



Optimasi Penentuan Rute Distribusi Air Minum Dalam Kemasan dengan Algoritma *Clarke & Wright Saving Heuristic* dan *Sequential Insertion* (Studi Kasus: Depot PT. Sariguna Primatirta Tbk)

Israh¹, Muriani Emelda Isharyani¹✉, Dutho Suh Utomo¹

⁽¹⁾Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda

DOI: 10.31004/jutin.v8i4.50145

✉ Corresponding author:

[me.isharyani@unmul.ac.id]

Article Info	Abstrak
<p>Kata kunci: <i>Optimasi;</i> <i>Distribusi;</i> <i>Vehicle Routing Problem;</i> <i>Clarke & Wright Saving Heuristic;</i> <i>Sequential Insertion</i></p>	<p>Distribusi berperan penting dalam rantai pasok karena berkaitan langsung dengan pengiriman produk ke konsumen. PT Sariguna Primatirta Tbk sebagai produsen AMDK merek Cleo melakukan distribusi galon 19 liter di depot Samarinda menggunakan satu armada berkapasitas 100 galon. Namun, fluktuasi permintaan membuat sopir sering menentukan rute berdasarkan persepsi jarak terdekat, sehingga berpotensi menimbulkan pemborosan bahan bakar. Penelitian ini menerapkan pendekatan <i>Vehicle Routing Problem</i> menggunakan algoritma <i>Clarke & Wright Saving Heuristic</i> dan <i>Sequential Insertion</i>. Hasil menunjukkan algoritma <i>Sequential Insertion</i> mampu mengurangi jarak tempuh menjadi 294.70 km dengan penghematan biaya bahan bakar Rp57.400,00 (16.30%). Sementara itu, algoritma <i>Clarke & Wright Saving Heuristic</i> menghasilkan jarak 320.10 km dengan penghematan Rp32.000,00 (9.09%).</p>
<p>Keywords: <i>Optimization;</i> <i>Distribution;</i> <i>Vehicle Routing Problem;</i> <i>Clarke & Wright Saving Heuristic;</i> <i>Sequential Insertion</i></p>	<p>Abstract</p> <p><i>Distribution is a key activity in the supply chain as it is directly related to product delivery to customers. PT Sariguna Primatirta Tbk, the producer of Cleo bottled drinking water, distributes 19-liter gallons from its Samarinda depot using a single vehicle with a maximum capacity of 100 gallons. However, fluctuating demand often leads drivers to choose routes based on perceived shortest distance, which may cause inefficient fuel usage. This study applies the Vehicle Routing Problem approach using the Clarke & Wright Saving Heuristic and Sequential Insertion algorithms. The results show that the Sequential Insertion algorithm reduced the total distance to 294.70 km, achieving fuel savings of Rp57.400.00 (16.30%). In comparison, the Clarke & Wright Saving Heuristic reduced the distance to 320.10 km with fuel savings of Rp32.000.00 (9.09%).</i></p>

1. PENDAHULUAN

Perkembangan perusahaan industri dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan perubahan yang signifikan pada pasar global. Perusahaan diharapkan mampu menawarkan nilai lebih yang memenuhi ekspektasi dan kebutuhan pelanggan serta dapat bertahan dalam era persaingan perusahaan-perusahaan sejenis dengan tetap meningkatkan efisiensi operasional perusahaan. Pentingnya peran *Supply Chain Management* untuk perkembangan operasional perusahaan industri dari segi mengelola alur produksi dan distribusi barang secara efisien. *Supply chain* merupakan jaringan yang terdiri dari berbagai perusahaan yang bekerja sama untuk menciptakan dan mengantarkan suatu produk ke tangan pengguna akhir melalui distribusi. Distribusi meliputi kegiatan pengawasan, pemesanan, transportasi, dan pencatatan (Pujawan & Mahendra, 2017). Dalam hal ini, konsumen melakukan pemesanan kepada pihak depot, yang kemudian mengirimkan barang ke konsumen. Perusahaan pada umumnya berusaha mengurangi biaya distribusi produknya sebagai upaya meningkatkan efisiensi operasional. Hal ini juga diterapkan oleh PT Sariguna Primatirta Tbk, perusahaan ini bergerak di industri Air Minum dalam Kemasan (AMDK) dikenal dengan merek dagangnya, Cleo. Berdasarkan hal tersebut perusahaan ingin mencapai efisiensi distribusi dan optimasi biaya transportasi melalui pengaturan rute distribusi yang baik dan optimal. Depot AMDK merek Cleo yang berlokasi di Samarinda melayani dan memenuhi permintaan distributor atau pelanggan di kota tersebut. Peran distribusi dalam industri AMDK sangat penting bagi perusahaan dalam memastikan produk sampai ke konsumen dengan kualitas baik, menjaga ketersediaan produk diberbagai lokasi penjualan, dan menjangkau pasar yang luas. Tanpa distribusi yang baik, perusahaan akan kesulitan memenuhi permintaan pasar serta bersaing di industri AMDK secara kompetitif.

Proses distribusi produk AMDK merek Cleo dari depot PT Sariguna Primatirta Tbk, dihadapkan dengan permasalahan pendistribusian. Permasalahan serupa juga ditemukan dalam beberapa penelitian sebelumnya, oleh Rupiah et. al., 2017 menunjukkan bahwa penggunaan algoritma *Clarke & Wright* dan algoritma *Sequential Insertion* diperoleh penghematan jarak dan biaya transportasi secara berturut sebesar 146.2 km/minggu dan 160.2km/minggu kemudian Rp94.116,25/minggu dan Rp103.128,75/minggu. Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Kusuma & Sumiati, 2020 menggunakan algoritma *Clarke & Wright Saving Heuristic* dapat memperoleh penghematan dari rute awal perusahaan sebesar 16.9% untuk jarak tempuh dan sebesar 21.5% untuk biaya distribusi, dari penelitian-penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa metode *Clarke-Wright Saving Heuristic* dan *Sequential Insertion* relevan untuk digunakan dalam mengoptimalkan distribusi produk Cleo pada penelitian ini. Permasalahan pada perusahaan ini memiliki 1 (satu) armada untuk mendistribusikan produk AMDK merek Cleo dengan jenis air kemasan galon kepada 32 *outlet* total pelanggan tetap depot. Permasalahan terdapat di lingkup proses pendistribusian produk ke pelanggan yaitu rute distribusi dan kapasitas muatan armada. Setiap bulannya perusahaan mengeluarkan biaya operasional untuk bahan bakar armada sebesar Rp1.408.400. Pendistribusian dengan 1 (satu) armada dilakukan pada beberapa *outlet* per harinya dan dilakukan setiap hari dalam periode 1 (satu) minggu untuk mengunjungi semua *outlet*. Menggunakan jam kerja 8 (delapan) jam dimulai pukul 8 (delapan) pagi hingga 4 (empat) sore. Pada proses pendistribusian produk, perusahaan sudah menetapkan rencana rute pengiriman sebagai acuan harian bagi sopir armada.

Namun dalam penerapannya, berdasarkan hasil wawancara dengan kepala cabang dan sopir, rute tersebut tidak selalu diikuti secara konsisten dikarenakan sering terjadi perubahan kondisi di lapangan. Selain itu, optimasi dilakukan dengan mempertimbangkan batasan kapasitas angkut armada yang hanya dapat mengirimkan maksimal 100 galon dalam satu kali perjalanan distribusi. Berdasarkan terbatasnya kapasitas armada dan adanya perubahan permintaan pelanggan rute distribusi sering mengalami penyesuaian di lapangan. Dikondisi tersebut pemilihan rute distribusi seringkali dilakukan oleh sopir sendiri dengan mengandalkan intuisi berdasarkan persepsi jarak terdekat tanpa analisis data yang mendalam ataupun penggunaan metode penentuan rute distribusi. Berdasarkan permasalahan perusahaan di atas, dilakukan perbaikan dalam menentukan rute distribusi secara optimal menggunakan algoritma *Clarke & Wright Saving Heuristic* dan *Sequential Insertion*. Sehingga penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi untuk mengoptimalkan rute distribusi perusahaan.

2. METODE

Penelitian ini berdasarkan observasi, wawancara, dan studi literatur. Menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan *Vehicle Routing Problem* menggunakan algoritma *Clarke & Wright Saving Heuristic* dan *Sequential Insertion* bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis rute distribusi optimal pada pendistribusian Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) merek Cleo jenis galon di Depot PT. Sariguna Primatirta Tbk di Kota Samarinda. Dilakukan perbandingan hasil rute berdasarkan algoritma *Clarke & Wright Saving*

Heuristic dan *Sequential Insertion* terhadap biaya bahan bakar dan total jarak tempuh. Adapun terkait diagram alir penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.

Supply chain management

Supply chain management serangkaian pendekatan yang diterapkan untuk mengintegrasikan *supplier*, pengusaha, gudang, dan tempat penyimpanan lainnya secara efisien sehingga produk dihasilkan dan didistribusikan dengan kuantitas yang tepat, lokasi tepat, dan waktu tepat untuk memperkecil biaya dan memuaskan kebutuhan pelanggan. *Supply chain* mengacu pada jaringan beberapa organisasi yang saling bekerjasama dan berkoordinasi untuk memenuhi kebutuhan konsumen sebagai suatu pendekatan terpadu yang meliputi seluruh proses manajemen material, memberikan orientasi kepada proses untuk menyediakan, memproduksi, dan mendistribusikan produk kepada konsumen. Konteks material dalam pengertian SCM tentunya tidak hanya meliputi bahan baku dan *output* (barang jadi) saja, tetapi juga termasuk bahan pembantu, komponen, suku cadang, *work in progress* (barang setengah jadi) maupun berbagai jenis perlengkapan (*supplies*) yang digunakan untuk mendukung aktivitas operasional perusahaan secara menyeluruh (Ruheli, 2024).

Distribusi

Distribusi adalah aktivitas menyalurkan produk baik barang atau jasa dari produsen kepada konsumen. Terdapat pengertian distribusi yang lain. Distribusi adalah aktivitas pemasaran dalam rangka memudahkan dalam penyampaian produk dari tangan produsen kepada konsumen. Fungsi distribusi pada hal ini adalah membentuk *utility* dan peralihan kepemilikan daripada suatu produk. Oleh karena itu kegiatan pendistribusian merupakan aktivitas menciptakan nilai tambah pada barang dan jasa. Nilai tambah tersebut seperti nilai kegunaan, tempat, dan waktu. Kegiatan pendistribusian biasa terjadi pada aktivitas pemasaran. Kegiatan pendistribusian menciptakan pula arus saluran pemasaran atau arus saluran distribusi (Zulkarnaen et al., 2020).

Adapun beberapa permasalahan yang dihadapi didalam proses distribusi yang berkaitan dengan sebuah optimasi jaringan distribusi, sebagai berikut.

1. Titik depot menentukan kelancaran proses pendistribusian barang. Sehingga suatu barang dapat sampai kepada agen dengan baik.
2. Keputusan terpenting dalam manajemen distribusi yaitu terhadap penentuan jadwal serta rute pengiriman barang dari satu titik ke beberapa titik yang menjadi tujuan.

Jadwal dan rute juga sering kali harus mempertimbangkan beberapa kendala lain salah satunya adalah armada pengangkutan ataupun kapasitas dari masing-masing kendaraan. Dapat disimpulkan pada permasalahan penjadwalan atau penentuan rute pengiriman terdapat beberapa tujuan yang akan dicapai seperti tujuan meminimumkan waktu atau meminimumkan jarak tempuh serta meminimumkan biaya pengiriman. Hal tersebut akan mejadi fungsi tujuan (*objective function*) dan (*constraint*) menjadi sebuah kendala (Nono et al., 2020).

Distribusi menjadi suatu rangkaian proses pemindahan barang dari pihak distributor kepada pihak pelanggan dalam suatu *supply chain*. Dalam proses distribusi banyak permasalahan yang sering dihadapi yang berhubungan dengan sistem optimasi distribusi antara lain sebagai berikut ini.

1. Titik Depot

Titik ini merupakan pusat tempat sistem distribusi yang digunakan menyediakan dan menyimpan barang hasil produksi dalam manajemen distribusi. Untuk memperoleh waktu yang tepat dalam pengiriman barang kepada pelanggan, keberadaan titik depot ini sangat berpengaruh terhadap proses distribusi.

2. Penentuan Rute

Penentuan rute dalam proses distribusi, penentuan rute dalam pengiriman barang dari satu titik tujuan ke beberapa titik tujuan lainnya merupakan salah satu hal yang menjadi keputusan terpenting. Penentuan rute dalam pengiriman barang sangat berpengaruh terhadap biaya transportasi yang dikeluarkan (Siraj & Astuti, 2020).

Vehicle Routing Problem (VRP)

Vehicle Routing Problem (VRP) adalah permasalahan penentuan rute pengiriman distribusi yang melibatkan sekumpulan rute alat angkut yang berpusat pada suatu depot atau lebih untuk melayani pelanggan yang tersebar diberbagai wilayah pengiriman dengan permintaannya masing-masing. VRP memegang peranan penting pada manajemen distribusi dan telah menjadi salah satu permasalahan dalam optimalisasi kombinasi contohnya yaitu penentuan rute kendaraan yang memberikan total biaya minimum. Perjalanan kendaraan berawal dan berakhir ke depot awal, Terdapat sejumlah *outlet* yang semuanya harus dikunjungi dan dipenuhi permintaannya tepat satu kali. Jika kapasitas kendaraan sudah terpakai dan tidak dapat melayani tempat

berikutnya, kendaraan dapat kembali ke depot untuk memenuhi kapasitas kendaraan dan melayani tempat berikutnya (Kusuma & Sumiati, 2020).

Vehicle Routing Problem with Multiple Trips (VRPMT)

Vehicle Routing Problem with Multiple Trips (VRPMT) memungkinkan satu kendaraan memiliki lebih dari satu rute selama horizon perencanaan. Kendaraan dapat berangkat dan pulang ke depot lebih dari satu siklus selama periode perencanaan. *Multiple trips* adalah kondisi dimana pengiriman dilakukan dengan mempertimbangkan horizon perencanaan yang telah ditentukan, bila kondisi muatan pada kendaraan telah kosong dalam mengirimkan barang tetapi horizon perencanaan masih ada maka kendaraan akan kembali lagi ke depot untuk mengambil barang yang akan dikirimkan kembali kepada pelanggan (Abadi et al., 2014).

Algoritma Clarke & Wright Saving Heuristic

Algoritma Clarke and Wright Savings Heuristic ini dipublikasikan sebagai suatu algoritma yang digunakan sebagai solusi untuk permasalahan rute kendaraan dimana sekumpulan rute pada setiap langkah ditukar untuk mendapatkan sekumpulan rute yang lebih baik. Algoritma ini dirancang untuk menyelesaikan masalah rute kendaraan dengan berbagai karakteristik dan dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan yang cukup besar, dalam hal ini adalah jumlah rute yang banyak (Pertiwi et al., 2020). *Algoritma Clarke & Wright Saving Heuristic* merupakan metode yang dikembangkan oleh Clarke dan Wright untuk menyelesaikan permasalahan rute kendaraan *Vehicle Routing Problem (VRP)*. Metode ini menggabungkan beberapa rute yang ada kedalam sekumpulan rute yang lebih efisien. (Riginianto & Setianfindari, 2024).

Adapun langkah-langkah dalam menentukan rute optimal pada algoritma *Clarke & Wright Saving Heuristic* sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi matriks jarak.
2. Menghitung matriks penghematan.
3. Mengurutkan nilai *saving* terbesar sesuai dengan kapasitas kendaraan.
4. Membuat rute pengiriman berdasarkan nilai *saving* terbesar dan sesuai kapasitas (Kusuma dan Sumiati, 2020).

Mengetahui jarak keseluruhan yaitu jarak antara depot dengan lokasi dan lokasi dengan lokasi yang lainnya, maka dalam langkah ini diasumsikan bahwa setiap lokasi akan dilewati oleh satu alat angkut secara eksklusif (Perdana dkk. 2021). Di dalam itu matriks penghematan dapat digunakan seperti persamaan berikut.

$$S_{ij} = C_{i0} + C_{0j} - C_{ij} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana: S_{ij} = Nilai *saving* matriks dari pelanggan *i* ke pelanggan *j*

C_{i0} = Jarak dari pelanggan *i* ke depot

C_{0j} = Jarak dari depot ke pelanggan *j*

C_{ij} = Jarak antar pelanggan *i* dan pelanggan *j*

Rumus *saving* dimodifikasi dari formulasi Clarke & Wright (1964), untuk disesuaikan dengan kondisi asimetris. Karena arah perjalanan mempengaruhi nilai biaya, maka C_{i0} digunakan sebagai biaya kembali dari pelanggan *i* ke depot, dan C_{0j} sebagai biaya berangkat dari depot ke pelanggan *j*.

Algoritma Sequential Insertion

Sequential insertion adalah cara memecahkan masalah dengan menyisipkan konsumen di antara urutan konsumen yang telah terbentuk agar didapatkan hasil yang maksimal. Membentuk solusi VRP, terdapat dua macam cara, yaitu menggabungkan rute yang ada dengan menggunakan kriteria penghematan (*savings criteria*) dan mencoba secara berurutan memasukkan pelanggan dalam rute kendaraan dengan menggunakan kriteria biaya penyisipan atau *cost insertion* (Purnama dkk., 2020). Adapun persamaan untuk menghitung biaya penyisipan yang digunakan untuk menentukan penyisipan pelanggan terhadap rute yang terbentuk sementara.

$$Z = d_{(i,k)} + d_{(k,j)} - d_{(i,j)} \dots\dots\dots (2)$$

keterangan: z = *cost insertion*

d = jarak,

k = titik yang ingin disisipkan,

i = titik pertama dalam insertion, dan

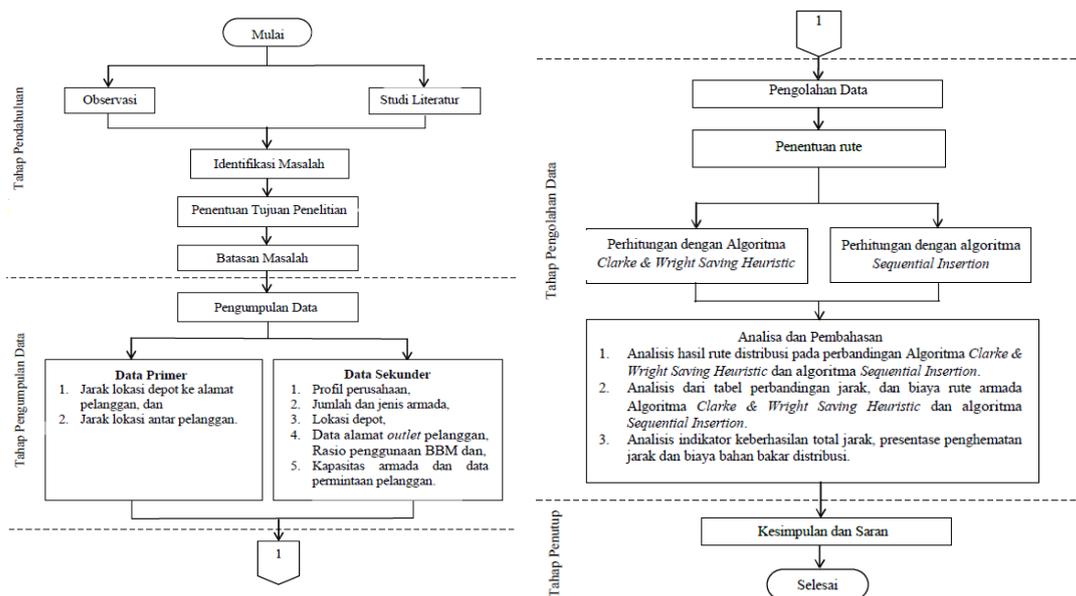
$$j = \text{titik kedua dalam insertion}$$

Pengelolaan biaya dan presentase penghematan bahan bakar & jarak

Berdasarkan dari hasil pengolahan data dari kedua Algoritma *Clarke & Wright Saving Heuristic (CWS)* dan *Sequential Insertion (SI)*. Selanjutnya dari data yang telah didapatkan seperti total jarak tempuh rute CWS dan SI serta harga dan rasio bahan bakar. Dilakukan perhitungan biaya bahan bakar minyak (BBM) dan presentase penghematan jarak tempuh pada kedua algoritma tersebut, berikut ini persamaannya.

$$\text{Biaya BBM} = \frac{\text{Total jarak perjalanan rute CWS}}{\text{Jumlah kilometer bahan bakar per 1 liter}} \times \text{harga BBM}$$

$$\% \text{ Penghematan Jarak} = \frac{\text{Total jarak rute awal} - \text{Total jarak rute dihasilkan}}{\text{Total jarak rute awal}} \times 100\%$$



Gambar. 1. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di depot produk Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) merek Cleo PT Sariguna Primatirta Tbk. Proses distribusi AMDK ini dilakukan pada 32 pelanggan tetap depot yaitu *outlet* Alfamidi yang ada di Kota Samarinda. Adapun beberapa data yang dibutuhkan pada penelitian ini untuk dilakukan pengolahan data dalam menentukan rute distribusi optimal. Data tersebut terdiri dari nama pelanggan dan alamat pelanggan, kode pelanggan dan jumlah permintaan.

Table 1. Data Pelanggan

No	Kode	Nama Pelanggan	Alamat	Permintaan (Galon)
1	X1	ALFAMIDI Gerilya	Jl. Gerilya RT. 51	23
2	X2	ALFAMIDI Wahid Hasyim	Jl. KH. Wahid Hasyim 2 No.99	36
3	X3	ALFAMIDI Padat Karya	Jl. Padat karya No.23,	11
4	X4	ALFAMIDI Jenderal Ahmad Yani	Jl. Jenderal Ahmad Yani 1 No.13	26
5	X5	ALFAMIDI Gunung Kapur	Jl. Gunung Kapur No 2	24
6	X6	ALFAMIDI Ir Sutami	Jl. Ir. Sutami	51
7	X7	ALFAMIDI A.M Sangaji	Jl. A.M Sangaji No.138	22
8	X8	ALFAMIDI Bumi Sempaja	Jl. PM. Noor Bumi Sempaja City	20
9	X9	ALFAMIDI Pramuka	Jl. Pramuka No.95	60
10	X10	ALFAMIDI Ahmad Dahlan	Jl. Kyai Haji Ahmad Dahlan No.38	24
11	X11	ALFAMIDI Lambung Mangkurat	Jl. Lambung Mangkurat No.92	15

No	Kode	Nama Pelanggan	Alamat	Permintaan (Galon)
12	X12	ALFAMIDI Gunung Merbabu	Jl. Gunung Merbabu	11
13	X13	ALFAMIDI Anggur	Jl. Anggur No.30	12
14	X14	ALFAMIDI Makroman	Jl. Makroman	10
15	X15	ALFAMIDI Banggeris	Jl. Tik. Lerong Ulu	25
16	X16	ALFAMIDI M Said	Jl. Moh. Said	23
17	X17	ALFAMIDI Suryanata	Jl. Suryanata	7
18	X18	ALFAMIDI Pangeran Antasari	Jl. P Antasari No.21	25
19	X19	ALFAMIDI Cendana	Jl. Cendana	15
20	X20	ALFAMIDI Urip Sumoharjo	Jl. Urip Sumoharjo No.112	13
21	X21	ALFAMIDI Sultan Alimudin	Jl. Sultan Alimuddin	25
22	X22	ALFAMIDI Mahkota	Jl. Jemb. Mahkota 2	8
23	X23	ALFAMIDI Ampera	Jl. Ampera, Rw. Makmur	24
24	X24	ALFAMIDI Melanti	Jl. Melanti No. 36	24
25	X25	ALFAMIDI Diponegoro	Jl. Pangeran Diponegoro	6
26	X25	ALFAMIDI Jakarta	Jl. Jakarta No.17	40
27	X27	ALFAMIDI Jakarta 2	Jl. Jakarta No.98	25
28	X28	ALFAMIDI Soekarno Hatta 1	Jl. Simpang Tiga, Kec. Loa Janan	8
29	X29	ALFAMIDI KH Hairun Nafsi	Jl. KH. Harun Nafsi	39
30	X30	ALFAMIDI Bung Tomo 2	Jl. Sungai Kelendang	38
31	X31	ALFAMIDI Bung Tomo	Jl. Bung Tomo	16
32	X32	ALFAMIDI Pattimura	Jl. Pattimura, Mesjid	20

Disajikan pada Tabel 1 data pelanggan yang dibutuhkan dalam tahap penelitian ini, untuk lebih memahami sistem distribusi produk AMDK Cleo jenis galon di wilayah Samarinda. Khususnya di *outlet* Alfamidi dalam merancang rute distribusi yang lebih efektif dan efisien. Pada penelitian ini data *outlet* atau pelanggan akan berulang setiap bulannya dalam kondisi semua Alfamidi melakukan permintaan, akan digunakan sebagai acuan dalam merancang rute distribusi yang efektif dan efisien.

Rute Awal

Proses pendistribusian dari hasil wawancara dengan kepala cabang, perusahaan sudah menetapkan rencana rute pengiriman sebagai acuan harian bagi sopir armada. Namun dikondisi tertentu di lapangan pada saat proses distribusi sopir sering kali melakukan berdasarkan persepsi sendiri dengan jarak yang dianggap dekat tanpa analisis data dengan metode tertentu. Data rute awal yang ada menjadi acuan dalam penelitian ini merupakan rute distribusi yang dijalankan oleh perusahaan. Terjadi ketika seluruh pelanggan yang berasal dari Alfamidi melakukan pemesanan secara bersamaan dan dipenuhi dalam kurun waktu seminggu. Sehingga kondisi ini akan berulang setiap bulannya. Rute tersebut diambil sebagai acuan karena mewakili kondisi permintaan dari seluruh pelanggan/*outlet* yang dilayani, sehingga dapat digunakan sebagai perbandingan yang relevan dalam proses optimasi rute.

Diambil sampel data distribusi dalam satu minggu penuh, di mana setiap harinya terdapat rute distribusii yang berbeda hal ini sesuai berdasarkan jadwal rute awal distribusi yang dijalankan oleh perusahaan. Rute-rute ini kemudian akan dioptimasi lebih lanjut berdasarkan data yang didapatkan. Data tersebut merupakan laporan distribusi terdiri dari informasi data rute, jumlah kiriman galon, jarak tempuh, konsumsi bahan bakar. Optimasi perlu dilakukan karena data tersebut menunjukkan adanya potensi pengurangan jarak tempuh dan konsumsi bahan bakar saat ini masi bisa ditingkatkan efisiensinya sehingga dapat menekan biaya operasional distribusi. Sampel rute yang telah didapatkan akan dioptimalkan dengan pendekatan *Vehicle Routing Problem* (VRP) melalui algoritma *Clarke & Wright Saving Heuristic* dan *Sequetial Insertion*.

Table 2. Rute awal perusahaan

Jadwal	Rute	Jumlah Distribusi (galon)	Total Jarak (km)
Senin	D-X1-X2-X3-X4-D-X5-X6-D	171	84,7
Selasa	D-X7-X8-D-X9-X10-X11-D	141	66,7
Rabu	D-X12-X13-X14-D	33	49
Kamis	D-X15-X16-X17-X18-X19-D	95	32,1
Jumat	D-X20-X21-X22-X23-X24-X25-D	100	36
Sabtu	D-X26-X27-D	65	30,8

Jadwal	Rute	Jumlah Distribusi (galon)	Total Jarak (km)
Minggu	D-X28-X29-X30-D-X31-X32-D	121	52,8
	Total	726	352,1

Algoritma Clarke & Wright Saving Heuristic

Pengolahan data dengan algoritma *Clarke & Wright Saving Heuristic*, berdasarkan tabel matriks jarak tempuh yang telah didapatkan sebelumnya, dapat dilanjutkan membuat *saving matrix* atau matriks penghematan. Matriks ini akan digunakan untuk menentukan pasangan titik distribusi yang paling efisien atau hemat untuk digabung dalam satu rute, Nilai *saving* akan dihitung berdasarkan kombinasi antar titik-titik distribusi tersebut. Berikut ini contoh dan penjelasan, agar mengetahui nilai hasil *saving* antar titik distribusi Alfamidi Gerilya (X1) dengan Alfamidi Wahid Hasyim (X2). Terlebih dahulu perlu diketahui data jarak tempuh Depot (D) ke Alfamidi Gerilya (X1), Depot (D) ke Alfamidi Wahid Hasyim (X2), dan Alfamidi Gerilya (X1) ke Alfamidi Wahid Hasyim (X2). Namun perlu diketahui karena matriks jarak yang digunakan bersifat asimetris sehingga perlu dilakukan perhitungan secara bolak-balik karena memungkinkan untuk menghasilkan nilai yang berbeda. Sehingga nilai hasil *saving* antar titik distribusi Alfamidi Gerilya (X1) dengan Alfamidi Wahid Hasyim (X2) akan berbeda ketika titik distribusi Alfamidi Wahid Hasyim (X2) dengan Alfamidi Gerilya (X1). Berikut penjelasan perhitungannya.

Perhitungan untuk X1 ke X2

$$C(X1,D) = 12 \text{ km}$$

$$C(D,X2) = 20 \text{ km}$$

$$C(X1,X2) = 8,4 \text{ km}$$

Perhitungan untuk X2 ke X1

$$C(X2,D) = 17 \text{ km}$$

$$C(D,X1) = 11 \text{ km}$$

$$C(X2,X1) = 8,2 \text{ km}$$

Kemudian setelah data jarak antar seluruh titik distribusi didapatkan, selanjutnya melakukan perhitungan secara matematis menggunakan Persamaan 1. Dilakukan perhitungan ini untuk mengetahui besar penghematan yang dihasilkan jika titik X1 dan X2 berpasangan dalam satu rute. Begitu pula ketika titik X2 dan X1 berpasangan dalam satu rute. Perhitungan ini akan mengetahui seberapa optimal rute antara pasangan titik X1 dan X2 serta X2 dan X1 dibandingkan apabila titik tersebut tidak digabungkan.

$$S(X1,X2) = C(X1,D) + C(D,X2) - C(X1,X2)$$

$$S(X1,X2) = 12 \text{ km} + 20 \text{ km} - 8,4 \text{ km}$$

$$S(X1,X2) = 23,6 \text{ km}$$

$$S(X2,X1) = C(X2,D) + C(D,X1) - C(X2,X1)$$

$$S(X2,X1) = 17 \text{ km} + 11 \text{ km} - 8,2 \text{ km}$$

$$S(X2,X1) = 19,8 \text{ km}$$

Perhitungan tersebut didapatkan bahwa ketika X1 dan X2 berpasangan kemudian X2 dan X1 berpasangan dalam sebuah rute, didapatkan nilai *saving* sebesar 23,6 km dan 19,8 km. Sehingga setelah didapatkan nilai *saving* antara kedua titik tersebut secara bolak-balik. Kemudian dilakukan perhitungan nilai *saving* untuk masing-masing titik distribusi secara keseluruhan menggunakan Persamaan 2 diperoleh sebanyak 992 iterasi. Seluruh hasil iterasi tersebut kemudian disusun ke dalam bentuk tabel yang dikenal sebagai *saving matrix*. Tabel ini menyajikan nilai penghematan dari setiap pasangan titik pengiriman yang berperan penting dalam mempermudah proses analisis data. Adanya tabel tersebut membantu dalam pengambilan keputusan pada algoritma *Clarke & Wright Saving Heuristic*, sehingga pemilihan rute yang memberikan jarak tempuh paling minimal dapat dilakukan dengan terarah.

Melakukan identifikasi dengan mencari pasangan cabang mewakili setiap *outlet* yang memiliki nilai penghematan (*saving*) tertinggi yang sesuai dengan batas kapasitas angkut armada yaitu 100 galon dalam satu kali distribusi. Pemilihan pasangan titik cabang dengan penghematan terbaik ini akan mempertimbangkan kapasitas kendaraan, agar rute yang dibentuk tetap efisien dan sesuai dengan kapasitas muatan armada. Berikut ini disajikan hasil iterasi *saving* terbesar dan layak pada Tabel 3 sebagai berikut.

Table 3. Urutan hasil iterasi nilai *saving* terbesar dan *feasible*

Iterasi	Pasangan Cabang	Nilai <i>Saving</i>
64	X3-X2	36,3
220	X8-X3	31,1
39	X2-X9	30
801	X26-X27	28,2
131	X5-X8	27,2
260	X9-X13	25,5
450	X15-X17	25,2
545	X18-X19	24,6
389	X13-X18	24,2
97	X4-X5	23,4
480	X16-X15	23,1
500	X17-X4	23
822	X27-X16	22,8
570	X19-X12	22,3
311	X11-X1	21
19	X1-X20	20,6
180	X6-X26	19
352	X12-X11	18,8
195	X7-X10	18,5
596	X20-X7	18,4
936	X31-X6	15,3
929	X30-X31	12,7
299	X10-X21	10,6
897	X29-X30	9,3
634	X21-X14	8,9
424	X14-X22	6,5
990	X32-X29	6,5
705	X23-X24	5,6
771	X25-X28	3,7
673	X22-X23	2,1
868	X28-X32	1,3

Pada Tabel 3 di atas merupakan hasil iterasi proses urutan iterasi nilai *saving* telah selesai. Didapatkan berbagai kombinasi rute distribusi optimal, hasil tersebut adalah pengolahan data menggunakan algoritma *Clarke & Wright Saving Heuristic*. Agar memudahkan dalam mengidentifikasi rute distribusi yang efisien berdasarkan jarak tempuh. Hasil dari algoritma tersebut menunjukkan rute distribusi yang paling efektif. Kemudian dari hasil iterasi tersebut dilakukan proses penyusunan rute untuk memperoleh rute distribusi optimal.

Table 4. Rute hasil pengolahan algoritma *Clarke & Wright Saving Heuristic*

Jadwal	Rute	Jumlah Distribusi (galon)	Total Jarak (km)
Senin	D-X25-X28-X32-X29-D-X30-X31-D	127	64,9
Selasa	D-X6-X26-D-X27-X16-X15-X17-D	171	61
Rabu	D-X4-X5-X8-X3-D-X2-X9-D	177	87,6
Kamis	D-X13-X18-X19-X12-X11-D-X1-X20-X7-X10-D	160	61,5
	Total	726	320,1

Berdasarkan hasil perhitungan dengan algoritma *Clarke & Wright Saving Heuristic* yang disajikan pada Tabel 4 di atas. Sehingga didapatkan rute distribusi yang terdiri dari 5 rute harian secara terpisah dengan beberapa diantaranya dalam kondisi *multiple trip*. Kemudian didapatkan total jarak tempuh armada dalam melayani semua pelanggan sebesar 320,1 km. Nilai tersebut adalah hasil dari jarak tempuh terpendek yang diperoleh berdasarkan

model optimasi yang digunakan. Hasil tersebut tentu berdampak pada penghematan biaya bahan bakar sehingga tentu memberikan efisiensi operasional perusahaan dari segi biaya bahan bakar armada.

Algoritma Sequential Insertion

Pengolahan data pada tahap ini menggunakan algoritma *sequential insertion* untuk mendapatkan rute distribusi yang optimal. Dilakukan dengan menyusun rute distribusi pengiriman melalui proses penyisipan secara bertahap ke dalam rute yang dimulai dari depot. Berdasarkan titik-titik pengiriman tersebut dimasukkan satu per satu secara berurutan dengan mempertimbangkan penambahan jarak terpendek atau *insertion cost* yang didapatkan dari matriks jarak yang telah tersedia dan batasan kapasitas kendaraan. Jika kapasitas tercapai maka dibuat rute baru dan proses penyisipan ini berlanjut hingga semua titik *outlet* telah disisipkan. Berikut ini penjelasan dan perhitungan algoritma *sequential insertion*. Perhitungan menggunakan algoritma *Sequential Insertion* sebagai berikut ini.

1. Dipilih rute awal sesuai dengan urutan titik secara berturut-turut yang dimulai dari depot Cleo PT Sariguna Primatirta Tbk ke titik awal yaitu X1. Kemudian dibentuk terlebih dahulu rute antara depot ke titik awal X1 dan kembali lagi ke depot, sehingga terbentuk rute awal $D \rightarrow X1 \rightarrow D$ dengan total jarak tempuh 23 km.
2. Perhatikan juga permintaan pelanggan untuk disesuaikan dengan kapasitas armada apakah *feasible*. Karena permintaan galon cleo pada X1 sebesar $23 \leq 100$ (*feasible*).
3. Disisipkan pelanggan yaitu X2 dengan mencari terlebih dahulu *insertion cost* menggunakan Persamaan 2 untuk mengetahui kemungkinan letak penyisipan terbaik ada pada busur 1 $D \rightarrow X1$ atau pada busur 2 $X1 \rightarrow D$ seperti berikut:

Rute saat ini $D \rightarrow X1 \rightarrow D$, muatan 23 galon

Disisipkan X2, permintaan 36 galon, muatan saat ini $59 \leq 100$ (*feasible*).

$$\text{Cost insertion (Z)} = d(i,k) + d(k,j) - d(i,j)$$

$$\begin{aligned} \text{Cost insertion} &= d(D,X2) + d(X2,X1) - d(D,X1) \\ &= 20 + 8,2 - 11 \\ &= 17,2 \text{ (busur 1)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost insertion} &= d(X1,X2) + d(X2,D) - d(X1,D) \\ &= 8,4 + 17 - 12 \\ &= \mathbf{13,4} \text{ (busur 2)} \end{aligned}$$

Dipilih nilai *cost insertion* atau biaya penyisipan dengan nilai terkecil yaitu pada busur 2 untuk dilakukan penyisipan titik selanjutnya pada busur tersebut. Sehingga rute saat ini $D \rightarrow X1 \rightarrow X2 \rightarrow D$, muatan 59 galon dengan total jarak tempuh sebesar 36,4 km.

4. Disisipkan pelanggan selanjutnya yaitu X3 dengan mencari terlebih dahulu *insertion cost* menggunakan Persamaan 2 untuk mengetahui kemungkinan letak penyisipan terbaik ada pada busur 1 $D \rightarrow X1$, busur 2 $X1 \rightarrow X2$ atau busur 3 $X2 \rightarrow D$ seperti berikut:

Rute saat ini $D \rightarrow X1 \rightarrow X2 \rightarrow D$, muatan 59 galon

Disisipkan X3, permintaan 11, muatan saat ini $70 \leq 100$ (*feasible*)

$$\begin{aligned} \text{Cost insertion} &= d(D,X3) + d(X3,X1) - d(D,X1) \\ &= 19 + 8,7 - 11 \\ &= 16,7 \text{ (busur 1)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost insertion} &= d(X1,X3) + d(X3,X2) - d(X1,X2) \\ &= 8,9 + 0,7 - 8,4 \\ &= 1,4 \text{ (busur 2)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost insertion} &= d(X2,X3) + d(X3,D) - d(X2,D) \\ &= 0,7 + 17 - 17 \\ &= \mathbf{0,7} \text{ (busur 3)} \end{aligned}$$

Dipilih nilai *cost insertion* atau biaya penyisipan dengan nilai terkecil yaitu pada busur 3 untuk dilakukan penyisipan titik selanjutnya pada busur tersebut. Sehingga rute saat ini $D \rightarrow X1 \rightarrow X2 \rightarrow X3 \rightarrow D$, muatan 70 galon dengan total jarak tempuh sebesar 37,1 km.

5. Disisipkan pelanggan selanjutnya yaitu X4 dengan mencari terlebih dahulu *insertion cost* menggunakan Persamaan 2 untuk mengetahui kemungkinan letak penyisipan terbaik ada pada busur 1 $D \rightarrow X1$, busur 2 $X1 \rightarrow X2$, busur 3 $X2 \rightarrow X3$ atau busur 4 $X3 \rightarrow D$ seperti berikut:

Rute saat ini $D \rightarrow X1 \rightarrow X2 \rightarrow X3 \rightarrow D$, muatan 70 galon

Disisipkan X4, permintaan 26, muatan saat ini $96 \leq 100$ (*feasible*)

$$\begin{aligned} \text{Cost insertion} &= d(D,X4) + d(X4,X1) - d(D,X1) \\ &= 13 + 2,7 - 11 \\ &= 4,7 \text{ (busur 1)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost insertion} &= d(X1,X4) + d(X4,X2) - d(X1,X2) \\ &= 2,5 + 6,4 - 8,4 \\ &= \mathbf{0,5} \text{ (busur 2)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost insertion} &= d(X2,X4) + d(X4,X3) - d(X2,X3) \\ &= 6,2 + 6,8 - 0,7 \\ &= 12,3 \text{ (busur 3)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost insertion} &= d(X3,X4) + d(X4,D) - d(X3,D) \\ &= 6,6 + 13 - 17 \\ &= 2,6 \text{ (busur 4)} \end{aligned}$$

Dipilih nilai *cost insertion* atau biaya penyisipan dengan nilai terkecil yaitu pada busur 2 untuk dilakukan penyisipan titik selanjutnya pada busur tersebut. Sehingga rute saat ini $D \rightarrow X1 \rightarrow X4 \rightarrow X2 \rightarrow X3 \rightarrow D$, muatan 96 galon dengan jarak tempuh sebesar 37,6 km

6. Disisipkan pelanggan selanjutnya yaitu X5 dengan mencari terlebih dahulu *insertion cost* menggunakan Persamaan 2 untuk mengetahui kemungkinan letak penyisipan terbaik ada pada busur 1 $D \rightarrow X1$, busur 2 $X1 \rightarrow X4$, busur 3 $X4 \rightarrow X2$, busur 4 $X2 \rightarrow X3$ atau busur 5 $X3 \rightarrow D$ seperti berikut:

Rute saat ini $D \rightarrow X1 \rightarrow X4 \rightarrow X2 \rightarrow X3 \rightarrow D$, muatan 96 galon

Disisipkan X5, permintaan 24, muatan saat ini $120 \leq 100$ (tidak *feasible*), sehingga tidak bisa dilakukan penyisipan X5 pada rute dan dilakukan pembuatan trip baru pada rute karena adanya kondisi *multiple trip*.

Buat trip baru $D \rightarrow X5 \rightarrow D$, muatan saat ini $24 \leq 100$ (*feasible*) dengan total jarak tempuh 34 km.

7. Disisipkan pelanggan selanjutnya yaitu X6 dengan mencari terlebih dahulu *insertion cost* menggunakan Persamaan 2 untuk mengetahui kemungkinan letak penyisipan terbaik ada pada busur 1 $D \rightarrow X6$ atau pada busur 2 $X6 \rightarrow D$ seperti berikut:

Rute saat ini $D \rightarrow X5 \rightarrow D$, muatan 24 galon

Disisipkan X6, permintaan 51 galon, muatan saat ini $75 \leq 100$ (*feasible*).

$$\begin{aligned} \text{Cost insertion} &= d(D,X6) + d(X6,X5) - d(D,X5) \\ &= 9 + 17 - 17 \\ &= \mathbf{9} \text{ (busur 1)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost insertion} &= d(X5,X6) + d(X6,D) - d(X5,D) \\ &= 16 + 12 - 17 \\ &= 11 \text{ (busur 2)} \end{aligned}$$

Dipilih nilai *cost insertion* atau biaya penyisipan dengan nilai terkecil yaitu pada busur 1 untuk dilakukan penyisipan titik selanjutnya pada busur tersebut. Sehingga rute saat ini $D \rightarrow X6 \rightarrow X5 \rightarrow D$, muatan 75 galon dengan total jarak tempuh sebesar 43 km.

8. Disisipkan pelanggan selanjutnya yaitu X7 dengan mencari terlebih dahulu *insertion cost* menggunakan Persamaan 2 untuk mengetahui kemungkinan letak penyisipan terbaik ada pada busur 1 $D \rightarrow X6$, busur 2 $X6 \rightarrow X5$ atau busur 3 $X5 \rightarrow D$ seperti berikut:

Rute saat ini $D \rightarrow X6 \rightarrow X5 \rightarrow D$, muatan 75 galon

Disisipkan X7, permintaan 22 galon, muatan saat ini $97 \leq 100$ (*feasible*).

$$\begin{aligned} \text{Cost insertion} &= d(D,X7) + d(X7,X6) - d(D,X6) \\ &= 11 + 87,5 - 9 \\ &= 9,5 \text{ (busur 1)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost insertion} &= d(X6,X7) + d(X7,X5) - d(X6,X5) \\ &= 8,4 + 8,6 - 17 \\ &= \mathbf{0} \text{ (busur 2)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cost insertion} &= d(X5,X7) + d(X7,D) - d(X5,D) \\ &= 8,6 + 10 - 17 \\ &= 1,6 \text{ (busur 3)} \end{aligned}$$

Dipilih nilai *cost insertion* atau biaya penyisipan dengan nilai terkecil yaitu pada busur 2 untuk dilakukan penyisipan titik selanjutnya pada busur tersebut. Sehingga rute saat ini $D \rightarrow X6 \rightarrow X7 \rightarrow X5 \rightarrow D$, muatan 97 galon dengan total jarak tempuh sebesar 43 km.

9. Disisipkan pelanggan selanjutnya yaitu X8 dengan mencari terlebih dahulu *insertion cost* menggunakan Persamaan 2 untuk mengetahui kemungkinan letak penyisipan terbaik ada pada busur 1 D → X6, busur 2 X6 → X7, busur 3 X7 → X5 atau busur 4 X5 → D seperti berikut:

Rute saat ini D → X6 → X7 → X5 → D, muatan 97 galon

Disisipkan X8, permintaan 20, muatan saat ini $117 \leq 100$ (tidak *feasible*), sehingga tidak bisa dilakukan penyisipan X8 pada rute dan dilakukan pembuatan rute baru karena adanya kondisi *multiple trip* yang maksimal hanya 2 kali dalam 1 rute sehingga rute baru akan dibuat kembali. Dilakukan perhitungan algoritma *Sequential Insertion* dengan cara yang sama seperti sebelumnya hingga semua titik pelanggan dimasukkan.

Berdasarkan hasil perhitungan rute di atas didapatkan penambahan total jarak paling minimum pada rute D → X1 → X4 → X2 → X3 → D → X6 → X7 → X5 → D dengan nilai total jarak tempuh sebesar 80,6 km. Kemudian dari contoh perhitungan sebelumnya, maka dapat ditentukan rute selanjutnya menggunakan metode *Sequential Insertion* dengan perhitungan dan cara yang sama secara berulang. Berikut hasil pembentukan rute dengan menggunakan metode tersebut.

Table 5. Rute hasil pengolahan algoritma *Sequential Insertion*

Jadwal	Rute	Jumlah Distribusi (galon)	Total jarak (km)
Senin	D-X1-X4-X2-X3-D-X6-X7-X5-D	193	80,6
Selasa	D-X8-X9-D-X14-X10-X11-X13-X15-X12-D	177	85,4
Rabu	D-X16-X17-X18-X19-X20-D	83	31,6
Kamis	D-X25-X22-X21-X24-X23-D-X26-X27-X28-D	160	72,5
	Total	726	294,7

Berdasarkan hasil perhitungan dengan algoritma *Sequential Insertion* yang didapatkan pada Tabel 5 di atas. Sehingga didapatkan rute distribusi yang terdiri dari 5 rute harian secara terpisah dengan beberapa diantaranya dalam kondisi *multiple trip*. Kemudian didapatkan nilai total jarak tempuh armada dalam melayani seluruh pelanggan sebesar 294,7 km. Nilai tersebut adalah hasil dari jarak tempuh terpendek yang diperoleh berdasarkan model optimasi yang digunakan. Hasil tersebut tentu berdampak pada penghematan biaya bahan bakar sehingga tentu memberikan efisiensi operasional perusahaan dari segi biaya bahan bakar armada.

Analisis dan pembahasan hasil

Dilakukan analisis dan pembahasan terhadap hasil pengolahan data proses optimasi rute distribusi. Menggunakan Algoritma *Clarke & Wright Saving Heuristic* dan algoritma *Sequential Insertion* yang telah dilakukan sebelumnya. Analisis ini dilakukan dengan membandingkan rute hasil optimasi dengan rute awal yang digunakan oleh perusahaan. Bertujuan mengetahui seberapa efisien yang dapat dicapai dari total jarak tempuh dan penghematan biaya bahan bakar. Hasil perbandingan ini nantinya akan menunjukkan seberapa efektif metode optimasi dalam menyusun rute yang lebih efisien bagi perusahaan.

Table 6. Perbandingan hasil

Deskripsi	Hasil Rekapitulasi Rute		
	Rute awal (perusahaan)	<i>Clarke & Wright Saving Heuristic</i>	<i>Sequential Insertion</i>
Total jarak tempuh (km)	352,10 km	320,10 km	294,70 km
Total biaya bahan bakar (Rp)	Rp 352.100,00	Rp 320.100,00	Rp 294.700,00
Penghematan biaya (Rp)	-	Rp 32.000,00	Rp 57.400,00
Penghematan jarak & BBM (%)	-	9,09%	16,30%

Tabel 6 menyajikan informasi terkait perbandingan hasil dari kedua algoritma yang digunakan dengan rute awal perusahaan, terutama dari segi aspek-aspek penting dalam optimalisasi rute ini. Berikut aspek yang pertama yaitu total jarak tempuh dari setiap algoritma yang memiliki keterkaitan langsung dengan tingkat

konsumsi bahan bakar. Aspek berikutnya yang ditampilkan adalah total biaya bahan bakar yang memberikan gambaran mengenai biaya operasional yang perlu dikeluarkan oleh perusahaan berdasarkan algoritma yang diterapkan. Melalui informasi tersebut dapat dievaluasi algoritma mana yang paling efektif dalam mengurangi jarak tempuh dan secara keseluruhan mampu memberikan efisiensi terhadap biaya bahan bakar. Aspek terakhir yaitu presentasi penghematan jarak dan bahan bakar.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan pada depot Cleo PT Sariguna Primatirta Tbk, pada bagian ini disajikan kesimpulan khususnya pada hasil pengolahan data dan analisis rute distribusi. Berdasarkan hasil pengolahan data dan penerapan metode *Vehicle Routing Problem* (VRP) dengan pendekatan algoritma *Clarke & Wright Saving Heuristic* dan *Sequential Insertion*. Dari hasil tersebut ditemukan beberapa poin penting yang mencerminkan tingkat kinerja masing-masing algoritma tersebut dalam mengurangi total jarak tempuh serta menekan pengeluaran biaya bahan bakar. Kesimpulan yang disajikan akan merangkum temuan-temuan utama dari penelitian.

1. Berdasarkan penyelesaian metode VRP, dapat diidentifikasi bahwa algoritma *Sequential Insertion* menjadi algoritma yang paling baik dan efektif dalam mengoptimalkan rute distribusi pada penelitian ini. Adapun hasil rute yang diperoleh oleh algoritma *Sequential Insertion* sebagai berikut. Rute hasil algoritma *Sequential Insertion* dapat menghemat biaya dengan menguranginya menjadi sebesar Rp294.700,00. Sedangkan hasil rute pada algoritma *Sequential Insertion* menghasilkan total jarak tempuh sebesar 294,70 km.
2. Saran untuk penelitian selanjutnya, perusahaan dapat mempertimbangkan saran perbaikan dari hasil penelitian ini yaitu rute yang dihasilkan oleh algoritma *Sequential Insertion* sebagai upaya dalam meningkatkan efisiensi dalam sistem distribusi produk secara langsung. Serta dapat menggunakan metode *Traveling Salesman Problem* (TSP) karena di beberapa aspek pada penelitian ini sesuai dengan kriteria TSP. Serta apabila dimasa mendatang terjadi penambahan relasi distribusi depot, sehingga diperlukan pengembangan metode yang lebih fleksibel dan adaptif, seperti penerapan algoritma heuristik, agar mampu menghasilkan rute yang lebih optimal.

5. REFERENSI

- Abadi, C., Susanty, S., & Adianto H. (2014). Penentuan Rute Kendaraan Distribusi Produk Roti Menggunakan Metode *Sequential Insertion*. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, vol.1, no.03, hh.152-163.
- G. Clarke J. W. Wirght. (1964). Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points. *Operations Research. INFORMS*, vol. 12 no. 4, hh. 568-581. <http://dx.doi.org/10.1287/opre.12.4.568>.
- Kusuma A. S., & Sumiati. (2020), Penerapan Metode Clarke and Wright Saving Heuristic dalam menentukan Rute Pendistribusian Produk di Bagian Distributor Koperasi ABC Bojonegoro. *JUMINTEN*, vol. 1. no.4, hh.1-11. <https://doi.org/10.33005/juminten.v1i4>.
- Nono, V., Sofitra, M., & Wijayanto, D. (2020). Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem* Dengan Menggunakan Algoritma *Sweep* Untuk Penentuan Rute Distribusi Untuk Depo Pt. Abc Kubu Raya. *Jurnal TIN Universitas Tanjungpura*, vol.4, no.2, hh. 232-238.
- Pertiwi, P. P., Iriani, I., & Aryanny, E. (2020). Penentuan Rute Distribusi Produk Untuk Meminimumkan Biaya Distribusi Dengan Metode Algoritma *Clarke And Wright Saving Heuristic* di PT X. *Juminten*, vol.1, no.2, hh.24-32. <https://doi.org/10.33005/juminten.v1i2.15>.
- Pujawan, I.N., & ER, M. (2017), *Supply Chain Management*, Edisi Ketiga, Andi, Yogyakarta, hh.5-6.
- Purnama, A.W., & Nurhakim, M.L. (2020). Perbandingan Metode *Nearest Neighbor Heuristic* dan *Sequential Insertion* untuk Perancangan Rute Distribusi Buah dan Sayur di PT Bimandiri Agro Sedaya. *Jurnal Manajemen Logistik dan Transportasi*, vol. 6, no.1, hh.33-51.
- Riginianto, R. S. & Setiafindari, W. (2024), Optimasi Rute Distribusi Telur Ayam Menggunakan Algoritma Clarke And Wright Savings dan Algoritma Nearest Neighbor Pada Adi Farm. *Jurnal Ilmiah Nusantara (JINU)*, vol.1. No. 4. hh 656-666. DOI: <https://doi.org/10.61722/jinu.v1i4.1881>.
- Ruheli, R. (2024). Kontribusi *Supply Chain Management* Terhadap Kinerja Perusahaan PT. DAM. *Jurnal Media Teknologi*, vol.11, no. 1, hh.93-106.
- Siraj, M. M., & Astuti, Y. P. (2020). Penentuan Biaya Transportasi Minimum Pada Pemilihan Rute Pengiriman Menggunakan Metode *Clarke and Wright Saving Heuristic*. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, vol.8,

no.1, hh.7–16. <https://doi.org/10.26740/mathunesa.v8n1.p7-16>.

Zulkarnaen, W., Dewi Fitriani, I., & Yuningsih, N. (2020). Pengembangan Supply Chain Management Dalam Pengelolaan Distribusi Logistik Pemilu Yang Lebih Tepat Jenis, Tepat Jumlah Dan Tepat Waktu Berbasis Human Resources Competency Development Di Kpu Jawa Barat. *Jurnal Ilmiah MEA (Manajemen, Ekonomi, Dan Akuntansi)*, vol.4, no.6, hh.222–243.