
Implementasi *Floyd Warshall Algorithm* Untuk Optimasi Distribusi J&T Express: Studi Kasus *Pickup Distribution Center* J&T Express Pasar Minggu

Khalisyah Lintang Cahyaningati dan Resista Vikaliana

Program Studi Manajemen Logistik, Fakultas Ilmu Sosial dan Manajemen, Institut
Ilmu Sosial dan Manajemen Stiami
Email korespondensi: dosenresistaok@gmail.com

ABSTRAK

Dalam perusahaan yang bergerak dibidang jasa ekspedisi, selain harga pengiriman yang murah, ketepatan waktu pengiriman menjadi salah satu nilai penting yang dapat memuaskan pelanggan. Distribution Center J&T Express Pasar Minggu membagi rute distribusi menjadi dua bagian agar mempermudah kegiatan aktivitas distribusinya. Namun, dalam kondisi sebenarnya keterlambatan pengiriman yang dialami masih menjadi satu masalah yang harus dihadapi. Oleh karena itu, untuk membantu menyelesaikan masalah tersebut peneliti melakukan penghitungan rute baru menggunakan metode algoritma *Floyd Warhsall* untuk pembentukan rute tersebut dan meghasilkan lintasan terpendek pada rute satu yaitu 11,95 km dan 11,2 km untuk rute dua.

Kata Kunci: *Floyd warshall*, rute distribusi,, optimasi

ABSTRACT

In a company engaged in shipping services, in addition to be the cheapest shipping prices, on time delivery is one of the important values that can satisfy customers. The Distribution Center of J&T Express Pasar Minggu divides their distribution route into two parts to facilitate distribution activities. However, the delay in delivery experienced is still becoming a problem that companies has to faced. Therefore, to help solve the problem, researcher is calculated a new route using Floyd Warshall algorithm method for the establishment of the route is produced the shortest path 11,95 km for route one and 11,2 km for route two.

Keywords: *Floyd warshall algorithm, distribution route, optimization*

PENDAHULUAN

Salah satu yang menjadi faktor mahalnya biaya transportasi logistik di Indonesia adalah pemilihan rute yang kurang efektif. Indonesia adalah negara kepulauan yang mengakibatkan jalur distribusi menjadi lebih rumit karena harus berganti moda

transportasi antara lintas provinsi dan pulau. Upaya yang dapat dilakukan untuk menurunkan biaya transportasi adalah dengan mengefisienkan sistem distribusi dan penggunaan jenis transportasi yang ada. Strategi yang dapat digunakan adalah perencanaan dan penentuan rute secara tepat. Oleh karena itu masalah yang harus dilakukan oleh perusahaan adalah pemilihan rute distribusi yang benar-benar optimal.

Pemilihan rute terbaik akan membuat efisiensi distribusi produk. Rute terbaik adalah rute dengan jarak terpendek, yang tentunya akan mempengaruhi biaya transportasi yang terjadi. Jarak tempuh kendaraan yang lebih pendek berarti biaya transportasi yang lebih rendah (Sarjono, 2014). Faktor pemilihan rute sangat penting karena berdampak pada keputusan akhir mengenai mode transportasi terbaik yang digunakan untuk setiap pengiriman. Ini adalah elemen spesifik yang berhubungan dengan perintah atau beban yang mungkin mempengaruhi pilihan mode transportasi (El Diniyah, 2013).

Seperti pada PT Global Jet Express (J&T Ekspres), yang merupakan perusahaan layanan pengiriman ekspres berdasarkan pengembangan dari Sistem IT dengan melayani pengiriman ke seluruh pedalaman kota, domestik dan internasional termasuk bisnis e-commerce. Menyediakan layanan pengambilan barang dan mengantar dengan cepat ke konsumen, pada waktu yang bersamaan kami juga mendukung perkembangan bisnis e-commerce. J&T Ekspres mengoptimalkan rute dan menekan biaya transportasi untuk menyediakan efisiensi, waktu dan keamanan servis untuk para konsumen.

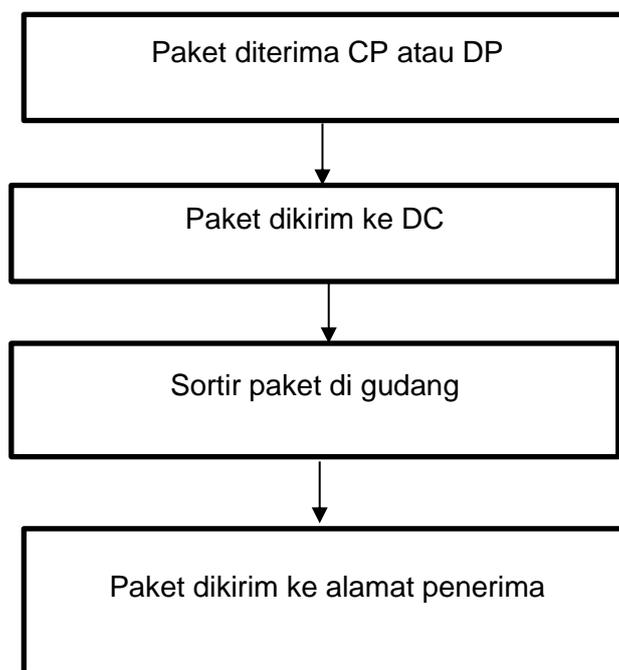
PT Global Jet Express (J&T Ekspres) dalam mengembangkan usahanya perlu melakukan strategi yang bertujuan agar perusahaan dapat melihat secara objektif kondisi-kondisi internal dan eksternal sehingga dapat mengantisipasi perubahan lingkungan eksternal yang sangat penting untuk memperoleh keunggulan bersaing dan memiliki produk yang sesuai dengan keinginan konsumen dengan dukungan optimal dan sumber daya yang ada (Rangkuti, 2015). PT Global Jet Express (J&T Ekspres) yang memberikan pelayanan langsung kepada konsumen, baik itu untuk jasa pengiriman maupun pengantaran paket.

Pelayanan jasa pengiriman paket pada PT Global Jet Express (J&T Ekspres) masih belum dikatakan baik karena banyaknya permasalahan pada akhirnya berakhir pada pemberian keluhan kepada perusahaan. Keluhan-keluhan ini terjadi karena berbagai alasan mulai dari paket yang terlambat, pengiriman paket rusak, pengiriman hilang di tengah perjalanan sampai keluhan ketidakpuasan pelanggan terhadap perusahaan tersebut.

J&T Express menggunakan sistem sentralisasi untuk pendistribusian dan penerimaan paket. Sistem ini dikenal dengan nama *Drop Point*. Fungsi dari *Drop Point* adalah sebagai penghubung antara penerima paket dengan pengirim paket, sekaligus melakukan pengiriman paket.

Adapun alur distribusi PT Global Jet Express (J&T Express) sebagai berikut; paket-paket J&T sebelum dikirim oleh kurir ke alamat penerima biasanya akan

bermuara di DP (*Drop Point*) dan CP (*Collection Point*) di daerah tersebut. Paket dikirim oleh pengirim dari sebuah daerah menuju ke kota tujuan, setelah sampai di *gateway* kota tujuan maka selanjutnya paket akan dikirimkan ke DC (*Distribution Center*) daerah tujuan dan selanjutnya kurir akan mengambil paket tersebut dari DC. *Drop center* atau *drop point* sering disebut dengan gudang, paket-paket yang tertunda atau tertahan seharusnya berada di gudang DC di daerah masing-masing, dapat diartikan bahwa DC adalah gudang transit di kabupaten. Alur distribusi dapat digambarkan dengan sederhana sebagai berikut:



Gambar 1. Alur Distribusi J&T Express
Sumber: Data sekunder yang diolah (2021)

Seperti yang terjadi di J&T Express Pasar Minggu yang dijadikan peneliti sebagai objek dari penelitian tugas akhir ini. J&T Express Pasar Minggu memiliki mekanisme kerja yang tidak jauh berbeda dengan J&T Express cabang lainnya yang ada di seluruh Indonesia. J&T Express Pasar Minggu adalah salah satu DC memiliki dua alur penjemputan paket dari seluruh DP dan CP di daerah Pasar Minggu dan sekitarnya, berikut jadwalnya:

Tabel 1. Jadwal alur 1 *pickup* DC Pasar Minggu

Alur 1												
Plat No	B 9155 UCQ											
Type	Grand Max Box											
Ritase	Rit 1		Rit 2		Rit 3		Rit 4		Rit 5		Saber	
	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT

Out DC (Pick up DP)	9:0 0	7:30	14:0 0	11:0 0	16:0 0	14:0 0	19:5 0	18:0 0	23:0 0	21:0 0	3:0 0	1:00
DP Ragunan			11:1 0	11:2 5	14:1 0	14:2 5	18:1 0	18:2 5	21:1 0	21:2 5		
CP Ragunan			11:4 5	12:0 0	14:3 5	14:5 0	18:4 0	18:5 5	21:3 5	21:5 0		
CP Pejaten			12:1 5	12:3 0	15:0 5	15:2 0	19:1 0	19:2 5	22:0 0	22:1 5		
CP 3 Bersaudar a			12:4 5	13:0 0	15:3 5	15:5 0	19:4 0	19:5 5	22:3 0	22:4 5		
DP Ampera			13:1 5	13:3 0	16:1 0	16:2 5	20:1 0	20:2 5	22:5 5	23:0 5		
Maksimal In DC	9:00		14:00		16:00		20:30		23:10			

Sumber : Data primer (2021)

Tabel 2. Jadwal alur 2 pickup DC Pasar Minggu

Alur 2												
Plat No	B 9838 NFC											
Type	Grand Max Box											
Ritase	Rit 1		Rit 2		Rit 3		Rit 4		Rit 5		Saber	
Out DC (Pick up DP)	IN	OU T	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
			13:3 0	11:0 0	16:0 0	14:0 0	20:1 5	18:0 0	23:0 0	21:0 0	1:0 0	12:0 0
Newmoon	8:0 0	7:00	11:2 0	11:3 5	15:4 0	15:5 0	19:4 5	20:0 0	21:1 5	21:3 0	4:0 0	3:00
CP Ps Minggu			11:5 0	12:0 5	14:2 0	14:3 5	18:2 0	18:3 5	21:4 5	22:0 0		
CP Angsana			12:2 0	12:3 5	14:4 5	15:0 0	18:4 5	19:0 0	22:1 5	22:3 0		
DP Pasming			12:5 0	13:0 5	15:1 0	15:2 5	19:1 5	19:3 0	22:4 5	23:0 0		
Maksimal n DC	8:30		13:30		16:00		20:00		23:00		3:00	

Sumber : Data primer (2021)

Proses *pickup* dari titik awal samapi titik tujuan memiliki jarak, waktu, dan biaya yang berbeda. Dalam penelitian ini, peneliti ingin menciptakan rute terpendek baru dan penjadwalan yang lebih optimal pada aktivitas *pickup* DC J&T Express dengan melakukan pengimplementasian metode *Floyd Warshall* dalam menentukan rute terpendek yang akan dilalui oleh kurir DC J&T Express Pasar Minggu dalam proses *pickup* paket dari setiap cabang J&T di daerah Pasar Minggu.

Lokasi-lokasi yang dijadikan titik tujuan ini dipresentasikan dalam sebuah diagram yang akan menghasilkan sebuah graf lengkap, dimana untuk penentuan rute

terpendek nantinya akan menghasilkan nilai optimal yaitu nilai yang di dapat melalui suatu proses dan dianggap menjadi solusi jawaban yang paling baik dari semua solusi yang ada. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui rute terpendek distribusi DC J&T Express Pasar Minggu dengan metode algoritma *Floyd Warshall*

KAJIAN PUSTAKA

Distribusi

Distribusi adalah kegiatan menyalurkan barang atau jasa kepada pihak lain. Agar kegiatan distribusi terlaksana dan berjalan dengan baik memerlukan adanya sarana dan tujuan dalam kegiatan tersebut. Dalam kegiatan pemasaran, fungsi distribusi itu sendiri adalah untuk memperluas arus jaringan pengiriman barang atau jasa secara efektif dan efisien mulai dari manufaktur sampai dengan pelanggan sesuai dengan jumlah, waktu dan harga yang sudah disepakati bersama.

Distribusi memiliki tujuan, diantaranya:

1. Mengoptimalkan pengiriman barang dari produsen ke konsumen.
2. Menambah fungsi lain dari fungsi pemasaran, contohnya; menambah peningkatan penjualan
3. Tercapainya pemerataan produksi.
4. Menurunkan biaya jika dikelola dengan baik.
5. Menjadikan barang atau jasa menjadi bermanfaat bagi konsumen dengan memberikan pelayanan kepada konsumen.

Rute Terpendek (*Shortest Path*)

Rute terpendek atau lintasan terpendek merupakan lintasan minimum yang diperlukan untuk mencapai suatu titik dari titik tertentu. Dalam permasalahan pencarian lintasan terpendek, seorang pengarah jalan ingin menentukan lintasan terpendek antara dua tempat berdasarkan rute alternatif yang tersedia, dimana tempat tujuan hanya satu (Purba, 2011). Pencarian lintasan terpendek ini sendiri diperlukan untuk mengurangi waktu dan biaya (*cost*) yang dikeluarkan untuk menempuh jarak menuju suatu tempat. Lintasan ini merupakan bagian dari *graf*. Pencarian lintasan terpendek termasuk dalam salah satu persoalan dalam teori *graf* yang berarti meminimalisasi bobot suatu lintasan dalam graf. Permasalahannya adalah bagaimana cara mengunjungi satu verteks pada graf dari verteks awal hingga verteks akhir dengan bobot minimum. Ada beberapa macam persoalan lintasan terpendek, antara lain:

1. Lintasan terpendek antara dua buah simpul tertentu (*a pair shortest path*)
2. Lintasan terpendek antara semua pasangan simpul (*all pairs shortest path*)
3. Lintasan terpendek dari simpul tertentu ke semua simpul yang lain (*single source shortest path*)
4. Lintasan terpendek antara dua buah simpul yang melalui beberapa simpul tertentu (*intermediate shortest path*)

Floyd Warshall Algorithm

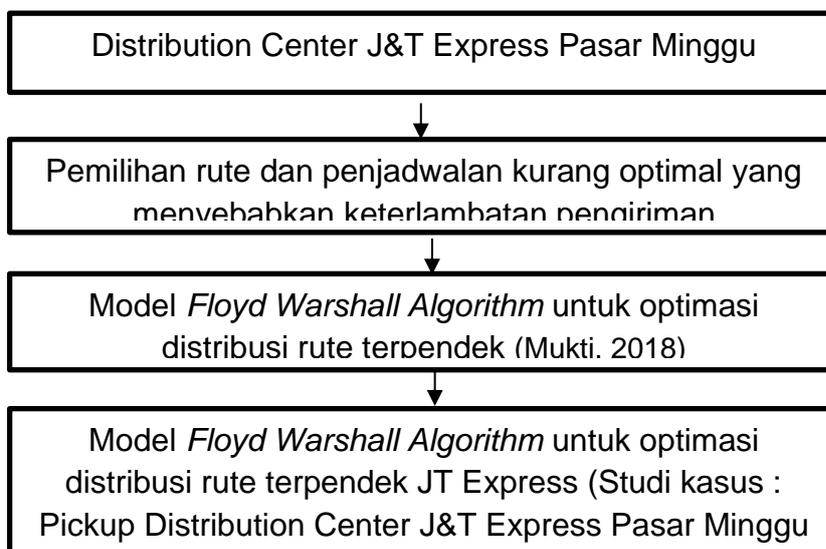
Dalam penentuan rute terpendek ada beberapa metode algoritma yang bisa diterapkan seperti *Dijkstra*, *Bellman-Ford*, *Floyd-Warshall*, dan lain sebagainya. Pada algoritma *Floyd-Warshall* yang menggunakan program dinamis lebih menjamin keberhasilan dalam penentuan solusi minimum karena algoritma ini dapat membandingkan semua kemungkinan lintasan pada *graf* untuk setiap sisi dari semua simpul yang dilewati. Oleh sebab itu, pada penelitian ini, peneliti memutuskan 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.

Algoritma Floyd-Warshall adalah salah satu pemrograman dinamis, yaitu suatu metode yang melakukan pemecahan dengan memandang solusi yang akan diperoleh sebagai suatu keputusan yang saling terkait. Artinya solusi-solusi tersebut dibentuk dari solusi yang berasal dari tahap sebelumnya dan ada kemungkinan solusi lebih dari satu (Ningrum & Andrasto, 2016).

Algoritma yang ditemukan oleh Warshall untuk mencari rute terpendek merupakan algoritma yang sederhana dan mudah implementasinya. Algoritma Floyd-Warshall ini memiliki input graf berarah dan berbobot (V,E), yang berupa daftar titik (node/titik V) dan daftar isi (sisi E). Algoritma ini menghitung bobot terkecil dari semua jalur yang saling berhubungan. Kelebihan dari algoritma *Floyd Warshall* antara lain (Adams, 2012):

1. Algoritma *Floyd Warshall* dapat digunakan untuk mencari jarak terpendek (*shortest path*) dari setiap pasangan *node*.
2. Algoritma *Floyd Warshall* menggunakan matriks bobot $n \times n$ sebagai masukan, dimana n merupakan jumlah *node*.
3. Algoritma *Floyd Warshall* dapat mentolerir *negative edge*.

Kerangka Teori



Gambar 2. Kerangka Teori

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian deskriptif. Analisis data menggunakan algoritma Floyd Warshall. (Rita, 2018) Dasar algoritma Floyd-Warshall adalah sebagai berikut;

1. Asumsikan semua simpul graf berarah G adalah $V = \{1, 2, 3, 4, \dots, n\}$, perhatikan subset $\{1, 2, 3, \dots, k\}$.
2. Untuk setiap pasangan simpul i, j pada V , perhatikan semua lintasan dari i ke j dimana semua simpul pertengahan diambil dari $\{1, 2, \dots, k\}$, dan p adalah lintasan berbobot minimum diantara semuanya.
3. Algoritma ini mengeksplorasi relasi antara lintasan p dan lintasan terpendek dari i ke j dengan semua simpul pertengahan berada pada himpunan $\{1, 2, \dots, k-1\}$.
4. Relasi tersebut bergantung pada apakah k adalah simpul pertengahan pada lintasan p .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pengumpulan data yang dibutuhkan penelitian ini dapat dengan mengunjungi perusahaan terkait yaitu J&T Express Pasar Minggu dan melakukan wawancara di sana. Selain itu, proses pengumpulan data juga dapat dari sumber lain seperti internet dan Google Maps. Data-data yang didapatkan berupa data primer dari hasil wawancara, serta sekunder yang berasal dari data perusahaan. Data yang didapatkan antara lain adalah data lokasi yang menjadi titik *pick up*.

J&T Express Pasar Minggu melakukan proses *pick up* paket dari Sembilan (9) cabang J&T Express yang berada di sekitar Pasar Minggu yang dibagi menjadi dua rute yaitu; DP Ragunan, CP Ragunan, CP Pejaten, CP tiga saudara, DP Ampera sebagai rute 1 dan Newmoon, CP Pasar Minggu, CP Angsana, DP Pasar Minggu sebagai rute 2.

Data yang diperoleh dari hasil kunjungan peneliti ke J&T Express Pasar Minggu adalah sebagai berikut ini;

Tabel 3. Data pengiriman J&T Express Pasar Minggu.

Bulan	Jumlah <i>waybill pickup</i>	Total Pendapatan <i>Pickup</i> (RP)
Maret	17.173	410.655.529
April	23.607	579.396.594
Mei	16.130	402.311.812
Grand Total		1.392.363.935

Sumber : Data sekunder yang diolah (2021)

Berdasarkan data pengiriman di atas, peneliti juga mendapatkan data lokasi tiap titik cabang J&T Express Pasar Minggu yang menjadi titik distribusi pada penelitian ini.

Tabel 4. Data Titik Cabang J&T Express Pasar Minggu.

No	Titik Distribusi	Alamat
1	DC Pasar Minggu	Jl. Kalibata Utara II, Pancoran, Jakarta Selatan 12760
2	DP Ragunan	Jl. Taman Marga Satwa, Ragunan, Pasar Minggu, 12250
3	CP Ragunan	Jl. Raya Ragunan, Jati Padang, Pasar Minggu, 12540
4	CP Pejaten	Jl. Sawo Manila, Jati Padang, Pasar Minggu, 12540
5	CP Tiga Saudara	Jl. Siaga Raya, Pejaten Barat, Pasar Minggu, 12150
6	DP Ampera	Jl. Raya Ampera, Cilandak Timur, Pasar Minggu, 12560
7	Newmoon	Jl. Terminal Baru, Pasar Minggu, 12520
8	CP Pasar Minggu	Jl. Raya Pasar Minggu, Kalibata, Pasar Minggu, 12740
9	CP Angsana	Jl. Angsana Raya, Pejaten Timur, Pasar Minggu, 12150
10	DP Pasar Minggu	Jl. Raya Pasar Minggu, Pejaten Timur, Pasar Minggu, 12560

Sumber: Data primer yang diolah (2021)

Berdasarkan Tabel 4 DC Pasar Minggu akan melakukan proses *pickup* paket di titik distribusi dimana titik distribusi tersebut merupakan beberapa cabang dari J&T Express yang berlokasi di Pasar Minggu. Adapun rute saat ini di DC J&T Express Pasar Minggu adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Rute 1 Saat ini Pada DC J&T Express Pasar Minggu

No	Rute 1	Jarak (km)	Waktu (menit)
1	DC Pasar Minggu-DP Ragunan	4,4	9
2	DP Ragunan-CP Ragunan	2,2	5
3	CP Ragunan-CP Pejaten	0,75	2
4	CP Pejaten-CP Tiga Saudara	1,3	3
5	CP Tiga Saudara-DP Ampera	3,6	10
TOTAL		12,25	29

Sumber: Data primer yang diolah, 2021

Tabel di atas merupakan total jarak tempuh dan waktu tempuh yang digunakan pada proses *pickup* paket DC J&T Express Pasar Minggu pada rute 1. Adapula jarak tempuh dan waktu tempuh pada rute 2 sebagai berikut:

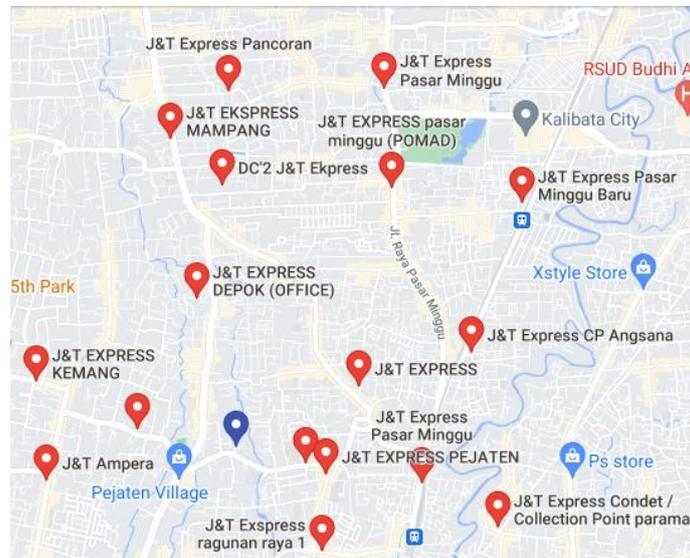
Tabel 6. Rute 2 Saat Ini Pada DC J&T Express Pasar Minggu

No	Rute 2	Jarak (km)	Waktu (menit)
1	DC Pasar Minggu-Newmoon	4,8	14
2	Newmoon-CP Pasar Minggu	2,7	6
3	CP Pasar Minggu-CP Angsana	3,4	8
4	CP Angsana-DP Pasar Minggu	1,2	3
TOTAL		12,1	31

Sumber: Data primer yang diolah, 2021

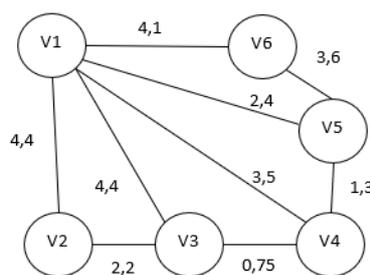
Data jarak melalui aplikasi *google map*. Selain data jarak, ditetapkan pula data waktu yang diambil dari *google map*. Maka kedua indikator tersebut akan digabungkan menjadi satu bobot dan dihitung menggunakan algoritma *Floyd warshall*. Data yang

diperoleh disusun dalam bentuk gambar jaringan graf yang menggambarkan titik-titik cabang J&T Express Pasar Minggu yang akan dilewati oleh kurir DC J&T Express Pasar Minggu dalam proses *pickup* paket.



Gambar 3 Peta Wilayah Penelitian
 Sumber: Google Map, 2021

Dari data jarak dan lokasi tersebut, selanjutnya peneliti membuat sebuah pemodelan graf yang merepresentasikan setiap cabang J&T Express Pasar Minggu yang menjadi lokasi penelitian. Dalam graf tersebut node merupakan setiap cabang J&T Express Pasar Minggu yang diwakili oleh nama *verteks* (v). Sementara simpul merupakan rute yang menghubungkan antar node (*edge*) akan diwakili oleh angka yang menjadi bobot antar *verteks*.



Gambar 4 Graf Berbobot Rute 1

Daftar *verteks* yang terdapat pada graf berbobot di atas adalah gambaran dari rute 1 distribusi J&T Express Pasar Minggu, sebagaimana terlampir sebagai berikut;

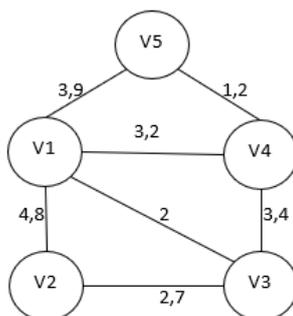
Tabel 7 *Verteks* Rute 1

<i>Verteks</i>	Nama
V1	DC Pasar Minggu
V2	DP Ragunan

V3	CP Ragunan
V4	CP Pejaten
V5	CP Tiga Saudara
V6	DP Ampera

Sumber: Data primer yang diolah, 2021

Adapula penggambaran graf berbobot untuk rute 2 distribusi pada DC J&T Express Pasar Minggu sebagai berikut



Gambar 5 Graf Berbobot Rute 2

Daftar *verteks* pada graf berbobot rute 2 di atas akan dilampirkan sebagai berikut
Tabel 7

Tabel 8 *Verteks* Rute 2

<i>Verteks</i>	Nama
V1	DC Pasar Minggu
V2	Newmoon
V3	CP Pasar Minggu
V4	CP Angsana
V5	DP Pasar Minggu

Sumber: Data primer yang diolah, 2021

Dengan skor yang diperoleh dari gabungan kedua indikator, maka skor tersebut digunakan dalam perhitungan Algoritma *Floyd Warshall* sebagai bobot. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut;

- Langkah pertama dalam menyelesaikan permasalahan ini dilakukan dengan merepresentasikan graf yang ada menjadi suatu matriks berskor.
- Langkah kedua adalah melakukan iterasi, dimulai dari iterasi ke-0 sampai ke n, dengan n merupakan jumlah *verteks* yang ada. Dengan menggunakan persamaan

$$d_{ij}(k) = \min\{d_{ij}(k-1), d_{ik}^{(k-1)} + d_{kj}^{(k-1)}\} \dots(\text{Persamaan 1})$$

Penghitungan algoritma *Floyd warshall* peneliti lakukan dengan manual. Berikut ini tahapan perhitungan algoritma Floyd Warshall dalam menentukan rute terpendek yang digambarkan melalui matriks berdasarkan data jarak tempuh dan

waktu tempuh dimana baris pada matriks menunjukkan lokasi awal dan kolom pada matriks menunjukkan lokasi tujuan.

Tabel 9 Matriks Awal Algoritma *Floyd Warshall* Rute 1

	V1	V2	V3	V4	V5	V6
V1	0	4,4	4,4	3,5	2,4	4,1
V2	4,4	0	2,2	∞	∞	∞
V3	4,4	2,2	0	0,75	∞	∞
V4	3,5	∞	0,75	0	1,3	∞
V5	2,4	∞	∞	1,3	0	3,6
V6	4,1	∞	∞	∞	3,6	0

Sumber: Data primer yang diolah, 2021

Berdasarkan tabel 4.7 matriks W_{ij} awal, kemudian dilakukan proses perhitungan dengan algoritma *Floyd Warshall* untuk mencari bobot terkecil antara semua titik, dimana semakin kecil bobot maka semakin optimal rute tersebut. Berikut proses optimalisasi matriks jaringan pendistribusian proses *pickup* paket DC J&T Express Pasar Minggu dengan melakukan penghitungan untuk matriks 6x6.

Untuk setiap sel matriks W dicek apakah $W_{[i, j]} > W_{[i, k]} + W_{[k, j]}$. Jika ya, maka $W_{[i, j]}$ diganti dengan $W_{[i, k]} + W_{[k, j]}$

Iterasi k = 1

Dari iterasi 1, maka diperoleh matriks sebagai berikut;

Tabel 10 Matriks Hasil Iterasi 1 Rute 1

	V1	V2	V3	V4	V5	V6
V1	0	4,4	4,4	3,5	2,4	4,1
V2	4,4	0	2,2	7,9	6,8	8,5
V3	4,4	2,2	0	0,75	6,8	8,5
V4	3,5	7,9	0,75	0	1,3	7,6
V5	2,4	6,8	6,8	1,3	0	3,6
V6	4,1	8,5	8,5	7,6	3,6	0

Sumber: Data primer yang diolah, 2021

Hasil dari iterasi pertama ini belum menjadi hasil akhir penghitungan algoritma *Floyd Warshall*, masih perlu dilakukan iterasi berikutnya dengan menggunakan matriks W hasil sebelumnya, dan iterasi kedua menggunakan matriks baru hasil dari iterasi pertama. Begitu selanjutnya akan dilakukan hal yang sama pada iterasi berikutnya.

Iterasi k = 2

Tabel 11 Matriks Hasil Iterasi 2 Rute 1

	V1	V2	V3	V4	V5	V6
V1	0	4,4	4,4	3,5	2,4	4,1
V2	4,4	0	2,2	7,9	6,8	8,5
V3	4,4	2,2	0	0,75	6,8	8,5
W2 = V4	3,5	7,9	0,75	0	1,3	7,6
V5	2,4	6,8	6,8	1,3	0	3,6
V6	4,1	8,5	8,5	7,6	3,6	0

Sumber: Data primer yang diolah, 2021

Pada iterasi k = 2 dapat dilihat belum ada perubahan jarak.

Iterasi k = 3

Tabel 12 Matriks Hasil Iterasi 3 Rute 1

	V1	V2	V3	V4	V5	V6
V1	0	4,4	4,4	3,5	2,4	4,1
V2	4,4	0	2,2	2,95	6,8	8,5
W3= V3	4,4	2,2	0	0,75	6,8	8,5
V4	3,5	2,95	0,75	0	1,3	7,6
V5	2,4	6,8	6,8	1,3	0	3,6
V6	4,1	8,5	8,5	7,6	3,6	0

Sumber: Data primer yang diolah, 2021

Pada iterasi k = 3 terdapat perubahan jarak yang signifikan pada V2 dan V4

Iterasi k = 4

Tabel 13 Matriks Hasil Iterasi 4 Rute1

	V1	V2	V3	V4	V5	V6
V1	0	4,4	4,25	3,5	2,4	4,1
V2	4,4	0	2,2	2,95	4,25	8,5
W4 = V3	4,25	2,2	0	0,75	2,05	8,35
V4	3,5	2,95	0,75	0	1,3	7,6
V5	2,4	4,25	2,05	1,3	0	3,6
V6	4,1	8,5	8,35	7,6	3,6	0

Sumber: Data primer yang diolah, 2021

Jarak yang berubah pada iterasi k = 4 adalah terdapat antara V2 dengan V5 kemudian V3 dengan V1, V5 dan V6.

Iterasi k = 5

Tabel 14 Matriks Hasil Iterasi 5 Rute 1

	V1	V2	V3	V4	V5	V6
V1	0	4,4	4,25	3,5	2,4	4,1
V2	4,4	0	2,2	2,95	4,25	7,85
V3	4,25	2,2	0	0,75	2,05	5,65
V4	3,5	2,95	0,75	0	1,3	4,9
V5	2,4	4,25	2,05	1,3	0	3,6
V6	4,1	7,85	5,65	4,9	3,6	0

Sumber: Data primer yang diolah, 2021

Pada iterasi k = 5 terdapat perubahan jarak antara V6 dengan V2, V3, dan V4.

Iterasi k = 6

Tabel 15 Matriks Hasil Iterasi 6 Rute 1

	V1	V2	V3	V4	V5	V6
V1	0	4,4	4,25	3,5	2,4	4,1
V2	4,4	0	2,2	2,95	4,25	7,85
V3	4,25	2,2	0	0,75	2,05	5,65
V4	3,5	2,95	0,75	0	1,3	4,9
V5	2,4	4,25	2,05	1,3	0	3,6
V6	4,1	7,85	5,65	4,9	3,6	0

Sumber: Data primer yang diolah, 2021

Berdasarkan penghitungan akhir algoritma *Floyd Warshall* secara manual pada rute 1, didapatkan rute terpendek terpendeknya adalah V1-V6-V5-V4-V3-V2 yaitu sejauh 11,95 km. Untuk menentukan jalur distribusi yang optimal pada rute 2 proses *pickup* paket J&T Express Pasar Minggu dilakukan penghitungan manual algoritma *Floyd Warshall* dengan cara yang sama seperti penghitungan rute 1 di atas.

Tabel 16 Matriks Awal Algoritma *Floyd Warshall* Rute 2

	V1	V2	V3	V4	V5
V1	0	4,8	2	3,2	3,9
V2	4,8	0	2,7	∞	∞
V3	2	2,7	0	3,4	∞
V4	3,2	∞	3,4	0	1,2
V5	3,9	∞	∞	1,2	0

Sumber: Data primer yang diolah, 2021

Penghitungan algoritma akan dilakukan sama seperti penghitungan sebelumnya namun pada penghitungan rute 2 menggunakan matriks 5x5

Integrasi k = 1

Tabel 17 Matriks Hasil Iterasi 1 Rute 2

	V1	V2	V3	V4	V5
V1	0	4,8	2	3,2	3,9
V2	4,8	0	2,7	8	8,7
V3	2	2,7	0	3,4	5,9
V4	3,2	8	3,4	0	1,2
V5	3,9	8,7	5,9	1,2	0

W1 =

Sumber: Data primer yang diolah, 2021

Untuk iterasi k = 1 terdapat perubahan jarak antara V2 dengan V4 dan V5 kemudian V3 dengan V5

Iterasi k = 2

Tabel 18 Matriks Hasil Iterasi 2 Rute 2

	V1	V2	V3	V4	V5
V1	0	4,8	2	3,2	3,9
V2	4,8	0	2,7	8	8,7
V3	2	2,7	0	3,4	5,9
V4	3,2	8	3,4	0	1,2
V5	3,9	8,7	5,9	1,2	0

W2 =

Sumber: Data primer yang diolah, 2021

Dapat dilihat bahwa belum ada perubahan angka yang terjadi pada iterasi ini.

Iterasi k = 3

Tabel 19 Matriks Hasil Iterasi 3 Rute 2

	V1	V2	V3	V4	V5
V1	0	4,7	2	3,2	3,9
V2	4,7	0	2,7	6,1	8,6
V3	2	2,7	0	3,4	5,9
V4	3,2	6,1	3,4	0	1,2
V5	3,9	8,6	5,9	1,2	0

W3 =

Pada iterasi k = 3 terdapat perubahan jarak antara V2 dengan V1, V4 dan V5.

Iterasi k = 4

Tabel 20 Matriks Hasil Iterasi 4 Rute 2

	V1	V2	V3	V4	V5
V1	0	4,7	2	3,2	3,9
V2	4,7	0	2,7	6,1	7,3
V3	2	2,7	0	3,4	4,6
V4	3,2	6,1	3,4	0	1,2
V5	3,9	7,3	4,6	1,2	0

W4 =

Sumber: Data primer yang diolah, 2021

Pada iterasi k = 4 terjadi perubahan jarak pada V5 dengan V2 dan V3.

Iterasi k = 5

Tabel 21 Matriks Hasil Iterasi 5 Rute 2

	V1	V2	V3	V4	V5
V1	0	4,7	2	3,2	3,9
V2	4,7	0	2,7	6,1	7,3
V3	2	2,7	0	3,4	4,6
V4	3,2	6,1	3,4	0	1,2
V5	3,9	7,3	4,6	1,2	0

Sumber: Data primer yang diolah, 2021

Dalam penyelesaian iterasi terakhir yaitu k = 5 pada rute ini diperoleh *verteks* terpendeknya adalah V1-V5-V4-V3-V2 dengan jarak sejauh 11,2 km.

Pembahasan

Berdasarkan pehitungan manual Algoritma *Floyd Warshall* dalam mencari rute terpendek kegiatan alur *pickup* distribusi DC J&T Express Pasar Minggu didapatkan perbedaan jarak tempuh dan waktu tempuh sebagai berikut

Tabel 22 Perbandingan Penggunaan Jarak dan Waktu Rute 1

Jumlah Jarak Awal (km)	Jumlah Jarak Usulan (km)	Jumlah Waktu Awal (menit)	Jumlah Waktu Usulan (menit)
12,25	11,95	29	26

Sumber: Data primer yang diolah, 2021

Tabel 23 Perbandingan Penggunaan Jarak dan Waktu Rute 2

Jumlah Jarak Awal (km)	Jumlah Jarak Usulan (km)	Jumlah Waktu Awal (menit)	Jumlah Waktu Usulan (menit)
12,1	11,2	31	24

Sumber: Data primer yang diolah, 2021

Berdasarkan Tabel 21 dan 422 di atas, dapat dilihat perbedaan jarak tempuh dan waktu tempuh sebelum menggunakan metode Algoritma *Floyd Warshall* dan sesudah menggunakan metode tersebut. Perbandingan jarak pada rute 1 tidak begitu signifikan jika dibandingkan dengan perbedaan jarak pada rute 2 yang berarti rute yang digunakan oleh DC J&T Express Pasar Minggu sudah optimal, namun algoritma *Floyd Warshall* tetap dapat diimplementasikan untuk memperkirakan jarak terdekat pada alur rute *pickup* paket DC J&T Express Pasar Minggu. Hal ini sejalan dengan teori yang dipaparkan oleh Rita (2018) bahwa algoritma *Floyd Warshall* tidak hanya mencari rute terpendek antar dua simpul tertentu saja tetapi dapat membuat tabel rute terpendek antar seluruh simpul.

Hasil Penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Simanullang (2018) dengan judul "Penerapan Algoritma *Floyd Warshall* Pada Penentuan Rute

Distribusi Optimal (Studi Kasus; Penyaluran LPG 3kg PT Pertamina (Persero)). Dengan hasil penelitian yang menyatakan bahwa skor perbandingan jarak menggunakan algoritma *Floyd Warshall* 20,026 meter, sedangkan jarak awal adalah 20,555 meter. Jarak yang dihasilkan setelah menggunakan penghitungan manual algoritma *Floyd Warshall* selisih 518 meter lebih kecil.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, maka kesimpulan yang dapat ditarik sesuai dengan tujuan peneliti, yaitu setelah melakukan perhitungan manual menggunakan metode Algoritma *Floyd Warshall* diperoleh pengaruh positif terhadap rute distribusi yang dapat mengoptimalkan rute dan mempercepat waktu pengiriman sebanyak 300 meter dengan waktu tempuh lebih cepat 3 menit pada rute 1, dan 900 meter dengan waktu tempuh lebih cepat 7 menit pada rute 2.

Pada akhir dari penelitian ini dapat diberikan saran baik bagi DC J&T Express Pasar Minggu maupun peneliti lain, sebagai berikut:

1. Disarankan untuk peneliti selanjutnya untuk dapat menggambarkan model jaringan distribusi dengan lebih detail.
2. Hendaknya DC J&T Express Pasar Minggu dapat memperhitungkan rute awal untuk mengurangi waktu distribusi agar menjadi lebih optimum.
3. Dengan adanya rute baru bagi DC J&T Express Pasar Minggu dapat mengoptimalkan serta memperoleh penghematan jarak tempuh dan waktu tempuh.
4. Disarankan bagi peneliti selanjutnya untuk dapat merancang model optimasi pengiriman dengan menggunakan metode tambahan yang lebih baik dari metode sebelumnya yang keakuratannya mendekati 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- Beras, D., Beras, J. D., & Terpendek, R. (2018). *MODEL JARINGAN DISTRIBUSI BERAS OPTIMAL* Pendahuluan Landasan Teori Distribusi Pangan (*Beras*). 2(2), 101–111.
- Hamada, A., Muryastuti, K., Hartono, Y., & -, Y. (2016). Analisis Penentuan Rute Terbaik Menggunakan Shortest Route Problem dengan Metode UNSY untuk Meminimalisir Biaya Transportasi. *PERFORMA: Media Ilmiah Teknik Industri*, 15(1), 1–9. <https://doi.org/10.20961/performa.15.1.13736>
- Ernawati. (2017). *Implementasi Algoritma Semut Untuk Rute Terpendek*. 1–14.
- Agustina, D., & Fauzi, M. (2016). Penentuan Rute Distribusi Terpendek Menggunakan Metode Saving Matrix Dan Cluster First-Route Second (Studi Kasus PT Herbalife cabang Yogyakarta). *Seminar Nasional Teknik Industri Universitas Gadjah Mada*, 60–68.

7 Fungsi Manajemen Logistik dan Pengertiannya - Tiga Permata Logistik. (n.d.). Retrieved April 28, 2021, from <https://www.3pl.co.id/7-fungsi-manajemen-logistik-dan-pengertiannya/>

Memahami Manajemen Transportasi dan Distribusi | Workmate. (n.d.). Retrieved April 28, 2021, from <https://www.workmate.asia/id/blog/memahami-manajemen-transportasi-dan-distribusi>