



INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research

Volume 4 Nomor 5 Tahun 2024 Page 1150-1165

E-ISSN 2807-4238 and P-ISSN 2807-4246

Website: <https://j-innovative.org/index.php/Innovative>

Penentuan Rute Kendaraan Heterogen dengan Menggunakan Algoritma Sweep pada PT Sinar Mas Andhika

Muhammad Alde Rizal^{1✉}, Ifa Saidatuningtyas²

Politeknik APP Jakarta

Email: alderizal29@gmail.com^{1✉}

Abstrak

PT Sinar Mas Andhika menghadapi masalah dalam proses pengiriman barang. Ketidakeimbangan rute berdasarkan jam aktual dan jumlah barang yang dikirim berbeda-beda. Hal ini menyebabkan ada armada yang kembali terlalu cepat, sementara yang lain terlalu lama. Beban kerja operator pengiriman yang menjadi tidak seimbang dan keterlambatan pengiriman sering terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk menyeimbangkan rute dan mengoptimalkan jumlah armada yang digunakan dalam pengiriman barang di PT Sinar Mas Andhika dengan mempertimbangkan batasan jam aktual pengiriman. Permasalahan Vehicle Routing Problem (VRP) ini merupakan varian Heterogeneous Vehicle Routing Problem (HVRP) karena kapasitas armada pada PT Sinar Mas Andhika yang berbeda-beda. Dalam menyelesaikan permasalahan ini maka dipilih Metode algoritma sweep untuk membentuk kelompok rute dengan mengalokasikan 19 titik tujuan berdasarkan koordinat polar, menggunakan aplikasi GeoGebra sebagai alat bantu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rute baru yang dihasilkan berjumlah 5 rute pengiriman, memungkinkan perusahaan untuk menggunakan hanya 5 armada. Usulan perbaikan ini menghasilkan penghematan waktu sebesar 17,32%, penghematan jarak tempuh sebesar 20,47%, dan penghematan biaya pengiriman sebesar 21,51% atau Rp 46.136,50 per hari. Selain itu, utilisasi kapasitas kendaraan meningkat karena pembagian muatan yang lebih merata, dengan hanya 2 kendaraan mengalami pengurangan muatan yang sudah dialokasikan ke armada lainnya. Implementasi usulan ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional PT Sinar Mas Andhika, mengurangi biaya, dan meningkatkan kepuasan pelanggan dengan layanan pengiriman yang lebih andal dan tepat waktu.

Kata Kunci: *Heterogeneous Vehicle Routing Problem, Rute, Algoritma Sweep*

Abstract

This research aims to examine the influence of MSME actors' perceptions, accounting knowledge, and business scale on the use of accounting information in MSMEs in the Kejaksan District, Cirebon City. The research method used is quantitative, with experimental and survey types. The population in this study consists of 662 MSME units in the Kejaksan District, Cirebon City, with a sample size of 87 respondents. The sampling method employed is simple random sampling. The data analysis techniques used include descriptive statistics, data quality tests comprising validity and reliability tests, classical assumption tests including normality test, multicollinearity test, and heteroscedasticity test. Furthermore, multiple linear regression analysis is used, including partial t-tests, coefficient of determination test, and simultaneous f-tests. The results of this study indicate that partially, MSME actors' perceptions have a positive influence on the use of accounting information, accounting knowledge has a positive influence on the use of accounting information, and business scale has no effect on the use of accounting information. Meanwhile, simultaneously, MSME actors' perceptions, accounting knowledge, and business scale collectively have a positive influence on the use of accounting information in MSMEs in the Kejaksan District, Cirebon City.

Keywords: *Heterogeneous Vehicle Routing Problem, Rute, Algoritma Sweep*

PENDAHULUAN

PT Sinar Mas Andhika merupakan Distributor produk Valves, Fitting, Flange, Pipe dan accesories dari merek-merek terkemuka seperti: Kitz, Danfoss Socla, Siam C. Customer PT Sinar Mas Andhika adalah perusahaan jasa konstruksi. Perusahaan B2B selalu menjalin hubungan Kerjasama jangka Panjang (Sraha et al., 2020). PT Sinar Mas Andhika sangat mengerti apa yang dibutuhkan oleh customernya. Memberikan solusi yang dibutuhkan juga menjadi target utama perusahaan. Salah satu poin penting yang harus dicapai oleh perusahaan dalam proses pendistribusian barang adalah efisiensi pengiriman (Ross & Droge, 2004). Efisiensi pengiriman menjadi masalah klasik yang sudah dibahas dari tahun 1959 oleh Dantzig dan Ramzer. Walaupun demikian, masalah Penentuan rute kendaraan (Vehicle Routing Problem) merupakan cara yang dapat dilakukan untuk mencari rute optimal kendaran dalam proses pengiriman. Dengan demikian dapat mengurangi biaya operasional, peningkatan pelayanan pelanggan dan pengurangan emisi karbon (Lin et al., 2014).

Proses pengiriman yang dilakukan PT Sinar Mas Andhika berawal dari surat perintah kirim (SPK) masuk yang telah dibuat oleh bagian sales dalam software ERP JDE Edward. Secara langsung akan terhubung kepada bagian delivery yang mengatur jalannya pengiriman. Permintaan customer yang masuk tentunya dari beberapa daerah yang berbeda-beda, proses scheduling dibuat dengan bantuan google spreadsheet membagi

daerah sesuai dengan areanya. Proses scheduling ini belum mempertimbangkan optimasi rute pengiriman. Fokus scheduling ini hanya menyelesaikan tugas pengiriman dan administrasi pengiriman seperti membuat surat perintah muat (SPM). Tujuan penelitian ini adalah menambahkan algoritma optimasi pengiriman supaya penentuan rute pengiriman lebih optimal.

Karakteristik pengiriman di PT Sinar Mas Andhika adalah mempunyai 8 armada angkut untuk melayani pengiriman barang area JABODETABEK dan Karawang Barat. Armada ini memiliki dua jenis kapasitas yang berbeda. Selama ini setiap armada rata-rata melayani 1 sampai 6 titik pelanggan setiap harinya. Permasalahan yang dialami ini masuk dalam kategori *Capacity Vehicle Routing Problem* (CVRP). Ada banyak sekali sekarang variant dari CVRP seperti *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows* (CVRPTW), *Capacitated Vehicle Routing Problem with Multiple Trips* (CVRPMT), *Periodic Capacitated Vehicle Routing Problem* (PCVRP), *Split Delivery Capacitated Vehicle Routing Problem* (SDCVRP), *Heterogeneous Fleet Capacitated Vehicle Routing Problem* (HFCVRP), (Zhang et al., 2022).

Penelitian CVRP sudah banyak dilakukan dan dikembangkan variannya yang bertujuan untuk mengurangi batasan-batasan yang ada sehingga metode yang digunakan semakin mendekati permasalahan aslinya.

Pengembangan model CVRP yang mempertimbangkan *time-windows* (CVRPTW) sudah sangat banyak dilakukan karena memang kebutuhan industri seringkali menuntut pengiriman dilakukan pada jendela waktu tertentu (Ayough et al., 2020), (Akbar & Aurachmana, 2020) & (Putri et al., 2021). Pengembangan dengan mempertimbangkan *time-windows* masih memiliki kekurangan dalam kondisi jika kapasitas kendaraan tidak mencukupi untuk satu kali pengiriman. Untuk itu perlu membagi pengiriman yang dalam jenis ini disebut dengan *split delivery* (SDCVRP). Penelitian ini juga sangat banyak dilakukan karena kebutuhan untuk membagi pengiriman (Chen et al., 2020), (Ferreira et al., 2021) & (Bortfeldt & Yi, 2020).

Pada penelitian ini varian CVRP yang dibahas adalah *Heterogeneous Fleet Capacitated Vehicle Routing Problem* (HFCVRP). Hal ini karena pada permasalahan dijelaskan bahwa kendaraan yang digunakan tidak homogen tetapi memiliki dua jenis kapasitas yang berbeda. HFCVRP ini sudah banyak dikembangkan model matematisnya (Fernando et al., 2022), (Candido & De Souza, 2022) & (Wang et al., 2023).

Metode pencarian solusi dilakukan dengan algoritma *Sweep*. Algoritma *Sweep* digunakan karena mempertimbangkan kualitas solusi yang dihasilkan dan tingkat kemudahan pengerjaan serta efisiensi waktu pengerjaan dalam menangani VRP dengan

konstrains kapasitas kendaraan (Euchi & Sadok, 2021). Penerapan algoritma sweep dalam penyelesaian masalah CVRP juga sudah sangat banyak dilakukan (Sehta & Thakar, 2021) & (Hanafi et al., 2020).

Berdasarkan uraian permasalahan dan literatur review maka penelitian ini bertujuan untuk membahas mengenai penentuan rute pengiriman Kendaraan Heterogen dengan Menggunakan Algoritma Sweep.

METODE PENELITIAN

Algoritma Sweep merupakan salah satu jenis metode metaheuristik yang memiliki problem independen yang artinya tidak bergantung kepada pokok permasalahan, metode ini sering diintegrasikan dengan metode heuristik untuk implementasinya. Dalam menyelesaikan model VRP dengan menggunakan algoritma sweep diperlukan dua tahapan atau fase yaitu fase pengelompokan (clustering) dan fase pembentukan rute (Sehta & Thakar, 2021). Algoritma sweep menggunakan metode dua fase dengan fase pertama berupa clustering pelanggan berdasarkan wilayah dan kendaraan yang tersedia, dan fase kedua berupa membangun rute-rute untuk setiap cluster. sebagai berikut:

1. Tahapan pengelompokan (clustering) Langkah-langkah pada tahap pengelompokan sebagai berikut:
 - a. Menggambar masing-masing depot dalam koordinat kartesius dan menetapkan lokasi depot sebagai pusat koordinat
 - b. Menentukan semua koordinat polar dari masing-masing depot yang berhubungan dengan lokasi awal. Dalam proses clustering pada Algoritma sweep terbagi menjadi dua jenis yaitu forward sweep dan backward sweep, forward sweep merupakan pengelompokan pelanggan dengan arah perputaran radial line dimulai dari sudut 0° menuju sudut 360° . Arah perputaran ini biasa disebut dengan counterclockwise atau berlawanan arah jarum jam. Backward sweep memiliki arah perputaran sebaliknya. Melakukan pengelompokan (clustering) dimulai dari depot yang memiliki sudut polar terkecil atau terbesar tergantung menggunakan metode backward sweep / forward sweep dengan memperhatikan waktu pengiriman serta kapasitas kendaraan.
 - c. Memastikan semua customer tersapu dalam cluster saat ini
 - d. Pengelompokan dihentikan ketika dalam satu cluster akan melebihi jam aktual pengiriman

- e. Membuat cluster baru dengan langkah yang sama seperti langkah c dimulai dari depot yang memiliki sudut polar terkecil yang belum termasuk dalam cluster sebelumnya (depot yang terakhir ditinggalkan).
- f. Mengulangi langkah c-f, sampai semua depot telah dimasukkan ke dalam sebuah cluster.

2. Tahap pembentukan rute.

Pada tahap pembentukan rute, masing-masing cluster yang telah diperoleh pada tahapan sebelumnya akan diselesaikan dengan menggunakan metode Nearest Neighbour sehingga dapat diperoleh urutan rute perjalanan dari masing-masing cluster. Langkah-langkah dalam menentukan pembentukan rute dengan metode Nearest Neighbour adalah sebagai berikut.

- a. Langkah 0: Inisialisasi
 - 1) Menentukan satu titik yang akan menjadi titik awal perjalanan dimana dalam penelitian ini sudah ditentukan bahwa titik awal perjalanan dimulai dari depot perusahaan
 - 2) Menentukan $C = \{1, 2, 3, 4, \dots, n\}$ sebagai himpunan titik yang akan dikunjungi
 - 3) Menentukan urutan rute perjalanan saat ini (sementara) (R)
- b. Langkah 1: Memilih titik yang selanjutnya dikunjungi.
 - 1) Jika n_1 adalah titik yang berada di urutan terakhir dari rute R maka akan ditemukan titik berikutnya n_2 yang memiliki jarak paling minimum dengan n_1 , dimana n_2 merupakan anggota dari C.
 - 2) Apabila terdapat banyak pilihan optimal artinya terdapat lebih dari satu titik yang memiliki jarak yang sama dari titik terakhir dalam rute R dan jarak tersebut merupakan jarak yang paling minimum maka pilih secara acak
- c. Langkah 2: Menambahkan titik yang terpilih pada langkah 1 pada urutan rute berikutnya.

Menambahkan titik n_2 di urutan akhir dari rute sementara dan mengeluarkan yang terpilih tersebut dari daftar titik yang belum dikunjungi
- d. Langkah 3: Jika semua titik yang harus dikunjungi telah dimasukkan dalam rute atau $C = \emptyset$, maka tidak ada lagi titik yang ada di C.
- e. Langkah 4: Menutup rute dengan menambahkan titik inisialisasi atau 30 titik awal perjalanan diakhir rute. Dengan kata lain, rute ditutup dengan kembali ke titik asal. Jika sebaliknya, kembali melakukan langkah 1.

Pengolahan data dilakukan beberapa tahap dalam menemukan solusi atau usulan dalam perbaikan permasalahan yang sesuai. Data dikumpulkan dan diolah dengan cara sebagai berikut.

1. Membuat diagram kartesius

Depot atau perusahaan berfungsi sebagai lokasi pada titik $O(0,0)$ diagram kartesius karena merupakan pusat distribusi produk. Diagram kartesius dibuat untuk melihat semua titik lokasi. Membuat diagram kartesius dapat dilakukan dengan bantuan aplikasi Geogebra.

2. Membuat koordinat polar

Diagram polar untuk semua lokasi harus dibuat. Semua pangkalan diwakili oleh diagram polar, dengan depot atau perusahaan berfungsi sebagai pangkalan 0° karena merupakan pusat distribusi produk. Aplikasi Geogebra dapat digunakan untuk membuat diagram polar. Urutkan koordinat polar, Diagram polar diurutkan dari customer dengan sudut polar terkecil ke customer dengan sudut kutub terbesar untuk forward sweep. Untuk backward sweep, diagram polar diurutkan dari customer dengan sudut polar terkecil ke alas dengan sudut polar terbesar.

3. Perhitungan biaya perjalanan armada. Penentuan Prioritas Armada yang akan digunakan. Biaya setiap jenis armada dibagi menjadi dua bagian untuk menentukan armada prioritas.

- a. Fixed Cost

Dalam pengertian lain, istilah "biaya tetap" mengacu pada biaya yang tidak terpengaruh oleh jumlah waktu yang dihabiskan untuk sebuah armada. Biasanya, biaya tetap datang dalam bentuk: biaya sewa mobil, pembelian mobil, nilai penyusutan mobil, dll

- b. Variabel Cost

Biaya variabel adalah biaya yang besarnya ditentukan oleh seberapa jauh jarak tempuh setiap armada. Biasanya, biaya variabel itu sendiri berupa: biaya gas. Hanya biaya operasional seperti harga BBM yang menjadi pertimbangan dalam penentuan prioritas armada yang digunakan dalam penelitian ini.

4. Perhitungan Matriks Jarak & Matriks Waktu Tempuh

Perjalanan Matriks jarak adalah tabel yang menunjukkan jarak ke setiap lokasi dan matriks waktu perjalanan yang menunjukkan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk berpindah dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Perhitungan matriks jarak diperoleh dengan bantuan aplikasi google maps dan matriks waktu didapatkan dari hasil perhitungan dengan model perbandingan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang didapat dari departemen logistik mengenai alamat titik tujuan pengiriman yang dikirimkan pada bulan Maret 2020, terdapat 19 titik tujuan pengiriman dan terbagi dalam beberapa zona. Berikut ini adalah gambaran untuk persebaran titik tujuan pengiriman menggunakan bantuan google earth. Peta penyebaran yang ada pada gambar 1 menunjukkan beberapa customer di beberapa daerah JABODETABEK. Salah satu pengiriman yang sering atau banyak dilakukan ialah ke daerah Jakarta. Namun, batasan area pengiriman PT Sinar Mas Andhika bukan hanya dalam daerah tersebut saja, daerah karawang barang juga masuk ke dalam area pengiriman. Apabila ada customer yang meminta pengiriman barang diluar daerah yang ditentukan, maka dapat menggunakan jasa pengiriman pihak ke-3 yang telah dikonfirmasi dan biaya pengiriman ditanggung oleh customer baik itu secara langsung atau *Cash on Delivery*.



Gambar 1. Peta Penyebaran Customer

Berikut ini merupakan beberapa customer yang dijadikan dalam penelitian beserta permintaan (demand) yang masuk untuk dilakukannya pengiriman.

Tabel 1. Permintaan Customer

No.	Code Customer	Demand (Rata-rata kg/hari)
1	SJS	14,56
2	BKT	442,31
3	GK	676,16
4	RJS	25,104
5	SMS	15,9
6	PSA	292,5
7	PKA	272,49
8	PBK	450

9	BS	37,96
10	DAP	35,712
11	MWT	59,042
12	LK	118,22
13	DMB	47,073
14	ASP	61,179
15	GNST	8,02
16	SDS	104
17	ALS	516
18	SDS2	479,078
19	LPM	396,146

Sumber: PT Sinar Mas Andhika, (2023)

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan bahwa masing-masing customer mempunyai permintaan yang berbeda-beda. Hal tersebut dilihat dari demand rata-rata dalam jangka waktu 20 hari atau 1 bulan hari kerja. Permintaan dari masing-masing customer dikirimkan sesuai alamat diminta. Permintaan tiap customer harus dipenuhi, dengan mempertimbangkan jam aktual pengiriman masing-masing armada. Kode customer yang ada pada tabel 4.1 akan digunakan dalam pembuatan matriks waktu maupun matriks jarak agar lebih mudah dalam membaca nilai antar titik customer.

Proses pembuatan diagram kartesius dilakukan dengan bantuan aplikasi geogebra yang mana akan ditentukan beberapa titik sesuai penyebaran customer di beberapa daerah bulan maret 2023. Pada aplikasi geogebra terlihat bahwa terdapat garis vertikal maupun horizontal yang menyertakan nilai masing-masing titik customer, namun dalam menentukan titik yang sesuai perlu memasukkan gambar dengan menjadikan latar belakangnya. Titik PT Sinar Mas Andhika berada pada titik (0,0) dikarenakan sebagai depot atau pusat yang akan menyesuaikan penentuan rute nantinya. Untuk menambahkan gambar latar belakang pada aplikasi geogebra dalam membuat diagram kartesius dapat memilih menu view dan pilih "perspective" untuk membuka tampilan. Beberapa menu seperti options dan basics untuk membuka pengaturan dasar terkait gambar tersebut. Apabila gambar sudah dimasukkan maka dapat dijadikan background yang akan disesuaikan. Sehingga, dapat menentukan titik dari masing-masing customer untuk melihat koordinat kartesiusnya baik titik (x) maupun titik (y).

Tabel 2. tabel koordinat kartesius

No.	Code Customer	Titik	Koordinat Kartesius
-----	---------------	-------	---------------------

1	SJS	A	(-2.07, 0.5)
2	BKT	B	(-2.02, 0.17)
3	GK	C	(-2.6, 0.37)
4	RJS	D	(3.14, -7.24)
5	SMS	E	(-5.86, 0.19)
6	PSA	F	(-3.86, -2.11)
7	PKA	G	(-4.72, 0.5)
8	PBK	H	(-3.65, -0.3)
9	BS	I	(-1.87, 0)
10	DAP	J	(-1.83, -0.2)
11	MWT	K	(-1.39, -0.35)
12	LK	L	(-1.68, 0.1)
13	DMB	M	(-1, -3)
14	ASP	N	(1, -2)
15	GNST	O	(-2.83, -0.38)
16	SDS	P	(-2.84, -1.24)
17	ALS	Q	(-4.29, -1.86)
18	SDS2	R	(-3.74, -4.44)
19	LPM	S	(-1.25, -1.39)

Sumber: Geogebra, (2023)

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan nilai koordinat kartesius masing-masing titik customer. Hal tersebut dilihat dari penyesuaian ilustrasi gambar yang sudah dijadikan latar belakang pada grafik di aplikasi geogebra. Penentuan titik koordinat kartesius melihat masing-masing posisi tiap customer yang diberi tanda titik dari menu yang tersedia pada aplikasi tersebut. Apabila semua customer sudah diberikan tanda, maka akan langsung dapat melihat nilai koordinat yang ditunjukkan seperti pada gambar 2. Nilai tersebut memperlihatkan titik (x, y) pada grafik kartesius.



Gambar 2. Titik Koordinat Customer Pada Grafik Kartesius

Konversi dan Mengurutkan Koordinat Polar

Setelah memperoleh data koordinat kartesius menggunakan aplikasi Geogebra, selanjutnya data tersebut dikonversi menjadi koordinat polar menggunakan aplikasi yang sama. Koordinat polar merupakan koordinat yang memiliki sumbu ke arah r dan θ . Dimana r yang menunjukkan jarak titik tersebut terhadap titik pusat O dan sudut α menunjukkan sudut yang dibentuk oleh ruas garis OP terhadap sumbu X positif. Pengukuran jarak dan sudut diperlukan untuk menentukan koordinat polar secara langsung dikarenakan koordinat tersebut mewakili jarak dan sudut. Apabila dilakukan pengukuran jarak dan sudut secara manual memungkinkan hasilnya kurang akurat. Sehingga, koordinat kartesius biasanya diperoleh terlebih dahulu saat menentukan koordinat polar. Mengubah arah kartesius sepenuhnya ke arah kutub juga bukan hal yang mudah dikarenakan termasuk jarak maupun titik, jaminan atau perubahan arah kartesius ke arah kutub mencakup spekulasi pythagoras dan geometri. Maka dari itu, dalam penelitian ini dibantu dengan aplikasi geogebra.

Tabel 3. Tabel Koordinat Polar

No.	Code Customer	Titik	Koordinat Polar (Derajat)
1	SJS	A	(166,33)
2	BKT	B	(175,08)
3	GK	C	(171,95)
4	RJS	D	(293,45)
5	SMS	E	(178,15)
6	PSA	F	(208,67)
7	PKA	G	(173,93)
8	PBK	H	(184,75)
9	BS	I	(179,95)

10	DAP	J	(186,37)
11	MWT	K	(194,02)
12	LK	L	(176,61)
13	DMB	M	(251,57)
14	ASP	N	(296,57)
15	GNST	O	(187,62)
16	SDS	P	(203,63)
17	ALS	Q	(203,39)
18	SDS2	R	(229,89)
19	LPM	S	(228,20)

Setelah dikonversi menjadi koordinat polar, seluruh hasil diurutkan berdasarkan koordinat polar yang terbesar hingga ke terkecil, hal inilah yang akan menjadi tabel backward sweep. Dapat dilihat pada tabel 3 merupakan hasil konversi koordinat polar masing-masing customer yang derajat polarnya didapat dari titik customer yang ada pada google earth dengan bantuan aplikasi geogebra.

Tabel 4. Tabel Backward Sweep

No	Code Customer	Titik	Koordinat Polar (Derajat)
1	ASP	N	(296,57)
2	RJS	D	(293,45)
3	DMB	M	(251,57)
4	SDS2	R	(229,89)
5	LPM	S	(228,20)
6	SDS	P	(208,87)
7	PSA	F	(208,67)
8	ALS	Q	(203,39)
9	MWT	K	(194,02)
10	GNST	O	(187,62)
11	DAP	J	(186,37)
12	PBK	H	(184,75)
13	BS	I	(179,95)
14	SMS	E	(178,15)
15	LK	L	(176,61)
16	BKT	B	(175,08)
17	PKA	G	(173,93)
18	GK	C	(171,95)
19	SJS	A	(166,33)

Tabel 4 merupakan hasil pengurutan konversi sebagai bentuk backward sweep yang berarti mengurutkan derajat polar dari sudut 360° hingga 0° pada grafik. Sehingga, didapatkan customer dengan derajat yang paling besar yaitu customer ASP sebesar 296,57°. Sedangkan customer dengan derajat polar terkecil adalah customer SJS sebesar 166,33°. Maka dari itu, dapat dilanjutkan untuk dilakukannya clustering yang berawal dari customer dengan derajat polar terbesar.

Selanjutnya dibuat Matriks jarak dibuat berdasarkan pengukuran jarak dari titik satu ke titik lainnya. Pengukuran jarak berdasarkan hasil pengukuran google map.

MATRIKS JARAK (KM)

Depot	SJS	BKT	GK	RJS	SMS	PSA	PKA	PBK	BS	DAP	MWT	LK	DMB	ASP	GNST	SDS	ALS	SDS2	LPM
SJS	8																		
BKT	9,3	1,5																	
GK	12,1	2,4	2,8																
RJS	35,6	48,3	48,6	46,6															
SMS	30,6	17,8	20,7	14,8	53,8														
PSA	19,8	15,5	14,3	13,5	44,8	14,3													
PKA	19,2	11,1	12,1	8,8	52	6,7	14,9												
PBK	21,3	10,2	8,6	7,4	47,4	11,3	8,1	5,5											
BS	9,6	4,9	3,8	5,7	49,4	19,5	14,4	14,7	8,6										
DAP	9,6	5	3,8	5,7	49,4	19,5	14,4	14,8	8,6	0,13									
MWT	6,7	3,6	4	5,9	41	20,1	14,1	15,4	9,8	2,6	2,6								
LK	9,2	4,8	3,5	5,3	49	19,1	14	14,4	8,2	1,3	1,3	2,9							
DMB	17,7	14,1	14,5	19,2	31,3	29	13,2	26	19,9	13	13,1	10,9	12,3						
ASP	11,6	16,4	16,8	22	28,9	36,2	20	31,5	28	15,3	15,4	12,4	14,6	9,9					
GNST	14,9	5,9	5,2	4	42,7	16,1	9	10,1	5,3	5	5	7,8	4,9	16	25,3				
SDS	16,1	10,9	9,7	10,8	40,7	16,1	6,4	10,6	8,6	10,5	10,6	9,1	9,1	11,1	15,6	5,5			
ALS	19	14,6	13,9	12,6	44,1	14,3	2,6	12,2	8,8	13,6	13,7	13,4	13,7	17,1	26	11	6,7		
SDS2	28,7	23,1	25,4	22	36,3	19,7	11,7	18,8	20,5	22,6	21,4	19,9	21	15,5	23,4	16,8	15,6	11,4	
LPM	9,4	9,5	9,9	12,2	39,7	26,1	11	21,3	13,6	5,7	5,7	4,3	5,3	7,9	10,2	8,9	7,6	12,2	16,3

Gambar 3. Matrik jarak

Tabel 5. Penentuan Prioritas Armada

Armada	Jenis	Variabel Cost		Biaya BBM/ Km (Rp)	Kap. (100kg)	Total Biaya (Rp/kap)	P
		Ongkos BBM (Rp/liter)	Ratio BBM (KM)				
Mobil 1	CDD	6800	1 : 7	Rp971,43	60	Rp58.285,71	8
Mobil 2	CDE	6800	1 : 12,8	Rp531,25	40	Rp21.250,00	7
Mobil 3	CDE	6800	1 : 12,8	Rp531,25	40	Rp21.250,00	6
Mobil 4	CDE	6800	1 : 12,8	Rp531,25	30	Rp15.937,50	5
Mobil 5	ELF	6800	1 : 13	Rp523,08	20	Rp10.461,54	4
Mobil 6	ELF	6800	1 : 13	Rp523,08	20	Rp10.461,54	3
Mobil 7	L300	6800	1 : 9,4	Rp723,40	10	Rp7.234,04	2
Mobil 8	PANTHER	6800	1 : 10,96	Rp620,44	5	Rp3.102,19	1

Langkah berikutnya adalah dengan menentukan prioritas armada seperti pada tabel 5. Penentuan armada diprioritaskan berdasarkan variable cost dan fixed cost masing masing kendaraan. Urutan prioritas membandingkan biaya dengan kapasitas angkut kendaraan. Sehingga kendaraan dengan rasio kehematan tertinggi akan dialokasikan digunakan terlebih dahulu. Kendaraan lain baru digunakan jika kendaraan di prioritas tertinggi sudah digunakan. Berikut hasil rute yang terbentuk.

Ada 5 rute yang terbentuk berdasarkan urutan prioritas tersebut, pada tabel 6, rute pengiriman setiap d=kendaraan serta biaya pengiriman sudah dihitung untuk menghasilkan biaya pengiriman yang terendah.

Tabel 6. Hasil Rute pengiriman

Rute Pengiriman Usulan						
Kendaraan	Rute		Total Waktu (menit)	Total Jarak (km)	Biaya Pengiriman/km	Total Biaya (Rp)
Mobil 8	Rute 1	Depot-ASP- DMB-RJS- Depot	301,1	89,5	Rp620,44	Rp55.529,20
Mobil 4	Rute 2	Depot-LPM- SDS-PSA-ALS- SDS2-Depot	280,3	66,1	Rp531,25	Rp35.115,63
Mobil 7	Rute 3	Depot-MWT- DAP-BS- GNST-PBK- Depot	194,4	46,3	Rp723,40	Rp33.493,62
Mobil 6	Rute 4	Depot-LK-BKT- PKA-SMS- Depot	249,4	62,1	Rp523,08	Rp32.483,08
Mobil 5	Rute 5	Depot-SJS-GK- Depot	101,4	22,5	Rp523,08	Rp11.769,23
Total			1126,5	286,5	Rp2.639,90	Rp150.931,39

Berdasarkan hasil rute yang terbentuk pada tabel 6. Semua konsumen sudah dikunjungi menggunakan 5 kendaraan. Mobil 8 merupakan kendaraan yang menurut hasil ini paling efisien digunakan pertama. Hasil rute yang terbentuk dilakukan pengujian dan validasi hasil. Validasi hasil dilakukan untuk kapasitas kendaraan, jarak tempuh kendaraan, waktu tempuh kendaraan, semua parameter tersebut tidak boleh melebihi batasan yang

sudah ditetapkan. Berdasarkan hasil validasi ini maka didapatkan semua parameter batasan tidak ada yang dilanggar.

Tabel 7. Perbandingan hasil dengan kondisi eksisting

	Total Jarak (Km)	Total Waktu (Menit)	Total Biaya (Rp)
Rute Eksisting	360,23	1362,45	Rp214.526,89
Rute Usulan	286,50	1126,54	Rp168.390,75
Selisih	73,73	235,91	Rp46.136,15
Penghematan Rute (%)	20,47%	17,32%	21,51%

Pada tabel 7 dapat dilihat hasil rancangan rute pengiriman yang baru ini juga dibandingkan dengan hasil perhitungan rute yang lama, dampak persentase penghematan terhadap waktu, jarak, biaya pengiriman dan utilisasi kapasitas kendaraan. Dengan adanya usulan tersebut terjadi penghematan dari segi waktu sebesar 17,32%, untuk jarak yang ditempuh mampu menghemat sebesar 20,47% serta penghematan terhadap biaya pengiriman yang dikeluarkan sebesar 21,51% atau Rp. 46.136,15 per hari dan untuk utilisasi kapasitas kendaraan mengalami peningkatan dan pengurangan dikarenakan pembagian muatan yang lebih merata yaitu usulan rute 1 dengan menggunakan mobil 8 mengalami pengurangan muatan sebesar 52,6% dari muatan sebelumnya karena sudah dialokasikan ke armada yang lain, usulan rute 2 menggunakan mobil 4 memiliki kapasitas 3000 kg muatannya meningkat sebesar 51,2%, usulan rute 3 menggunakan mobil 7 terjadi pengurangan muatan karena sudah dialokasikan ke armada yang lain sebesar 40,4%, usulan rute 4 dengan mobil 6 muatannya meningkat sebesar 36,8% serta untuk usulan rute 5 dengan menggunakan armada terakhir ialah mobil 5 dengan kapasitas 2000 kg mengalami peningkatan muatan sebesar 29,1%.

SIMPULAN

Hasil rancangan rute pengiriman berdampak dalam penghematan terhadap waktu, jarak, biaya pengiriman dan utilisasi kendaraan. Dengan usulan tersebut terjadi penghematan dari segi waktu sebesar 17,32%, untuk jarak tempuh sebesar 20,47% serta penghematan biaya pengiriman sebesar 21,51% atau Rp. 46.136,15 per hari dan utilisasi kendaraan juga menjadi lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. D., & Aurachmana, R. (2020). Hybrid genetic–tabu search algorithm to optimize the route for capacitated vehicle routing problem with time window. *International Journal of Industrial Optimization*, 1(1), 15. <https://doi.org/10.12928/ijio.v1i1.1421>
- Ayough, A., Khorshidvand, B., Massomnedjad, N., & Motameni, A. (2020). An integrated approach for three-dimensional capacitated vehicle routing problem considering time windows. *Journal of Modelling in Management*, 15(3), 995–1015. <https://doi.org/10.1108/JM2-11-2018-0183>
- Bortfeldt, A., & Yi, J. (2020). The Split Delivery Vehicle Routing Problem with three-dimensional loading constraints. *European Journal of Operational Research*, 282(2), 545–558. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.09.024>
- Candido, L. C. X., & De Souza, L. V. (2022). Mathematical Model and Simulated Annealing Algorithm for the Two-Dimensional Loading Heterogeneous Fixed Fleet Vehicle Routing Problem. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/6012105>
- Chen, Z., Yang, M., Guo, Y., Liang, Y., Ding, Y., & Wang, L. (2020). The split delivery vehicle routing problem with three-dimensional loading and time windows constraints. *Sustainability (Switzerland)*, 12(17). <https://doi.org/10.3390/su12176987>
- Euchi, J., & Sadok, A. (2021). Hybrid genetic-sweep algorithm to solve the vehicle routing problem with drones. *Physical Communication*, 44, 101236. <https://doi.org/10.1016/j.phycom.2020.101236>
- Fernando, W. M., Thibbotuwawa, A., Perera, H. N., & Chandima Ratnayake, R. M. (2022). Applying a Capacitated Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem with Multiple Depots Model to Optimize a Retail Chain Distribution Network. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2022-December*, 588–592. <https://doi.org/10.1109/IEEM55944.2022.9989636>
- Ferreira, K. M., de Queiroz, T. A., & Toledo, F. M. B. (2021). An exact approach for the green vehicle routing problem with two-dimensional loading constraints and split delivery. *Computers and Operations Research*, 136(August 2020), 105452. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2021.105452>
- Hanafi, R., Rusman, M., Mardin, F., Parenreng, S. M., & Azzazli, A. (2020). Distribution Route Optimization of a Capacitated Vehicle Routing Problem by Sweep Algorithm. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 875(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/875/1/012066>
- Lin, C., Choy, K. L., Ho, G. T. S., Chung, S. H., & Lam, H. Y. (2014). Survey of Green Vehicle

- Routing Problem: Past and future trends. *Expert Systems with Applications*, 41(4 PART 1), 1118–1138. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.07.107>
- Putri, K. A., Rachmawati, N. L., Lusiani, M., & Redi, A. A. N. P. (2021). Genetic Algorithm with Cluster-first Route-second to Solve the Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows. *Jurnal Teknik Industri*, 23(1), 75–82. <https://doi.org/10.9744/jti.23.1.75-82>
- Ross, A. D., & Droge, C. (2004). An analysis of operations efficiency in large-scale distribution systems. *Journal of Operations Management*, 21(6), 673–688. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2003.11.003>
- Sehta, N., & Thakar, U. (2021). Sweep Nearest Algorithm for Capacitated Vehicle Routing Problem. *Proceedings of the 2021 IEEE 18th India Council International Conference, INDICON 2021*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/INDICON52576.2021.9691603>
- Sraha, G., Sharma, R. R., Crick, D., & Crick, J. M. (2020). International experience, commitment, distribution adaptation and performance: a study of Ghanaian firms in B2B export markets. *Journal of Business and Industrial Marketing*, 35(11), 1715–1738. <https://doi.org/10.1108/JBIM-05-2019-0197>
- Wang, H., Li, M., Wang, Z., Li, W., Hou, T., Yang, X., Zhao, Z., Wang, Z., & Sun, T. (2023). Heterogeneous Fleets for Green Vehicle Routing Problem with Traffic Restrictions. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 24(8), 8667–8676. <https://doi.org/10.1109/TITS.2022.3197424>
- Zhang, H., Ge, H., Yang, J., & Tong, Y. (2022). Review of Vehicle Routing Problems: Models, Classification and Solving Algorithms. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 29(1), 195–221. <https://doi.org/10.1007/s11831-021-09574-x>