

Rancangan Perbaikan Rute Distribusi dengan *Time Window*

Richo Paulus Supit¹⁾ dan Fransiska Hernina Puspitasari²⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jl. Babarsari No. 43, Depok, Sleman, DIY 55281
Email: r.supit@gmail.com, fransiska.hernina@uajy.ac.id

ABSTRAK

CV XYZ merupakan salah satu distributor es krim Nestle dimana aktivitas distribusinya meliputi Daerah Istimewa Yogyakarta dan dilakukan di hari Senin, Selasa, Kamis, dan Jumat menggunakan sebuah truk. Namun, CV XYZ memiliki permasalahan rute distribusi yang lama dan jauh dalam mengantarkan pesanan ke retailer-retailernya yang masing-masing memiliki *time window* atau batasan waktu kunjungan masing-masing *customer*. Hal ini dapat terjadi karena sopir yang bertugas membentuk rute pengiriman berdasarkan intuisinya. Oleh karena itu, penelitian ini akan memperbaiki rute pengiriman yang mempertimbangkan *time window* di masing-masing retailer agar jarak minimum, meminimalkan biaya bahan bakar, dan waktu kerja. Pada penelitian ini, rute di masing-masing hari akan disusun ulang menggunakan metode *nearest neighbour* untuk memperpendek jarak. Lalu, pada masing-masing rute akan dihitung biaya bahan bakarnya. Hasil rancangan rute distribusi menunjukkan penurunan jarak sebesar 3% - 16%, bahan bakar sebesar Rp 1.662,00 – Rp 6.967,00, dan waktu kerja sebesar 4% - 8%.

Kata kunci: Biaya bahan bakar, jarak, *nearest neighbour*, rute pengiriman, *time window*.

1. Pendahuluan

Negara Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang memiliki dua musim, yaitu musim penghujan dan musim kemarau. Salah satu persoalan yang dialami negara tropis adalah panas yang ditimbulkan oleh radiasi sinar matahari (Karyono, 2001). Cuaca yang panas ini dapat menjadi salah faktor pendorong bisnis es krim meningkat di Indonesia. Menurut Andjono (2019), permintaan es krim terus bertambah karena iklim tropis Indonesia sehingga banyak industri es krim baru yang mengembangkan bisnisnya di Indonesia. Wall's, Campina, Glico, Baskin Robbins, Diamond, Haagen Dazs, dan Nestle merupakan industry-industri es krim yang berkembang di Indonesia. Selain itu, rasa dan kandungan nilai gizi es krim yang tinggi, seperti karbohidrat, protein, dan lemak, menyebabkan es krim digemari oleh banyak orang (Novanda & Widodo, 2022).

CV XYZ merupakan distributor es krim Nestle yang berada di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta dan memiliki konsumen-konsumen dari konsumen usaha berskala kecil sampai dengan berskala besar, seperti Superindo. CV XYZ melakukan pendistribusian produk di hari Senin, Selasa, Kamis, dan Jumat dimulai pukul 08.00 sampai dengan selesai. Di hari Rabu, CV ini tidak melakukan aktivitas pendistribusian barang karena meng-*install freezer* pada konsumen baru dan meng-*uninstall freezer* untuk konsumen yang beberapa kali tidak mencapai target penjualan. Pendistribusian barang menggunakan satu armada truk, Mitsubishi L300, yang memiliki kapasitas cukup dalam sekali siklus pengantaran dan sudah dilengkapi dengan *freezerbox*. Beberapa konsumen CV XYZ memiliki *time window* yang harus dipenuhi. Selama ini, sopir truk hanya mengikuti rute yang biasa dijalankan tanpa memperhatikan jarak. Hal ini menyebabkan keluhan bahwa rute yang ditempuh dirasa terlalu lama dan jauh. Selain itu, waktu kerja sopir pun menjadi lama dimana waktu kerja yang dimaksud di sini adalah waktu tempuh dan waktu pelayanan.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan penyelesaian rute distribusi. Oktavia dkk (2019) dan Christata (2019) melakukan perbaikan rute distribusi yang bertujuan meminimalkan total jarak dan biaya transportasi menggunakan metode *nearest neighbour*. Begitupula dengan penelitian milik Amri dkk (2015), perbaikan rute distribusi dilakukan dengan meminimalkan jarak dan biaya lembur sopir pada distributor PT. Coca Cola, Nganjuk dengan metode yang sama. Hal yang serupa masih dijumpai pada penelitian Hutasoit (2014) terkait penentuan rute

distribusi es balok untuk mendapatkan rute terpendek menggunakan metode *nearest neighbour* dan *local search*.

Berdasarkan penelitian-penelitian di atas, penelitian ini juga menyelesaikan permasalahan rute distribusi pada CV XYZ menggunakan metode *nearest neighbour*. Perbaikan rute distribusi diharapkan tidak hanya dapat meminimalkan jarak dan biaya bahan bakar, namun juga waktu kerja sopir armada truk.

2. Metode

Metode perbaikan rute distribusi yang digunakan pada paper ini adalah metode *nearest neighbour*. Rute distribusi aktual pun juga akan dianalisis untuk melihat jarak yang dihasilkan dan dibandingkan dengan rute distribusi menggunakan *nearest neighbour*.

Tahap pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan beberapa data, seperti jarak dari depot ke pelanggan, jarak antar pelanggan, waktu tempuh yang dibutuhkan dalam aktivitas distribusi, durasi waktu pelayanan di masing-masing konsumen, jumlah permintaan masing-masing konsumen, *time window* masing-masing konsumen, dan biaya bahan bakar. Matriks jarak yang didapatkan bersifat asimetris. Kecepatan rata-rata armada dipertimbangkan untuk menghitung waktu tempuh.

Metode *nearest neighbour* merupakan salah satu bagian dari *vehicle routing problem* yang bersifat *heuristic*. Metode ini memiliki algoritma dengan mempertimbangkan *time window* sebagai berikut (Pop, 2011).

- 1) Membuat matriks jarak dari depot ke retailer dan jarak antar retailer.
- 2) Mengecek *time window* retailer apakah ada yang berdekatan. Jika ada, lanjut ke langkah 3. Jika tidak, lanjut ke langkah 4.
- 3) Mengelompokkan retailer yang memiliki *time window* berdekatan dan mengurutkannya.
- 4) Mengurutkan retailer sesuai dengan metode *nearest neighbour*. Berikut merupakan beberapa langkah dalam metode tersebut:
 - i. Menentukan titik awal, yaitu depot sebagai lokasi asal (*origin*).
 - ii. Mencari lokasi retailer yang belum pernah dikunjungi dan memiliki jarak terpendek dari lokasi asal.
 - iii. Mencari lokasi retailer selanjutnya yang belum pernah dikunjungi dengan jarak terpendek dari lokasi sebelumnya.
 - iv. Jika semua retailer sudah dikunjungi, maka *stop*. Jika belum, maka kembali ke langkah (ii).
- 5) Mengecek kembali di setiap retailer apakah waktu kedatangan armada sudah sesuai dengan *time window*-nya. Apabila waktu kedatangan armada melebihi batas akhir dari *time window*, maka retailer sebelumnya dihapus. Namun, apabila waktu kedatangan armada sebelum batas akhir dari *time window*, maka retailer lain dapat ditambahkan untuk dilayani.

Dalam pencarian jarak, penulis menggunakan aplikasi Google Maps. Google Maps membantu untuk menghitung jarak antar lokasi, rute distribusi menggunakan kendaraan roda empat, jarak tempuh tercepat, dan kepadatan arus lalu-lintas.

3. Hasil dan Pembahasan

CV. XYZ merupakan salah satu distributor es krim Nestle yang mendistribusikan ke retailer-retailer yang ada di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) sejak tahun 2017. CV XYZ ini berlokasi di Babadan, Purwomartani, Kalasan, Sleman, DIY. Aktivitas distribusinya dilakukan di hari Senin, Selasa, Kamis, dan Jumat. Di masing-masing hari tersebut, sopir mengantarkan produk es krim ke berbagai macam retailer. Biasanya, retailer dapat membuat pesannya maksimal dua hari sebelum aktivitas distribusi dilakukan. CV XYZ dan retailer membuat kesepakatan bersama mengenai lokasi-lokasi retailer mana saja yang dikunjungi untuk

masing-masing hari Senin, Selasa, Kamis, dan Jumat yang ditunjukkan pada Tabel 1. Pada Tabel 1 di bawah ini juga menunjukkan urutan rute harian yang biasa digunakan oleh sopir untuk mengantarkan es krim.

Tabel 1. Rute Distribusi Awal

Senin		Selasa		Kamis		Jumat	
Kode Retailer	Nama Retailer	Kode Retailer	Nama Retailer	Kode Retailer	Nama Retailer	Kode Retailer	Nama Retailer
33	Toko Reva	10	GMT	30	Merly	37	Carrefour
48	Circle K Tamansiswa	27	Intan Sarana	9	Sky Mart	13	EasyMart Adisucipto
40	Lion Superindo Seturan	29	Xmot	36	Lotte Shopping	2	Diana
15	Sarasa	25	Galang	14	EasyMart Seturan	6	Ghani Swalayan
16	Intan Supertoko	20	Toko MM Maju	38	Lion Superindo Seturan	52	Hypermart Adisucipto
35	Supermarket Progo	43	Lion Superindo Gito Gati	23	Toko Khansa	39	Lion Superindo Klitren
34	Kedai Kopi Mataram	47	Indogrosir	12	Toko Rizky	26	Tamara Mart
50	Circle K Malioboro	54	Hypermart Sinduadi	4	Toko Welsa	28	MS Swalayan
19	Sari Ilmu	44	Lion Superindo Cokroaminoto	8	Sembako Mart	49	Circle K Affandi
22	Kemkid Mart	7	Sukses Mart	17	Peppy Swalayan	32	Artika Mart
46	Lion Superindo Sonosewu	18	Omega Mart	21	Dikarto Cemal Cemil	31	Hesti
45	Lion Superindo Bantul	24	AdyaMart	53	Hypermart Kaliwaru	11	Pujasera
3	Damai Swalayan	51	Circle K Jl Magelang	5	Cemara 7	1	IO Mart
42	Lion Superindo Menukan			41	Lion Superindo Kaliurang		

Setelah mengetahui rute awal, rute perbaikan pun akan dibuat. Namun, sebelum membentuk rute perbaikan, perhitungan biaya bahan bakar armada, matriks jarak, dan waktu tempuh dilakukan. Jarak mempengaruhi perhitungan bahan bakar. Semakin jauh jarak yang ditempuh, semakin besar pula biaya bahan bakar yang dibutuhkan. Bahan bakar yang digunakan oleh armada ini adalah solar. Google Maps membantu dalam menyusun matriks jarak dari depot ke setiap retailer dan jarak antar retailer. Di dalam Google Maps, beberapa alternatif rute akan diberikan untuk mencapai daerah tujuan. Di sini, penulis menggunakan rute dengan jarak terpendek dari beberapa alternatif tersebut dengan asumsi lalu lintas relatif lancar. Matriks jarak yang dihasilkan berupa matrik jarak asimetris. Selain itu, Google Maps pun menghasilkan waktu tempuh antar lokasi. Waktu tempuh ini digunakan dalam menghitung kecepatan armada.

Seperti diketahui bahwa rumus menghitung kecepatan adalah jarak dibagi waktu tempuh. Waktu tempuh yang digunakan dalam perhitungan kecepatan adalah waktu tempuh dari depot ke retailer dengan jarak terjauh. Contoh, pada hari Senin, CV XYZ mengantarkan pesanan ke retailer 45, retailer terjauh dengan jarak 23 km. Pengambilan waktu tempuh dilakukan dengan mengambil rerata waktu tempuh beberapa sampel dari pukul 08.00 sampai dengan pukul 16.00. Lalu, kecepatan armada ditentukan dari jarak dibagi rata-rata waktu tempuh.

Langkah selanjutnya adalah menyusun rute distribusi menggunakan metode *nearest neighbour*. Berikut merupakan persamaan untuk menghitung waktu kedatangan dan waktu keberangkatan.

$$at_j = dt_i + c_{ij} \quad (1)$$

$$dt_j = at_j + st_j \quad (2)$$

Keterangan:

at_j = waktu kedatangan j (*arrival time j*)

dt_i = waktu keberangkatan i (*departure time i*)

dt_j = waktu keberangkatan j (*departure time j*)

c_{ij} = waktu tempuh i ke j

st_j = waktu pelayanan j (*service time j*)

Perhitungan waktu di atas membantu penulis untuk mengetahui apakah armada truk datang sesuai dengan *time window* yang telah disepakati oleh pihak CV XYZ dengan pihak retailer.

3.1. Pembuatan Rute Senin

Matriks jarak dari depot ke tiap retailer dan jarak antar retailer yang dikunjungi di hari Senin telah dibuat di awal. Langkah selanjutnya adalah mengecek *time window* di masing-masing retailer. Perlu diingat bahwa tidak semua retailer memiliki *time window*. Jumlah retailer di hari Senin yang memiliki *time window* adalah lima retailer, yaitu kode retailer 35, 40, 42, 45, 46. Pembentukan rute terpendek pun dilakukan yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rute Distribusi Usulan Hari Senin

Dari	Ke	Waktu Tempuh	Waktu Pelayanan	Kedatangan	Keberangkatan	Time Window
0	33	00:04	00:06	08:04	08:10	
33	15	00:24	00:09	08:34	08:43	
15	16	00:02	00:05	08:45	08:50	
16	40	00:03	00:36	08:53	09:29	08.30-10.00
40	35	00:02	00:29	09:31	10:00	09.30-10.30
35	34	00:02	00:09	10:02	10:11	
34	50	00:02	00:11	10:13	10:24	
50	19	00:01	00:09	10:25	10:34	
19	22	00:02	00:10	10:36	10:46	
22	46	00:06	00:23	10:52	11:15	10.00-12.00
46	45	00:06	00:16	11:21	11:37	10.00-12.00
45	3	00:01	00:09	11:38	11:47	
3	42	00:03	00:30	11:50	12:20	11.00-13.00

42	48	00:04	00:09	12:24	12:33	
48	0	00:29	-	13:02	-	

3.2. Pembuatan Rute Selasa

Matriks jarak dari depot ke tiap retailer dan jarak antar retailer yang dikunjungi di hari Selasa telah dibuat di awal. Langkah selanjutnya adalah mengecek *time window* di masing-masing retailer. Jumlah retailer di hari Selasa yang memiliki *time window* adalah empat retailer, yaitu kode retailer 43, 44, 47, 54. Pembentukan rute terpendek pun dilakukan yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rute Distribusi Usulan Hari Selasa

Dari	Ke	Waktu Tempuh	Waktu Pelayanan	Kedatangan	Keberangkatan	Time Window
0	10	00:08	00:10	08:08	08:18	
10	27	00:12	00:09	08:30	08:39	
27	29	00:04	00:07	08:43	08:50	
29	25	00:02	00:10	08:52	09:02	
25	20	00:09	00:11	09:11	09:22	
20	43	00:08	00:16	09:30	09:46	09:00-10:30
43	24	00:07	00:06	09:53	09:59	
24	51	00:02	00:10	10:01	10:11	
51	47	00:06	00:30	10:17	10:47	09:30-10:30
47	54	00:01	00:33	10:48	11:21	10:00-11:30
54	7	00:09	00:08	11:30	11:38	
7	18	00:06	00:08	11:44	11:52	
18	44	00:09	00:29	12:01	12:30	11:30-13:30
44	0	00:35	-	13:05		

3.3. Pembuatan Rute Kamis

Matriks jarak dari depot ke tiap retailer dan jarak antar retailer yang dikunjungi di hari Kamis telah dibuat di awal. Langkah selanjutnya adalah mengecek *time window* di masing-masing retailer. Jumlah retailer di hari Kamis yang memiliki *time window* adalah empat retailer, yaitu kode retailer 36, 38, 41, 53. Pembentukan rute terpendek pun dilakukan yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rute Distribusi Usulan Hari Kamis

Dari	Ke	Waktu Tempuh	Waktu Pelayanan	Kedatangan	Keberangkatan	Time Window
0	30	00:07	00:09	08:07	08:16	
30	9	00:04	00:09	08:20	08:29	
9	36	00:05	00:21	08:34	08:55	08:30-10:30
36	4	00:07	00:07	09:02	09:09	
4	12	00:02	00:08	09:11	09:19	
12	23	00:08	00:09	09:27	09:36	
23	38	00:03	00:18	09:39	09:57	08:30-

						10.30
38	14	00:02	00:07	09:59	10:06	
14	53	00:05	00:35	10:11	10:46	10:00-11:00
53	21	00:05	00:09	10:51	11:00	
21	41	00:01	00:29	11:01	11:30	10:30-12:30
41	5	00:04	00:09	11:34	11:43	
5	8	00:06	00:06	11:49	11:55	
8	17	00:03	00:10	11:58	12:08	
17	0	00:15	-	12:23	-	

3.4. Pembuatan Rute Jumat

Matriks jarak dari depot ke tiap retailer dan jarak antar retailer yang dikunjungi di hari Kamis telah dibuat di awal. Langkah selanjutnya adalah mengecek *time window* di masing-masing retailer. Jumlah retailer di hari Jumat yang memiliki *time window* adalah tiga retailer, yaitu kode retailer 37, 39, 52. Pembentukan rute terpendek pun dilakukan yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rute Distribusi Usulan Hari Jumat

Dari	Ke	Waktu Tempuh	Waktu Pelayanan	Kedatangan	Keberangkatan	<i>Time Window</i>
0	1	00:08	00:10	08:08	08:18	
1	11	00:07	00:08	08:25	08:33	
11	13	00:09	00:06	08:42	08:48	
13	37	00:02	00:33	08:50	09:23	08:30-10:00
37	2	00:04	00:07	09:27	09:34	
2	6	00:02	00:06	09:36	09:42	
6	52	00:05	00:37	09:47	10:24	09:00-10:30
52	39	00:02	00:29	10:26	10:55	09:00-11:00
39	31	00:03	00:05	10:58	11:03	
31	26	00:04	00:09	11:07	11:16	
26	28	00:02	00:05	11:18	11:23	
28	49	00:01	00:09	11:24	11:33	
49	32	00:04	00:08	11:37	11:45	
32	0	00:27	-	12:12	-	

3.5. Perbandingan Rute Awal dan Rute Usulan

Setelah selesai membuat rute perbaikan yang merupakan rute usulan di masing-masing hari, maka perbandingan total jarak, waktu kerja, dan biaya bahan bakar antara rute awal dan rute usulan dilakukan. Berikut merupakan Tabel 6 yang menunjukkan perbandingan antara rute awal dan rute usulan:

Tabel 6. Perbandingan Rute Distribusi Awal dan Rute Distribusi Usulan

Rute Awal			
	Jarak (km)	Waktu Kerja (jam)	Biaya Bahan Bakar (Rp)
Senin	57,37	5,30	Rp 45.418,00
Selasa	60,20	5,52	Rp 47.658,00
Kamis	40,65	4,62	Rp 32.181,00
Jumat	40,40	4,37	Rp 31.983,00
Rute Usulan			
Senin	48,57	5,03	Rp 38.451,00
Selasa	58,1	5,08	Rp 45.996,00
Kamis	34,15	4,38	Rp 27.035,00
Jumat	38,15	4,20	Rp 30.202,00

Berdasarkan tabel di atas, total jarak rute usulan memberikan penurunan sebesar 15% terhadap rute awal pada hari Senin, 3% pada hari Selasa, 16% pada hari Kamis, dan 6% pada hari Jumat. Selain itu, waktu kerja pendistribusian barang juga mengalami penurunan sebesar 5% pada hari Senin, 8% pada hari Selasa, 5% pada hari Kamis, dan 4% pada hari Jumat. Total biaya bahan bakar pun mengalami penurunan sebesar Rp 6.967,00 untuk hari Senin, Rp 1.662,00 untuk hari Selasa, Rp 5.116,00 untuk hari Kamis, dan Rp 1.781,00 untuk hari Jumat.

4. Simpulan

Setelah melakukan perbaikan rute distribusi pada CV XYZ, total jarak, biaya bahan bakar, dan total waktu kerja mengalami penurunan di masing-masing hari. Penurunan total jarak yang ditempuh sebesar 3% - 16%, penurunan total biaya bahan bakar sebesar Rp 1.662,00 – Rp 6.967,00, dan penurunan waktu kerja sopir sebesar 4% - 8%.

Daftar Pustaka

- Andjono. (2019, April 11). Pasar Indonesia menjanjikan, produsen es krim bermunculan. <https://m.bisnis.com/amp/read/20190411/9/910680/pasar-indonesia-menjanjikan-produsen-es-krim-bermunculan>
- Amri, M., Rahman, A., dan Yuniarti, R. (2015). *Vehicle routing problem* dengan menggunakan metode *nearest neighbour*. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 2(1), 36-45.
- Christata, B.R. (2019). Pembagian beban dan penentuan rute distribusi pada Polar Ice Crystal Yogyakarta dengan pendekatan *nearest neighbour*. (Skripsi). Program Studi Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Hutasoit, C., Susanty, S., dan Imran, A. (2014). Penentuan rute distribusi es balok menggunakan algoritma *nearest neighbour* dan *local search*. *Reka Integra*, 2(2), 268-276.
- Karyono, T.H. (2001). Wujud kota tropis di Indonesia: Suatu pendekatan iklim, lingkungan, dan energi. *Dimensi Teknik Arsitektur*, 29(2), 141-146.
- Novanda, W.A., dan Widodo, A. (2022). Pengaruh *brand positioning* terhadap *purchasing decision* dengan *variable intervening product quality* (studi pada produk es krim Campina di kota Bandar Lampung). *e-Proceeding of Management*, 9(3), 1523-1536.
- Oktavia, C.W., Natalia, C., dan Adigunawan, I. (2019). Penentuan jalur rute distribusi produk fast moving consumer goods (FMCG) dengan menggunakan metode *nearest neighbour*. *Al-azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, 5(2), 102-106.

Pop, P. (2011). Heuristics algorithm for solving the generalized vehicle routing problem.
International Journal Computers, Communication, and Control, 6(1), 158-165.