Journal of Systems Engineering and Management

journal homepage: https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/JOSEAM

e ISSN 2964-0040

Penyelesaian *Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Windows* dengan *Metode Mixed Integer Linear Programming* pada Distribusi Obat di UPKF Banyumas

Dian Nur Azizah*, Amanda Sofiana, Murti Wisnu Ragil Sastyawan

Program Studi Teknik Industri, Universitas Jenderal Soedirman, Jl. Raya Mayjen Sungkono No.KM 5, Purbalingga

INFORMASI

Informasi artikel:
Disubmit 21 April 2025
Direvisi 21 Mei 2025
Diterima 31Mei 2025
Tersedia Online 02 Juli 2025

Kata Kunci:
CVRPTW
MILP
Distribusi Farmasi

ABSTRAK

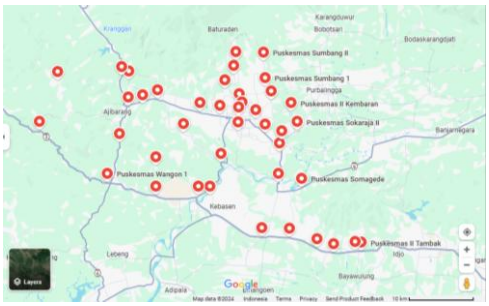
Distribusi memiliki peran yang krusial termasuk pada industri farmasi. Industri farmasi merupakan industri yang sangat vital bagi suatu negara karena berperan dalam kelangsungan hidup masyarakat di suatu negara. UPKF Banyumas menghadapi permasalahan dalam penentuan rute distribusi yang belum efektif dan efisien yang seharusnya dapat memaksimalkan kapasitas kendaraan dengan durasi distribusi yang memiliki jendela waktu. Permasalahan yang dihadapi UPKF Banyumas termasuk dalam *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows* (CVRPTW). Metode penelitian yang digunakan yaitu formulasi penentuan rute menggunakan model *Mixed Integer Linear Programming* yang dimodelkan pada matlab menggunakan Algoritma *Nearest Neighbor*. Berdasarkan perancangan rute distribusi dengan metode MILP, didapatkan total biaya distribusi dengan rute usulan yang dihasilkan. Dengan metode usulan, didapatkan total jarak tempuh sebesar 559 km dari yang semula sebesar 1439,4 km dan total biaya distribusi sebesar Rp23.243.000,00 dari yang semula sebesar Rp59.735.400,00. Sehingga UPKF Banyumas dapat menghemat jarak tempuh distribusi sebesar 880,4 km atau 61,16% lebih kecil dibandingkan dengan metode existing serta dapat menghemat total biaya distribusi sebesar Rp36.492.400,00 atau 61,09% lebih kecil dibandingkan dengan metode *existing*.

Journal of Systems Engineering and Management is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA).

1. Pendahuluan

Sistem pendistribusian menjadi bagian penting pada perusahaan karena dapat mempengaruhi profit dan apabila dilakukan secara efektif dan efisien akan memberikan pelayanan yang baik kepada customer [1]. Sama halnya dengan industri farmasi, distribusi memiliki peran krusial bagi suatu negara karena berperan dalam kelangsungan hidup masyarakat [2]. Distribusi dalam farmasi merupakan proses penyampaian dari gudang sediaan farmasi, alat kesehatan, dan bahan medis habis pakai kepada pasien atau unit dengan memastikan pelayanan kualitas, stabilitas, jenis, jumlah, dan ketepatan waktu [3]. Untuk mendistribusikan obat yang efektif, diperlukan desain sistem dan manajemen yang baik. Hal ini akan memastikan pasokan obat yang konsisten, menjaga kualitas obat yang baik selama distribusi dan mengurangi jumlah obat yang tidak terpakai karena tidak direncanakan atau rusak [4].

Unit Perbekalan Alat Kesehatan Farmasi (UPKF) Kabupaten Banyumas yang berada di Jalan Letjend Supardjo Rustam Sokaraja Kulon, Kecamatan Sokaraja Kabupaten Banyumas, adalah sebuah instansi pemerintah yang bergerak di bidang perbekalan alat kesehatan dan farmasi yang berada di Kabupaten Banyumas. Sistem yang dilakukan di UPKF diantaranya yaitu penerimaan, penyimpanan dan pendistribusian obat-obatan. Obat-obatan yang diterima merupakan obat-obatan yang dikirimkan dari Dinas Provinsi yang kemudian di distribusikan ke 40 Puskesmas yang ada di seluruh Banyumas.



Gambar 1. Lokasi Puskesmas di Kabupaten Banyumas *(sumber : Google Maps)*

Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala UPKF, sistem pendistribusian obat pada UPKF hanya melayani 1 Puskesmas dalam 1 kali pengantaran perharinya tiap kendaraan kepada 40 Puskesmas di Kabupaten Banyumas. Dalam distribusinya, UPKF Banyumas menggunakan 2 kendaraan yang masing-masing armadanya berkapasitas 50 karton. Selain itu, pendistribusian obat-obatan yang dilakukan UPKF Banyumas tidak mempertimbangkan kebutuhan permintaan Puskesmas sehingga UPKF Banyumas harus mengirimkan kembali obat-obatan yang dibutuhkan jika terjadi kekurangan pada Puskesmas. Sistem seperti ini

*Penulis korepondensi
alamat e-mail: dian.azizah@mhs.unsoed.ac.id
http://dx.doi.org/10.6270/joseam.vxix.32073

dirasa kurang efisien karena tidak memperhatikan kapasitas armada serta permintaan obat dari Puskesmas.

UPKF Kabupaten Banyumas beroperasi mulai dari pukul 08.00 WIB hingga 15.00 WIB. Dengan jendela waktu yang ada, distribusi obat-obatan untuk Puskesmas dapat dioptimalkan dengan lebih baik. Strategi pendistribusian yang diterapkan oleh UPKF Banyumas menimbulkan biaya yang lebih tinggi yang seharusnya dapat dikurangi dengan perencanaan dan perhitungan yang tepat. Diharapkan dengan perencanaan dan perhitungan yang tepat, UPKF Banyumas dapat melakukan distribusi yang lebih efisien.

Permasalahan distribusi yang ada pada UPKF Kabupaten Banyumas termasuk ke dalam permasalahan *Vehicle Routing Problem*. Secara umum, *Vehicle Routing Problem* adalah suatu permasalahan rute yang melibatkan armada dalam proses distribusi barang menuju pelanggan yang memiliki tujuan untuk meminimasi total jarak, penggunaan armada maupun waktu pendistribusian secara menyeluruh. *Vehicle Routing Problem* terdiri dari G(N,A) yang merupakan graf berarah, dengan N = {v0, v1, ... , vn} adalah himpunan simpul yang menunjukkan n pelanggan, dan v0 menunjukkan depot, sedangkan A = {(vi,vj)|vi,vj ϵ V , i ≠ j} yang terbentuk dalam integer *linear programming* yang memiliki tujuan meminimumkan jarak tempuh atau biaya pendistribusian [5]. *Vehicle Routing Problem* dengan kendala waktu dan kapasitas dari suatu armada pada sebuah sistem distribusi barang disebut *Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows* (CVRPTW) [6].

Dalam perencanaan rute, penggunaan *model mixed integer linear programming* dapat mengurangi jarak tempuh serta menghemat biaya distribusi [7]. Model *mixed integer linear programming* (MILP) efektif serta berhasil mengoptimasi sistem distribusi suatu produk. Untuk mengalokasikan sumber daya yang terbatas seperti jam kerja, alat bantu, bahan baku, dan investasi semaksimal mungkin, MILP dapat diterapkan dalam masalah *linear programming* untuk mencapai tujuan optimal atau minimal, seperti mengoptimalkan keuntungan atau mengurangi biaya [8].

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan model *mixed integer linear programming* dengan fungsi tujuan untuk meminimalkan jarak dan biaya distribusi pada pendistribusian obat-obatan yang tersedia di UPKF Kabupaten Banyumas kepada 40 Puskesmas yang ada di Kabupaten Banyumas dan membuat perbandingan jarak dan biaya distribusi antara metode *existing* dan usulan.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan model *mixed integer linear programming* untuk menentukan fungsi tujuan dan batasannya. Secara umum *Mixed Integer Linear Programming* merupakan gabungan dari *Linear Programming* dan *Integer Linear Programming*, yaitu himpunan variabel dapat dibagi menjadi dua kelompok. Kelompok pertama memiliki variabel dengan domain bernilai integer, dan kelompok kedua memiliki domain bernilai riil [9]. Model *linear programming* terdiri dari variabel keputusan, fungsi linier dan fungsi kendala. *Integer programming* merupakan pemrograman linear yang variabelnya baik itu sebagian maupun semua variabel yang digunakan adalah integer tak negatif [10]. Selanjutnya pengolahan data dilakukan dengan merumuskan model pada *software matlab*. Dalam proses debugnya digunakan Algoritma *Nearest Neighbor* yaitu salah satu metode heuristik untuk menentukan rute dengan cara mencari titik terdekat dari titik awal, algoritma *Nearest Neighbor* membuat proses lebih efisien dengan menemukan pelanggan berdasarkan jarak dari lokasi kendaraan terakhir ke distribusi berikutnya [11]. Langkah yang dilakukan dalam pembentukan rute dengan Algoritma *Nearest Neighbor* adalah sebagai berikut [11]:

a. Menginisiasi titik awal perjalanan.
b. Menentukan titik dengan jarak terkecil dan melakukan penggabungan antara kedua titik tersebut.
c. Titik yang sedang dikunjungi menjadi titik awal selanjutnya untuk mencari titik terdekat dari titik awal tersebut dan dilakukan proses pengulangan hingga kapasitas kendaraan sudah tidak cukup.

Pengembangan model dilakukan dengan menentukan fungsi tujuan, menentukan variabel keputusan, dan menentukan fungsi pembatas. Notasi yang digunakan pada pengembangan model ini yaitu sebagai berikut [8].

Indeks Model

n : menyatakan Puskesmas yang dikunjungi, $n = 1,2, \dots, 40$
m : menyatakan kendaraan yang digunakan, $v = 1,2$

Parameter model

D_{ij} : Jarak dari node i ke j (km)
Cv_v : Biaya Variabel (Rp)
Cf_v : Biaya Tetap (Rp)
G : Jumlah permintaan masing-masing Puskesmas (unit)
Q_v : Kapasitas pada Kendaraan v (unit)
T_{ij} : Waktu perjalanan dari node i ke node j (unit)
S_t : Waktu *loading unloading* (jam)
T_{i0} : Waktu perjalanan dari node i ke UPKF (jam)
L : Waktu operasi UPKF Banyumas (jam)
Et_i : Waktu buka Puskesmas di node i (jam)
Lt_i : Waktu tutup Puskesmas di node i (jam)

Variabel Model

i : Node awal
j : Node tujuan
v : Kendaraan
0 : UPKF
k : Node

Variabel Keputusan

x_{ijv} : {0,1} menunjukkan bahwa kendaraan v melalui node {i, j} (1) atau tidak (0)
x_{0jv} : {0,1} menunjukkan bahwa kendaraan v melalui node {0, j} (1) atau tidak (0)
x_{ikv} : {0,1} menunjukkan bahwa kendaraan v melalui node {i, k} (1) atau tidak (0)
x_{kjv} : {0,1} menunjukkan bahwa kendaraan v melalui node {k, j} (1) atau tidak (0)
x_{0iv} : {0,1} menunjukkan bahwa kendaraan v melalui node {0, i} (1) atau tidak (0)

g_{jv} : Total permintaan Purkesmas pada node j di kendaraan v
g_{iv} : Total permintaan Puskesmas pada node i di kendaraan v
a_{jv} : Total waktu perjalanan pada node j di kendaraan v
a_{iv} : Total waktu perjalanan pada node i di kendaraan v
d_{jv} : Total jarak perjalanan pada node j di kendaraan v
d_{iv} : Total jarak perjalanan pada node j di kendaraan v

Fungsi Tujuan

$$minimize \sum_{i=40}^{n}\sum_{j=40}^{n}\sum_{v=2}^{m} x_{ijv}D_{ij}Cv_v + \sum_{j=40}^{n}\sum_{v=2}^{m} x_{0jv}Cf_v \quad (1)$$

Fungsi Pembatas

$$\sum_{j=40}^{n}\sum_{v=2}^{m} x_{ijv} = 1, \qquad \forall\, i\{0,\dots,n\}, v\{0,\dots,m\} \quad (2)$$

$$\sum_{i=40}^{n}\sum_{v=2}^{m} x_{ijv} = 1, \qquad \forall\, j\{0,\dots,n\}, v\{0,\dots,m\} \quad (3)$$

$$\sum_{i=40}^{n} x_{ikv} - \sum_{j=40}^{n} x_{kjv} = 0, \qquad \forall\, k\{0,\dots,n\} \quad (4)$$

$$\sum_{i=0}^{n} x_{0iv} \le 1 \qquad \forall\, k\{0,\dots,n\} \quad (5)$$

$$g_{jv} \ge g_{iv} + G_j + \left(\left(x_{ijv} - 1\right) \times Z\right) \qquad \forall\, i\{0,\dots,n\}, j\{0,\dots,n\}, v\{0,\dots,m\} \quad (6)$$

$$g_{iv} \le Q_{v'} \qquad \forall\, i\{0,\dots,n\}, v\{0,\dots,m\} \quad (7)$$

$$a_{jv} \ge a_{iv} + T_{ij} + S_t + \left(\left(x_{ijv} - 1\right) \times Z\right) \qquad \forall\, i\{0,\dots,n\}, j\{0,\dots,n\}, v\{0,\dots,m\} \quad (8)$$

$$a_{iv} + T_{i0} \le L \qquad \forall\, i\{0,\dots,n\}, v\{0,\dots,m\} \quad (9)$$

$$a_{iv} \ge Et_i, \qquad \forall\, i\{0,\dots,n\}, v\{0,\dots,m\} \quad (10)$$

$$a_{iv} \le Lt_i, \qquad \forall\, i\{0,\dots,n\}, v\{0,\dots,m\} \quad (11)$$

$$d_{jv} \ge d_{iv} + D_{ij} + \left(\left(x_{ijv} - 1\right) \times Z\right) \qquad \forall\, i\{0,\dots,n\}, j\{0,\dots,n\}, v\{0,\dots,m\} \quad (12)$$

$$L = 420$$

Fungsi tujuan (1) merupakan fungsi tujuan yaitu untuk meminimumkan biaya pengiriman dari kendaraan yang beroperasikan dari Puskesmas i ke Puskesmas j. Adapun pembatas (2) dan (3) menunjukkan fungsi batasan yang memastikan bahwa setiap Puskesmas dilayani hanya satu kali dengan satu kendaraan. Pembatas (4) merupakan fungsi batasan yang menunjukkan setiap kendaraan yang datang akan berjumlah sama dengan yang berangkat. Pembatas (5) menunjukkan fungsi batasan jumlah kendaraan yang digunakan untuk melayani pelanggan hanya melayani satu kali untuk semua Puskesmas tanpa adanya pengulangan. Pembatas (6) menunjukkan fungsi batasan memastikan total permintaan di node j dengan node i sama dengan permintaan setiap Puskesmas yang dilalui setelahnya. Pembatas (7) menunjukkan fungsi batasan yang memastikan bahwa total permintaan permintaan Puskesmas tidak lebih dari kapasitas armada. Pembatas (8) menunjukkan fungsi batasan yang memastikan bahwa waktu tempuh total di node j sama dengan waktu tiba total di node i, serta waktu tiba di masing-masing Puskesmas yang kemudian dikunjungi, ditambah waktu tempuh dan waktu *loading unloading*. Pembatas (9) menunjukkan fungsi batasan yang memastikan kendaraan kembali ke UPKF sebelum waktu tutup UPKF. Pembatas (10) menunjukkan fungsi batasan memastikan bahwa kendaraan datang setelah waktu buka Puskesmas. Pembatas (11) menunjukkan fungsi batasan memastikan bahwa kendaraan datang sebelum waktu tutup Puskesmas pada node i. Pembatas (12) menunjukkan fungsi batasan yang memastikan bahwa jarak tempuh pada node j sama dengan jarak tempuh pada node i dan node-node Puskesmas yang akan dilayani selanjutnya.

3. Hasil dan Diskusi

Setelah dilakukan perumusan model pada *matlab* maka didapatkan hasil berupa rute usulan yang kemudian akan dibandingkan jarak dan total biayanya terhadap metode *existing*. Berikut merupakan rute usulan yang dihasilkan terdapat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1. dapat diketahui bahwa rute yang dihasilkan sebanyak 6 rute dengan total jarak sebesar 559 km dan total beban kendaraan sebesar 195 karton.

2.1. Analisis Jarak Tempuh

Jarak tempuh menunjukkan jarak yang didapatkan dari rute yang dilalui olah kendaraan saat melakukan distribusi obat-obatan kepada masing-masing Puskesmas. Berikut merupakan analisis perbandingan jarak tempuh dengan metode *existing* dan metode usulan. Perbandingan Jarak Tempuh disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1.
Rute dengan Metode Usulan

Rute ke-	Urutan rute yang dihasilkan	Jarak Tempuh (km)	Beban Kendaraan (karton)
1	UPKF - 3 - 2 - 1 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - UPKF	143,80	34
2	UPKF - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 - 17 - UPKF	131,9	19
3	UPKF - 18 - 19 - 20 - 21 - 22 - 23 - 24 - UPKF	102,9	50
4	UPKF - 25 - 26 - 27 - 28 - 29 - 31 - UPKF	67,1	50
5	UPKF - 30 - 32 - 33 - 34 - 35 - 36 - 37 - UPKF	50,9	33
6	UPKF - 38 - 39 - 40 - 4 - UPKF	62,4	9

Tabel 2.
Perbandingan Jarak Tempuh

Existing		Usulan		Penurunan Jarak Tempuh
Waktu Distribusi	Total Jarak (km)	Waktu Distribusi	Total Jarak (km)	
20 hari	1439,4	3 hari	559	61,16%

Pada Tabel 2. terlihat bahwa pada metode *existing* jarak distribusi yang ditempuh untuk memenuhi permintaan Puskesmas sebesar 1439,4 km dengan waktu distribusi selama 20 hari. Sedangkan pada metode usulan total jarak yang ditempuh untuk memenuhi permintaan Puskesmas sebesar 559 km dengan waktu distribusi selama 3 hari. Pada penurunan jarak tempuh menunjukkan bahwa terdapat penurunan jarak sebesar 880,4 km atau sebesar 61,16% pada metode usulan. Untuk waktu distribusi terjadi penurunan sebanyak 17 hari atau sebesar 85%.

2.2. Analisis Biaya Distribusi

Biaya distribusi menunjukkan biaya yang dihasilkan setelah melakukan kegiatan distribusi. Berikut merupakan analisis perbandingan jarak tempuh dengan metode *existing* dan metode usulan. Terdapat dua jenis biaya distribusi pada UPKF Banyumas antara lain biaya variabel dan biaya tetap. Biaya variabel merupakan biaya yang berubah-ubah sesuai dengan tingkat aktivitasnya. Pada UPKF Banyumas yang termasuk biaya variabel yaitu pada biaya bahan bakar sebesar Rp 41.000,00 untuk setiap kilometer yang ditempuh. Sedangkan biaya tetap pada distribusi obat-obatan UPKF Banyumas merupakan biaya ongkos harian perjalanan sebesar Rp 18.000,00. Sebagai contoh, dengan adanya 2 kendaraan pada UPKF Banyumas maka dibutuhkan waktu selama 20 hari untuk mendistribusikan obat-obatan kepada 40 Puskesmas. Berikut merupakan biaya tetap distribusi dengan metode *existing*.

Biaya tetap = Ongkos harian × jumlah hari × jumlah kendaraan
= Rp 18.000 × 20 × 2
= Rp 720.000,00

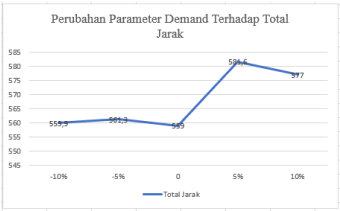
Tabel 3.
Perbandingan Biaya Distribusi

Biaya	*Existing*	Usulan	Penurunan Biaya
Biaya Variabel	Rp59.015.400,00	Rp22.919.000,00	61,16%
Biaya Tetap	Rp720.000,00	Rp324.000,00	55,00%
Total Biaya	Rp59.735.400,00	Rp23.243.000,00	61,09%

Pada Tabel 3. metode *existing* total biaya yang dihasilkan dari distribusi selama 20 hari kerja adalah sebesar Rp59.735.400,00, sedangkan pada metode usulan dihasilkan total biaya dari distribusi selama 3 hari sebesar Rp23.243.000,00. Pada perbandingan tersebut dapat terlihat adanya penurunan total biaya pada metode existing dengan metode usulan sebesar Rp36.492.400,00 atau sebesar 61,09%. Jumlah total biaya distribusi yang dipengaruhi oleh total jarak yang dilalui oleh kendaraan dan jumlah operasi kendaraan pada saat distribusi obat-obatan menyebabkan penurunan ini.

2.3. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh parameter yang digunakan terhadap hasil akhir pada penelitian. Berdasarkan pengolahan data, dilakukan percobaan dengan menaikkan dan menurunkan permintaan Puskesmas masing – masing sebanyak 5% dan 10% adalah sebagai berikut pada Gambar 1.



Gambar 2. Grafik Analisis Sensitivitas

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa perubahan permintaan tidak selalu berdampak secara linier terhadap total jarak distribusi. Perubahan permintaan juga berpengaruh pada rute yang dihasilkan. Saat permintaan menurun hingga -10%, total jarak distribusi cenderung tetap stabil menjadi 559,9, yang mengindikasikan bahwa kendaraan menempuh rute yang hampir sama meskipun beban muatannya berkurang. Ketika permintaan meningkat sedikit menjadi -5%, hanya terlihat kenaikan kecil pada total biaya dan jarak menjadi 561,3 km. Pada titik netral (demand 0%), semua parameter berada pada baseline yaitu dengan total jarak 559 km. Namun, saat permintaan meningkat hingga +5%, terjadi penambahan jarak distribusi menjadi 581,6 km, yang menunjukkan adanya penambahan rute dengan jarak yang lebih tinggi. Ketika permintaan naik lebih tinggi lagi menjadi +10%, total jarak sedikit menurun menjadi 577 km. Secara keseluruhan, grafik ini menunjukkan bahwa peningkatan atau penurunan permintaan tidak serta-merta menyebabkan perubahan jarak secara proporsional, karena masih

dipengaruhi oleh pembagian beban antar kendaraan, serta kemampuan algoritma nearest neighbor dalam mengadaptasi perubahan permintaan.

3. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil yang dapat disimpulkan yaitu, sebelumnya, perusahaan hanya melakukan pengantaran obat-obatan dengan hanya melayani 1 Puskesmas setiap kendaraannya sehingga membutuhkan waktu distribusi selama 20 hari. Setelah dilakukan penelitian dengan model MILP, didapatkan 6 rute pendistribusian yang dapat memaksimalkan kapasitas kendaraan sehingga dibutuhkan waktu distribusi selama 3 hari serta jarak tempuh dan biaya pendistribusian lebih minimum. Selain itu, hasil perancangan rute distribusi dengan metode MILP dan *Nearest Neighbor*, adalah total jarak tempuh sebesar 559 km dan total biaya distribusi sebesar Rp23.243.000,00. UPKF Banyumas dapat menghemat jarak tempuh distribusi sebesar 880,4 km atau 61,16% lebih kecil serta menghemat total biaya distribusi sebesar Rp36.492.400,00 atau 61,09% lebih kecil.

Adapun saran untuk perbaikan bagi penelitian selanjutnya yaitu, untuk penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan distribusi alat kesehatan yang ada pada UPKF Banyumas serta dapat menggunakan metode yang lain untuk menentukan rute distribusi obat-obatan di UPKF Banyumas agar dapat membandingkan hasil rute antara beberapa metode yang berbeda.

Referensi

[1] I. C. Widyasta, "Penerapan Metode Saving Matrix pada Vehicle Routing Problem Multiple Depots dalam Pendistribusian Sari Apel PT. MKP," Malang, Jul. 2018.

[2] Komisi Pengawas Persaingan Usaha, "Penelitian Industri Farmasi di Indonesia," kppu.go.id.

[3] Kemenkes, "Menjaga Mutu Obat Selama Distribusi."

[4] Departemen Kesehatan RI, "Pedoman Pengelolaan Perbekalan Farmasi di Rumah Sakit. Direktorat Jenderal Bina Kefarmasian dan Alat Kesehatan," Departemen Kesehatan RI :Jakarta.

[5] B. Golden, S. Raghavan, and E. Wasil, *Vehicle Routing Problem: Latest Advances and New Challenges*. Springer Science, 2008.

[6] P. Toth Daniele Vigo, "The Vehicle Routing Problem," Philadelphia, 2002.

[7] D. Azizah and Herlina, "Penentuan Rute Distribusi untuk Meminimalkan Biaya Pengiriman Tas Fashion di UD. Suwarlandono," *JISO: Journal Of Industrial And Systems Optimization*, vol. 5, no. 2, 2022.

[8] J. N. Natalin, M. N. Ardiansyah, P. Giri, and A. Kusuma, "Perancangan Rute Distribusi Pengiriman Barang Menggunakan Model Mixed Integer Linear Programming untuk Meminimasi Biaya Transportasi Pada PT XYZ," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 8, no. 5, 2021.

[9] F. Mehlbeer and N. Anh Vien, "Mixed-Integer Linear Programming Applied to Temporal Planning of Concurrent Actions," 2014.

[10] W. L. Winston, "Operations Research : Applications and Algorithms," New York: Duxbury, 2004. [Online]. Available: www.duxbury.com

[11] Pujawan, I Nyoman, and Mahendrawathi, *Supply Chain Management*, 2nd ed. Surabaya: Guna Widya, 2010.