

Optimalisasi Rute Distribusi Donatqu Menggunakan Algoritma Nearest Neighbor Berbasis Model Arus Jaringan

Dzaki Bangkit Jaladara¹, Diaz Prisyen Prisila², Tsursila Larasati³, Hendrik Saputro⁴, Herliyani Hasanah⁵

Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Duta Bangsa Surakarta
Jl. Bhayangkara No.55, Tipes, Kec. Serengan, Kota Surakarta, Jawa Tengah, 57154
Telp. (0852-3478-9290)
E-mail: 240101040@mhs.udb.ac.id

Abstrak

Efisiensi distribusi merupakan faktor kunci dalam keberhasilan usaha kuliner untuk meminimalkan biaya operasional dan menjaga kualitas produk. Penelitian ini dilakukan pada Donatqu, sebuah usaha mikro yang menghadapi kendala dalam penentuan rute pengiriman ke tujuh titik mitra sekolah di Kecamatan Kepil dan Bener. Saat ini, rute distribusi ditentukan berdasarkan intuisi kurir, mengakibatkan jarak tempuh yang tidak efisien dan biaya bahan bakar yang tinggi. Tujuan penelitian ini adalah menentukan rute distribusi terpendek guna meningkatkan efisiensi operasional.

Metode yang digunakan adalah Traveling Salesman Problem (TSP) dengan algoritma Nearest Neighbor, yaitu metode heuristik yang memilih titik tujuan terdekat yang belum dikunjungi sebagai langkah berikutnya. Data yang digunakan adalah jarak aktual antar titik distribusi. Validasi hasil perhitungan manual dilakukan menggunakan perangkat lunak POM-QM for Windows v5.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rute distribusi eksisting memiliki total jarak tempuh sebesar 40,5 km dengan pola pergerakan yang tidak terstruktur. Penerapan algoritma Nearest Neighbor menghasilkan rute usulan dengan total jarak tempuh sebesar 32,5 km. Dengan demikian, diperoleh penghematan jarak sebesar 8,0 km atau peningkatan efisiensi sebesar 19,75%. Penerapan rute usulan ini direkomendasikan bagi Donatqu untuk menghemat biaya transportasi dan waktu pengiriman.

Kata Kunci: *Distribusi, Nearest Neighbor, Optimasi, Traveling Salesman Problem, Efisiensi.*

Abstract

Distribution efficiency is a key factor in the success of culinary businesses to minimize operational costs and maintain product quality. This research was conducted at Donatqu, a micro-enterprise facing challenges in determining delivery routes to seven school partner locations in Kepil and Bener Districts. Currently, distribution routes are determined based on driver intuition, resulting in inefficient travel distances and high fuel costs. The objective of this research is to determine the shortest distribution route to improve operational efficiency.

The method used is the Traveling Salesman Problem (TSP) with the Nearest Neighbor algorithm, a heuristic method that selects the nearest unvisited destination as the next step. The data used is the actual distance between distribution points. Validation of manual calculation results was carried out using POM-QM for Windows v5 software.

The results showed that the existing distribution route had a total travel distance of 40.5 km with an unstructured movement pattern. The application of the Nearest Neighbor algorithm produced a proposed route with a total travel distance of 32.5 km. Thus, a distance saving of 8.0 km or an efficiency increase of 19.75% was obtained. The implementation of this proposed route is recommended for Donatqu to save transportation costs and delivery time.

Keywords: *Distribution, Nearest Neighbor, Optimization, Traveling Salesman Problem, Efficiency.*

1. Pendahuluan

Efisiensi distribusi merupakan aspek yang sangat penting dalam bisnis kuliner karena berpengaruh langsung terhadap biaya operasional, kualitas produk, dan tingkat kepuasan pelanggan. Distribusi yang tidak efisien dapat menyebabkan peningkatan biaya transportasi serta menurunkan kualitas produk, terutama pada industri makanan yang sangat bergantung pada kesegaran. Oleh karena itu, optimalisasi sistem distribusi menjadi faktor kunci dalam menjaga kualitas layanan dan daya saing usaha kuliner.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode distribusi yang tepat mampu meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas layanan. Metode distribusi yang hemat biaya dapat mengurangi jarak tempuh pengiriman serta menekan biaya transportasi (Santoso et al., 2012), (Cahya Purnomo et al., 2022), (Pamungkas et al., 2025). Selain itu, sistem distribusi yang terencana dengan baik juga berperan dalam menjaga kualitas produk dan membangun kepuasan pelanggan, meskipun masih dihadapkan pada berbagai tantangan seperti keterbatasan transportasi dan kondisi infrastruktur (Yanti & Prayitno, 2025), (Halawa et al., 2025).

Dalam upaya mengoptimalkan jarak distribusi, berbagai metode optimasi telah dikembangkan dan diterapkan. Algoritma Nearest Neighbor dan Clarke and Wright Savings terbukti mampu mengurangi jarak tempuh distribusi secara signifikan dibandingkan dengan rute konvensional (Marpaung et al., 2022), (Lubis, 2023). Selain itu, pendekatan Travelling Salesman Problem (TSP) juga banyak digunakan dalam permasalahan logistik untuk menentukan rute terpendek (Ardiansyah et al., 2021), (Ekawati & Arkeman, 2020). Meskipun efektif, beberapa metode tersebut memiliki tingkat kompleksitas perhitungan yang cukup tinggi dan kurang fleksibel terhadap kondisi distribusi yang dinamis.

Permasalahan distribusi pada Donatqu memiliki karakteristik Travelling Salesman Problem (TSP) dengan rute tertutup (Closed Loop), di mana kurir berangkat dari titik produksi, awal, mengunjungi seluruh titik distribusi tepat satu kali, dan kembali lagi ke titik. Oleh karena itu, pendekatan yang digunakan adalah optimasi Model Arus Jaringan (Network Flow Models) (Hulu et al., 2025), (Agusnur, 2025).

Saat ini, penentuan rute distribusi pada Donatqu masih dilakukan secara intuisi atau kebiasaan kurir tanpa perhitungan matematis yang baku. Hal ini seringkali menyebabkan terjadinya rute yang tidak konsisten dan jarak tempuh yang lebih jauh dari yang seharusnya. Berdasarkan karakteristik tersebut, metode yang diterapkan adalah Algoritma Nearest Neighbor. Metode ini dipilih karena mampu menentukan urutan kunjungan berdasarkan jarak terdekat dari posisi terakhir kendaraan, sehingga diharapkan dapat menghasilkan total jarak tempuh yang lebih efisien dibandingkan rute konvensional yang saat ini diterapkan (Lubis, 2023), (Anisa Permatasari & Lukmandono, 2024).

2. Metodologi

2.1 Lokasi Dan Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah sistem distribusi produk Donatqu yang berlokasi di Kaliwuluh, Kecamatan Kepil, Kabupaten Wonosobo. Penelitian difokuskan pada proses distribusi produk dari lokasi Donatqu menuju tujuh titik pengiriman di wilayah Kecamatan Kepil dan Bener.

2.2 Titik Distribusi Penelitian

Titik distribusi dalam penelitian ini terdiri dari satu titik pusat distribusi (Donatqu) dan tujuh titik tujuan pengiriman, yaitu dengan node:

- A. SDN 2 Gadingrejo, Kepil
- B. SMP Negeri 4 Kepil, Kepil
- C. SDN Ngasinan, Bener
- D. SDN Nglaris, Bener
- E. MIN 2 Nglaris, Bener
- F. RA Masyitoh 3 Ropoh, Kepil

G. SDN 1 Ropoh, Kepil



Gambar 1. Rute Titik Distribusi

2.3 Jenis Data dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data jarak tempuh antar lokasi distribusi dalam satuan kilometer. Data diperoleh melalui pengukuran jarak menggunakan peta digital (*Google Maps*) berdasarkan rute jalan yang umum digunakan dalam proses distribusi Donatqu.

2.4 Pemodelan Jaringan Distribusi

Sistem distribusi Donatqu dimodelkan dalam bentuk graf berbobot, di mana:

1. Simpul (*node*) merepresentasikan lokasi Donatqu dan titik pengiriman.
2. Sisi (*edge*) merepresentasikan jalur penghubung antar lokasi.
3. Bobot pada setiap sisi menunjukkan jarak tempuh antar lokasi (km).
4. Tujuan : mencari sirkuit *Hamilton*, yaitu lintasan yang melewati setiap simpul tepat satu kali dan kembali ke simpul awal dengan total bobot (jarak) minimum.

2.5 Metode *Traveling Salesman Problem* (TSP)

Metode analisis yang digunakan adalah model *Traveling Salesman Problem* (TSP). TSP adalah permasalahan optimasi untuk mencari rute perjalanan/pengiriman terpendek yang dimulai dari titik awal, mengunjungi sekumpulan titik tujuan tepat satu kali, dan kembali lagi ke titik awal.

Penyelesaian TSP dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *heuristic* Algoritma *Nearest Neighbor* (Tetangga Terdekat). Prinsip kerja dari algoritma ini adalah :

1. Kendaraan berangkat dari ririk awal (Donatqu)
2. Dari posisi saat ini, pilih titik tujuan yang jaraknya paling dekat (minimum) dan belum pernah dikunjungi.
3. Pindah ke titik tersebut
4. Ulangi langkah ke-2 sampai semua titik terkunjungi.
5. Kembali ke titik awal (Donatqu) untuk menutup rute perjalanan.

2.6 Tahapan Analisis

Tahapan analisis dalam penelitian ini meliputi:

- a. **Identifikasi Titik Distribusi:** Menentukan lokasi Gudang Donatqu sebagai titik awal (depot) dan 7 sekolah sebagai titik tujuan.
- b. **Pengumpulan Data Jarak:** Mengukur jarak antar semua pasangan titik lokasi menggunakan *Google Maps* untuk membentuk **Matriks Jarak** (*Distance Matrix*).
- c. **Perhitungan Manual:** Melakukan perhitungan penentuan rute menggunakan algoritma *Nearest Neighbor* secara manual untuk memahami logika perpindahan rute.
- d. **Pengolahan Data Software:** Menginput data matriks jarak ke dalam *software POM-QM for Windows* modul *Networks - Traveling Salesperson* untuk mendapatkan hasil optimasi yang presisi.
- e. **Perbandingan dan Evaluasi:** Membandingkan total jarak rute hasil metode *Nearest Neighbor* (usulan) dengan rute aktual yang selama ini digunakan oleh kurir Donatqu (*eksisting*).
- f. **Penarikan Kesimpulan:** Memberikan rekomendasi rute urutan pengiriman yang paling efisien.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Deskripsi Data Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini bersifat sebagai data primer berupa jarak tempuh antar lokasi distribusi yang meliputi satu titik awal (Donatqu) dan tujuh titik tujuan pengiriman (sekolah) di wilayah Kecamatan Kepil dan Kecamatan Bener. Pengumpulan data jarak dilakukan menggunakan bantuan peta digital (*Google Maps*) untuk memastikan akurasi jarak tempuh yang aktual di lapangan.

Data jarak antar seluruh padangan titik distribusi disajikan dalam bentuk matriks asimetris pada tabel 3.1 berikut

DARI / KE	Donatqu	SDN 2 Gadingrejo	SMPN 4 Kepil	SDN Ngasinan	SDN Nglaris	MIN 2 Nglaris	RA Masyitoh 3	SDN 1 Ropoh
Donatqu	0	5,0	5.3	7.6	11.0	12.0	6.3	5.3
SDN 2 Gading	5,0	0	0.11	2.4	5.7	6.4	6.9	8.2
SMPN 4 Kepil	5,3	0.11	0	2.3	5.6	6.3	7.2	8.3
SDN Ngasinan	7.6	3.4	2.3	0	3.3	4.1	9.4	10.6
SDN Nglaris	11,0	6.7	5.6	3.4	0	0.7	12.7	13.9
MIN 2 Nglaris	12,0	6.4	6.3	4.1	0.7	0	13.4	14.6
RA Masyitoh 3	6,3	7.1	7.2	9.4	12.7	13.4	0	1.4
SDN 1 Ropoh	5,3	8.3	8.3	10.6	13.8	14.6	1.4	0

Tabel 3.1 *Matriks* jarak antar ririk distribusi (km)

3.2 Analisis Rute Distribusi *Exciting* (Kondisi Awal)

Sebelum dilakukannya optimasi, peneliti lebih dulu melakukan pengamatan terhadap rute distribusi yang saat ini diterapkan oleh kurir Donatqu. Berdasarkan hasil wawancara dengan kurir, rute pengiriman saat ini belum memiliki standar baku dan cenderung berubah-ubah atau melompat antar wilayah tanpa memperhatikan urutan kedekatan lokasi. Hal ini seringkali menyebabkan kendaraan harus kembali ke wilayah yang sudah dilewati (*backtracking*).

Sebagai representasi kondisi aktual, diambil sampel rute yang biasa ditempuh kurir dengan urutan kunjungan acak sebagai berikut:

Rute Eksisting: Donatqu → SDN Nglaris → SDN 2 Gadingrejo → MIN 2 Nglaris → SDN 1 Ropoh → SDN Ngasinan → RA Masyitoh 3 → SMPN 4 Kepil → Donatqu.

Berdasarkan perhitungan menggunakan matriks jarak pada Tabel 4.1, total jarak tempuh untuk rute eksisting tersebut adalah:

Total Jarak (Eksisting) = 40.5 Km

3.3 Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Algoritma Nearest Neighbor

Untuk mendapatkan rute pengiriman yang lebih efisien dilakukan perhitungan menggunakan algoritma *Nearest Neighbor*. Prinsip dari metode ini adalah untuk memilih titik tujuan terdekat yang belum dikunjungi dari posisi terakhir. Berikut adalah langkah-langkah perhitungannya :

a. **Iterasi Pertama (Posisi Awal: Donatqu)** Dari titik awal Donatqu, jarak ke lokasi tujuan adalah:

Tujuan (Kandidat)	Jarak (km)	Keputusan
SDN 2 Gading	5	DIPILIH (Jarak Minimum)
SMPN 4 Kepil	5.3	-
SDN 1 Ropoh	5.3	-
RA Masyitoh 3	6.3	-
SDN Ngasinan	7.6	-
SDN Nglaris	11	-
MIN 2 Nglaris	12	-

Jarak terpendek adalah menuju **SDN 2 Gading (5.0 km)**. Maka, kunjungan pertama adalah ke SDN 2 Gading.

b. **Iterasi Kedua (Posisi: SDN 2 Gading)** Dari SDN 2 Gading, jarak ke lokasi yang belum dikunjungi;

Tujuan (Kandidat)	Jarak (km)	Keputusan
SMPN 4 Kepil	1.1	DIPILIH (Jarak Minimum)
SDN Ngasinan	2.4	-
SDN 1 Ropoh	3.7	-
RA Masyitoh 3	15.2	-
SDN Nglaris	5.7	-
MIN 2 Nglaris	6.4	-

c. **Iterasi Ketiga (Posisi: SMPN 4 Kepil)** Dari SMPN 4 Kepil, jarak terdekat ke lokasi yang belum dikunjungi adalah menuju **SDN Ngasinan** dengan jarak **2.3 km**.

Tujuan (Kandidat)	Jarak (km)	Keputusan
SDN Ngasinan	2.3	DIPILIH (Jarak Minimum)
SDN Nglaris	5.6	-
MIN 2 Nglaris	6.3	-
RA Masyitoh 3	15.1	-
SDN 1 Ropoh	8.3	-

d. **Iterasi Keempat (Posisi: SDN Ngasinan)** Dari SDN Ngasinan, jarak terdekat ke lokasi yang tersisa adalah menuju **SDN Nglaris** dengan jarak **3,3 km**.

Tujuan (Kandidat)	Jarak (km)	Keputusan
SDN Nglaris	3.3	DIPILIH (Jarak Minimum)

MIN 2 Nglaris	4.1	-
RA Masyitoh 3	9.4	-
SDN 1 Ropoh	10.6	-

e. **Iterasi Kelima (Posisi: SDN Nglaris)** Dari SDN Nglaris, jarak terdekat ke lokasi yang tersisa adalah menuju **MIN 2 Nglaris** dengan jarak **0,7 km**.

Tujuan (Kandidat)	Jarak (km)	Keputusan
MIN 2 Nglaris	0.7	DIPILIH (Jarak Minimum)
RA Masyitoh 3	12.7	-
SDN 1 Ropoh	13.9	-

f. **Iterasi Keenam (Posisi: MIN 2 Nglaris)** Dari MIN 2 Nglaris, jarak terdekat ke lokasi yang tersisa adalah menuju RA Masyitoh dengan jarak **13,4 km**.

Tujuan (Kandidat)	Jarak (km)	Keputusan
RA Masyitoh 3	13.4	DIPILIH (Jarak Minimum)
SDN 1 Ropoh	14.6	-

g. **Iterasi Ketujuh (Posisi: RA Masyitoh 3)** Hanya tersisa satu lokasi tujuan, yaitu SDN 1 Ropoh. Jarak tempuh dari RA Masyitoh 3 ke SDN 1 Ropoh adalah **1,4 km**.

Tujuan (Kandidat)	Jarak (km)	Keputusan
SDN 1 Ropoh	1.4	DIPILIH (Satu-satunya sisa)

h. **Iterasi Terakhir (Kembali ke Depot)** Setelah seluruh titik tujuan terlayani, kurir kembali dari SDN 1 Ropoh menuju Donatqu dengan jarak **5,3 km**.

Tujuan	Jarak (km)	Keputusan
Donatqu	5.3	SELESAI (Loop Tertutup)

Rekapitulasi Hasil Perhitungan Manual: Urutan rute yang terbentuk adalah: **Donatqu → SDN 2 Gadingrejo → SMPN 4 Kepil → SDN Ngasinan → SDN Nglaris → MIN 2 Nglaris → RA Masyitoh 3 → SDN 1 Ropoh → Donatqu.**

Total jarak tempuh usulan:

$$Z = 5,0 + 1,1 + 2,3 + 3,3 + 0,7 + 13,4 + 1,4 + 5,3 = 32,5 \text{ km}$$

3.4 Validasi Hasil Menggunakan *Software POM-QM*

Untuk memvalidasi keakuratan perhitungan manual, peneliti melakukan pengolahan data menggunakan *software POM-QM modul Networks - Traveling salesperson Problem.*

shortest solution				
Total distance = 32.5	Start node	End node	Distance	Cumulative Distance
Branch 1	1	2	5	5
Branch 2	2	3	1.1	6.1
Branch 3	3	4	2.3	8.4
Branch 4	4	5	3.3	11.7
Branch 5	5	6	.7	12.4
Branch 6	6	7	13.4	25.8
Branch 7	7	8	1.4	27.2
Branch 8	8	9	5.3	32.5

Gambar 3.1 Output Solusi POM-QM

Berdasarkan hasil perhitungan otomatis yang dilakukan di POM-QM. Diperoleh total jarak tempuh sebesar 32,5 Km dengan urutan kunjungan yang sama dengan pertimbangan manual. Hal ini menunjukkan bahwa hasil perhitungan telah valid.

3.5 Pembahasan

Pada tahapan ini, dilakukan evaluasi secara menyeluruh terhadap efektivitas penerapan algoritma *Nearest Neighbor* dalam penyelesaian masalah distribusi di Donatqu. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan kinerja rute distribusi yang sebelumnya. Indikator utama yang digunakan sebagai pembanding adalah total jarak tempuh (*total distance*).

Perbandingan hasil perhitungan antara kedua metode tersebut dirangkum dalam Tabel 3.2 di bawah ini :

Tabel 3.2 Perbandingan Efisiensi Rute Distribusi

Indikator Perbandingan	Rute Eksisting (Konvensional)	Rute Usulan (Nearest Neighbor)	Selisih (Penghematan)
Pola Rute	Acak / Zig-zag	Terurut (Sistematis)	-
Total Jarak Tempuh	40,5 km	32,5 km	8,0 km
Persentase Efisiensi	-	-	19,75%

Berdasarkan tabel 4.2, terlihat secara jelas adanya perbedaan yang cukup signifikan antara kinerja rute *eksisting* dan rute usulan.

- a. Kondisi *Eksisting* : Total jarak tempuh mencapai 40.5 Km. Tingginya angka ini disebabkan oleh pola rute yang tidak terstruktur, dimana kurir seringkali melakukan pergerakan bolak-balik antar wilayah yang berjauhan (zig-zag), sehingga terjadi pemborosan jarak tempuh.

b. Kondisi Usulan : Dengan penerapan algoritma *Nearest Neighbor*, total jarak tempuh dapat direduksi menjadi 32,5Km. Hal ini terjadi karena algoritma bekerja secara sistematis dalam menghubungkan titik-titik terdekat, sehingga meminimalkan arak perjalanan yang tidak perlu.

Secara Keseluruhan, Metode usulan mampu memberikan penghematan jarak sebesar 8.0 Km per satu siklus pengiriman. Jika dipersentasekan, tingkat efisiensi yang dihasilkan adalah sebesar 19.75%.

Implikasi Hasil: Angka penghematan hampir 20% ini menunjukkan bahwa metode *Nearest Neighbor* sangat layak untuk diterapkan oleh Donatqu. Pengurangan jarak tempuh ini akan berdampak langsung pada efisiensi biaya operasional, terutama dalam hal konsumsi bahan bakar minyak (BBM). Selain itu, rute yang lebih pendek juga berarti waktu pengiriman menjadi lebih singkat, sehingga produktivitas kurir meningkat dan produk donat dapat diterima oleh mitra sekolah dalam kondisi yang lebih segar.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai optimalisasi rute distribusi produk Donatqu menggunakan algoritma *Nearest Neighbor*, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Sistem distribusi *eksisting* yang diterapkan oleh Donatqu saat ini belum efisien karena penentuan rute pengiriman hanya didasarkan pada intuisi kurir tanpa perhitungan jarak yang baku. Hal ini menyebabkan pola rute yang tidak terstruktur (zig-zag) dengan total jarak tempuh mencapai 40,5 km.
- b. Penerapan algoritma *Nearest Neighbor* berhasil membentuk rute distribusi baru yang lebih sistematis dengan urutan kunjungan: Donatqu → SDN 2 Gading → SMPN 4 Kepil → SDN Ngasinan → SDN Nglaris → MIN 2 Nglaris → RA Masyitoh 3 → SDN 1 Ropoh → Donatqu.
- c. Hasil optimasi menunjukkan bahwa rute usulan mampu meminimalkan total jarak tempuh menjadi 32,5 km. Dengan demikian, diperoleh penghematan jarak sebesar 8,0 km per siklus pengiriman atau setara dengan tingkat efisiensi sebesar 19,75% dibandingkan dengan rute *eksisting*.

4.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, peneliti mengajukan beberapa saran sebagai bahan pertimbangan:

- a. Bagi Pihak Donatqu: Disarankan untuk menerapkan rute usulan hasil algoritma *Nearest Neighbor* sebagai acuan standar operasional pengiriman harian. Penghematan jarak hampir 20% ini akan berkontribusi signifikan terhadap penurunan biaya konsumsi bahan bakar dan menjaga kesegaran produk hingga ke konsumen.
- b. Bagi Peneliti Selanjutnya: Penelitian ini hanya berfokus pada minimalisasi jarak dengan asumsi kondisi jalan normal. Peneliti selanjutnya disarankan untuk mengembangkan model dengan mempertimbangkan variabel kemacetan lalu lintas (real-time traffic), kapasitas angkut kendaraan (Capacitated Vehicle Routing Problem), atau batasan waktu pengiriman (Time Windows) untuk hasil yang lebih presisi.

Daftar Pustaka

Pamungkas, A., Danisy, A., Ayun, S. Q., *et al.* (2025). Bakery product distribution efficiency: A case study of Danisy Bakery delivery with transportation methods.

- Sunan Kalijaga Islamic Economics Journal*. <https://ejournal.uin-suka.ac.id/febi/skiej/article/view/247>
- Halawa, K. P. S., Mendrofa, M. S. D., Gea, J. B. I. J., *et al.* (2025). Evaluasi proses distribusi dalam meningkatkan kepuasan pelanggan pada Toko Mawar Bakery Gunungsitoli. *Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(3). <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS/article/view/2297>
- Lubis, R. S. (2023). Distribution route optimization using nearest neighbor algorithm and Clarke and Wright savings. *Sinkron: Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika*, 8(3). <https://jurnal.polgan.ac.id/index.php/sinkron/article/view/12622>
- Ekawati, R., & Arkeman, Y. (2020). Travelling salesman problem in the case of refined sugar shipment from distribution centers for the beverage industries. *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*, 6(1). <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jiss/article/view/601200>
- Hutajulu, S., & Sari, R. P. (2024). Optimalisasi produksi dan distribusi menggunakan metode Minimum Spanning Tree pada UMKM. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(17), 762–771. <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/7928>
- Kusuma, D. S. (2025). Optimalisasi jaringan transportasi logistik menggunakan metode Minimum Spanning Tree. *Jurnal Perkotaan*, 16(2), 135–147. <https://ejournal.atmajaya.ac.id/index.php/perkotaan/article/view/3506>
- Agusnur, A. (2025). Penggunaan Teori Graf dalam Optimasi Jaringan Transportasi Kota. *Jurnal Matematika Dan Aplikasi (JMA)*, 1(1), 29–35.
- Anisa Permatasari, D., & Lukmandono, L. (2024). Implementasi Metode Saving Matrix Dan Nearest Neighbor Untuk Meningkatkan Efektivitas Dan Efisiensi Rute. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 14(1), 101–106. <https://doi.org/10.36040/industri.v14i1.6990>
- Ardiansyah, M. V., Darajatun, R. A., & Rinaldi, D. N. (2021). Optimalisasi Pendistribusian Dengan Metode Travelling Salesman Problem Untuk Menentukan Rute Terpendek Di Pt Xyz. *Tekmapro : Journal of Industrial Engineering and Management*, 16(2), 84–95. <https://doi.org/10.33005/tekmapro.v16i2.264>
- Cahya Purnomo, Vivid Dekanawati, Astriawati, N., Sumardi, & Ganda Syahputra. (2022). Analisis Simulasi Distribusi Logistik Menggunakan Metode Transportasi. *Saintara : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Maritim*, 6(2), 84–90. <https://doi.org/10.52475/saintara.v6i2.161>
- Hulu, N., Lokot Muda Harahap, Sendy Marbun, Devi Adinda Putri, Marke Manik, & Kasah Sigalingging. (2025). Efisiensi Distribusi melalui Optimasi Biaya dan Jarak dengan Pendekatan Metode Transportasi. *ECONOBIS: Journal of Economics, Business and Management*, 1(1), 1–5.
- Marpaung, L. E., Arifin, J., & Winarno, W. (2022). Optimalisasi Rute Distribusi Menggunakan Algoritma Clarke and Wright Savings. *Jurnal Media Teknik Dan Sistem Industri*, 6(2), 76. <https://doi.org/10.35194/jmtsi.v6i2.1784>
- Santoso, H. B., Indrasari, L. D., & Komari, A. (2012). Optimasi Biaya Transportasi Distribusi Air Minum Dalam Kemasan (AMDK). *Unsika*, 7(1), 10–17. <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/100667> <https://repository.unej.ac.id/xmlui/bitstream/handle/123456789/100667/DatulNoviana-150210101025.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Yanti, N. W. P., & Prayitno, J. (2025). Strategi Efisiensi Distribusi Produk Makanan Ringan Dalam Menghadapi Tantangan Geografis Di Kabupaten Lombok Tengah. *EKOMA : Jurnal Ekonomi, Manajemen, Akuntansi*, 4(2), 3719–3725. <https://doi.org/10.56799/ekoma.v4i2.6805>