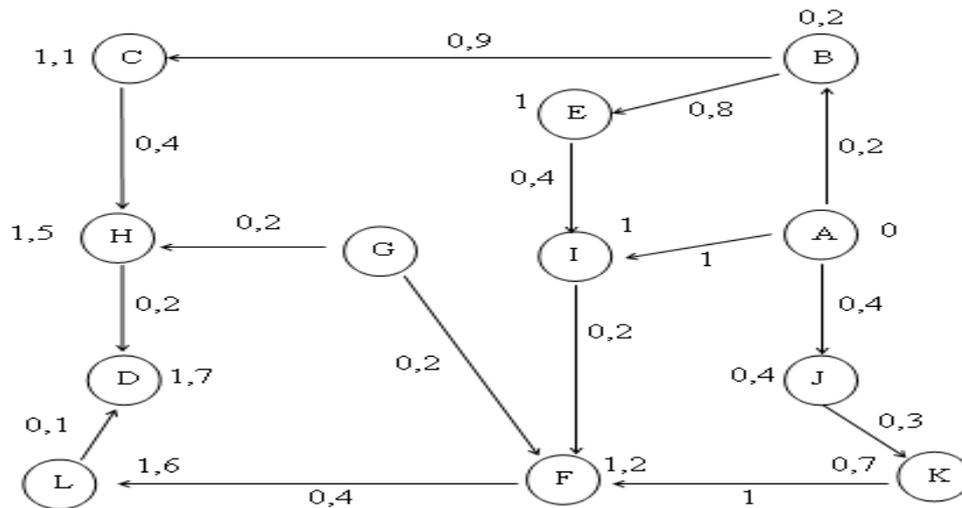
Pada jasa pengiriman barang, rute pengiriman barang menjadi sangat penting, karena jarak pengantaran pun menjadi lebih jauh karena tidak adanya jalur terpendek dalam pengantaran barang menuju konsumen. Algoritma *Bellman-Ford* membutuhkan parameter

tempat asal, dan tempat tujuan. Hasil akhir dari Algoritma *Bellman-Ford* ini adalah jarak terpendek dari tempat asal ke tempat tujuan beserta jalurnya. Algoritma *Bellman-Ford* menghitung jarak terpendek dari satu sumber pada *graph* berbobot, maksudnya adalah Algoritma *Bellman-Ford* menghitung semua jarak atau lintasan terpendek dari titik awal ke titik tujuan (Ester, 2019).

1. Rute Terpendek dari PT Tiki menuju BRI



Gambar 1. Rute *maps* pt tiki ke bri



Gambar 2. Rute PT TIKI ke BRI

Proses Iterasi berakhir, jika proses penjumlahannya dengan bilangan besar atau kecil dari ($>$, $<$) menunjukkan hasil angka yang sama pada *graph*, maka proses iterasinya tidak dilanjutkan. *Shortest Path* pengantaran dari PT Tiki sebagai titik awal (A), Datuk Laksamana (B), Kamboja (C), Imam Bonjol (H), BRI (D) sebagai titik tujuan total jaraknya 4,5 km. Tabel 1. merupakan *Shortest Path* dari *graph* tersebut.

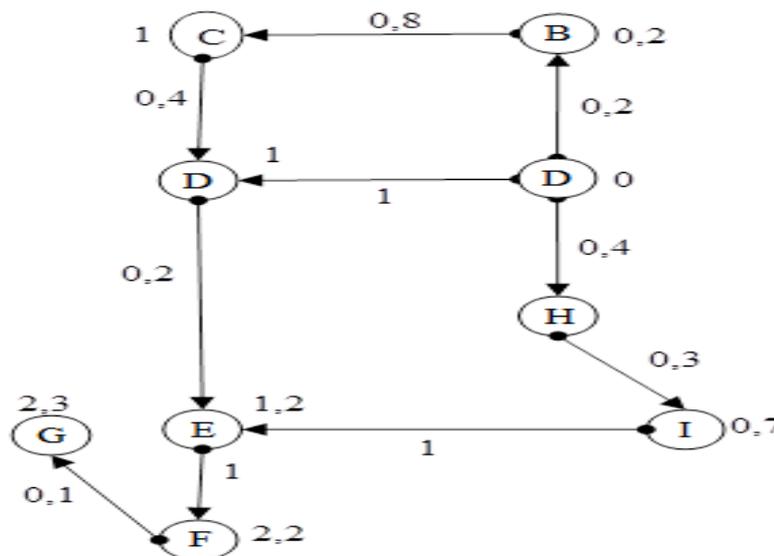
Tabel 1. Rute PT TIKI ke BRI

Iterasi	A	B	C	H	D	Jarak (Km)
	0	0,2	1,1	1,5	1,7	4,5

2. Rute Terpendek Dari PT Tiki menuju Toko Central Busana



Gambar 3. Rute Maps PT TIKI ke Central Busana



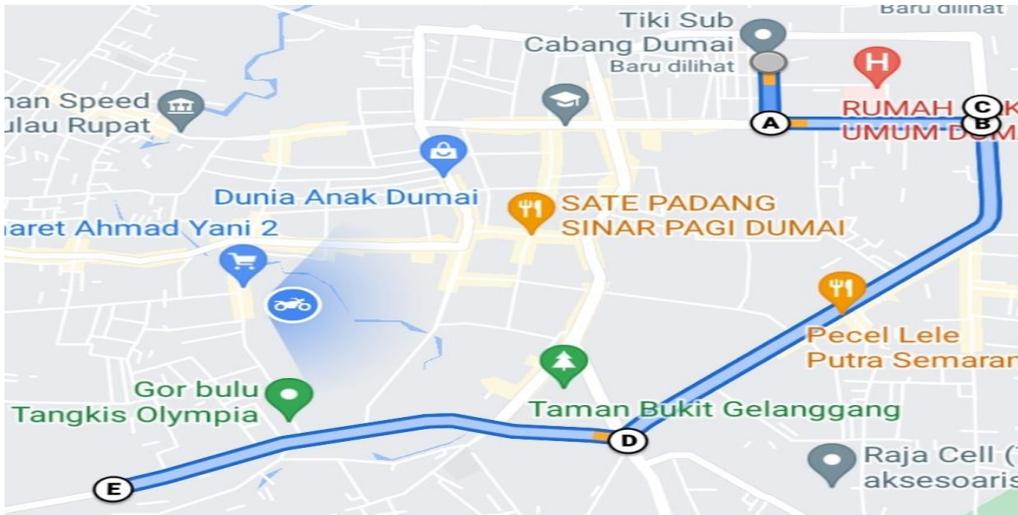
Gambar 4. Graph Iterasi

Proses *Iterasi* berakhir, jika menunjukkan hasil angka yang sama, maka proses *iterasinya* tidak dilanjutkan. *Shortest Path* pengantaran dari PT Tiki sebagai titik awal (A), Karya 4 (D), Bundaran Sudirman (E), Belokan PT PLN (F), Central Busana (G) sebagai titik tujuan jarak totalnya 6,7 km. Tabel 2. merupakan *Shortest Path* dari *graph* tersebut.

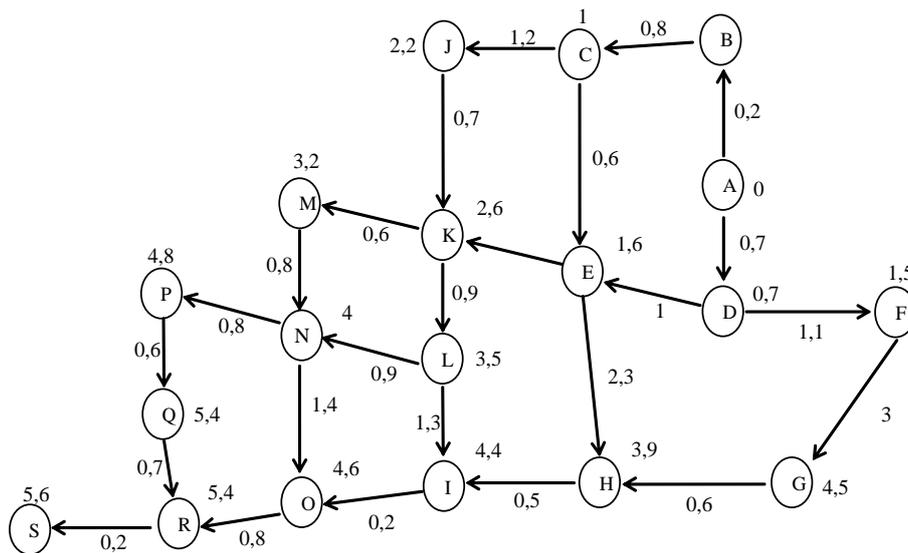
Tabel 2. Shortest Path PT TIKI ke Toko Central Busana

Iterasi	A	D	E	F	G	Jarak (Km)
	0	1	1,2	2,2	2,3	6,7

3. Rute Terpendek Dari PT Tiki menuju Pos Komplek Pertamina



Gambar 5. Rute Maps PT TIKI ke Pos Komplek Pertamina



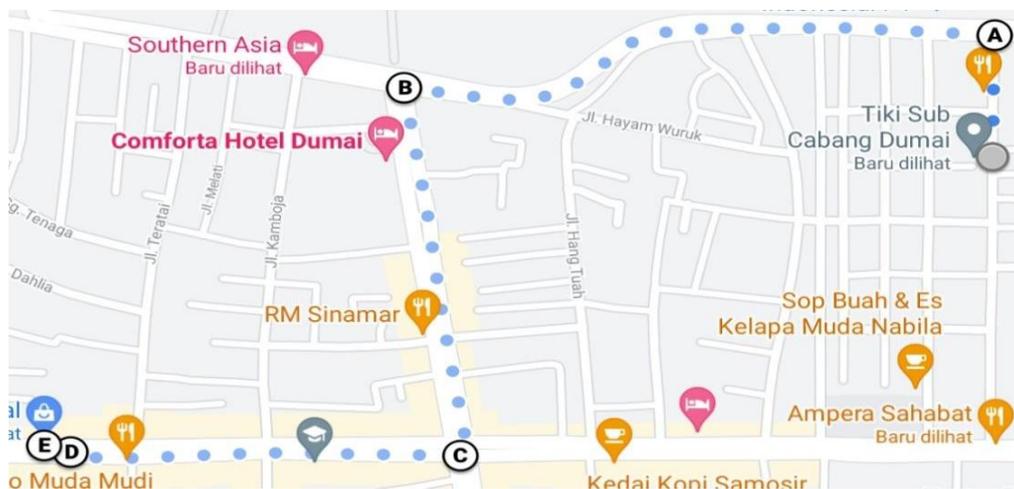
Gambar 6. Graph Iterasi

Proses Iterasi berakhir, jika menunjukkan hasil angka yang sama, maka proses iterasinya tidak dilanjutkan. Shortest Path pengantaran dari PT Tiki sebagai titik awal (A), Sultan Syarif Kasim (D), Putri Tujuh (F), Bundaran Dumai (G), Perempatan Sudirman (H), Pertigaan Sukajadi (I), Tegalega (O), Tunas Makmur (R), Pos Komplek Pertamina (S), sebagai titik akhir total jaraknya 30,3 km. Tabel 3. merupakan Shortest Path dari graph tersebut.

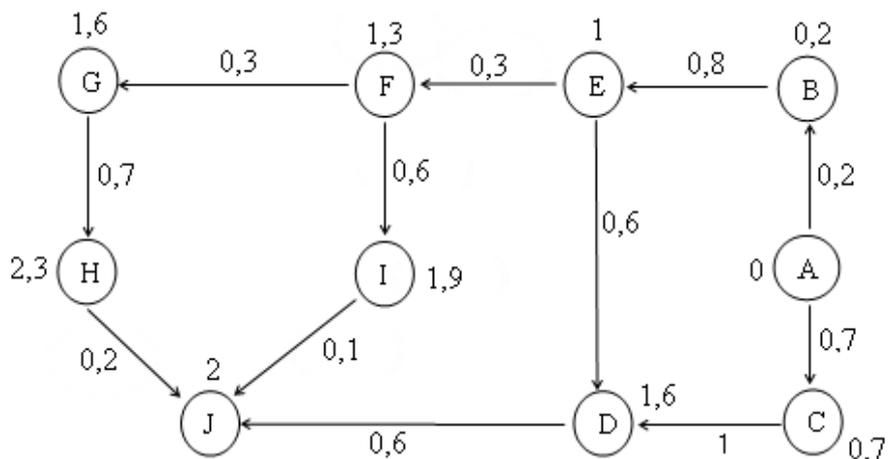
Tabel 3. *Shortest Path* PT TIKI ke Pos Komplek Pertamina

Iterasi	A	D	F	G	H	I	O	R	S	Jarak (Km)
0		0,4	1,5	4,5	3,9	4,4	4,6	5,4	5,6	30,3

4. *Rute Terpendek* Dari PT Tiki Menuju Toko Zenith Optical



Gambar 7. *Rute maps* PT TIKI keTtoko Zenith Optical



Gambar 8. *Graph Iterasi*

Proses *Iterasi* berakhir, jika menunjukkan hasil angka yang sama, maka proses *iterasinya* tidak dilanjutkan. *Shortest Path* pengantaran dari PT Tiki sebagai titik awal (A), Sultan Syarif Kasim (C), Bundaran Sudirman (D), Sultan Syarif Kasim (J), sebagai titik akhir total jaraknya 4,3 km. Tabel 4. merupakan *Shortest Path* dari *graph* tersebut.

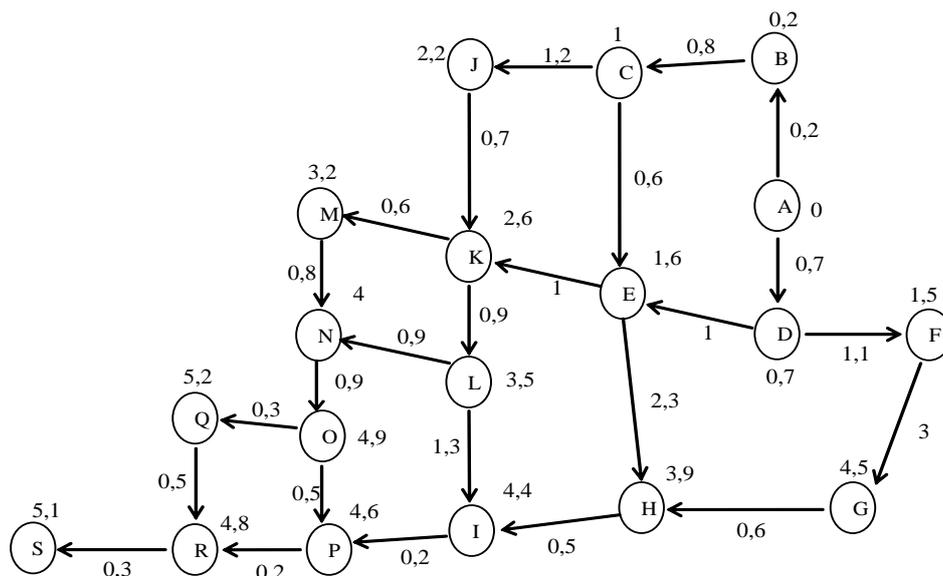
Tabel 4. Shortest path PT TIKI ke toko zenith optical

Iterasi	A	C	D	J	Jarak (Km)
0	0	0,7	1,6	2	4,3

5. Rute Terpendek Dari PT Tiki Menuju City Mall



Gambar 9. Rute Maps PT TIKI ke City Mall



Gambar 10. Graph iterasi

Tabel 5. Shortest Path PT TIKI ke City Mall

Iterasi	A	D	F	G	H	I	O	R	Jarak (Km)
0	0	0,7	1,6	3,9	4,4	4,6	4,8	5,1	25,1

Proses *Iterasi* berakhir, jika menunjukkan hasil angka yang sama, maka proses *iterasinya* tidak dilanjutkan. *Shortest Path* pengantaran dari PT Tiki sebagai titik awal (A), Sultan Syarif Kasim (D), Bundaran Sudirman (E), Perempatan Sudirman (H), Pertigaan Sukajadi (I), Tegalega (P), Pertigaan Marlan Jaya (R), City Mall (S), sebagai titik akhir total jaraknya 25,1 km. Berikut tabel *Shortest Path* dari *graph* tersebut.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan penelitian diuraikan berdasarkan urutan rute terpendek yaitu:

- a. PT Tiki sebagai titik awal (0), Sultan Syarif Kasim (C) jaraknya 0,7 km, Bundaran Sudirman (D) jaraknya 1,6 km, Sultan Syarif Kasim (J) jaraknya 2 km, sebagai titik akhir yang menghasilkan jarak total 4,3 km.
- b. PT Tiki sebagai titik awal (0), Datuk Laksamana (B) jaraknya 0,2 km, Kamboja (C) jaraknya 1,1 km, Imam Bonjol (H) jaraknya 1,5 km, BRI (D) jaraknya 1,7 km sebagai titik tujuan, yang menghasilkan jarak total 4,5 km.
- c. PT Tiki sebagai titik awal (0), Karya 4 (D) jarak 1 km, Bundaran Sudirman (E) jaraknya 1,2 km, Belokan PT PLN (F) jaraknya 2,2 km, Central Busana (G) sebagai titik tujuan yang menghasilkan jarak total 6,7 km.
- d. PT Tiki sebagai titik awal (0), Sultan Syarif Kasim (D) jaraknya 0,7 km, Bundaran Sudirman (E) jaraknya 1,6 km, Perempatan Sudirman (H) jaraknya 3,9 km, Pertigaan Sukajadi (I) jaraknya 4,4 km, Tegalega (P) jaraknya 4,6 km, Pertigaan Marlan Jaya (R) jaraknya 4,8 km, City Mall (S) jaraknya 5,1 km, sebagai titik akhir yang menghasilkan jarak total 25,1 km.
- e. PT Tiki sebagai titik awal (0), Sultan Syarif Kasim (D) jaraknya 0,4 km, Putri Tujuh (F) jaraknya 1,5 km, Bundaran Dumai (G) jaraknya 4,5 km, Perempatan Sudirman (H) jaraknya 3,9 km, Pertigaan Sukajadi (I) jaraknya 4,4 km, Tegalega (O) jaraknya 4,6 km, Tunas Makmur (R) jaraknya 5,4 km, Pos Komplek Pertamina (S) jaraknya 5,6 km, sebagai titik akhir yang menghasilkan jarak total 30,3 km.

Daftar Pustaka

- Azdy, R. A., & Darnis, F. (2019). Implementasi Bellman-Ford untuk Optimasi Rute Pengambilan Sampah di Kota Palembang. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, 8(4), 327. <https://doi.org/10.22146/jnteti.v8i4.532>
- Bawole, D. J., & Chernovita, H. P. (2019). Algoritma Bellman-Ford untuk Menentukan Jalur Terpendek dalam Survey Klaim Asuransi (Studi Kasus : PT. Asuransi Sinar Mas, Jakarta). *INOBISS: Jurnal Inovasi Bisnis Dan Manajemen Indonesia*, 3(1), 41–51. <https://doi.org/10.31842/jurnal-inobis.v3i1.119>
- Cipta Ramadhani. (2015). *Dasar Algoritma dan Struktur Data dengan Bahasa Java*. Penerbit ANDI.
- Dinata, R. K., Bustami, B., Razi, A., & Arasyi, M. (2022). Algoritma Dijkstra dan Bellman-Ford dalam Sistem Pemetaan Barbershop di Kota Lhokseumawe. *INFORMAL: Informatics Journal*, 7(2), 128. <https://doi.org/10.19184/isj.v7i2.33303>
- Dinitz, Y., & Itzhak, R. (2017). Hybrid Bellman–Ford–Dijkstra algorithm. *Journal of Discrete Algorithms*, 42, 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.jda.2017.01.001>
- Fitriani, S., Notiragayu, N., Wamiliana, W., & Faisol, A. (2022). Penerapan Algoritma Bellman-Ford dalam Menentukan Rute Terpendek Objek Wisata Kabupaten Lampung Timur. *Jurnal Siger Matematika*, 3(2), 53–60.
- Fransiskus Fran, H. M. K. (2019). Analisis Pencarian Lintasan Terpendek dengan

- Menggunakan Algoritma Bellman-Ford (Studi Kasus: Pengantaran Paket Pos di Kecamatan Pontianak Kota). *Bimaster: Buletin Ilmiah Matematika, Statistika Dan Terapannya*, 8(3), 607–612. <https://doi.org/10.26418/bbimst.v8i3.34186>
- Hutasoit, E. T. H. (2019). Pencarian Rute Terpendek Menggunakan Algoritma Bellman-Ford (Studi Kasus: PT. JNE Medan). *Jurnal Sistem Komputer Dan Informatika (JSON)*, 1(1), 20. <https://doi.org/10.30865/json.v1i1.1367>
- Jong Jek Siang. (2022). *Matematika Diskrit Dan Aplikasinya Pada Ilmu Komputer*. Penerbit ANDI.
- Kilat, P. C. V. T. (2023). *Tentang Titipan Kilat*. <https://www.tiki.id/id/tentang-tiki>
- Kusrini & Emha Taufiq Luthfi. (2009). *Algoritma Data Mining* (Theresia Ari Prabawati (ed.)). ANDI.
- Maneck, M., Maurice, P. A., & Traina, S. J. (2020). Kinetics of aqueous Pb reaction with apatites. In *Soil Science* (Vol. 165, Issue 12). <https://doi.org/10.1097/00010694-200012000-00002>
- Novella Krisnamurti, C., & Alfandro Pascal Geong, E. (2021). Cyrenia Novella & Geong, Efrem Alfandro Pascal. 2021. Implementasi algoritma Floyd-Warshall untuk Menentukan Rute Terpendek Destinasi Wisata Lahuan Bajo. *UNNES Journal of Mathematics*, 10(1), 75–84. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujm>
- Siswanti, S., & Vulandari, R. T. (2023). *Positif: Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi Implementasi Metode Bellman Ford Untuk Pencarian Puskesmas Di Kabupaten. March*.
- Umar, R. (2021). *Perbandingan, Analisis Dijkstra, Algoritma Warshall, Floyd Pencarian, Dalam Terdekat*. 8(2), 227–234. <https://doi.org/10.25126/jtiik.202182866>