



Model *vehicle routing problem* untuk penentuan rute distribusi unit sepeda motor dengan metode *saving matrix*

Mohammad Cipto Sugiono*

Program Studi Teknologi Industri, Fakultas Teknologi dan Sains Nahdlatul Ulama Pekalongan, Jl. Karangdowo No.9., Kec. Kedungwuni, Kabupaten Pekalongan, Jawa Tengah 51173

ARTICLE INFO

Keywords:
Transportation
Distribution
Vehicle routing problem
Saving matrix

ABSTRACT

PT X is a manufacturing company that produces motorcycle units. With the continuous increase of product demand from consumers, it makes PT X being one of the largest manufacturing companies in Indonesia. Currently, the distribution route is determined by PT X only based on the experience and knowledge of the drivers. The distribution route should include the configuration of the appropriate distribution channels, in order for the delivery to be fast at a low cost. This problem is known as the vehicle routing problem (VRP). To overcome the problem must conduct research in the hope to minimize the cost of distribution of motorcycle units to the dealers, that is by calculating fuel consumption, tolls chargers, bundles of units and loading and unloading. The problem is solved by using saving matrix method. The result can minimize distribution costs of Rp3,323,500 compare with the actual cost of the company is Rp3,530,000. So it can be seen that there is a decrease in the cost of Rp206,500/day.

1. Pendahuluan

Perusahaan harus memenuhi harapan konsumen untuk meningkatkan kepuasan mereka melalui produk berkualitas, ketepatan waktu pengiriman, dan efisiensi biaya. Konsumen akan merasa puas jika produk yang diinginkan tersedia dalam jumlah, waktu, dan juga mutu yang tepat. Oleh karena itu, sistem distribusi yang memastikan ketepatan waktu pengiriman juga berperan penting dalam meningkatkan pencapaian kepuasan konsumen [1], [2].

PT. X merupakan pelopor industri sepeda motor di Indonesia. Sampai dengan awal tahun 2021, PT. X mampu memproduksi lebih dari 6000 unit motor per hari. Dapat dibayangkan betapa rumitnya proses pendistribusian hasil produksi tersebut kepada pelanggan. Perusahaan ini menjalankan fungsi produksi, penjualan dan pelayanan purna jual yang lengkap untuk kepuasan pelanggan. PT. X memproduksi sepeda motor tipe *matic*. Dalam menunjang proses produksinya, perusahaan memberlakukan 2 kebijakan yaitu dengan produksi sendiri dan produksi di luar perusahaan atau subkontrak. Produksi berjalan dari hulu ke hilir secara sistematis, dimana dalam area produksi dibantu oleh mesin canggih dan operator yang terlatih dan terdidik. Dalam mengawasi dan mengontrol area produksi, terdapat departemen *Production Control* (PC) yang membawahi 5 sub departemen yaitu *Production Control 4*, *Production Control 3*, *Production Control 2*, *Production Control 1* dan *Shipping* (PC4, PC3, PC2, PC1, SHP).

Bagian sub departemen *shipping* bertugas mendistribusikan unit motor yang dihasilkan PT. X yang sudah melalui inspeksi final kepada konsumen. Secara umum, PT. X mendistribusikan unit motor melalui *main dealer* yang berada hampir di seluruh provinsi di Indonesia. *Main dealer* adalah perusahaan yang merupakan rekan bisnis PT. X yang memiliki hak distribusi dan

penjualan sepeda motor. Unit yang sudah terkirim akan didistribusikan oleh main dealer kepada *dealer-dealer* dan *sales outlets* yang berada di area distribusi sebelum akhirnya dijual kepada pelanggan. *Main dealer* berkewajiban untuk mengatur dan mengontrol *dealer-dealer* dan *sales outlet* yang berada di area mereka.

Pendistribusian dituntut untuk tepat sasaran sesuai dengan kebutuhan konsumen yang berbeda-beda. Namun, selama ini penentuan rute pendistribusian yang dilakukan oleh PT. X hanya berdasarkan pengalaman dan pengetahuan pengemudi. Seharusnya dalam melakukan kegiatan pendistribusian, PT. X harus mampu menentukan konfigurasi jalur distribusi dengan tepat, agar pengiriman menjadi cepat dan biaya minimum. Penentuan konfigurasi ini harus mempertimbangkan strategi distribusi yang sesuai dengan karakteristik PT. X.

Masalah penentuan rute untuk distribusi barang dapat dimodelkan sebagai model *vehicle routing problem* (VRP). Beberapa penelitian telah menyelesaikan masalah distribusi pada model VRP. Algoritma CODEQ diusulkan untuk menyelesaikan masalah VRP pada [3]. Masalah distribusi barang pada pabrik sepatu diselesaikan menggunakan *differential algorithm* [4]. Algoritma *tabu search* digunakan untuk menentukan rute distribusi gas *liquid petroleum gas* (LPG) di Malang [5]. Rute pengiriman koran menjadi masalah yang diselesaikan menggunakan algoritma *sweep* [6]. Sedangkan optimasi penentuan rute sampai di kota Malang diselesaikan dengan algoritma *genetic hybrid* [7].

Permasalahan pada sistem distribusi merupakan faktor penting yang melibatkan beberapa pertimbangan utama, antara lain pemilihan rute kendaraan, armada kendaraan, penjadwalan kendaraan, dan biaya operasional kendaraan. Pertimbangan utama ini termasuk masalah-masalah yang dipertimbangkan oleh metode *saving matrix*. *Saving matrix* adalah metode untuk meminimalkan jarak, waktu dan biaya

* Corresponding author.

Email: moh_cipto425@yahoo.co.id

Received: 25 Januari 2022; Revision: 25 Februari 2022;

Accepted: 7 Maret 2022; Available online: 8 Maret 2022

<http://dx.doi.org/10.366055/jiss.v7i2.14018>



dengan melakukan pemilihan terhadap kendaraan dan rute serta mempertimbangkan beberapa masalah yang ada.

Penggunaan metode *saving matrix* juga telah digunakan beberapa peneliti untuk menentukan rute distribusi yang meminimumkan biaya transportasi. Sebagai contoh, metode *saving matrix* digunakan untuk menentukan rute distribusi roti [8]. Rute penyaluran bantaun gula ditentukan menggunakan metode *saving matrix* [9]. Metode *saving matrix* juga digunakan untuk penentuan sistem informasi pendistribusian barang [10], penentuan distribusi mebel [11], rute pengiriman barang pada koperasi karyawan [12], dan penentuan rute distribusi pupuk [13].

Berdasarkan permasalahan diatas, maka penelitian ini bertujuan menentukan rute pendistribusian yang meminimalkan biaya transportasi dengan metode *saving matrix*. Dengan menggunakan metode *saving matrix* diharapkan PT. X dapat memiliki perencanaan dalam menentukan jalur distribusi sehingga proses pendistribusian produk dapat berjalan optimal dengan biaya rendah. Sehingga, penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi PT. X sebagai produsen otomotif di Indonesia. Selain itu, penelitian ini dapat diterapkan pada industri sejenis maupun industri lain yang dalam operasinya melakukan pengiriman produk.

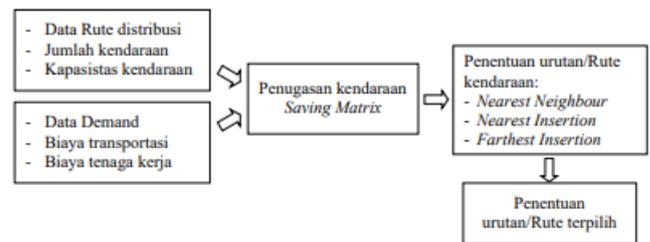
2. Tinjauan pustaka

Transportasi diartikan sebagai pemindahan barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan [14]. Proses transportasi merupakan gerakan dari tempat asal, dari mana kegiatan angkutan dimulai, ke tempat tujuan, kemana kegiatan pengangkutan diakhiri [15]. VRP merupakan penentuan sejumlah rute untuk sekumpulan kendaraan yang harus dilayani sejumlah pemberhentian (*node*) dari depot pusat [16]. Asumsi yang biasa digunakan dalam VRP adalah setiap kendaraan mempunyai kapasitas yang sama, jumlah kendaraan tidak terbatas, jumlah permintaan tiap pemberhentian (*node*) diketahui, dan tidak ada jumlah permintaan tunggal yang melebihi kapasitas kendaraan.

Salah satu metode heuristik yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan transportasi dalam penentuan rute dan jadwal distribusi adalah metode *saving matrix*. *Saving matrix* merupakan metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi dengan menentukan rute distribusi produk dalam rangka meminimalkan biaya transportasi. Metode *saving matrix* dapat digunakan untuk menjadwalkan kendaraan dengan memperhatikan kapasitas maksimum kendaraan dengan penggabungan beberapa titik pengiriman [17].

Pada metode *saving matrix*, ada beberapa metode atau prosedur penentuan urutan customer dalam satu rute. Metode pertama adalah *farthest insert*. Cara kerja prosedur ini adalah memasukkan konsumen yang memberikan perjalanan paling jauh. Untuk setiap customer yang belum termasuk dalam satu trip, evaluasi minimum kenaikan jarak tempuh jika customer ini dimasukkan dalam trip dan memasukkan customer dengan kenaikan minimum terbesar. Kosasih et al. melakukan penentuan jalur transportasi terpendek pada pengiriman air bersih kemasan botol, menggunakan metode ini dapat menghasilkan rute kendaraan pada customer terpilih berdasarkan customer yang memiliki jarak terjauh [18].

Metode kedua adalah *nearest insert*, dengan prosedur memasukkan konsumen yang memberikan perjalanan terpendek. Untuk setiap *customer* yang belum termasuk dalam satu trip, evaluasi minimum kenaikan jarak tempuh jika customer ini dimasukkan dalam trip dan memasukkan customer dengan kenaikan dengan minimum terkecil. Prosedur ini dilakukan untuk menentukan rute pengiriman banyak produk [19].



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Tabel 1

Data permintaan kendaraan otomotif bulan Januari

No	Nama dealer	Permintaan (unit)
1	A	12
2	B	13
3	C	13
4	D	14
5	E	15
6	F	16
7	G	15
8	H	14
9	I	16
10	J	18
11	K	12
12	L	12
13	M	12

Metode ketiga adalah *nearest neighbour*, di mana mulai dari *distribution center* (DC), prosedur ini menambah customer yang terdekat untuk melengkapi trip. Pada tiap langkah, trip dibangun dengan menambahkan customer yang terdekat dari titik terakhir yang dikunjungi oleh kendaraan sampai semua customer terkunjungi. Penentuan jalur transportasi terpendek pada pengiriman semen kemasan 40 kg menggunakan metode *nearest neighbour* ini dapat menghasilkan rute kendaraan pada customer terpilih berdasarkan customer terdekat [20]-[22].

3. Metode dan material

Pada penelitian ini data yang diperlukan dalam adalah data jalur distribusi, data historis permintaan, jumlah kendaraan dan jenis kendaraan yang dipakai untuk mendistribusikan produk. Selain itu data biaya seperti biaya distribusi dan biaya tenaga kerja juga diperlukan dalam menyelesaikan permasalahan di penelitian ini. Selanjutnya dilakukan penjadwalan kendaraan menggunakan *saving matrix*, penentuan rute menggunakan perbandingan metode *nearest neighbour*, penentuan rute terpilih, analisa dan pembahasan serta kesimpulan. Gambar 1 menyajikan diagram alir penelitian.

Penelitian dilakukan PT. X yang merupakan produsen otomotif yang terletak di daerah Surabaya. Pengambilan data dilakukan selama 3 bulan dengan kunjungan langsung ke pabrik dan kantor. Metode pengambilan data antara lain wawancara, pencatatan data. Data permintaan aktual konsumen yang harus dikirim setiap hari pada periode Januari 2021, seperti terlihat Tabel 1.

4. Hasil dan pembahasan

4.1. Penentuan rute usulan

Untuk menggunakan model *saving matrix*, terlebih dahulu membuat matriks biaya, berikut dibawah ini matriks biaya. Penghitungan matriks biaya dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excell.

Tabel 2.
Hasil perhitungan dengan metode *saving matrix*

Rute	Keterangan	Jarak (Km)	Demand (unit)	Kendaraan	Biaya Distribusi (Rp)
Rute 1	PT XYZ→Dealer A→PT XYZ	33.4	12	Colt Diesel 12	210,000
Rute 2	PT XYZ→Dealer B→PT XYZ	41.2	13	Colt Diesel 24	282.200
Rute 3	PT XYZ→Dealer C→PT XYZ	36.1	13	Colt Diesel 24	274.200
Rute 4	PT XYZ→Dealer D→PT XYZ	39.6	14	Colt Diesel 24	279.800
Rute 5	PT XYZ→Dealer E→PT XYZ	42.8	15	Colt Diesel 24	285.000
Rute 6	PT XYZ→Dealer F→PT XYZ	35.9	16	Colt Diesel 24	274.000
Rute 7	PT XYZ→Dealer G→PT XYZ	29.6	15	Colt Diesel 24	264.000
Rute 8	PT XYZ→Dealer H→PT XYZ	38.4	14	Colt Diesel 24	278.000
Rute 9	PT XYZ→Dealer I→PT XYZ	13.9	16	Colt Diesel 24	239.200
Rute10	PT XYZ→Dealer J→PT XYZ	35.2	18	Colt Diesel 24	272.800
Rute 11	PT XYZ→Dealer K→Dealer L→PT XYZ	77.6	24	Colt Diesel 24	386.900
Rute13	PT XYZ→Dealer M→PT XYZ	38.1	13	Colt Diesel 24	277.400
Total		461.8			3.323.500

Dengan menggunakan metode *saving matrix*, penentuan rute pengiriman distribusi kemasan diawali dengan penyusunan matrik jarak dari PT X ke tiap lokasi kosumen yang dituju. Langkah selanjutnya adalah menentukan biaya operasional distribusi. Biaya ini terdiri dari biaya bahan bakar per kilometer, biaya tol, biaya ikat unit motor, dan biaya bongkar muat. Setelah itu, data aktual pengiriman kemasan selama satu bulan pada bulan Januari akan digunakan untuk mengevaluasi sistem distribusi perusahaan. Pembaca dapat menghubungi penulisan bila ingin mendapatkan perhitungan metode *saving matrix*.

Tabel 3 menyajikan hasil rute optimal yang dihasilkan oleh metode *saving matrix*. Susunan rute yang didapatkan adalah sebagai berikut. Pada rute pertama, *truck* pertama berangkat dari PT X menuju *Dealer A* dengan jumlah *demand* sebesar 12 unit motor. *Demand* didistribusikan dengan menggunakan truk berkapasitas 12 unit motor. Setelah mendistribusikan produk, reuk kembali menuju PT X. Biaya operasional distribusi pada rute ini adalah sebesar Rp210.000,00. Pada rute kedua, *truck* kedua berangkat dari PT X menuju konsumen *Dealer B* dengan jumlah *demand* sebesar 13 unit motor. *Demand* didistribusikan dengan menggunakan *Truck Colt Diesel* berkapasitas 24 unit motor. Setelah mendistribusikan produk, *Truck Colt Diesel* kembali menuju PT X. Biaya operasional distribusi pada rute ini adalah sebesar Rp282.200,00. Pada rute ketiga, *Truck* kedua berangkat dari PT X menuju konsumen *Dealer B* dengan jumlah *demand* sebesar 13 unit motor. *Demand* didistribusikan dengan menggunakan *Truck Colt Diesel* berkapasitas 24 unit motor. Setelah mendistribusikan produk, *Truck Colt Diesel* kembali menuju PT X. Biaya operasional distribusi pada rute ini adalah sebesar Rp274.200,00. Pada rute keempat, *truck* keempat berangkat dari PT X menuju konsumen *Dealer D* dengan jumlah *demand* sebesar 14 unit motor. *Demand* didistribusikan dengan menggunakan *Truck Colt Diesel* berkapasitas 24 unit motor. Setelah mendistribusikan produk, *Truck Colt Diesel* kembali menuju PT X. Biaya operasional distribusi pada rute ini adalah sebesar Rp279.800,00.

Pada rute kelima, *Truck* kelima berangkat dari PT X menuju konsumen *Dealer E* dengan jumlah *demand* sebesar 15 unit motor. *Demand* didistribusikan dengan menggunakan *Truck Colt Diesel* berkapasitas 24 unit motor. Setelah mendistribusikan produk, *Truck Colt Diesel* kembali menuju PT X. Biaya operasional distribusi pada rute ini adalah sebesar Rp285.000,00. Pada rute keenam, *truck* keenam berangkat dari PT X menuju konsumen *Dealer F* dengan jumlah *demand* sebesar 16 unit motor. *Demand* didistribusikan dengan menggunakan *Truck Colt Diesel* berkapasitas 24 unit motor. Setelah mendistribusikan produk, *Truck Colt Diesel* kembali menuju PT X. Biaya operasional distribusi pada rute ini adalah sebesar Rp 274.000,00. Pada rute ketujuh, *truck* ketujuh berangkat dari PT X menuju konsumen *Dealer G* dengan jumlah

demand sebesar 15 unit motor. *Demand* didistribusikan dengan menggunakan *Truck Colt Diesel* berkapasitas 24 unit motor. Setelah mendistribusikan produk, *Truck Colt Diesel* kembali menuju PT X. Biaya operasional distribusi pada rute ini adalah sebesar Rp264.000,00. Pada rute kedelapan, *truck* kedelapan berangkat dari PT X menuju konsumen *Dealer H* dengan jumlah *demand* sebesar 14 unit motor. *Demand* didistribusikan dengan menggunakan *Truck Colt Diesel* berkapasitas 24 unit motor. Setelah mendistribusikan produk, *Truck Colt Diesel* kembali menuju PT X. Biaya operasional distribusi pada rute ini adalah sebesar Rp278.000,00.

Rute Kesembilan, *truck* kesembilan berangkat dari PT X menuju konsumen *Dealer I* dengan jumlah *demand* sebesar 16 unit motor. *Demand* didistribusikan dengan menggunakan *Truck Colt Diesel* berkapasitas 24 unit motor. Setelah mendistribusikan produk, *Truck Colt Diesel* kembali menuju PT X. Biaya operasional distribusi pada rute ini adalah sebesar Rp239.200,00. Pada rute kesepuluh, *truck* kesepuluh berangkat dari PT X menuju konsumen *Dealer J* dengan jumlah *demand* sebesar 18 unit motor. *Demand* didistribusikan dengan menggunakan *Truck Colt Diesel* berkapasitas 24 unit motor. Setelah mendistribusikan produk, *Truck Colt Diesel* kembali menuju PT X. Biaya operasional distribusi pada rute ini adalah sebesar Rp272.800,00. Pada rute kesebelas, *truck* berangkat dari PT X menuju konsumen *Dealer K* dengan jumlah *demand* sebesar 12 unit motor. Setelah Mengirim *Demand Dealer A* lalu *Truck* kembali berangkat menuju konsumen berikutnya yaitu *Dealer L* dengan jumlah *demand* 12 unit motor. *Demand* didistribusikan dengan menggunakan *Truck Colt Diesel* berkapasitas 24 unit motor. Setelah mendistribusikan produk, *Truck Colt Diesel* kembali menuju PT X. Biaya operasional distribusi pada rute ini adalah sebesar Rp386.900. Pada rute keduabelas, *truck* keduabelas berangkat dari PT X menuju konsumen *Dealer M* dengan jumlah *demand* sebesar 13 unit motor. *Demand* didistribusikan dengan menggunakan *Truck Colt Diesel* berkapasitas 24 unit motor. Setelah mendistribusikan produk, *Truck Colt Diesel* kembali menuju PT X. Biaya operasional distribusi pada rute ini adalah sebesar Rp277.400,00.

4.2. Rute perusahaan saat ini

Untuk membandingkan rute yang didapatkan metode *saving matrix* dengan kondisi perusahaan saat ini, perlu didapatkan berbagai data keuangan perusahaan. Berdasarkan hasil data biaya aktual pada bagian *Shipping*, keduabelas konsumen, *dealer A-L*, dilayani dengan *truck colt diesel* kapasitas 12 atau *colt diesel* kapasitas 24. Data-data biaya operasional adalah biaya pengiriman dari PT. X menuju seluruh *dealer* yang ada. Dari hasil pengumpulan data, biaya pengiriman yang dikeluarkan perusahaan adalah sebesar Rp3.530.000,00.

Tabel 3.
Biaya aktual perusahaan

Rute	Jarak (km)	Biaya Distribusi (Rp)
PT X→Dealer A→PT X	33.4	250000
PT X→Dealer B→PT X	41.2	300000
PT X→Dealer C→PT X	36.1	285000
PT X→Dealer D→PT X	39.6	285000
PT X→Dealer E→PT X	42.8	290000
PT X→Dealer F→PT X	35.9	280000
PT X→Dealer G→PT X	29.6	270000
PT X→Dealer H→PT X	38.4	285000
PT X→Dealer I→PT X	13.9	240000
PT X→Dealer J→PT X	35.2	300000
PT X→Dealer K→Dealer L→PT X	77.6	450000
PT X→Dealer M→PT X	38.1	295000
Total	461.8	3530000

Berdasarkan hasil perhitungan biaya operasional distribusi dengan metode *saving matrix*, didapatkan biaya sebesar Rp3.323.500,00 dengan jarak tempuh 212,9 km, sedangkan biaya operasional distribusi berdasarkan aktual perusahaan sebesar Rp3.530.000,00 dengan jarak tempuh 212,9 km. Sehingga penghematan yang didapatkan apabila menggunakan metode *saving matrix* adalah sebesar Rp206.500,00.

5. Kesimpulan

Berdasarkan pengolahan dan analisis hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa dari perbaikan rute distribusi menggunakan metode *saving matrix* didapat penurunan biaya distribusi sebesar Rp. 206.500,00 per hari dari Rp.3.530.000,00 menjadi Rp.3.323.500,00. Dengan demikian, penggunaan *saving matrix* dalam penentuan rute optimal dapat memberikan penghematan biaya perusahaan.

Penelitian ini mengasumsikan bahwa barang yang dikirim adalah homogen. Padahal dalam kenyataannya, sebuah perusahaan sangat mungkin memiliki produk yang lebih dari satu jenis. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya adalah penentuan rute optimal untuk multi-item.

References

[1] D. B. Paillin and F. Soseboko, "Penentuan rute optimal distribusi produk nestle dengan metode traveling salesman problem (tTSP) (Studi kasus: PT. Paris Jaya Mandiri)," *ARIKA*, vol. 11, no. 1, pp. 35–44, Mar. 2017, doi: 10.30598/arika.2017.11.1.35.

[2] V. Suwanti, P. Bintoto, and R. N. I. Dinullah, "Penerapan min plus algebra pada penentuan rute tercepat distribusi susu," *Limits: Journal of Mathematics and Its Applications*, vol. 14, no. 2, pp. 103–112, Dec. 2017, doi: 10.12962/limits.v14i2.3085.

[3] A. K. Garside and S. Sudaningtyas, "Performansi algoritma CODEQ dalam penyelesaian vehicle routing problem," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 16, no. 1, pp. 53–58, May 2014, doi: 10.9744/jti.16.1.53-58.

[4] A. Kurnia and D. Ernawati, "Perencanaan rute distribusi yang optimal dengan metode algoritma differential evolution (DE) PT. XYZ," *JUMINTEN*, vol. 2, no. 4, pp. 73–84, Jul. 2021, doi: 10.33005/juminten.v2i4.244.

[5] A. K. Garside and D. N. Cahyanti, "Penyelesaian vehicle routing problem with simultaneous pick up and delivery dengan algoritma tabu search," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 17, no. 2, pp. 125–134, Dec. 2018, doi: 10.23917/jiti.v17i2.6703.

[6] R. Saraswati, W. Sutopo, and M. Hisjam, "Penyelesaian capacitated vehicle routing problem dengan menggunakan algoritma sweep untuk penentuan rute distribusi koran: Studi kasus," *Jurnal Manajemen Pemasaran*, vol. 11, no. 2, pp. 41–44, Oct. 2017, doi:

10.9744/pemasaran.11.2.41-44.

- [7] E. Armandi, A. Purwani, and U. Linarti, "Optimasi rute pengangkutan sampah kota Yogyakarta menggunakan hybrid genetic algorithm," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 18, no. 2, pp. 236–244, Dec. 2019, doi: 10.23917/jiti.v18i2.8744.
- [8] D. B. Paillin and F. M. Kaihatu, "Implementasi metode saving matrix dalam penentuan rute terbaik untuk meminimumkan biaya distribusi (UD. Roti Arsita)," *ARIKA*, vol. 12, no. 2, pp. 123–140, 2018, doi: 10.30598/arika.2018.12.2.123.
- [9] M. Maulidiah, J. Jono, and I. R. Ramli, "Penentuan rute penyaluran bantuan bencana guna meminimumkan biaya distribusi dengan metode saving matriks," *Jurnal Rekayasa Industri (JRI)*, vol. 1, no. 1, Oct. 2019, doi: 10.37631/jri.v1i1.57.
- [10] A. Mirza and D. Irawan, "Implementasi metode saving matrix pada sistem informasi distribusi barang," *jurnal matrik*, vol. 22, no. 3, pp. 316–324, Dec. 2020, doi: 10.33557/jurnal matrik.v22i3.1050.
- [11] F. Ahmad and H. F. Muharram, "Penentuan jalur distribusi dengan metode saving matriks: penentuan jalur distribusi dengan metode saving matriks," *Competitive*, vol. 13, no. 1, pp. 45–66, Dec. 2018, doi: 10.36618/competitive.v13i1.346.
- [12] R. A. Tyas, S. Dzulfarnain, and Q. Aini, "Optimasi jalur distribusi pada Kopkar PT. YKK AP Indonesia dengan metode saving matrix," *Sistemasi: Jurnal Sistem Informasi*, vol. 9, no. 2, pp. 215–225, May 2020, doi: 10.32520/stmsi.v9i2.689.
- [13] A. D. Anggraeni and R. Rusindiyanto, "Analisa penentuan rute produk pupuk organik dengan menggunakan metode saving matrix pada PT. XYZ Surabaya," *JUMINTEN*, vol. 1, no. 4, pp. 12–23, Jul. 2020, doi: 10.33005/juminten.v1i4.106.
- [14] T. Talitha and D. Hudalah, "Model kerjasama antar daerah dalam perencanaan sistem transportasi wilayah metropolitan Bandung Baya," *TATALOKA*, vol. 16, no. 4, pp. 194–208, Nov. 2014, doi: 10.14710/tataloka.16.4.194-208.
- [15] N. S. Yunas and M. Huda, "Kebijakan revitalisasi sistem transportasi publik sebagai langkah antisipatif kemacetan total di kota malang," *CosmoGov: Jurnal Ilmu Pemerintahan*, vol. 3, no. 1, pp. 116–126, Apr. 2017, doi: 10.24198/cosmogov.v3i1.12639.
- [16] K. Braekers, K. Ramaekers, and I. Van Nieuwenhuysse, "The vehicle routing problem: State of the art classification and review," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 99, pp. 300–313, Sep. 2016, doi: 10.1016/j.cie.2015.12.007.
- [17] T. A. El-Sayed and H. H. El-Mongy, "Free vibration and stability analysis of a multi-span pipe conveying fluid using exact and variational iteration methods combined with transfer matrix method," *Applied Mathematical Modelling*, vol. 71, pp. 173–193, Jul. 2019, doi: 10.1016/j.apm.2019.02.006.
- [18] W. Kosasih, Ahmad, L. L. Salomon, and Febricky, "Comparison study between nearest neighbor and farthest insert algorithms for solving VRP model using heuristic method approach," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 852, no. 1, p. 12090, Jul. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/852/1/012090.
- [19] D. A. P. Putri, "Vehicle routing problem dengan time window untuk multiple product dan multiple route menggunakan algoritma sequential insertion," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 17, no. 1, pp. 22–30, 2016, doi: 10.22219/JTIUMM.Vol17.No1.22-30.
- [20] N. Rahmawati, S. Dewi, and M. D. P. Putra, "Distribution route of cement 40's kg package at PT.XYZ using saving matrix," *TJAJE*, vol. 4, no. 02, pp. 65–68, 2021, doi: 10.36456/tibuana.4.02.3749.65-68.
- [21] A. Al-Adwan, B. A. Mahafzah, and A. Sharieh, "Solving traveling salesman problem using parallel repetitive nearest neighbor algorithm on OTIS-Hypercube and OTIS-Mesh optoelectronic architectures," *The Journal of Supercomputing*, vol. 74, no. 1, pp. 1–36, Jan. 2018, doi: 10.1007/s11227-017-2102-y.
- [22] S. Hougardy and M. Wilde, "On the nearest neighbor rule for the metric traveling salesman problem," *Discrete Applied Mathematics*, vol. 195, pp. 101–103, Nov. 2015, doi: 10.1016/j.dam.2014.03.012.