

Usulan Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Metode *Saving Matrix*, *Nearest Neighbor* Dan (1-0) *Insertion Intra Route* Di Umkm X

Moh Ricky Nabkhan Ulinnuha^{1*}, Dwi Kurniawan¹, Sri Suci Yuniar, S.T., M.T.¹

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional, Bandung, Indonesia
Email: ricky2000nabkhan@mhs.itenas.ac.id

Received 31 01 2023 | Revised 07 02 2023 | Accepted 07 02 2023

ABSTRAK

UMKM X merupakan sebuah perusahaan produsen ayam potong. Perusahaan mengirimkan ayam potong ke beberapa pasar atau toko hanya berdasarkan dari driver mobilpick up itu sendiri yang tanpa mempertimbangkan jarak dan waktu yang dilalui. Permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan cara mencari rute yang lebih baik dengan mempertimbangkan konsumsi bahan bakar dan kapasitas angkut kendaraan yang ada di perusahaan. Penentuan rute ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode *saving matrix*, *nearest neighbor* and (1-0) *insertion intra route*. Penelitian ini bertujuan agar proses pendistribusian yang dilakukan oleh perusahaan menjadi efektif dan efisien. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh total jarak sebesar 714,97 km dengan waktu 2190 menit selama satu minggu. Utilitas alat angkut dalam melakukan pengiriman selama satu minggu menggunakan metode *saving matrix* dan *nearest neighbor* rata – rata yaitu sebesar 71,638 %, sedangkan rata –rata utilitas alat angkut pada rute awal yaitu sebesar 60,096 %. Total biaya bahan bakarselama satu minggu yaitu sebesar Rp. 510.693 sehingga dapat menghemat Rp. 242.857 dari biaya bahan bakar awal sebesar Rp 753.550.

Kata kunci: *Saving Matrix*, *Nearest neighbor*, *Route*.

ABSTRACT

UMKM X is a chicken production company. The company sends chicken pieces to several markets or shops based solely on the pick-up car driver himself without considering the distance and time traveled. This problem can be solved by finding a better route by considering fuel consumption and the carrying capacity of the vehicles in the company. Determination of this route can be done using the *Saving Matrix*, *Nearest neighbor* and (1-0) *Insertion intra route* methods. This study aims to make the distribution process carried out by the company to be effective and efficient. Based on the research results obtained a total distance of 714,97 km with a time of 2190 minutes for one week. The utility of the means of transportation in making deliveries for one week using the *saving matrix* and *nearest neighbor* method is an average of 71.638%, while the average utility of the means of transportation on the initial route is 60.096%. The total cost of fuel for one week is Rp. 510.693 so you can save Rp. 242.857 of the initial fuel cost of IDR 753.550.

Keywords: *Saving Matrix*, *Nearest neighbor*, *Route*.

1. PENDAHULUAN

UMKM X merupakan sebuah perusahaan produsen ayam potong. Perusahaan ini mendapatkan *supply* ayam dari satu perusahaan yang kemudian ayam tersebut dipotong di gudang. Ayam yang telah dipotong didistribusikan ke beberapa toko atau pasar yang ada di Bandung. Pengiriman tersebut dilakukan dengan menggunakan 2 mobil. Mobil yang ada diperusahaan yaitu mobil *pick up* yang memiliki kapasitas angkut 130 ekor ayam. Ayam tersebut kemudian didistribusikan ke berbagai toko atau pasar yang ada di Kota Bandung. Jumlah toko atau yang bekerja sama dengan UMKM X berjumlah 21 toko atau pasar. Hal ini dikarenakan perusahaan mengirimkan ayam ke beberapa pasar atau toko hanya berdasarkan dari *driver* mobil *pick up* itu sendiri yang tanpa mempertimbangkan jarak dan waktu yang dilalui. Hal tersebut mengakibatkan keterlambatan pengiriman, sehingga perlu dilakukan penentuan rute distribusi. Apabila keterlambatan ini terjadi bisa menyebabkankomplain dari konsumen. Agar hal tersebut tidak terjadi, maka perlu dilakukan perencanaan dan penentuan rute distribusi agar proses pendistribusian yang dilakukan oleh perusahaan menjadi efektif dan efisien.

Permasalahan yang ada di UMKM X merupakan permasalahan dalam menentukan rute distribusi yang bertujuan untuk meminimumkan jarak, waktu dan biaya transportasi pada saat pendistribusian. Permasalahan tersebut umumnya disebut VRP. VRP merupakan permasalahan distribusi yang mencari serangkaian rute untuk sejumlah kendaraan dengan kapasitas tertentu dari satu atau lebih depot untuk melayani konsumen (Aliyudin, Puspitorini & Muslimin, 2018). Permasalahan pada perusahaan termasuk kedalam jenisklasifikasi *Vehicle Routing Problem Multiple Trips*, yang dimana setiap kendaraan mengirimkan barang ke beberapa rute untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Sehingga penting untuk menentukan rute yang lebih baik dengan memperhatikan jarak, kapasitas kendaraan dan waktu yang ditempuh agar terhindar dari keterlambatan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Identifikasi Masalah

UMKM X memiliki permasalahan pada pengiriman yang mengalami keterlambatan. Keterlambatan ini mengakibatkan komplain dari konsumen. Keterlambatan yang terjadi diakibatkan oleh penentuan rute yang kurang maksimal dari perusahaan. penentuan rute yang kurang maksimal ini disebabkan karena penentuan rute berdasarkan perkiraan dari *driver pick up* itu sendiri yang tanpa mempertimbangkan jarak dan waktu yang dilalui. Hal tersebut bisa menyebabkan rute yang dilalui terlalu jauh dan waktu yang ditempuh terlalu lama.

2.2. Studi Literatur

Studi Literatur merupakan teori dasar yang digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian. Teori-teori dasar ini digunakan sebagai acuan untuk melakukan penelitian. Studi literatur yang digunakan pada penelitian ini diantaranya yaitu *Supply Chain* dan *Supply Chain Management* (SCM), Distribusi dan Transportasi, *Vehicle Routing Problem* (VRP), *Saving Matrix*, *Nearest neighbor* dan (1-0) *Insertion intra route*.

2.3. Identifikasi Metode Pemecahan Masalah

Penentuan metode ini bertujuan agar dapat menentukan rute distribusi yang tepat agar dapat menyelesaikan masalah yang terjadi pada perusahaan. permasalahan yang terjadi pada perusahaan, terdapat beberapa metode untuk menyelesaikan masalah tersebut yaitu *nearest neighbor*, *nearest insert*, *farthest insert* dan *(1-0) insertion intra route*. Metode *nearest neighbor* menambahkan toko yang jaraknya paling dekat dengan toko sebelumnya sedangkan *nearest insert* memilih toko yang jika dimasukkan ke dalam rute menghasilkan tambahan jarak yang minimum. Metode *farthest insert* memilih toko dengan jarak terjauh, sedangkan *(1-0) insertion intra route* memindahkan antar konsumen yang dilakukan pada rute yang sama yang bertujuan untuk meminimasi waktu yang digunakan dalam proses pendistribusian. Maka dari itu, metode *nearest neighbor* dipilih sebagai langkah awal yang bertujuan untuk menentukan jarak terpendek dari satu titik ke titik tujuan selanjutnya dan *(1-0) insertion intra route* dipilih agar proses pendistribusian yang dilakukan oleh perusahaan menjadi efektif dan efisien.

2.4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara pemilik perusahaan dan driver dari UMKM X. Pengumpulan data ini berisikan data-data diantaranya yaitu mengenai lokasi toko, data permintaan toko, rute pengiriman perusahaan, dan kapasitas alat angkut. Pengumpulan data yang didapatkan berdasarkan wawancara.

2.5. Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut sebagai berikut.

2.5.1 Membuat *Matrix* Jarak

Pengolahan data yang pertama yaitu membuat matriks jarak. *Matrix* jarak didapat berdasarkan data-data jarak dari google maps. Data tersebut berupa jarak dari perusahaan kesetiap toko dan waktu antar toko satu dengan toko lainnya.

2.5.2 Membuat *Saving Matrix*

Pengolahan data yang kedua yaitu *saving matrix* ini bertujuan untuk menunjukkan penghematan yang dapat direalisasikan. *Saving matrix* ini bisa didapatkan dengan menggabungkan dua customer dalam satu rute. Dalam pembuatan *saving matrix* bisa diperoleh dari hasil perhitungan *matrix* jarak.

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

Keterangan :

$S(x,y)$: nilai *savings matrix* atau jarak yang dihemat.

$J(G,x)$: jarak dari gudang menuju toko x.

$J(G,y)$: jarak dari gudang menuju toko y.

$J(x,y)$: jarak dari toko x menuju toko y.

2.5.3 Melakukan Pengalokasian Toko Setiap Rute Dari *Saving Matrix* Terbesar

Pengolahan data yang ketiga yaitu melakukan pengalokasian toko setiap rute dari *saving matrix*. Pengalokasian bisa didapatkan dengan cara mengelompokkan setiap toko dengan nilai penghematan terbesar. Jumlah permintaan dari toko atau pasar menjadi syarat penggabungan rute baru untuk pengalokasian toko, apabila jumlah permintaan dari penggabungan rute melebihi kapasitas angkut maka dapat membuat penggabungan rute yang baru. Pengalokasian ini bertujuan untuk menentukan rute pengiriman dengan memperhatikan kapasitas angkut.

2.5.4 Mengurutkan Rute Menggunakan Metode *Nearest neighbor*

Menurut Perdana, Hunusalela, Prasasty (2020), Metode *nearest neighbor* merupakan metode yang digunakan untuk menentukan jarak rute terpendek dengan jarak terdekat antar customer satu dengan customer lain. Tujuan *nearest neighbor* yaitu untuk menentukan rute terpendek sehingga jalur distribusi dapat dilakukan secara optimal. Optimal yang dimaksud adalah jumlah barang yang dikirim, waktu pengiriman, dan jarak yang dibutuhkan tepat.

2.5.5 Menggunakan Metode (1-0) *Insertion intra route*

Algoritma *local search* merupakan algoritma yang digunakan untuk mendapatkan rute yang lebih pendek (Ruben & Imran, 2020). *Local Search* akan bekerja dengan baik jika perancangan dilakukan oleh beberapa jenis operator. Operator sendiri dapat mengimplementasikan permasalahan yang dihadapi sesuai dengan jenisnya agar biaya dan waktu dapat diminimasi. Menurut Rahma, Kusmaningrum, Susanty (2015) *Local search (1-0) insertion intra route* merupakan proses memindahkan konsumen dengan konsumen lainnya secara berurutan yang dilakukan pada rute yang sama dengan tujuan untuk meminimasi waktu yang diperlukan untuk melakukan pendistribusian setiap operatornya.

2.5.6 Menghitung Total Jarak dan Waktu Rute Rancangan

Pengolahan yang keenam yaitu menghitung total jarak dan waktu rute rancangan. Total jarak dan waktu rute ini didapatkan berdasarkan perhitungan total jarak dan waktu keseluruhan. Total jarak dan waktu rute ini bertujuan untuk dibandingkan dengan total jarak dan waktu rute aktual.

2.5.7 Menentukan Kombinasi Rute ke Setiap Kendaraan

Pengolahan yang ketujuh yaitu menentukan kombinasi rute pada setiap kendaraan. Penentuan kombinasi rute pada setiap kendaraan bertujuan untuk memaksimalkan kendaraan yang ada pada perusahaan.

2.5.8 Menghitung Utilitas Transportasi Rute rancangan

Pengolahan data yang terakhir yaitu menghitung utilitas transportasi rute rancangan. Perhitungan utilitas ini diperoleh berdasarkan perbandingan antara total beban yang diangkut oleh transportasi dengan kapasitas transportasinya. Menghitung utilitas ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pemanfaatan alat angkut yang digunakan. Terdapat rumus yang digunakan untuk menghitung utilitas transportasi (SM, Ekawati, & Febriana, 2017) yaitu :

$$\text{Utilitas (\%)} = \frac{\text{Jumlah barang yg dikirim}}{\text{Jumlah kapasitas angkut}} \times 100 \%$$

2.6. Analisis

Analisis yang dilakukan dengan melihat faktor yang akan mempengaruhi penentuan rute distribusi optimal. analisis ini menganalisis total waktu dan total jarak dari rute serta utilitas transportasi yang telah di peroleh. Selain itu, membandingkan antara rute aktual perusahaan dengan hasil rute menggunakan metode *saving matrix*, *nearest neighbor* dan *local search (1-0) insertion intra route*.

2.7. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran didapatkan berdasarkan dari hasil pengolahan data dalam menentukan rute pengiriman. Kesimpulan ini menjadi output dari penelitian yang telah dilakukan. Serta, saran yang diusulkan sebaiknya diterapkan oleh perusahaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengumpulan Data

Sub bab ini berisikan data lokasi toko, permintaan setiap toko, jadwal pengiriman, kapasitas alat angkut, dan rute awal pengiriman, waktu loading dan waktu unloading, dan data waktu distribusi.

3.1.1 Data Permintaan Setiap Toko

Data permintaan dari setiap toko memiliki jumlah permintaan yang berbeda-beda. Berikut ini merupakan tabel data permintaan dari setiap toko yang dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Permintaan Setiap Toko

No	Permintaan/hari						
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minngu
Toko 1	100	100	100	100	100	120	120
Toko 2	25	30	25	20	30	25	30
Toko 3	80	75	75	75	80	80	80
Toko 4	30	25	25	35	30	25	30
Toko 5	10	15	10	15	15	20	25
Toko 6	15	15	10	10	15	15	15
Toko 7	30	25	20	25	20	30	25
Toko 8	45	50	40	45	50	60	55
Toko 9	25	20	20	20	25	30	30
Toko 10	20	20	15	15	15	20	20
Toko 11	30	30	25	25	30	30	30
Toko 12	25	20	15	20	20	30	20
Toko 13	30	20	20	25	20	30	25
Toko 14	20	20	20	15	15	20	20
Toko 15	30	30	30	30	30	35	35
Toko 16	25	25	20	15	20	30	25
Toko 17	10	10	10	10	15	15	15
Toko 18	20	25	20	20	25	25	30
Toko 19	20	15	15	15	15	20	20
Toko 20	25	30	30	25	25	25	30
Toko 21	10	10	15	10	15	20	15

3.1.2 Jadwal Pengiriman

Jadwal pengiriman yang dilakukan oleh perusahaan dilakukan pada hari Senin sampaiminggu. Pengiriman yang dilakukan kepada setiap toko dilakukan dengan menggunakan 2 unit kendaraan.

3.1.3 Kapasitas Kendaraan

Kendaraan yang digunakan oleh perusahaan untuk melakukan pengiriman yaitu mobil *pick up*. Jumlah mobil *pick up* yang digunakan untuk pengiriman ayam sebanyak 2 unit. Kapasitas angkut yang dimiliki oleh kendaraan *pick up* yaitu 130 ekor ayam. Berikut merupakan table kapasitas alat angkut yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kapasitas Alat Angkut

Jenis Alat Angkut	Jumlah	Kapasitas
Mobil <i>Pick up</i>	2	130

3.2. Pengolahan Data

Sub bab ini berisikan membuat *matrix* jarak, menghitung total jarak dan waktu rute awal, menghitung utilitas, membuat *saving matrix*, merancang pengalokasian toko, mengurutkan rute menggunakan *nearest neighbor*, mengurutkan rute menggunakan (1-0) *insertion intra route* menghitung total jarak dan waktu rute rancangan, menentukan kombinasi rute ke setiap kendaraan dan menghitung utilitas kendaraan.

3.2.1 Membuat *Matrix* Jarak

Matrix jarak merupakan jarak yang ditempuh oleh kendaraan dari gudang ke toko dan dari satu toko ke toko lainnya. Data jarak yang didapat tersebut diperoleh dengan menggunakan aplikasi google maps. Berikut merupakan data *matrix* jarak yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. *Matrix* Jarak

	Matrix jarak																							
	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 1	0,55																							
Toko 2	5,4	4,9																						
Toko 3	1,4	0,8	3,9																					
Toko 4	14,8	9	12	8,4																				
Toko 5	2,8	2,5	5,3	2,1	10,3																			
Toko 6	3	2,5	1,8	2,1	10,2	3,6																		
Toko 7	5,6	5	0,21	4,6	12,7	6,1	2,6																	
Toko 8	5,3	4,7	2,6	4,6	12,7	6,1	2,5	2,4																
Toko 9	14,1	10,4	13,2	10	2,6	9,5	11,9	13,9	14,6															
Toko 10	13,6	9,8	12,6	9,4	4,4	8,9	11,4	13,4	14,9	2,4														
Toko 11	9,2	8,6	11,4	8,2	4,3	7,7	10,2	12,2	13,7	2,8	2													
Toko 12	6,6	6	9,1	5,4	5,3	7,5	7,5	9,5	10	6,5	5,8	4,8												
Toko 13	5,9	5,3	8,1	7,7	6,9	4,4	6,9	8,9	9,6	6,1	5,5	4,5	3,3											
Toko 14	6,4	5,9	8,7	8,1	7,3	4,9	7,4	9,4	10,1	6,5	5,9	4,9	1,9	2,6										
Toko 15	11,6	8,9	9	8,5	15	7,7	8	9,2	9,9	14,2	13,6	12,6	11	10,2	7,9									
Toko 16	6,4	5,8	8,9	5,2	4,8	7,1	7,1	9,1	9,8	7,5	8,1	7	5,5	7,7	9,2	13,3								
Toko 17	6	5,4	8,5	4,8	6,1	6,7	6,7	8,7	9,4	9,3	9,7	8,7	5,4	7,7	8,8	13,6	4,7							
Toko 18	7,1	6,5	5,3	6,1	14,2	6,4	4,5	5,5	6,2	14,2	13,6	12,6	12,7	10,4	9,7	7,9	10,9	10,2						
Toko 19	6,5	5,2	5,2	4,8	13,2	4	4,3	5,4	6,1	12,4	11,8	10,8	7,9	8,6	6,1	5,2	9,6	8,9	2,3					
Toko 20	5,4	4,9	7,9	4,3	6,5	6,1	6,2	8,1	8,8	9,3	9,3	8,3	5	7,2	8,2	12,3	3,2	2,5	10,5	9,4				
Toko 21	7,4	6,8	9,8	6,2	4,1	8	8,1	10,1	10,8	6	5,5	4,5	2,6	3,4	4,9	10,3	4,1	5,4	12,4	8,7	5,4			

3.2.2 Membuat *Saving matrix* Berdasarkan *Matrix* jarak

Membuat *saving matrix* berdasarkan *matrix* jarak yang dimiliki perusahaan untuk mengetahui besarnya penghematan jarak yang ditempuh. Persamaan yang digunakan yaitu sebagai berikut :

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

Keterangan:

$S(x,y)$: nilai *savings matrix* atau jarak yang dihemat.

$J(G,x)$: jarak dari gudang menuju toko x.

$J(G,y)$: jarak dari gudang menuju toko y.

$J(x,y)$: jarak dari toko x menuju toko y.

Berikut merupakan tabel perhitungan *saving matrix* dapat dilihat pada Tabel 4.

Usulan Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Metode Saving Matrix, NearestNeighbor Dan (1-0) Insertion Intra Route Di Ukm X

Tabel 4. Saving Matrix

Saving Matrix																					
	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 1																					
Toko 2	1,05																				
Toko 3	1,15	2,9																			
Toko 4	6,35	8,2	7,8																		
Toko 5	0,85	2,9	2,1	7,3																	
Toko 6	1,05	6,6	2,3	7,6	2,2																
Toko 7	1,15	10,79	2,4	7,7	2,3	6															
Toko 8	1,15	8,1	2,1	7,4	2	5,8	8,5														
Toko 9	4,25	6,3	5,5	26,3	7,4	5,2	5,8	4,8													
Toko 10	4,35	6,4	5,6	24	7,5	5,2	5,8	4	25,3												
Toko 11	1,15	3,2	2,4	19,7	4,3	2	2,6	0,8	20,5	20,8											
Toko 12	1,15	2,9	2,6	16,1	2,1	2,3	2,9	1,9	14,2	14,4	11										
Toko 13	1,15	3,2	-0,4	13,8	4,3	2	2,6	1,6	13,9	14	10,6	9,2									
Toko 14	1,05	3,1	-0,3	13,9	4,3	2	2,6	1,6	14	14,1	10,7	11,1	9,7								
Toko 15	3,25	8	4,5	11,4	6,7	6,6	8	7	11,5	11,6	8,2	7,2	7,3	10,1							
Toko 16	1,15	2,9	2,6	16,4	2,1	2,3	2,9	1,9	13	11,9	8,6	7,5	4,6	3,6	4,7						
Toko 17	1,15	2,9	2,6	14,7	2,1	2,3	2,9	1,9	10,8	9,9	6,5	7,2	4,2	3,6	4	7,7					
Toko 18	1,15	7,2	2,4	7,7	3,5	5,8	7,2	6,2	7	7,1	3,7	1	2,6	3,8	10,8	2,6	2,9				
Toko 19	1,85	6,7	3,1	8,1	5,3	5,2	6,7	5,7	8,2	8,3	4,9	5,2	3,8	6,8	12,9	3,3	3,6	11,3			
Toko 20	1,05	2,9	2,5	13,7	2,1	2,2	2,9	1,9	10,2	9,7	6,3	7	4,1	3,6	4,7	8,6	8,9	2	2,5		
Toko 21	1,15	3	2,6	18,1	2,2	2,3	2,9	1,9	15,5	15,5	12,1	11,4	9,9	8,9	8,7	9,7	8	2,1	5,2	7,4	

3.2.3 Pengalokasian Toko

Nilai penghematan tertinggi pada *saving matrix* dijadikan dasar untuk melakukan proses mengalokasikan toko. Proses mengalokasikan toko bertujuan untuk menggabungkan beberapa toko kedalam rute baru pengiriman. Untuk melihat kelayakan rute baru dalam proses mengalokasikan toko, dibutuhkan data permintaan setiap toko terhadap perusahaan. Berikut merupakan hasil dari setiap iterasi pada rute rancangan dalam mengalokasikan toko dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Pengalokasian Toko

	Toko 1	Toko 2	Toko 3	Toko 4	Toko 5	Toko 6	Toko 7	Toko 8	Toko 9	Toko 10	Toko 11	Toko 13	Toko 14	Toko 15	Toko 17	Toko 18	Toko 19	Toko 20	Toko 21		
Toko 1																					
Toko 2	1,05																				
Toko 3	1,15	2,9																			
Toko 4	6,35	8,2	7,8																		
Toko 5	0,85	2,9	2,1	7,3																	
Toko 6	1,05	6,6	2,3	7,6	2,2																
Toko 7	1,15	10,79	2,4	7,7	2,3	6															
Toko 8	1,15	8,1	2,1	7,4	2	5,8	8,5														
Toko 9	4,25	6,3	5,5	26,3	7,4	5,2	5,8	4,8													
Toko 10	4,35	6,4	5,6	24	7,5	5,2	5,8	4	25,3												
Toko 11	1,15	3,2	2,4	19,7	4,3	2	2,6	0,8	20,5	20,8											
Toko 12	1,15	2,9	2,6	16,1	2,1	2,3	2,9	1,9	14,2	14,4	11										
Toko 13	1,15	3,2	-0,4	13,8	4,3	2	2,6	1,6	13,9	14	10,6	9,2									
Toko 14	1,05	3,1	-0,3	13,9	4,3	2	2,6	1,6	14	14,1	10,7	11,1	9,7								
Toko 15	3,25	8	4,5	11,4	6,7	6,6	8	7	11,5	11,6	8,2	7,2	7,3	10,1							
Toko 16	1,15	2,9	2,6	16,4	2,1	2,3	2,9	1,9	13	11,9	8,6	7,5	4,6	3,6	4,7						
Toko 17	1,15	2,9	2,6	14,7	2,1	2,3	2,9	1,9	10,8	9,9	6,5	7,2	4,2	3,6	4	7,7					
Toko 18	1,15	7,2	2,4	7,7	3,5	5,8	7,2	6,2	7	7,1	3,7	1	2,6	3,8	10,8	2,6	2,9				
Toko 19	1,85	6,7	3,1	8,1	5,3	5,2	6,7	5,7	8,2	8,3	4,9	5,2	3,8	6,8	12,9	3,3	3,6	11,3			
Toko 20	1,05	2,9	2,5	13,7	2,1	2,2	2,9	1,9	10,2	9,7	6,3	7	4,1	3,6	4,7	8,6	8,9	2	2,5		
Toko 21	1,15	3	2,6	18,1	2,2	2,3	2,9	1,9	15,5	15,5	12,1	11,4	9,9	8,9	8,7	9,7	8	2,1	5,2	7,4	
	100	25	80	30	10	15	30	45	25	20	30	25	30	20	30	25	10	20	20	25	10

3.2.4 Mengurutkan Rute menggunakan *Nearest neighbor*

Tahap mengurutkan rute menggunakan *nearest neighbor* memiliki tujuan untuk mengurutkan jarak tempuh yang sudah didapatkan pada perhitungan *saving matrix*. Pengurutan rute dengan menggunakan metode *nearest neighbor* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengurutan Rute Menggunakan Metode *Nearest neighbor*

SENIN												
Rute 1	G-4	14,8	17-4	6,1	21-4	4,1	4-9	2,6	9-10	2,4	G-17-21-4-9-10-11-G	31,7
	G-9	14,1	17-9	9,3	21-9	6	4-10	4,4	9-11	2,8		
	G-10	13,6	17-10	9,7	21-10	5,5	4-11	4,3				
	G-11	9,2	17-11	8,7	21-11	4,5						
	G-17	6	17-21	5,4								
G-21	7,4											
Rute 2	G-5	2,8	5-15	7,7	19-15	5,2	18-15	7,9	15-16	13,3	G-5-19-18-15-20-16-G	38,9
	G-15	11,6	5-18	6,4	19-18	2,3	18-16	10,9	15-20	12,3		
	G-18	7,1	5-19	4	19-16	9,6	18-20	10,5				
	G-19	6,5	5-16	7,1	19-20	9,4						
	G-16	6,4	5-20	6,1								
	G-20	5,4										
Rute 3	G-12	6,6	13-12	3,3							G-13-14-12-G	17
	G-13	5,9	13-14	2,6								
	G-14	6,4										
Rute 4	G-2	5,4	6-2	1,8	2-7	0,21					G-6-2-7-8-G	12,71
	G-6	3	6-7	2,6	2-8	2,6						
	G-7	5,6	6-8	2,5								
	G-8	5,3										
Rute 5										G-1-G	1,1	
Rute 6										G-3-G	2,8	

3.2.5 Mengurutkan Rute Menggunakan Metode *Local Search (1-0) Insertion intra route*

Proses pengurutan dengan metode *(1-0) Insertion intra route* dilakukan berdasarkan data rute yang telah didapatkan dari metode *nearest neighbor*. Metode ini dilakukan dengan memindahkan satu konsumen ketempat lainnya dalam rute. Berikut merupakan contoh pengerjaan *local search (1-0) insertion intra route* pada hari selasa rute 2.

Urutan rute hasil pengurutan dengan metode *nearest neighbor*:

Gudang → Toko 5 → Toko 19 → Toko 18 → Toko 15 → Gudang = 28,6 km

Selanjutnya dilakukan penukaran posisi satu persatu toko dalam dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Pertukaran Toko Rute 2 Pada Hari Selasa

	Rute	Jarak	Waktu
Rute Awal	G-5-19-18-15-G	28,6	75
Toko 5	G-19-5-18-15-G	36,4	95
	G-19-18-5-15-G	34,5	92
Toko 19	G-19-18-15-5-G	27,2	74
	G-19-5-18-15-G	36,4	95
	G-5-18-19-15-G	28,3	74
Toko 18	G-5-18-15-19-G	28,8	76
	G-18-5-19-15-G	34,3	89
	G-5-18-19-15-G	28,3	74
Toko 15	G-5-19-15-18-G	27	71
	G-15-5-19-18-G	32,7	87
	G-5-15-19-18-G	25,1	68
	G-5-19-15-18-G	27	71

3.2.6 Menghitung Total Jarak dan waktu Berdasarkan Rute Rancangan

Total jarak dan waktu berdasarkan rute rancangan merupakan total jarak yang harus ditempuh oleh kendaraan pada saat melakukan pendistribusian dan waktu yang harus ditempuh pada saat melakukan pendistribusian. Data yang dibutuhkan pada perhitungan yaitu *matrix* jarak dan waktu yang sudah dikerjakan pada tahap sebelumnya. Hasil urutan pengiriman rute rancangan untuk hari senin dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengurutan Rute Rancangan

Senin			
No	Urutan	Jarak (km)	Waktu Tempuh (menit)
Rute 1	G-17-4-9-10-11-21-G	31	80
Rute 2	G-5-15-19-18-20-16-G	38,1	100
Rute 3	G-13-14-12-G	17	52
Rute 4	G-6-2-7-8-G	12,71	42
Rute 5	G-1-G	1,1	14
Rute 6	G-3-G	2,8	16
Total		102,71	304

3.2.7 Menentukan Kombinasi Rute Setiap Kendaraan

Pengiriman yang dilakukan oleh perusahaan menggunakan dua mobil *pick up*. Setiap kendaraan alat angkut memiliki beberapa rute pengiriman. Rute pengiriman ditentukan berdasarkan waktu pada setiap rute. dangan memperhatikan jam kerja pengiriman yaitu 3 jam dari jam 03.00-06.00. Penentuan rute rancangan ke setiap kendaraan hari senin dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Penentuan Rute Rancangan ke Setiap Kendaraan

Senin						
Rute	Urutan	Waktu Tempuh (Menit)	Waktu (Menit)			Alokasi Kendaraan
			Loading	Unloading	Total	
Rute 1	G-17-4-9-10-11-21-G	66	7	7	80	Mobil 1
Rute 2	G-5-15-19-18-20-16-G	90	5	5	100	Mobil 2
Rute 3	G-13-14-12-G	44	4	4	52	Mobil 1
Rute 4	G-6-2-7-8-G	30	6	6	42	Mobil 2
Rute 5	G-1-G	4	5	5	14	Mobil 2
Rute 6	G-3-G	8	4	4	16	Mobil 1

3.2.8 Menghitung Utilitas Kendaraan

Utilitas kendaraan merupakan seberapa besar kapasitas kendaraan yang dimanfaatkan dalam sekali pengiriman berdasarkan rute pengiriman yang telah ditentukan. Hasil utilitas kendaraan rute rancangan pada hari Senin dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Utilitas Kendaraan Rute Pengiriman Rancangan Pada Hari Senin

Senin					
Rute	Urutan	Kapasitas yang Diangkut	Kapasitas Kendaraan	Alokasi kendaraan	Utilitas kendaraan
Rute 1	G-17-4-9-10-11-21-G	125	130	Mobil 1	96,15
Rute 2	G-5-15-19-18-20-16-G	130		Mobil 2	100,00
Rute 3	G-13-14-12-G	75		Mobil 1	57,69
Rute 4	G-6-2-7-8-G	115		Mobil 2	88,46
Rute 5	G-1-G	100		Mobil 2	76,92
Rute 6	G-3-G	80		Mobil 1	61,54
Rata-rata					80,13

3.3. Analisis

Sub bab analisis menjelaskan tentang perbandingan total jarak dan waktu berdasarkan rute awal dengan rute rancangan, perbandingan utilitas kendaraan rute awal dengan rute rancangan dan perbandingan biaya bahan bakar kendaraan rute awal dengan rute rancangan.

3.3.1 Perbandingan Total Jarak dan Waktu Berdasarkan Rute Awal dengan Rute Rancangan

Tahap perbandingan total jarak dan waktu dalam pengerjaannya menggunakan waktu tempuh dengan mempertimbangkan waktu loading dan waktu unloading dalam pendistribusian. Rekapitulasi hasil perbandingan total jarak dan waktu antara rute awal dengan rute rancangan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Rekapitulasi Total Jarak dan Waktu

No	Hari	Jarak (km)			Waktu (menit)		
		Rute Awal	Rute NN	Rute (1-0)	Rute Awal	Rute NN	Rute (1-0)
1	Senin	150,71	104,21	102,71	392	248,00	242,00
2	Selasa	150,71	108,21	99,91	392	250,00	238,00
3	Rabu	150,71	101,11	96,91	388	245,00	237,00
4	Kamis	150,71	101,11	96,91	388	245,00	237,00
5	Jumat	150,71	106,41	102,11	390	252,00	244,00
6	Sabtu	150,71	108,91	104,51	396	260,00	250,00
7	Minggu	150,71	108,91	104,51	396	260,00	250,00
Total		1054,97	738,87	707,57	2742	1760	1698

Melihat hasil perhitungan penghematan total jarak dan total waktu diatas menghasilkan penghematan total jarak sebesar 32,93 % dan nilai penghematan yang didapatkan untuk total waktu sebesar 38,07 %. Serta penghematan metode (1-0) *insertion intra route* terhadap metode *nearest neighbor* sebesar 4,24% untuk penghematan jarak dan 3,52% untuk penghematan waktunya. Berdasarkan hasil tersebut, rute rancangan dapat digunakan untuk menghindari terjadinya keterlambatan pengiriman dan menghindari keluhan dari pelanggan yang diakibatkan oleh keterlambatan.

3.3.2 Perbandingan Utilitas Kendaraan Rute awal dengan Rute Rancangan

Nilai utilitas digunakan untuk menjadi tolak ukur terhadap pemanfaatan kapasitas kendaraan. Apabila nilai utilitas yang didapatkan besar maka pemanfaatan kapasitas kendaraan dapat dikatakan baik. Hasil perbandingan nilai utilitas antara rute awal dengan rute rancangan dapat dilihat pada Tabel 12 dibawah ini.

Tabel 12. Rekapitulasi Utilitas Kendaraan

No	Hari	Utilitas (%)	
		Rute Awal	Rute Rancangan
1	Senin	60,10	80,13
2	Selasa	58,65	76,92
3	Rabu	53,85	71,79
4	Kamis	54,81	73,08
5	Jumat	58,65	78,21
6	Sabtu	67,79	77,47
7	Minggu	66,83	76,37
Rata-rata		60,10	76,28

Contoh Perhitungan:

1. Penghematan Utilitas

$$\begin{aligned}
 \text{Penghematan} &= \bar{X}\text{Utilitas Rute Rancangan} - \bar{X}\text{Utilitas Rute Awal} \\
 &= 76,28 \% - 60,10\% \\
 &= 16,19 \%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan maka diperoleh rute rancangan memiliki utilitas lebih besar jika dibandingkan dengan rute awal. Peningkatan nilai utilitas sebesar 16,19 %, nilai tersebut memiliki arti bahwa pemanfaatan kapasitas dari kendaraan lebih maksimal.

3.3.3 Perbandingan Biaya Bahan Bakar Kendaraan Rute Awal dengan Rute Rancangan

Perbandingan biaya bahan bakar kendaraan ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar biaya bahan bakar yang digunakan untuk pengiriman. Berikut merupakan biaya bahan bakar kendaraan dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Biaya Bahan Bakar Kendaraan

No	Hari	Jarak (km)		Biaya Bahan Bakar	
		Rute Awal	Rute Rancangan	Rute Awal	Rute Rancangan
1	Senin	150,71	102,71	Rp 107.650	Rp 73.364
2	Selasa	150,71	99,91	Rp 107.650	Rp 71.364
3	Rabu	150,71	96,91	Rp 107.650	Rp 69.221
4	Kamis	150,71	96,91	Rp 107.650	Rp 69.221
5	Jumat	150,71	102,11	Rp 107.650	Rp 72.936
6	Sabtu	150,71	104,51	Rp 107.650	Rp 74.650
7	Minggu	150,71	104,51	Rp 107.650	Rp 74.650
Total				Rp 753.550	Rp 505.407

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan adanya penghematan Total jarak dan waktu yang dibutuhkan dalam melakukan pengiriman selama satu minggu menggunakan metode *savingmatrix*, *nearest neighbor* dan (1-0) *insertion intra route* yaitu sebesar 707,57 km dengan waktu 1698 menit. Sehingga dapat menghemat jarak tempuh sebesar 32,93 % dan menghemat tempuh sebesar 38,07 %. Utilitas alat angkut dalam melakukan pengiriman selama satu minggu menggunakan metode *saving matrix*, *nearest neighbor* dan (1-0) *insertion intra route* rata – rata yaitu sebesar 76,28 %, sedangkan rata –rata utilitas alat angkut pada rute awal yaitu sebesar 60,10 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliyuddin, A., Pusputorini, P. S., & Mohammad, M. (2017). Metode Vehicle Routing Problem (Vrp) Dalam Mengoptimalkan Rute Distribusi Air Minum Pt.smu. Peran Ergonomi Dalam Pengembangan Kewirausahaan Dan Industri Kreatif (hal. 147-153). Surabaya: UNIVERSITAS PEMBANGUNANNASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR.
- Perdana, V. A., Hunusalela, Z. F., & Prasasty, A. T. (2020). Penerapan Metode *Saving Matrix* Dan Algoritma *Nearest neighbor* Dalam Menentukan Rute Distribusi Untuk Meminimalkan Biaya Transportasi Pada PT. XYZ. Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri Universitas Kadir, 62 – 77.
- Rahma, K. T., Kusmaningrum, & Susanty, S. (2015). Usulan Rancangan Rute Pendistribusian Produk Karpas Dengan Menggunakan Metode (1-0) *Insertion intra route*. Reka Integra, 25-36.
- Ruben, M., & Imran, A. (2020). Usulan Rute distribusi Menggunakan Algoritma Sweep dan Local Search. Jurnal Rekayasa Siste Industri, 40-44.
- SM, A. I., Ekawati, R., & Febriana, N. (2017). Optimalisasi rute distribusi air minum quelle dengan algoritma clark & wright *saving* dan model vehicle routing problem. Prosiding SENIATI, (hal.C1.1-C1.7).