



DOI: <https://doi.org/10.38035/jmpis.v6i3>
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Analisis Optimalisasi Rute dan Biaya Distribusi Penyaluran Cadangan Bantuan Pangan Tahun 2024

Vrannico Putra Wijaya^{1*}, Maniah², Saptono Kusdanu Waskito³

¹Universitas Logistik dan Bisnis Internasional, Bandung, Indonesia, vrannicoputraw@gmail.com

²Universitas Logistik dan Bisnis Internasional, Bandung, Indonesia, maniah@ulbi.ac.id

³Universitas Logistik dan Bisnis Internasional, Bandung, Indonesia, saptonokw@yahoo.com

*Corresponding Author: vrannicoputraw@gmail.com

Abstract: *The distribution of food aid reserves (CBP) plays a crucial role in maintaining food security, particularly in responding to disasters or emergency situations in Indonesia. Efficiency in the distribution process can reduce logistics operational costs and ensure that the distribution of food aid reserves reaches the delivery points in the working area on time. Optimizing the route is expected to be more cost-efficient than the initial distribution process, which is essential in the logistics field to minimize costs, reduce delivery time, and improve overall operational efficiency. This study proposes an optimal route for the distribution process. The methods used are the Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) and the Travelling Salesman Problem (TSP). The comparison between the initial route and the study's findings indicates a reduction in the number of fleet trips by 45,69% (101 trips) and a significant cost reduction of 29,94% (Rp48,300,000) in the distribution process. This study is expected to contribute to more optimal planning of food aid logistics in the future.*

Keywords: *Costs, Distribution, Route, CVRP, TSP*

Abstrak: Penyaluran Cadangan Bantuan Pangan (CBP) memainkan peran penting dalam menjaga ketahanan pangan, terutama saat menghadapi bencana atau situasi darurat di Indonesia. Efisiensi yang dilakukan dalam proses distribusi dapat menekan biaya operasional logistik dan memastikan penyaluran bantuan cadangan pangan tiba tepat waktu di titik salur wilayah kerja antaran. Optimalisasi rute yang diharapkan adalah lebih efisien dari biaya awal distribusi yang sudah dilaksanakan, dimana hal ini sangat penting atau dibutuhkan dalam bidang logistik distribusi untuk meminimalkan biaya, mengurangi waktu pengiriman, dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan. Penelitian ini mengusulkan rute yang optimal untuk proses pendistribusian bantuan. Metode yang digunakan adalah *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) dan *Travelling Salesman Problem* (TSP). Perbandingan dari rute awal yang digunakan dengan Hasil dari penelitian ini terjadinya pengurangan jumlah *ritase* armada sebanyak 45,69% (101 *ritase*) yang digunakan dan pengurangan biaya yang signifikan sebesar 29,94% (Rp48.300.000) dalam proses distribusi. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi bagi perencanaan logistik bantuan pangan yang lebih optimal di masa depan.

Kata Kunci: Biaya, Distribusi, Rute, CVRP, TSP

PENDAHULUAN

Berbagai kemajuan pesat yang terjadi dalam bidang industri barang dan jasa mau tidak mau mengharuskan perusahaan untuk terus berkembang. seiring dengan kemajuan tersebut, yang berarti operasional perusahaan dan organisasi menjadi semakin kompleks (Mubarak, 2021). Perkembangan tersebut tidak lepas dari perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Selain itu, transportasi juga menjadi salah satu unsur pendukung utama dalam proses operasional organisasi dan perusahaan (Parvaze et al., 2023). Transportasi memiliki peranan yang sangat vital, dalam hal ini transportasi yang dimaksud adalah angkutan atau armada yang digunakan untuk proses distribusi kiriman (Ebid et al., 2024). Tanpa adanya transportasi, akan berakibat fatal bagi suatu perusahaan, karena sudah pasti perusahaan akan mengalami hambatan dalam pertumbuhannya dan mengalami kerugian karena tidak bisa memasarkan barang yang sudah diproduksinya (Latha et al., 2023). Bukan hanya perusahaan saja yang terkena dampaknya, tetapi setiap orang yang mengirimkan barang juga terkena dampaknya (Wawan Saputra, 2022).

Upaya pemerintah melibatkan Pos Indonesia sebagai mitra utama dalam distribusi bantuan pangan ke berbagai wilayah di Indonesia. Sebagai salah satu Badan Usaha Milik Negara yang memiliki jaringan logistik luas, Pos Indonesia memainkan peran penting dalam mendukung program pemerintah untuk menjangkau masyarakat hingga ke pelosok tanah air. Peran aktif Pos Indonesia dalam program ini juga mencerminkan komitmen pemerintah untuk meningkatkan sinergi antar lembaga dalam mewujudkan pelayanan publik yang lebih baik. Dengan memastikan distribusi yang lebih efisien dan akuntabel, diharapkan program bantuan pangan ini tidak hanya mampu memenuhi kebutuhan jangka pendek, tetapi juga menjadi landasan dalam mendukung pembangunan masyarakat yang berkelanjutan.

Distribusi barang merupakan salah satu aspek penting dalam rantai pasok yang mempengaruhi efisiensi operasional perusahaan (Zupemungkas, 2021). Dalam proses distribusi, pemilihan rute yang optimal menjadi faktor krusial karena berdampak langsung pada biaya operasional, waktu pengiriman, dan kepuasan pelanggan. Salah satu elemen utama yang menentukan efisiensi distribusi adalah jarak tempuh yang harus dilalui oleh armada distribusi (Kasih & Maulidina, 2023a). Oleh karena itu, pencarian rute terpendek menjadi fokus utama dalam upaya meningkatkan efisiensi distribusi dan penghematan biaya operasional. Hal ini harus dilakukan segera jika tidak maka kemungkinan akan muncul resiko pada operasional logistik (Maniah et al., 2023).

Terdapat berbagai faktor yang mempengaruhi pencarian rute terpendek diantaranya adalah faktor biaya operasional, peraturan, jarak, waktu, dan faktor lingkungan. Pada penelitian sebelumnya menggunakan metode SLR menghasilkan bahwasanya faktor jarak dan biaya merupakan faktor yang mempengaruhi pencarian rute terpendek. Jarak merupakan parameter fundamental dalam algoritma pencarian rute terpendek (Šedivý & Čejka, 2021). Faktor ini tidak hanya memengaruhi konsumsi bahan bakar dan biaya logistik tetapi juga memiliki implikasi terhadap pengurangan emisi karbon, yang mendukung keberlanjutan lingkungan (Shi et al., 2021). Namun, tantangan muncul karena jarak tidak selalu menjadi satu-satunya pertimbangan, faktor biaya, peraturan, waktu tempuh, dan faktor lingkungan (kondisi jalan, tingkat kemacetan) juga dapat memengaruhi pemilihan rute terpendek. Oleh karena itu, perlu pendekatan yang mempertimbangkan kombinasi faktor ini dengan tetap memprioritaskan jarak sebagai variabel utama.

Optimalisasi rute yang efisien sangat penting dalam bidang logistik distribusi untuk meminimalkan biaya, mengurangi waktu pengiriman, dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan (He et al., 2024). Faktor jarak dalam pencarian rute terpendek telah menjadi

tantangan abadi yang mencakup berbagai industri, mulai dari transportasi dan manajemen rantai pasokan hingga perencanaan perkotaan dan tanggap darurat (Riksa Herlambang, 2021). Jurnal ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengevaluasi berbagai metodologi, algoritma, dan pendekatan yang digunakan dalam upaya mengoptimalkan rute distribusi berdasarkan faktor jarak. Dengan menggabungkan penelitian terbaru dan aplikasi praktis, tinjauan ini berupaya memberikan wawasan tentang perkembangan strategis dan teknologi yang mendorong kemajuan dalam pengoptimalan rute, membuka jalan bagi praktik distribusi yang lebih berkelanjutan dan efektif di masa mendatang (Ebid et al., 2024).

Tabel 1. Data perbandingan penggunaan metode pada penelitian terdahulu

No	Peneliti	Metode					
		<i>Saving Matrix</i>	<i>Nearest Neighbor</i>	CVRP	TSP	<i>Algoritma Dijkstra</i>	<i>Back Loading</i>
1.	(Pulansari et al., 2021)	1	1	0	0	0	0
2.	(Wisnu et al., 2021)	0	1	1	0	0	0
3.	(Amri et al., 2022)	0	1	0	0	0	0
4.	(Wijayanti Rizka, 2022)	1	1	0	0	0	0
5.	(Jihad Azhar et al., 2023)	1	1	0	0	0	0
6.	(Sepadyati et al., 2023)	1	0	0	0	0	0
7.	(Ariyanto & Suseno, 2023)	1	1	0	0	0	0
8.	(Kasih & Maulidina, 2023b)	1	0	0	0	0	0
9.	(Miftachul Huda et al., 2023)	1	0	0	0	0	0
10.	(Utomo & Wati, 2024)	1	0	0	0	0	0
11.	(Anisa & Lukmandono, 2024)	1	1	0	0	0	0
12.	(Muhammad Aqil Siraj, 2024)	1	1	0	0	0	0

Sumber: Pengolahan Penulis, 2025.

Dengan *systematic literatur review* dapat mengetahui tren topik yang sangat diminati oleh peneliti sebelumnya. Sehingga dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya (Maniah et al., 2022). Berdasarkan tabel 1 diatas penelitian dalam pencarian jarak untuk menghasilkan rute optimal yang dilakukan oleh (Pulansari et al., 2021), (Wijayanti Rizka, 2022), (Jihad Azhar et al., 2023), (Ariyanto & Suseno, 2023), (Anisa Permatasari & Lukmandono, 2024), (Muhammad Aqil Siraj, 2024) menggunakan metode *saving matrix* dan *nearest neighbor*, (Wisnu Wardhana & Dewi, 2021) meneliti menggunakan metode *nearest neighbor* dan *capacitated vehicle routing problem*, (Amri et al., 2022) hanya menggunakan metode *nearest neighbor*, (Sepadyati et al., 2023) menggunakan metode *saving matrix*, (Kasih & Maulidina, 2023b) menggunakan metode *saving matrix*, (Miftachul Huda et al., 2023) menggunakan metode *saving matrix*, dan (Utomo & Wati, 2024) juga hanya menggunakan metode *saving matrix*. Dari berbagai penelitian tersebut masih ada peluang penulis untuk melakukan penelitian pada analisis rute distribusi penyaluran cadangan bantuan pangan tahun 2024 menggunakan metode CVRP dan *travelling salesman problem*. Ruang lingkup penelitian ini hanya dibawah wilayah kerja Kantor Pos Kisaran.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif yang bertujuan untuk menggambarkan data yang terkumpul secara sistematis dan mendetail, sesuai dengan karakteristik yang ada di lapangan. Penelitian ini berfokus pada rute dan biaya operasional distribusi penyaluran cadangan bantuan pangan dari gudang Kisaran Naga kemudian dibawa menuju 22 wilayah antaran kantor cabang dan kantor cabang pembantu di KC Kisaran (Kabupaten Asahan, Kabupaten Batubara, dan Kota Tanjungbalai). Teknik penelitian dalam pengambilan data diperoleh dari hasil wawancara dan observasi dengan kepala kantor KC

Kisaran yang diantaranya mendapatkan data alokasi penyaluran, rute awal, jenis armada, jumlah *ritase* dan biaya operasional. Penelitian ini menggunakan metode *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) dan metode *Traveling Salesman Problem* (TSP) yang kemudian akan dibandingkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan jenis kendaraan dan jumlah kapasitas yang diangkut

Tabel 2. Jenis Kendaraan dan kapasitas

Jenis Kendaraan	Ukuran	Kapasitas Angkut	Jumlah Tonase	Biaya
<i>Colt Diesel Double</i>	440x200x190 Cm	1.000 Koli	10.000 Kg	Rp1.100.000
<i>Colt Diesel Double Long</i>	560x200x210 Cm	1.300 Koli	13.000 Kg	Rp1.300.000

Sumber: Pengolahan Penulis,2025.

Dalam proses distribusi penyaluran cadangan bantuan pangan Pos Indonesia menggunakan jenis armada CDD yang bisa mengangkut sebanyak 1.000 koli atau setara dengan 10.000 Kg, sedangkan jenis CDDL bisa mengangkut sebanyak 1.300 koli atau setara dengan 13.000 Kg. untuk barang yang diangkut adalah beras dengan berat 10kg/koli nya, barang tersebut diangkut dari gudang bulog kisaran naga menuju wilayah kerja KC/Kcp *destination*.

Rute awal distribusi

Berikut merupakan rute awal yang digunakan oleh KC kisaran untuk distribusi penyaluran cadangan bantuan pangan tahun 2024:

Kota/Kab	Origin	Destination	Jarak	Alokasi	Tonase (Kg)	Jumlah Armada	Total Biaya
Kabupaten Asahan	Bulog Kisaran Naga	KC KIS	2	8.894	88.940	15	12.000.000
		KCP SGU	13	2.590	25.900	5	4.000.000
		KCP TGRJ	27	1.507	15.070	3	2.550.000
		KCP BPM	47	3.583	35.830	6	5.400.000
		KCP BSE	11	3.642	36.420	7	5.600.000
		KCP MTI	17	2.195	21.950	4	3.200.000
		KCP SEA	12	3.619	36.190	7	5.950.000
		KCP ABU	28	3.651	36.510	7	5.950.000
		KCP PRA	41	4.015	40.150	7	6.300.000
		KCP BAP	58	3.998	39.980	7	6.300.000
		KCP ALB	55	3.177	31.770	6	5.400.000
		KCP BGH	25	2.990	29.900	5	4.250.000
KCP SPY	38	2.880	28.800	5	4.500.000		
Kabupaten Batu-bara	Bulog Kisaran Naga	KCP SBJ	25	4.068	40.680	7	5.950.000
		KCP TTR	36	12.091	120.910	21	18.900.000
		KCP LBR	32	5.813	58.130	10	9.000.000
		KCP LMP	45	5.251	52.510	9	8.100.000
		KCP SPGSD	32	3.510	35.100	6	5.400.000
		KCP IND	66	4.667	46.670	8	7.200.000
		KCP KTJ	69	2.906	29.060	5	4.500.000
KCP KKI	65	2.958	29.580	5	4.500.000		
Kota Tanjung balai	Bulog Kisaran Naga	KCP TNB	24	18.569	185.690	31	26.350.000
Total				106.574	1.065.740	186	161.300.000

Sumber: KC Kisaran, 2025

Gambar 1. Rute awal distribusi penyaluran CPB

Data Matrix Jarak

Berikut merupakan data *matrix* jarak yang bisa digunakan untuk menyelesaikan atau menentukan rute baru dengan jarak yang optimal dan biaya yang murah, data disajikan dari gudang bulog kisaran naga menuju wilayah antaran kantor cabang dan kantor cabang pembantu di wilayah kerja KC kisaran.

	GD BLG	KIS	SGU	TGRJ	BPM	BSE	MTI	SEA	ABU	PRA	BAP	ALB	BGH	SPY	SBJ	TTR	LBR	LMP	SPGSD	IND	KTJ	KKI	TNB
GD BLG	0	2	13	27	47	11	17	12	28	41	58	55	25	38	25	36	32	45	32	66	69	65	24
KIS	2	0	13	25	46	8,8	15	14	30	43	60	57	23	36	23	34	30	45	30	65	69	64	23
SGU	13	13	0	13	33	22	24	25	24	37	54	51	36	45	32	42	39	44	39	64	68	63	37
TGRJ	27	25	13	0	32	30	32	27	11	23	41	38	41	47	40	50	47	52	47	72	76	71	39
BPM	47	46	33	32	0	55	58	58	38	50	41	64	70	79	65	76	73	78	73	98	101	97	76
BSE	11	8,8	22	30	55	0	23	20	35	49	66	63	14	22	31	42	38	54	38	74	77	73	42
MTI	17	15	24	32	58	23	0	29	44	57	75	72	38	46	14	24	21	29	21	47	62	58	37
SEA	12	14	25	27	58	20	29	0	17	30	47	44	15	21	37	48	44	57	44	78	81	77	12
ABU	28	30	24	11	38	35	44	17	0	13	31	27	31	37	52	62	59	63	59	83	87	82	62
PRA	41	43	37	23	50	49	57	30	13	0	18	14	43	50	65	76	72	86	72	106	109	105	41
BAP	58	60	54	41	41	66	75	47	31	18	0	27	61	67	83	93	90	103	90	123	127	122	59
ALB	55	57	51	38	64	63	72	44	27	14	27	0	57	64	79	90	87	100	87	120	123	119	55
BGH	25	23	36	41	70	14	38	15	31	43	61	57	0	12	45	55	52	67	52	87	91	86	3,3
SPY	38	36	45	47	79	22	46	21	37	50	67	64	12	0	53	64	61	76	61	98	101	97	8,8
SBJ	25	23	32	40	65	31	14	37	52	65	83	79	45	53	0	15	12	20	12	38	46	48	45
TTR	36	34	42	50	76	42	24	48	62	76	93	90	55	64	15	0	2,4	20	4,4	28	37	33	58
LBR	32	30	39	47	73	38	21	44	59	72	90	87	52	61	12	2,4	0	18	2	31	39	35	56
LMP	45	45	44	52	78	54	29	57	63	86	103	100	67	76	20	20	18	0	16	18	26	29	69
SPGSD	32	30	32	47	73	38	21	44	59	72	90	87	52	61	12	4,4	2	16	0	33	39	37	58
IND	66	65	64	72	98	74	47	78	83	106	123	120	87	98	38	28	31	18	33	0	8,6	4,2	89
KTJ	69	69	68	76	101	77	62	81	87	109	127	123	91	101	46	37	39	26	39	8,6	0	4,5	92
KKI	65	64	63	71	97	73	58	77	82	105	122	119	86	97	48	33	35	29	37	4,2	4,5	0	88
TNB	24	23	37	39	76	42	37	12	62	41	59	55	3,3	8,8	45	58	56	69	58	89	92	88	0

Sumber: Penulis, 2025

Gambar 2. Data Matrix distribusi penyaluran CPB

Penentuan rute distribusi penyaluran CBP dengan menggunakan metode *Capacitated Vehicle Routing Problem*

Pada metode ini pencarian rute memperhatikan atau mempertimbangkan jarak terdekat dari satu titik ke titik lainnya dengan mempertimbangkan kapasitas angkut tidak boleh lebih dari muatan jenis armada yang dipilih. Rumus CVRP meminimalkan total jarak atau biaya perjalanan kendaraan :

$$\text{Minimize } Z = \sum_{k=1}^K \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n c_{ij} \cdot x_{ij}^k \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

c_{ij} = jarak atau biaya antara lokasi i dan j

x_{ij}^k = variabel biner yang menunjukkan apakah kendaraan k digunakan pada rute $i \rightarrow j$.

Tabel 3. Hasil penentuan rute, jarak dan biaya menggunakan metode CVRP

Armada	Rute	Jarak Tempuh	Jml Muatan	Jml Tonase	Jenis Kendaraan	Jumlah Ritase	Biaya	Total Biaya
1	Gudang-Kis-Bse	10,8 KM	12.536	125.360	CDDL	10	13.500.000	12.500.000
2	Gudang-Mti-Sbj-Lmp	51 KM	11.514	115.140	CDDL	9	12.150.000	12.150.000
3	Gudang-Tgrj-Sgu-Bpm	73 KM	7.680	76.800	CDDL	6	8.100.000	8.100.000
4	Gudang-Spgsd-Lbr-Ttr	36,4 KM	21.414	214.140	CDDL	16	21.600.00	22.700.000
					CDD	1	1.100.000	

5	Gudang-Ind-Kki-Ktj	74,7 KM	10.531	105.310	CDDL	6	8.100.000	11.400.000
					CDD	3	3.300.000	
6	Gudang-Sea-Tnb-Bgh-Spy	39,3 KM	28.058	280.580	CDDL	21	28.350.000	29.450.000
					CDD	1	1.100.000	
7	Gudang-Abu-Pra-Alb-Bap	82 KM	14.841	148.410	CDDL	10	13.500.000	15.700.000
					CDD	2	2.200.000	
Total			106.574	1.065.740		85		113.000.000

Sumber: Penulis, 2025.

Dari tabel 3 diatas diketahui hasil perhitungan pencarian rute distribusi penyaluran bantuan cadangan pangan menggunakan 7 rute distribusi untuk mengangkut sebanyak 1.065.740 Kg beras dengan 85 ritase, jenis armada CDD sebanyak 7 dan jenis CDDL sebanyak 78 armada. Biaya distribusi yang digunakan sebesar Rp113.000.000.

Penentuan rute distribusi penyaluran CBP dengan menggunakan metode *Traveling Salesman Problem* (TSP)

Optimilisasi yang dilakukan pada metode ini bertujuan untuk menemukan rute terpendek yang melewati semua kota tepat satu kali dan kembali ke kota awal, Rumus TSP meminimalkan total jarak atau biaya perjalanan:

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot x_{ij} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

$x_{ii} = 1$ jika perjalanan dari kota i ke kota j adalah bagian dari rute.

$x_{ij} = 0$ jika perjalanan tersebut bukan bagian dari rute.

Tabel 4. Hasil penentuan rute, jarak dan biaya menggunakan metode TSP

Armada	Rute	Jarak Tempuh	Jml Muatan	Jml Tonase	Jenis Kendaraan	Jumlah Ritase	Total Biaya
1	Gudang-Kis-Bse-Bgh-Tnb-Spy-Sea-Abu-Pra-Alb-Bap-Bpm-Tgrj-Sgu-Mti-Sbj-Spgsd-Lbr-Ttr-Lmp-Ind-Kki-Ktj-Gudang	395,2 KM	106.574	1.065.740	CDDL	84	113.400.000
2	Gudang-Kis-Bse-Bgh-Tnb-Spy-Sea-Abu-Pra-Alb-Bap-Bpm-Tgrj-Sgu-Mti-Sbj-Spgsd-Lbr-Ttr-Lmp-Ind-Kki-Ktj-Gudang	395,2 KM	106.574	1.065.740	CDD	107	117.700.000

Sumber: Penulis, 2025.

Hasil dari tabel 4 diatas memberikan pilihan antara menggunakan armada CDD dan CDDL, untuk yang menggunakan armada CDDL jumlah *ritase* yang digunakan sebanyak 84 ritase dengan biaya sebesar Rp113.400.000 sedangkan jenis armada CDD terdapat jumlah *ritase* sebanyak 107 ritase dengan total biaya sebesar Rp117.700.000. terlihat perbedaan jumlah *ritase* dan biaya yang digunakan, dimana tentunya pada metode TSP ini akan memilih jenis armada CDDL yang akan dipakai untuk distribusi penyaluran cadangan bantuan pangan.

Perbandingan Rute Awal, hasil metode CVRP, dan hasil metode TSP

Berikut merupakan tabel perbandingan antara rute awal yang digunakan untuk distribusi penyaluran cadangan bantuan pangan antara menggunakan metode *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) dan metode *Travelling Salesman Program* (TSP).

Tabel 5. Perbandingan rute awal, hasil metode CVRP, dan hasil metode TSP

Rute	Jumlah Ritase	Total Biaya	Nilai Saving	Persentase Saving
Rute Awal	188	161.300.000	0	0%
Metode CVRP	85	113.000.000	48.300.000	29,94%
Metode TSP	107	117.700.000	43.600.000	27,03%

Sumber: Penulis, 2025.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian distribusi cadangan bantuan pangan tahun 2024 menunjukkan bahwa penggunaan metode *Capacitated Vehicle Routing Problem* (CVRP) memberikan hasil yang lebih optimal dibandingkan rute awal maupun metode *Traveling Salesman Problem* (TSP). Dengan metode CVRP, ritase berhasil dikurangi menjadi 85 ritase dengan total biaya operasional sebesar Rp113.000.000, menghemat biaya hingga 29,94% (Rp48.300.000) dibandingkan rute awal yang menggunakan 186 ritase dengan biaya Rp161.300.000 dan 107 ritase dengan biaya operasional sebesar Rp117.700.000 menggunakan metode TSP. Penelitian ini membuktikan bahwa CVRP dapat menjadi solusi efisien untuk mengoptimalkan jarak penentuan rute dan biaya operasional distribusi bantuan cadangan pangan.

REFERENSI

- Amri, M., Rahman, A., & Yuniarti, R. (2022). *PENYELESAIAN VEHICLE ROUTING PROBLEM DENGAN MENGGUNAKAN METODE NEAREST NEIGHBOR (Studi Kasus : MTP Nganjuk Distributor PT. Coca Cola)*.
- Anisa Permatasari, D., & Lukmandono. (2024). *Industri Inovatif-Jurnal Teknik Industri ITN Malang, Maret 2024 Implementasi Metode Saving Matrix Dan Nearest Neighbor | Diah | Lukmandono IMPLEMENTASI METODE SAVING MATRIX DAN NEAREST NEIGHBOR UNTUK MENINGKATKAN EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI RUTE*.
- Ariyanto, D., & Suseno. (2023). Optimalisasi Penentuan Rute Distribusi Roti Bakar Dengan Metode Saving Matrix Dan Algoritma Nearest Neighbor Pada Pabrik Roti Bakar Azhari. *JURNAL ILMIAH TEKNIK INDUSTRI DAN INOVASI*, 2(1), 1–11. <https://doi.org/10.59024/jisi.v2i1.494>
- Ebid, A. M., Abdel-Kader, M. Y., Mahdi, I. M., & Abdel-Rasheed, I. (2024). Ant Colony Optimization based algorithm to determine the optimum route for overhead power transmission lines. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(1). <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102344>
- He, Z., Zhang, M., Lin, C., Zhao, J., Shi, K., & Ai, Z. (2024). Optimizing Heterogeneous Vehicle Routes for Urban Distribution Considering the Three-Dimensional Bin Packing Problem of Electric Meters. *IEEE Access*, 12, 22003–22031. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3363417>
- Jihad Azhar, F., Astari, A. N., Rizky, C. A., & Fauzi, M. (2023). PENENTUAN RUTE TERBAIK PADA DISTRIBUSI PRODUK X DI PT BCD MENGGUNAKAN METODE SAVING MATRIX DAN NEAREST NEIGHBORS. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 3(1), 2023–2702. <https://doi.org/10.46306/tgc.v3i1>
- Kasih, P. H., & Maulidina, Y. (2023a). Penentuan Rute Pengiriman untuk Meminimasi Jarak Tempuh Transportasi menggunakan Metode Saving Matrix. *Jurnal INTECH Teknik*

- Industri Universitas Serang Raya*, 9(1), 53–62.
<https://doi.org/10.30656/intech.v9i1.5680>
- Kasih, P. H., & Maulidina, Y. (2023b). Penentuan Rute Pengiriman untuk Meminimasi Jarak Tempuh Transportasi menggunakan Metode Saving Matrix. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 9(1), 53–62.
<https://doi.org/10.30656/intech.v9i1.5680>
- Latha, R., Kumar, R. S., Kumar, B. S., Rajalingam, S., & Tamizhnesan, N. D. (2023). Routing Protocol using Ant Colony Optimization-Traveling Salesman Problem. *Procedia Computer Science*, 230, 515–521. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.12.107>
- Maniah, M., Mulyati, E., & Hamidin, D. (2023). OPERATIONAL RISK ANALYSIS FOR MANPOWER (DRIVER) ON POSTAL NETWORK. *JURTEKSI (Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi)*, 9(2), 199–206. <https://doi.org/10.33330/jurteksi.v9i2.1905>
- Maniah, Soewito, B., Lumban Gaol, F., & Abdurachman, E. (2022). A systematic literature Review: Risk analysis in cloud migration. In *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences* (Vol. 34, Issue 6, pp. 3111–3120). King Saud bin Abdulaziz University. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2021.01.008>
- Miftachul Huda, M., Dwi,), Rakhmawati, Y., & Nuha, H. (2023). *PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI MENGGUNAKAN METODE SAVING MATRIX UNTUK MEMINIMALKAN BIAYA TRANSPORTASI DI PT. LIMA JAYA ABADI*.
- Mubarok, A. Y. C. U. (2021). PENERAPAN ALGORITMA GENETIKA UNTUK Mencari Optimasi Kombinasi Jalur Terpendek Dalam Kasus Travelling Salesman Problem. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 7.
- Muhammad Aqil Siraj. (2024). OPTIMASI JALUR DISTRIBUSI PADA UMKM MITRA TELUR DENGAN MENGGUNAKAN METODE SAVING MATRIX DAN NEAREST NEIGHBOR. *JURNAL ILMIAH SAINS TEKNOLOGI DAN INFORMASI*, 2(2), 29–38. <https://doi.org/10.59024/jiti.v2i2.724>
- Parvaze, S., Kumar, R., Khan, J. N., Al-Ansari, N., Parvaze, S., Vishwakarma, D. K., Elbeltagi, A., & Kuriqi, A. (2023). Optimization of Water Distribution Systems Using Genetic Algorithms: A Review. In *Archives of Computational Methods in Engineering* (Vol. 30, Issue 7, pp. 4209–4244). Springer Science and Business Media B.V. <https://doi.org/10.1007/s11831-023-09944-7>
- Pulansari, P., Nugraha, I., & Dewi, S. (2021, November 12). Determining the Shortest Route of Distribution to Reduce Environmental Emissions Using Saving Matrix and Nearest Neighbor Methods. *2nd International Conference Eco-Innovation in Science, Engineering, and Technology*. <https://doi.org/10.11594/nstp.2021.1435>
- Riksa Herlambang, I. N. F. M. N. S. F. R. (2021). Determination of The Shortest Route for Distributing Goods using Floyd-Warshall Algorithm. In *Agustus* (Vol. 20, Issue 3).
- Šedivý, J., & Čejka, J. (2021). Optimisation of distribution routes for branch office of česká pošta, s.p. (Czech Post). *Transportation Research Procedia*, 53, 252–257. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.02.032>
- Sepadyati, N., Hariono, R., Xaverius Nelson Thesman, F., Vincent, H., Renard Leuw, R., & Edric, W. (2023). *Optimalisasi Rute Pengiriman Menggunakan Saving Matrix: Sebuah Studi Kasus*. <http://ejournal.atmajaya.ac.id/index.php/metris>
- Shi, Q., Zhang, K., Weng, J., Dong, Y., Ma, S., & Zhang, M. (2021). Evaluation model of bus routes optimization scheme based on multi-source bus data. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 10. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100342>
- Utomo, E. A., & Wati, P. E. D. K. (2024). Optimasi Rute Distribusi Biskuit Ubm Menggunakan Metode Saving Matrix untuk Meminimasi Biaya Distribusi pada PT. SJA. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 7(2), 1185–1194. <https://doi.org/10.31004/jutin.v7i2.28466>

- Wawan Saputra, D. (2022). Optimalisasi Rute Distribusi Kurir Menggunakan Metode Traveling Salesman Problem (Studi Kasus: JNE Balige). *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 6(2), 159–165. <https://doi.org/10.33379/gtech.v6i2.1577>
- Wijayanti Rizka. (2022). Optimalisasi Rute Distribusi Untuk Meminimalkan Biaya Pengiriman dengan Metode Saving matrix dan Algoritma Nearest neighbor di PT. XYZ. *Scientifict Journal of Industrial Engineering*.
- Wisnu Wardhana, E., & Dewi, A. C. (2021). *OPTIMALISASI JUMLAH KENDARAAN DAN RUTE DISTRIBUSI LOGISTIK PEMILIHAN DI KABUPATEN KEDIRI PADA MASA PANDEMI*. www.journal.kpu.go.id
- Zupemungkas, O. H. H. W. (2021). OPTIMALISASI RUTE DISTRIBUSI MENGGUNAKAN METODE TRAVELING SALESMAN PROBLEM (TSP) UNTUK MEMINIMASI BIAYA DISTRIBUSI. *JURNAL EKONOMI DAN BISNIS*, 8, 1–16.