

Penentuan Rute Kendaraan Menggunakan Algoritma Sweep, Nearest Neighbor Dan Metode Local Search Di PT XYZ

ARYA WINANGUN^{1*}, SAID MUHAMMAD BAISA²

¹Institut Teknologi Nasional Bandung

Email: aryawinangun5566@gmail.com

Received 21 08 2023 | Revised 28 08 2023 | Accepted 28 08 2023

ABSTRAK

Penelitian ini membahas mengenai pengaplikasian Algoritma Sweep, Nearest Neighbor, dan metode Local Search terhadap permasalahan dalam penentuan rute menjadi lebih baik di PT XYZ. PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang distributor makanan ringan dari beberapa perusahaan yang telah dikenal. Vehicle Routing Problem (VRP) merupakan permasalahan penentuan rute kendaraan yang bertujuan untuk menghasilkan proses pendistribusian yang lebih pendek. Jenis dari VRP salah satunya adalah Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) yang mana kasus ini merupakan kasus pada kendaraan yang memiliki kapasitas yang terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan penentuan rute pendistribusian agar menghasilkan rute yang baik sehingga dapat menghasilkan jarak yang pendek. Hasil dari penelitian ini yaitu dapat memperoleh nilai jarak tempuh yang lebih pendek dibandingkan dengan rute aktual perusahaan. Terdapat penghematan jarak sebesar 37,68% atau penghematan jarak sebesar 176,09 km dari rute aktual perusahaan.

Kata kunci: Algoritma Sweep, Nearest Neighbor, Local Search, Vehicle Routing Problem, Capacitated Vehicle Routing Problem

ABSTRACT

This study discusses the application of the Sweep Algorithm, Nearest Neighbor, and the Local Search method to problems in determining routes to be better at PT XYZ. PT XYZ is a company engaged in the distribution of snacks from several well-known companies. Vehicle Routing Problem (VRP) is a problem of determining vehicle routes which aims to produce a shorter distribution process. One of the types of VRP is the Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP), which is a case of vehicles that have limited capacity. This study aims to determine the distribution route in order to produce a good route so as to produce a short distance. The results of this study are that it can obtain a shorter mileage value compared to the company's actual route. There is a distance saving of 37.68% or a distance saving of 176.09 km from the company's actual route.

Key words: Sweep Algorithm, Nearest Neighbor, Local Search, Vehicle Routing Problem, Capacitated Vehicle Routing Problem.

1. PENDAHULUAN

Logistik memiliki hubungan yang erat dengan Supply Chain yang berperan penting dalam mengatur alur pendistribusian. Hal tersebut dapat membuat alur pendistribusian menjadi lebih baik didalam perusahaan. Menurut Mabert dan Venkataramanan (1998) dalam Ghofar dkk. (2020) Supply Chain atau rantai pasok merupakan suatu jaringan fasilitas dan aktivitas yang menjalankan fungsi yang mengembangkan produk, pengadaan bahan dari pemasok, pergerakan bahan antar fasilitas, pembuatan produk, distribusi produk ke konsumen, dan bantuan setelah pasar untuk keberlanjutan. Menurut Lukman (2021) Distribusi merupakan proses dalam menyimpan produk jadi dari produsen ke pelanggan pada saat dibutuhkan. Distribusi dalam menyalurkan barang dan jasa perlu disesuaikan dengan sumber daya dan kemampuan perusahaan untuk mendapatkan hasil yang baik. Menurut Pertiwi dkk. (2020) Proses distribusi yang efektif dan efisien menjadi salah satu faktor dalam mencapai kepuasan konsumen. Semakin tingginya persaingan di dunia industri membuat perusahaan harus memiliki strategi distribusi yang lebih baik.

PT XYZ atau PT Sumber Perintis Ragamangan merupakan sebuah perusahaan berbentuk "Perseroan Terbatas" yang menempatkan posisinya sebagai perusahaan distribusi barang dari beberapa perusahaan yang sudah dikenal dengan baik oleh konsumen. Perusahaan ini berdiri sejak tahun 1960 dan berlokasi di Jl. Ibrahim Adjie No. 98A Bandung. Perusahaan saat ini mendistribusikan produk makanan seperti Potato Q, Sidore, dan QQ Jelly. Produk tersebut saat ini sudah tersebar ke toko-toko yang berada di daerah Bandung dan sekitarnya. Perusahaan menggunakan mobil truk engkel double ban untuk proses distribusi produk-produknya. Perusahaan saat ini belum memiliki rute distribusi yang baik karena proses penentuannya masih berdasarkan keputusan dari supir, yang dimana perusahaan hanya memberikan daftar alamat toko. Selain itu, pemanfaatan kapasitas kendaraan dalam mengangkut permintaan konsumen belum maksimal. Hal tersebut dapat menimbulkan jarak dalam proses pendistribusian menjadi panjang sehingga dapat menyebabkan kerugian untuk perusahaan. Permasalahan tersebut perlu diperbaiki agar pemanfaatan kapasitas kendaraan menjadi baik serta rute yang dilalui menghasilkan jarak yang pendek. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan rute distribusi yang dilalui menjadi lebih pendek serta pemanfaatan kapasitas kendaraan menjadi lebih baik. Kasus tersebut dapat termasuk kedalam permasalahan Vehicle Routing Problem (VRP). Permasalahan Vehicle Routing Problem (VRP) bisa diperbaiki menggunakan beberapa cara, seperti menggunakan metode Algoritma Sweep, Nearest Neighbor dan Metode Local Search yaitu (1-0) Insertion Intra Route.

2. METODOLOGI

2.1 Identifikasi Masalah

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang distributor makanan ringan dari beberapa perusahaan yang telah dikenal. Perusahaan saat ini mendistribusikan produk makanan ringan, salah satu yang diminati yaitu Potato Q. Pendistribusian Potato Q dilakukan dari hari senin sampai jum'at yang memasok 21 toko dan hari sabtu hanya memasok 11 toko yang berada di daerah Bandung dan sekitarnya. Permasalahan dari perusahaan saat ini adalah proses penentuan rutenya masih berdasarkan keputusan supir serta pemanfaatan kapasitas kendaraan yang belum maksimal. Permasalahan tersebut perlu diperbaiki agar pemanfaatan kapasitas kendaraan menjadi lebih baik serta rute yang dilalui menghasilkan jarak yang pendek. Berdasarkan permasalahan tersebut, perbaikan rute distribusi bisa dilakukan menggunakan Algoritma Sweep, Nearest Neighbor, dan metode Local Search (1-0) Insertion Intra Route.

2.2 Studi Literatur

Studi literatur mencakup tentang teori-teori yang mendukung dalam menunjang penelitian untuk pemecahan masalah pada PT XYZ. Studi literatur yang digunakan adalah Supply Chain Management, manajemen logistik, manajemen transportasi dan distribusi, Vehicle Routing Problem, Capacitated Vehicle Routing Problem dan metode yang digunakan yaitu Algoritma Sweep, Nearest Neighbor, dan metode Local Search (1-0) Insertion Intra Route serta penelitian terdahulu.

2.3 Penentuan Metode

Permasalahan yang terjadi pada perusahaan yaitu mengenai penentuan rute distribusi yang termasuk kedalam Vehicle Routing Problem (VRP). Metode yang bisa digunakan dalam menyelesaikan permasalahan tersebut adalah Algoritma Sweep, Nearest Neighbor, dan metode Local Search (1-0) Insertion Intra Route. Perhitungan Algoritma Sweep dilakukan dengan dua tahap yaitu pengelompokan toko dan pembentukan rute. Tahapan dari pembentukan rute akan dilakukan dengan metode Nearest Neighbor yang digunakan juga untuk menentukan urutan kunjungan. Sebelum akhirnya akan dilakukan perhitungan menggunakan metode Local Search yaitu (1-0) Insertion Intra Route yang digunakan sebagai perbaikan dari rute agar menghasilkan rute baru yang lebih baik.

2.4 Pengumpulan Data

Proses dalam melakukan penentuan rute distribusi diperlukan data-data untuk menunjang dalam menyelesaikan permasalahan tersebut. Data-data yang diperlukan diantaranya data lokasi toko dan permintaan toko, data kendaraan, data waktu loading dan unloading, data jarak dan waktu antar tujuan, rute aktual perusahaan.

2.5 Pengolahan Data

Proses perhitungan dalam pengolahan data ini menggunakan metode Algoritma Sweep, metode Nearest Neighbor, dan metode Local Search yaitu (1-0) Insertion Intra Route yang nantinya akan didapatkan hasil berupa rute baru yang lebih baik. Pengolahan data pun telah mencakup analisis setelah perhitungan dilakukan. Langkah-langkah pengolahan data tersebut dapat dilihat di bawah ini:

1. Perhitungan Total dan Waktu Jarak dari Rute Aktual Perusahaan
Perhitungan ini merupakan perhitungan dari total jarak dan waktu yang dilalui kendaraan dari rute pengiriman yang telah ditetapkan oleh PT XYZ. Proses perhitungannya dilakukan dengan cara menjumlahkan jarak dan waktu dari gudang menuju toko hingga nantinya kendaraan tersebut kembali lagi ke gudang. Proses perhitungan ini berlaku untuk rute awal yang telah ditetapkan PT XYZ.
2. Perhitungan Utilitas Kendaraan dari Rute Aktual Perusahaan
Perhitungan utilitas ini berlaku untuk semua kendaraan yang mengangkut barang dalam pendistribusian produk kepada konsumen oleh PT XYZ. Perhitungan tersebut diperlukan data-data seperti data barang yang dikirim serta data kapasitas alat angkut dari kendaraan yang digunakan.
3. Algoritma Sweep
Pengolahan data dalam menyelesaikan permasalahan menggunakan Algoritma Sweep perlu melewati beberapa langkah-langkah didalamnya. Berikut merupakan langkah-langkah pengolahan data menggunakan Algoritma Sweep (Agustina dkk. (2022)):
 - a. Membuat Koordinat Kartesius Pada Tiap Toko
Koordinat kartesius dibuat untuk setiap tokonya, total terdapat 21 toko yang harus dibuatkan koordinat kartesius. Perusahaan sebagai gudang produk berada pada titik pusat (0,0) karena dijadikan sebagai awal dari pendistribusian. Koordinat kartesius ini dibuat menggunakan bantuan dari aplikasi Geo Gebra.

- b. Menghitung Koordinat Polar Pada Tiap Toko
Setelah pembuatan koordinat karteisus, selanjutnya melakukan perhitungan koordinat polar. Perhitungan koordinat polar berkaitan nantinya dalam proses pembuatan kelompok rute atau clustering. Perhitungan koordinat polar dibuat menggunakan bantuan dari aplikasi Geo Gebra.
 - c. Mengurutkan Koordinat Polar Yang Terkecil Ke Terbesar
Setelah dilakukan perhitungan koordinat polar dari setiap tokonya, selanjutnya dilakukan pengurutan. Pengurutan koordinat polar tersebut dilakukan dari yang terkecil sampai yang terbesar. Pengurutan tersebut bertujuan agar memudahkan dalam proses clustering
 - d. Pembuatan Clustering Toko Berdasarkan Koordinat Polar
Pengelompokan atau clustering pada toko ini dilakukan berdasarkan dari koordinat polar toko yang terkecil ke koordinat polar terbesar. Proses clustering ini perlu memperhatikan beberapa faktor seperti jumlah permintaan dari tiap toko serta kapasitas angkut dari kendaraan. Hal itu karena apabila jumlah permintaan dari tiap toko melebihi dari kapasitas kendaraan maka nantinya harus membuat cluster yang baru.
 - e. Pengurutan Rute Tiap Cluster Menggunakan Metode Nearest Neighbor
Pengurutan rute ini dilakukan apabila semua toko telah masuk kedalam setiap rutenya. Pengurutan rute ini dilakukan untuk setiap cluster dengan menggunakan metode Nearest Neighbor.
4. Metode Nearest Neighbor
Langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan pengurutan rute menggunakan metode Nearest Neighbor adalah mengambil rute yang telah dibentuk pada Algoritma Sweep. Langkah selanjutnya menentukan titik depot pusat sebagai awal dari pendistribusian, dilanjutkan dengan menentukan toko yang akan dikunjungi berdasarkan jarak terdekat dari depot. Langkah selanjutnya adalah menentukan toko selanjutnya yang akan dikunjungi berdasarkan jarak terdekat dari toko sebelumnya. Pastikan seluruh toko telah masuk kedalam rute yang akan dikunjungi hingga nantinya kembali kepada depot sebagai akhir dari rute distribusi.
 5. Metode Local Search (1-0) Insertion Intra Route
Langkah-langkah yang dilakukan dalam melakukan perbaikan rute menggunakan Metode (1-0) Insertion Intra Route adalah dimulai dari proses input rute yang telahdiurutkan oleh metode sebelumnya. Langkah selanjutnya melakukan proses pertukaran titik dalam rute yang sama, hingga seluruhnya mengalami pertukaran. Langkah selanjutnya setelah melakukan proses penukaran yaitu melakukan perhitungan total jarak, apabila total jarak setelah penukaran lebih kecil dari sebelum penukaran maka akan terbentuk rute yang baru, sedangkan apabila total jarak lebih besar dari sebelum penukaran maka rute dari metode sebelumnya tetap digunakan. Metode ini banyak digunakan untuk menyelesaikan masalah penentuan rute. Sebagai contoh penelitian Ramadhan dkk. (2018) dan Imran & Okdinawati (2012).
 6. Perhitungan Utilitas Kendaraan dari Rute Perancangan
Perhitungan utilitas ini berlaku untuk semua kendaraan yang mengangkut barang dalam pendistribusian produk kepada konsumen oleh PT XYZ. Perhitungan tersebut diperlukan data-data seperti data barang yang dikirim serta data kapasitas alat angkut dari kendaraan yang digunakan.
 7. Perbandingan Jarak Distribusi Berdasarkan Rute Aktual dan Rute Perancangan
Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengurangan jarak setelah dilakukan penelitian. Setelah dilakukan perbandingan, selanjutnya melakukan pengurangan antara total jarak dari rute aktual perusahaan dengan total jarak dari rute perancangan.

Menurut Rahmawati dkk. (2014) Untuk melakukan perhitungan efisiensi jarak dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Efisiensi Jarak} = \frac{(\text{Jarak Tempuh Aktual} - \text{Jarak Tempuh Perancangan})}{\text{Jarak Tempuh Aktual}} \times 100\% \quad (1)$$

2.6 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan ini berisi penjelasan tentang hasil yang didapat dari penelitian yang telah dilakukan. Saran yang berisikan pada poin ini berisikan usulan-usulan perbaikan yang didapat sehingga nantinya akan ditujukan kepada perusahaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

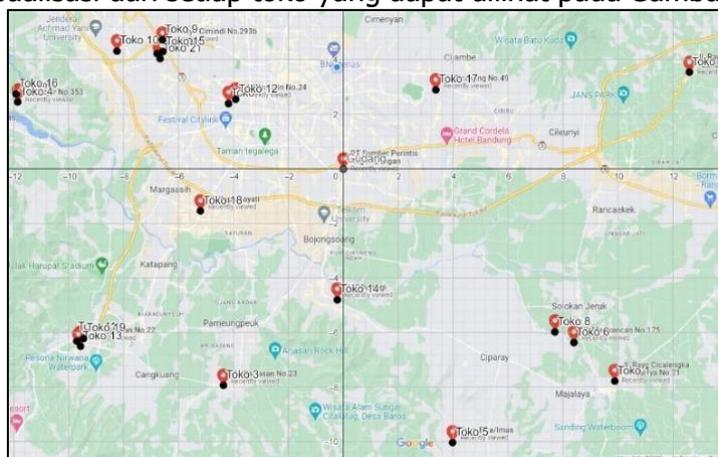
3.1 Data Lokasi Toko dan Permintaan Toko

Data ini meliputi data toko, kode toko, alamat toko, dan permintaan dari masing-masing toko yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Lokasi Toko dan Permintaan Toko

No	Nama Penerima Toko	Kode Toko	Alamat Lengkap	Permintaan (Karton)
1	Aceng Hll	B1	Jl. Raya Cicalengka - Majalaya No.21, Majakerta, Kec. Majalaya, Kabupaten Bandung, Jawa Barat 40392	100
2	Amel	B2	Jl. Raya Cirebon - Bandung, Jatisari, Kec. Tanjungsari, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat 45362	10
3	CepaH.	B3	Jl. Kiantasan No.23, Banjaran, Kec. Banjaran, Kabupaten Bandung, Jawa Barat 40377	100
4	Endang H	B4	Jalan Raya Batujajar, Pasar Cermat Lantai Dasar Blok B No. 10, Batujajar Bar., Kec. Batujajar, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat 40561	50
5	Imas	B5	Kp babakan 0101, Babakan, Kec. Ciparay, Kabupaten Bandung, Jawa Barat 40381	100
6	PT. Langgan Gemilang Nusantara	B6	Jl. Manirancan No.175, Rancakasumba, Kec. Solokanjeruk, Kabupaten Bandung, Jawa Barat 40376	300
7	Harapan Jaya	B7	Jl. Jend. Sudirman No.442 RT 001/05, Ciroyom, Kec. Andir, Kota Bandung, Jawa Barat 40182	100
8	Yudi	B8	Jl. Raya Sapan No.135, Rancakasumba, Kec. Solokanjeruk, Kabupaten Bandung, Jawa Barat 40376	50
9	Grosir Umah	B9	Jl. Raya Cimindi No.233b, Cigugur Tengah, Kec. Cimahi Tengah, Kota Cimahi, Jawa Barat 40522	50
10	Pareng	B10	Jl. Baros No.10, Lewwigajah, Kec. Cimahi Sel., Kota Cimahi, Jawa Barat 40521	50
11	Agus	B11	Jl. Cepek No.121, Soreang, Kec. Soreang, Kabupaten Bandung, Jawa Barat 40914	100
12	Komala	B12	Jl. Waringin No.24, Ciroyom, Kec. Andir, Kota Bandung, Jawa Barat 40182	100
13	Enjang	B13	Pasar (baru) Soreang, Jl. Pajagalan No.22, Soreang, Kec. Soreang, Kabupaten Bandung, Jawa Barat 40911	200
14	Oled	B14	Jl. Silivangi, Baleendah, Kec. Baleendah, Kabupaten Bandung, Jawa Barat 40375	50
15	Eman	B15	Jl. Mahar Martanegara No.76, Cigugur Tengah, Kec. Cimahi Tengah, Kota Cimahi, Jawa Barat 40522	50
16	Ali H	B16	Jl. Raya Batujajar No.353, Galanggang, Kec. Batujajar, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat 40561	50
17	Maksum	B17	Jl. Cicukang No.43, Cisaranten Bina Harapan, Kec. Arcamanik, Kota Bandung, Jawa Barat 40234	50
18	Juju	B18	Jl. Kopo Sayati, Sayati, Kec. Margahayu, Kabupaten Bandung, Jawa Barat 40228	50
19	Asep Radian	B19	Jl. Pajagalan No.22, Soreang, Kec. Soreang, Kabupaten Bandung, Jawa Barat 40911	200
20	Engkon II	B20	Jl. Mahar Martanegara No.72, Cigugur Tengah, Kec. Cimahi Tengah, Kota Cimahi, Jawa Barat 40522	100
21	Edi	B21	Pasar Cimindi, Jl. Mahar Martanegara Blok C, Cigugur Tengah, Kec. Cimahi Tengah, Kota Cimahi, Jawa Barat 40522	100

Berikut gambar visualisasi dari setiap toko yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Sebaran Toko

3.2 Data Kendaraan

Data kendaraan ini salah satu hal yang penting dalam melakukan pendistribusian produk. Data kendaraan ini meliputi model transportasi yang digunakan, jumlah kendaraan yang dimiliki, serta kapasitas angkut dari kendaraan tersebut. Model transportasi yang digunakan yaitu truk engkel double ban sebanyak 4 unit dengan kapasitas angkut sebesar 600 karton per mobil.

3.3 Data Waktu Loading dan Unloading

Waktu loading merupakan waktu yang diperlukan pada saat produk diangkut kedalam kendaraan, sedangkan waktu unloading merupakan waktu yang diperlukan pada saat produk diturunkan dari kendaraan. Data waktu loading yang dibutuhkan sebesar 30 menit dan waktu unloading yang dibutuhkan sebesar 15 menit.

3.4 Data Jarak dan Waktu Antar Tujuan

Data jarak dan waktu antar tujuan ini berisikan data jarak dan waktu antara gudang dengan toko dan toko dengan toko lainnya. Data jarak didapat berdasarkan hasil tanya jawab dengan karyawan di PT XYZ serta bantuan dari aplikasi google maps. Data waktu didapat dari perhitungan berdasarkan data jarak serta kecepatan kendaraan sebesar 20 km/jam yang didapat berdasarkan Kasatlantas Polrestabes Bandung melalui Kasubbag Humas tahun 2017. Berikut merupakan data jarak dan waktu yang dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Data Jarak Antar Tujuan (Km)

Matriks Jarak (km)																					
Gudang	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21
Gudang	22																				
B1	21	22																			
B2	15	26	78																		
B3	21	40	83	23																	
B4	19	12	30	16	36																
B5	18	4,9	61	26	40	12															
B6	8,5	28	70	19	13	25	28														
B7	17	5,5	61	24	39	11	1,3	25													
B8	14	33	75	23	9,1	29	33	5	32												
B9	17	36	78	23	6,5	32	36	8	35	5,1											
B10	20	32	82	8,2	16	24	33	18	31	22	19										
B11	8,8	31	70	22	13	25	28	0,7	27	5,9	8,2	19									
B12	20	33	82	8	16	24	33	18	31	22	19	0,75	18								
B13	7,6	16	70	9,8	25	12	16	14	14	19	21	19	13	18							
B14	13	33	75	23	8,1	29	33	4,8	31	1,6	3,5	20	5,3	20	18						
B15	21	40	83	23	0,22	39	40	13	39	9,3	6,5	16	13	17	25	8					
B16	7,9	25	59	23	25	26	21	13	20	17	20	27	13	28	16	16	25				
B17	9,7	26	71	14	14	22	26	7,3	24	12	14	10	7,7	11	10	11	14	17			
B18	20	32	82	8	16	24	32	17	31	22	19	0,55	18	0,27	17	20	16	29	10		
B19	14	33	75	23	7,9	29	33	4,9	32	1,5	3,1	20	5,4	20	18	0,20	7,8	17	11	19	
B20	13	33	75	23	7,9	29	33	4,9	31	1,6	3,1	20	5,4	20	17	0,15	7,9	17	11	19	0,04
B21																					

Tabel 3. Data Waktu Antar Tujuan (Menit)

Matriks Waktu (menit)																					
Gudang	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21
Gudang	66,0																				
B1	63,0	66																			
B2	45,0	78	234																		
B3	63,0	120	249	69																	
B4	57,0	36	90	48	108																
B5	54,0	14,7	183	78	120	36															
B6	25,5	84	210	57	39	75	94														
B7	51,0	16,5	183	72	117	33	3,9	75													
B8	42,0	99	225	69	27,3	87	99	15	96												
B9	51,0	108	234	69	19,5	96	108	24	105	15,3											
B10	60,0	96	246	24,6	48	72	99	54	93	66	57										
B11	26,4	93	210	66	39	75	84	2,1	81	17,7	24,6	57									
B12	60,0	99	246	24	48	72	99	54	93	66	57	2,25	54								
B13	22,8	48	210	29,4	75	36	48	42	42	57	63	57	39	54							
B14	39,0	99	225	69	24,3	87	99	14,4	93	4,8	10,5	60	15,9	60	54						
B15	63,0	120	249	69	0,66	117	120	39	117	27,9	19,5	48	39	51	75	24					
B16	23,7	75	177	69	75	78	63	39	60	51	60	81	39	84	48	48	75				
B17	29,1	78	213	42	42	66	78	21,9	72	36	42	30	23,1	33	30	33	42	51			
B18	60,0	96	246	24	48	72	96	51	93	66	57	1,65	54	0,81	51	60	48	87	30		
B19	42,0	99	225	69	23,7	87	99	14,7	96	4,5	9,3	60	16,2	60	54	0,6	23,4	51	33	57	
B20	39,0	99	225	69	23,7	87	99	14,7	93	4,8	9,3	60	16,2	60	51	0,45	23,7	51	33	57	0,12
B21																					

3.5 Rute Aktual Perusahaan

Rute aktual berisikan mengenai rute yang dibuat sendiri oleh perusahaan dalam mendistribusikan produknya kepada pelanggan. Berikut merupakan rute aktual perusahaan yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rute Aktual Perusahaan

Rute	Rute Aktual Perusahaan	Permintaan (Karton)
1	G-B4-B18-B7-B3-B5-B17-B14-G	500
2	G-B11-B13-B8-B20-G	450
3	G-B1-B16-B21-B10-B19-G	500
4	G-B12-B15-B9-B6-B2-G	510
Total		1960

3.6 Perhitungan Total Jarak dan Waktu dari Rute Aktual Perusahaan

Berikut merupakan hasil dari penjumlahan dari total jarak dan waktu pada rute aktual hari selasa yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Total Jarak dan Waktu Rute Aktual Perusahaan

Rute	Rute Aktual Perusahaan	Jarak (km)	Waktu (menit)	Waktu Loading & Unloading	Total Waktu (menit)
1	G-B4-B18-B7-B3-B5-B17-B14-G	126,90	380,7	135,00	515,70
2	G-B11-B13-B8-B20-G	97,75	293,25	90,00	383,25
3	G-B1-B16-B21-B10-B19-G	112,00	336,00	105,00	441,00
4	G-B12-B15-B9-B6-B2-G	130,70	392,10	105,00	497,10
Total		467,35	1402,05	435,00	1837,05

3.7 Perhitungan Utilitas Kendaraan dari Rute Aktual Perusahaan

Berikut merupakan hasil dari perhitungan utilitas kendaraan pada rute aktual perusahaan di hari selasa yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Utilitas Kendaraan dari Rute Aktual Perusahaan

Truk	Rute Aktual Perusahaan	Permintaan (Karton)	Kapasitas Kendaraan	Utilitas Kendaraan (%)
1	G-B4-B18-B7-B3-B5-B17-B14-G	500	600	83,33%
2	G-B11-B13-B8-B20-G	450	600	75,00%
3	G-B1-B16-B21-B10-B19-G	500	600	83,33%
4	G-B12-B15-B9-B6-B2-G	510	600	85,00%

Merujuk kepada hasil di atas, hasil nilai utilitas dari rute aktual perusahaan masih belum baik dibandingkan dengan rute perancangan. Hal tersebut disebabkan karena pemanfaatan kapasitas kendaraan yang belum maksimal. Alhasil nilai yang dihasilkan setiap rutanya (kecuali pada rute 4) lebih kecil daripada rute perancangan.

3.8 Algoritma Sweep

Algoritma Sweep merupakan metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam penentuan rute distribusi. Penentuan rute distribusi tersebut perlu melewati dua tahap yaitu tahap pengelompokan dan penentuan rute. Pengolahan data untuk menyelesaikan permasalahan penentuan rute menjadi lebih baik menggunakan Algoritma Sweep perlu melewati beberapa langkah-langkah didalamnya. Berikut merupakan langkah-langkah pengolahan data menggunakan Algoritma Sweep diantaranya:

1. Membuat Koordinat Kartesius Pada Tiap Toko

Koordinat kartesius dibuat untuk setiap tokonya, total terdapat 21 toko yang harus dibuatkan koordinat kartesius. Perusahaan sebagai gudang produk berada pada titik pusat (0,0) karena dijadikan sebagai awal dari pendistribusian. Koordinat kartesius ini dibuat menggunakan bantuan dari aplikasi Geo Gebra. Berikut merupakan hasil koordinat kartesius dari tiap toko yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Koordinat Kartesius Tiap Toko

No	Kode Toko	Koordinat Lokasi		No	Kode Toko	Koordinat Lokasi	
		x	y			x	y
1	B1	9,884	-7,772	12	B12	-3,923	2,556
2	B2	12,599	3,551	13	B13	-9,572	-6,498
3	B3	-4,364	-7,926	14	B14	-0,220	-4,794
4	B4	-11,858	2,459	15	B15	-6,572	4,305
5	B5	3,977	-10,023	16	B16	-11,919	2,747
6	B6	8,397	-6,359	17	B17	3,367	2,900
7	B7	-4,183	2,396	18	B18	-5,207	-1,536
8	B8	7,703	-5,972	19	B19	-9,467	-6,218
9	B9	-6,591	4,740	20	B20	-6,784	4,233
10	B10	-8,247	4,320	21	B21	-6,676	4,044
11	B11	-9,706	-6,311				

2. Menghitung Koordinat Polar Pada Tiap Toko
Setelah pembuatan koordinat kartesius, selanjutnya melakukan perhitungan koordinat polar. Perhitungan koordinat polar berkaitan nantinya dalam proses pembuatan kelompok rute atau clustering. Perhitungan koordinat polar dibuat menggunakan bantuan dari aplikasi Geo Gebra. Berikut merupakan hasil koordinat polar dari tiap toko yang dapat dilihat pada Tabel 8

Tabel 8. Koordinat Polar Tiap Toko

No	Kode Toko	Koordinat Polar (°)	No	Kode Toko	Koordinat Polar (°)
1	B1	321,820	12	B12	146,914
2	B2	15,741	13	B13	214,170
3	B3	241,162	14	B14	267,368
4	B4	168,286	15	B15	146,773
5	B5	291,641	16	B16	167,019
6	B6	322,865	17	B17	40,742
7	B7	150,198	18	B18	196,432
8	B8	322,213	19	B19	213,297
9	B9	144,280	20	B20	148,039
10	B10	152,353	21	B21	148,792
11	B11	213,035			

3. Mengurutkan Koordinat Polar Yang Terkecil Ke Terbesar
Setelah dilakukan perhitungan koordinat polar dari setiap tokonya, selanjutnya dilakukan pengurutan. Pengurutan koordinat polar tersebut dilakukan dari yang terkecil sampai yang terbesar. Pengurutan tersebut bertujuan agar memudahkan dalam proses clustering. Berikut merupakan hasil pengurutan koordinat polar dari yang terkecil hingga terbesar yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pengurutan Koordinat Polar Tiap Toko

No	Kode Toko	Koordinat Polar (°)	No	Kode Toko	Koordinat Polar (°)
1	B2	15,741	12	B18	196,432
2	B17	40,742	13	B11	213,035
3	B9	144,280	14	B19	213,297
4	B15	146,773	15	B13	214,170
5	B12	146,914	16	B3	241,162
6	B20	148,039	17	B14	267,368
7	B21	148,792	18	B5	291,641
8	B7	150,198	19	B1	321,820
9	B10	152,353	20	B8	322,213
10	B16	167,019	21	B6	322,865
11	B4	168,286			

4. Pembuatan Clustering Toko Berdasarkan Koordinat Polar
 Pengelompokan atau clustering pada toko ini dilakukan berdasarkan dari koordinat polar toko yang terkecil ke koordinat polar terbesar. Proses clustering ini perlu memperhatikan beberapa faktor seperti jumlah permintaan dari tiap toko serta kapasitas angkut dari kendaraan. Hal itu karena apabila jumlah permintaan dari tiap toko melebihi dari kapasitas kendaraan maka nantinya harus membuat cluster yang baru. Berikut rekapitulasi hasil pengelompokan rute yang dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Rekapitulasi Hasil Pengelompokan Rute

Cluster	Hasil Pengelompokan Rute	Jarak (km)	Waktu (menit)	Waktu Loading & Unloading	Total Waktu (menit)
1	G-B2-B17-B9-B15-B12-B20-B21-B7-G	122,74	368,22	150	518,22
2	G-B10-B16-B4-B18-B11-B19-G	68,27	204,81	120	324,81
3	G-B13-B3-B14-B5-B1-B8-G	84,30	252,90	120	372,90
4	G-6-G	36,00	108,00	45	153,00
Total		311,31	933,93	435	1368,93

Hasil dari pengelompokan rute dengan menggunakan Algoritma Sweep dapat membuat pendistribusian menjadi lebih baik. Hal tersebut terlihat bahwa Rute 1 yang semula melakukan distribusi ke 7 toko dapat melakukan distribusi ke 8 toko, rute 2 yang semula melakukan distribusi ke 4 toko dapat melakukan distribusi ke 6 toko. Rute 3 yang semula melakukan distribusi ke 5 toko dapat melakukan distribusi ke 6 toko, dan rute 4 yang semula melakukan distribusi ke 5 toko dapat melakukan distribusi ke 1 toko. Jarak yang dihasilkan pun menjadi lebih pendek dibandingkan rute aktual perusahaan setelah dilakukannya pengelompokan toko menggunakan Algoritma Sweep.

5. Pengurutan Rute tiap Cluster Menggunakan Metode Nearest Neighbor
 Pengurutan rute ini dilakukan apabila semua toko telah masuk kedalam setiap rutenya. Pengurutan rute ini dilakukan untuk setiap cluster dengan menggunakan metode Nearest Neighbor.

3.9 Metode Nearest Neighbor

Metode Nearest Neighbor ini digunakan untuk mengurutkan rute yang telah dibentuk pada tahap sebelumnya. Proses pengurutan rute ini dilakukan agar jarak tempuh yang dilakukan saat proses distribusi menghasilkan nilai yang lebih pendek. Tahapannya dilakukan dengan cara menambahkan toko yang memiliki jarak terdekat dengan toko yang telah dikunjungi terakhir. berikut merupakan rekapitulasi hasil pengurutan rute menggunakan metode Nearest Neighbor yang dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Rekapitulasi Pengurutan Rute Menggunakan Metode Nearest Neighbor

Cluster	Hasil Pengurutan Rute	Jarak (km)	Waktu (menit)	Waktu Loading & Unloading	Total Waktu (menit)
1	G-B17-B7-B12-B15-B21-B20-B9-B2-G	124,59	373,77	150	523,77
2	G-B18-B11-B19-B4-B16-B10-G	59,97	179,91	120	299,91
3	G-B14-B3-B13-B5-B8-B1-G	87,90	263,70	120	383,70
4	G-6-G	36,00	108,00	45	153,00
Total		308,46	925,38	435	1360,38

Setelah dilakukan pengelompokan rute menggunakan Algoritma Sweep, rute yang didapat dari Algoritma Sweep dilakukan pengurutan menggunakan metode Nearest Neighbor. Proses pengurutan rute tersebut menghasilkan jarak yang lebih pendek dibandingkan dengan jarak rute yang didapat oleh Algoritma Sweep, Jarak yang dihasilkan sebesar 308,46 km dan waktu sebesar 1360,38 menit. Terdapat penghematan jarak sebesar 2,85 km dan penghematan waktu sebesar 8,55 menit.

3.10 Metode Local Search (1-0) Insertion Intra route

Permasalahan dalam penentuan rute distribusi menjadi lebih baik telah melewati beberapa tahapan sebelumnya. Tahapan pertama dimulai dengan menggunakan metode Algoritma Sweep untuk dilakukannya proses pengelompokan setiap toko. Tahapan kedua dilakukannya proses perhitungan menggunakan metode Nearest Neighbor untuk dilakukannya pengurutan rute distribusi agar jarak yang dihasilkan menjadi minimum. Tahapan selanjutnya adalah proses perhitungan menggunakan metode Local Search (1-0) Insertion Intra Route. Metode ini dilakukan untuk memperbaiki rute distribusi yang telah diurutkan oleh metode Nearest Neighbor. Tujuannya adalah untuk mendapatkan nilai jarak tempuh yang lebih baik dengan menggunakan rute yang baru. Berikut merupakan hasil rekapitulasi perbaikan rute menggunakan metode Local Search (1-0) Insertion Intra Route yang dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Rekapitulasi Perbaikan Rute Menggunakan Metode (1-0) Insertion Intra Route

Cluster	Hasil Perbaikan Rute	Jarak (km)	Waktu (menit)	Waktu Loading & Unloading	Total Waktu (menit)
1	G-B12-B7-B15-B21-B20-B9-B17-B2-G	112,99	338,97	150	488,97
2	G-B18-B11-B19-B4-B16-B10-G / G-B18-B19-B11-B4-B16-B10-G / G-B18-B11-B19-B16-B4-B10-G	59,97	179,91	120	299,91
3	G-B14-B3-B13-B5-B1-B8-G	83,90	251,70	120	371,70
4	G-6-G	36,00	108,00	45	153,00
Total		292,86	878,58	435	1313,58

Perbaikan rute menggunakan metode Local Search (1-0) Insertion Intra Route pun dilakukan berdasarkan gabungan dari hasil rute yang didapat pada Algoritma Sweep dan Metode Nearest Neighbor. Proses perbaikan rute pada tahap ini dilakukan berdasarkan pemilihan rute dengan jarak yang minimum dari kedua metode, rute cluster 1 dan rute cluster 3 diambil dari hasil rute pada Algoritma Sweep, sedangkan rute cluster 2 diambil dari hasil rute metode Nearest Neighbor. Berikut merupakan hasil rekapitulasi perbaikan rute gabungan menggunakan metode Local Search (1-0) Insertion Intra Route yang dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Rekapitulasi Perbaikan Rute Gabungan Metode (1-0) Insertion Intra Route

Cluster	Hasil Perbaikan Rute Gabungan	Jarak (km)	Waktu (menit)	Waktu Loading & Unloading	Total Waktu (menit)
1	G-B2-B17-B15-B21-B20-B9-B7-B12-G	112,19	336,57	150	486,57
2	G-B18-B11-B19-B4-B16-B10-G / G-B18-B19-B11-B4-B16-B10-G / G-B18-B11-B19-B16-B4-B10-G	59,97	179,91	120	299,91
3	G-B13-B3-B5-B1-B8-B14-G	83,10	249,30	120	369,30
4	G-6-G	36,00	108,00	45	153,00
Total		291,26	873,78	435	1308,78

Kesimpulan dari kedua perbaikan rute tersebut yaitu terdapat perbedaan hasil dari nilai total jarak dan total waktu. Perbaikan rute gabungan memiliki nilai total jarak yang lebih pendek dan total waktu yang lebih cepat yaitu 1,6 km dan 4,8 menit lebih kecil dibandingkan proses perbaikan rute dari metode Nearest Neighbor. Artinya, perubahan yang terjadi antara perbaikan rute pada metode Nearest Neighbor dengan perbaikan rute pada rute gabungan dapat menghasilkan rute yang lebih pendek namun tidak terlalu signifikan.

3.11 Perhitungan Utilitas Kendaraan dari Rute Perancangan

Berikut merupakan hasil dari perhitungan utilitas kendaraan pada rute perancangan di hari selasa yang dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Utilitas Kendaraan dari Rute Perancangan

Truk	Rute Perancangan	Permintaan (Karton)	Kapasitas Kendaraan	Utilitas Kendaraan (%)
1	G-B2-B17-B15-B21-B20-B9-B7-B12-G	560	600	93,33%
2	G-B18-B11-B19-B4-B16-B10-G / G-B18-B19-B11-B4-B16-B10-G / G-B18-B11-B19-B16-B4-B10-G	500	600	83,33%
3	G-B13-B3-B5-B1-B8-B14-G	600	600	100,00%
4	G-6-G	300	600	50,00%

Merujuk kepada hasil di atas, hasil nilai utilitas dari rute perancangan memiliki nilai yang lebih besar pada rute 1, rute 2, dan rute 3 dibandingkan rute aktual perusahaan. Namun, terdapat perbedaan pada nilai utilitas rute 4 dari rute perancangan yang memiliki nilai lebih kecil dibandingkan rute aktual perusahaan. Hal tersebut terjadi karena proses pendistribusian rute 4 dari hasil rute perancangan hanya melakukan pendistribusian ke satu toko. Nilai utilitas yang besar pada rute perancangan didapat karena setelah melakukan proses pengolahan data, kapasitas kendaraan dapat dimanfaatkan menjadi lebih maksimal sehingga proses pendistribusian yang dilakukan menjadi lebih baik.

3.12 Perbandingan Jarak Distribusi Berdasarkan Rute Aktual dan Rute Perancangan

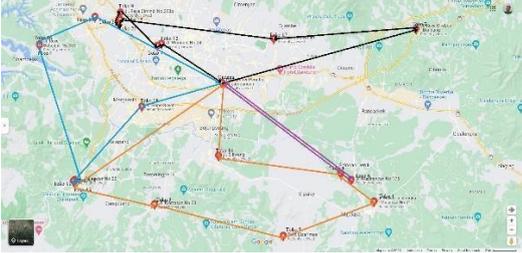
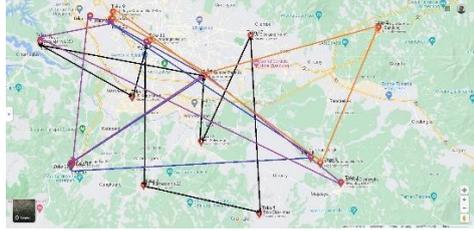
Berikut merupakan hasil efisiensi jarak antara rute aktual dan rute perancangan yang dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Efisiensi Jarak

No	Rute Distribusi	Jarak Rute Aktual (km)	Jarak Rute Perancangan (km)
1	Rute 1	126,90	112,19
2	Rute 2	97,75	59,97
3	Rute 3	112,00	83,10
4	Rute 4	130,70	36,00
Total		467,35	291,26
Efisiensi Jarak (%)		37,68%	

Setelah proses pengolahan data yang dilakukan selesai, pengolahan data tersebut menghasilkan output berupa rute perancangan. Hasil rute perancangan tersebut selanjutnya akan dilakukan perbandingan dengan rute aktual perusahaan untuk melihat seberapa besar perubahan yang terjadi. Jarak antara rute aktual perusahaan dan rute perancangan memiliki perbedaan. Rute perancangan memiliki nilai jarak yang lebih pendek dari rute aktual perusahaan. Berdasarkan hasil tersebut, didapatkan nilai efisiensi jarak sebesar 37,68% atau terdapat penghematan jarak sebesar 176,09 km antara rute aktual perusahaan dan rute perancangan. Berikut merupakan gambaran perbandingan antara rute perancangan dengan rute aktual perusahaan yang dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil Gambar Perbandingan Rute Perancangan dengan Rute Aktual Perusahaan

Rute Perancangan	Rute Aktual Perusahaan
	

Winangun, Baisa.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian ini adalah terdapat perbedaan jarak yang dihasilkan antara rute aktual perusahaan dan rute perancangan. Jarak yang dihasilkan dari rute perancangan memiliki nilai yang lebih baik daripada rute aktual perusahaan. Jarak yang dihasilkan sebesar 291,26 km dengan waktu sebesar 1308,78 menit. Artinya terdapat efisiensi jarak sebesar 37,68% atau penghematan jarak sebesar 176,09 km dengan penghematan waktu sebesar 528,27 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, A., Setiawati, A., Iqbalnur, M., Saputri, V. H., Sutopo, W., & Yuniaristanto. (2022). Penentuan Rute Optimal Distribusi Koran Menggunakan Algoritma Sweep dan Metode Nearest Neighbor: Studi Kasus. *Jurnal Rekayasa Sistem dan Industri*, 28-33.
- Ghofar, A., Kundarto, M., Sugandini, D., Ekawati, T., & Amallia, B. A. (2020). *Perspektif Manajemen Rantai Pasokan: Kapabilitas Strategis*. Yogyakarta: Zahir Publishing.
- Imran, A., & Okdinawati, L. (2012). Adaptation of the variable Neighborhood search heuristic to solve the vehicle routing problem. *Jurnal Teknik Industri*, 12 (1), 10-15.
- Lukman. (2021). *Supply Chain Management*. Kab. Gowa: CV. Cahaya Bintang Cemerlang.
- Pertiwi, P. P., Iriani, & Ariyani, E. (2020). Penentuan Rute Distribusi Produk Dengan Metode Algoritma Clark And Wright Saving Heuristic Untuk Meminimumkan Biaya Distribusi Di PT X. *Jurnal Manajemen Industri dan Teknologi*, 24-32.
- Rahmawati, R., Nazaruddin, & Sari, R. M. (2014). Usulan Model Dalam Menentukan Rute Distribusi Untuk Meminimalkan Biaya Transportasi Dengan Metode Saving Matrix Di PT. XYZ. *e-Jurnal Teknik Industri FT USU*, 6-10.
- Ramadhan, F., Imran, A., & Rizana, A.F. (2018). A record-to-record travel algorithm for multi-product and multi-period inventory routing problem. *5th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)*, 274-278.