



Penerapan *Milk Run System* Berbasis *Lean Logistics* untuk Efisiensi Distribusi dengan Metode VRP

Ridwan Salman Alvariedz¹✉, Ega Taqwali Berman¹, Wiku Larutama¹

⁽¹⁾Program Studi Teknik Logistik, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

DOI: 10.31004/jutin.v8i3.47482

✉ Corresponding author:

[wiku.larutama@upi.edu]

Article Info

Kata kunci:

Efisiensi Distribusi;
Lean Logistics;
Milk Run System;
Optimasi Rute;
VRP

Abstrak

Supplier X di Lembang menghadapi permasalahan dalam efisiensi distribusi akibat sistem pengiriman konvensional yang menyebabkan jarak tempuh dan biaya operasional tinggi. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan sistem distribusi melalui penerapan *Milk Run System* berbasis *Lean Logistics* dan metode *Vehicle Routing Problem* (VRP) menggunakan algoritma *Nearest Neighbor*. Studi kasus ini melibatkan pengiriman kol ke lima pasar lokal dengan total permintaan 1.000 kg menggunakan satu kendaraan pick-up. Tahapan analisis meliputi identifikasi data, penyusunan matriks jarak, perhitungan penghematan, dan simulasi rute distribusi. Hasil penelitian menunjukkan pengurangan jarak tempuh dari 101,8 km menjadi 41,3 km, waktu tempuh menjadi 99,12 menit, dan efisiensi biaya distribusi dari Rp326.800 menjadi Rp267.700 per hari. Penelitian ini merekomendasikan penerapan sistem distribusi terintegrasi berbasis *lean* sebagai strategi peningkatan efisiensi logistik dan keberlanjutan operasional.

Abstract

Keywords:

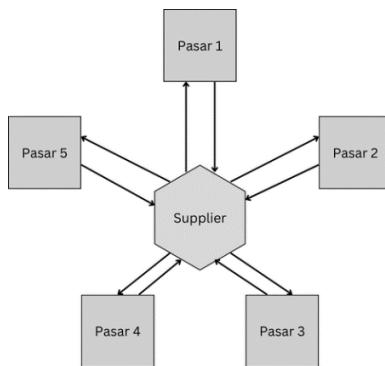
Distribution Efficiency;
Lean Logistics;
Milk Run System;
Route Optimization;
VRP

Supplier X in Lembang faces distribution efficiency issues due to a conventional delivery system that results in long travel distances and high operational costs. This study aims to optimize the distribution system through the implementation of a Milk Run System based on Lean Logistics and the Vehicle Routing Problem (VRP) method using the Nearest Neighbor algorithm. This case study involves the delivery of cabbage to five local markets with a total demand of 1,000 kg using a single pick-up vehicle. The analysis stages include data identification, distance matrix development, savings calculation, and route simulation. The results show a reduction in travel distance from 101.8 km to 41.3 km, travel time to 99.12 minutes, and distribution cost efficiency from Rp326,800 to Rp267,700 per day. This study recommends the implementation of an integrated lean-based distribution system as a strategy to enhance logistics efficiency and operational sustainability.

1. PENDAHULUAN

Sistem logistik yang efisien menjadi salah satu elemen utama dalam keberhasilan manajemen rantai pasok sebuah perusahaan. Pendekatan Milk-Run digunakan untuk mengoptimalkan pengiriman, baik dengan membawa barang dari satu lokasi ke beberapa tujuan penerima maupun sebaliknya, dari beberapa lokasi ke satu tujuan penerima (Sayfullah, 2014). Implementasi *Milk Run System* dapat mengurangi perjalanan yang tidak diperlukan, sehingga meningkatkan efisiensi operasional dan menekan biaya transportasi. Berdasarkan rancangan *Milk Run System*, efisiensi dalam mengurangi frekuensi keterlambatan dapat mencapai 95,7% dibandingkan dengan metode pengiriman langsung (Sidik, 2023).

Salah satu *Supplier X* di Kota Lembang mengirimkan sayuran jenis kol ke berbagai pasar lokal di wilayah Lembang dan Bandung tiga kali dalam seminggu, yaitu pada hari Senin, Rabu, dan Jumat. *Supplier X* ini berlokasi di Jl. Maribaya Kp. Sukamanah Rt. 002/Rw.011 Ds. Langensari Kec. Lembang. Namun, *Supplier* tersebut menghadapi tantangan terkait anggaran biaya pengiriman dan efisiensi rute distribusi. Rute pengiriman yang dilakukan *Supplier* masih menggunakan sistem konvensional sehingga harus bolak-balik.



Gambar 1. Sistem Rute Konvensional

Tabel 1. Key Performance Indicator *Supplier X*

Bulan	Total Biaya	Rata-rata Waktu Tempuh
September	Rp. 3.921.600	40 jam 05 menit
Oktober	Rp. 4.000.000	42 jam 50 menit
Desember	Rp. 3.950.400	41 jam 32 menit
Jumlah	Rp. 11.872.000	124 jam 27 menit

Mengenai konteks ini, penerapan prinsip-prinsip *Lean Logistics* menjadi penting untuk mengoptimalkan proses distribusi. *Lean Logistics* berfokus pada pengurangan waste dan optimalisasi proses logistik dengan memanfaatkan prinsip efisiensi dan peningkatan nilai tambah di seluruh rantai pasok (Kumar et al., 2021). Selain itu, penggunaan metode *Vehicle Routing Problem* (VRP) dalam perancangan rute distribusi dapat membantu dalam menentukan rute yang paling efisien. Metode VRP adalah teknik yang digunakan untuk menentukan rute optimal bagi kendaraan dalam mendistribusikan barang dari depot ke pelanggan.

Penelitian oleh Prasetyo & Tamyiz, (2017) menunjukkan bahwa penggunaan metode *Vehicle Routing Problem* (VRP) dengan algoritma *Nearest Neighbor* mampu mengoptimalkan rute distribusi dan memperpendek jarak tempuh kendaraan secara efektif. Penelitian serupa oleh Amri dkk., (2014) juga menekankan efektivitas metode ini dalam konteks perusahaan distribusi minuman berskala nasional, sedangkan Mancini, (2016) mengembangkan pendekatan VRP multiperiode dan multidepot pada armada heterogen yang membuktikan bahwa optimalisasi rute memberikan dampak langsung terhadap penurunan total biaya distribusi. Dalam konteks efisiensi logistik berbasis keberlanjutan, Kumar dkk., (2021) menegaskan pentingnya penerapan *Lean Logistics* sebagai strategi untuk mengurangi waste dan meningkatkan nilai tambah dalam proses distribusi.

Tujuan dari penulisan artikel ini difokuskan pada pemberian pemahaman secara menyeluruh mengenai strategi optimalisasi pengiriman barang melalui penerapan *Milk Run System* berbasis *Lean Logistics*, yang mencakup analisis terhadap praktik penerapannya, identifikasi dampaknya terhadap efisiensi serta pengurangan waste, dan evaluasi terhadap implementasi metode *Vehicle Routing Problem* (VRP) sebagai bagian dari sistem tersebut. Pemaparan ini diharapkan tidak hanya berkontribusi terhadap pengembangan teori dalam ranah logistik, tetapi juga menghadirkan solusi praktis yang aplikatif bagi perusahaan dalam upaya meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan operasional, melalui penyediaan panduan strategis dalam pengiriman, pengurangan pemborosan proses logistik, serta penyediaan wawasan yang berguna bagi praktisi maupun manajer logistik.

2. METHODS

a. *Lean Logistics*

Lean Logistics merupakan suatu pendekatan yang fokus pada upaya terus-menerus untuk menghilangkan pemborosan dan meningkatkan nilai tambah terhadap barang atau jasa. Dengan menerapkan *Lean Logistics*, perusahaan dapat meningkatkan kecepatan rantai suplai, mengurangi waktu siklus, dan pada akhirnya meningkatkan daya saing mereka di pasar. Pendekatan ini juga menekankan

pentingnya perbaikan terus-menerus dalam proses logistik untuk mencapai efisiensi maksimal dan memenuhi harapan pelanggan secara tepat waktu dan dalam jumlah yang tepat (Gaspersz, 2008).

b. *Milk Run System*

Milk Run System adalah metode pengiriman yang bertujuan mengoptimalkan pengambilan barang dari beberapa pemasok untuk diangkut dalam satu perjalanan terintegrasi. Pendekatan ini memungkinkan kendaraan mengumpulkan muatan dari berbagai lokasi pemasok dan mengantarkannya ke satu atau beberapa tujuan penerima secara efisien (Sidik, 2023). Meskipun penjadwalan pengiriman dengan metode ini lebih kompleks dibandingkan pengiriman langsung, *Milk Run* membantu mengurangi perjalanan yang tidak perlu, sehingga mendukung efisiensi operasional sekaligus berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan melalui pengurangan emisi karbon akibat transportasi (Sayfullah, 2014).

c. *Vehicle Routing Problem* (VRP)

Vehicle Routing Problem (VRP) merupakan permasalahan yang berfokus pada penentuan rute optimal bagi sejumlah kendaraan untuk mendistribusikan barang dari satu atau lebih depot ke berbagai pelanggan. Menurut (Amri dkk., 2014), VRP adalah masalah transportasi yang bertujuan untuk meminimalkan berbagai tujuan distribusi dengan memilih rute yang paling efisien. Mancini, 2016 menjelaskan bahwa VRP adalah masalah optimasi kombinatorial yang kompleks, dengan tujuan utama mengurangi total biaya, yang sangat dipengaruhi oleh jarak yang ditempuh oleh kendaraan. Toth & Vigo, 2002 menambahkan bahwa tujuan VRP adalah untuk meminimalkan biaya perjalanan secara keseluruhan, yang tergantung pada jarak tempuh dan jumlah kendaraan yang digunakan. VRP juga memiliki variasi, seperti *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP), yang memperhitungkan batas kapasitas kendaraan, serta *Vehicle Routing Problem with Time Windows* (VRPTW), yang mempertimbangkan waktu kedatangan di setiap lokasi pelanggan.

Supplier X merupakan salah satu pemasok sayuran, khususnya kol, yang beroperasi di Kota Lembang dan mendistribusikan produknya ke pasar-pasar lokal di wilayah Lembang dan Bandung sebanyak tiga kali dalam seminggu, tepatnya setiap hari Senin, Rabu, dan Jumat. Lokasi operasionalnya berada di Jl. Maribaya, Kampung Sukamanah, Desa Langensari, Kecamatan Lembang. Dalam menjalankan aktivitas distribusinya, *Supplier X* menghadapi berbagai permasalahan yang berkaitan dengan sistem pengiriman yang masih bersifat konvensional, seperti tingginya biaya operasional, lamanya waktu tempuh, serta rute distribusi yang belum teroptimalkan secara menyeluruh. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan pengiriman yang lebih efisien, diperlukan upaya evaluatif terhadap sistem yang diterapkan. Beberapa aspek yang perlu dibenahi antara lain penerapan sistem pengiriman yang lebih efisien, optimasi rute distribusi, pengurangan biaya pengiriman, peningkatan kecepatan waktu tempuh, serta pemantauan dan evaluasi berkala terhadap kinerja pengiriman guna menunjang efektivitas operasional secara keseluruhan.

Perancangan sistem distribusi yang efisien dan hemat biaya memerlukan tahapan analitis dan sistematis yang berfokus pada optimalisasi alokasi sumber daya serta penentuan rute pengiriman. Proses ini mencakup identifikasi elemen-elemen utama dalam sistem distribusi, pemetaan jarak antar lokasi, analisis potensi penghematan menggunakan pendekatan *Milk Run System*, hingga penentuan rute pengiriman secara optimal dengan metode yang sesuai. Tahapan-tahapan berikut menguraikan proses tersebut secara bertahap dalam membangun sistem distribusi yang efektif.

a. Identifikasi dan pengumpulan data

Langkah pertama adalah mengidentifikasi semua elemen yang terlibat dalam sistem distribusi, seperti lokasi depot (titik awal pengiriman), lokasi pelanggan atau tujuan pengiriman, kapasitas kendaraan, dan kebutuhan pengiriman setiap lokasi. Data yang perlu dikumpulkan meliputi jarak antara depot dan setiap titik pengiriman, kapasitas kendaraan, jumlah barang yang harus dikirim, serta batasan waktu jika ada (misalnya waktu pengiriman yang diinginkan oleh pelanggan).

b. Menentukan *matrix jarak*

Pada tahap awal, dilakukan pendataan jarak antara gudang dan lokasi pelanggan, serta jarak antar lokasi tujuan lainnya. Dengan mengetahui posisi masing-masing lokasi, jarak dapat ditentukan menggunakan koordinat titik, yaitu (x_1, y_1) untuk lokasi pertama dan (x_2, y_2) untuk lokasi kedua. Perhitungan jarak antara kedua lokasi tersebut dilakukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$J(1,2) = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}$$

Rumus ini digunakan untuk menghitung jarak antar lokasi jika koordinat masing-masing lokasi sudah diketahui. Namun, jika jarak antar lokasi sudah diketahui secara nyata, jarak tersebut dapat diperoleh dengan menggunakan aplikasi seperti *Google Maps*.

c. Mengidentifikasi *matrix penghematan* dengan *Milk Run System*

Langkah ini mengasumsikan bahwa setiap truk hanya mengunjungi satu toko. Efisiensi dapat tercapai dengan menggabungkan dua atau lebih rute menjadi satu. Sebagai ilustrasi, jika Toko 1 dan Toko 2 dikunjungi secara terpisah, pola perjalanan melibatkan perjalanan dari gudang ke Toko 1, kembali ke gudang, lalu melanjutkan ke Toko 2 dengan pola serupa.



Gambar 2. Perbandingan Sistem Konvensional dengan Milk Run System

d. Mengalokasikan kendaraan dan rute berdasarkan Lokasi

Berdasarkan matrix penghematan, alokasi toko, kendaraan, dan rute pengiriman dapat diatur secara optimal. Beberapa toko akan digabungkan dalam satu rute hingga kapasitas maksimum volume truk tercapai. Proses ini dimulai dengan mengutamakan nilai penghematan tertinggi untuk meningkatkan efisiensi, kemudian diikuti dengan penentuan urutan pengiriman toko-toko dalam rute tersebut.

e. Penentuan urutan rute pengiriman menggunakan metode *Nearest Neighbor*

Metode *Nearest Neighbor* berfokus pada pemilihan tujuan yang terdekat dengan lokasi terakhir yang dikunjungi (Prasetyo & Tamyiz, 2017). Langkah pertama adalah menentukan dua lokasi yang paling dekat, kemudian keduanya membentuk sebuah rute. Selanjutnya, pangkalan berikutnya dapat dimasukkan dalam rute yang sudah terbentuk atau membentuk rute baru.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Konsumen

Data konsumen yang akan dianalisis meliputi informasi terkait pengiriman sayuran jenis kol dari *Supplier X* ke berbagai pasar lokal di wilayah Lembang dan Bandung. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi efisiensi rute distribusi yang digunakan oleh *Supplier X* dan mengidentifikasi potensi perbaikan dalam hal penghematan biaya serta waktu tempuh melalui penerapan metode optimasi rute.

Tabel 2. Data Pengiriman Sayur Kol *Supplier X*

Pasar	Kode	Alamat	Permintaan (Kg)	Jarak (Km)
Ps. Lembang	P1	Jl. Pasar Panorama Lembang.	200	3,3
Ps. Ciroyom	P2	Jl. Ciroyom Bar., Ciroyom, Kec. Andir, Kota Bandung.	400	15
Ps. Sederhana	P3	Jl. Jurang, Pasteur, Kec. Sukajadi, Kota Bandung.	150	11,3
Ps. Simpang Dago	P4	Lebakgede, Kec. Coblong, Kota Bandung.	100	8,4
Ps. Geger Kalong	P5	Jl. Geger Kalong Tengah, Kec. Sukasari, Kota Bandung.	100	12,9
Jumlah			1000	50,9

3.2 Data Kendaraan

Distribusi merupakan aktivitas dalam pemasaran yang bertujuan untuk memperlancar pengiriman produk kepada konsumen dengan cepat dan tepat. Data mengenai kendaraan yang digunakan oleh *Supplier X* dapat dilihat pada Tabel 3. 2.

Tabel 2. Data Kendaraan

Kendaraan	Kapasitas	Bahan Bakar	Jumlah
Pick-up	1000 Kg	Pertalite	1

3.3 Data Biaya Pengiriman

Pengiriman produk merupakan aktivitas yang memerlukan pengeluaran biaya operasional. *Supplier X* mencatat rincian biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan pengiriman barang, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 3. 3.

Tabel 3. Rincian Biaya Pengiriman

Komponen	Biaya
BBM/Liter	Rp. 10.000
Upah Sopir	Rp. 125.000
Upah Kondektur	Rp. 50.000
Restribusi	Rp. 25.000
Makan	Rp. 25.000

3.4 Data Jarak dan Biaya

Berikut ini merupakan data total biaya yang dikeluarkan *Supplier X* dalam satu hari ketika masih menggunakan metode pengiriman konvensional:

Tabel 4. Rincian Jarak dan Biaya

Rute	Jarak Tempuh (Km)	1L/10Km (Rp)	Biaya Tetap/Hari (Rp)	Total Biaya Transportasi/Hari (Rp)
Gudang – P1 – Gudang	6,6	1000	225.000	231.600
Gudang – P2 – Gudang	30	1000	-	30.000

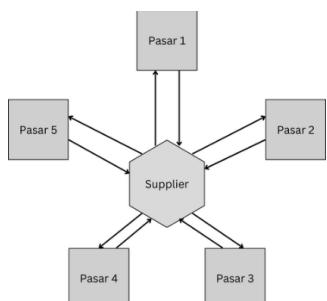
Rute	Jarak Tempuh (Km)	1L/10Km (Rp)	Biaya Tetap/Hari (Rp)	Total Biaya Transportasi/Hari (Rp)
Gudang – P3 – Gudang	22,6	1000	-	22.600
Gudang – P4 – Gudang	16,8	1000	-	16.800
Gudang – P5 – Gudang	25,8	1000	-	25.800
Jumlah	101,8			326.800

Berdasarkan data pada tabel, total biaya transportasi yang dikeluarkan oleh *Supplier X* dalam satu hari menggunakan metode pengiriman konvensional mencapai Rp 326.800. Biaya tersebut terdiri dari biaya tetap sebesar Rp 225.000 dan biaya variabel yang dihitung berdasarkan konsumsi bahan bakar untuk setiap rute pengiriman. Total jarak tempuh keseluruhan mencapai 101,8 km, dengan masing-masing rute dilakukan secara bolak-balik dari gudang ke titik tujuan. Pola pengiriman ini menunjukkan adanya potensi inefisiensi yang dapat diperbaiki melalui optimasi rute pengiriman.

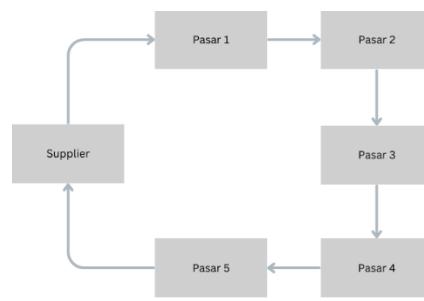
3.5 Penerapan Milk Run System

Pada Langkah sebelumnya, *Supplier X* menggunakan sistem konvensional dengan rute Gudang – Pasar – Gudang, di mana setiap pengiriman dilakukan secara terpisah, sehingga jarak tempuh, biaya, dan waktu menjadi tidak efisien.

Pada penerapan *Milk Run System*, pengiriman dilakukan dalam satu perjalanan terintegrasi, yaitu Gudang – Pasar 1 – Pasar 2 – ... – Gudang. Sistem ini mengurangi jarak tempuh, menghemat biaya bahan bakar, dan mempercepat waktu distribusi. Selain itu, penerapan ini mendukung prinsip *Lean Logistics* dengan menghilangkan pemborosan, sehingga proses distribusi menjadi lebih efisien dan produktif.



Gambar 3. Sistem Pengiriman Konvensional



Gambar 4. Pengiriman dengan Milk Run System

3.6 Menentukan Matrix Jarak

Perhitungan matriks penghematan dilakukan dengan menggabungkan dua atau lebih rute menjadi satu rute yang lebih efisien. Proses ini bertujuan meminimalkan jarak tempuh, biaya operasional, dan waktu pengiriman, sehingga mendukung penerapan *Milk Run System* dan prinsip *Lean Logistics*.

Tabel 5. Matrix Jarak

	G	P1	P2	P3	P4	P5
G	0	3,3	15	11,3	8,4	12,9
P1	3,3	0	16,1	12	9,2	10
P2	15	16,1	0	3,9	7,2	6,6
P3	11,3	12	3,9	0	4,3	2,9
P4	8,4	9,2	7,2	4,3	0	5,5
P5	12,9	10	6,6	2,9	5,5	0

3.7 Menentukan Rute Distribusi dengan Metode *Nearest Neighbor*

Berdasarkan Tabel 6 tentukan rute pertama dengan jarak paling dekat dari gudang.

Tabel 6. Rute Pertama dengan Metode *Nearest Neighbor*

	G	P1	P2	P3	P4	P5
G	0	3,3	15	11,3	8,4	12,9
P1	3,3	0	16,1	12	9,2	10
P2	15	16,1	0	3,9	7,2	6,6
P3	11,3	12	3,9	0	4,3	2,9
P4	8,4	9,2	7,2	4,3	0	5,5
P5	12,9	10	6,6	2,9	5,5	0

Berikutnya menentukan rute terdekat dari P1.

Tabel 7. Rute Kedua dengan Metode *Nearest Neighbor*

	G	P1	P2	P3	P4	P5
G	0	3,3	15	11,3	8,4	12,9
P1	3,3	0	16,1	12	9,2	10
P2	15	16,1	0	3,9	7,2	6,6
P3	11,3	12	3,9	0	4,3	2,9
P4	8,4	9,2	7,2	4,3	0	5,5
P5	12,9	10	6,6	2,9	5,5	0

Setelah dari P1 tentukan destinasi yang paling dekat dari P1.

Tabel 8. Rute Ketiga dengan Metode *Nearest Neighbor*

	G	P1	P2	P3	P4	P5
G	0	3,3	15	11,3	8,4	12,9
P1	3,3	0	16,1	12	9,2	10
P2	15	16,1	0	3,9	7,2	6,6
P3	11,3	12	3,9	0	4,3	2,9
P4	8,4	9,2	7,2	4,3	0	5,5
P5	12,9	10	6,6	2,9	5,5	0

Berikutnya tentukan destinasi terdekat dari P4.

Tabel 9. Rute Keempat dengan Metode *Nearest Neighbor*

	G	P1	P2	P3	P4	P5
G	0	3,3	15	11,3	8,4	12,9
P1	3,3	0	16,1	12	9,2	10
P2	15	16,1	0	3,9	7,2	6,6
P3	11,3	12	3,9	0	4,3	2,9
P4	8,4	9,2	7,2	4,3	0	5,5

P5	12,9	10	6,6	2,9	5,5	0
----	------	----	-----	-----	-----	---

Lalu tentukan destinasi berikutnya dari P3.

Tabel 10. Rute Kelima dengan Metode *Nearest Neighbor*

	G	P1	P2	P3	P4	P5
G	0	3,3	15	11,3	8,4	12,9
P1	3,3	0	16,1	12	9,2	10
P2	15	16,1	0	3,9	7,2	6,6
P3	11,3	12	3,9	0	4,3	2,9
P4	8,4	9,2	7,2	4,3	0	5,5
P5	12,9	10	6,6	2,9	5,5	0

Berikutnya tentukan destinasi dari P5.

Tabel 11. Rute Terakhir dengan Metode *Nearest Neighbor*

	G	P1	P2	P3	P4	P5
G	0	3,3	15	11,3	8,4	12,9
P1	3,3	0	16,1	12	9,2	10
P2	15	16,1	0	3,9	7,2	6,6
P3	11,3	12	3,9	0	4,3	2,9
P4	8,4	9,2	7,2	4,3	0	5,5
P5	12,9	10	6,6	2,9	5,5	0

Hasil dari penentuan rute diatas, perjalanan dengan rute terdekat adalah G – P1 – P4 – P3 – P5 – P2 – G. Dari hasil perhitungan diatas, diperoleh jalur distribusi hasil pengalokasian Pasar pada Tabel 3. 12. Dibawah ini:

Tabel 12. Alur Distribusi

Iterasi	Rute	Kapasitas
1	G	1000
2	G – P1	750
3	G – P1 – P4	650
4	G – P1 – P4 – P3	500
5	G – P1 – P4 – P3 – P5	400
6	G – P1 – P4 – P3 – P5 – P2 – G	0

Berdasarkan hasil iterasi rute pengiriman, dapat disimpulkan bahwa penerapan *Milk Run System* berhasil mengoptimalkan rute distribusi dengan menggabungkan beberapa titik tujuan dalam satu perjalanan. Proses dimulai dengan rute Gudang – P1 dengan kapasitas 1000, lalu bertahap menambah titik tujuan, yaitu P4, P3, P5, hingga P2, sampai kapasitas muatan mencapai nol. Rute final yang terbentuk adalah Gudang – P1 – P4 – P3 – P5 – P2 – Gudang, yang mencakup semua tujuan dengan efisiensi maksimal.

3.8 Total Biaya

Tabel dibawah ini memberikan rincian komponen biaya yang dikeluarkan dalam proses distribusi sayuran pada rute **Gudang - P1 - P4 - P3 - P5 - P2 - Gudang**.

Tabel 13. Rincian Biaya Pengiriman

Komponen	Biaya
BBM/Liter	Rp.10.000

Komponen	Biaya
Upah Sopir	Rp. 125.000
Upah Kondektur	Rp. 50.000
Retribusi	Rp. 25.000
Makan	Rp. 25.000
Konsumsi BBM	1:10

Biaya transportasi dibagi menjadi dua kategori, yaitu fixed cost (biaya tetap) dan variable cost (biaya variabel), dengan rincian sebagai berikut.

a. Komponen Biaya Tetap (Fixed Cost)

- Upah Sopir sebesar Rp. 125.000
- Upah Kondektur sebesar Rp. 50.000
- Retribusi sebesar Rp. 25.000
- Biaya Makan sebesar Rp. 25.000
- **Total biaya tetap: Rp. 175.000**

b. Komponen Biaya Variabel (Variable Cost)

- Konsumsi BBM diperhitungkan dengan rasio 1 liter per 10 km. Dengan jarak 41,3 km, konsumsi BBM adalah:

$$BBM = \frac{Jarak}{Rasio BBM} = \frac{41,3}{10} = 4,13 \text{ liter}$$

Biaya BBM per liter adalah Rp. 10.000, sehingga total biaya BBM:

$$Biaya BBM = 4,13 \times 10.000 = Rp. 41.300$$

- Biaya transportasi variabel ditetapkan sebesar **Rp. 92.700**

c. Total Biaya Transportasi

Hasil penjumlahan antara biaya tetap dan biaya variabel menghasilkan total biaya transportasi untuk rute tersebut:

Tabel 14. Total Biaya Pengiriman

Rute	Jarak Tempuh	Waktu Tempuh (Menit)	Biaya Transportasi	
			Fixed Cost	Variable Cost
G - P1 - P4 - P3 - P5 - P2 - G	41,3	99,12	Rp175.000	Rp92.700
Jumlah				Rp. 267.700

Dengan jarak tempuh **41,3 km** dan waktu tempuh **99,12 menit**, biaya transportasi yang dikeluarkan pada rute distribusi ini adalah **Rp. 267.700**. Biaya ini mencakup komponen biaya tetap seperti upah tenaga kerja dan retribusi, serta komponen biaya variabel yang meliputi konsumsi BBM.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *Milk Run System* berbasis *Lean Logistics* secara nyata mampu mengatasi permasalahan distribusi pada Supplier X, terutama dalam hal efisiensi rute, waktu, dan biaya operasional. Pemanfaatan metode *Vehicle Routing Problem (VRP)* dengan algoritma *Nearest Neighbor* terbukti efektif dalam menyusun rute optimal yang mengurangi jarak tempuh dari 101,8 km menjadi 41,3 km. Efisiensi ini berdampak langsung pada penghematan bahan bakar dan waktu tempuh, di mana waktu pengiriman berkurang menjadi 99,12 menit, memberikan peluang peningkatan frekuensi pengiriman dan kepuasan pelanggan.

Penerapan prinsip *Lean Logistics* juga mampu mengidentifikasi dan menghilangkan aktivitas non-value-added dalam proses distribusi, seperti perjalanan bolak-balik yang tidak perlu. Perbandingan biaya pengiriman sebelum dan sesudah implementasi menunjukkan penghematan dari Rp 326.800 menjadi Rp 267.700 per hari, yang mencerminkan efisiensi anggaran operasional hampir 18%. Temuan ini sejalan dengan penelitian terdahulu

yang menegaskan bahwa integrasi strategi Lean dan optimasi rute mampu memberikan hasil signifikan terhadap kinerja logistik.

Secara teknis, pendekatan *saving matrix* dan algoritma *Nearest Neighbor* memberikan solusi yang sederhana namun praktis dalam perencanaan distribusi, cocok diterapkan pada usaha kecil dan menengah dengan keterbatasan sumber daya. Penyesuaian rute berdasarkan permintaan pasar dan kapasitas kendaraan juga mendukung fleksibilitas operasional dan pengurangan pemborosan. Hal ini menunjukkan bahwa metode yang digunakan dalam penelitian ini tidak hanya memberikan efisiensi jangka pendek, tetapi juga mendukung praktik distribusi yang lebih berkelanjutan di masa mendatang.

4. KESIMPULAN

Penerapan *Milk Run System* berbasis *Lean Logistics* terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi distribusi dan mengurangi pemborosan dalam proses logistik. Dengan menggunakan metode *Vehicle Routing Problem* (VRP), rute distribusi dapat dioptimalkan sehingga mengurangi jarak tempuh, waktu pengiriman, dan biaya operasional. Implementasi ini menunjukkan potensi besar dalam membantu perusahaan mencapai efisiensi operasional dan daya saing yang lebih baik di pasar.

5. REFERENCES

- Amri, M., Rahman, A., & Yuniarti, R. (2014). *PENYELESAIAN VEHICLE ROUTING PROBLEM DENGAN MENGGUNAKAN METODE NEAREST NEIGHBOR* (Studi Kasus: MTP Nganjuk Distributor PT. Coca Cola) *NEAREST NEIGHBOR METHOD TO SOLVE VEHICLE ROUTING PROBLEM* (Case Study: MTP Nganjuk Distributor of PT. Coca Cola).
- Gaspersz, V. (2008). The Executive Guide to Implementing Lean Six Sigma. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Kumar, P., Singh, R. K., & Kumar, V. (2021). Managing supply chains for sustainable operations in the era of industry 4.0 and circular economy: Analysis of barriers. *Resources, Conservation and Recycling*, 164. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105215>
- Mancini, S. (2016). A real-life multi depot multi period vehicle routing problem with a heterogeneous fleet: Formulation and adaptive large neighborhood search based matheuristic. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 70, 100–112.
- Prasetyo, W., & Tamyiz, M. (2017). Vehicle routing problem dengan aplikasi metode nearest neighbor. *Journal of Research and Technology*, 3(2).
- Sayfulloh, T. (2014). *PENERAPAN SISTEM MILK-RUN TERHADAP PENGIRIMAN PART DARI SUPPLIER PADA KEGIATAN EKSTERNAL LOGISTIK PT. ASTRA DAIHATSU MOTOR PLANT SUNTER*.
- Sidik, H. N. (2023). Rancangan Rute Sistem Milkrun dalam Pengiriman Komponen Pada PT. XYZ untuk Meningkatkan Ketepatan Pengiriman dan Penghematan Biaya Transportasi dengan Metode Saving Matrix. *Doctoral dissertation, Universitas Pasundan*.
- Toth, P., & Vigo, D. (2002). The vehicle routing problem (siam, philadelphia). *Monographs on Discrete Mathematics and Applications, Philadelphia*.