

## OPTIMASI PENGIRIMAN PRODUK DENGAN MENGGUNAKAN MODEL MILK-RUN DI PT. MOJOTRAS

Miftachul Rozzi<sup>1)</sup>, Erly Ekayanti Rosyidah<sup>2)</sup>, Pipit Sari Puspitorini<sup>3)</sup>  
Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Majapahit  
E-mail: [m.rozzi@unim.ac.id](mailto:m.rozzi@unim.ac.id)

### Abstrak

PT. MOJOTRAS di wilayah Surabaya, Sidoarjo, dan Gresik menggunakan metode Milk-run. Metode ini memanfaatkan data permintaan pelanggan, jarak antar lokasi, dan kapasitas kendaraan sebagai acuan untuk mengoptimalkan supply chain perusahaan. Dalam penelitian ini, metode Milk-run ditambahkan sebagai solusi optimal dalam mengatasi kurangnya optimalisasi biaya pengiriman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Milk-run memungkinkan pembagian kompartemen pada kapasitas truk untuk 4 tujuan setiap destinasi. Setiap pembagian kompartemen disesuaikan menurut data permintaan, dengan batasan kompartemennya berisi 105 pcs untuk kardus kemasan air mineral gelas, 105 pcs untuk produk air mineral kemasan 330 ml, 105 pcs untuk botol 600 ml, dan 105 pcs untuk botol 1500 ml. Jadi sebagai batas kapasitas rata-rata truk CDD wingbox adalah 420 pcs.

**Kata kunci:** Milk-run, Vehicle Routing Problem, Saving Matrix, Distribusi, Rute.

### Pendahuluan

Distribusi adalah proses pembagian barang, jasa, atau informasi ke berbagai titik tujuan secara efisien dan efektif. [1] Dalam bidang logistik, distribusi berkaitan dengan perencanaan dan pengiriman barang dari gudang atau titik produksi ke berbagai titik tujuan, seperti toko, gudang, atau konsumen [2]. *Vehicle Routing Problem* (VRP) mengoptimalkan rute distribusi, meminimalkan jarak tempuh, memenuhi kebutuhan konsumen, dan memastikan distribusi yang efisien [3]. *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) adalah masalah rute kendaraan, yang memungkinkan pengangkutan produk secara bersamaan tanpa pencampuran [4]. Dalam kapasitas truk, "kompartemen" mengacu pada bagian terpisah yang digunakan untuk mengatur muatan [5]. Penggunaan kompartemen dalam kapasitas truk juga dapat merujuk pada pemisahan ruang dalam truk untuk memaksimalkan kapasitas angkut dan memastikan muatan tetap terorganisir dan aman selama perjalanan [6].

Dalam hal menghitung kapasitas setiap produk, dimana setiap jenis memiliki kapasitas yang berbeda berdasarkan dimensinya. Setiap kompartemen diisi sesuai dengan data, dengan 105 pcs untuk kardus kemasan air mineral gelas, 105 pcs untuk produk air mineral kemasan 330 ml, 105 pcs untuk botol 600 ml, dan 105 pcs untuk botol 1500 ml. Jadi sebagai batas kapasitas rata-rata truk CDD wingbox adalah 420 pcs. Penambahan batas kapasitas pada kompartemen pada penelitian ini sebagai apabila terjadi distrupsi kelebihan kapasitas permintaan dalam suatu pengiriman. Untuk mendukung dalam penyelesaian penelitian kali ini, terdapat teknik atau metode heuristik dan optimasi sebagai alat bantu untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian ini yakni metode *Large Neighborhood Search* (LNS) dan *Vehicle Routing Problem* (VRP) [7].

**Studi Pustaka**

Permasalahan paling mendasar terkait pada metode *milk-run* adalah masalah yang dapat direpresentasikan dalam graf  $G = (V, E)$ , di mana  $V = \{0\} \cup V_c$  merupakan himpunan titik dan  $E = \{\{i, j\} | i, j \in V, i \neq j\}$  merupakan himpunan sisi yang menunjukkan jarak antara setiap pasangan titik geografis. Di sini,  $V_c$  menunjukkan himpunan pelanggan yang perlu dilayani, sedangkan 0 mewakili depo. Masalah ini bertujuan untuk menemukan himpunan rute optimal untuk sebuah armada kendaraan yang memulai dan mengakhiri perjalanannya di depo, sehingga setiap pelanggan dilayani oleh tepat satu kendaraan dan biaya total transportasi diminimalkan. Setiap truk  $k \in K$  dilengkapi dengan beberapa kompartemen untuk mengangkut berbagai jenis produk. Setiap truk  $k \in K$  dilengkapi dengan beberapa kompartemen yang berbeda-beda untuk mengangkut berbagai jenis produk yang memiliki kapasitas maksimum yang tetap, yaitu  $Q_p$  ( $p = 1, \dots, |P|$ ). Setiap pelanggan  $i \in V_c$  memiliki permintaan yang pasti, yaitu  $q_{ip} \leq Q_p$ , untuk setiap produk  $p$  yang harus dikirimkan. Untuk formulasi model matematika sebagai acuan adalah sebagai berikut :

**Set.**

- $K$  himpunan pada Truk, disebutkan  $k = \{1, \dots, |K|\}$
- $P$  Himpunan pada Produk, disebutkan  $p = \{1, \dots, |P|\}$
- $V$  Himpunan semua simpul graf, disebutkan  $i, j$
- $V_c$  Himpunan untuk konsumen atau agen

Tabel 1 Parameter

Paramater.	
$d_{ij}$	Disebutkan, jarak antara $i$ dan $j$
$Q_{max}$	Disebutkan, kapasitas Truk
$q_{ip} (1)$	Disebutkan, permintaan agen untuk produk $p$ . (1)
$q_{ip} (2)$	Disebutkan, permintaan agen untuk produk $p$ . (2)
$Q_p$	Kapasitas truk kompartemen yang dikhususkan untuk produk $p$
$L$	Panjang rute maksimal

**Variabel**

- $x_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{jika kendaraan } k \text{ bergerak dari lokasi } i \\ 0, & \text{ke } j, \text{ sebaliknya,} \end{cases} \quad \begin{matrix} i, j \in V, k \\ \in K; \end{matrix}$
- $z_{jkp} = \begin{cases} 1 & \text{jika pelanggan } j \text{ menerima produk } p \\ 0 & \text{dari truk } k, \\ \end{cases}$   
 Sebaliknya,
- $y_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{jika Truk } k \text{ mengantarkan pelanggan } i, \\ 0, & \text{sebaliknya,} \end{cases} \quad \begin{matrix} p \in P, k \\ \in K, m \in M. \end{matrix}$
- $u_{ikp} \in [0, 1]$  Variabel dilanjutkan jumlah sisa produk  $p$  dari truk  $k$  setelah daari pelanggan  $i$

**Minimum**

$$z(x) = \sum_{i \in V} \sum_{j \in V, j \neq i} \sum_{k \in K} d_{ij} x_{ijk} \tag{1}$$

**Batasan**

$$\sum_{k \in K} y_{ik} = 1, \quad i \in V_c \quad (2)$$

$$\sum_{k \in K} y_{0k} \leq |k| \quad (3)$$

$$\sum_{i \in V, i \neq j} x_{ijk} = y_{jk}, \quad j \in V_c, k \in K \quad (4)$$

$$\sum_{j \in V, j \neq i} x_{ijk} = y_{jk}, \quad j \in V_c, k \in K \quad (5)$$

$$\sum_{i \in V, p \in P} q_{ip} y_{ik} \leq Q_{max}, \quad k \in K \quad (6)$$

$$u_{ikp} - u_{jkp} + Q_p x_{ijk} \leq Q_p - q_{ip}, \quad i, j \in V_c, i \neq j, k \in K, p \in P \quad (7)$$

$$q_{ip} \leq u_{ikp} \leq Q_p, \quad i \in V_c, k \in K, p \in P \quad (8)$$

$$z_{jkp} \leq \sum_{i \in V} x_{ijk} \quad j \in V_c, k \in K, p \in P \quad (9)$$

$$\sum_{k \in K} z_{jkp} = 1 \quad j \in V_c, p \in P \quad (10)$$

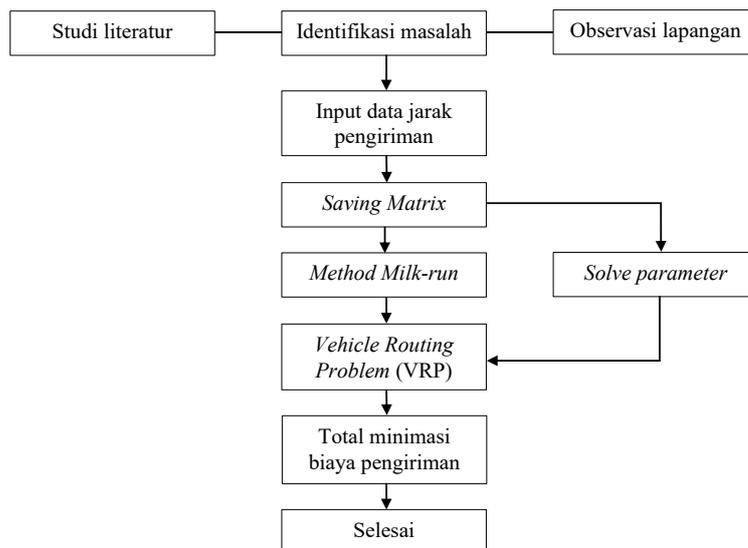
$$\sum_{j \in V_c} z_{jkp} q_{jp} \leq Q_p \quad k \in K, p \in P \quad (11)$$

$$\sum_{i \in V} \sum_{j \in V, j \neq i} d_{ij} x_{ijk} \leq L \quad k \in K \quad (12)$$

$$x_{ijk}, z_{jkp}, y_{ik} \in \{0, 1\} \quad i, j \in V, k \in K, j \in V_c, p \in P \quad (13)$$

Berikut adalah keterangan batasan-batasan model. (1) Fungsi tujuan → Meminimalisir total biaya pengiriman dari semua pengiriman. (2) Dan (3) Batasan → setiap kunjungan hanya diizinkan untuk kunjungan pengiriman barang paling banyak sekali dalam pengiriman barang. (4) Dan (5) Batasan → setiap kendaraan selama waktu pengiriman ke konsumen, dipastikan melayani konsumen atau agen yang tepat. (6) Batasan → produk yang dibawa oleh truk tersebut tidak boleh melebihi kapasitas maksimum. (7) Dan (8) Batasan → Kendala eliminasi dalam memastikan bahwa setiap rute yang dihasilkan harus memenuhi batasan kapasitas truk dan harus terhubung dengan rute lainnya yang membentuk solusi yang layak. (9) Batasan → produk dari setiap permintaan pelanggan harus diangkut dengan satu truk. (10) Batasan → pengiriman harus dengan satu truk saja. (11) Batasan → *check* ulang kapasitas setiap kompartemen dalam truk. (12) Batasan → panjang rute adalah batasan yang membatasi jarak tempuh yang diperbolehkan bagi setiap truk dalam menjalankan rute pengiriman. (13) Batasan → pembatasan variabel. memastikan kapasitas kompartemen pada transportasi tidak kelenihan muat. (2019)

## Metodologi Penelitian



Gambar 1 Flowchart Pengolahan Data

## Hasil dan Pembahasan

### Saving Matrix

Perlu diketahui terlebih dahulu sebelum masuk ke tahap saving matrix. Disini perlu adanya ditentukannya kapasitas untuk kompartemen pada kapasitas transportasi sesuai rumus *multi-kompartemen*. Untuk mengetahui hasil dari perjalanan dari titik D1 ke D2, dapat diketahui dengan menjumlahkan jarak dari titik awal  $d_{ij}$  ke titik D1 =  $d_{0i}$  kemudian dijumlahkan dengan titik D2 =  $d_{0j}$  kemudian mengurangi jarak langsung antara titik D1, D2 =  $d_{ij}$ .



Gambar 2. Rumus matrix

	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
D1	0.00						
D2	=E\$3+E4-F4						
D3	60.10		0.00				
D4	87.90			0.00			
D5	58.60				0.00		
D6	60.20					0.00	
D7	46.80						0.00

Gambar 3. Cara hitung matrix

Proses ini dilakukan dengan cara yang sama untuk semua cell yang masih kosong dalam tabel. Berikut ini adalah hasil saving matrix yang telah dihasilkan dari ketiga Kota/Kabupaten, yaitu Surabaya, Sidoarjo, dan Gresik.

### Metode Milk-run

Metode milk-run adalah pendekatan yang efektif untuk mengoptimalkan proses pengiriman dengan menggabungkan beberapa permintaan pelanggan ke dalam satu rute[9]. Untuk mengimplementasikan metode tersebut, perusahaan harus menentukan nilai tertinggi atau nilai maksimum dari *saving matrix*[10]. Setelah menentukan nilai maksimum, perusahaan dapat merancang dan mengimplementasikan rute pengiriman berdasarkan hasil analisis, mengoptimalkan biaya pengiriman barang[11].

Pada tahapan penyelesaian optimasi dengan metode *milk-run*. Telah disebutkan ada 17 (tujuh belas) hasil nilai tertinggi dari masing-masing matrix dari contoh data destinasi rute kota Surabaya. Telah disebutkan ada 19 (sembilan belas) hasil nilai tertinggi dari masing-masing matrix

dari contoh data destinasi rute kota Sidoarjo. Telah disebutkan ada 7 (tujuh) hasil nilai tertinggi dari masing-masing matrix dari contoh data destinasi rute kota Gresik.

truck (k)	asal (i)	tujuan (j)	distance (dij)	qi-qj	agen (p)
1	0	1	95.5	D1	13.5
	1	5		D5	12.5
	5	9	21.2	D9	10.2
	9	16		D16	14.6
	16	0			11
					61.8
2	0	4	32.7	D4	15.8
	4	8		D8	12.1
	8	6	20.6	D6	9.2
	6	7		D7	6.8
	7	0			11.81
					55.71
3	0	13	29.8	D13	9.4
	13	17		D17	20.1
	17	11	11	D11	25.7
	11	12	20.6	D12	10.8
	12	0			8.4
					74.4
4	0	2	26.6	D2	12.4
	2	15		D15	17
	15	10	9.2	D10	24.9
	10	3	20.7	D3	7.5
	3	0			10.3
					72.1
5	0	14	5.3	D14	17.8
	14	0			17.8
					35.6

Gambar 4. Hasil pembagian metode Milk-run

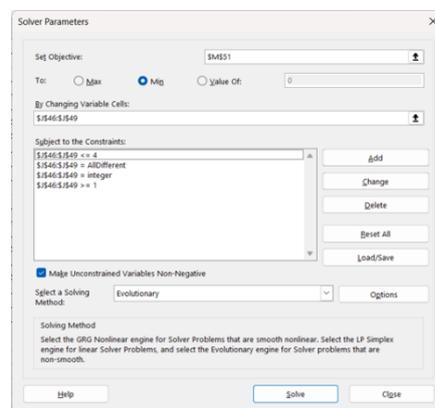
Pada tabel diatas juga telah diketahui  $i$  diawali dengan angka 0 karena hal tersebut awal pengiriman berasal dari gudang. Dilanjutkan ke  $j$  adalah tujuan dari destinasi pengiriman sesuai titik ( $d_{ij}$ ). Jika pengiriman dari angka 0 atau gudang ke titik ( $d_{ij}$ ) yang pertama terselesaikan maka dilanjutkan dari titik ( $d_{ij}$ ) yang pertama ke titik ( $d_{ij}$ ) yang kedua.

Tabel 2. Asal tujuan seluruh wilayah

	surabaya	sidoarjo	gresik
truk 1	$i0 \rightarrow j1, i1 \rightarrow j5, i5 \rightarrow j9, i9 \rightarrow j16, i16 \rightarrow j0$	$i0 \rightarrow j1, i1 \rightarrow j3, i3 \rightarrow j5, i5 \rightarrow j16, i16 \rightarrow j0$	$i0 \rightarrow j3, i3 \rightarrow j6, i6 \rightarrow j1, i1 \rightarrow j4, i4 \rightarrow j0$
truk 2	$i0 \rightarrow j4, i4 \rightarrow j8, i8 \rightarrow j6, i6 \rightarrow j7, i7 \rightarrow 0$	$i0 \rightarrow j17, i17 \rightarrow j18, i18 \rightarrow j15, i15 \rightarrow j19, i19 \rightarrow j0$	$i0 \rightarrow j2, i2 \rightarrow j5, i5 \rightarrow j7, i7 \rightarrow j0$
truk 3	$i0 \rightarrow j13, i13 \rightarrow j17, i17 \rightarrow j11, i11 \rightarrow j12, i12 \rightarrow j0$	$i0 \rightarrow j4, i4 \rightarrow j8, i8 \rightarrow j12, i12 \rightarrow j14, i14 \rightarrow j0$	
truk 4	$i0 \rightarrow j2, i2 \rightarrow j15, i15 \rightarrow j10, i10 \rightarrow j3, i3 \rightarrow j0$	$i0 \rightarrow j9, i9 \rightarrow j6, i6 \rightarrow j2, i2 \rightarrow j10, i10 \rightarrow j0$	
truk 5	$i0 \rightarrow j14, i14 \rightarrow j0$	$i0 \rightarrow j11, i11 \rightarrow j7, i7 \rightarrow j13, i13 \rightarrow j0$	

**Vehicle Routing Problem (VRP)**

Pembahasan membahas tentang penjadwalan pengiriman truk dengan menggunakan kapasitas kompartemen dan nilai indeks keberangkatan tujuan. Optimalisasi pengiriman menggunakan *Vehicle Routing Problem* dengan alat *Solver Parameter*.



Gambar 5. Solve parameter

Kolom *Set Objective* akan diisi kolom atau cell pada tabel yang berisikan total dari keseluruhan nilai index setiap masing-masing truck dari lokasi awal sampai akhir kembali ke depo. Sedangkan untuk kolom *By Changing Variable* akan diisi kolom tujuan. Untuk *Subject To Constraints* akan diisikan batasan-batasan untuk memenuhi tujuan.

Pada batasan pertama adalah  $\leq 4$  yang dimaksud sebagai jumlah agen dan jumlah kapasitas kompartemen yang terisi pada truck tidak lebih dari kapasitas. Sedangkan yang

disebutkan Alldifferent yang dimaksud adalah nilai yang dihasilkan tidak boleh sama. Sehingga rute destinasi pengiriman akan otomatis berurutan sesuai nilai indeks jarak. Untuk intregreer adalah hasil dari pengolahan data ditunjukkan sebagai bilangan bulat. Dan untuk batasan terakhir adalah  $\geq 1$  yang dimaksudkan sebagai jumlah kendaraan yang mengantarkan barang sesuai wilayah adalah tidak melebihi 1 truck.

Tabel 3. Kapasitas truk dan kompartemen

jenis	kap. Kompart	kap. Max	kompartemen	kode	1	2	3	4
gelas	420	490	105	1	26.25	26.25	26.25	26.25
330 ml	420	490	105	2	26.25	26.25	26.25	26.25
600 ml	420	490	105	3	26.25	26.25	26.25	26.25
1500 ml	420	420	105	4	26.25	26.25	26.25	26.25
total	1680	1890	420					
rata-rata	420	472.5			105	105	105	105
	total kapasitas							420

kapasitas kompartemen untuk setiap produk, ada pembatasan kapasitas untuk mencegah terjadinya distrupsi kelebihan muatan. Setiap kompartemen diisi sesuai dengan data, dengan 105 pcs untuk kardus kemasan air mineral gelas, 105 pcs untuk produk air mineral kemasan 330 ml, 105 pcs untuk botol 600 ml, dan 105 pcs untuk botol 1500 ml. Jadi sebagai batas kapasitas rata-rata truk CDD wingbox adalah 420 pcs.

### Total biaya pengiriman

Setiap daerah memiliki tujuan masing-masing, dengan tiga kota/daerah: Surabaya, Sidoarjo, dan Gresik. Setiap kota memiliki titik agen untuk pengiriman produk, dengan empat truk yang mampu mengantarkan produk ke berbagai tujuan. Setiap jarak tempuh tujuan memiliki biaya bahan bakar solar.

Tabel 4. Total biaya pengiriman

destinasi	destinasi 1	destinasi 2	destinasi 3	destinasi 4	destinasi 5	kapasitas biaya
	Truck 1	Truck 2	Truck 3	Truck 4	Truck 5	
surabaya	Rp 115,917	Rp 95,261	Rp 135,128	Rp 100,533	Rp 79,011	\$ 525,850
sidoarjo	Rp 96,272	Rp 85,800	Rp 80,600	Rp 92,372	Rp 61,894	\$ 416,939
gresik	Rp 159,611	Rp 143,578	Rp -	Rp -	Rp -	\$ 303,189
biaya gaji	\$ 400,000	\$ 400,000	\$ 350,000	\$ 350,000	\$ 350,000	
total biaya pengiriman	Rp 3,095,978					

Untuk wilayah Kota/kabupaten Surabaya pengiriman dari gudang ke seluruh destinasi dengan kapasitas biaya keseluruhan adalah Rp 525,850.00. Untuk wilayah Kota/kabupaten Sidoarjo pengiriman dari gudang ke seluruh destinasi dengan kapasitas biaya keseluruhan adalah Rp 416,938.89. Untuk wilayah Kota/kabupateng Gresik pengiriman dari gudang ke seluruh destinasi dengan kapasitas biaya keseluruhan adalah Rp 303,188.89. Sedangkan Pay budget atau biaya upah per kendaraan ini adalah biaya yang perlu dikeluarkan perusahaan untuk tenaga bongkar muat angkutan pada truck. Jadi, untuk total semua budget yang diperlukan untuk pengiriman ke seluruh wilayah kota/kabupaten Surabaya, Sidoarjo, dan Gresik adalah Rp3,095,978.

### Kesimpulan

Berdasarkan penjadwalan Routing ke setiap destinasi pada wilayah Kota/Kabupaten Surabaya dan Sidoarjo masing-masing terbagi menjadi 5 truck. Dan untuk urutan penjadwalan Routing ke setiap destinasi pada wilayah Kota/Kabupaten Gresik dibagi menjadi 2 truck. kapasitas kompartemen untuk setiap produk, ada pembatasan kapasitas untuk mencegah terjadinya distrupsi kelebihan muatan

### Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada bapak / ibu dosen yang telah membimbing saya, sehingga saya sanggup menyelesaikan berbagai tugas, terutama kepada ibu Dr. Erly Ekayanti Rosyida ST.,MT.,CRMP selaku dosen pembimbing I, serta ibu Pipit Sari Puspitorini,ST., MT.,

IPM selaku dosen pembimbing II. Dan kepada pihak perusahaan PT.MOJOTRAS yang telah memperbolehkan penulis melakukan penelitian di perusahaan tersebut.

#### **Daftar Pustaka**

- [1] G. G. Rachman and K. Yuningsih, "Pengaruh Biaya Distribusi Dan Saluran Distribusi Terhadap Volume Penjualan (Studi Pada Sari Intan Manunggal Knitting Bandung)," *J. Ris. Akunt. Dan Bisnis*, vol. 10, no. September 2010, pp. 151–175, 2016.
- [2] S. Padmantyo and A. Saputra, "Peranan manajemen rantai pasokan terhadap kualitas produk dan efisiensi distribusi," *Pros. dalam Semin. Peran Profesi Akunt. Dalam Penanggulangan Korupsi*, no. Seminar Nasional dan The 4th Call for Syariah Paper, pp. 191–197, 2017.
- [3] N. Dahlesti, M. N. Ardiansyah, P. Giri, and A. Kusuma, "PERANCANGAN PENDISTRIBUSIAN PRODUK PT XYZ DENGAN ARMADA SINGLE - KOMPARTEMEN UNTUK MENINGKATKAN UTILITAS PENGGUNAAN ARMADA MENGGUNAKAN METODE MIXED-INTEGER LINEAR PROGRAMMING ( STUDI KASUS : PT XYZ ) DESIGN OF PT XYZ ' S PRODUCT DISTRIBUTION WITH SINGLE- C," vol. 8, no. 5, pp. 7752–7766, 2021.
- [4] L. Muyltermans and G. Pang, "A guided local search procedure for the multi-compartment capacitated arc routing problem," *Comput. Oper. Res.*, vol. 37, no. 9, pp. 1662–1673, 2010, doi: 10.1016/j.cor.2009.12.014.
- [5] E. B. Nontawat Muanpaopong, Rajesh Davé, "Impact of ball size distribution, compartment configuration, and classifying liner on cement particle size in a continuous ball mill," *ISSN 0892-6875*, vol. 189, 2022.
- [6] M. Frank, M. Ostermeier, A. Holzapfel, A. Hübner, and H. Kuhn, "Optimizing routing and delivery patterns with multi-compartment vehicles," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 293, no. 2, pp. 495–510, 2021, doi: 10.1016/j.ejor.2020.12.033.
- [7] M. Ostermeier, T. Henke, A. Hübner, and G. Wäscher, "Multi-compartment vehicle routing problems: State-of-the-art, modeling framework and future directions," *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 292, no. 3, pp. 799–817, 2021, doi: 10.1016/j.ejor.2020.11.009.
- [8] I. Kaabachi, H. Yahyaoui, S. Krichen, and A. Dekdouk, "Measuring and evaluating hybrid metaheuristics for solving the multi-compartment vehicle routing problem," *Meas. J. Int. Meas. Confed.*, vol. 141, pp. 407–419, 2019, doi: 10.1016/j.measurement.2019.04.019.
- [9] D. P. M. B. Patel, "Optimization Approach of Vehicle Routing By a Milk-Run Material Supply System," vol. 1, no. 6, pp. 7–10, 2013.
- [10] H. Mei, Y. Jingshuai, M. Teng, L. Xiuli, and W. Ting, "The Modeling of Milk-run Vehicle Routing Problem Based on Improved C-W Algorithm that Joined Time Window," *Transp. Res. Procedia*, vol. 25, pp. 716–728, 2017, doi: 10.1016/j.trpro.2017.05.453.
- [11] G. S. Brar and G. Saini, "Milk run logistics: Literature review and directions," *Proc. World Congr. Eng. 2011, WCE 2011*, vol. 1, pp. 797–801, 2011.