

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori dan Konsep Distribusi

Distribusi merupakan salah satu komponen kunci dalam manajemen rantai pasokan yang mencakup serangkaian kegiatan yang diperlukan untuk mengantarkan produk dari produsen ke konsumen (Hertina et al., 2023). Dalam konteks UMKM, distribusi yang efektif tidak hanya berpengaruh pada kepuasan pelanggan, tetapi juga pada keberlangsungan dan pertumbuhan bisnis (Safira, 2025). Berikut adalah beberapa aspek penting dari teori dan konsep distribusi:

2.1.1 Definisi Distribusi

Distribusi dapat didefinisikan sebagai proses yang mencakup semua aktivitas yang terlibat dalam pengiriman produk dari titik produksi ke titik konsumsi (Karundeng et al., 2018). Proses ini meliputi perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian aliran barang serta informasi yang terkait (Purbasari et al., 2023). Distribusi yang baik memastikan bahwa produk tersedia di tempat yang tepat, pada waktu yang tepat, dan dalam jumlah yang tepat.

2.1.2 Jenis-jenis Saluran Distribusi

Saluran distribusi dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, antara lain:

a. Saluran Langsung

Dalam saluran ini, produsen menjual produk langsung kepada konsumen tanpa perantara. Contohnya adalah penjualan melalui website resmi atau toko fisik milik produsen.

b. Saluran Tidak Langsung

Dalam saluran ini, terdapat perantara seperti grosir, pengecer, atau distributor yang membantu menjual produk kepada konsumen. Saluran ini umum digunakan oleh UMKM untuk memperluas jangkauan pasar.

c. Saluran Multi-Tingkatan

Ini adalah kombinasi dari saluran langsung dan tidak langsung, di mana produk dapat melalui beberapa perantara sebelum sampai ke konsumen akhir.

2.1.3 Fungsi Distribusi

Distribusi memiliki beberapa fungsi penting, antara lain:

a. Transportasi

Memindahkan produk dari lokasi produksi ke lokasi konsumsi. Transportasi yang efisien dapat mengurangi biaya dan waktu pengiriman.

b. Penyimpanan

Menyimpan produk dalam jumlah tertentu untuk memenuhi permintaan konsumen. Penyimpanan yang baik membantu menghindari kekurangan stok.

c. Pengelolaan Persediaan

Mengelola jumlah produk yang tersedia untuk memastikan ketersediaan tanpa mengalami kelebihan stok yang dapat menyebabkan kerugian.

d. Pengolahan Pesanan

Memproses dan memenuhi pesanan dari konsumen dengan cepat dan akurat. Pengolahan pesanan yang efisien meningkatkan kepuasan pelanggan.

2.1.4 Pentingnya Efisiensi Distribusi

Efisiensi dalam distribusi sangat penting bagi perusahaan, terutama UMKM, karena:

a. Keunggulan Kompetitif

Menurut Chopra dan Meindl (2020), perusahaan yang mampu mendistribusikan produknya secara efisien akan memiliki keunggulan kompetitif di pasar. Efisiensi distribusi dapat menurunkan biaya operasional dan meningkatkan profitabilitas.

b. Kepuasan Pelanggan

Distribusi yang efektif memastikan produk sampai ke tangan konsumen tepat waktu, yang berkontribusi pada kepuasan

pelanggan. Kepuasan pelanggan yang tinggi dapat meningkatkan loyalitas dan menciptakan hubungan jangka panjang.

c. Responsif terhadap Permintaan Pasar

Dengan sistem distribusi yang efisien, UMKM dapat lebih responsif terhadap perubahan permintaan pasar. Kemampuan untuk menyesuaikan diri dengan cepat terhadap permintaan konsumen dapat meningkatkan daya saing.

2.1.5 Perhitungan Waktu dan Biaya Distribusi

Dalam kegiatan distribusi, waktu tempuh dan biaya operasional merupakan dua komponen penting yang perlu diperhitungkan untuk menilai tingkat efisiensi suatu rute pengiriman (RAHMAN, 2025). Perhitungan kedua komponen tersebut dalam penelitian ini didasarkan pada konsep dasar dalam ilmu fisika dan manajemen transportasi.

Perhitungan waktu tempuh mengacu pada konsep dasar kinematika yang menyatakan bahwa waktu merupakan hasil pembagian antara jarak tempuh dengan kecepatan rata-rata kendaraan. Secara matematis, hubungan tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Waktu Tempuh = \frac{Jarak}{Kecepatan} \quad (1)$$

Karena satuan kecepatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kilometer per jam (km/jam), maka hasil waktu tempuh yang diperoleh dikonversikan ke dalam satuan menit dengan mengalikan hasil perhitungan dengan angka 60. Dengan demikian, rumus waktu tempuh yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

$$Waktu Tempuh = \frac{Jarak}{Kecepatan} \times 60$$

Sementara itu, perhitungan biaya distribusi dalam penelitian ini didasarkan pada konsumsi bahan bakar kendaraan. Biaya bahan bakar dihitung dengan menentukan jumlah bahan bakar yang digunakan selama perjalanan, yang diperoleh dari pembagian antara jarak tempuh dengan konsumsi bahan bakar kendaraan per liter. Selanjutnya, jumlah bahan bakar yang digunakan dikalikan dengan harga bahan bakar untuk

memperoleh total biaya yang dikeluarkan. Secara matematis, rumus tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Biaya\ Distribusi = \frac{Jarak\ Tempuh}{Konsumsi\ BBM} \times Harga\ BBM \quad (2)$$

Pendekatan ini umum digunakan dalam analisis biaya operasional kendaraan, khususnya dalam bidang transportasi dan logistik, untuk mengestimasi pengeluaran yang berkaitan dengan penggunaan bahan bakar.

2.1.6 Tantangan dalam Distribusi untuk UMKM

UMKM sering menghadapi beberapa tantangan dalam proses distribusi, antara lain:

a. Keterbatasan Sumber Daya

UMKM sering kali memiliki sumber daya yang terbatas, baik dari segi finansial maupun infrastruktur, yang dapat menghambat kemampuan mereka untuk mendistribusikan produk secara efisien.

b. Persaingan yang Ketat

Dalam pasar yang kompetitif, UMKM harus berjuang untuk mendapatkan perhatian konsumen dan bersaing dengan perusahaan besar yang memiliki jaringan distribusi yang lebih luas.

c. Perubahan Teknologi dan Preferensi Konsumen

Perkembangan teknologi dan perubahan preferensi konsumen dapat mempengaruhi cara distribusi dilakukan. UMKM perlu beradaptasi dengan cepat untuk tetap relevan.

2.2 Metode Nearest Neighbor

Metode *Nearest Neighbor* (NN) adalah algoritma yang sering digunakan dalam optimasi rute pengiriman dan pengolahan data (Lorinez et al., 2025). Metode ini dikenal karena kesederhanaannya dan kemampuannya untuk memberikan solusi yang cukup baik dalam waktu yang relatif singkat (Sianipar et al., 2024). Dalam konteks pengiriman, metode ini membantu dalam

menentukan urutan kunjungan ke lokasi pelanggan dengan cara memilih lokasi terdekat sebagai tujuan berikutnya.

2.2.1 Prinsip Dasar Metode *Nearest Neighbor*

Prinsip dasar dari metode *Nearest Neighbor* adalah sebagai berikut:

a. Pemilihan Titik Awal

Algoritma dimulai dengan memilih titik awal, yaitu lokasi pengirim (misalnya, gudang atau lokasi produksi).

b. Pencarian Titik Terdekat

Dari titik awal, algoritma mencari titik terdekat yang belum dikunjungi. Jarak dapat dihitung menggunakan berbagai metrik, seperti jarak *Euclidean* atau jarak *Manhattan*.

c. Kunjungan dan Pembaruan Status

Setelah mengunjungi titik terdekat, algoritma memperbarui status titik tersebut menjadi "sudah dikunjungi" dan mengulangi proses pencarian untuk titik berikutnya hingga semua titik tujuan telah dikunjungi.

d. Kembali ke Titik Awal

Setelah semua lokasi dikunjungi, algoritma mengembalikan rute ke titik awal, menyelesaikan siklus perjalanan.

2.2.2 Kelebihan Metode *Nearest Neighbor*

Metode *Nearest Neighbor* memiliki beberapa kelebihan, antara lain:

a. Sederhana dan Mudah Dipahami

Algoritma ini mudah diimplementasikan dan dipahami, membuatnya menjadi pilihan yang baik untuk pengguna yang baru mengenal optimasi rute.

b. Waktu Komputasi Cepat

Metode NN dapat memberikan solusi dalam waktu singkat, sehingga cocok untuk aplikasi yang memerlukan respons cepat, seperti dalam distribusi barang.

c. Efektif untuk Rute Pendek

Metode ini sangat efektif untuk rute dengan jumlah titik pengiriman yang terbatas, di mana kompleksitas perhitungan tidak terlalu tinggi.

2.2.3 Kekurangan Metode *Nearest Neighbor*

Meskipun memiliki banyak kelebihan, metode *Nearest Neighbor* juga memiliki beberapa kelemahan:

a. Tidak Menjamin Solusi Optimal

Metode ini tidak selalu memberikan rute yang optimal. Dalam beberapa kasus, rute yang dihasilkan bisa lebih panjang dibandingkan dengan algoritma optimasi lainnya.

b. Sensitif terhadap Titik Awal

Hasil dari metode ini dapat bervariasi tergantung pada pemilihan titik awal. Pemilihan titik awal yang kurang tepat dapat menghasilkan rute yang tidak efisien.

c. Kurang Efektif untuk Rute yang Kompleks

Untuk rute dengan banyak titik pengiriman atau kondisi geografis yang rumit, metode ini mungkin tidak memberikan solusi yang memadai.

2.2.4 Aplikasi Metode *Nearest Neighbor* dalam Logistik

Metode *Nearest Neighbor* telah diterapkan dalam berbagai konteks logistik, antara lain:

a. Pengiriman Barang

Banyak perusahaan logistik menggunakan metode ini untuk merencanakan rute pengiriman barang, terutama ketika jumlah titik tujuan tidak terlalu banyak.

b. Perencanaan Rute untuk Layanan Darurat

Dalam situasi darurat, seperti ambulans atau pemadam kebakaran, metode NN dapat digunakan untuk menentukan rute tercepat menuju lokasi kejadian.

c. Distribusi Makanan dan Minuman

Perusahaan yang bergerak di bidang distribusi makanan sering menggunakan metode ini untuk mengoptimalkan pengiriman ke berbagai lokasi pelanggan.

2.2.5 Implementasi Metode *Nearest Neighbor*

Implementasi metode *Nearest Neighbor* dalam konteks pengiriman produk dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Pengumpulan Data

Mengumpulkan data lokasi pelanggan dan jarak antar lokasi.

b. Pemilihan Algoritma

Menggunakan algoritma NN untuk menghitung rute pengiriman berdasarkan data yang dikumpulkan.

c. Analisis Hasil

Menganalisis hasil rute yang dihasilkan untuk menentukan efisiensi dan efektivitasnya dibandingkan dengan rute yang ada sebelumnya.

d. Penerapan dan Evaluasi

Menerapkan rute yang dihasilkan dalam proses distribusi nyata dan melakukan evaluasi terhadap waktu dan biaya pengiriman.

2.3 Penggunaan Algoritma dalam Rute Pengiriman

Penggunaan algoritma dalam optimasi rute pengiriman telah menjadi fokus banyak penelitian, karena dapat memberikan solusi yang efisien untuk masalah logistik yang kompleks (Adhim et al., 2025). Berbagai algoritma, termasuk heuristik dan algoritma optimasi lainnya, telah terbukti efektif dalam mengurangi waktu dan biaya pengiriman (HAERUNNISYA, 2025). Penelitian oleh Wang et al. (2019) menunjukkan bahwa penerapan algoritma seperti *Nearest Neighbor* dapat memberikan dampak positif yang signifikan dalam proses distribusi.

2.3.1 Jenis-jenis Algoritma untuk Optimasi Rute

Beberapa jenis algoritma yang umum digunakan dalam optimasi rute pengiriman meliputi:

a. Algoritma Heuristik

1) *Nearest Neighbor*

Seperti yang telah dibahas sebelumnya, algoritma ini memilih lokasi terdekat untuk dikunjungi berikutnya, sehingga meminimalkan jarak tempuh.

2) Algoritma Genetika

Menggunakan prinsip seleksi alam untuk menemukan solusi optimal dengan menciptakan generasi solusi dan memilih yang terbaik dari setiap generasi.

b. Algoritma *Exact* (Tepat)

1) *Branch and Bound*

Metode ini mencari solusi optimal dengan membagi masalah menjadi sub-masalah yang lebih kecil dan mengevaluasi setiap kemungkinan solusi.

2) *Dynamic Programming*

Metode ini memecahkan masalah dengan membagi menjadi beberapa sub-masalah yang lebih kecil dan menyimpan hasilnya untuk digunakan kembali.

c. Algoritma Metaheuristik

1) *Simulated Annealing*

Mengadaptasi proses pendinginan dalam fisika untuk menemukan solusi optimal dengan memperbolehkan solusi buruk pada awalnya untuk menghindari terjebak dalam solusi lokal.

2) *Ant Colony Optimization*

Menggunakan perilaku koloni semut dalam mencari makanan untuk menemukan rute terbaik berdasarkan pengalaman kolektif.

2.3.2 Keuntungan Penggunaan Algoritma dalam Rute Pengiriman

Penggunaan algoritma dalam optimasi rute pengiriman memiliki beberapa keuntungan, antara lain:

a. Pengurangan Biaya

Dengan mengoptimalkan rute, perusahaan dapat mengurangi biaya bahan bakar dan biaya operasional lainnya yang terkait dengan pengiriman.

b. Peningkatan Efisiensi Waktu

Algoritma dapat membantu mengurangi waktu pengiriman, yang berkontribusi pada kepuasan pelanggan dan meningkatkan daya saing perusahaan.

c. Fleksibilitas dalam Perencanaan Rute

Algoritma memungkinkan perencanaan rute yang lebih fleksibel dengan mempertimbangkan variabel yang dinamis, seperti kondisi lalu lintas dan cuaca.

2.3.3 Tantangan dalam Penggunaan Algoritma

Meskipun banyak manfaatnya, penggunaan algoritma dalam optimasi rute juga menghadapi beberapa tantangan:

a. Kompleksitas Data

Pengumpulan dan analisis data yang diperlukan untuk algoritma dapat menjadi rumit, terutama dalam situasi di mana data tidak lengkap atau tidak akurat.

b. Variabilitas Kondisi

Perubahan kondisi lalu lintas, cuaca, dan faktor eksternal lainnya dapat mempengaruhi efektivitas algoritma dalam merencanakan rute.

c. Keterbatasan Algoritma

Beberapa algoritma mungkin tidak dapat menangani situasi yang sangat kompleks atau tidak dapat memberikan solusi optimal dalam waktu yang wajar.

2.3.4 Studi Kasus dan Penelitian Terkait

Penelitian oleh Wang et al. (2019) menunjukkan bahwa penerapan algoritma heuristik seperti *Nearest Neighbor* dapat mengurangi waktu dan biaya pengiriman secara signifikan. Dalam studi tersebut, peneliti mempertimbangkan variabel seperti:

a. Kondisi Lalu Lintas

Menggunakan data *real-time* untuk memperkirakan waktu tempuh dan menyesuaikan rute secara dinamis.

b. Waktu Pengiriman

Mempertimbangkan waktu terbaik untuk melakukan pengiriman agar dapat menghindari kemacetan dan keterlambatan.

Penelitian lain oleh Sari dan Hidayat (2022) juga menunjukkan bahwa penggunaan algoritma dalam pengoptimalan rute distribusi pada UMKM di sektor makanan berhasil meningkatkan efisiensi distribusi hingga 30%. Temuan ini menunjukkan bahwa dengan penerapan teknologi dan algoritma yang tepat, UMKM dapat bersaing lebih baik di pasar yang kompetitif.

2.3.5 Implementasi Algoritma dalam Praktik

Implementasi algoritma dalam rute pengiriman dapat dilakukan melalui langkah-langkah berikut:

a. Pengumpulan Data

Mengumpulkan data lokasi, jarak antar titik, dan variabel lain yang relevan.

b. Pemilihan Algoritma

Memilih algoritma yang sesuai berdasarkan kompleksitas masalah dan sumber daya yang tersedia.

c. Pengujian dan Validasi

Menguji algoritma dengan data historis untuk memastikan akurasi dan efektivitasnya.

d. Penerapan dalam Proses Nyata

Menerapkan algoritma dalam proses distribusi nyata dan memantau hasilnya untuk evaluasi lebih lanjut.

2.4 Proses Pengelolaan Rute Pengiriman

Proses pengelolaan rute pengiriman merupakan bagian krusial dalam manajemen rantai pasokan yang mencakup serangkaian langkah untuk memastikan bahwa produk sampai ke konsumen dengan cara yang paling efisien dan efektif (Kushariyadi & Apriyanto, 2025). Menurut Jabbour et al. (2020), pendekatan yang sistematis dalam pengelolaan rute tidak hanya membantu perusahaan dalam merencanakan distribusi, tetapi juga memungkinkan mereka untuk mengidentifikasi dan mengatasi masalah yang muncul selama proses. Berikut adalah langkah-langkah utama dalam proses pengelolaan rute pengiriman:

2.4.1 Perencanaan Rute

Perencanaan rute adalah langkah awal yang penting dalam proses pengelolaan rute pengiriman. Dalam tahap ini, perusahaan harus mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk:

a. Identifikasi Titik Pengiriman

Mengumpulkan data mengenai lokasi pelanggan dan titik pengiriman yang harus dikunjungi.

b. Analisis Jarak dan Waktu

Menggunakan data geografis untuk menghitung jarak dan estimasi waktu yang diperlukan untuk mencapai setiap titik pengiriman.

c. Penggunaan Algoritma

Menerapkan algoritma optimasi, seperti *Nearest Neighbor* atau algoritma heuristik lainnya, untuk merencanakan rute yang paling efisien.

d. Pertimbangan Variabel Eksternal

Mempertimbangkan faktor-faktor seperti kondisi lalu lintas, cuaca, dan waktu pengiriman untuk mengoptimalkan rute.

2.4.2 Pelaksanaan Rute

Setelah rute direncanakan, langkah selanjutnya adalah pelaksanaan. Pada tahap ini, perusahaan harus memastikan bahwa rute

yang telah ditentukan dapat diikuti dengan baik. Beberapa aspek penting dalam pelaksanaan meliputi:

a. Koordinasi Tim Pengiriman

Memastikan bahwa tim pengiriman memahami rute yang telah direncanakan dan dapat melaksanakan tugas mereka dengan baik.

b. Penyediaan Alat dan Sumber Daya

Menyediakan kendaraan yang sesuai dan sumber daya lain yang diperlukan untuk mendukung proses pengiriman.

c. Penggunaan Teknologi Informasi

Menggunakan aplikasi atau perangkat lunak pemetaan untuk memandu pengemudi selama perjalanan, sehingga mereka dapat mengikuti rute yang telah ditentukan secara akurat.

2.4.3 Pemantauan dan Evaluasi

Pemantauan dan evaluasi adalah langkah penting dalam proses pengelolaan rute pengiriman untuk memastikan bahwa semua berjalan sesuai rencana. Pada tahap ini, perusahaan harus melakukan:

a. Pelacakan Pengiriman

Menggunakan teknologi GPS dan sistem pelacakan untuk memantau posisi kendaraan dan status pengiriman secara *real-time*.

b. Pengumpulan Data Kinerja

Mengumpulkan data mengenai waktu pengiriman, biaya, dan kepuasan pelanggan untuk mengevaluasi efektivitas rute yang telah diterapkan.

c. Analisis Masalah

Mengidentifikasi dan menganalisis masalah yang muncul selama pengiriman, seperti keterlambatan atau masalah teknis, untuk menemukan solusi yang tepat.

2.4.4 Penggunaan Teknologi Informasi

Penggunaan teknologi informasi dalam proses pengelolaan rute pengiriman semakin penting karena dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi. Beberapa teknologi yang dapat digunakan meliputi:

a. Sistem Manajemen Rantai Pasokan (SCM)

Memungkinkan integrasi data dari berbagai sumber dan memberikan visibilitas yang lebih baik terhadap proses distribusi.

b. Aplikasi Pemetaan dan Navigasi

Aplikasi seperti Google Maps atau perangkat lunak khusus untuk logistik dapat membantu pengemudi menemukan rute terbaik dan menghindari kemacetan.

c. Sistem Pelacakan *Real-Time*

Teknologi GPS dan sistem pelacakan memungkinkan perusahaan untuk memantau pengiriman secara langsung, memberikan informasi yang akurat kepada pelanggan, dan meningkatkan transparansi.

2.4.5 Tantangan dalam Pengelolaan Rute Pengiriman

Meskipun proses pengelolaan rute pengiriman memiliki banyak manfaat, ada beberapa tantangan yang perlu diatasi:

a. Variabilitas Kondisi

Perubahan kondisi lalu lintas, cuaca, dan faktor eksternal lainnya dapat mempengaruhi rute yang telah direncanakan.

b. Keterbatasan Sumber Daya

UMKM sering kali memiliki keterbatasan dalam hal sumber daya dan teknologi, yang dapat membatasi kemampuan mereka untuk mengelola rute secara efektif.

c. Kompleksitas Data

Pengumpulan dan analisis data yang diperlukan untuk perencanaan rute dapat menjadi rumit, terutama jika data tidak lengkap atau tidak akurat.

2.5 Travelling Salesman Problem (TSP)

2.5.1 Pengertian Travelling Salesman Problem

Travelling Salesman Problem (TSP) merupakan salah satu permasalahan klasik dalam bidang optimasi, khususnya dalam kajian riset operasi dan ilmu komputer (Azzahra et al., 2024). Permasalahan ini menggambarkan seorang penjual (salesman) yang harus mengunjungi sejumlah kota atau lokasi dengan tujuan untuk menemukan rute perjalanan yang paling efisien. Setiap kota harus dikunjungi tepat satu kali dan perjalanan harus berakhir kembali ke titik awal keberangkatan.

Dalam TSP, setiap lokasi direpresentasikan sebagai simpul (node), sedangkan hubungan antar lokasi dinyatakan dalam bentuk jarak atau biaya yang disusun dalam matriks jarak. Tujuan utama dari permasalahan ini adalah untuk meminimalkan total jarak tempuh atau biaya perjalanan yang harus dikeluarkan oleh salesman tersebut.

Permasalahan TSP termasuk ke dalam kategori permasalahan kombinatorial yang kompleks (*NP-hard*), yang berarti bahwa jumlah kemungkinan solusi akan meningkat secara eksponensial seiring bertambahnya jumlah titik (FITRI, 2024). Oleh karena itu, untuk kasus dengan jumlah titik yang besar, penyelesaian secara eksak menjadi tidak efisien, sehingga diperlukan pendekatan heuristik atau metaheuristik untuk memperoleh solusi yang mendekati optimal dalam waktu yang lebih singkat.

2.5.2 Karakteristik TSP

Travelling Salesman Problem memiliki beberapa karakteristik utama yang membedakannya dari permasalahan optimasi lainnya (Kirana, 2025). Karakteristik yang dimaksud yaitu:

1. Setiap titik atau lokasi harus dikunjungi tepat satu kali tanpa adanya pengulangan kunjungan. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh lokasi telah terlayani secara efisien.

2. Perjalanan dimulai dan diakhiri pada titik yang sama, yang biasanya disebut sebagai depot atau titik awal. Kondisi ini menjadikan rute yang terbentuk bersifat siklik (*tour*).
3. Dalam TSP tidak terdapat batasan kapasitas atau kendala tambahan lainnya, sehingga fokus utama hanya pada minimisasi jarak atau biaya perjalanan.
4. Solusi dari TSP bersifat global, dimana perubahan kecil pada urutan kunjungan dapat berdampak signifikan terhadap total jarak tempuh. Oleh karena itu, pencarian solusi optimal menjadi tantangan tersendiri dalam permasalahan ini.

Karakteristik-karakteristik tersebut menjadikan TSP sebagai model dasar dalam berbagai permasalahan optimasi rute, termasuk dalam distribusi barang dan logistik.

2.5.3 Metode Penyelesaian TSP

Penyelesaian TSP dapat dilakukan dengan berbagai pendekatan, baik metode eksak maupun metode heuristik (Setyorini et al., 2026). Metode eksak seperti *brute force*, *dynamic programming*, dan *branch and bound* mampu menghasilkan solusi optimal, namun membutuhkan waktu komputasi yang sangat besar untuk jumlah titik yang banyak.

Oleh karena itu, dalam praktiknya sering digunakan metode heuristik yang mampu menghasilkan solusi mendekati optimal dengan waktu komputasi yang lebih cepat. Salah satu metode heuristik yang umum digunakan adalah metode *Nearest Neighbor*, yaitu dengan memilih titik terdekat dari posisi saat ini yang belum dikunjungi (Anshar & Fauzi, 2025). Proses ini dilakukan secara berulang hingga seluruh titik dikunjungi dan kembali ke titik awal.

Meskipun metode heuristik tidak selalu menghasilkan solusi optimal global, namun metode ini cukup efektif untuk permasalahan dengan skala kecil hingga menengah, serta mudah untuk diimplementasikan dalam berbagai aplikasi praktis.

2.5.4 Keterkaitan TSP dengan Penelitian

Dalam konteks penelitian ini, konsep *Travelling Salesman Problem* digunakan sebagai dasar dalam memahami permasalahan optimasi rute distribusi. TSP memberikan gambaran bagaimana menentukan urutan kunjungan yang efisien untuk meminimalkan jarak tempuh.

Namun permasalahan distribusi pada UMKM Al Rumi tidak hanya melibatkan aspek jarak, tetapi juga mempertimbangkan keterbatasan kapasitas kendaraan dalam mengangkut produk. Oleh karena itu, model TSP dikembangkan lebih lanjut menjadi *Vehicle Routing Problem (VRP)*, yang mampu mengakomodasi berbagai kendala tambahan, khususnya kapasitas kendaraan. Dengan demikian, TSP berperan sebagai landasan teoritis yang mendukung pengembangan model yang lebih kompleks sesuai dengan kebutuhan penelitian.

2.6 *Vehicle Routing Problem (VRP)*

2.6.1 Pengertian *Vehicle Routing Problem (VRP)*

Vehicle Routing Problem (VRP) merupakan pengembangan dari *Travelling Salesman Problem* yang dirancang untuk menyelesaikan permasalahan distribusi barang menggunakan lebih dari satu kendaraan (Azmi, 2024). Dalam VRP, tujuan utamanya adalah menentukan rute optimal bagi setiap kendaraan untuk melayani sejumlah pelanggan, dengan mempertimbangkan berbagai kendala operasional yang ada.

Berbeda dengan TSP yang hanya melibatkan satu rute perjalanan, VRP memungkinkan terbentuknya beberapa rute (*multi-trip*) yang masing-masing dilayani oleh kendaraan yang berbeda atau oleh kendaraan yang sama dalam beberapa perjalanan.

Selain itu, VRP juga mempertimbangkan faktor-faktor seperti kapasitas kendaraan, jumlah kendaraan, permintaan pelanggan, serta kondisi operasional lainnya. Oleh karena itu, VRP lebih realistis dan banyak digunakan dalam sistem logistik dan distribusi di dunia nyata.

2.6.2 Jenis-Jenis VRP

Vehicle Routing Problem memiliki berbagai variasi yang dikembangkan sesuai dengan kompleksitas permasalahan yang dihadapi (Dewi & Mashuda, 2022). Jenis-jenis VRP antara lain:

1. *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)*, yaitu VRP dengan batasan kapasitas kendaraan.
2. *VRP with Time Windows (VRPTW)* yang mempertimbangkan batas waktu pelayanan pada setiap pelanggan, sehingga distribusi harus dilakukan dalam rentang waktu tertentu.
3. *Multi Depot VRP (MDVRP)*, dimana terdapat lebih dari satu depot sebagai titik awal distribusi.
4. *Open VRP (OVRP)*, dimana kendaraan tidak diwajibkan kembali ke depot setelah menyelesaikan rute.

Dalam penelitian ini, jenis VRP yang digunakan adalah CVRP karena sesuai dengan kondisi nyata UMKM Al Rumi yang memiliki keterbatasan kapasitas kendaraan dalam proses distribusi.

2.6.3 Karakteristik CVRP

Capacitated Vehicle Routing Problem memiliki karakteristik yang lebih kompleks dibandingkan TSP. Setiap pelanggan harus tetap dikunjungi tepat satu kali, namun terdapat tambahan kendala berupa kapasitas kendaraan yang tidak boleh dilampaui (DANU TIRTA GUNX, 2026).

Setiap rute harus dimulai dan diakhiri di depot, serta total permintaan pelanggan dalam satu rute harus berada di bawah atau sama dengan kapasitas maksimum kendaraan.

Selain itu, tujuan utama tetap sama, yaitu meminimalkan total jarak tempuh atau biaya distribusi. Namun, dengan adanya kendala kapasitas, proses penentuan rute menjadi lebih kompleks karena harus mempertimbangkan kombinasi pelanggan yang dapat dimasukkan dalam satu perjalanan.

Karakteristik ini sangat relevan dengan kondisi distribusi pada UMKM Al Rumi, dimana kendaraan yang digunakan memiliki

kapasitas terbatas sehingga tidak semua permintaan dapat dilayani dalam satu kali perjalanan.

2.6.4 Metode Penyelesaian VRP

Permasalahan VRP dapat diselesaikan menggunakan berbagai metode, baik metode eksak maupun heuristik dan metaheuristik. Metode eksak seperti *branch and bound* mampu memberikan solusi optimal, namun memiliki keterbatasan dalam menangani permasalahan dengan skala besar.

Oleh karena itu, banyak penelitian menggunakan metode heuristik seperti *Nearest Neighbor*, *Savings Algorithm*, serta metode metaheuristik seperti *Genetic Algorithm* dan *Simulated Annealing* untuk memperoleh solusi yang lebih efisien.

Dalam penelitian ini, penyelesaian permasalahan CVRP dilakukan menggunakan metode heuristik yaitu metode *Nearest Neighbor* dengan bantuan Solver pada Microsoft Excel. Solver digunakan untuk menentukan kombinasi rute yang meminimalkan total jarak tempuh dengan tetap memperhatikan kendala kapasitas kendaraan dan permintaan pelanggan.

2.6.5 Keterkaitan VRP dengan Penelitian

Penelitian ini secara langsung mengadopsi model *Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP)* dalam menyelesaikan permasalahan distribusi produk pada UMKM Al Rumi. Hal ini dikarenakan adanya keterbatasan kapasitas kendaraan yang menjadi kendala utama dalam proses distribusi.

Dengan menggunakan pendekatan CVRP, penelitian ini tidak hanya berfokus pada minimisasi jarak tempuh, tetapi juga memastikan bahwa setiap rute yang terbentuk dapat memenuhi permintaan pelanggan tanpa melanggar batas kapasitas kendaraan. Hasil dari penerapan model ini diharapkan dapat memberikan solusi rute distribusi yang lebih efisien dan aplikatif, serta dapat dijadikan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengelolaan sistem distribusi pada UMKM Al Rumi.

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan salah satu komponen penting dalam penyusunan karya ilmiah. Melalui kajian terhadap penelitian-penelitian sebelumnya, peneliti dapat memperoleh gambaran mengenai metode, pendekatan, serta hasil yang telah dicapai oleh peneliti lain dalam menyelesaikan permasalahan yang sejenis. Dalam rangka memperkuat landasan teori dan memberikan konteks yang lebih luas terhadap penelitian ini, berikut disajikan tabel yang merangkum beberapa penelitian terdahulu yang relevan.

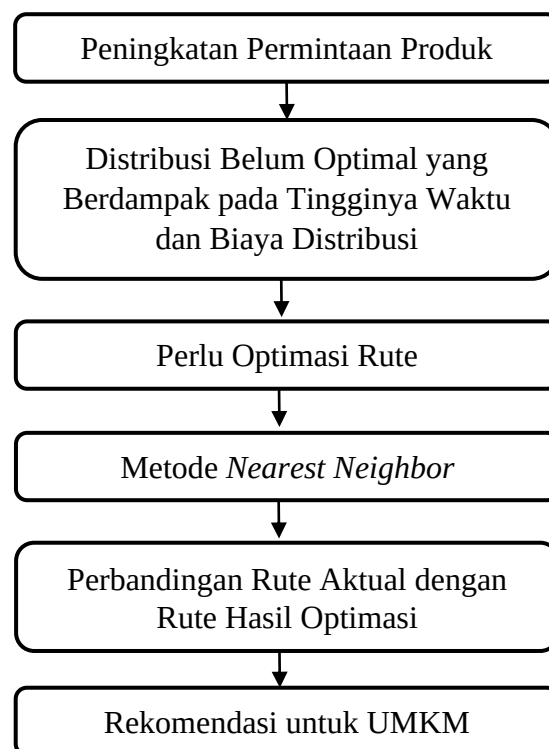
Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Tahun	Judul	Metode	Hasil	Persamaan dengan Penelitian Ini	Perbedaan dengan Penelitian Ini
Adhim et al.	2025	Optimasi Ongkir dan Rute Pengiriman Menggunakan Haversine Formula dan Algoritma Kruskal	Haversine, Kruskal	Mengurangi biaya transportasi secara signifikan	Menggunakan algoritma untuk optimasi rute	Fokus pada Haversine dan Kruskal, bukan <i>Nearest Neighbor</i>
Oetomo et al.	2022	Penentuan Rute Pengiriman Produk dengan Meminimalkan Biaya Transportasi Menggunakan Metode Saving Matrik dan <i>Nearest Neighbour</i> di PT. Aisyah Berkah Utama	Saving Matrik, <i>Nearest Neighbor</i>	Rute lebih efisien dibandingkan metode tradisional	Menggunakan <i>Nearest Neighbor</i>	Kombinasi dengan metode Saving Matrik
Lestari et al.	2025	Optimalisasi Penentuan Jalur Distribusi Terpendek dalam Pengiriman Produk Chemical Pembersih Kolam Renang	<i>Nearest Neighbor</i>	Meningkatkan efisiensi pengiriman	Fokus pada <i>Nearest Neighbor</i>	Konteks produk kimia, bukan produk makanan

		Menggunakan Metode <i>Nearest Neighbor</i>				
Rohmah	2026	Analisis Optimasi Rute Distribusi Barang Menggunakan <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP) Model <i>Sweep Method</i> pada PT. XYZ	<i>Vehicle Routing Problem, Sweep Method</i>	Mengurangi waktu dan biaya pengiriman secara signifikan	Menyasar optimasi rute distribusi	Menggunakan model VRP, bukan <i>Nearest Neighbor</i>
Manhitu et al.	2025	Implementasi Algoritma <i>K-Nearest Neighbor</i> untuk Klasifikasi Omset Usaha Mikro di Kabupaten Timor Tengah Utara	<i>K-Nearest Neighbor</i>	Meningkatkan pengambilan keputusan	Menggunakan algoritma <i>K-Nearest Neighbor</i>	Tidak fokus pada optimasi rute pengiriman

2.8 Kerangka Berpikir

Berdasarkan permasalahan yang terjadi pada sistem distribusi UMKM Peyek Kacang Al Rumi, diperlukan suatu metode untuk mengoptimalkan rute pengiriman agar jarak tempuh dan biaya distribusi dapat diminimalkan. Penelitian ini menggunakan metode *Nearest Neighbor* yang dikenal memiliki kompleksitas rendah dan mudah diterapkan, khususnya pada sistem distribusi dengan satu kendaraan. Melalui tahapan identifikasi lokasi, perhitungan jarak, penyusunan matriks jarak, hingga penentuan rute optimal, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan solusi berupa rute distribusi yang lebih efisien dibandingkan dengan kondisi aktual.



Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir