



Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Metode *Savings Matrix*, *Nearest Neighbor*, dan *2-Opt* pada CV X

Ferdi Prabowo¹, Arif Imran², Hendro Prasetyo³

^{1,2,3}Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional Bandung, Bandung

*Corresponding author: ferdiprabowo007@gmail.com

ARTICLE INFORMATION

Received: 20 Desember 2022
Revised: 08 Maret 2023
Accepted: 09 September 2023
Available online: 25 September 2023

KEYWORDS

2-opt,
Nearest neighbor,
Savings matrix,
CVRP

ABSTRACT

CV X merupakan perusahaan yang memproduksi kemeja. Produk tersebut didistribusikan ke 26 toko yang terdapat di Kota Bandung. Proses pendistribusiannya masih dilakukan berdasarkan perkiraan driver saja tanpa memperhatikan banyaknya permintaan dari setiap toko dan kapasitas alat angkut yang dimiliki perusahaan. Cara pengiriman tersebut mengakibatkan barang yang dikirim sering mengalami keterlambatan. Permasalahan yang dihadapi perusahaan ini dikenal juga sebagai *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP). Pada penelitian ini diusulkan metode *Savings Matrix*, *Nearest Neighbor*, dan *2-Opt* untuk mendapatkan rute distribusi yang lebih baik sehingga keterlambatan dapat dikurangi atau dihilangkan. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh total jarak sebesar 157,31 km dengan waktu 480 menit, sedangkan awalnya total jarak 190,41 km dan waktu 588 menit. Besarnya penghematan jarak yang didapat yaitu sebesar 17,384% atau dapat menghemat total jarak tempuh sebesar 33,1 km.

I. PENDAHULUAN

Distribusi merupakan proses penyampaian produk ke tangan konsumen. Lokasi suatu pabrik, gudang atau pusat distribusi ialah suatu yang strategis dengan implikasi biaya yang substansial, hampir seluruh perusahaan yang memiliki lebih dari satu pabrik, gudang atau pusat distribusi akan mempertimbangkan dan mengevaluasi lokasi yang ada untuk memenuhi permintaan yang berada di beberapa lokasi atau titik yang berbeda, maka untuk mengambil sebuah keputusan yang rasional diperlukan sejumlah teknik untuk membantu mengambil keputusan [1].

CV X merupakan perusahaan yang memproduksi kemeja. Kemeja yang dihasilkan didistribusikan ke toko-toko yang terdapat di Kota Bandung. Jumlah toko yang dilayani berjumlah 26 toko. Masing-masing toko tersebut memiliki jumlah permintaan yang berbeda-beda. Alat angkut yang digunakan

untuk mendistribusikan produk adalah 3 unit sepeda motor dengan kapasitas setiap motornya sebanyak 100 pcs.

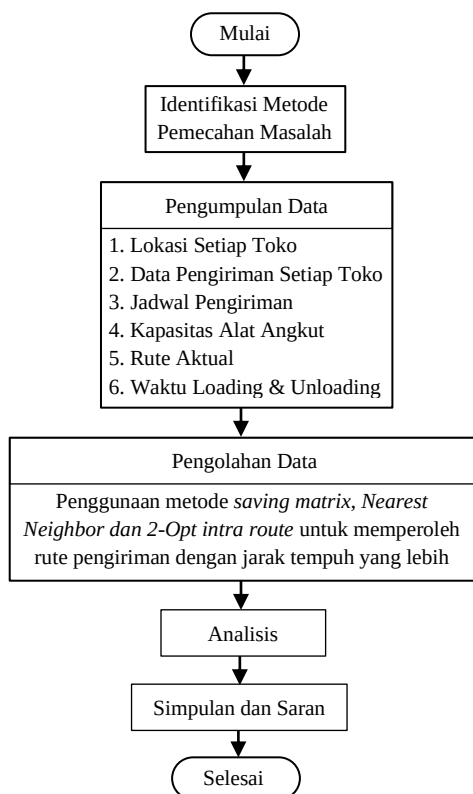
Pendistribusian produk dilakukan setiap hari pada pukul 14.00-17.00 WIB. Sampai saat ini, CV X masih melakukan rute pendistribusian berdasarkan perkiraan *driver* saja tanpa memperhatikan banyaknya permintaan dari setiap toko dan kapasitas alat angkut yang dimiliki perusahaan. Hal tersebut mengakibatkan pendistribusian menjadi kurang efektif dan efisien karena sering kali terjadi keterlambatan dalam pengiriman produk.

Permasalahan tersebut umumnya dikenal dengan *Vehicle Routing Problem* (VRP). *Vehicle Routing Problem* (VRP) didefinisikan sebagai permasalahan mencari rute dengan biaya minimum dari suatu depot ke agen yang letaknya tersebar dengan jumlah permintaan yang berbeda-beda [2]. Tujuan dari VRP adalah untuk dapat menentukan rute terpendek

pengiriman barang sesuai dengan permintaan yang telah ditentukan. Permasalahan pengiriman yang dihadapi oleh perusahaan dapat digolongkan ke dalam *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP). CVRP merupakan suatu permasalahan yang berfokus pada pendistribusian barang dari gudang perusahaan ke setiap pelanggannya [3]. Dalam CVRP setiap kendaraan berangkat dan kembali ke tempat yang sama, kendaraan yang digunakan homogen (sejenis) dan setiap konsumen hanya dapat dilayani satu kendaraan. Untuk mengurangi atau menghilangkan keterlambatan, sangat penting untuk menentukan rute yang lebih baik dengan memperhatikan jarak dari setiap toko dan kapasitas setiap alat angkutnya agar dapat menghindari keterlambatan pengiriman produk. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh rute pengiriman yang lebih baik sehingga dapat menghasilkan jarak tempuh yang lebih kecil agar tidak terjadi keterlambatan.

II. METODE

Desain penelitian yang digunakan termasuk kedalam jenis penelitian kuantitatif. Metode yang digunakan antara lain *Savings Matrix*, *Nearest Neighbor*, dan *2-Opt intra route*. Tahapan-tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Penelitian

Tujuan dilakukannya identifikasi metode pemecahan masalah adalah mengetahui metode yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan. Setelah mengetahui permasalahan serta metode pemecahan masalah yang tepat, dilakukan pengumpulan data. Data yang dikumpulkan didapatkan melalui wawancara terhadap pihak perusahaan. Data lokasi setiap toko merupakan titik koordinat yang didapatkan dengan menggunakan bantuan *google maps*. Adapun kecepatan rata-rata kendaraan yang didapatkan melalui Survei Primer Bandung Road Safety Annual Report 2017. Hasil data yang diperoleh kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data. Pengolahan data yang pertama yaitu mengelompokkan toko-toko dengan menggunakan metode *Savings Matrix*. Toko-toko yang telah dikelompokkan akan dilakukan pengurutan tujuan toko dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor*. Hasil dari rute yang telah didapat diperbaiki lagi menggunakan metode *2-Opt intra route* agar mendapatkan rute tujuan dengan jarak tempuh yang lebih kecil. Hasil akhir dari pengolahan data adalah penarikan kesimpulan.

1. *Savings Matrix*

Metode *Savings Matrix* pada hakikatnya adalah metode yang digunakan untuk meminimumkan jarak atau waktu atau ongkos dengan mempertimbangkan kendala-kendala yang ada [4]. Artinya, metode ini akan meminimumkan jarak yang ditempuh oleh semua kendaraan atau alat angkut yang digunakan perusahaan untuk mendistribusikan produknya. Langkah-langkah yang digunakan dalam metode *Savings Matrix* yaitu sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi Matriks Jarak
2. Mengidentifikasi Matriks Penghematan (*savings matrix*)
3. Mengalokasikan Toko ke Kendaraan atau Rute
4. Mengurutkan Toko (Tujuan) dalam Rute yang Sudah Terdefinisi

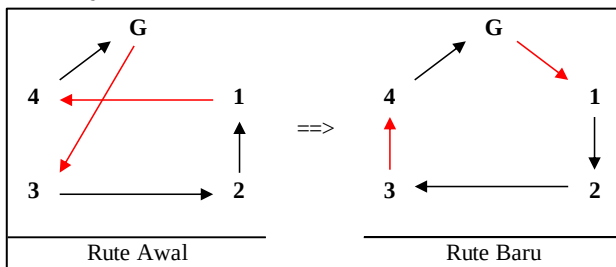
2. *Nearest Neighbor*

Metode *Nearest Neighbor* merupakan metode yang sangat sederhana. Setiap langkah perhitungannya, dilakukan pencarian pelanggan terdekat dengan pelanggan selanjutnya sampai pelanggan yang terakhir untuk rute yang dilalui. Rute baru dimulai dengan cara yang sama apabila tidak terdapat posisi yang fisibel untuk menempatkan pelanggan baru karena kendala kapasitas atau time

windows. Prinsipnya adalah selalu menambahkan toko yang jaraknya paling dekat dengan toko yang kita kunjungi terakhir. Untuk langkah lebih rinci dapat dilihat pada [5] dan [6].

3. 2-Opt Intra Route

Pada metode 2-Opt perbaikan dilakukan dengan cara memindahkan dua buah edge, kemudian menghubungkan kembali lintasan sehingga menjadi lintasan baru [7]. Ilustrasi dari metode 2-Opt dapat dilihat pada Gambar 2. Pada Gambar 1., terdapat suatu pengiriman dengan rute awal G-3-2-1-4-G. Dengan menerapkan metode 2-Opt persilangan antara busur G-3 dan busur 1-4 dapat dihilangkan sehingga diperoleh total jarak yang lebih pendek. Rute baru yang terbentuk adalah G-1-2-3-4-G. Metode ini telah digunakan untuk masalah VRP dan variannya dalam [8] dan [9].



Gambar 2. Ilustrasi Metode 2-Opt

III. HASIL DAN DISKUSI

Penelitian dilakukan pada perusahaan yang mendistribusikan produknya ke 26 toko yang berbeda setiap harinya. Proses pengiriman dilakukan dengan

jenis alat angkut berupa 3 unit motor yang memiliki kapasitas angkut masing-masing sebanyak 100 unit. Pengiriman produk dilakukan setiap hari yang dilakukan dalam kurun waktu 3 jam. Waktu *loading* dan waktu *unloading* yang diperlukan untuk memasukkan produk dari gudang ke kendaraan dan mengeluarkan produk dari kendaraan ke toko yaitu masing-masing selama 1 menit. Tabel 1 berikut berisi data permintaan dari seluruh toko setiap harinya yang dapat dilihat pada.

Tabel 1. Data Permintaan

Toko	Permintaan	Toko	Permintaan
Toko 1	40	Toko 14	25
Toko 2	20	Toko 15	20
Toko 3	25	Toko 16	20
Toko 4	25	Toko 17	20
Toko 5	30	Toko 18	20
Toko 6	20	Toko 19	20
Toko 7	35	Toko 20	20
Toko 8	20	Toko 21	30
Toko 9	35	Toko 22	20
Toko 10	30	Toko 23	30
Toko 11	30	Toko 24	25
Toko 12	35	Toko 25	20
Toko 13	20	Toko 26	20

Matrix jarak antar toko didapat dengan menggunakan bantuan *google maps* yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Urutan pengantaran beserta total jarak & waktu sebelum metoda usulan digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Matrix Jarak (km)

Dari Ke	Gudang	Toko 1	Toko 2	Toko 3	Toko 4	Toko 5	Toko 6	Toko 7	Toko 8	Toko 9	Toko 10	Toko 11	Toko 12	Toko 13	Toko 14	Toko 15	Toko 16	Toko 17	Toko 18	Toko 19	Toko 20	Toko 21	Toko 22	Toko 23	Toko 24	Toko 25	Toko 26
Toko 1	11,4																										
Toko 2	7,2	5,4																									
Toko 3	11,9	9,8	9																								
Toko 4	8	7,6	6,1	14,3																							
Toko 5	10,5	9,3	8,5	2,8	15																						
Toko 6	5	13,8	9,2	14,9	7,6	12,5																					
Toko 7	7,7	6,4	5,5	3,9	10	1,8	10,7																				
Toko 8	1,8	12,9	8,6	12,9	9,4	10,5	6,4	9,4																			
Toko 9	8	9,2	6,6	16,9	2,5	14,8	8,1	14,4	9,5																		
Toko 10	8,3	17,3	15,2	19	11,1	16,6	6,8	15,6	9,4	11,6																	
Toko 11	7,4	4,1	0,6	8,8	5,4	6,4	7,1	6	7,8	7,4	14,9																
Toko 12	8,2	3,3	2,4	10	5,2	7,6	8	7,2	8,7	7,6	15	1,5															
Toko 13	7,3	4,2	1,9	8,9	6,4	6,5	8,2	5,9	8,9	8,8	14,9	1,7	1,2														
Toko 14	11,1	1,8	5,8	10,8	8,4	8,3	10,8	7,8	11,5	10,5	18,5	4,3	3,1	3,4													
Toko 15	13,5	1,6	7,5	17,1	7,5	10	14,4	9,6	13,7	9,7	17,3	7,7	5,3	5,6	2,4												
Toko 16	6,5	7,3	3	13	2,6	10,7	7,3	9,2	8	5	12,3	3,1	4	4,5	8	8,7											
Toko 17	6	9,5	5	14,2	3,3	11,8	5,2	11,4	6,5	3,8	11,1	5,2	6,1	5,9	10	10,7	4,3										
Toko 18	8,7	4,6	2,5	11,5	4,7	9,1	9,4	8,9	10,1	6,3	13,9	2,7	2,7	3	5,2	6	3,7	5,7									
Toko 19	12,5	4,2	6,4	10,9	10,6	8,9	12,7	8,4	13,4	12,8	20,4	6,2	5,7	5,3	3,2	3,1	9,3	10,7	7,2								
Toko 20	9,8	1,8	3,9	10,6	6,5	8,2	9,4	7,8	10,1	8,9	16,7	2,9	1,6	1,9	2,5	3,3	5,5	7,4	2,8	5,2							
Toko 21	3,8	9,2	5,4	7,7	10	6,5	7,5	6	4,8	10,5	11,5	6,1	6,6	5,8	8,7	10,5	7,1	8	7,4	10,1	7,5						
Toko 22	8,4	6,8	3,4	12,3	3,3	10	8,7	9,5	9,3	5,7	13,1	3,6	4,3	4,6	6,9	8	2,9	4,9	1,7	10	4,5	9,2					
Toko 23	1,6	10,5	6,2	10,1	8,4	7,7	4,6	7,3	3,3	8,9	9,4	5,8	5,8	5,9	9,9	11,8	5,5	6,4	7,7	11,4	7,4	2,7	7,4				
Toko 24	7,1	4,4	0,5	9	5	6,7	7,4	6,2	8,1	7,4	14,7	0,26	1,1	1,7	5,1	5,8	4	5,4	3,3	7,8	2,7	7	3,6	6,1			
Toko 25	5,2	6,9	3,4	7,4	7,1	5	7,8	4,6	6,9	10,5	13,1	4,1	4,2	3,4	6,4	8,6	5,4	8	5,4	8,2	5,2	4,6	5,7	4,1	3,8		
Toko 26	5,2	6,7	3	7,4	6,6	5	6,9	4,6	6,9	9,6	13	3,7	3,7	3,2	6,2	8,5	5,1	7,1	5	8,1	5	4,6	5,2	4,2	3,8	0,75	

Tabel 3. Rute Saat Ini

No	Rute	Jarak (km)	Waktu (menit)			Total
			Tempuh	Loading	Unloading	
1	G-7-5-3-G	24,2	72	1	3	76
2	G-21-25-26-G	14,35	40	1	3	44
3	G-8-10-6-G	23	74	1	3	78
4	G-17-9-4-G	20,3	58	1	3	62
5	G-16-22-2-G	20	57	1	3	61
6	G-13-20-1-G	22,4	68	1	3	72
7	G-11-24-18-G	19,66	53	1	3	57
8	G-14-19-15-G	30,9	87	1	3	91
9	G-23-12-G	15,6	44	1	2	47
Total		190,41				588

Selanjutnya dilakukan perhitungan matriks penghematan yang merupakan penghematan jarak yang ditempuh dengan menggunakan persamaan (1).

$$S(x,y) = J(G,x) + J(G,y) - J(x,y) \quad (1)$$

S merupakan penghematan jarak dari x ke y, J merupakan jarak, G merupakan gudang, serta x dan y merupakan titik lokasi. Matriks penghematan dapat dilihat pada Tabel 4.

Selanjutnya dilakukan pengalokasian toko kedalam setiap rutenya. Proses pengalokasian toko

Tabel 4. Matriks Penghematan

Dari Ke	Toko 1	Toko 2	Toko 3	Toko 4	Toko 5	Toko 6	Toko 7	Toko 8	Toko 9	Toko 10	Toko 11	Toko 12	Toko 13	Toko 14	Toko 15	Toko 16	Toko 17	Toko 18	Toko 19	Toko 20	Toko 21	Toko 22	Toko 23	Toko 24	Toko 25	Toko 26
Toko 1																										
Toko 2	132																									
Toko 3	135	101																								
Toko 4	118	91	56																							
Toko 5	126	92	196	35																						
Toko 6	26	30	20	54	30																					
Toko 7	127	94	157	57	164	20																				
Toko 8	03	04	08	04	18	04	01																			
Toko 9	102	86	30	135	37	49	13	03																		
Toko 10	24	03	12	52	22	65	04	07	47																	
Toko 11	147	140	105	100	115	53	91	14	80	08																
Toko 12	163	130	101	110	111	52	87	13	86	15	141															
Toko 13	145	126	103	89	113	41	91	02	65	07	130	143														
Toko 14	207	125	122	107	133	53	110	14	86	09	142	162	150													
Toko 15	233	132	83	140	140	41	116	16	118	45	132	164	152	222												
Toko 16	106	107	54	119	63	42	50	03	95	25	108	107	93	96	113											
Toko 17	79	82	37	107	47	58	23	13	102	32	82	81	74	71	88	82										
Toko 18	155	134	91	120	101	43	75	04	104	31	134	142	130	146	162	115	90									
Toko 19	197	133	135	99	141	48	118	09	77	04	137	150	145	204	229	97	78	140								
Toko 20	194	131	111	113	121	54	97	15	89	14	143	164	152	184	200	108	84	157	171							
Toko 21	60	56	80	18	78	13	55	08	13	06	51	54	53	62	68	32	18	51	62	61						
Toko 22	130	122	80	131	89	47	66	09	107	36	122	123	111	126	139	120	95	154	109	137	30					
Toko 23	25	26	34	12	44	20	20	01	07	05	32	40	30	28	33	26	12	26	27	40	27	26				
Toko 24	141	138	100	101	109	47	86	08	77	07	1424	142	127	131	148	96	77	125	118	142	39	119	26			
Toko 25	97	90	97	61	107	24	83	01	27	04	85	92	91	99	101	63	32	85	95	98	44	79	27	85		
Toko 26	99	94	97	66	107	33	83	01	36	05	89	97	93	101	102	66	41	89	96	100	44	84	26	85	965	

Tabel 5. Hasil Pengurutan Toko dengan *Nearest Neighbor*

Rute	Urutan	Jarak (km)	Waktu Tempuh (menit)
1	G - 20 - 1 - 15 - 19 - G	28,8	78
2	G - 7 - 5 - 3 - G	24,2	68
3	G - 12 - 18 - 22 - 14 - G	30,6	81
4	G - 24 - 11 - 2 - 13 - G	17,16	57
5	G - 17 - 4 - 9 - 16 - G	23,3	61
6	G - 6 - 10 - 26 - 25 - G	30,75	78
7	G - 23 - 21 - 8 - G	10,9	38
Total		165,71	461

Rute yang didapatkan dari *Nearest Neighbor* akan diperbaiki dengan menggunakan *2-Opt intra-route*. Pada metode *2-opt* perubahan dilakukan dengan cara memindahkan dua buah *edge*, kemudian menghubungkan kembali lintasan sehingga menjadi lintasan baru. Hasil dari penggunaan metode *2-Opt* dapat dilihat pada Tabel 6.

bertujuan untuk menggabungkan beberapa toko kedalam suatu rute. Pengalokasian toko dimulai berdasarkan nilai penghematan terbesar dari *Savings Matrix* yang telah dibuat. Pada saat penggabungan toko harus memperhatikan data permintaan setiap toko dihari tersebut dan memperhatikan kapasitas alat angkutnya. Apabila total permintaan dari penggabungan beberapa toko berada dalam kapasitas alat angkutnya, maka toko tersebut dapat digabungkan dalam pengiriman suatu rute yang sama. Hasil rute yang didapatkan dari *Savings Matrix* menjadi data awal untuk perhitungan metode selanjutnya yaitu *Nearest Neighbor*. Proses pengurutan dilakukan dengan menambahkan toko yang jaraknya paling dekat dengan toko yang terakhir kali dikunjungi pada rute tersebut. Rute yang didapat dari metode *Nearest Neighbor* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 6. Hasil Pengurutan Toko dengan *2-Opt*

Rute	Urutan	Jarak (km)	Waktu Tempuh (menit)
1	G - 20 - 1 - 15 - 19 - G	28,8	78
2	G - 7 - 5 - 3 - G	24,2	68
3	G - 22 - 18 - 12 - 14 - G	27	74
4	G - 2 - 11 - 24 - 13 - G	17,06	51
5	G - 17 - 9 - 4 - 16 - G	21,4	58
6	G - 10 - 6 - 26 - 25 - G	27,95	80
7	G - 23 - 21 - 8 - G	10,9	38
Total		157,31	447

Rute 3, 4, 5, dan 6 memiliki hasil yang lebih kecil dibandingkan hasil rute *Nearest Neighbor*. Sedangkan pada rute 1, 2, dan 7 tidak memiliki hasil yang lebih kecil, sehingga masih menggunakan urutan rute yang sama dari hasil rute *Nearest Neighbor*. Setelah pengurutan telah selesai dilakukan, maka dilanjutkan dengan penentuan kombinasi rute ke setiap alat angkut. Setiap alat angkut memiliki

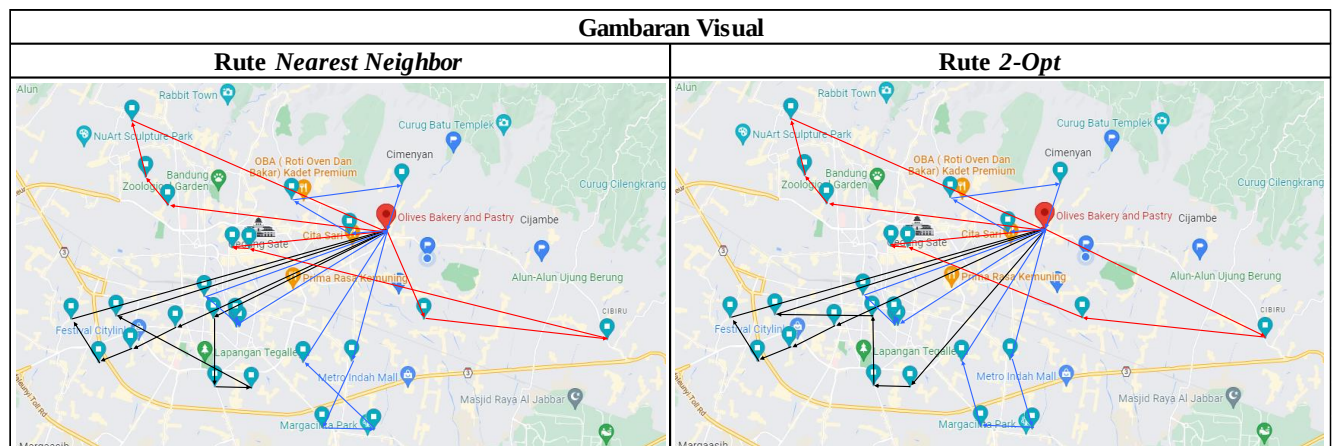
beberapa kombinasi rute pengiriman. Kombinasi rute tersebut ditentukan berdasarkan waktu pada setiap rute dengan mempertimbangkan jam kerja pengiriman yaitu selama 3 jam (180 menit). Penentuan rute rancangan ke setiap alat angkut dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Penentuan Alat Angkut pada Rute Rancangan

Rute	Urutan	Waktu (menit)				Alokasi Kendaraan
		Tempuh	Loading	Unloading	Total	
1	G-20-1-15-19-G	78	1	4	83	Motor 1
2	G-7-5-3-G	68	1	3	72	Motor 2
3	G-22-18-12-14-G	74	1	4	79	Motor 1
4	G-2-11-24-13-G	51	1	4	56	Motor 3
5	G-17-9-4-16-G	58	1	4	63	Motor 3

6	G-10-6-26-25-G	80	1	4	85	Motor 2
7	G-23-21-8-G	38	1	3	42	Motor 3

Perbandingan gambaran visual rute rancangan dapat dilihat pada Gambar 3. Selanjutnya membandingkan total jarak dan waktu dari setiap metode. Total waktu yang digunakan sebagai perbandingan yaitu waktu tempuh yang telah diakumulasikan dengan waktu loading dan waktu unloading. Rekapitulasi total jarak dan waktu berdasarkan rute pengiriman aktual, *Nearest Neighbor*, dan *2-Opt* dapat dilihat pada Tabel 8.



Gambar 3. Perbandingan Gambaran Visual Rute Rancangan

Pada gambaran visual dapat dilihat pada rute *Nearest Neighbor* terdapat beberapa rute yang bersilangan, setelah dilakukan perbaikan menggunakan metode *2-Opt* rute-rute yang sebelumnya bersilangan sudah tidak bersilangan lagi.

Tabel 8. Rekapitulasi Total Jarak dan Waktu

Rute	Jarak (km)	Waktu (menit)
Aktual	190,41	588
<i>Nearest Neighbor</i>	165,71	494
<i>2-Opt</i>	157,31	480

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa pengaplikasian metode *2-Opt* dapat menghasilkan rute yang lebih baik karena memiliki total jarak dan waktu yang lebih singkat daripada kedua rute lainnya. Oleh karena itu, rute rancangan yang digunakan yaitu rute berdasarkan hasil metode *Savings Matriks*, *Nearest Neighbor* dan *2-Opt*. Berdasarkan total jarak dan total waktu diatas, pengiriman menggunakan rute hasil penggunaan metode usulan dapat menghemat

total jarak sebesar 33,1 km dan dapat menghemat total waktu sebesar 108 menit. Oleh karena itu, pengiriman menggunakan rute hasil metode usulan dapat menghindari terjadinya keterlambatan pengiriman.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian metode usulan yang terdiri dari *Savings Matrix*, *Nearest Neighbor* dan metode *2-Opt* juga dapat digunakan untuk memperbaiki rute kendaraan yang selama ini dijalankan oleh perusahaan. Total jarak yang didapat yaitu sebesar 157,31 km, sehingga dapat menghemat total jarak sebesar 17,384% dari rute aktual. Total waktu yang didapat yaitu sebesar 480 menit, sehingga dapat menghemat total waktu tempuh sebesar 18,367% dari rute aktual. Untuk penelitian selanjutnya pada proses perbaikan dapat ditambahkan *local search* yang lain atau digunakan metode *metaheuristic*.

REFERENSI

- [1] J. Heizer and B. Render, *Manajemen Operasi*, Jakarta: Salemba Empat, 2009.
- [2] W. K. Cahyaningsih, E. R. Sari and K. Hernawati, "Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem (Cvrp) Menggunakan Algoritma Sweep Untuk Optimasi Rute Distribusi Surat Kabar Kedaulatan Rakyat," in *SEMINAR NASIONAL MATEMATIKA DAN PENDIDIKAN MATEMATIKA UNY*, Yogyakarta, 2015.
- [3] W. Prasetyo and M. Tamyiz, "Vehicle routing problem dengan aplikasi metode nearest neighbor," *Journal of Research and Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 88-99, 2017.
- [4] I. N. Pujawan and M. Er, *Supply Chain Management*, Yogyakarta: Andi, 2017.
- [5] H. Koswara, H. Adianto and A. Nugraha, "Penentuan Rute distribusi produk Kaos Pada DOBUJACK inv. Menggunakan metode nearest neighbour Dan (1-0) insertion intra route," *Jurnal Rekayasa Sistem & Industri (JRSI)*, vol. 4, no. 02, pp. 192-198, 2017.
- [6] F. Arinalhaq, A. Imran and L. Fitria, "Penentuan Rute Kendaraan Pengangkutan Sampah dengan Menggunakan Metode Nearest Neighbour (Studi Kasus PD Kebersihan Kota Bandung)," *Reka Integra*, vol. 1, no. 1, pp. 22-32, 2013.
- [7] F. E. N. Pratiwi, "Optimalisasi rute dan penjadwalan pengangkutan sampah dengan metode insertion heuristic dan intra-route improvement," in *Konferensi Nasional Matematika (KNM XX)*, 2021.
- [8] A. Imran and L. Okdinawati, "Adaptation of the Variable Neighborhood Search Heuristic to solve the vehicle routing problem," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 12, no. 1, pp. 10-15, 2012.
- [9] A. Imran, M. Luis and L. Okdinawati, "A variable neighborhood search for the heterogeneous fixed fleet vehicle routing problem," *Jurnal Teknologi*, vol. 78, no. 9, 2016.