

## OPTIMASI PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI BERAS KOMERSIAL BULOG MENGUNAKAN PENDEKATAN METAHEURISTIK DENGAN METODE *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION (PSO)*

Ketut Mohammad Fahim<sup>1\*</sup>, Gilang Fajar Aulia<sup>2</sup>, Dhaffa Maulana Dwi Ramadhan<sup>3</sup>,  
Muhammad Faisal Afif<sup>4</sup>, Samsul Amar<sup>5</sup>, dan Trisita Novianti<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6</sup> Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura  
Jl. Raya Telang, Perumahan Telang Indah, Telang, Kamal, Bangkalan 69162.

\*Email: 220421100162@student.trunojoyo.ac.id

### Abstrak

*Perum Bulog Kantor Wilayah Sulawesi Tenggara merupakan lembaga yang berperan penting dalam menjaga ketersediaan dan distribusi beras komersial di wilayah Sultra. Pada penelitian sebelumnya, penentuan rute kendaraan dilakukan menggunakan metode Branch and bound, sehingga pada penelitian ini dilakukan perbandingan menggunakan metode Particle Swarm Optimization (PSO) sebagai pendekatan metaheuristik dalam menyelesaikan masalah Vehicle Routing Problem (VRP) untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Metode ini digunakan untuk menentukan rute distribusi yang paling optimal dengan mempertimbangkan kapasitas kendaraan serta permintaan pelanggan agar proses pengiriman menjadi lebih efisien. Berdasarkan hasil penelitian, total jarak tempuh aktual pada distribusi beras komersial Bulog di Kota Kendari menggunakan metode Branch and bound adalah 331 km. Setelah dilakukan optimasi dengan metode Particle Swarm Optimization, jarak tempuh berhasil dikurangi menjadi 289 km. Artinya, terdapat penghematan jarak tempuh sebesar 42 km atau sekitar 12,7%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode PSO mampu menghasilkan rute distribusi yang lebih efisien, menurunkan biaya operasional transportasi, serta meningkatkan efektivitas sistem distribusi beras komersial Bulog di wilayah Kendari.*

**Kata kunci:** *Vehicle Routing Problem, Particle Swarm Optimization, distribusi, Bulog.*

### 1. PENDAHULUAN

Ketahanan pangan termasuk aspek penting dalam pembangunan hampir di semua negara, termasuk Indonesia. Pemerintah pusat maupun daerah menempatkan program ketahanan pangan sebagai kebutuhan yang sangat penting dan bersifat urusan wajib (Dedy Sutrisno, 2022). Optimalisasi pengelolaan sumber daya alam di setiap wilayah perlu dilakukan secara berkelanjutan dan disesuaikan dengan karakteristik daerah masing-masing untuk menjaga keberlanjutan sistem pangan nasional. Seiring berkembangnya teknologi informasi dan komunikasi, tingkat persaingan antarindustri semakin tinggi. Kondisi ini menuntut perusahaan untuk mampu menyediakan produk yang berkualitas, dengan harga terjangkau, serta waktu pengiriman yang cepat dan tepat.

Dalam menghadapi tantangan tersebut, perusahaan perlu memperkuat koordinasi antar pihak yang terlibat dalam rantai pasok (*Supply Chain Management* atau SCM). SCM berperan penting dalam memastikan ketersediaan produk dari produsen hingga konsumen secara efisien. Salah satu aspek yang paling berpengaruh dalam SCM adalah distribusi dan transportasi, karena keduanya berdampak langsung pada biaya logistik dan tingkat kepuasan pelanggan (Widyarto, 2012). Distribusi yang tidak direncanakan dengan baik dapat menyebabkan pemborosan waktu, jarak tempuh yang lebih jauh, serta peningkatan biaya operasional. Oleh karena itu, penentuan rute distribusi yang optimal menjadi hal yang sangat penting untuk efisiensi dan efektivitas sistem distribusi.

Perum Bulog Kanwil Sultra merupakan lembaga yang bertanggung jawab atas distribusi beras komersial di wilayah Sulawesi Tenggara. Dalam praktiknya, penentuan rute distribusi produk masih banyak bergantung pada pengalaman subjektif karyawan, sehingga berpotensi menimbulkan ketidakefisienan dalam jarak tempuh dan biaya transportasi. Permasalahan tersebut termasuk dalam kategori *Vehicle Routing Problem (VRP)*, yaitu masalah penentuan rute optimal dari satu depot ke sejumlah pelanggan dengan memperhatikan berbagai kendala (Rahmania et al., 2023).

Metode sebelumnya yang digunakan untuk menyelesaikan masalah VRP ini yaitu metode *branch and bound* dirasa kurang maksimal dalam menyelesaikan masalah distribusi bulog. Oleh karena itu pendekatan metaheuristik hadir sebagai solusi alternatif yang lebih fleksibel dan efisien, dengan prinsip utama mampu menghasilkan solusi berkualitas tinggi tanpa tergantung pada struktur spesifik masalah yang dihadapi (Meitasari & Adhi, 2025). Salah satu metode metaheuristik yang banyak digunakan adalah *Particle Swarm Optimization* (PSO), di mana setiap entitas individu dalam proses pencarian dikenal sebagai *particle*, dan sekumpulan partikel membentuk kelompok yang disebut *swarm*. Setiap partikel bergerak melalui ruang pencarian dengan kecepatan yang disesuaikan dengan kondisi lingkungannya, sambil mencatat posisi terbaik yang telah dicapainya selama proses pencarian (Suprianto et al., 2024).

Kebaruan dari penelitian ini terletak pada penerapan metode PSO untuk optimasi rute distribusi beras komersial pada Perum Bulog Kanwil Sultra, yang sebelumnya belum banyak dilakukan pada studi serupa. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat diperoleh rute distribusi yang lebih efisien dengan jarak tempuh minimal, waktu pengiriman lebih cepat, serta biaya transportasi yang lebih rendah.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan penentuan rute distribusi beras komersial pada Perum Bulog Kanwil Sultra menggunakan pendekatan metaheuristik dengan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO), guna mendukung peningkatan efisiensi sistem distribusi dan memperkuat peran Bulog dalam menjaga stabilitas pangan nasional.

## 2. METODOLOGI

Penelitian ini melakukan kajian mengenai penentuan rute distribusi beras di Perusahaan Umum Bulog Kanwil Sulawesi Tenggara, yang beralamat di Jl. Drs. Abdullah Silondae No. 1, Mandonga, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara, 93111. Metode yang digunakan untuk melakukan analisis adalah metode *particle swarm optimization*. Data yang digunakan merupakan data yang berasal dari penelitian sebelumnya yang diteliti oleh (Herdhiansyah et al., 2023).

Penelitian ini menganalisis data numerik yang mencakup jarak antar lokasi mitra, total jarak tempuh, dan efisiensi rute pengiriman menggunakan metode metaheuristik *Particle Swarm Optimization* (PSO) untuk mengoptimalkan rute distribusi pada Perusahaan Umum Bulog Kanwil Sulawesi Tenggara. Permasalahan ini termasuk dalam *Vehicle Routing Problem* (VRP) yang berfokus pada pencarian rute optimal dengan jarak tempuh minimum. Data dikumpulkan melalui studi literatur dari jurnal dan publikasi relevan, kemudian diolah menggunakan *software* Jupyter Notebook dengan bahasa pemrograman Python. Hasil analisis diperoleh dengan menjalankan program dan membandingkan dua metode berbeda guna menentukan metode yang paling optimal.

*Particle Swarm Optimization* (PSO) merupakan salah satu metode metaheuristik yang meniru perilaku sosial suatu kelompok dalam mencari solusi terbaik. Dalam algoritma ini, setiap individu disebut partikel, dan kumpulan partikel tersebut membentuk suatu kawanan (*swarm*). Setiap partikel bergerak di dalam ruang pencarian dengan kecepatan tertentu yang dipengaruhi oleh pengalaman terbaiknya sendiri dan pengalaman terbaik kelompok secara keseluruhan, dengan tujuan menemukan posisi solusi paling optimal (Suprianto et al., 2024).

### 1. Jenis data

Penelitian ini menggunakan data sekunder (1), yaitu data yang diperoleh dan dikumpulkan oleh peneliti dari sumber yang relevan.

### 2. Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian merupakan informasi yang diperoleh dari sumber-sumber sekunder yang diambil dari penelitian terdahulu. Data ini meliputi jarak pelanggan beras komersial bulog kota kendari dari Gudang *Distribution Center* (DC) Bulog maupun jarak antar pelanggan. Data lokasi dan jumlah permintaan setiap pelanggan serta data jumlah dan kapasitas muatan kendaraan untuk distribusi beras komersial Bulog di Kota Kendari.

### 3. Eksperimen dan Pengujian Model

Pada bagian ini dijelaskan tentang langkah-langkah eksperimen meliputi pembuatan bahasa pemrograman python yang tepat sehingga didapatkan hasil yang dapat membuktikan bahwa metode yang digunakan lebih optimal dari metode sebelumnya.

#### 4. Evaluasi dan Validasi Hasil

Pada bagian ini dilakukan evaluasi dan validasi hasil penerapan terhadap model penelitian yang dilakukan untuk mengetahui tingkat keakurasian model.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dari Perum Bulog Kanwil Sultra mencakup informasi mengenai waktu drop out, jumlah permintaan, serta kode pelanggan beras komersial Bulog di Kota Kendari. Data tersebut selanjutnya diolah menjadi matriks jarak dari gudang distribusi (DC) ke setiap pelanggan, serta antar pelanggan, yang disajikan pada Tabel 2 hingga Tabel 6.

#### 3.1 Asumsi untuk Penentuan Distribusi

Dalam penentuan rute distribusi, terdapat beberapa asumsi yang diterapkan untuk menyederhanakan permasalahan yang kompleks agar lebih mudah dianalisis. Asumsi-asumsi tersebut antara lain: (a) jumlah permintaan tiap pelanggan sudah diketahui sebelumnya; (b) setiap pelanggan saling terhubung dan jarak antar lokasi bersifat simetris, sehingga jarak dari pelanggan  $i$  ke pelanggan  $j$  sama dengan jarak dari pelanggan  $j$  ke pelanggan  $i$ ; (c) waktu distribusi beras komersial Bulog tidak ditentukan secara spesifik, melainkan bergantung pada tanggal drop out setiap pelanggan yang tercatat dalam data Bulog; (d) kecepatan kendaraan tidak diperhitungkan; (e) kondisi lalu lintas maupun kecelakaan tidak mempengaruhi distribusi; dan (f) data yang digunakan merupakan realisasi penjualan beras komersial Bulog dari tanggal 3 hingga 10 Desember 2021.

#### 3.2 Data matrix jarak

Tabel 1. Matriks jarak pelanggan A beras komersial bulog di Kendari

| Jarak | DC   | A1 | A2   | A3  | A4   | A5   | A6   | A7   | A8   | A9   |
|-------|------|----|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| DC    | 0    | 26 | 2,9  | 13  | 17,8 | 1,3  | 2,3  | 1,4  | 1,7  | 2,3  |
| A1    | 26   | 0  | 24   | 25  | 21   | 25   | 24   | 24   | 25   | 25   |
| A2    | 2,9  | 24 | 0    | 11  | 6,5  | 1,8  | 1,8  | 1,4  | 1,6  | 9,65 |
| A3    | 13   | 25 | 11   | 0   | 4,6  | 11   | 7,4  | 11   | 11   | 11   |
| A4    | 17,8 | 21 | 6,5  | 4,6 | 0    | 6,9  | 3,4  | 6,9  | 7,2  | 7,3  |
| A5    | 1,3  | 25 | 1,8  | 11  | 6,9  | 0    | 1    | 0,16 | 0,45 | 0,5  |
| A6    | 2,3  | 24 | 1,8  | 7,4 | 3,4  | 1    | 0    | 0,95 | 0,75 | 0,65 |
| A7    | 1,4  | 24 | 1,4  | 11  | 6,9  | 0,16 | 0,95 | 0    | 0,28 | 0,35 |
| A8    | 1,7  | 25 | 1,6  | 11  | 7,2  | 0,45 | 0,75 | 0,28 | 0    | 0,19 |
| A9    | 2,3  | 25 | 9,65 | 11  | 7,3  | 0,5  | 0,65 | 0,35 | 0,19 | 0    |

Tabel 2. Matriks jarak pelanggan B beras komersial bulog di Kendari

| Jarak | DC  | B1  | B2  | B3  | B4  | B5  | B6  | B7  | B8  | B9  |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| DC    | 0   | 6,5 | 10  | 2,8 | 9,7 | 14  | 8,6 | 9,6 | 2,3 | 4,8 |
| B1    | 6,5 | 0   | 4   | 9   | 14  | 18  | 13  | 14  | 8,6 | 8,8 |
| B2    | 10  | 4   | 0   | 11  | 9,7 | 17  | 8,6 | 9,6 | 12  | 6,4 |
| B3    | 2,8 | 9   | 11  | 0   | 9,7 | 13  | 8,6 | 9,6 | 2,6 | 4,8 |
| B4    | 9,7 | 14  | 9,7 | 9,7 | 0   | 10  | 1,4 | 0,1 | 11  | 5,5 |
| B5    | 14  | 18  | 17  | 13  | 10  | 0   | 9,9 | 11  | 16  | 13  |
| B6    | 8,6 | 13  | 8,6 | 8,6 | 1,4 | 9,9 | 0   | 1,3 | 9,8 | 4,4 |
| B7    | 9,6 | 14  | 9,6 | 9,6 | 0,1 | 11  | 1,3 | 0   | 11  | 5,3 |
| B8    | 2,3 | 8,6 | 12  | 2,6 | 11  | 16  | 9,8 | 11  | 0   | 5,9 |
| B9    | 4,8 | 8,8 | 6,4 | 4,8 | 5,5 | 13  | 4,4 | 5,3 | 5,9 | 0   |

**Tabel 3. Matriks jarak pelanggan C beras komersial bulog di Kendari**

| Jarak | DC  | C1  | C2  | C3  | C4  | C5  | C6  | C7  | C8  | C9  | C10 |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| DC    | 0   | 5   | 8,8 | 2   | 11  | 4,2 | 7,4 | 5,1 | 7,9 | 2,3 | 9,2 |
| C1    | 5   | 0   | 4,8 | 4,1 | 9,8 | 6   | 11  | 7,2 | 10  | 7   | 5,1 |
| C2    | 8,8 | 4,8 | 0   | 8,2 | 6,3 | 10  | 9,5 | 11  | 8,7 | 11  | 4   |
| C3    | 2   | 4,1 | 8,2 | 0   | 13  | 1,9 | 6,2 | 6,6 | 9,4 | 3,5 | 8,8 |
| C4    | 11  | 9,8 | 6,3 | 13  | 0   | 15  | 15  | 6,2 | 4,8 | 13  | 9,9 |
| C5    | 4,2 | 6   | 10  | 1,9 | 15  | 0   | 5,3 | 8,7 | 11  | 5,7 | 8,1 |
| C6    | 7,4 | 11  | 9,5 | 6,2 | 15  | 5,3 | 0   | 12  | 15  | 9,5 | 7,3 |
| C7    | 5,1 | 7,2 | 11  | 6,6 | 6,2 | 8,7 | 12  | 0   | 2,8 | 8,1 | 12  |
| C8    | 7,9 | 10  | 8,7 | 9,4 | 4,8 | 11  | 15  | 2,8 | 0   | 11  | 12  |
| C9    | 2,3 | 7   | 11  | 3,5 | 13  | 5,7 | 9,5 | 8,1 | 11  | 0   | 11  |
| C10   | 9,2 | 5,1 | 4   | 8,8 | 9,9 | 8,1 | 7,3 | 12  | 12  | 11  | 0   |

**Tabel 4. Matriks jarak pelanggan D beras komersial bulog di Kendari**

| Jarak | DC  | D1  | D2  | D3  | D4  | D5   | D6  | D7  | D8   | D9   | D10  |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|------|------|
| DC    | 0   | 2,9 | 8,5 | 8,2 | 5,5 | 2,3  | 6,6 | 2,9 | 2    | 2,1  | 2,2  |
| D1    | 2,9 | 0   | 9,6 | 11  | 8,1 | 1,2  | 6   | 1,2 | 1,9  | 1,6  | 1,7  |
| D2    | 8,5 | 9,6 | 0   | 16  | 13  | 8    | 13  | 7,5 | 7,7  | 8,4  | 7,5  |
| D3    | 8,2 | 11  | 16  | 0   | 2,8 | 9,8  | 9   | 11  | 9,9  | 9,5  | 10   |
| D4    | 5,5 | 8,1 | 13  | 2,8 | 0   | 6,9  | 9,6 | 7,8 | 7    | 6,6  | 7,4  |
| D5    | 2,3 | 1,2 | 8   | 9,8 | 6,9 | 0    | 6   | 1,2 | 0,5  | 0,5  | 0,55 |
| D6    | 6,6 | 6   | 13  | 9   | 9,6 | 6    | 0   | 7   | 6,2  | 5,4  | 6,2  |
| D7    | 2,9 | 1,2 | 7,5 | 11  | 7,8 | 1,2  | 7   | 0   | 1,1  | 1,4  | 0,6  |
| D8    | 2   | 1,9 | 7,7 | 9,9 | 7   | 0,5  | 6,2 | 1,1 | 0    | 0,75 | 0,9  |
| D9    | 2,1 | 1,6 | 8,4 | 9,5 | 6,6 | 0,5  | 5,4 | 1,4 | 0,75 | 0    | 0,95 |
| D10   | 2,2 | 1,7 | 7,5 | 10  | 7,4 | 0,55 | 6,2 | 0,6 | 0,9  | 0,95 | 0    |

**Tabel 5. Matriks jarak pelanggan E beras komersial bulog di Kendari**

| Jarak | DC | E1  | E2  | E3  | E4  | E5  | E6   | E7   | E8  | E9   | E10 | E11 |
|-------|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|------|-----|-----|
| DC    |    | 0   | 3,4 | 2,1 | 2,6 | 8,6 | 1,3  | 1,9  | 5,3 | 1,1  | 3,7 | 7,8 |
| E1    |    | 3,4 | 0   | 2,5 | 1,6 | 7,4 | 2,2  | 1,9  | 2,9 | 2,3  | 5,7 | 7   |
| E2    |    | 2,1 | 2,5 | 0   | 1,3 | 8   | 0,5  | 0,5  | 3,8 | 1    | 4,1 | 5,5 |
| E3    |    | 2,6 | 1,6 | 1,3 | 0   | 8,5 | 1,3  | 1    | 2,8 | 0,7  | 4   | 6,3 |
| E4    |    | 8,6 | 7,4 | 8   | 8,5 | 0   | 7,6  | 7,5  | 8,9 | 8,5  | 11  | 10  |
| E5    |    | 1,3 | 2,2 | 0,5 | 1,3 | 7,6 | 0    | 0,65 | 3,8 | 1    | 3,6 | 5,1 |
| E6    |    | 1,9 | 1,9 | 0,5 | 1   | 7,5 | 0,65 | 0    | 3,6 | 0,85 | 4,2 | 5,4 |
| E7    |    | 5,3 | 2,9 | 3,8 | 2,8 | 8,9 | 3,8  | 3,6  | 0   | 2,4  | 5,1 | 8,3 |
| E8    |    | 1,1 | 2,3 | 1   | 0,7 | 8,5 | 1    | 0,85 | 2,4 | 0    | 4,1 | 6   |
| E9    |    | 3,7 | 5,7 | 4,1 | 4   | 11  | 3,6  | 4,2  | 5,1 | 4,1  | 0   | 7,2 |
| E10   |    | 3,7 | 7   | 5,5 | 6,3 | 10  | 5,1  | 5,4  | 8,3 | 6    | 7,2 | 0   |
| E11   |    | 7,8 | 11  | 9,4 | 11  | 16  | 8,8  | 9,5  | 12  | 9,4  | 6,7 | 12  |

Matriks jarak dibagi menjadi beberapa sub-kode untuk mewakili tanggal pengiriman di bulog, untuk kode A mewakili tanggal 3, kode B mewakili tanggal 7 gelombang 1, kode C mewakili tanggal 7 gelombang 2, kode D mewakili tanggal 8 dan 9, dan kode E mewakili tanggal 10.

**Tabel 6. Jumlah Permintaan dan kode pelanggan pelanggan beras komersial bulog di Kendari**

| Permintaan (kg) | Kode | Permintaan (kg) | Kode | Permintaan (kg) | Kode | Permintaan (kg) | Kode | Permintaan (kg) | Kode |
|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|
| 3300            | A1   | 1000            | B1   | 750             | C1   | 4400            | D1   | 850             | E1   |
| 4600            | A2   | 1650            | B2   | 650             | C2   | 7650            | D2   | 550             | E2   |
| 2000            | A3   | 1200            | B3   | 1250            | C3   | 33              | D3   | 600             | E3   |
| 850             | A4   | 1000            | B4   | 690             | C4   | 2200            | D4   | 700             | E4   |
| 1200            | A5   | 850             | B5   | 770             | C5   | 24500           | D5   | 900             | E5   |
| 1750            | A6   | 750             | B6   | 630             | C6   | 3000            | D6   | 650             | E6   |
| 1000            | A7   | 1270            | B7   | 900             | C7   | 800             | D7   | 500             | E7   |
| 650             | A8   | 2000            | B8   | 550             | C8   | 1000            | D8   | 1300            | E8   |
| 25000           | A9   | 600             | B9   | 650             | C9   | 1400            | D9   | 4000            | E9   |
|                 |      | 1000            | B10  | 510             | C10  | 800             | D10  | 3000            | E10  |
|                 |      |                 |      |                 |      |                 |      | 3000            | E11  |

Tabel 6 menampilkan tabel data permintaan dalam satuan kilogram (kg) yang dikelompokkan berdasarkan kode produk. Data terbagi menjadi lima kelompok utama (A, B, C, D, E) dengan masing-

masing memiliki beberapa subkode, seperti A1-A9, B1-B10, dan seterusnya. Nilai permintaan bervariasi cukup signifikan, mulai dari yang terendah 33 kg (D3) hingga tertinggi 24.500 kg (D5).

**Tabel 7. Kapasitas kendaraan**

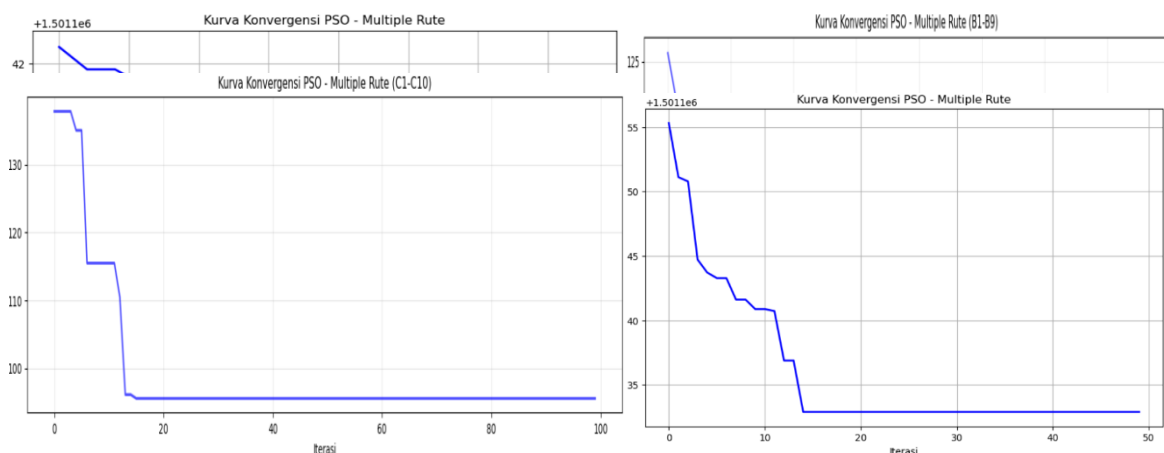
| Jenis   | BBM yang digunakan          | Kapasitas (kg) | Konsumsi BBM (km per liter) | Jumlah |
|---------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|--------|
| Truk    | Solar ( <i>Dexlite</i> )    | 10000          | 5                           | 2      |
| Pick up | Bensin ( <i>Pertalite</i> ) | 2500           | 12                          | 1      |
| Viap    | Bensin ( <i>Pertalite</i> ) | 600            | 30                          | 1      |

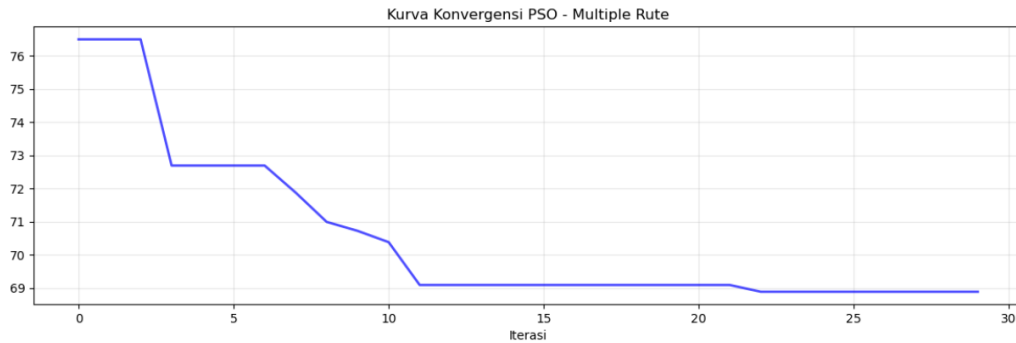
Tabel 7 menunjukkan data jenis kendaraan yang digunakan dalam kegiatan distribusi, meliputi truk, pick up, dan Viap. Setiap kendaraan memiliki kapasitas angkut, jenis bahan bakar, serta konsumsi BBM yang berbeda sesuai fungsi operasionalnya. Informasi ini digunakan untuk perencanaan kebutuhan bahan bakar dan pengaturan armada agar proses distribusi berjalan efisien dan sesuai kapasitas masing-masing kendaraan.

**Tabel 8. Hasil perbandingan perhitungan rute dengan metode BnB dan metode PSO**

| Tgl      | Rute Branch and Bound (BnB)          | Total Jarak Rute BnB (Km) | Rute Particle Swarm Optimization (PSO) | Total Jarak Rute PSO (Km) | Selisih total jarak rute BnB dan PSO |
|----------|--------------------------------------|---------------------------|--|---------------------------|--------------------------------------|
| 3        | DC-A2-A3-A1-DC                       | 64,9                      | DC-A1-A3-A4-A6-A8-A5-DC                | 61,5                      |                                      |
|          | DC-A5-A7-A8-A6-A4-DC                 | 13,69                     | DC-A2-A7-DC                            | 5,7                       |                                      |
|          | DC-A9-DC                             | 4,6                       | DC-A9-DC                               | 4,6                       |                                      |
|          |                                      |                           |  |                           | 11,39                                |
| 7 gel. 1 | DC-B8-B3-B6-B7-B4-B2-B1-B5-DC        | 60,6                      | DC-B3-B5-B6-B7-B4-B2-B1-B8-DC          | 51,7                      |                                      |
|          | DC-B9-DC                             | 9,6                       | DC-B9-DC                               | 9,6                       |                                      |
|          |                                      |                           |  |                           | 8,9                                  |
| 7 gel. 2 | DC-C3-C5-C6-C10-C2-C1-C9-C7-C8-C4-DC | 59                        | DC-C9-C3-C5-C6-C10-C1-C2-C4-C8-C7-DC   | 49,2                      |                                      |
|          |                                      |                           |  |                           | 9,8                                  |
| 8 dan 9  | DC-D2-DC                             | 17                        | DC-D8-D9-D1-D6-DC                      | 16,95                     |                                      |
|          | DC-D1-D6-D3-D4-DC                    | 26,2                      | DC-D10-D7-D2-DC                        | 18,8                      |                                      |
|          | DC-D5-DC                             | 14                        | DC-D4-D3-DC                            | 16,5                      |                                      |
|          | DC-D7-D10-DC                         | 5,7                       | DC-D5-DC                               | 4,6                       |                                      |
|          | DC-D8-D9-DC                          | 4,9                       |  |                           | 10,95                                |
| 10       | DC-E8-E3-E6-E2-E5-E1-E7-E4-DC        | 25                        | DC-E10-E4-E7-E3-E1-E6-E2-E5-E8-DC      | 32                        |                                      |
|          | DC-E9-E11-E10-DC                     | 26                        | DC-E11-E9-DC                           | 18,2                      |                                      |
|          |                                      |                           |  |                           | 0,8                                  |
|          | <b>Total</b>                         | <b>331,2</b>              | <b>Total</b>                           | <b>289,4</b>              | <b>41,84</b>                         |

Dari tabel 8 diketahui bahwa perhitungan menggunakan metode *particle swarm optimization* memiliki hasil yang lebih optimal dibandingkan metode *branch and bound*. Total jarak yang dihasilkan oleh metode BnB sebesar 331,2 Km, sedangkan untuk metode PSO mendapatkan total jarak 289,4 Km.





**Gambar 1. Kurva konvergensi optimisasi menggunakan PSO**

Gambar 1 menunjukkan hasil kurva konvergensi dari algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO) pada beberapa kali percobaan (*multiple run*). Terlihat bahwa nilai fungsi objektif mengalami penurunan signifikan pada iterasi awal, kemudian mencapai kondisi stabil setelah beberapa iterasi. Pola tersebut menandakan bahwa proses pencarian solusi berjalan efektif, di mana partikel-partikel dengan cepat menemukan area optimum dan mengalami konvergensi menuju nilai terbaik. Sebagai pembandingan, metode *branch and bound* yang digunakan pada penelitian sebelumnya menghasilkan total jarak 331,2 km, sedangkan PSO pada penelitian ini menghasilkan total jarak 289,4 km. Dengan demikian, PSO mampu meningkatkan efisiensi rute sebesar 12,6%.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rute distribusi beras komersial Bulog di Kendari yang paling efisien, sesuai dengan kapasitas kendaraan, dimulai dari DC di Mandonga menuju seluruh pelanggan di berbagai wilayah Kota Kendari, kemudian kembali ke DC di Mandonga. Penerapan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO) mampu menurunkan total jarak tempuh kendaraan dari 331 km yang sebelumnya dihitung menggunakan metode *Branch and Bound* menjadi 289 km. Hal ini membuktikan bahwa metode PSO efektif dalam mempersingkat jarak tempuh dan mengoptimalkan rute distribusi sehingga setiap kluster rute menjadi lebih efisien. Selain itu, hasil konvergensi PSO menunjukkan kestabilan nilai optimal setelah beberapa iterasi awal, yang menandakan bahwa proses pencarian solusi berjalan konsisten dan algoritma mampu menemukan titik optimum global secara cepat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Dedy Sutrisno, A. (2022). Kebijakan Sistem Ketahanan Pangan Daerah. *Kebijakan: Jurnal Ilmu Administrasi*, 13(1), 28–42.
- Herdhiansyah, D., Yunissa, A., & Gusmiarty, W. (2023). Optimasi penentuan rute distribusi beras komersial Bulog menggunakan metode *branch and bound* dengan bantuan software lingo. 17(2), 353–364. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v17i2.14514>
- Meitasari, N. A. V., & Adhi, A. (2025). Optimisasi Rute Pengiriman Produk Usaha Mikro Kecil dan Menengah Menggunakan Metode Metaheuristik Particle Swarm Optimization. *JSE: Jurnal Serambi Engineering*, 10(2), 12684–12690.
- Rahmania, S. N. A., Wahyuda, W., & Gunawan, S. (2023). Penentuan Rute Distribusi Barang Menggunakan Vehicle Routing Problem (Studi Kasus: CV. Surya Inti Distrindo). *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 6(2), 578–585. <https://doi.org/10.31539/intecom.v6i2.6816>
- Suprianto, O., Kiftiah, M., & Perdana, H. (2024). Penerapan Particle Swarm Optimization Dalam Penyusunan. 13(05), 609–618.
- Widyarto, A. (2012). Peran Supply Chain Management Dalam Sistem. *Manajemen Dan Bisnis*, 16(2), 91–98.