P-ISSN: 2085-5141
E-ISSN: 2745-9624

Vol. 19, No. 02, Oktober 2026 http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/logistik/

PERANCANGAN RUTE PENDISTRIBUSIAN PROGRAM BANTUAN PEMERINTAH BERUPA MAKANAN BERGIZI GRATIS (MBG) DI KECAMATAN KESAMBI KOTA CIREBON, JAWA BARAT

DESIGNING THE DISTRIBUTION ROUTE FOR THE GOVERNMENT ASSISTANCE PROGRAM IN THE FORM OF FREE NUTRITIOUS FOOD (MBG) IN THE KESAMBI DISTRICT OF CIREBON CITY, WEST JAVA

Novita Ramadhan Putri [a,1*], Anggi Widya Purnama [a,2], Nurlaela Kumala Dewi [a,3]

[a] Universitas Logistik dan Bisnis Internasional, Jl. Sariasih No.54, Sarijadi, Kec. Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia 40151

[1] novitaraptr@gmail.com, [2] anggiwp@ulbi.ac.id, [3] nurlaelakumala@ulbi.ac.id

[*]corresponding: novitaraptr@gmail.com

Diterima: 18 September 2026, direvisi: 13 Oktober 2026, disetujui: 18 Oktober 2026, diterbitkan: 31 Oktober 2026

ABSTRAK

Program Makan Bergizi Gratis (MBG) merupakan kebijakan pemerintah dalam meningkatkan status gizi masyarakat melalui penyediaan makanan bergizi secara rutin. Pelaksanaan program ini memerlukan sistem distribusi yang mampu memenuhi kebutuhan penerima dengan mempertimbangkan kapasitas kendaraan dan batas waktu pelayanan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang rute pendistribusian bantuan makanan bergizi dengan mempertimbangkan armada heterogen dan batasan waktu. Studi kasus dilakukan pada Satuan Pelayanan Pemenuhan Gizi (SPPG) Yayasan Pendidikan Delta dan SPPG Yayasan Miftahul Ulum di Kecamatan Kesambi, Kota Cirebon. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan model HVRPTW yang diselesaikan menggunakan Google OR-Tools berbasis Python. Model mempertimbangkan parameter koordinat, jumlah permintaan, kapasitas armada, jendela waktu, jarak tempuh dan biaya operasional kendaraan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada SPPG Yayasan Pendidikan Delta, rute usulan mengurangi total jarak tempuh sebesar 11,8%, waktu operasi selama 22 menit, dan biaya operasional harian sebesar 0,2%. Pada SPPG Yayasan Miftahul Ulum, total jarak tempuh berkurang sebesar 5,5%, waktu operasi selama 10 menit, dan biaya operasional harian sebesar 0,2%. Kepatuhan terhadap *time window* meningkat menjadi 100% pada kedua SPPG, dari 98% pada rute eksisting Delta dan 90% pada rute eksisting Miftahul Ulum. Rute usulan juga menghilangkan pelanggaran *time window* pada kedua SPPG serta kelebihan muatan yang ditemukan pada rute eksisting Miftahul Ulum. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan HVRPTW dapat mendukung perancangan rute distribusi MBG yang lebih efisien dengan tetap memperhatikan kapasitas kendaraan dan ketepatan waktu pelayanan.

Kata kunci: Program Makan Bergizi Gratis, Optimasi Rute, Distribusi Logistik, HVRPTW, Google OR-Tools.

ABSTRACT

The Free Nutritious Meals Program (MBG) is a government policy aimed at improving the nutritional status of the community through the regular provision of nutritious meals. Implementing this program requires a distribution system capable of meeting recipients' needs while taking into account vehicle capacity and service time constraints. This study aims to design distribution routes for nutritious food aid, taking into account a heterogeneous fleet and time constraints. Case studies were conducted at the Nutrition Fulfilment Service Unit (SPPG) of the Delta Education Foundation and the SPPG of the Miftahul Ulum Foundation in Kesambi District, Cirebon City. The study employed a quantitative approach using the HVRPTW model, which was solved using Python-based Google OR-Tools. The model considered parameters such as coordinates, number of requests, fleet capacity, time windows, travel distance, and vehicle operating costs. The results showed that at the Delta Education Foundation's SPPG, the proposed route reduced total travel distance by 11.8%, operating time by 22 minutes, and daily operating costs by 0.2%. At the Miftahul Ulum Foundation's SPPG, total travel distance decreased by 5.5%, operating time by 10 minutes, and daily operating costs by 0.2%. Time-window compliance increased to 100% on both SPPGs, up from 98% on the existing Delta route and 90% on the existing Miftahul Ulum route. The proposed routes also eliminate time-window violations on both SPPGs as well as the overloading issues found on the existing Miftahul Ulum route. These results indicate that the application of HVRPTW can support the design of more efficient MBG distribution routes while taking into account vehicle capacity and service punctuality.

Keywords: *Free Nutritional Meal Program, Route Optimization, Logistics Distribution, HVRPTW, Google OR-Tools.*

Pendahuluan

Permasalahan gizi dan ketahanan pangan merupakan isu strategis berskala global yang berdampak langsung terhadap kualitas sumber daya manusia (SDM) dan produktivitas jangka panjang suatu negara. Malnutrisi, khususnya pada anak-anak, berimplikasi terhadap fungsi kognitif, capaian pendidikan, serta produktivitas ekonomi di masa dewasa (FAO et al., 2023, pp. 20–25). Di Indonesia, tantangan gizi anak, termasuk stunting, masih menjadi perhatian utama, dengan prevalensi nasional sebesar 19,8% pada 2024, yang mana angka tersebut masih berada di atas ambang batas WHO sebesar 14% (Kemenkes, 2025, p. 10). Kondisi ini diperburuk oleh fakta bahwa sekitar 26,5% rumah tangga masih mengalami keterbatasan akses pangan bergizi (BPS, 2022, p. 45). Menanggapi hal ini, Pemerintah Indonesia membentuk Badan Gizi Nasional (BGN) melalui Perpres No. 83 Tahun 2024, dengan salah satu program unggulan berupa Program Makan Bergizi Gratis (MBG) yang mulai diimplementasikan pada 2025 (BGN, 2025, p. 5). Kebijakan transformasi gizi tersebut juga menjadi bagian dari upaya pemerintah dalam mewujudkan Indonesia Emas 2045 (Bappenas, 2024).

Program MBG dioperasikan melalui Satuan Pelayanan Pemenuhan Gizi (SPPG) yang bertanggung jawab dalam memproduksi dan mendistribusikan makanan siap konsumsi. Di Kota

Cirebon, prevalensi stunting yang tinggi menjadikan wilayah ini prioritas implementasi program (Dinkes, 2023). Dalam sistem logistik pangan, ketepatan waktu pengiriman menjadi faktor determinan karena berkaitan langsung dengan kualitas produk yang akan dikonsumsi. Di Kecamatan Kesambi memiliki dua titik distribusi utama, yaitu SPPG Yayasan Pendidikan Delta dan SPPG Yayasan Miftahul Ulum. Berdasarkan observasi awal, penentuan rute distribusi di kedua lokasi tersebut masih bersifat konvensional berdasarkan intuisi pengemudi. Hal ini dapat menyebabkan resiko kendala operasional, seperti keterlambatan dan ketidakseimbangan beban muatan antar armada. Inefisiensi tersebut secara sistemik meningkatkan biaya operasional dan berisiko menurunkan kualitas layanan program pemerintah. Secara operasional, proses pendistribusian MBG menghadapi tantangan berupa keberagaman kapasitas armada (heterogen) dan batasan jendela waktu pelayanan.

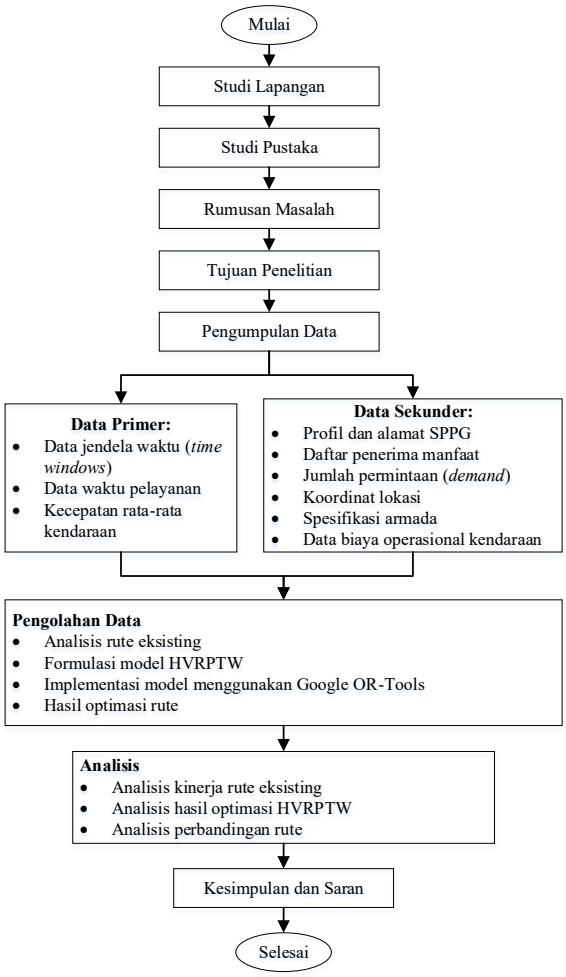
Permasalahan ini dapat dianalisis melalui *Vehicle Routing Problem* (VRP) untuk menentukan rute kendaraan optimal (Toth & Vigo, 2014, pp. 10–15). VRP merupakan permasalahan optimasi yang terus berkembang dalam bidang riset operasi, terutama dalam menentukan rute distribusi dengan mempertimbangkan berbagai batasan operasional (Laporte, 2009). Dewi, Siswanto, dan Hiber (2020) menekankan pentingnya model distribusi yang secara spesifik mempertimbangkan batasan kapasitas angkut untuk menunjang efisiensi operasional (Dewi et al., 2020). Penerapan varian *Heterogeneous Vehicle Routing Problem with Time Windows* (HVRPTW) dinilai sangat relevan karena mampu mengakomodasi karakteristik armada yang tidak seragam dan titik pelayanan yang memiliki batas waktu pelayanan (I. Soenandi et al., 2017, p. 8). Pendekatan matematis ini menawarkan solusi untuk meminimalkan jarak tempuh dan biaya sekaligus memastikan kepatuhan terhadap jendela waktu.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa optimasi rute menggunakan pendekatan algoritmik efektif dalam meningkatkan efisiensi. Penggunaan metode *heuristic* pada distribusi pangan mampu meminimalkan jarak tempuh dan menghindari keterlambatan pengiriman (Purnama & Nurhakim, 2020, pp. 41–50). Penggunaan algoritma optimasi pada kendaraan heterogen juga terbukti dapat meningkatkan utilisasi kapasitas armada secara signifikan dibandingkan metode manual (Dewi & Mashuda, 2022, pp. 45–52). Sementara itu, Ibrahim et al., (2021) mengembangkan optimasi Genetic Algorithm untuk permasalahan VRP *Pick-Up and Delivery with Time Windows*. Dalam penerapannya, Google OR-Tools menyediakan perangkat optimasi yang dapat digunakan untuk memodelkan dan menyelesaikan permasalahan rute kendaraan dengan berbagai batasan operasional (Benoit & Asef, 2024; Google, 2024; Ribeiro, 2023). Namun, penelitian mengenai implementasi HVRPTW pada

distribusi bantuan sosial seperti program MBG di tingkat kecamatan masih terbatas. Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja rute distribusi MBG eksisting di Kecamatan Kesambi, Kota Cirebon, merancang model optimasi rute menggunakan pendekatan HVRPTW dengan dukungan Google OR-Tools, dan menganalisis tingkat efisiensi yang dihasilkan. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi praktis bagi SPPG dalam mengoptimalkan tata kelola logistik pangan dan memperkuat literatur riset operasi dalam pelayanan publik.

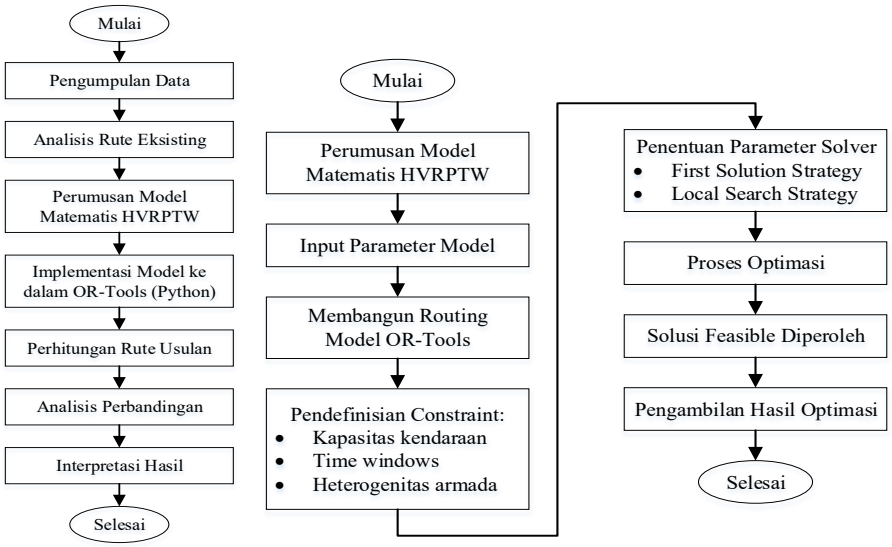
Metode Penelitian

Penelitian ini menerapkan pendekatan kuantitatif (Sugiyono, 2019) dengan model optimasi matematis untuk merancang rute pendistribusian bantuan Makanan Bergizi Gratis (MBG). Fokus utama penelitian adalah penyelesaian permasalahan *Heterogeneous Vehicle Routing Problem with Time Windows* (HVRPTW) pada Satuan Pelayanan Pemenuhan Gizi (SPPG) yang diteliti, karena distribusi melibatkan kendaraan dengan kapasitas dan biaya variabel yang berbeda serta titik penerima dengan batas waktu pelayanan. Objek penelitian berpusat pada dua titik distribusi di Kecamatan Kesambi, Kota Cirebon, yaitu SPPG Yayasan Pendidikan Delta dan SPPG Yayasan Miftahul Ulum, dengan waktu pengambilan data dilakukan pada Juni 2025. Langkah-langkah penelitian dilakukan secara sistematis mengikuti kerangka alur pada Gambar 1, sementara alur logika internal mesin optimasi dan pemrosesan data disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

Sumber: Data Diolah Penulis, 2026



Gambar 2. *Flowchart* Pengolahan Data dan Optimasi

Sumber: Data Diolah Penulis, 2026

Data penelitian meliputi koordinat lokasi, jumlah permintaan harian dalam satuan porsi, spesifikasi armada, biaya operasional, waktu pelayanan, dan batasan jendela waktu (*time windows*). SPPG Yayasan Pendidikan Delta melayani 19 titik dengan total permintaan 2.972 porsi, sedangkan SPPG Yayasan Miftahul Ulum melayani 29 titik dengan total 3.422 porsi. Data koordinat digunakan untuk membentuk matriks jarak dan waktu antarlokasi. Matriks yang digunakan berukuran 20 × 20 untuk SPPG Yayasan Pendidikan Delta dan 30 × 30 untuk SPPG Yayasan Miftahul Ulum. Data jarak dan waktu diperoleh melalui ekstraksi dari Google Maps dan digunakan sebagai input dalam proses optimasi. Tabel 1 hanya menampilkan sampel matriks jarak untuk memberikan gambaran representasi data, sementara data lengkap digunakan secara utuh sebagai input dalam sistem.

Tabel 1. Matriks Jarak SPPG Pendidikan Delta (km)

Lokasi	Depot	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Titik 5
Depot	0	0,29	0,53	0,6	0,84	0,66
Titik 1	0,26	0	0,33	0,56	0,8	0,46
Titik 2	0,53	0,33	0	0,82	0,71	0,17
Titik 3	0,6	0,56	0,82	0	1,8	0,95
Titik 4	0,83	0,76	0,68	1,77	0	1,25
Titik 5	0,66	0,46	0,17	0,95	0,56	0

Sumber: Data Diolah Penulis, 2026

Karakteristik armada pada kedua SPPG bersifat heterogen. Selain kapasitas, setiap jenis kendaraan memiliki biaya tetap harian dan biaya variabel per kilometer yang berbeda. Biaya tetap terdiri atas komponen biaya kendaraan dan pengemudi, sedangkan biaya variabel digunakan untuk merepresentasikan biaya perjalanan berdasarkan jarak tempuh. Parameter armada yang digunakan dalam penelitian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Operasional

SPPG	Armada	Kapasitas (Porsi)	Biaya Tetap (Rp /hari)	Biaya Variabel (Rp /km)
SPPG Pendidikan Delta	1	1.200	680.000	930
	2	600	530.000	647
SPPG Miftahul Ulum	1	720	880.000	760
	2	480	530.000	647

Sumber: Data Diolah Penulis, 2026

Model HVRPTW mempertimbangkan kendala kapasitas kendaraan, permintaan setiap titik, waktu pelayanan, dan *time window*. *Time window* ini terdiri atas periode pengiriman

makanan dan periode pengambilan kembali wadah kosong. Waktu pelayanan pada setiap titik dimasukkan ke dalam perhitungan waktu perjalanan sehingga waktu operasi suatu rute merupakan akumulasi waktu tempuh dan waktu pelayanan pada titik yang dikunjungi. Batas waktu pelayanan diterapkan pada setiap titik penerima untuk memastikan bahwa kunjungan dilakukan dalam interval yang telah ditetapkan.

Tabel 3. Karakteristik Jendela Waktu (Time Windows)

Aktivitas Distribusi	Rentang Batas Awal (WIB)	Rentang Batas Akhir (WIB)	Keterangan
Pengiriman Makanan	07:00 – 08:00	09:00 – 10:00	Kedatangan makanan bergizi di lokasi
Pengambilan Wadah	10:00 – 11:00	12:00 – 14:00	Dilakukan setelah jam makan selesai

Sumber: Data Diolah Penulis, 2026

Pengolahan data dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan pustaka Google OR-Tools. Parameter penelitian disusun dalam data model yang mencakup matriks jarak, matriks waktu, permintaan, waktu pelayanan, *time window*, kapasitas kendaraan, dan biaya variabel. Selanjutnya, *Routing Index Manager* dan *Routing Model* dibentuk untuk mengelola indeks lokasi dan struktur permasalahan *routing*. Kendala kapasitas diterapkan menggunakan kapasitas masing-masing kendaraan sehingga jumlah permintaan yang dilayani oleh suatu kendaraan tidak melebihi kapasitasnya. Kendala waktu diterapkan melalui time dimension dengan memperhitungkan waktu perjalanan dan waktu pelayanan. Dengan demikian, rute yang dihasilkan harus memenuhi kapasitas kendaraan dan batas waktu pelayanan secara bersamaan. Implementasi logika kendala tersebut dituangkan dalam potongan kode program berikut:

```
# Definisi Kendala Kapasitas (Heterogeneous)
def demand_callback(from_index):
    return data['demands'][manager.IndexToNode(from_index)]
demand_idx = routing.RegisterUnaryTransitCallback(demand_callback)
routing.AddDimensionWithVehicleCapacity(
```

```
    demand_idx, 0, data['vehicle_capacities'], True, 'Capacity')


# Definisi Kendala Waktu (Time Windows)
def time_callback(from_index, to_index):
    return data['time_matrix'][f][t] + data['service_times'][f]
time_idx = routing.RegisterTransitCallback(time_callback)
routing.AddDimension(time_idx, 0, 450, False, 'Time')
time_dimension = routing.GetDimensionOrDie('Time')
for location_idx, (start, end) in enumerate(data['time_windows']):
    index = manager.NodeToIndex(location_idx)
    time_dimension.CumulVar(index).SetRange(start, end)
```

Penyelesaian model HVRPTW menggunakan dua tahap pencarian pada Google OR-Tools. Tahap pertama menggunakan *Parallel Cheapest Insertion* sebagai strategi pembentukan solusi awal, kemudian solusi diperbaiki menggunakan *Guided Local Search* (GLS) sebagai *metaheuristik local search*. Kombinasi tersebut digunakan untuk mencari rute dengan biaya perjalanan yang lebih rendah dengan tetap mempertahankan kelayakan terhadap seluruh kendala model.

Analisis dilakukan dengan membandingkan kinerja rute eksisting dan rute usulan. Indikator yang digunakan meliputi total jarak tempuh, total waktu operasi, biaya operasional, rata-rata *load factor*, tingkat kepatuhan terhadap *time window*, dan jumlah pelanggaran *time window*. Rute eksisting digunakan sebagai *baseline*, sedangkan rute usulan merupakan hasil penyelesaian model HVRPTW. Perbandingan tersebut digunakan untuk mengetahui perubahan kinerja distribusi setelah penerapan model optimasi.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data yang dikumpulkan, rute eksisting pada kedua SPPG di Kecamatan Kesambi masih menghadapi permasalahan terkait efisiensi jarak tempuh dan kepatuhan terhadap jendela waktu pelayanan. Pada SPPG Yayasan Pendidikan Delta, rute eksisting Armada 1 terdiri atas D0-D7-D10-D11-D12-D13-D6-D0 dan D0-D15-D0, sedangkan Armada 2 melayani rute D0-

D8-D3-D4-D5-D2-D1-D9-D0 dan D0-D14-D16-D18-D19-D17-D0. Berdasarkan hasil perhitungan, total jarak tempuh kedua armada sebesar 25,49 km dengan total waktu operasi 504 menit dan rata-rata *load factor* sebesar 82%. Ditemukan satu titik pelanggaran jendela waktu pada titik D6, dengan waktu kedatangan pukul 08.33 yang melampaui batas akhir pelayanan pukul 08.20. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa meskipun sebagian besar pelayanan telah memenuhi batas waktu yang ditetapkan, masih terdapat rute yang perlu diperbaiki untuk meningkatkan kepatuhan terhadap *time window*. Kinerja rute eksisting SPPG Yayasan Pendidikan Delta disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kinerja Rute Eksisting SPPG Pendidikan Delta

Armada	Total Jarak (km)	Total Waktu Operasi (menit)	Load Factor	Pelanggaran TW
1	11,63	309	84%	1 Titik
2	13,86	195	80%	0 Titik
Total	**25,49**	**504**	**82%**	**1 Titik**

Sumber: Pengolahan Data, 2025

Sementara itu, kondisi rute eksisting pada SPPG Miftahul Ulum memiliki total jarak tempuh sebesar 73,66 km, total waktu operasi 829 menit, dan rata-rata *load factor* sebesar 96%. Dari aspek kepatuhan terhadap jendela waktu, terdapat 5 titik pelanggaran pada lokasi titik M19, M25, M27, M28, dan M11, sehingga tingkat kesesuaian time window pada kondisi eksisting sebesar 90%. Selain itu, ditemukan kelebihan muatan pada Armada 2 rute ke-2, yaitu sebesar 486 porsi dari kapasitas kendaraan 480 porsi atau mencapai 101%. Temuan tersebut menunjukkan bahwa rute eksisting masih menghadapi ketidaksesuaian terhadap batasan waktu pelayanan dan kapasitas kendaraan yang digunakan dalam proses distribusi. Kinerja rute eksisting SPPG Yayasan Miftahul Ulum disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kinerja Rute Eksisting SPPG Miftahul Ulum

Armada	Total Jarak (km)	Total Waktu Operasi (menit)	Load Factor	Pelanggaran TW
1	31,18	446	93%	4 Titik
2	42,48	383	98%	1 Titik
Total	**73,66**	**829**	**96%**	**5 Titik**

Sumber: Pengolahan Data, 2025

Berdasarkan hasil penerapan model HVRPTW menggunakan Google OR-Tools, diperoleh rute usulan yang memenuhi batasan kapasitas kendaraan dan jendela waktu pelayanan.

Optimasi dilakukan dengan mempertimbangkan karakteristik armada yang berbeda, kapasitas kendaraan, kebutuhan masing-masing titik penerima, waktu pelayanan, serta jendela waktu distribusi. Hasil optimasi untuk SPPG Yayasan Pendidikan Delta dan SPPG Yayasan Miftahul Ulum disajikan pada Tabel 6 dan Tabel 7 berikut.

Tabel 6. Kinerja Rute Usulan SPPG Pendidikan Delta

Armada	Total Jarak (km)	Total Waktu Operasi (menit)	Load Factor	Pelanggaran TW
1	10,95	282	77%	0 Titik
2	11,54	200	94%	0 Titik
Total	**22,49**	**482**	**85%**	**0 Titik**

Sumber: Pengolahan Data, 2025

Pada SPPG Pendidikan Delta, rute usulan Armada 1 terdiri atas D0-D8-D7-D13-D12-D6-D1-D0 dan D0-D15-D0, sedangkan armada 2 melayani rute D0-D9-D3-D2-D5-D4-D10-D11-D0 dan D0-D14-D16-D18-D19-D17-D0. Hasil optimasi menghasilkan total jarak tempuh sebesar 22,49 km dan total waktu operasi sebesar 482 menit. Rata-rata *load factor* meningkat dari 82% pada kondisi eksisting menjadi 85% pada rute usulan. Selain itu, seluruh titik penerima dapat dilayani sesuai dengan jendela waktu yang ditetapkan, sehingga tidak terdapat pelanggaran *time window*.

Tabel 7. Kinerja Rute Usulan SPPG Miftahul Ulum

Armada	Total Jarak (km)	Total Waktu Operasi (menit)	Load Factor	Pelanggaran TW
1	28,48	440	95%	0 Titik
2	41,11	379	95%	0 Titik
Total	**69,59**	**819**	**95%**	**0 Titik**

Sumber: Pengolahan Data, 2025

Pada SPPG Yayasan Miftahul Ulum, rute usulan Armada 1 terdiri atas M0-M17-M15-M21-M0, M0-M3-M9-M23-M22-M0, dan M0-M20-M25-M26-M27-M29-M0. Armada 2 melayani rute M0-M16-M14-M12-M7-M13-M4-M0, M0-M10-M1-M2-M18-M11-M8-M6-M5-M0, serta M0-M19-M24-M28-M0. Hasil optimasi menghasilkan total jarak tempuh sebesar 69,59 km dan total waktu operasi sebesar 819 menit, dengan rata-rata load factor sebesar 95%. Seluruh titik penerima juga memenuhi jendela waktu pelayanan dan tidak ditemukan pelanggaran time window. Selain itu, kelebihan muatan yang terdapat pada rute eksisting

Armada 2 rute ke-2 dapat dihilangkan melalui pengaturan kembali pembagian beban antar armada.

Analisis perbandingan dilakukan untuk mengetahui perubahan kinerja distribusi antara rute eksisting dan rute usulan pada masing-masing SPPG. Perbandingan meliputi *load factor*, total jarak tempuh, total waktu operasi, biaya operasional, serta kepatuhan terhadap *time window*.

Tabel 8. Analisis Performa Rute SPPG Pendidikan Delta

Parameter	Rute Eksisting	Rute Usulan	Selisih
Rata-rata *Load Factor* (%)	82%	85%	+3%
Total Jarak (km)	25,49	22,49	-3,00
Total Waktu Operasi (menit)	504	482	-22
Total Biaya (Rp)	1.229.779	1.227.646	-2.133
Kelayakan TW	98%	100%	+2%
Pelanggaran TW	1 Titik	0 Titik	-1 Titik

Sumber: Pengolahan Data, 2025

Pada SPPG Yayasan Pendidikan Delta, rute usulan menghasilkan total jarak tempuh sebesar 22,49 km, lebih rendah dibandingkan rute eksisting sebesar 25,49 km. Dengan demikian, terjadi pengurangan jarak sebesar 3,00 km atau 11,8%. Total waktu operasi juga mengalami penurunan dari 504 menit menjadi 482 menit, atau berkurang 22 menit (4,4%). Dari sisi pemanfaatan kapasitas, rata-rata *load factor* meningkat dari 82% menjadi 85%. Perbaikan juga terlihat pada kepatuhan terhadap *time window*, yaitu dari 98% pada rute eksisting menjadi 100% pada rute usulan, dengan jumlah pelanggaran yang menurun dari satu titik menjadi tidak ada pelanggaran.

Dari aspek biaya operasional, rute usulan menghasilkan biaya sebesar Rp1.227.646 per hari, sedangkan rute eksisting sebesar Rp1.229.779 per hari. Dengan demikian, terdapat pengurangan biaya sebesar Rp2.133 per hari atau sekitar 0,2%. Persentase pengurangan biaya yang lebih kecil dibandingkan pengurangan jarak menunjukkan bahwa perubahan jarak tempuh tidak secara langsung menghasilkan perubahan biaya dalam proporsi yang sama. Oleh karena itu, hasil optimasi pada SPPG Yayasan Pendidikan Delta tidak hanya dilihat dari pengurangan

biaya, tetapi juga dari kemampuan rute usulan dalam mengurangi jarak dan waktu operasi serta menghilangkan pelanggaran *time window*.

Tabel 9. Analisis Performa Rute SPPG Miftahul Ulum

Parameter	Rute Eksisting	Rute Usulan	Selisih
Rata-rata *Load Factor* (%)	96%	95%	-1%
Total Jarak (km)	73,66	69,59	-4,07
Total Waktu Operasi (menit)	829	819	-10
Total Biaya (Rp)	1.461.167	1.458.229	-2.938
Kelayakan TW	90%	100%	+10%
Pelanggaran TW	5 Titik	0 Titik	-5 Titik

Sumber: Pengolahan Data, 2025

Pada SPPG Yayasan Miftahul Ulum, total jarak tempuh pada rute usulan berkurang 5,5% atau mengalami pengurangan sebesar 4,07 km. Total waktu operasi juga menurun dari 829 menit menjadi 819 menit. Rata-rata *load factor* mengalami perubahan dari 96% menjadi 95%. Meskipun terdapat penurunan sebesar 1%, tingkat pemanfaatan kapasitas pada rute usulan tetap berada pada tingkat yang relatif tinggi. Perbaikan yang lebih jelas terlihat pada pemenuhan *time window*. Pada rute eksisting terdapat lima titik pelanggaran, sedangkan pada rute usulan seluruh titik penerima dapat dilayani sesuai dengan jendela waktu yang ditetapkan. Dengan demikian, tingkat kelayakan *time window* meningkat dari 90% menjadi 100%, atau meningkat sebesar 10 poin persentase. Selain itu, pembagian rute pada rute usulan menghilangkan kondisi kelebihan muatan yang ditemukan pada Armada 2 rute ke-2 pada kondisi eksisting.

Dari sisi biaya operasional, rute usulan menghasilkan biaya sebesar Rp1.458.229 per hari, dibandingkan Rp1.461.167 per hari pada rute eksisting. Pengurangan biaya yang diperoleh sebesar Rp2.938 per hari atau sekitar 0,2%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perbaikan rute pada SPPG Yayasan Miftahul Ulum lebih terlihat pada pengurangan jarak tempuh, pengurangan waktu operasi, pemenuhan *time window*, dan penghilangan kelebihan muatan dibandingkan besarnya penghematan biaya operasional.

Secara keseluruhan, hasil perbandingan pada kedua SPPG menunjukkan bahwa rute usulan menghasilkan perubahan pada beberapa indikator kinerja distribusi. Pada kedua SPPG terjadi pengurangan total jarak tempuh, total waktu operasi, dan biaya operasional. Selain itu,

seluruh titik penerima pada rute usulan dapat dilayani sesuai dengan *time window*, sehingga tingkat kelayakan *time window* mencapai 100%. Pada SPPG Yayasan Miftahul Ulum, rute usulan juga menghilangkan kondisi kelebihan muatan yang terdapat pada rute eksisting. Dengan demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model HVRPTW dapat digunakan untuk merancang rute distribusi yang mempertimbangkan keterbatasan kapasitas kendaraan dan jendela waktu pelayanan secara bersamaan. Perbaikan kinerja yang diperoleh tidak hanya ditunjukkan melalui pengurangan jarak dan waktu operasi, tetapi juga melalui terpenuhinya batasan kapasitas dan *time window* pada rute usulan.

Simpulan

Penelitian ini menghasilkan rancangan rute pendistribusian Makanan Bergizi Gratis (MBG) pada SPPG Yayasan Pendidikan Delta dan SPPG Yayasan Miftahul Ulum di Kecamatan Kesambi, Kota Cirebon, dengan mempertimbangkan karakteristik armada yang heterogen, kapasitas kendaraan, kebutuhan penerima, waktu pelayanan, dan *time window* menggunakan model HVRPTW. Hasil perancangan menunjukkan bahwa rute usulan mampu memperbaiki kinerja distribusi dibandingkan rute eksisting. Pada SPPG Yayasan Pendidikan Delta, total jarak tempuh berkurang sebesar 11,8%, total waktu operasi berkurang 22 menit, dan biaya operasional berkurang sebesar 0,2%, dengan kepatuhan time window meningkat dari 98% menjadi 100%. Pada SPPG Yayasan Miftahul Ulum, total jarak tempuh berkurang sebesar 5,5%, total waktu operasi berkurang 10 menit, dan biaya operasional berkurang sebesar 0,2%, sementara kepatuhan time window meningkat dari 90% menjadi 100% serta kondisi kelebihan muatan pada rute eksisting dapat dihilangkan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa penerapan HVRPTW dalam perancangan rute distribusi MBG memberikan perbaikan yang tidak hanya berorientasi pada pengurangan jarak dan biaya, tetapi juga pada pemenuhan kendala kapasitas kendaraan dan ketepatan waktu pelayanan secara simultan. Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan perancangan rute distribusi MBG dengan mempertimbangkan heterogenitas armada dan time window pada kondisi operasional SPPG di tingkat kecamatan. Secara praktis, rute usulan dapat menjadi alternatif bagi pengelola SPPG dalam melakukan perencanaan distribusi dengan mempertimbangkan kapasitas kendaraan dan batas waktu pelayanan sebelum pelaksanaan distribusi. Untuk penelitian selanjutnya, model dapat dikembangkan dengan mempertimbangkan kondisi lalu lintas yang berubah secara dinamis, variasi waktu tempuh, serta mekanisme multi-trip kendaraan secara lebih eksplisit sehingga rancangan rute dapat semakin mendekati kondisi operasional.

Daftar Pustaka

Armstrong, M., & Taylor, S. (2014). *Armstrong's Handbook of Human Resource Management Practice* (13th Edition). London and Philadelphia: Kogan Page Limited.

Bappenas. (2024). Transformasi gizi pilar utama wujudkan Indonesia Emas 2045. *ANTARA News*. https://www.antaranews.com/berita/4531042/bappenas-transformasi-gizi-pilar-utama-wujudkan-indonesia-emas

Benoit, A., & Asef, P. (2024). Navigating Intelligence: A Survey of Google OR-Tools and Machine Learning for Global Path Planning in Autonomous Vehicles. *Advanced Intelligent Systems*, *6*(9), 2300840.

BGN, B. G. N. (2025). *Petunjuk Teknis Penyelenggaraan Bantuan Pemerintah Program Makan Bergizi Gratis Tahun Anggaran 2025*. Badan Gizi Nasional.

BPS, B. P. S. (2022). *Analisis Ketahanan Pangan Rumah Tangga Indonesia 2022*. Badan Pusat Statistik.

Dewi, N. K., & Mashuda, R. F. (2022). Analisis distribusi paving blok dengan metode Capacitated Vehicle Routing Problem dan metode Tabu Search pada PT. X. *Jurnal Manajemen Logistik Dan Transportasi*, *8*(3), 30–55.

Dewi, N. K., Siswanto, B. N., & Hiber, K. A. (2020). Model distribusi dengan mempertimbangkan kapasitas angkut. *Jurnal Manajemen Logistik Dan Transportasi*, *6*(2), 71–79.

Dinkes. (2023). *Profil kesehatan Provinsi Jawa Barat tahun 2023*. Dinkes Jabar.

FAO, IFAD, UNICEF, WFP, & WHO. (2023). *The state of food security and nutrition in the world 2023*. FAO.

Google. (2024). OR-Tools User Guide. In *Google Developers*. https://developers.google.com/optimization

Ibrahim, M. F., Nurhakiki, F. R., Utama, D. M., & Rizaki, A. A. (2021). Optimised Genetic Algorithm Crossover and Mutation Stage for Vehicle Routing Problem Pick-Up and Delivery with Time Windows. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1071, Issue 1, p. 12025). IOP Publishing.

Kemenkes, K. K. R. I. (2025). *Hasil Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) Tahun 2024*.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

Laporte, G. (2009). Fifty Years of Vehicle Routing. *Transportation Science*, *43*(4), 408–416.

Purnama, A. W., & Nurhakim, M. L. (2020). Perbandingan metode Nearest Neighbor Heuristic dan Sequential Insertion Heuristic untuk perancangan rute distribusi buah dan sayur di PT. Bimandiri Agro Sedaya. *Jurnal Manajemen Logistik Dan Transportasi*, *6*(1), 33–51.

Ribeiro, D. (2023). *Solving the Vehicle Routing Problem with Google OR-Tools*. https://diogoribeiro7.github.io/operations research/data science/logistics/Vehicle_Routing_Problem/

Soenandi, I. A., Marpaung, B., & Ginting, M. (2017). Optimasi Vehicle Routing Problem (Vrp)Dengan Pendekatan Metaheuristik(Studi Kasus Distribusi Bahan Baku Makanan). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, *2*(2). https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v2i2.487

Soenandi, I., Santosa, B., & Prasetyo, T. (2017). Optimasi rute kendaraan heterogen dengan jendela waktu: Pendekatan HVRPTW. *Jurnal Operasi Riset*, *8*(1), 1–10.

Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

Tribun Jabar. (2025, 13 Januari). MBG di Kota Cirebon dimulai hari ini; ini daftar sekolah dan posyandu yang jadi sasaran. Tribun Jabar. Diakses pada 20 Maret 2025 dari: https://jabar.tribunnews.com/2025/01/13/mbg-di-kota-cirebon-dimulai-hari-ini-ini-daftar-sekolah-dan-posyandu-yang-jadi-sasaran.

Toth, P., & Vigo, D. (Eds.). (2014). *Vehicle Routing: Problems, Methods, and Applications*. Society for Industrial and Applied Mathematics.