

Optimalisasi Rute Distribusi Menggunakan *Algoritma Clarke and Wright Savings*

Lyoni Elisabet Marpaung^{1*}, Jauhari Arifin², Winarno³

^{1,2,3} Teknik Industri, Universitas Singaperbangsa

Jl.H.S Ronggo Waluyo

^{1*}Lyonielisabet98@gmail.com

²Jauhari.Arifin@ft.unsika.ac.id

³Winarno@staff.unsika.ac.id

Optimization of A75 Plain Glass Distribution Routes Using The Clarke and Wright Savings Algorithm

Dikirimkan: 09, 2021. Diterima: 06, 2022. Dipublikasikan: 09, 2022.

Abstract— One aspect that can affect a company's competitive advantage is the distribution of its products. CV. Sinar Sentosa is a glass distributor located in Medan, North Sumatra. One type of glass marketed by CV. Sinar Sentosa is A75 plain Glass. CV. Sinar Sentosa has difficulty in determining the allocation of vehicles due to limited vehicle capacity to meet the demands of each store. This causes delays in product delivery to consumers and expensive distribution costs. So it is necessary to optimize the distribution route of A75 plain glass using the Clarke and Wright Savings algorithm so that it can minimize distribution costs. This research is a descriptive type of research in the form of action research. Based on the research results obtained 2 distribution routes with a total distance of 110.02 km. The company's initial distribution routes consisted of five routes totaling 312.52 kms. The application of the Clarke and Wright Savings algorithm in this study resulted in an efficiency of distribution distance of 64.79% and saved fuel costs from Rp. 296,894 to Rp. 104,519.

Keywords— Optimizatio; Distribution Route, Clarke and Wright Savings Algorith;, Minimization of Distribution Costs; Plain Glass A75

Abstrak— Salah satu aspek yang dapat memengaruhi suatu keunggulan bersaing perusahaan adalah kegiatan distribusi produknya. CV. Sinar Sentosa merupakan salah satu distributor kaca yang berlokasi di Medan, Sumatera Utara. Salah satu jenis kaca yang dipasarkan oleh CV. Sinar Sentosa adalah Kaca polos A75. CV. Sinar Sentosa mengalami kesulitan dalam menentukan alokasi kendaraan akibat keterbatasan kapasitas kendaraan dalam memenuhi permintaan setiap toko. Hal tersebut menyebabkan keterlambatan pengiriman produk di lokasi konsumen dan biaya distribusinya yang mahal. Maka perlu dilakukan pengoptimalan rute distribusi kaca polos A75 menggunakan *algoritma Clarke and Wright Savings* sehingga biaya distribusi dapat diminimalkan. Penelitian ini merupakan penelitian jenis deskriptif berbentuk *action research*. Berdasarkan hasil perhitungan diperlukan 2 rute distribusi dengan total jarak sebesar 110,02 km. Rute distribusi awal perusahaan sebanyak 5 rute dengan total jarak 312,52 km. Penerapan *algoritma Clarke and Wright Savings* pada penelitian ini menghasilkan efisiensi jarak distribusi sebesar 64,79% dan menghemat biaya bahan bakar dari Rp 296.894 menjadi Rp 104.519.

Kata kunci— Optimalisasi; Rute Distribusi; *Algoritma Clarke and Wright Savings*; Minimasi Biaya distribusi; Kaca Polos A75

I. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi ini, persaingan dalam dunia bisnis semakin ketat. Perusahaan harus

mampu menciptakan keunggulan kompetitif agar dapat menciptakan nilai ekonomis bagi perusahaan yang lebih baik daripada pesaing [1]. Salah satu

faktor yang dapat memengaruhi suatu keunggulan bersaing perusahaan adalah kegiatan distribusi produknya [2]. Distribusi merupakan suatu kegiatan dalam rantai pasok untuk memindahkan produk dari *supplier* kepada konsumen. Distribusi berpengaruh terhadap keberhasilan penjualan produk dalam memberikan pelayanan yang maksimal kepada konsumen [3]. Banyak perusahaan tidak dapat mencapai sasaran penjualan dikarenakan sistem distribusi yang digunakan tidak tepat [4]. Distribusi yang efektif dan efisien diperlukan agar suatu produk dapat dikirim sampai diterima konsumen tepat waktu, tepat pada tempat yang ditentukan, dan barang dalam kondisi baik. Permasalahan yang sering ditemui dalam sistem distribusi produk adalah jumlah persediaan produk yang terlalu banyak, produk berada di tempat yang salah, layanan pelanggan yang kurang baik, kehilangan penjualan karena kehabisan persediaan [5]. Dalam menghadapi masalah distribusi tersebut, diperlukan manajemen distribusi yang baik dan tepat.

CV. Sinar Sentosa merupakan salah satu distributor kaca yang berlokasi di Medan, Sumatera Utara. Perusahaan ini memasarkan beberapa jenis kaca, yaitu kaca polos A75, kaca polos A48, dan kaca *Rayban 5*. Kaca polos A75 merupakan jenis kaca yang memiliki permintaan pasar paling banyak pada tahun 2020 jika dibandingkan dengan jenis kaca lain. Dalam pendistribusian produknya, CV. Sinar Sentosa mengirimkan produknya ke konsumen secara langsung yang berada di wilayah sekitar Medan, tetapi untuk konsumen yang berada di wilayah luar Medan menggunakan jasa pengiriman barang atau jasa ekspedisi, dikarenakan jarak tempuh yang terlalu jauh sehingga lebih hemat memanfaatkan jasa ekspedisi. Pengiriman produk ke setiap toko menggunakan kendaraan jenis truk dengan kapasitas maksimum 20 peti. Kendaraan tidak dapat mengangkut permintaan konsumen dalam sekali perjalanan, sehingga menyebabkan kendaraan harus balik lagi ke gudang untuk mengambil barang. Perusahaan juga mengalami kesulitan dalam menentukan alokasi kendaraan akibat keterbatasan kapasitas kendaraan dalam memenuhi permintaan setiap toko. Hal tersebut menyebabkan keterlambatan pengiriman produk sampai kepada konsumen dan biaya distribusi yang mahal juga. Oleh karena itu CV. Sinar Sentosa perlu menetapkan kebijakan distribusi agar menjadi lebih efektif, efisien dan dapat meningkatkan kemampuan perusahaan untuk dapat memenuhi permintaan produk secara lebih cepat agar kepercayaan dan kepuasan konsumen meningkat.

Permasalahan pengiriman produk yang dialami CV. Sinar Sentosa termasuk dalam pembahasan *Vehicle Routing Problem* (VRP). VRP berkaitan dengan masalah perutean yang melibatkan banyak kendaraan dengan kapasitas tertentu untuk melayani sejumlah konsumen dengan

permintaan masing-masing [6]. Salah satu variasi dari VRP adalah *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP). CVRP merupakan bentuk VRP yang mempunyai kendala berupa kapasitas kendaraan [7]. CVRP membahas masalah optimasi untuk menentukan rute dengan biaya minimal untuk sejumlah kendaraan dengan kapasitas tertentu yang homogen yang melayani permintaan sejumlah pelanggan yang kuantitas permintaannya telah diketahui. VRP dapat diselesaikan dengan menggunakan pendekatan heuristik. Solusi yang didapatkan metode heuristik kualitasnya cukup baik dengan waktu perhitungan yang singkat. Salah satunya, *algoritma Clarke and Wright Savings* (CWS) atau sering disebut dengan metode *saving matrix* [8]. *Algoritma* CWS digunakan untuk menentukan rute terpendek distribusi kendaraan dengan memperhatikan kapasitas maksimum kendaraan dengan cara penggabungan beberapa titik pengiriman sehingga dapat meminimalisasi biaya *distribusi* [9][10]. Penelitian tentang rute distribusi menggunakan *algoritma* CWS telah dilakukan, di antaranya pada penelitian Trisna dkk. [11] dapat menghasilkan efisiensi jarak sebesar 36,45% dan efisiensi biaya sebesar 34,5% dari total jarak dan biaya transportasi rute awal yang digunakan perusahaan. Penelitian Irman dkk. [12] total jarak tempuh rute hasil CWS mengalami pengurangan jika dibandingkan dengan rute distribusi *eksisting* perusahaan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di CV. Sinar Sentosa bertempat di Jalan Pulo Bunaken Blok.III Kawasan Industri Medan, Sumatera Utara. Penelitian ini dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan rute distribusi yang ada dalam perusahaan, Penelitian ini termasuk dalam penelitian jenis deskriptif berbentuk *action research* di mana hasil penelitian berbentuk penjelasan yang bertujuan untuk mendeskripsikan secara sistematis, faktual, dan akurat tentang fakta-fakta dan sifat-sifat suatu objek tertentu, kemudian menggunakan metode perbaikan yang mampu diaplikasikan pada perusahaan [13]. Objek yang diteliti adalah proses distribusi kaca polos A75 pada CV. Sinar Sentosa. Adapun jenis dan sumber data dalam penelitian ini, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer penelitian ini diperoleh dari hasil wawancara dengan pemilik CV. Sinar Sentosa, yang berupa profil perusahaan, biaya-biaya terkait, dan *lead time*. Data sekunder adalah hasil dokumentasi dengan cara mengutip dari dokumen perusahaan, antara lain adalah daftar produk dan data permintaan kaca polos A75 tahun 2020. Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah observasi, wawancara,

dan dokumentasi. Pengolahan data menggunakan algoritma CWS, yaitu sebagai berikut:



Gambar 1. Alur pengolahan data

- 1) Menentukan Data Pelanggan
Data pelanggan terdiri dari data jumlah permintaan pada tahun 2020 dan data jarak setiap toko. Jumlah permintaan setiap toko dihitung menggunakan satuan peti seperti yang disajikan pada Tabel I. Data jarak gudang dan setiap *took* yang disajikan pada Tabel II.

TABEL I
DATA PERMINTAAN TAHUN 2020

Bulan	T1	T2	T3	T4	T5
Januari	26	27	26	26	25
Februari	26	27	27	25	24
Maret	25	26	27	25	25
April	25	26	26	28	26
Mei	29	27	27	25	25
Juni	27	28	29	27	25
Juli	26	26	27	26	26
Agustus	29	27	27	25	26
September	30	29	26	26	26
Oktober	28	28	28	25	26
November	28	27	28	26	23
Desember	29	27	28	25	25

Keterangan*

- T1 = Toko Serba Kaca Alumunium
- T2 = Toko Kaca Asahi
- T3 = Toko Sinar Fajar
- T4 = Toko Kaca Sakti
- T5 = Toko Kaca dan Triplek Aman

Tabel II menampilkan jarak antara gudang dan setiap toko.

TABEL II
DATA JARAK GUDANG DAN SETIAP TOKO

Lokasi	Jarak (Km)
Gudang -Toko Serba Kaca Alumunium	5,68
Gudang -Toko Kaca Asahi	9,12
Gudang -Toko Sinar Fajar	9,95
Gudang -Toko Kaca Sakti	65,54
Gudang -Toko Kaca dan Triplek Aman	65,97
Toko Serba Kaca Alumunium-Toko Kaca Asahi	6,29
Toko Serba Kaca Alumunium-Toko Sinar Fajar	4,14
Toko Serba Kaca Alumunium-Toko Kaca Sakti	62,37
Toko Serba Kaca Alumunium-Toko Kaca dan Triplek Aman	62,09
Toko Kaca Asahi- Toko Sinar Fajar	7,78
Toko Kaca Asahi- Toko Kaca Sakti	66,69
Toko Kaca Asahi- Toko Kaca dan Triplek Aman	67,18
Toko Sinar Fajar- Toko Kaca Sakti	67,45
Toko Sinar Fajar- Toko Kaca dan Triplek Aman	67,3
Toko Serba Kaca Alumunium-Toko Kaca dan Triplek Aman	67,25

- 2) Mengidentifikasi Matriks Jarak
Penentuan koordinat gudang dan toko dilakukan dengan bantuan *Google Maps*. Mengidentifikasi matriks jarak dilakukan dengan menggunakan rumus jarak, di mana data yang dibutuhkan adalah koordinat gudang dan koordinat tiap toko yang akan dikunjungi [14].
$$J(1,2) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (1)$$
- 3) Menghitung Matriks Penghematan
Hitung nilai *savings* menggunakan persamaan (2)[14].
$$S_{ij} = C_{i0} + C_{j0} - C_{ij} \quad (2)$$
- 4) Mengalokasikan Toko ke Kendaraan atau Rute
Setelah matriks penghematan diketahui, maka langkah selanjutnya adalah pengalokasian lokasi ke rute atau kendaraan. Artinya, dalam langkah rute pengiriman baru ditentukan berdasarkan penggabungan rute pada langkah kedua di atas.
- 5) Mengurutkan Toko dalam Rute yang Sudah Teridentifikasi
Urutkan pasangan pelanggan berdasarkan nilai *savings* terbesar hingga yang paling kecil. Langkah ini merupakan iterasi dari matriks penghematan, jika nilai penghematan terbesar terdapat pada titik *i* dan *j* maka baris *i* dan kolom *j* dicoret, lalu *i* dan *j* digabungkan dalam satu kelompok rute, demikian

seterusnya sampai iterasi yang terakhir. Iterasi akan berhenti apabila semua entri dalam baris dan kolom sudah terpilih. Ada beberapa metode dalam menentukan urutan kunjungan, yaitu:

a) Metode *Nearest Insert*

Metode ini menentukan prioritas urutan kunjungan dengan lokasi yang menghasilkan jarak minimum jika dimasukkan ke dalam rute yang sudah ada [15].

b) Metode *Nearest Neighbor*

Metode ini menentukan prioritas urutan kunjungan dengan lokasi yang jaraknya paling dekat dengan lokasi yang dikunjungi terakhir.

c) Metode *Farthest Insert*

Metode ini dimulai dari lokasi terjauh konsumen dan dilanjutkan dengan penyisipan konsumen lain ke rute yang memiliki total jarak tempuh terbesar.

6) Merancang Rute Pengiriman

Sesudah mengurutkan toko ke dalam rute yang sudah teridentifikasi, Langkah berikutnya adalah merancang rute pengiriman. Langkah ini menghasilkan rute pengiriman baru atas dasar rute yang sudah teridentifikasi. Maka, proses pengerjaan *algoritma* CWS telah selesai.

III. HASIL PENELITIAN

Pada bagian ini dibahas pengolahan data meliputi, data konsumen, identifikasi matriks jarak, perhitungan matriks jarak, pengalokasian, pengurutan toko, dan rancangan rute distribusi.

A. Mengidentifikasi Matriks Jarak

Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan matriks jarak dapat dihitung dengan menggunakan rumus (1). Akan tetapi, jika jarak antar kedua koordinat sudah diketahui, maka perhitungan menggunakan rumus tidak digunakan dan menggunakan jarak yang sudah ada, seperti pada Gambar 2.

Kode		Gudang	Toko 1	Toko 2	Toko 3	Toko 4	Toko 5
G	Gudang	0	5,68	9,12	9,95	65,54	65,97
T1	Toko 1		0	6,29	4,14	62,37	62,09
T2	Toko 2			0	7,87	66,69	67,18
T3	Toko 3				0	67,45	67,3
T4	Toko 4					0	67,25
T5	Toko 5						0

Gambar 2. Matriks jarak

Berdasarkan Gambar 2 diketahui jarak gudang dengan toko 1 adalah 5,68 Km, kemudian jarak

antara toko 1 dan toko 2 adalah 6,29 Km. Hasil perhitungan jarak tersebut akan digunakan untuk menentukan matriks penghematan yang akan digunakan dalam pengerjaan pada langkah berikutnya.

B. Menghitung Matriks Penghematan

Langkah selanjutnya adalah menghitung matriks penghematan. Dengan menghitung jarak dari gudang ke semua toko yang akan dikunjungi. Berikut ini perhitungan matriks penghematan untuk setiap toko:

- 1) Perhitungan matriks penghematan Toko 1 dan Toko 2

$$S(T1, T2) = J(G, T1) + J(G, T2) - J(T1, T2) \\ = (5,68) + (9,12) - (6,29) \\ = 8,51$$

- 2) Perhitungan matriks penghematan Toko 1 dan Toko 3

$$S(T1, T3) = J(G, T1) + J(G, T3) - J(T1, T3) \\ = (5,68) + (9,95) - (4,14) \\ = 11,49$$

- 3) Perhitungan matriks penghematan Toko 1 dan Toko 4

$$S(T1, T4) = J(G, T1) + J(G, T4) - J(T1, T4) \\ = (5,68) + (65,54) - (62,37) \\ = 8,85$$

- 4) Perhitungan matriks penghematan Toko 1 dan Toko 5

$$S(T1, T5) = J(G, T1) + J(G, T5) - J(T1, T5) \\ = (5,68) + (65,97) - (62,09) \\ = 9,56$$

- 5) Perhitungan matriks penghematan Toko 2 dan Toko 3

$$S(T2, T3) = J(G, T2) + J(G, T3) - J(T2, T3) \\ = (9,12) + (9,95) - (7,87) \\ = 11,2$$

- 6) Perhitungan matriks penghematan Toko 2 dan Toko 4

$$S(T2, T4) = J(G, T2) + J(G, T4) - J(T2, T4) \\ = (9,12) + (65,54) - (66,69) \\ = 7,97$$

- 7) Perhitungan matriks penghematan Toko 2 dan Toko 5

$$S(T2, T5) = J(G, T2) + J(G, T5) - J(T2, T5) \\ = (9,12) + (65,97) - (67,18) \\ = 7,91$$

- 8) Perhitungan matriks penghematan Toko 3 dan Toko 4

$$\begin{aligned}
 S(T3, T4) &= J(G, T3) + J(G, T4) - \\
 & J(T3, T4) \\
 &= (9,95) + (65,54) - (67,45) \\
 &= 7,99
 \end{aligned}$$

9) Perhitungan matriks penghematan Toko 3 dan Toko 5

$$\begin{aligned}
 S(T3, T5) &= J(G, T3) + J(G, T5) - \\
 & J(T3, T5) \\
 &= (9,95) + (65,97) - (67,3) \\
 &= 8,62
 \end{aligned}$$

10) Perhitungan matriks penghematan Toko 4 dan Toko 5

$$\begin{aligned}
 S(T4, T5) &= J(G, T4) + J(G, T5) - \\
 & J(T4, T5) \\
 &= (65,54) + (65,97) - (67,25) \\
 &= 64,26
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan matriks penghematan, maka didapatkan hasil matriks penghematan seperti yang ditampilkan pada Gambar 3.

	Toko 1	Toko 2	Toko 3	Toko 4	Toko 5
Toko 1	0	8,51	11,49	8,85	9,56
Toko 2		0	11,2	7,97	7,91
Toko 3			0	7,99	8,62
Toko 4				0	64,26
Toko 5					0

Gambar 3. Matriks penghematan

C. Mengalokasikan Toko ke Kendaraan atau Rute Selanjutnya

yaitu mengalokasikan toko dalam sebuah rute yaitu dengan cara mengurutkan nilai matriks penghematan yang paling besar hingga yang terkecil. Tabel III menampilkan urutan matriks penghematan mulai dari nilai terbesar sampai terendah.

TABEL III
URUTAN MATRIKS PENGHEMATAN

Urutan	Rute	Nilai Matriks Penghematan
1	T4-T5	64,26
2	T1-T3	11,49
3	T2-T3	11,2
4	T1-T5	9,56
5	T1-T4	8,85
6	T3-T5	8,62
7	T1-T2	8,51

Sehingga ada 2 rute yang dihasilkan dari langkah penggabungan berdasarkan matriks penghematan. Hasil akhir penentuan rute disajikan pada Tabel IV.

TABEL IV
HASIL PENENTUAN RUTE

Rute	Toko	Total Beban
1	Toko Serba Kaca Aluminium (T1)	19 peti
	Toko Kaca Asahi (T2)	
	Toko Sinar Fajar (T3)	
2	Toko Kaca Sakti (T4)	11 peti
	Toko Kaca dan Triplek Aman (T5)	

D. Mengurutkan Toko dalam Rute yang Sudah Teridentifikasi

Berdasarkan rute yang telah diperoleh sebelumnya, selanjutnya menentukan urutan toko-toko yang harus dikunjungi dalam satu rute. Dalam mengurutkannya, digunakan 3 metode yaitu metode *nearest insert*, metode *nearest neighbor*, dan metode *farthest insert*.

1) Metode Nearest Insert

Metode ini menggunakan prinsip memilih toko yang menghasilkan jarak tambahan yang minimum jika dimasukkan ke dalam rute yang ada. Pertama-tama, rute *eksisting* memiliki perjalanan dari gudang ke gudang dengan jarak nol. Selanjutnya, jarak yang terjadi dengan masing-masing toko ke rute yang sudah ada. Perhitungan untuk setiap rute dipaparkan pada poin-poin sebagai berikut:

a) Urutan pengiriman rute 1

Jarak antara gudang dengan toko untuk rute 1 disajikan pada Gambar 4.

	Gudang	Toko 1	Toko 2	Toko 3
Gudang	0	5,68	9,12	9,95
Toko 1		0	6,29	4,14
Toko 2			0	7,87
Toko 3				0

Gambar 4. Rute 1 hasil *nearest insert*

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak Gudang-Toko 1-Gudang} &= 5,68 + 5,68 \\
 &= 11,36 \text{ Km}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak Gudang-Toko 2-Gudang} &= 9,12 + 9,12 \\
 &= 18,24 \text{ Km}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak Gudang-Toko 3-Gudang} &= 9,95 + 9,95 \\
 &= 19,9 \text{ Km}
 \end{aligned}$$

Jarak paling minimum dari ketiga alternatif adalah 11,36 Km, maka yang dikunjungi lebih awal adalah Toko 1. Maka, terbentuk urutan untuk rute 1 adalah G-T1-T2-T3-G.

b) Urutan pengiriman rute 2

Jarak antara gudang dengan toko untuk rute 1 disajikan pada Gambar 5.

	Gudang	Toko 4	Toko 5
Gudang	0	65,54	65,97
Toko 4		0	67,25
Toko 5			0

Gambar 5. Rute 2 hasil *nearest insert*

Jarak Gudang-Toko 4-Gudang = $65,54 + 65,54 = 131,08$ Km

Jarak Gudang-Toko 5-Gudang = $65,97 + 65,97 = 131,94$ Km.

Jarak paling minimum dari kedua alternatif adalah 131,08 km. Maka, yang dikunjungi terlebih dulu adalah Toko 4. Maka, terbentuk urutan untuk rute 1 adalah G-T4-T5-G.

2) Metode *Nearest Neighbor*

Metode ini dimulai dari gudang dengan mencari toko yang jaraknya terdekat dari gudang, lalu menambahkan toko terdekat dengan toko yang kunjungi terakhir oleh kendaraan.

a) Urutan pengiriman untuk rute 1

Di antara ketiga toko yang terdekat dengan gudang adalah toko 1 dengan jarak 5,68 Km, kemudian dari Toko 1 ke Toko 3 adalah 4,14 Km. Sehingga, urutan yang dihasilkan adalah G-T1-T3-T2-G

b) Urutan pengiriman untuk rute 2

Di antara kedua toko yang terdekat dengan gudang adalah toko 4 dengan jarak 65,54 Km, kemudian dari Toko 4 ke Toko 5 adalah 67,25 Km. Sehingga, urutan yang dihasilkan adalah G-T4-T5-G.

3) Metode *Farthest Insert*

Metode ini dimulai dari titik terjauh dari gudang, lalu melakukan penyisipan titik lainnya yang memiliki jarak tempuh terbesar dari toko terakhir yang dikunjungi oleh kendaraan hingga semua toko terkunjungi.

a) Urutan pengiriman rute 1

Jarak Gudang-Toko 1-Gudang = $5,68 + 5,68 = 11,36$ Km

Jarak Gudang-Toko 2-Gudang = $9,12 + 9,12 = 18,24$ Km

Jarak Gudang-Toko 3-Gudang = $9,95 + 9,95 = 19,9$ Km

Jarak terjauh dari ketiga alternatif adalah 19,9 Km, maka yang dikunjungi terlebih dulu adalah Toko 3. Urutan rute yang terbentuk untuk rute 1 adalah G-T3-T2- T1-G.

b) Urutan pengiriman rute 2

Jarak Gudang-Toko 4-Gudang = $65,54 + 65,54 = 131,08$ Km

Jarak Gudang-Toko 5-Gudang = $65,97 + 65,97 = 131,94$ Km

Jarak terjauh dari kedua alternatif adalah 131,94 Km. Maka, yang dikunjungi terlebih dulu adalah Toko 4. Maka, terbentuk urutan untuk rute 1 adalah G-T5-T4-G.

E. Merancang Rute Distribusi

Hasil pengurutan toko ke dalam rute yang sudah teridentifikasi pada Tabel V, didapatkan hasil perbandingan dari ketiga metode pada setiap rute.

TABEL V
PERBANDINGAN RUTE TERHADAP METODE PENGURUTAN

Rute	Metode	Urutan Rute	Total Jarak (Km)
1	<i>Nearest insert</i>	G-T1-T2-T3-G	$5,68+6,29+7,87+9,95 = 29,79$
	<i>Nearest Neighbor</i>	G-T1-T3-T2-G	$5,68+4,14+7,87+9,12 = 26,81$
	<i>Farthest Insert</i>	G-T3-T2- T1-G	$9,95+7,87+6,29+5,68 = 29,79$
2	<i>Nearest insert</i>	G-T4-T5-G	$65,54+67,25+65,97 = 198,76$
	<i>Nearest Neighbor</i>	G-T4-T5-G	$65,54+67,25+65,97 = 198,76$
	<i>Farthest Insert</i>	G-T5-T4-G	$65,97+67,25+65,54 = 198,76$

Langkah selanjutnya dalam menentukan urutan kunjungan adalah membandingkan jarak rute-rute yang telah ditentukan dan memilih total jarak terpendek yang dapat dilalui oleh kendaraan. Adapun metode terpilih seperti ditunjukkan pada Tabel VI.

TABEL VI
METODE TERPILIH

Rute	Urutan Pengiriman	Metode
1	G-T1-T3-T2-G	<i>Nearest Neighbor</i>
2	G-T4-T5-G	<i>Nearest insert/ Nearest Neighbor/ Farthest Insert</i>
Total (Km)		110,02

IV. PEMBAHASAN

A. Perbandingan Jarak Rute Awal dan Rute Usulan

Total jarak rute awal yang ditempuh oleh perusahaan disajikan pada Tabel VII.

TABEL VII
TOTAL JARAK RUTE AWAL

No. Rute	Rute Awal	Jarak (Km)
1	Gudang-Toko1-Gudang	11,36
2	Gudang-Toko 2-Gudang	18,24
3	Gudang-Toko 3-Gudang	19,9
4	Gudang-Toko 4-Gudang	131,08
5	Gudang-Toko 5-Gudang	131,94
Total (Km)		312,52

Total jarak rute usulan dari hasil perhitungan menggunakan *algoritma* CWS seperti disajikan pada Tabel VIII.

TABEL VIII
TOTAL JARAK RUTE USULAN

Rute	Rute Usulan	Jarak (Km)
1	Gudang-Toko 1-Toko 3-Toko 2-Gudang	26,81
2	Gudang-Toko 4-Toko 5-Gudang	198,76
Total (Km)		110,02

Berdasarkan Tabel VII dan Tabel VIII dapat dilihat perbandingan total jarak rute antara rute awal dan rute usulan. Terhitung rute usulan memiliki total jarak tempuh lebih pendek dibandingkan dengan rute awal yang semula digunakan perusahaan. Rute usulan total jarak tempuh yang dilewati adalah sebesar 110,02 Km dan rute awal total jarak tempuh yang dilewati adalah sebesar 312,52 Km, artinya dengan selisih jarak rute usulan dan rute awal diketahui sebesar 202,05 Km. Hal tersebut terjadi karena pembentukan sub-rute dari hasil penggabungan dua dan tiga toko yang memiliki penghematan jarak terbesar dengan menyesuaikan dengan penggunaan kapasitas kendaraan.

B. Analisis Perhitungan Utilitas Kendaraan

Kapasitas kendaraan dalam perjalanan Perhitungan utilitas kendaraan pengiriman setiap rute usulan adalah sebagai berikut:

$$\text{Utilitas} = \frac{\text{Total beban}}{\text{kapasitas kendaraan}} \times 100\%$$

Pada rute 1 dengan total beban 19 peti:

$$\text{Utilitas rute 1} = \frac{19 \text{ peti}}{20 \text{ peti}} \times 100\% = 95\%$$

Pada rute 2 dengan total beban 11 peti:

$$\text{Utilitas rute 2} = \frac{11 \text{ peti}}{20 \text{ peti}} \times 100\% = 55\%$$

C. Perhitungan Biaya Bahan Bakar

Perhitungan biaya bahan bakar kendaraan yang digunakan dilakukan berdasarkan ketentuan sebagai berikut:

- a. Harga bahan bakar yang diketahui adalah Rp 9.500/liter.
- b. Penggunaan 1 Liter bahan bakar untuk kebutuhan perjalanan sejauh 10 Km.

Perhitungan bahan bakar untuk rute awal dan usulan adalah sebagai berikut:

$$\text{Biaya bahan bakar} = \frac{\text{Total jarak perjalanan}}{10 \text{ Km}} \times \text{harga bahan bakar}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya bahan bakar rute awal perusahaan diperoleh:} \\ &= \frac{312,52 \text{ km}}{10 \text{ km}} \times \text{Rp } 9.500 \\ &= \text{Rp } 296.894 \end{aligned}$$

Biaya bahan bakar rute usulan perusahaan dengan *algoritma* CWS:

$$\begin{aligned} &= \frac{110,02}{10 \text{ km}} \times \text{Rp } 9.500 \\ &= \text{Rp } 104.519 \end{aligned}$$

Perbandingan rute distribusi kaca polos A75 sebelum diterapkan *algoritma* CWS dan sesudahnya sangat jelas perbedaannya. Awalnya, perusahaan memiliki 5 rute dalam sekali pengiriman produknya. Jumlah rute tersebut dinilai sangat banyak mengingat jumlah kendaraan yang dimiliki perusahaan sangat terbatas. Total jarak yang ditempuh perusahaan selama proses pengiriman produk pada 5 toko adalah sebanyak 312,52 Km seperti ditampilkan pada Tabel VII. Hal tersebut membuat bahan bakar perusahaan menjadi mahal, yaitu sebesar Rp 296.894. Setelah penerapan metode *algoritma* CWS jumlah rute, total jarak, dan biaya bahan bakar mengalami penurunan yang signifikan. Seharusnya rute distribusi produk tersebut 5 rute awal dapat diminimalisir menjadi 2 rute seperti yang ditampilkan pada Tabel VIII, sehingga menghasilkan efisiensi jarak sebesar 64,79%. Selain itu, penerapan *algoritma* CWS dapat mengoptimalkan penggunaan kapasitas kendaraan sebesar 95% untuk rute 1 dan 55% untuk rute 2.

V. KESIMPULAN

Rute distribusi awal perusahaan sebanyak 5 rute dengan total jarak 312,52 Km. Setelah dilakukan optimalisasi rute distribusi dengan *algoritma* CWS maka diperoleh 2 rute distribusi yang ditampilkan pada Tabel VI. Penerapan *algoritma* CWS dapat menghasilkan efisiensi jarak distribusi kaca polos A75 pada CV. Sinar Sentosa sebesar 64,79% dan menghemat biaya bahan bakar dari Rp 296.894 menjadi Rp 104.519.

REFERENSI

- [1] A. Ilmiyati and M. Munawaroh, "Pengaruh Manajemen Rantai Pasokan Terhadap Keunggulan Kompetitif Dan Kinerja Perusahaan (Studi pada Usaha Kecil dan Menengah di Kabupaten Bantul)," *J. Manaj. Bisnis*, vol. 7, no. 2, pp. 226–251, 2016.
- [2] G. Slamet, "Analisis Saluran Distribusi dan Perilaku Konsumen," *J. Mimb. Bumi Bengawan*, vol. 6, no. 13, pp. 40–47, 2013.
- [3] R. A. Harahap, "Pengaruh Saluran Distribusi dan Kualitas Pelayanan Terhadap Keputusan Pembelian Produk Alat Kesehatan Merek OMRON pada PT. Sumber Medika Indonesia Medan (Distributor Alat Kesehatan)," vol. XXVII, pp. 973–986, 2019.
- [4] S. Kasus, A. Gemilang, and K. Malang, "Efektifitas Distribusi Fisik dalam Meningkatkan Penjualan," vol. 7, no. 1, pp. 1–10.
- [5] E. Indrajit and Djokopranoto Richardus, *Perkembangan Integrasi Perencanaan, dari Materials Requirement Planning sampai ke Enterprise Resource Planning (ERP)*. Jakarta: Grasindo, 2003.
- [6] L. Octora, A. Imran, and S. Susanty, "Pembentukan Rute Distribusi Menggunakan *Algoritma* Clarke and Wright Savings dan *Algoritma* Sequential Insertion," *Reka Integr.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–11, 2014.
- [7] O. Bräysy, *Genetic Algorithms for the Vehicle Routing Problem with Time Windows*. University of Vaasa Finland, 2001.
- [8] H. Sarjono and J. Wijaya, "Optimization of The

- Determination of The Route With The Approach of Farthest Insert Method,” *Medwell J.*, vol. The Social, pp. 318–324, 2015.
- [9] A. Sutoni and I. Apipudin, “Optimalisasi Penentuan Rute Distribusi Pupuk untuk Meminimalkan Biaya Transportasi dengan Metode Saving Matrix,” *Spektrum Ind.*, vol. 17, no. 2, p. 143, 2019.
- [10] S. Dasgupta, C. H. Papadimitriou, and U. V. Vazirani, *Algorithms*. New York: McGraw-Hill Education, 2006.
- [11] Trisna, Fatimah, and R. Syara, “Penjadwalan Rute Distribusi Optimum pada PT. X Menggunakan Metode Saving Matrix,” 2019.
- [12] A. Irman, R. Ekawati, and N. Febriana, “Optimalisasi Rute Distribusi Air Minum Quelle Dengan *Algoritma* Clarke and Wright Saving dan Model Vehicle Routing Problem,” *Semin. Nas. Inov. Dan Apl. Teknol. Di Ind.*, pp. 1–7, 2017.
- [13] Gunawan, *Action Research/ Penelitian Tindakan*. Chandra’s, 2007.
- [14] D. Bowersox, *Manajemen Logistik, Integrasi Sistem – Sistem Manajemen Distribusi Fisik dan Manajemen Material*. Jakarta: Bumi Aksara, 2002.
- [15] I. K. Sriwana, Ahmad, and A. F. Rewa, “Usulan Perbaikan Rute Pendistribusian Produk dengan Menggunakan Analisis Bullwhip Effect, Nearest Insert, dan Nearest Neighbor (Studi Kasus di PT.YNP),” *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 4, no. 3, pp. 149–155, 2016.