


Strategi Optimalisasi Rute Distribusi BBM Studi Kasus TBBM Boyolali Distribusi Magetan

Rashikh Bisma Maulana Hamid^{1*}, Reza Yoga Anindhita², Riza Phahlevi³

^{1,2,3}Rekayasa Sistem Transportasi Jalan, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, Jl. Semeru No.3, Slerok, Tegal Tim., Kota Tegal, Jawa Tengah
E-mail: bismarasikh@gmail.com

 <https://doi.org/10.31004/jerkin.v3i4.1024>

ARTICLE INFO

Article history

Received: 29 May 2025

Revised: 05 May 2025

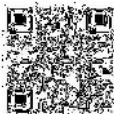
Accepted: 19 June 2025

Kata Kunci:

Optimalisasi Rute, Distribusi BBM, *Algoritma Clarke and Wright Saving*, *Vehicle Routing Problem*, LINGO, ArcGIS,

Keywords:

Route Optimization, *Fuel Distribution*, *Clarke and Wright Saving Algorithm*, *Vehicle Routing Problem*, *LINGO*, *ArcGIS*



ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan rute distribusi Bahan Bakar Minyak (BBM) dari Terminal BBM (TBBM) Boyolali ke SPBU di wilayah Magetan dengan membandingkan dua metode, yaitu *Algoritma Clarke and Wright Saving* dan *Vehicle Routing Problem* (VRP) dengan bantuan perangkat lunak LINGO dan ArcGIS untuk memvisualisasikan peta dan jaringan distribusi. Metode ini diterapkan untuk meminimalkan jarak tempuh, waktu distribusi, dan biaya operasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Algoritma Clarke and Wright Saving* mampu mengurangi total jarak tempuh dari 670 km menjadi 544 km (penghematan 126 km) dan biaya operasional dari Rp14.242.520 menjadi Rp11.672.044. Sementara itu, VRP menghasilkan penghematan lebih signifikan dengan total biaya operasional Rp10.420.900. Kedua metode efektif dalam meningkatkan efisiensi distribusi, dengan VRP lebih unggul dalam hal pengurangan biaya. Penelitian ini memberikan rekomendasi strategi rute optimal untuk PT Pertamina guna meningkatkan efisiensi distribusi BBM serta mendorong penggunaan sistem digitalisasi rute secara real-time untuk meningkatkan efisiensi logistik dan ketepatan pengiriman BBM.

This study aims to optimize the fuel distribution routes from the Fuel Terminal (TBBM) Boyolali to gas stations (SPBU) in Magetan by comparing two methods: the Clarke and Wright Saving Algorithm and the Vehicle Routing Problem (VRP) with utilizing LINGO software and ArcGIS for route mapping and spatial analysis. These methods are applied to minimize travel distance, distribution time, and operational costs. The results show that the Clarke and Wright Saving Algorithm reduced the total travel distance from 670 km to 544 km (saving 126 km) and operational costs from IDR 14,242,520 to IDR 11,672,044. Meanwhile, VRP achieved more significant savings with total operational costs of IDR 10,420,900. Both methods effectively improved distribution efficiency, with VRP outperforming in cost reduction. This study provides route optimization recommendations for PT Pertamina to enhance fuel distribution efficiency and adopting a real-time route digitalization system to improve logistics efficiency and delivery accuracy.



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

How to Cite: Rashikh Bisma Maulana Hamid, et al (2025). Strategi Optimalisasi Rute Distribusi BBM Studi Kasus TBBM Boyolali Distribusi Magetan. 3(4) 4611-4621. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v3i4.1024>

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi Indonesia mengalami peningkatan dari tahun ke tahun seiring berkembangnya perekonomian Indonesia. Bahan Bakar Minyak (BBM) menjadi salah satu kebutuhan pokok masyarakat (Bambang Sugito, 2022). Bahan Bakar Minyak (BBM) merupakan jenis bahan bakar yang menjadi kebutuhan pokok dalam kegiatan rumah tangga dan industri, terutama dalam kegiatan yang berhubungan dengan transportasi (Aziz, 2019). Kebutuhan BBM di Indonesia saat ini menjadi hal yang sangat penting. Hal ini disebabkan karena BBM merupakan sumber energi dalam sektor produksi dan

penggerak roda perekonomian di Indonesia (Panjaitan, 2024). Kebutuhan BBM yang tinggi dapat dibuktikan dengan besarnya jumlah penjualan BBM di Indonesia setiap tahun. Berdasarkan data (Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi KESDM, 2023), pada tahun 2018 dan 2019 penjualan BBM konstan sama tidak mengalami peningkatan ataupun penurunan. Pada tahun 2020 penjualan BBM mengalami penurunan karena pada saat itu terjadi pandemi Covid 19 tetapi setelah itu pada tahun 2021-2024 penjualan BBM terus mengalami peningkatan dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

PT Pertamina merupakan suatu perusahaan yang bergerak dalam bidang pengolahan minyak, gas, serta energi baru yang terbarukan. Di sektor hilir, pendistribusian kebutuhan BBM dikelola sepenuhnya oleh *Marketing Operation Region* (MOR). Untuk daerah Jawa Tengah dan Yogyakarta pendistribusian BBM dikendalikan oleh MOR IV yang berlokasi di Semarang. Tugas MOR salah satunya menangani terminal bahan bakar minyak (TBBM), yang merupakan depot untuk segala aktivitas terkait penerimaan, penimbunan serta penyaluran BBM (Hasdiana, 2018). PT Pertamina bertanggung jawab untuk dapat memenuhi kebutuhan BBM masyarakat dengan tepat waktu, tepat mutu dan tepat jumlah. Efektif dan efisien dalam pendistribusian BBM merupakan tujuan utama perusahaan dalam segi waktu dan biaya. Sehingga BBM dapat sampai ditangan konsumen dengan cepat serta perusahaan meminimalkan biaya yang dikeluarkan (Kushariyadi, 2022).

Fuel Terminal Bahan Bakar Minyak Boyolali merupakan salah satu ujung tombak perusahaan Pertamina untuk menyalurkan bahan bakar minyak ke SPBU dan mitra kerja lainya agar bahan bakar minyak dapat tersalurkan hingga ke tangan konsumen terakhir. Fuel Terminal Boyolali terletak di wilayah MOR IV atau Marketing Operation wilayah IV yang pusatnya terletak di Semarang Jawa Tengah. Tugas Fuel Terminal Boyolali yaitu menerima, menimbun, dan menyalurkan bahan bakar minyak sesuai dengan standar operasional yang sudah ditetapkan (Febriandini, 2019). PT Pertamina TBBM Boyolali merupakan salah satu distribution center (DC) bahan bakar minyak pada area sebagian Jawa Tengah dan Jawa Timur. Fuel Terminal Boyolali melakukan distribusi ke 245 SPBU yang terdiri dari daerah Salatiga, Ungaran, Sragen, Surakarta, Klaten, Karanganyar, Sukoharjo, Boyolali, Ngawi, Purwodadi, Magetan, Wonogiri, dan Pacitan (Nurlathifah dkk., 2020).

Permasalahan yang sering terjadi pada proses pendistribusian yaitu terdapat banyak tempat yang harus dikunjungi dalam sistem distribusi (*node*) tidak boleh terjadi pengulangan dan harus kembali ke titik semula (Marpaung, 2022). Dikarenakan banyak titik (*node*) yang harus dikunjungi dalam satu hari kerjanya, kerap kali membuat waktu tempuh total pengiriman menjadi lebih lama. Maka untuk memastikan pengiriman bahan bakar yang lancar dan tepat waktu, diputuskan untuk membuat rute yang optimal agar meminimalkan total jarak tempuh (Hendrawan, 2018). Karena jika total jarak tempuh berkurang, waktu pengiriman produk diperkirakan akan lebih singkat. Pengiriman bisa dilaksanakan dengan cepat dan tepat dengan pemilihan rute yang tepat jika dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan (Windyatri, 2023). Permasalahan pendistribusian BBM yang terjadi pada TBBM Boyolali ke Magetan yaitu permasalahan pada rute yang belum optimal, sehingga meningkatkan waktu tempuh, konsumsi bahan bakar, dan biaya operasional. Penjadwalan yang kurang memperhitungkan faktor lokal, seperti kondisi geografis dan pola permintaan SPBU, sering menyebabkan keterlambatan pengiriman atau kekurangan stok di beberapa lokasi. Permasalahan ini termasuk dalam pembahasan *Vehicle Routing Problem* (VRP), VRP berkaitan dengan masalah perutean yang melibatkan banyak kendaraan dengan kapasitas tertentu untuk melayani sejumlah konsumen dengan permintaan masing-masing (Octora, 2014).

Pada penelitian sebelumnya pendekatan optimasi rute distribusi, seperti *Algoritma Clarke and Wright Savings* dan *Vehicle Routing Problem*, efektif dalam meminimalkan biaya operasional, jarak tempuh, dan waktu perjalanan. Penggunaan metode ini terbukti memberikan solusi efisien untuk berbagai jenis distribusi, termasuk BBM, produk konsumsi, hingga alat kesehatan. Namun, keberhasilan metode sangat bergantung pada kompleksitas kasus dan kebutuhan spesifik. Kombinasi beberapa metode atau algoritma yang disesuaikan dengan kondisi operasional dapat menjadi solusi terbaik untuk mencapai efisiensi maksimal. Optimalisasi rute distribusi tidak hanya berdampak pada penghematan biaya, tetapi juga meningkatkan kepuasan pelanggan melalui pengiriman yang lebih cepat dan tepat waktu.

Pemilihan rute distribusi yang optimal akan meningkatkan pola distribusi yang efisien sehingga dapat meminimalkan jarak tempuh, waktu tempuh, maupun menurunkan biaya distribusi yang dikeluarkan pada Fuel Terminal. Penelitian bertujuan menentukan rute pengiriman BBM dalam satu

periode pengiriman untuk mendapatkan rute distribusi yang optimal dari SPBU yang berada di wilayah Magetan distribusi Fuel Terminal Bahan Bakar Minyak Boyolali dengan membandingkan hasil optimasi dari *Vehicle Routing Problem* dan *Algoritma Clarke and Wright Saving* dengan bantuan *software LINGO*.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah pendekatan kuantitatif dengan studi kasus di Terminal BBM (TBBM) Boyolali. Pendekatan ini dipilih untuk memberikan analisis yang objektif dan terukur mengenai distribusi BBM menuju wilayah Magetan. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan rute pengiriman BBM agar lebih efisien dari segi jarak tempuh, waktu pengiriman, serta biaya operasional. TBBM Boyolali dipilih sebagai lokasi penelitian karena merupakan salah satu pusat distribusi utama Pertamina yang melayani wilayah Jawa Tengah bagian timur dan sebagian Jawa Timur bagian barat.

Data yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan melalui dua sumber utama, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara dengan pegawai Pertamina dan awak mobil tangki (AMT) untuk mendapatkan informasi langsung terkait proses distribusi dan hambatan yang dihadapi selama perjalanan. Selain itu, survei lapangan juga dilakukan dengan mengikuti langsung kegiatan distribusi BBM dari Boyolali ke Magetan untuk mencatat waktu tempuh, kondisi jalan, dan rute yang dilalui. Data ini penting untuk mendapatkan gambaran kondisi distribusi yang aktual di lapangan.

Sementara itu, data sekunder diperoleh dari dokumen dan sistem internal Pertamina seperti laporan distribusi, peta jaringan jalan, data kendaraan tangki, dan rincian biaya operasional. Selain itu, digunakan juga informasi dari aplikasi sistem distribusi resmi Pertamina seperti MS2 (Management Stock SPBU), yang menjadi acuan dalam pengumpulan data permintaan dan pengiriman BBM ke masing-masing SPBU di Magetan. Data permintaan dari 14 SPBU di Magetan juga menjadi dasar dalam menentukan skenario distribusi dan pengelompokan rute.

Setelah data terkumpul, analisis dilakukan dengan menerapkan dua metode optimasi, yaitu *Algoritma Clarke and Wright Saving* dan model *Vehicle Routing Problem (VRP)*. Metode *Clarke and Wright Saving* digunakan untuk menentukan penghematan jarak antara titik distribusi dan menyusun rute berdasarkan nilai penghematan tertinggi. Sedangkan *VRP* digunakan untuk memodelkan distribusi dalam skenario kompleks dengan memperhitungkan jumlah kendaraan, kapasitas muatan, dan permintaan dari masing-masing SPBU. Hasil dari kedua metode ini akan memberikan alternatif rute yang dapat dibandingkan efektivitasnya.

Terakhir, hasil dari kedua metode dibandingkan berdasarkan tiga kriteria utama: jarak tempuh, waktu tempuh, dan biaya operasional. Perbandingan ini dilakukan untuk mengevaluasi metode mana yang paling optimal dalam konteks distribusi BBM dari TBBM Boyolali ke Magetan. Dengan menggunakan perangkat lunak *LINGO* dan *ArcGIS*, proses optimasi dan pemetaan dilakukan secara lebih akurat dan efisien. Hasil akhir penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi PT Pertamina dalam meningkatkan efisiensi operasional distribusi BBM, khususnya pada rute Boyolali–Magetan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting Konsumen

Distribusi BBM dari TBBM Boyolali melayani 14 SPBU yang tersebar di wilayah Magetan. Setiap SPBU memiliki permintaan yang berbeda-beda tergantung pada volume penjualan mereka kepada konsumen akhir. SPBU yang lebih besar cenderung memiliki permintaan yang lebih tinggi dan membutuhkan pengiriman lebih sering dibandingkan dengan SPBU yang lebih kecil. Selain itu, lokasi SPBU juga mempengaruhi kompleksitas distribusi. Beberapa SPBU berada di kawasan perkotaan dengan akses jalan yang lebih baik, sementara lainnya berada di daerah pedesaan dengan akses jalan yang lebih sempit dan berbukit. Hal ini menjadi tantangan tersendiri dalam menentukan rute distribusi yang optimal untuk memastikan pengiriman BBM tepat waktu dan dalam kondisi aman. Selain itu, distribusi BBM juga harus memperhitungkan jam operasional SPBU dan regulasi terkait waktu pengiriman yang dapat mempengaruhi jadwal perjalanan truk tangki.

Analisis terhadap kondisi eksisting ini menjadi dasar dalam mencari solusi optimal melalui metode optimasi rute distribusi agar dapat meningkatkan efisiensi dalam aspek biaya, waktu, dan jarak tempuh. Berikut kondisi eksisting SPBU dan permintaannya:

Tabel 1. Kondisi Eksisting SPBU dan Volume Perminataan

Kode	SPBU	Permintaan
X ₀	TBBM Boyolali	0
X ₁	5463306 (Jalan Raya Maospati – Ngawi Bulusari, Patihan, Kecamatan Karangrejo, Kabupaten Magetan, Jawa Timur)	16
X ₂	5463308 (Jalan Mangge, Candi Mangge, Kabupaten Magetan, Jawa Timur)	16
X ₃	5463311 (Jl Raya Sukomoro, No. 170, Desa Bulu, Kecamatan Magetan, Kabupaten Magetan, Jawa Timur)	8
X ₄	5463305 (Dusun II, Malang, Kecamatan Maospati, Kabupaten Magetan, Jawa Timur)	16
X ₅	5463312 (Jalan Raya Belotan, Desa Belotan, Kecamatan Bendo, Kabupaten Magetan, Jawa Timur)	8
X ₆	5463307 (Kartoharjo, Desa Rejomulyo, Madiun, Kabupaten Magetan, Jawa Timur)	16
X ₇	5463303 (Jl Raya Takeran, Desa Genengan, Kecamatan Gorang-Gareng, Magetan, Kabupaten Magetan, Jawa Timur)	16
X ₈	5463314 (Jalan Mayjen Sukowati Kepolorejo, Dusun Karanganyar, Tawanganom, Kecamatan Magetan, Kabupaten Magetan, Jawa Timur)	8
X ₉	5463315 (Jalan Raya Panekan, Kebaran, Tawanganom, Kecamatan Magetan, Kabupaten Magetan, Jawa Timur)	8
X ₁₀	5463310 (Jalan Magetan Sarangan, Candi Kidul, Candirejo, Kecamatan Magetan, Kabupaten Magetan, Jawa Timur)	16
X ₁₁	5463304 (Jalan Raya Sarangan, Desa Plaosan, Kecamatan Plaosan, Kabupaten Magetan, Jawa Timur)	16
X ₁₂	5463309 (Desa Jomblang, Kecamatan Takeran, Kabupaten Magetan, Jawa Timur)	24
X ₁₃	5463318 (Desa Taman Arum, Kecamatan Parang)	8
X ₁₄	5463320 (Jalan Raya Lambeyan-Parang, Tamanarum, Kecamatan Parang, Kabupaten Magetan, Jawa Timur)	8

Kondisi Eksisting Rute

Rute distribusi BBM dari TBBM Boyolali ke Magetan telah ditentukan oleh perusahaan dengan mempertimbangkan aspek geografis, kondisi infrastruktur jalan, dan efisiensi jarak tempuh. Rute yang digunakan mencakup jalan nasional dan jalan tol, dengan jarak tempuh yang bervariasi antara 128 km hingga 159 km. Berdasarkan survei, waktu tempuh untuk distribusi BBM ini berkisar antara 5 jam 30 menit hingga 6 jam 15 menit, tergantung pada faktor seperti kepadatan lalu lintas, kondisi jalan, dan cuaca.

Dalam praktiknya, terdapat beberapa kendala yang sering dihadapi dalam perjalanan, seperti kemacetan di beberapa titik tertentu, kondisi jalan yang rusak di beberapa wilayah, serta hambatan geografis berupa tanjakan dan tikungan tajam yang membutuhkan teknik berkendara khusus agar tetap aman dan efisien. Hambatan-hambatan ini mempengaruhi efisiensi distribusi dan berdampak pada konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi serta peningkatan biaya operasional.

Distribusi BBM dari TBBM Boyolali ke wilayah Magetan dilakukan melalui tiga jalur utama, yaitu via Ngawi, via Tawangmangu, dan via Jalan Tol. Jalur via Ngawi merupakan jalur darat yang paling umum digunakan karena akses jalannya cukup luas dan bisa dilalui oleh mobil tangki dengan aman. Rute ini melintasi Boyolali – Sragen – Ngawi – Maospati – Magetan. Jalur ini cenderung memiliki kondisi jalan yang lebih stabil dan rata, meskipun sering terjadi kepadatan lalu lintas, terutama di kawasan Sragen dan Ngawi. Namun, karena medannya relatif landai dan berada di dataran rendah, jalur via Ngawi sering dipilih untuk distribusi ke SPBU-SPBU di pusat kota Magetan maupun sekitarnya.

Sementara itu, jalur via Tawangmangu lebih menantang karena melewati daerah pegunungan dan dataran tinggi. Rute ini melalui Boyolali – Karanganyar – Tawangmangu – Plaosan – Magetan dan

biasanya digunakan untuk mengakses SPBU di wilayah barat dan selatan Magetan seperti Kecamatan Plaosan. Jalur ini memiliki banyak tanjakan, tikungan tajam, serta potensi gangguan cuaca seperti kabut atau hujan lebat. Meski begitu, jaraknya relatif lebih pendek untuk beberapa titik SPBU, sehingga tetap digunakan dengan mempertimbangkan kapasitas dan kondisi kendaraan. Jalur ketiga adalah via Jalan Tol, yaitu menggunakan akses Tol Solo – Ngawi yang dapat mempersingkat waktu tempuh. Rute ini digunakan untuk pengiriman BBM dengan waktu tempuh yang lebih cepat dan efisien, terutama saat pengiriman dalam jumlah besar atau untuk menghindari kepadatan di jalur non-tol. Namun, pemanfaatan tol juga mempertimbangkan biaya operasional tambahan dan akses keluar tol yang sesuai dengan lokasi SPBU tujuan.

Tabel 2. Kondisi Eksisting SPBU Perusahaan

Rute	Sub-Rute	Volume Permintaan (KL)	Jarak (KM)	Total jarak (KM)
1.	0-X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₄ , X ₅ , 0	64	220	670
2.	0, X ₆ , X ₇ , X ₈ , X ₉ , 0	48	200	
3.	0, X ₁₀ , X ₁₁ , X ₁₂ , X ₁₃ , X ₁₄ , 0	72	250	

Pada rute 1 (Ngawi), pengiriman BBM dilakukan dari TBBM Boyolali menuju lima SPBU, yaitu SPBU 5463306 di Jalan Raya Maospati – Ngawi, SPBU 5463308 di Jalan Mangge, SPBU 5463311 di Jl. Raya Sukomoro, SPBU 5463305 di Dusun II Malang, dan SPBU 5463312 di Desa Belotan. Total volume permintaan pada rute ini adalah 64 kiloliter (KL) dengan jarak tempuh sejauh 220 kilometer (KM).

Pada rute 2 (Tawangmangu) melayani pengiriman ke empat SPBU, yakni SPBU 5463307 di Kartoharjo, SPBU 5463303 di Desa Genengan, SPBU 5463314 di Tawanganom, dan SPBU 5463315 di Jalan Raya Panekan. Volume BBM yang dikirim melalui rute ini adalah 48 KL dengan total jarak 200 KM.

Pada rute 3 (Jalan Tol) melayani enam SPBU yang berada di jalur menuju kawasan Sarangan dan Parang. SPBU yang dilayani antara lain SPBU 5463310 di Candi Kidul, SPBU 5463304 di Desa Plaosan, SPBU 5463309 di Desa Jomblang, SPBU 5463318 di Desa Taman Arum, dan SPBU 5463320 di Jalan Raya Lambeyan-Parang. Volume permintaan BBM pada rute ini adalah yang terbesar, yakni 72 KL, dengan jarak tempuh total 250 KM.

Kondisi Armada dan Biaya Operasional

Rute distribusi BBM dari TBBM Boyolali ke Magetan telah ditentukan oleh perusahaan dengan mempertimbangkan aspek geografis, kondisi infrastruktur jalan, dan efisiensi jarak tempuh. Rute yang digunakan mencakup jalan nasional dan jalan tol, dengan jarak tempuh yang bervariasi antara 128 km hingga 159 km. Berdasarkan survei, waktu tempuh untuk distribusi BBM ini berkisar antara 5 jam 30 menit hingga 6 jam 15 menit, tergantung pada faktor seperti kepadatan lalu lintas, kondisi jalan, dan cuaca.

Tabel 2. Kondisi Eksisting Armada dan Biaya Operasional

Rute	Permintaan	Kendaraan (16 KL, 24 KL)	Jumlah Kendaraan	Biaya Operasional	Waktu Tempuh
1	64	2 × 24 KL + 1 × 16 KL	3	Rp. 4.799.520	5 jam 30 menit
2	48	2 × 24 KL	2	Rp. 3.080.000	5 jam
3	72	3 × 24 KL	3	Rp. 6.363.000	6 jam 15 menit
Total	184	7 x 24 KL, 1 x 16 KL	8 unit	Rp. 14.242.520	16 jam 45 menit

Pada rute 1, dengan total permintaan sebesar 64 KL, digunakan tiga unit kendaraan, yaitu dua unit truk tangki berkapasitas 24 KL dan satu unit truk tangki berkapasitas 16 KL. Biaya operasional untuk rute ini tercatat sebesar Rp 4.799.520 dan waktu tempuh selama 5 jam 30 menit. Selanjutnya, rute 2 yang memiliki permintaan sebesar 48 KL dilayani oleh dua unit kendaraan, masing-masing berkapasitas 24 KL, dengan total biaya operasional sebesar Rp 3.080.000 dan waktu tempuh selama 5 jam. Sementara itu, Rute 3 yang memiliki permintaan tertinggi yaitu 72 KL, dilayani oleh tiga unit kendaraan yang seluruhnya berkapasitas 24 KL, dengan biaya operasional mencapai Rp 6.363.000 dan waktu tempuh selama 6 jam 15 menit.

Secara keseluruhan, distribusi BBM ke seluruh SPBU di wilayah Magetan membutuhkan total 8 unit kendaraan, yang terdiri dari 7 unit truk tangki 24 KL dan 1 unit truk tangki 16 KL. Total biaya operasional dari ketiga rute tersebut adalah sebesar Rp 14.242.520 dan waktu tempuh selama 16 jam 45 menit.

Analisis Algoritma Clarke and Wright Saving

Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan matriks jarak dapat dihitung dengan menggunakan rumus, akan tetapi jika jarak antar kedua koordinat sudah diketahui, maka perhitungan menggunakan rumus tidak digunakan dan menggunakan jarak yang sudah ada.

Langkah selanjutnya adalah menghitung matriks penghematan. Dengan menghitung jarak dari Depo ke semua SPBU yang akan dikunjungi, namun pada penghematan ini hanya dijabarkan pada penghematan yang lebih besar. Menentukan matriks penghematan dapat dihitung dengan menggunakan rumus, Berikut ini perhitungan matriks penghematan:

1. Perhitungan Matriks Penghematan SPBU 2 dan 3
 $S(2,3) = D(2,0) + D(0,3) - D(2,3)$
 Dari Matriks Jarak:
 $D(2,0) = 9 \text{ km}$
 $D(0,3) = 11 \text{ km}$
 $D(2,3) = 2 \text{ km}$
 $S(2,3) = 9 + 11 - 2 = 18 \text{ km}$
2. Perhitungan Matriks Penghematan SPBU 3 dan 5
 $S(3,5) = D(3,0) + D(0,5) - D(3,5)$
 Dari Matriks Jarak:
 $D(3,0) = 11 \text{ km}$
 $D(0,5) = 12 \text{ km}$
 $D(3,5) = 1 \text{ km}$
 $S(3,5) = 11 + 12 - 1 = 22 \text{ km}$
3. Perhitungan Matriks Penghematan SPBU 9 dan 10
 $S(9,10) = D(9,0) + D(0,10) - D(9,10)$
 Dari Matriks Jarak:
 $D(9,0) = 20 \text{ km}$
 $D(0,10) = 22 \text{ km}$
 $D(9,10) = 2 \text{ km}$
 $S(9,10) = 20 + 22 - 2 = 40 \text{ km}$
4. Perhitungan Matriks Penghematan SPBU 13 dan 14
 $S(13,14) = D(13,0) + D(0,14) - D(13,14)$
 Dari Matriks Jarak:
 $D(13,0) = 40 \text{ km}$
 $D(0,14) = 47 \text{ km}$
 $D(13,14) = 7 \text{ km}$
 $S(13,14) = 40 + 47 - 7 = 80 \text{ km}$

Setelah didapatkan matriks penghematan, maka dilakukan iterasi seperti pada langkah-langkah yang telah dijelaskan. sehingga mendapatkan rute hasil algoritma clarke and wright sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Rute Berdasarkan Algoritma Clarke and Wright Savings

Rute	Sub-Rute	Volume Permintaan (KL)	Jarak (Km)	Total Jarak (Km)
1	0, X ₁ , X ₃ , X ₂ , X ₅ , X ₄ , 0	64	159	544
2	0, X ₆ , X ₈ , X ₇ , X ₉ , 0	48	166	
3	0, X ₁₀ , X ₁₂ , X ₁₁ , X ₁₄ , X ₁₃ , 0	72	219	

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan *Algoritma Clarke and Wright Savings*, distribusi BBM dari TBBM Boyolali ke sejumlah SPBU di Kabupaten Magetan berhasil dioptimalkan menjadi tiga rute utama dengan total jarak tempuh yang lebih efisien. Rute pertama melayani pengiriman dari TBBM Boyolali (X₀) ke SPBU 5463306 (X₁), SPBU 5463311 (X₃), SPBU 5463308 (X₂), SPBU 5463312 (X₅), dan SPBU 5463305 (X₄), kemudian kembali ke TBBM. Rute ini mengakomodasi

permintaan sebesar 64 KL dengan jarak tempuh 159 km. Rute kedua menghubungkan TBBM dengan SPBU 5463307 (X_6), SPBU 5463314 (X_8), SPBU 5463303 (X_7), dan SPBU 5463315 (X_9), dengan total permintaan 48 KL dan jarak tempuh 166 km. Sementara itu, rute ketiga melayani SPBU 5463310 (X_{10}), SPBU 5463309 (X_{12}), SPBU 5463304 (X_{11}), SPBU 5463320 (X_{14}), dan SPBU 5463318 (X_{13}), dengan permintaan tertinggi sebesar 72 KL dan jarak 219 km.

Total jarak tempuh seluruh rute setelah optimasi menggunakan *Algoritma Clarke And Wright Saving* adalah 544 km, yang merupakan hasil pengurangan dari total jarak pada kondisi awal (sebelumnya 670 km). Pengurangan sebesar 126 km ini menunjukkan bahwa *Algoritma Clarke And Wright Savings* secara signifikan berhasil meningkatkan efisiensi rute distribusi BBM. Efisiensi ini tidak hanya berdampak pada penurunan konsumsi bahan bakar dan biaya operasional, tetapi juga berkontribusi terhadap pengurangan waktu tempuh.

Tabel 4. Armada dan Biaya Operasional *Algoritma Clarke and Wright Saving*

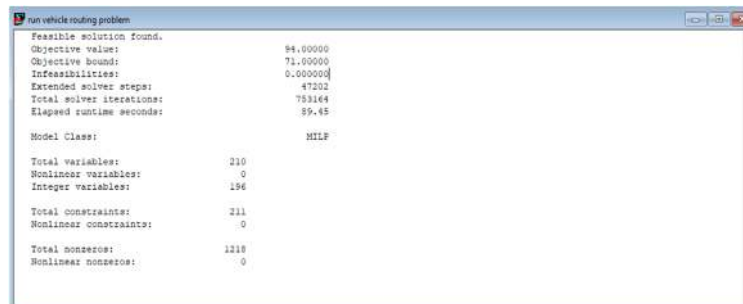
Rute	Permintaan	Kendaraan (16 KL, 24 KL)	Jumlah Kendaraan	Biaya Operasional	Waktu Tempuh
1	64	2 × 24 KL + 1 × 16 KL	3	Rp. 3.648.744	3 jam 58 menit
2	48	2 × 24 KL	2	Rp. 2.556.400	4 jam 9 menit
3	72	3 × 24 KL	3	Rp. 5.646.900	5 jam 28 menit
Total	184	7 x 24 KL, 1 x 16 KL	8 unit	Rp. 11.672.044	13 jam 35 menit

Berdasarkan hasil optimasi menggunakan *Algoritma Clarke and Wright Saving* dengan kapasitas kendaraan 24 KL, diperoleh distribusi BBM yang lebih efisien dari sisi biaya. Permintaan total sebesar 184 KL didistribusikan melalui tiga rute utama dengan komposisi kendaraan yang sama seperti kondisi eksisting, yaitu 7 unit kendaraan kapasitas 24 KL dan 1 unit kendaraan kapasitas 16 KL, total sebanyak 8 unit armada.

Rute pertama dengan permintaan 64 KL menggunakan 2 unit kendaraan 24 KL dan 1 unit 16 KL, menghasilkan biaya operasional sebesar Rp. 3.648.744 dan waktu tempuh selama 3 jam 58 menit. Rute kedua dengan permintaan 48 KL menggunakan 2 kendaraan 24 KL dengan biaya sebesar Rp. 2.556.400 dan waktu tempuh selama 4 jam 9 menit. Rute ketiga yang mengangkut 72 KL menggunakan 3 kendaraan 24 KL dan memerlukan biaya Rp. 5.646.900 dan waktu tempuh selama 5 jam 28 menit. Total biaya operasional dari seluruh rute setelah optimasi adalah Rp. 11.424.352 dan waktu tempuh selama 13 jam 35 menit. Angka ini menunjukkan adanya penghematan biaya jika dibandingkan dengan kondisi eksisting, mencerminkan efektivitas penerapan algoritma dalam mengurangi biaya distribusi BBM secara signifikan.

Analisis Vehicle Routing Problem

Model matematika diterjemahkan kedalam bahasa pemrograman LINGO 9.0. lalu akan dilakukan penyelesaian dengan memilih menu solver pada toolbar. Sehingga akan didapatkan tampilan jendela solver status seperti berikut:



Gambar 1. Status Solver Window LINGO 9.0

Pada gambar diatas didapatkan bahwa, nilai objektif terbaik sebesar 94 dengan jumlah iterasi sebanyak 753.164 dengan runtime selama 1 menit 29 detik dan menggunakan tipe penyelesaian branch and bound. Pada solution report ini terdapat variabel 1-0 yang merupakan variabel keputusan, dimana untuk setiap X_{ij} yang memiliki nilai 0 artinya node tersebut tidak dilayani. Sedangkan untuk setiap X_{ij} yang memiliki nilai 1 artinya node tersebut dilayani. Terdapat asumsi bahwa setiap satu rute yang dihasilkan akan dilayani oleh 1 alat angkut. Sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Rute Model *Vehicle Routing Problem* Menggunakan *Software LINGO 9.0*

Rute	Sub-Rute	Volume Permintaan (KL)	Jarak (Km)	Total Jarak (Km)
1	0, X1, X2, X4, X5, X6, 0	72	154	
2	0, X3, X7, X8, X9, 0	40	172	536
3	0, X10, X11, X12, X13, X14, 0	72	210	

Pada rute 1, kendaraan berangkat dari TBBM Boyolali (X_0) dan menuju ke SPBU X_1 (SPBU 5463306 di Karangrejo), kemudian dilanjutkan ke SPBU X_2 (SPBU 5463308 di Candi Mangge), X_4 (SPBU 5463305 di Maospati), X_5 (SPBU 5463312 di Belotan), dan X_6 (SPBU 5463307 di Rejomulyo), sebelum kembali ke depot. Volume distribusi pada rute ini sebesar 72 KL dengan jarak tempuh total 154 km.

Rute 2 dimulai dari TBBM Boyolali (X_0) dan mencakup SPBU X_3 (SPBU 5463311 di Sukomoro), X_7 (SPBU 5463303 di Gorang-Gareng), X_8 (SPBU 5463314 di Kopolorejo), serta X_9 (SPBU 5463315 di Panekan), kemudian kembali ke depot. Volume distribusi pada rute ini adalah 40 KL dengan jarak tempuh 172 km.

Sedangkan rute 3 mengangkut BBM dari TBBM Boyolali ke SPBU X_{10} (SPBU 5463310 di Candirejo), X_{11} (SPBU 5463304 di Plaosan), X_{12} (SPBU 5463309 di Jomblang), X_{13} (SPBU 5463318 di Taman Arum), dan X_{14} (SPBU 5463320 di Tamanarum). Volume permintaan pada rute ini sebesar 72 KL dengan jarak tempuh 210 km.

Secara keseluruhan, hasil pemodelan menghasilkan total jarak tempuh sebesar 536 km, menunjukkan efisiensi rute yang lebih baik dibandingkan hasil perencanaan manual sebelumnya. Pendekatan *VRP* dengan *LINGO 9.0* ini memungkinkan optimalisasi rute distribusi BBM untuk mengurangi jarak tempuh dan biaya operasional.

Tabel 6. Armada dan Biaya Operasional *Vehicle Routing Problem*

Rute	Permintaan	Kendaraan (16 KL, 24 KL)	Jumlah Kendaraan	Biaya Operasional	Waktu Tempuh
1	72	3 × 24 KL	3	Rp. 3.557.400	3 jam 51 menit
2	40	1 × 24 KL + 1 × 16 KL	2	Rp. 2.427.952	4 jam 18 menit
3	72	3 × 24 KL	3	Rp. 5.439.000	5 jam 15 menit
Total	184	7 x 24 KL, 1 x 16 KL	8 unit	Rp. 11.424.352	13 jam 24 menit

Pada rute 1, dengan permintaan sebesar 72 KL, digunakan tiga unit kendaraan 24 KL, sehingga total kapasitas yang diangkut sesuai kebutuhan. Biaya operasional untuk rute ini sebesar Rp. 3.557.400 dan waktu tempuh 3 jam 51 menit.

Rute 2 memiliki permintaan 40 KL dan dilayani dengan kombinasi satu kendaraan 24 KL dan satu kendaraan 16 KL. Kombinasi ini digunakan untuk mencocokkan kapasitas kendaraan dengan volume permintaan secara efisien dan biaya operasional sebesar Rp. 2.427.952 dan waktu tempuh 4 jam 18 menit.

Untuk rute 3, yang juga memiliki permintaan sebesar 72 KL, digunakan kembali tiga kendaraan 24 KL sebagaimana rute pertama, dengan biaya operasional tercatat sebesar Rp. 5.439.000 dan waktu tempuh 5 jam 15 menit.

Secara total, model *VRP* ini menggunakan 8 unit kendaraan, yang terdiri dari 7 kendaraan 24 KL dan 1 kendaraan 16 KL, untuk mengangkut total permintaan sebesar 184 KL. Estimasi total biaya operasional yang dikeluarkan mencapai Rp. 11.424.352 dan waktu tempuh 13 jam 24 menit. Hasil ini menunjukkan efisiensi penggunaan kapasitas kendaraan dalam memenuhi kebutuhan distribusi BBM dengan biaya yang terkendali

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, diperoleh beberapa kesimpulan penting sebagai berikut:

Sistem distribusi bahan bakar minyak (BBM) saat ini di TBBM Boyolali ke wilayah Magetan menggunakan pola zonasi dan cenderung masih memiliki rute yang belum optimal. Penggunaan rute distribusi eksisting menghasilkan jarak tempuh total sebesar 670 km dengan total biaya operasional sebesar Rp 12.715.500. Waktu tempuh yang diperlukan pada rute ini cukup signifikan dan belum

mempertimbangkan efisiensi rute secara matematis, sehingga berpotensi menimbulkan pemborosan waktu dan biaya.

Implementasi metode Algoritma Clarke and Wright Saving dan Vehicle Routing Problem (VRP), menunjukkan hasil yang jauh lebih efisien dibandingkan rute eksisting dimana Algoritma Clarke & Wright Saving mampu membuat jarak tempuh dari yang awalnya 670 km berkurang menjadi 544 km dengan biaya operasional sebesar Rp. 12.715.500 menjadi Rp 10.420.900. Sedangkan metode VRP (Vehicle Routing Problem) menghasilkan jarak tempuh lebih pendek lagi menjadi 536 km dengan biaya Rp 10.714.566. Kedua metode tersebut menunjukkan adanya potensi penghematan jarak dan biaya operasional secara signifikan. Algoritma Clarke & Wright Saving lebih unggul dari sisi efisiensi biaya, sementara VRP menawarkan keunggulan dalam waktu tempuh dan optimalisasi rute lebih kompleks.

Hasil perbandingan menunjukkan bahwa metode Algoritma Clarke and Wright Saving memberikan efisiensi biaya yang paling optimal, menjadikannya metode yang paling layak digunakan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi distribusi BBM dari segi biaya. Sedangkan metode VRP tetap relevan digunakan untuk kondisi dengan lebih banyak kendala atau kompleksitas rute yang tinggi, terutama jika mempertimbangkan faktor waktu pengiriman yang lebih singkat, dan jarak tempuh yang lebih pendek. Untuk pemilihan kendaraan sendiri kendaraan dengan batasan 24 KL membutuhkan biaya operasional lebih mahal dibanding kendaraan dengan batasan 32 KL tetapi jika mempertimbangkan faktor keselamatan kendaraan dengan batasan 24 lebih safety pada jalur 2 (Tawangmangu), tetapi pada jalur yang lain memerlukan tambahan kendaraan yang membuat biaya semakin mahal. Sementara itu kendaraan dengan batasan 32 KL lebih murah dibanding 24 KL karena tidak memerlukan tambahan kendaraan akan tetapi, tidak safety karena pada jalur 2 (Tawangmangu) medan yang berkelok-kelok dan jalan yang kecil dapat menyebabkan kecelakaan tetapi pada jalur yang lain dikatakan aman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak yang sudah berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel ini.

REFERENSI

- Abut, G.L., Hidayati, A.N. and Reza, M. (2019) 'Penentuan Rute Transportasi Angkutan Umum di Wilayah Perkotaan Borong Kabupaten Manggarai Timur'.
- Adolph, R. (2016) 'Pelaksanaan Kegiatan Ekstrakurikuler sebagai Upaya Menumbuhkan Kesalehan Sosial Peserta Didik di SMA Negeri 4 Pinrang', pp. 1–23.
- Erdiyanti, Erlina. et al. (2011) 'analisis biaya saluran distribusi pada pt. kusumahadi santosa (Studi Pada Divisi Pemasaran II) PT . KUSUMAHADI SANTOSA'.
- Akuntansi, P.S. (2022) 'Optimalisasi Rute Distribusi Matras Pada Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem Dengan Metode Algoritma Genetika', 20(1), Jurnal Cakrawala Ilmiah Vol.1, No.11, Juli 2022 pp. 105–123.
- Ali, M.M. et al. (2022) 'Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Penerapannya dalam Penelitian', Education Journal.2022, 2(2), pp. 1–6.
- Amida, S.S.N. and Trisnawati, L. (2024) 'Perencanaan Rute Pengangkutan Sampah Dengan Metode Vehicle Routing Problem', INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research, 4, pp. 4059–4072.
- Anggraini, A., Rahman, A. and Swara, S.E. (2018) 'Optimalisasi Biaya Transportasi Pada Pengiriman Bahan Timbunan Dengan Metode Linear Programming Di Proyek Pembangunan Tol Gempol–Pasuruan', Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri 6 (1), p, pp. 48–58. Available at: https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=j6BoXoAAAAAJ&cstart=800&pagesize=100&citation_for_view=j6BoXoAAAAAJ:4xDN1ZYqzskC.
- Anjarwati, S.A.D. (2024) 'Optimalisasi Rute Distribusi Depot Aisuke Dengan Algoritma Clarke & Wright Savings', Matematika Sains, 2(1), pp. 1–8. Available at: <https://doi.org/10.34005/ms.v2i1.3746>.
- Asiva Noor Rachmayani (2015) 'Penetapan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Kategori Pengangkutan dan Pergudangan Golongan Pokok Angkutan Darat dan Angkutan Melalui Saluran Pipa Bidang Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Jabatan Kerja Pengelola Angkutan Barang Berbahaya (B2) Transportasi Darat', p. 6.

- Aziz, A. (2019) 'Optimasi Distribusi Bahan Bakar Minyak SPBU Menggunakan Optimasi Metaheuristik', p. 7.
- Baihaqi, M.M. and Hermansyah, M. (2023) 'Optimalisasi Vehicle Routing Problem Pada Ud. Kopwan Yasmin Nongkojajar', *Journal of Scientech Research and Development*, 5(2), pp. 62–71. Available at: <https://doi.org/10.56670/jsrd.v5i2.159>.
- Balaka, M.Y. (2022) 'Metode penelitian Kuantitatif', *Metodologi Penelitian Pendidikan Kualitatif*, 1, p. 130.
- Damayanti, D.K., Purnamasari, I. and Wasono, W. (2021) 'Penentuan Rute Terpendek dengan Menggunakan Metode Algoritma Clarke and Wright Savings', *Eksponensial*, 12(1), p. 65. Available at: <https://doi.org/10.30872/eksponensial.v12i1.762>.
- Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi KESDM (2023) 'Statistik Migas Tahun 2022', [www.Migas.Esdm.Go.Id](http://www.migas.esdm.go.id) [Preprint].
- Fauzi, F. (2019) 'Pengaruh Biaya Operasional Terhadap Volume Penjualan Dan Dampaknya Terhadap Net Profit Margin (NPM) (Studi Kasus Pada PT. Ace Hardware Yang Terdaftar Pada Bursa Efek Indonesia)', *Jurnal Ekonomi Unsil*, pp. 18–34.
- Febriandini, I.F. (2019) 'Penentuan rute distribusi Bahan Bakar Minyak (BBM) dari terminal bahan bakar minyak Boyolali ke Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU)'. Available at: <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/68162/Penentuan-rute-distribusi-Bahan-Bakar-Minyak-BBM-dari-terminal-bahan-bakar-minyak-Boyolali-ke-Stasiun-Pengisian-Bahan-Bakar-Umum>
[SPBU%0Ahttps://digilib.uns.ac.id/dokumen/download/68162/MzM5MzE0/Penentuan-rute](https://digilib.uns.ac.id/dokumen/download/68162/MzM5MzE0/Penentuan-rute).
- Ferdiansyah, A. et al. (2021) 'Analisis Perencanaan Rute Pengiriman Barang Menggunakan Metode Vehicle Routing Problem (VRP)', *Journal Sistem Transportasi dan Logistik*, 1(1), pp. 4–9. Available at: <https://journal.itltrisakti.ac.id/index.php/jstl/article/view/632/309>.
- Gunawan (2017) 'Stategi Guru Pendidikan Agama Islam Dalam Mengoptimalkan Perilaku Akhlakul Karimah Siswa Kelas VII DI SMP Islam Al-Azhar Kedungwaru Tulungagung Tahun Ajaran 2014/2015', *Metode Penelitian*, (9), pp. 22–34.
- H, R.Z.S. (2019) 'Usulan Rute Distribusi Produk Dengan Menggunakan Metode Algoritma Clarke and Wright Savings Untuk Meminimumkan Biaya Distribusi Pada Ikm Nugraha Di Kecamatan Cihaurbeuti', *Jurnal Media Teknologi*, 06(01), pp. 115–132.
- Haryanto, A. (2020) 'Analisa Biaya Operasional Kendaraan (Bok) Truk (Trayek Lembar-Kayangan)', *Teknik Sipil*, pp. 1–41.
- Hasdiana, U. (2018) 'Analisis Sistem Distribusi Bahan Bakar Minyak (BBM) di Fuel Terminal Boyolali', *Analytical Biochemistry*, 11(1), pp. 1–5. Available at: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-59379-1%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-420070-8.00002-7%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.ab.2015.03.024%0Ahttps://doi.org/10.1080/07352689.2018.1441103%0Ahttp://www.chile.bmw-motorrad.cl/sync/showroom/lam/es/>.
- Hendrawan, E. and Widyadana, I.G.A. (2018) 'Optimasi Rute Pengiriman dengan Heterogeneous Fleet Vehicle Routing Problem with Time Windows', *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*, 2(1), p. 1. Available at: <https://doi.org/10.30656/jsmi.v2i1.518>.
- Hudoyo, B. (2017) 'Perencanaan Sistem Transportasi Umum: Studi Kasus Angkutan Civitas Akademika', *Universitas Islam Indonesia*, 1(2002), pp. 1–15.
- JASMINE, K. (2014) 'Perancangan Sistem Informasi Pemeriksaan Keselamatan Mobil Tangki Pertamina Berbasis Microsoft Visual Basic', *Penambahan Natrium Benzoat Dan Kalium Sorbat (Antiinversi) Dan Kecepatan Pengadukan Sebagai Upaya Penghambatan Reaksi Inversi Pada Nira Tebu* [Preprint].
- Karundeng, Thessa Natasya Mandey, S.L. and Sumarauw, J.S.B. (2018) 'Analisis Saluran Distribusi Kayu (Studi Kasus Di Cv. Karya Abadi, Manado)', *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, 6(3), pp. 1748–1757.
- Kushariyadi and Bambang Sugito (2022) 'Optimasi Distribusi Transportasi Bahan Bakar Minyak (BBM) Jenis Bio Solar di Wilayah Jawa Tengah', *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 4(5), pp. 1359–1367.

- Marpaung, L.E. and Arifin, J. (2022) 'Optimalisasi Rute Distribusi Menggunakan Algoritma Clarke and Wright Savings Optimization of A75 Plain Glass Distribution Routes Using The Clarke and Wright Savings Algorithm', 6(2), pp. 76–83. Available at: <https://doi.org/10.35194/jmtsi.v6i2.1784>.
- Nurlathifah, E. et al. (2020) 'Optimalisasi Rute Distribusi BBM dengan Penerapan Capacitated Vehicle Routing Problem dan Excel Solver di Kabupaten Magetan', Teknoin, 26(2), pp. 116–126. Available at: <https://doi.org/10.20885/teknoin.vol26.iss2.art3>.
- Octora, L., Imran, A. and Susanty, S. (2014) 'Pembentukan Rute Distribusi Menggunakan Algoritma Clarke & Wright Savings dan Algoritma Sequential Insertion, Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, ©Jurusan *', 02(02), pp. 1–11.
- Octora, L., Imran, A. and Susanty, S. (2019) 'Pembentukan Rute Distribusi Menggunakan Algoritma Clarke & Wright Savings dan Algoritma Sequential Insertion', Reka Integra, 2(2), pp. 1–11.
- Panjaitan, Natasya Sondang Iskandar, Y.A. (2024) 'Optimasi Rute Distribusi BBM di SPBU Beririsan Wilayah Kabupaten Cikampek Menggunakan Anylogistix', 25(1), pp. 45–58.
- Pertamina EP (2019) 'Life Saving Rules Lifting Operation Basic Hsse Learning'.
- Pertiwi, P.P., Iriani, I. and Aryanny, E. (2020) 'Penentuan Rute Distribusi Produk Untuk Meminimumkan Biaya Distribusi Dengan Metode Algoritma Clark And Wright Saving Heuristic di PT X', Juminten, 1(2), pp. 24–32. Available at: <https://doi.org/10.33005/juminten.v1i2.15>.
- Pipit Mulyah, Dyah Aminatun, Sukma Septian Nasution, Tommy Hastomo, Setiana Sri Wahyuni Sitepu, T. (2020) 'Evaluasi Biaya Saluran Distribusi BBM pada PT. Pertamina (Persero) Depot Boyolali', Journal GEEJ, 7(2).
- Prayoga, D. (2023) 'Analisis Penentuan Mobil Tangki Menggunakan Pohon Logic Pada Fuel Terminal Malang', (2022010004).
- Rachman Afandy, F. and Fayaqun, R. (2023) 'Optimasi Pendistribusi Barang Dengan Metode Clarke and Wright (Saving Heuristic) Dan Metode Nearest Neighbour', Jurnal Locus Penelitian dan Pengabdian, 2(8), pp. 833–845. Available at: <https://doi.org/10.58344/locus.v2i8.1589>.
- Retno Andani, S. (2022) 'Optimasi Rute Menggunakan Vehicle Routing Problem (VRP) Dengan Algoritma Genetika', Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer & Manajemen), 4(1), pp. 148–156.
- Saktiyoso, T., Dian Ekawati, F. and Supratno, S. (2024) 'Penerapan Aplikasi Arcgis Dalam Pembuatan Peta Lokasi Desa Ridomanah', An-Nizam, 3(1), pp. 164–171. Available at: <https://doi.org/10.33558/an-nizam.v3i1.9669>.
- Saputro, R.A.T. et al. (2024) 'Optimasi Rute Distribusi Unggas Berbasis Network Analysis-GIS Menggunakan Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Window Pickup and Delivery', Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya, 10(1), pp. 51–60. Available at: <https://doi.org/10.30656/intech.v10i1.7712>.
- Tabbu, M.A.S. et al. (2022) 'Pelatihan Aplikasi ArcGIS 10.8 Sebagai Penunjang Pembelajaran Sistem Informasi Geografi Bagi Guru Geografi Sma Di Kabupaten Pangkajene Dan Kepulauan', Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 3(3), pp. 1881–1887. Available at: <https://doi.org/10.31004/cdj.v3i3.9220>.
- Tumurang, O.M. (2022) 'Implementasi Sistem Informasi Geografis menggunakan ArcGIS pada Analisis Kondisi Tutupan Lahan terhadap Dampak Runoff', Jurnal Teknik Informatika, 17(3), pp. 225–234.
- Wibisono, G. and Despa, D. (2021) 'Implementasi Penggunaan Software Arcgis 10.6 Pada Pekerjaan Perpipaan Air Limbah Kota Jambi Area Barat Paket C Sebagai Monitoring Informasi Dan Basis Data.', Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung, 2(2), pp. 12–20. Available at: <https://doi.org/10.23960/jpi.v2n2.60>.
- Windyatri, H. and Rayendra, R. (2023) 'Optimasi Rute Pengiriman BBM dengan Heterogeneous Vehicle Routing Problem With Multi-Trips', G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan, 7(3), pp. 1100–1109. Available at: <https://doi.org/10.33379/gtech.v7i3.2720>