

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

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

1. Pada kondisi eksisting, distribusi BBM dari TBBM Boyolali ke wilayah Magetan dilakukan berdasarkan pola zonasi tanpa penerapan metode optimasi matematis. Rute yang ditempuh cenderung mengikuti kebiasaan operasional tanpa perhitungan untuk meminimalkan jarak, biaya, dan waktu. Akibatnya, total jarak distribusi mencapai 872 km, dengan waktu tempuh keseluruhan 1.308 menit. Jalur Tol menjadi rute dengan jarak tertinggi, sedangkan jalur Ngawi dan Tawangmangu juga belum optimal dalam hal efisiensi distribusi. Kondisi ini menunjukkan masih terdapat peluang perbaikan untuk menekan biaya dan meningkatkan efisiensi waktu tempuh.
2. Implementasi metode Algoritma Clarke and Wright Saving dan Vehicle Routing Problem (VRP), menunjukkan hasil yang jauh lebih efisien dibandingkan rute eksisting dimana Metode *Clarke & Wright Saving* mampu mengoptimasi rute distribusi dengan menggabungkan rute-rute yang memiliki nilai saving tertinggi, sehingga jarak tempuh dapat ditekan. Hasil optimasi menunjukkan total jarak distribusi turun menjadi 833 km, menghasilkan penghematan sebesar 4,47% dibandingkan kondisi eksisting. Biaya operasional berkurang menjadi Rp 17.493.180, atau setara dengan penghematan 4,24%. Waktu tempuh juga lebih efisien, turun menjadi 1.248 menit (penghematan 4,62%). Metode ini menunjukkan kinerja yang cukup baik, terutama pada jalur Tawangmangu yang memiliki karakter medan berbukit dengan permintaan tersebar, karena metode ini efektif dalam menggabungkan titik distribusi yang berdekatan. Sedangkan Penerapan metode *Vehicle Routing Problem (VRP)* memberikan hasil optimasi yang lebih baik dibanding Clarke & Wright. Total jarak distribusi berkurang menjadi 825 km, atau penghematan sebesar 5,39% dari kondisi eksisting. Biaya operasional menjadi Rp 17.268.600, setara dengan penghematan 5,51%. Waktu tempuh juga turun menjadi 1.237 menit, atau hemat 5,89%. Metode VRP lebih unggul pada rute panjang atau terstruktur seperti jalur Ngawi dan Tol, karena algoritma VRP mampu memadukan rute dan kapasitas kendaraan secara lebih optimal dalam satu perjalanan. Hasil ini menunjukkan bahwa VRP cocok untuk distribusi dengan permintaan besar dan pola rute yang kompleks.
3. Secara keseluruhan, metode *Vehicle Routing Problem (VRP)* terbukti lebih efisien dalam optimasi rute distribusi BBM karena memberikan penghematan lebih besar pada seluruh

parameter: jarak, biaya, dan waktu tempuh. Namun demikian, metode *Clarke & Wright Saving* tetap relevan untuk jalur tertentu seperti Tawangmangu, di mana kondisi medan sulit dan sebaran permintaan lebih cocok dengan pendekatan penggabungan rute sederhana dari metode ini. Sementara itu untuk metode *Vehicle Routing Problem* lebih efisien digunakan pada rute 1 (Ngawi) dan rute 3 (Jalan Tol) dengan batasan kendaraan 32 KL karena lebih efisien dalam segi jarak, waktu dan biaya. Sedangkan untuk metode *Algoritma Clarke and Wright Saving* lebih efisien digunakan pada rute 2 (Tawangmangu) dengan batasan kendaraan 24 KL karena medan dengan tanjakan tajam dan jalan yang sempit.

V.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, penulis menyampaikan beberapa saran untuk pengembangan dan implementasi lebih lanjut:

1. Pemilihan metode optimasi rute distribusi BBM sebaiknya mempertimbangkan kondisi medan dan pola permintaan di setiap jalur. Untuk jalur Ngawi dan Jalan Tol, sangat direkomendasikan menggunakan metode *Vehicle Routing Problem (VRP)*. Hal ini karena VRP terbukti memberikan penghematan jarak, biaya, dan waktu paling besar pada jalur panjang dan terstruktur, di mana rute dapat dikombinasikan dengan lebih efisien. Sementara untuk jalur Tawangmangu, metode *Clarke & Wright Saving* lebih sesuai. Metode ini lebih unggul pada rute dengan medan berbukit dan permintaan tersebar karena kemampuannya dalam menggabungkan titik distribusi yang berdekatan sehingga tetap efisien meski kondisi geografisnya menantang.
2. pemilihan jenis armada disesuaikan dengan karakteristik jalur distribusi. Kendaraan 32 KL lebih cocok digunakan pada jalur Ngawi dan Jalan Tol yang cenderung datar, panjang, dan memiliki permintaan besar. Dengan kapasitas yang lebih besar, armada ini dapat mengoptimalkan jumlah perjalanan dan biaya operasional. Sebaliknya, untuk jalur Tawangmangu, kendaraan 24 KL lebih direkomendasikan. Kendaraan dengan kapasitas lebih kecil ini lebih aman, lincah, dan fleksibel untuk menghadapi medan berbukit dan rute yang berliku, sehingga meminimalkan risiko operasional.
3. Disarankan kepada pihak pengelola distribusi BBM, khususnya TBBM Boyolali, untuk tidak hanya mengandalkan rute eksisting berbasis zonasi karena pola ini terbukti belum efisien dalam menekan jarak, biaya, dan waktu tempuh. Penerapan metode optimasi rute matematis perlu dipertimbangkan secara sistematis untuk mengurangi pemborosan operasional dan meningkatkan ketepatan waktu pengiriman.
4. Penelitian selanjutnya disarankan untuk memasukkan faktor-faktor dinamis yang sering terjadi pada operasional distribusi BBM. Faktor tersebut mencakup kondisi lalu lintas, waktu

antrean pengisian di SPBU, kondisi cuaca, serta fluktuasi permintaan musiman. Dengan mempertimbangkan variabel-variabel ini, model optimasi yang dihasilkan akan lebih akurat, realistis, dan dapat diaplikasikan secara langsung untuk mendukung pengambilan keputusan dalam distribusi BBM di lapangan.

5. PT Pertamina TBBM Boyolali disarankan mengadopsi hasil optimasi rute distribusi dalam operasional sehari-hari guna menurunkan biaya logistik dan meningkatkan ketepatan waktu pengiriman BBM.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Amalia Yunia Rahmawati (2020) 'Analisis sistem pengenalan wajah', (July), pp. 1–23. Available at: <http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/29075/%5B2%5DBAB%202.pdf?isAllowed=y&sequence=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', *Ekspansional*, 12(1), p. 65. Available at: <https://doi.org/10.30872/ekspansional.v12i1.762>.

Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi KESDM (2023) 'Statistik Migas Tahun 2022', *Www.Migas.Esdm.Go.Id* [Preprint].

Dwi Poetra, R. (2019) 'Implementasi FaceNet dan MTCNN untuk Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Python 2.1. 1–64', *Gastronomía ecuatoriana y turismo local.*, 1(69), pp. 5–24.

Fauzi, F. (2019) 'Pengaruh Biaya pengiriman 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>.

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 pengiriman 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., Arifin, J. and Winarno, W. (2022) 'Optimalisasi Rute Distribusi Menggunakan Algoritma Clarke and Wright Savings', *Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri*, 6(2), p. 76. 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 *', 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>.