

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 1
Penelitian Terdahulu

No	Judul	Objek Penelitian	Subjek Penelitian	Hasil Penelitian	Temuan Peneliti
1.	Perancangan Sistem Penentuan Rute dan Optimasi Biaya Pendistribusian Barang dengan Metode Saving Matrix dan Nearest Insertion Berbasis VBA Excel, Muhayyaroh et al. (2020)	Sistem optimasi rute distribusi barang	Perusahaan distribusi barang	Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi yang dirancang dapat mempercepat perhitungan dan pengolahan data, serta menghasilkan rute distribusi yang lebih efisien dengan akurasi tinggi, yang mengurangi potensi kesalahan manusia (human error) dalam pengambilan keputusan distribusi barang, dan pada akhirnya membantu perusahaan menghemat waktu dan biaya operasional	Mengurangi potensi kesalahan manusia (human error) dalam pengambilan keputusan distribusi, membantu perusahaan menghemat waktu dan biaya operasional.
2.	Penentuan Rute Pengiriman Barang Dengan Metode <i>Nearest</i>	Rute distribusi barang	Perusahaan distribusi barang	Penerapan metode <i>Nearest Neighbor</i> berhasil	Metode ini memberikan efisiensi biaya dan

No	Judul	Objek Penelitian	Subjek Penelitian	Hasil Penelitian	Temuan Peneliti
	<i>Neighbor</i> , Martono et al. (2020)			mengurangi jarak pengiriman sebesar 25.588 km atau 20.60% dibandingkan dengan rute sebelumnya, yang mengarah pada efisiensi biaya dan waktu. Hasil pencarian menggunakan metode ini menghasilkan total jarak 98.61 km, lebih pendek dibandingkan dengan total jarak 124.198 km yang tercatat sebelum penggunaan metode tersebut	waktu yang signifikan dalam pengaturan rute distribusi.
3.	Penerapan Metode Saving Matrix dan Algoritma Nearest Neighbor dalam Menentukan Rute Distribusi untuk Meminimalkan Biaya Transportasi pada PT. XYZ, Perdana et al. (2020)	Rute distribusi perusahaan	PT. XYZ	Penelitian ini menemukan bahwa setelah penerapan kedua metode tersebut, biaya distribusi perusahaan dapat turun dari Rp. 18.940.924 per bulan menjadi Rp. 16.302.392 per bulan, atau penghematan sebesar 16%. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan metode <i>Saving Matrix</i> dan	Kombinasi <i>Saving Matrix</i> dan <i>Nearest Neighbor</i> dapat meningkatkan efisiensi dalam pengaturan rute distribusi dan mengurangi biaya operasional secara signifikan.

No	Judul	Objek Penelitian	Subjek Penelitian	Hasil Penelitian	Temuan Peneliti
				<i>Nearest Neighbor</i> dapat meningkatkan efisiensi dalam pengaturan rute distribusi dan mengurangi biaya operasional secara signifikan.	
4.	Meminimalkan Biaya Transportasi Pengiriman Barang PLTS Seismic Area Jawa Barat dengan Menentukan Rute Distribusi yang Efisien dengan Metode Saving Matrix di PT. XYZ, Fadlisyah et al. (2020)	Rute distribusi barang di PLTS Seismic Area	PT. XYZ	Dengan penerapan metode Saving Matrix, jumlah rute distribusi dapat dikurangi dari 8 rute menjadi 6 rute, serta mengurangi jarak tempuh sebesar 359 km (atau 23,22%) dan biaya transportasi sebesar 21,73%, yang menghasilkan penghematan sekitar Rp. 5.000.000. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi dalam meningkatkan efisiensi manajemen transportasi dan penghematan biaya operasional perusahaan.	Metode <i>Saving Matrix</i> memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi manajemen transportasi.

No	Judul	Objek Penelitian	Subjek Penelitian	Hasil Penelitian	Temuan Peneliti
5.	Penentuan Rute Pengiriman untuk Meminimasi Jarak Tempuh Transportasi menggunakan Metode Saving Matrix, Kasih & Maulidina. (2023)	Rute pengiriman transportasi	Sektor transportasi	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan metode Saving Matrix berhasil mengurangi total jarak tempuh pengiriman sebesar 34,5%, dari 77,19 km pada rute awal menjadi 50,59 km pada rute yang baru. Penghematan jarak ini dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi biaya transportasi.	Pengurangan jarak ini dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi biaya transportasi.
6.	<i>A hybrid approach for vehicle routing problem using saving matrix and heuristic algorithms,</i> Jiang et al. (2020)	Masalah rute distribusi kendaraan	Perusahaan distribusi besar	Penerapan Saving Matrix dapat mengurangi biaya distribusi secara signifikan hingga 15%, dengan memperpendek jarak tempuh dan meningkatkan efisiensi operasional, khususnya dalam konteks distribusi barang dalam jumlah besar dan dengan berbagai rute yang harus ditempuh.	Metode ini sangat efektif untuk konteks distribusi barang dalam jumlah besar dengan rute yang kompleks.

No	Judul	Objek Penelitian	Subjek Penelitian	Hasil Penelitian	Temuan Peneliti
7.	<i>Nearest Neighbor algorithm in supply chain management: Efficiency and applications,</i> Hassan & Lee. (2019)	Algoritma rute distribusi dalam rantai pasok	Manajemen rantai pasok	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun algoritma ini tidak selalu memberikan solusi optimal global, ia dapat menghasilkan solusi yang cukup baik dalam hal waktu komputasi, mengurangi waktu pengiriman, dan meningkatkan efisiensi operasional dalam pengaturan distribusi barang secara <i>real-time</i> .	Meskipun tidak selalu optimal secara global, metode ini memberikan solusi efisien untuk distribusi <i>real-time</i> .
8.	<i>Application of Saving Matrix in distribution routing: Case study and implementation,</i> Liu et al. (2019)	Distribusi rute perusahaan	Perusahaan distribusi	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan Saving Matrix, perusahaan dapat mengurangi jarak tempuh hingga 20%, yang mengarah pada penghematan biaya bahan bakar dan waktu yang signifikan, serta meningkatkan efisiensi dalam distribusi barang.	Metode ini memberikan penghematan biaya bahan bakar dan waktu yang signifikan.
9.	Nearest Neighbor	Rute pengiriman	Perusahaan logistik	Hasil penelitian ini menunjukkan	Algoritma ini efektif untuk

No	Judul	Objek Penelitian	Subjek Penelitian	Hasil Penelitian	Temuan Peneliti
	algorithm: An efficient solution for real-time delivery route optimization, Zhao & Wu. (2019)	barang real-time		bahwa algoritma Nearest Neighborhood sangat efisien dalam hal waktu komputasi, memungkinkan perusahaan untuk mengoptimalkan rute pengiriman secara cepat meskipun dengan kapasitas pengiriman yang terbatas, meskipun tidak selalu memberikan solusi optimal secara keseluruhan.	distribusi real-time meskipun tidak selalu memberikan solusi optimal global.
10.	Analisis Penentuan Rute Distribusi Optimal dengan Pendekatan Manajemen Transportasi dan Distribusi di CV. Expedisi Mitra Mandiri, Yustavia et al. (2022)	Sistem distribusi beras	CV. Expedisi Mitra Mandiri (EMM)	Penghematan jarak distribusi dari 5829,5 km menjadi 4985,6 km (14,48%) dan penghematan biaya transportasi dari Rp. 24.941.535,- menjadi Rp. 19.910.688,- (20,17%).	Metode <i>Saving Matrix</i> dan <i>Nearest Neighbor</i> efektif mengurangi jarak tempuh dan biaya transportasi, sehingga meningkatkan efisiensi distribusi di wilayah Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, dan Bekasi.

2.2 Landasan Teori

1.1 Distribusi Barang

1. Definisi

2. Distribusi barang adalah salah satu komponen penting dalam sistem logistik, yang berkaitan dengan pengelolaan pergerakan barang dari titik asal (misalnya gudang atau pusat distribusi) ke titik tujuan (misalnya konsumen atau pengecer). Tujuan utama dari distribusi barang adalah untuk memastikan bahwa barang sampai ke konsumen atau lokasi tujuan dengan biaya yang efisien dan waktu yang tepat. Pengoptimalan proses distribusi sangat penting, terutama untuk perusahaan yang ingin meminimalkan biaya operasional, mengurangi waktu pengiriman, dan meningkatkan kepuasan pelanggan.

3. Menurut Christopher (2016), distribusi barang merupakan bagian integral dari *supply chain management* yang berfokus pada perencanaan dan pengelolaan aliran barang dari titik produksi ke konsumen akhir. Salah satu tujuan utama dari distribusi barang adalah untuk menjaga keseimbangan antara biaya dan tingkat layanan. Hal ini melibatkan perencanaan rute yang efisien, pemilihan moda transportasi yang tepat, serta pengelolaan persediaan yang baik di sepanjang rantai pasokan.

2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Distribusi Barang

4. Distribusi barang dipengaruhi oleh sejumlah faktor yang dapat memengaruhi biaya dan efisiensi pengiriman, di antaranya adalah:

a. Permintaan Pasar

5. Permintaan yang bervariasi antara satu lokasi dan lokasi lainnya memengaruhi frekuensi dan jumlah pengiriman yang diperlukan. Distribusi barang harus direncanakan untuk menanggapi fluktuasi permintaan dengan cara yang efisien.
- b. Jarak dan Waktu Tempuh
 6. Jarak antara titik asal dan tujuan pengiriman mempengaruhi waktu tempuh dan biaya transportasi. Pengoptimalan rute distribusi bertujuan untuk meminimalkan jarak dan waktu tempuh, yang pada gilirannya mengurangi biaya transportasi.
- c. Kapasitas Kendaraan
 7. Kapasitas armada yang digunakan dalam distribusi sangat mempengaruhi efisiensi pengiriman. Kendaraan dengan kapasitas lebih besar dapat membawa lebih banyak barang dalam satu perjalanan, sehingga mengurangi biaya per unit barang.
- d. Kondisi Infrastruktur
 8. Kualitas jalan, jaringan transportasi, dan kondisi lalu lintas juga sangat berpengaruh terhadap kecepatan dan biaya pengiriman barang. Infrastruktur yang baik dapat mempercepat distribusi dan mengurangi biaya pengiriman.
- e. Biaya Transportasi
 9. Biaya bahan bakar, pemeliharaan kendaraan, dan biaya tenaga kerja adalah beberapa faktor yang mempengaruhi biaya transportasi dalam distribusi barang. Mengoptimalkan rute dan kapasitas kendaraan dapat mengurangi beban biaya ini.

10.

2. 2 .2 Rute Pengiriman

1. Definisi

11. Rute pengiriman adalah proses penentuan jalur terbaik untuk mengirimkan barang dari titik asal ke tujuan akhir, yang menjadi aspek kritical dalam manajemen logistik dan rantai pasokan. Pengelolaan rute pengiriman yang efisien bertujuan untuk meminimalkan biaya transportasi, mengurangi waktu tempuh, dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Dalam konteks ini, pengoptimalan rute pengiriman menggunakan berbagai algoritma dan teknik yang berkembang dari tahun ke tahun, seiring dengan semakin kompleksnya kebutuhan logistik di pasar global.

12. Rute pengiriman dalam logistik berfungsi untuk menghubungkan berbagai titik dalam jaringan distribusi barang, baik itu dari pabrik ke pusat distribusi, atau dari pusat distribusi ke pengecer atau konsumen akhir. Dalam hal ini, distribusi barang harus mempertimbangkan berbagai faktor seperti kapasitas kendaraan, batasan waktu, jarak, dan biaya bahan bakar, serta faktor eksternal lainnya seperti cuaca dan kondisi lalu lintas (Guan et al., 2020).

2. Tantangan Rute Pengiriman

13. Perusahaan modern dihadapkan pada dua tantangan utama dalam pengiriman barang:

- a. Efisiensi biaya

Pengiriman barang adalah salah satu komponen terbesar dalam biaya operasional perusahaan, sehingga perusahaan berusaha keras untuk mengurangi biaya pengiriman.

b. Kecepatan pengiriman

Dengan semakin ketatnya tuntutan pelanggan terhadap waktu pengiriman, perusahaan harus merancang rute yang tidak hanya hemat biaya tetapi juga dapat memenuhi kebutuhan pengiriman yang lebih cepat.

2. 2 .3 *Vehicle Routing Problem (VRP)*

1. Definisi

Vehicle Routing Problem (VRP) adalah adalah suatu permasalahan optimasi yang bertujuan untuk merancang rute pengantaran atau pengumpulan barang yang optimal dari satu atau beberapa depot ke sejumlah pelanggan yang tersebar secara geografis, dengan mempertimbangkan berbagai kendala seperti kapasitas kendaraan, waktu pelayanan, dan batasan operasional lainnya, (Toth & Vigo, 2014). Dalam masalah ini, tujuan utama adalah menemukan rute terbaik bagi kendaraan untuk mengantarkan barang ke sejumlah lokasi dengan berbagai kendala, seperti kapasitas kendaraan, waktu pengiriman, dan batasan lainnya. Secara umum, VRP bertujuan untuk meminimalkan total biaya, jarak tempuh, atau waktu perjalanan, sambil memenuhi semua kebutuhan dan pembatasan yang ada.

2. Sejarah

VRP pertama kali diperkenalkan oleh Dantzig dan Ramser (1959) dalam konteks perencanaan rute pengiriman bahan bakar. Sejak itu, VRP telah berkembang menjadi salah satu topik penelitian yang sangat luas dalam logistik, dengan berbagai varian yang mengakomodasi berbagai kondisi dunia nyata. Secara umum, VRP mengharuskan perencanaan rute pengiriman barang untuk beberapa kendaraan yang berasal dari satu depot atau gudang ke sejumlah titik pengiriman.

3. Tantangan

Tantangan utama dalam VRP adalah menemukan kombinasi rute yang meminimalkan biaya (biasanya waktu atau jarak), sambil memenuhi berbagai kendala seperti kapasitas kendaraan dan waktu pengiriman. VRP dapat dianggap sebagai masalah optimasi kombinatorial, yang dapat dengan cepat menjadi sangat kompleks seiring dengan bertambahnya jumlah titik pengiriman.

4. Varian-Varian dalam *Vehicle Routing Problem*

VRP memiliki berbagai varian yang lebih spesifik, tergantung pada kebutuhan dan pembatasan yang ada dalam suatu sistem distribusi barang. Berikut adalah beberapa varian utama yang dikembangkan pada VRP:

a. *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*

CVRP adalah varian VRP yang mempertimbangkan kapasitas kendaraan dalam perencanaan rute distribusi. Dalam CVRP, setiap kendaraan memiliki kapasitas terbatas untuk membawa barang, yang harus dipertimbangkan ketika menentukan rute yang efisien.

Tujuan dari CVRP adalah untuk mengurangi total jarak atau biaya perjalanan dengan membagi rute pengiriman sedemikian rupa agar setiap kendaraan tidak melebihi kapasitasnya. Dalam penelitian oleh Zhang & Yang (2019), penerapan CVRP menggunakan algoritma heuristik dan metaheuristik dapat mengurangi jarak tempuh hingga 15% dibandingkan dengan metode tradisional dalam konteks pengiriman barang *e-commerce*.

b. *Time Window Vehicle Routing Problem (TWVRP)*

Pada TWVRP, rute pengiriman harus dilakukan dalam waktu tertentu. Setiap titik pengiriman memiliki jendela waktu (*time window*) di mana barang harus dikirim, dan kendaraan harus tiba dalam rentang waktu yang ditentukan. Varian ini sering digunakan dalam pengiriman dengan waktu sensitif, seperti pengiriman barang pada jam tertentu atau pengiriman dalam kondisi darurat.

Menurut Wu et al. (2020), TWVRP sering diterapkan dalam sektor distribusi pangan segar dan barang yang memerlukan pengiriman tepat waktu. Penerapan algoritma metaheuristik seperti Genetic Algorithm pada TWVRP dapat mengurangi waktu pengiriman sebesar 18%, mempercepat pemenuhan permintaan, dan mengurangi pemborosan sumber daya.

c. *Split Delivery Vehicle Routing Problem (SDVRP)*

SDVRP adalah varian yang mengizinkan pembagian pengiriman ke beberapa kendaraan jika diperlukan. Hal ini memberikan fleksibilitas dalam distribusi, di mana pengiriman ke suatu lokasi

dapat dibagi ke beberapa kendaraan untuk mempercepat pengiriman dan mengurangi total biaya transportasi. Penelitian oleh Li & Zhang (2020) menunjukkan bahwa penerapan SDVRP dalam distribusi barang untuk perusahaan besar dapat mengurangi jarak tempuh dan biaya transportasi sebesar 20% dengan memungkinkan pembagian pengiriman ke beberapa kendaraan yang lebih kecil.

d. *Stochastic Vehicle Routing Problem (SVRP)*

SVRP adalah varian VRP di mana permintaan pengiriman atau waktu pengiriman bersifat acak. Misalnya, dalam sistem pengiriman barang yang tidak terduga, variabilitas permintaan atau kondisi lalu lintas yang tidak dapat diprediksi dapat memengaruhi keputusan rute. SVRP mempertimbangkan ketidakpastian ini untuk merencanakan rute yang optimal dalam kondisi yang berubah-ubah. Sohail & Arslan (2020) menerapkan SVRP untuk perusahaan distribusi dengan permintaan acak dan waktu perjalanan yang tidak pasti, menggunakan pendekatan simulasi Monte Carlo untuk memperkirakan permintaan yang tidak terduga, yang menghasilkan penghematan biaya sebesar 12% dibandingkan dengan metode rute deterministik.

5. **Metode Penyelesaian *Vehicle Routing Problem***

Terdapat berbagai metode untuk menyelesaikan VRP, mulai dari metode matematis yang akurat hingga metode heuristik dan metaheuristik yang lebih efisien untuk masalah besar. Berikut adalah beberapa pendekatan terbaru dalam penyelesaian VRP:

a. Algoritma Heuristik

Metode heuristik, seperti algoritma *Saving Matrix*, banyak digunakan untuk mencari solusi yang baik dalam waktu singkat. Algoritma ini sering kali memberikan solusi yang tidak optimal secara matematis, tetapi cukup baik untuk aplikasi dunia nyata yang memerlukan keputusan cepat.

b. Metaheuristik

Metaheuristik adalah algoritma yang lebih kompleks dan lebih kuat daripada heuristik dasar. Beberapa contoh metaheuristik yang digunakan dalam VRP termasuk:

- 1) *Genetic Algorithm* (GA): Algoritma ini bekerja dengan mensimulasikan proses seleksi alam untuk menemukan solusi optimal dengan menggabungkan solusi-solusi yang ada melalui "perkawinan" dan "mutasi" untuk menghasilkan solusi yang lebih baik.
- 2) *Simulated Annealing* (SA): Pendekatan ini bekerja dengan mencoba solusi acak dan kemudian meningkatkan solusi tersebut berdasarkan probabilitas yang menurun secara bertahap.
- 3) *Ant Colony Optimization* (ACO): Terinspirasi oleh cara semut mencari rute terpendek menuju sumber makanan, ACO digunakan untuk menemukan rute optimal dalam VRP.

2.2.4 Metode *Saving Matrix*

1. Definisi

Metode *Saving Matrix* adalah salah satu pendekatan heuristik yang digunakan untuk mengoptimalkan rute distribusi. Metode ini bertujuan

meminimalkan biaya perjalanan atau jarak tempuh dengan merancang rute yang efisien berdasarkan pengurangan biaya antara titik-titik pengiriman. Teori ini didasari oleh konsep *Vehicle Routing Problem* (VRP), di mana kendaraan harus mengunjungi sejumlah titik dengan cara yang paling efisien sambil memperhatikan kendala seperti kapasitas kendaraan.

2. Prinsip Dasar *Saving Matrix*

Saving Matrix menghitung nilai "saving" antara dua titik berdasarkan pengurangan biaya atau jarak dibandingkan dengan melakukan perjalanan langsung ke setiap titik. Nilai ini dihitung dengan formula:

$$S(i,j)=d(i,0)+d(j,0)-d(i,j)$$

Keterangan:

$S(i,j)$ = nilai penghematan antara titik i dan j ,

$d(i,0)$ = jarak antara titik i dan depot,

$d(j,0)$ = jarak antara titik j dan depot,

$d(i,j)$ = jarak langsung antara titik i dan j .

Titik-titik yang menghasilkan penghematan tertinggi diurutkan dan digabungkan ke dalam rute yang sama.

3. Efisiensi *Saving Matrix*

Penelitian oleh Jiang et al. (2020) menunjukkan bahwa metode ini mampu mengurangi biaya distribusi hingga 15% dengan mengurangi jarak tempuh rata-rata dan meningkatkan efisiensi operasional. Hal serupa ditemukan oleh Liu et al. (2019), di mana *Saving Matrix* berhasil mengurangi jarak tempuh hingga 20%, memberikan dampak positif pada pengurangan bahan bakar dan waktu pengiriman. Menurut penelitian oleh Kasih & Maulidina

(2023), Saving Matrix diaplikasikan pada UMKM untuk mengurangi jarak pengiriman makanan hingga 34,5%. Penelitian lain oleh Perdana et al. (2020) menunjukkan bahwa penghematan biaya transportasi mencapai 16% ketika diterapkan pada perusahaan manufaktur.

4. Keunggulan

Keunggulan Metode *Saving Matrix* adalah :

- a. Implementasi yang sederhana: *Saving Matrix* memiliki langkah-langkah algoritmik yang mudah diterapkan pada permasalahan distribusi.
- b. Efektivitas biaya: Metode ini mengurangi perjalanan yang tidak perlu, yang langsung berdampak pada biaya operasional.
- c. Fleksibilitas: Dapat diterapkan pada berbagai skenario distribusi, termasuk yang melibatkan kendaraan dengan kapasitas terbatas.

5. Kelemahan

Sedangkan untuk keterbatasan metode *Saving Matrix* adalah:

- a. Ketergantungan pada data awal: Hasil metode ini sangat tergantung pada akurasi data jarak dan waktu.
- b. Tidak selalu optimal secara global: *Saving Matrix* memberikan solusi praktis tetapi tidak selalu merupakan solusi terbaik dari segi matematik.

2.3 Kerangka Penelitian



