

## OPTIMASI JALUR DISTRIBUSI SAYURAN DAUN SEGAR MENGGUNAKAN METODE *SAVING MATRIKS* (STUDI KASUS: KEBOEN BAPAK)

*Optimization of Fresh Leafy Vegetables Distribution Route using The Saving Matrix Method (Keboen Bapak case study)*

Dede Supriatna<sup>1, \*)</sup>, Drupadi Ciptaningtyas<sup>1</sup>, Suhono Harso Supangkat<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Sumedang, Indonesia

<sup>2</sup>Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia

Email<sup>\*)</sup>: [dede18006@mail.unpad.ac.id](mailto:dede18006@mail.unpad.ac.id)

Diterima: Juni 2022

Disetujui: September 2022

### **ABSTRACT**

*The enhancement of technology and the increase in the demand for high-quality fresh leafy vegetables encourage companies to improve their competitiveness factor, especially the quality of their products. The distribution factor is one of the main factors regarding maintaining the quality of fresh leafy vegetables. The distribution process must be carried out not only in an effective way but also at a precise time. Until now, the distribution route of Keboen Bapak's products is still determined subjectively based on the courier's experience. Therefore, the distribution process possibly be conducted inefficiently. This problem can be categorized as a vehicle routing problem (VRP). The Saving matrix, nearest insert, and nearest neighbor method are the method that is commonly used to solve the VRP problem. This study aims to determine the optimum distribution route for Keboen Bapak's products by using the saving matrix, nearest insert, and nearest neighbor methods in 3 different cases. The results showed that the nearest insert and nearest neighbor methods show the same optimum route. The optimum route in the A case is the warehouse – Borma Kiaracandong – Borma Riung Bandung – Borma Cipadung – Borma Cinunuk – warehouse (IA route) and the warehouse – Borma Setiabudi – Borma Dakota – warehouse (IIA route) with a distance of 43.4 km and 21.3 km, respectively. Moreover, the optimum route in the B case is the warehouse – Borma Cikutra – Prama Babakan Sari – Borma Cijerah – Borma Gempol – Borma Kerkof – Prama Banjaran – warehouse (IB route) and warehouse – Borma Cikutra – warehouse (IIB route) with a distance of 74.7 km and 4 km, respectively. Finally, in the C case, the optimum route is the warehouse – Prama Babakan Sari – Borma Cipadung – Borma Cinunuk – Borma Gempol – Borma Kerkof – warehouse (IC route) and warehouse – Borma Dago – warehouse (IIC route) with a distance of 68.4 km and 6.4 km, respectively.*

**Keywords:** *distribution; nearest insert; nearest neighbour; optimization; saving matrix*

## ABSTRAK

Perkembangan teknologi dan peningkatan permintaan sayuran daun segar dengan kualitas tinggi membuat perusahaan berlomba-lomba untuk meningkatkan daya saing terutama kualitas produknya. Salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam meningkatkan daya saing dan mempertahankan kualitas sayuran daun segar adalah faktor distribusi. Pendistribusian produk kepada konsumen harus dilakukan secara efektif dan tepat waktu. Hingga kini, penentuan rute pendistribusian produk Keboen Bapak kepada konsumen masih ditentukan secara subyektif berdasarkan pengalaman *courier*, sehingga dapat menyebabkan proses distribusi yang kurang efisien. Masalah ini dapat dikategorikan sebagai permasalahan *vehicle routing problem* (VRP). Metode yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah VRP adalah metode *saving matrix*, sedangkan metode yang dapat digunakan untuk menentukan urutan konsumen yang akan dikunjungi adalah metode *nearest insert* dan *nearest neighbor*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rute distribusi optimum produk Keboen Bapak kepada konsumen yang menjadi pelanggan tetap Keboen Bapak dengan menggunakan metode *saving matrix*, *nearest insert* dan *nearest neighbor* dalam 3 kasus berbeda. Hasil penelitian menunjukkan optimasi rute distribusi dengan menggunakan metode *nearest insert* dan *nearest neighbor* menunjukkan hasil yang sama. Pada kasus A, rute paling optimum adalah gudang – Borma Kiaracondong – Borma Riung Bandung – Borma Cipadung – Borma Cinunuk – gudang (rute IA) dengan jarak tempuh sebesar 43,4 km, dan gudang – Borma Setiabudi – Borma Dakota – gudang (rute IIA) dengan jarak tempuh sebesar 21,3 km. Rute optimum pada kasus B adalah gudang – Borma Cikutra – Prama Babakan Sari – Borma Cijerah – Borma Gempol – Borma Kerkof – Prama Banjaran – gudang (rute IB) dengan jarak tempuh sebesar 74,7 km, dan gudang – Borma Cikutra – gudang (rute IIB) dengan jarak tempuh sebesar 4 km. Sedangkan pada kasus C rute optimum adalah gudang – Prama Babakan Sari – Borma Cipadung – Borma Cinunuk – Borma Gempol – Borma Kerkof – gudang (rute IC) dengan jarak tempuh sebesar 68,4 km, dan gudang – Borma Dago – gudang (rute IIC) dengan jarak 6,4 km. Diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan pertimbangan oleh Keboen Bapak dalam penentuan rute distribusi, sehingga proses distribusi dapat terlaksana dengan optimal.

**Kata kunci:** distribusi; *nearest insert*; *nearest neighbour*; optimasi; *saving matrix*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Keboen Bapak merupakan Usaha Kecil Menengah (UKM) yang disupervisi oleh Prof. Dr. Ir. Suhono Harso Supangkat, M.Eng yang berada di bawah naungan PT. Layanan Cerdas Indonesia. Keboen Bapak adalah pendekatan *Smart Living Lab* dalam implementasi *smart farming* yang diprakarsai oleh Pusat Inovasi Kota dan Komunitas Cerdas (PIKCC) yang merupakan komunitas di bawah naungan Institut Teknologi Bandung (ITB) (Keboen Bapak, 2020). Keboen Bapak memproduksi berbagai jenis produk sayuran daun antara lain bayam, caisim, kangkung, pakcoy, dan selada. Produk Keboen Bapak dipasarkan ke

berbagai konsumen yang tersebar di sekitar Kota dan Kabupaten Bandung.

Perkembangan teknologi membuat perusahaan-perusahaan berupaya untuk meningkatkan nilai kompetitif yang lebih tinggi bagi perusahaannya (Suparjo, 2017). Menurut Erlina (2009), salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam meningkatkan daya saing perusahaan adalah faktor distribusi, dimana pendistribusian produk kepada konsumen harus dilakukan dengan efektif dan tepat waktu. Sebagai UKM, hingga saat ini Keboen Bapak masih menentukan rute pendistribusian produk kepada konsumen secara subyektif berdasarkan pengalaman *courier*. Hal ini dapat menyebabkan proses distribusi yang kurang efisien baik dari segi jarak maupun

waktu. Masalah ini dapat dikategorikan sebagai *vehicle routing problem* (VRP).

VRP merupakan suatu permasalahan optimasi kombinatorial yang dapat terjadi pada kasus pendistribusian barang (Hadhiatma & Purbo, 2017). Sedangkan menurut Amri, *et al.*, (2014), VRP adalah permasalahan distribusi perusahaan kepada sejumlah pelanggan, dengan solusi berupa rute-rute yang dapat dilalui untuk mengirimkan produk perusahaan. Berdasarkan Supardi & Sianturi (2020), mengefisiensikan sistem distribusi dengan meminimalkan rute distribusi dapat meningkatkan laba perusahaan secara tidak langsung, karena dengan optimalnya rute distribusi dapat menurunkan biaya transportasi. Oleh karena itu, optimasi rute distribusi produk Keboen Bapak sangat penting untuk dilakukan, sehingga Keboen Bapak dapat meningkatkan daya saing perusahaan di pasaran, dan juga dapat meningkatkan laba secara tidak langsung.

Mengadaptasi Hadhiatma & Purbo (2017), permasalahan VRP klasik dapat diselesaikan dengan pendekatan *travelling salesman problem* (TSP). TSP adalah permasalahan penentuan rute distribusi optimal untuk mengunjungi sejumlah tempat dalam satu kali kunjungan, artinya *courier* tidak akan mengunjungi tempat yang sama lebih dari satu kali (Kusrini & Istiyanto, 2007). Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah VRP adalah metode *saving matrix*. Metode ini merupakan metode yang telah banyak digunakan dalam berbagai penelitian untuk menyelesaikan masalah distribusi.

Ketika mengaplikasikan metode *saving matrix*, berdasarkan penelitian Saputra & Pujotomo (2018), penentuan jarak sebaiknya tidak menggunakan jarak dari garis lurus antara dua titik koordinat konsumen (jarak *euclidean*), namun lebih baik menggunakan jarak sebenarnya (jarak aktual) yang dapat diperoleh melalui *google maps*. Selanjutnya, menurut Huda (2014), masih ada kemungkinan untuk mengoptimalkan kembali *output* rute dari metode *saving matrix*. Pada penelitian ini

optimalisasi *output* rute dari metode *saving matrix* dilakukan dengan menggunakan metode *nearest insert* dan *nearest neighbor*, yang ditujukan untuk penentuan urutan kunjungan konsumen.

### Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rute distribusi optimum produk Keboen Bapak kepada konsumen yang menjadi pelanggan tetap Keboen Bapak dengan menggunakan metode *saving matrix*, *nearest insert*, dan *nearest neighbor* dalam 3 kasus pemesanan berbeda, yaitu ketika grup Kawalayaan memesan, ketika grup Cijerah memesan, dan ketika grup campuran memesan.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan digital (1-2000, Superior Mini Digital Platform Scale, China) dengan ketelitian 0,01 gram untuk menimbang sampel produk sayuran Keboen Bapak, *smartphone* (A20s, Samsung, Seoul, Korea Selatan) untuk dokumentasi, laptop (X454Y, Asus, Taipei, Taiwan) yang digunakan untuk mengolah data, dan *software* Microsoft excel (Microsoft Corporation, Redmond, USA (versi 2205)) yang digunakan sebagai alat bantu dalam pengolahan data.

Bahan yang digunakan untuk menentukan kapasitas angkut maksimum kendaraan yang digunakan dalam proses distribusi produk Keboen Bapak adalah produk sayuran Keboen Bapak yang sudah siap didistribusikan (bayam, caisim, kangkung, pakcoy, dan selada). Adapun bahan yang digunakan untuk mengetahui jarak gudang dengan konsumen, dan konsumen dengan konsumen lainnya adalah data konsumen tetap Keboen Bapak serta data jarak yang diambil berdasarkan citra *Google Maps*.

**Metode**

Penentuan kapasitas maksimum kendaraan dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental. Terdapat tiga tahap yang dilakukan untuk menentukan kapasitas maksimum kendaraan, yaitu menghitung volume angkut kendaraan, menghitung densitas sayuran, dan menghitung kapasitas maksimum kendaraan.

1. Menghitung volume angkut kendaraan

Produk Keboen Bapak didistribusikan menggunakan sepeda motor. Produk yang diangkut ditempatkan pada tas obrok dan keranjang sayur. Tas obrok yang digunakan memiliki dua wadah (Gambar 1), dengan masing-masing wadah memiliki dimensi 46 cm × 26 cm × 35 cm (p × l × t), sedangkan keranjang sayur yang digunakan memiliki dimensi 62 cm × 43 cm × 32 cm (p × l × t). Volume maksimum kendaraan dapat diketahui dengan menghitung volume total dari tas obrok dan keranjang sayur.



**Gambar 1.** Tas obrok (sumber: Oka, 2019)

2. Menghitung densitas sayuran

Pada penelitian ini, densitas yang akan digunakan untuk menghitung kapasitas maksimum kendaraan adalah densitas total (batang dan daun). Kecuali untuk tanaman selada densitas yang digunakan adalah densitas dari daun saja.

Terdapat tiga tahap yang dilakukan ketika mengukur densitas sayuran, yaitu mengukur massa sayuran, mengukur volume sampel, dan menghitung densitas sampel. Massa sampel dihitung dengan menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram.

Pada pengukuran volume sampel, gelas volumetrik diisi menggunakan air

hingga batas tertentu, sebelum kemudian sampel sayuran ikut dimasukkan ke dalam gelas volumetrik yang sama. Volume sampel adalah selisih antara volume sebelum dan setelah penambahan sampel ke dalam gelas volumetrik berisi air. Volume sampel dapat dihitung dengan Persamaan (1).

$$\Delta V = V_2 - V_1 \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

$\Delta V$  = Volume sampel (m<sup>3</sup>)

$V_1$  = Volume air sebelum penambahan sampel (m<sup>3</sup>)

$V_2$  = Volume air setelah penambahan sampel (m<sup>3</sup>)

Pada penelitian ini sampel sayuran dihitung densitasnya. Densitas yang akan diukur pada penelitian ini adalah densitas dari bagian daun, batang, dan total (daun dan batang) dari sampel. Namun, untuk selada, densitas yang dihitung hanya densitas dari bagian daun saja. Pada pengukuran ini dilakukan perulangan sebanyak tiga kali untuk setiap bagian sampel. Berdasarkan Figura & Teixeira (2007), densitas dapat dihitung menggunakan Persamaan (2).

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

$\rho$  = Densitas sampel (kg.m<sup>-3</sup>)

$m$  = Massa sampel (kg)

$V$  = Volume sampel (m<sup>3</sup>)

3. Menghitung kapasitas pengangkutan maksimum

Massa sayuran yang dapat diangkut menggunakan kendaraan pengangkut yang digunakan Keboen Bapak dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (3), dengan massa dari setiap jenis sayuran yang diangkut diasumsikan sama. Oleh karena itu, massa total sayuran yang dapat diangkut oleh satu kendaraan pengangkut, dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (4).

Sayuran daun adalah jenis sayuran yang memiliki sifat mekanis yang sangat sensitif. Sayuran daun sangat mudah mengalami kerusakan akibat pendistribusian yang melebihi kapasitas. Oleh sebab itu,

pada penelitian ini kapasitas pengangkutan maksimum dibatasi hanya 20% dengan asumsi 80% adalah rongga antar bagian sayuran daun dan *packaging*.

$$m = \frac{V_t \times 0,2 \times \rho_b \times \rho_c \times \rho_k \times \rho_p \times \rho_s}{(\rho_c \times \rho_k \times \rho_p \times \rho_s) + (\rho_b \times \rho_k \times \rho_p \times \rho_s) + (\rho_b \times \rho_c \times \rho_p \times \rho_s) + (\rho_b \times \rho_c \times \rho_k \times \rho_s) + (\rho_b \times \rho_c \times \rho_k \times \rho_p)} \dots\dots\dots(3)$$

$$m_t = m \times 5 \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

$m$  = Massa masing-masing komoditas (kg)

$V_t$  = Volume maksimum ( $m^3$ )

$\rho_b$  = Densitas bayam ( $kg.m^{-3}$ )

$\rho_c$  = Densitas caisim ( $kg.m^{-3}$ )

$\rho_k$  = Densitas kangkung ( $kg.m^{-3}$ )

$\rho_p$  = Densitas pakcoy ( $kg.m^{-3}$ )

$\rho_s$  = Densitas selada ( $kg.m^{-3}$ )

$m_t$  = Total massa sayuran yang dapat diangkut oleh satu kendaraan (kg)

Metode yang digunakan untuk menentukan jalur distribusi pada penelitian ini adalah metode *saving matrix*. Terdapat empat tahap dalam metode *saving matrix*, yaitu mengidentifikasi matriks jarak, mengidentifikasi matriks penghematan, mengalokasikan konsumen ke kendaraan atau rute, dan mengurutkan konsumen yang akan dikunjungi (Ikhsan, *et al.*, 2013).

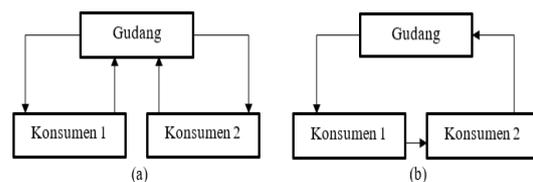
1. Identifikasi *matrix* jarak

Pada tahap ini dilakukan wawancara kepada pegawai Keboen Bapak untuk mengetahui pelanggan tetap Keboen Bapak. Kemudian, jarak depot pengiriman dengan konsumen, dan jarak antara konsumen dengan konsumen lainnya diperoleh melalui *google maps*.

2. Identifikasi nilai penghematan

Berdasarkan Suparjo (2017), metode *saving matrix* adalah metode yang digunakan untuk menentukan rute distribusi dengan jarak paling minimum. Hal tersebut juga didukung oleh pernyataan Yuniarti & Astuti (2013), yang mengatakan bahwa metode *saving matrix* merupakan metode yang digunakan untuk mendapatkan total jarak, waktu, dan biaya paling minimum.

Pada tahap ini, setiap konsumen diasumsikan akan dikunjungi oleh satu kendaraan, sehingga jumlah rute akan sama dengan jumlah konsumen yang ada. Setiap rute yang digabungkan akan menghasilkan penghematan berupa jarak, waktu, dan biaya (Ikhsan, *et al.*, 2013). Misalnya, ketika konsumen 1 dikunjungi secara terpisah dengan konsumen, 2, akan terbentuk dua rute yang berbeda, yaitu rute I (gudang - konsumen 1 – gudang), dan rute II (gudang - konsumen 2 – gudang). Namun, setelah digabungkan maka hanya akan ada satu rute yang terbentuk yaitu gudang - konsumen 1 - konsumen 2 - gudang. Nilai *saving* adalah selisih dari jarak sebelum melakukan penggabungan rute dengan setelah penggabungan rute. Ilustrasi penggabungan dua rute ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Ilustrasi penggabungan dua rute: Sebelum penggabungan (a), setelah penggabungan (b)

Menghitung nilai penghematan berdasarkan (Ahmad & Muharram, 2018) dapat menggunakan Persamaan (5).

$$S(x, y) = J(G, x) + J(G, y) - J(x, y) \dots (5)$$

Keterangan:

$S(x, y)$  = Jarak penghematan

$J(G, x)$  = Jarak gudang dengan konsumen x

$J(G, y)$  = Jarak gudang dengan konsumen y

$J(x, y)$  = Jarak titik x dengan konsumen y

### 3. Alokasi konsumen ke dalam rute

Alokasi konsumen ke dalam kendaraan dan rute adalah mengelompokkan konsumen pada rutenya dengan konsumen pada rute lain selama kapasitas kendaraan pengangkut masih mencukupi. Pada penelitian ini diasumsikan setiap konsumen memesan produk Keboen Bapak dengan kuantitas yang sama, yaitu 1 kg untuk masing-masing jenis sayuran, sehingga total pesanan setiap konsumen adalah 5 kg.

Pengelompokan rute ditentukan dengan nilai penghematan (*saving*) paling tinggi untuk mendapatkan rekomendasi rute dengan nilai *saving* paling tinggi. Nilai *saving* adalah selisih nilai sebelum dan setelah penggabungan rute. Semakin besar nilai penghematan, semakin pendek jarak tempuh yang dilalui dalam proses distribusi.

### 4. Menentukan urutan kunjungan

Metode yang digunakan untuk menentukan urutan kunjungan adalah metode *nearest insert* dan *nearest neighbor*. Metode *nearest insert* adalah metode yang digunakan dalam menentukan rute minimum dengan cara mengurutkan konsumen berdasarkan total jarak minimum, sedangkan metode *nearest neighbor* merupakan metode penentuan jarak minimum dengan konsumen diurutkan berdasarkan jarak konsumen terdekat dengan destinasi sebelumnya (Ikfan & Masudin, 2014). Metode *nearest neighbor* dipilih karena mudah untuk diimplementasikan, tetapi menghasilkan *output* yang optimal (Hutasoit, et al., 2014; Suryani, et al., 2018).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Densitas sayuran

Hasil pengukuran densitas ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil pengukuran densitas sayuran yang digunakan sebagai sampel

Komoditas	Densitas (kg.m <sup>-3</sup> )
Bayam	837,94
Caisim	929,96
Kangkung	759,57
Pakcoy	739,36
Selada	717,78

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan dapat diketahui bahwa densitas paling tinggi dari produk sayuran Keboen Bapak adalah caisim dengan densitas sebesar 929,96 kg.m<sup>-3</sup>. Artinya dalam wadah dengan volume yang sama, caisim akan memakan lebih sedikit tempat dibandingkan dengan produk sayuran Keboen Bapak lainnya.

### Volume pengangkutan

Volume tas obrok masing-masing adalah sebesar 0,042 m<sup>3</sup>, sehingga total volume dari tas obrok adalah sebesar 0,084 m<sup>3</sup>. Sedangkan volume dari keranjang buah yang digunakan adalah sebesar 0,085 m<sup>3</sup>. Artinya volume maksimum dari kendaraan distribusi produk Keboen Bapak adalah sebesar 0,169 m<sup>3</sup>.

### Kapasitas pengangkutan maksimum

Kapasitas pengangkutan maksimum yang digunakan untuk perhitungan adalah 0,169 m<sup>3</sup>, yaitu 20% dari kapasitas pengangkutan total. Dengan menggunakan Persamaan (3), diperoleh massa bayam, caisim, kangkung, pakcoy, dan selada masing-masing adalah sebesar 5,34 kg. Sehingga total massa sayuran yang dapat diangkut dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (4), dan hasilnya adalah sebesar 26,69 kg.



**Keterangan:**

- G = Gudang Penyimpanan
- C1= Borma Cijerah
- C2= Borma Cikutra
- C3= Borma Cinunuk
- C4= Borma Cipadung
- C5= Borma Dago
- C6= Borma Dakota

- C7 = Borma Gempol
- C8= Borma Kerkof
- C9= Borma Kiaracandong
- C10 = Borma Riung Bandung
- C11= Borma Setiabudi
- C12= Prama Babakan Sari
- C13 = Prama Banjaran

Tabel 2 merupakan tabel jarak antara gudang penyimpanan dengan konsumen dan jarak antara konsumen dengan konsumen lainnya, dengan asumsi rute keberangkatan sama dengan rute kembali. Dengan demikian, jarak keberangkatan juga akan sama dengan jarak kembali. Misalnya, jarak keberangkatan dari gudang ke C1 adalah 11 km, maka jarak kembali dari C1 ke gudang juga sebesar 11 km.

**Matriks penghematan**

Hasil perhitungan nilai penghematan menggunakan Persamaan (4) konsumen pada grup Kawaluyaan (kasus A), grup Cijerah (kasus B), dan Grup campuran (kasus C) ditampilkan pada Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5.

**Tabel 3.** Nilai penghematan kasus A (km)

	C3	C4	C6	C9	C10	C11
C3	0					
C4	25,9	0				
C6	5,7	5,7	0			
C9	4	12,9	6,6	0		
C10	4	18,4	6,7	20,1	0	
C11	1,9	1,9	9,9	2,8	2,9	0

**Tabel 4.** Nilai penghematan kasus B (km)

	C1	C2	C7	C8	C12	C13
C1	0					
C2	3,3	0				
C7	22,7	4	0			
C8	19,9	4	25,9	0		
C12	8,3	4	7,3	6,3	0	
C13	15	4	21	13	14,3	0

**Tabel 5.** Nilai penghematan kasus C (km)

	C3	C4	C5	C7	C8	C12
C3	0					
C4	25,9	0				
C5	2,2	2,2	0			
C7	7	5	6,2	0		
C8	4	6	5,2	25,9	0	
C12	13,3	11,3	2,5	7,3	6,3	0

Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5 merupakan jarak penghematan ketika menggabungkan dua konsumen ke dalam satu rute. Misalnya pada kasus penggabungan C3 dan C4, setiap konsumen dilayani oleh satu kendaraan, maka akan terbentuk rute G – C3 – G dengan total jarak tempuh sebesar 32 km, dan G – C4 – G dengan total jarak tempuh sebesar 26 km, sehingga total jarak tempuh dari kedua rute tersebut adalah sebesar 58 km. Namun, jika dua rute tersebut digabungkan menjadi G – C3 – C4 – G, maka total jarak tempuhnya menjadi 32,1 km. Artinya terdapat penghematan jarak sebesar 25,9 km.

**Alokasi konsumen ke dalam rute**

Alokasi konsumen ke dalam rute pada tiga kasus pemesanan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Ketika konsumen grup Kawaluyaan memesan (kasus A)

Pada kasus ini terdapat enam konsumen memesan produk Keboen Bapak, dengan masing-masing konsumen memesan 1 kg untuk setiap jenis sayuran. Artinya total pesanan setiap konsumen pada kasus ini adalah sebesar 5 kg. Nilai penghematan terbesar pada kasus ini, berdasarkan Tabel 3 adalah sebesar 25,9 km (C3 – C4). Oleh karena itu, C3 dan C4 akan disatukan dalam

satu rute (rute IA). Total beban sementara yang diangkut oleh *courier* pada rute IA adalah sebesar 10 kg. Karena beban masih berada di bawah kapasitas maksimum kendaraan pengangkut, maka C3 dan C4 dapat disatukan dalam rute IA.

Nilai terbesar selanjutnya pada Tabel 3 adalah sebesar 20,1 km (C9 – C10). Oleh karena itu, C9 dan C10 akan dimasukkan ke dalam rute IIA. Total pesanan dari C9 dan C10 adalah sebesar 10 kg, karena kapasitas maksimum angkutan kendaraan adalah sebesar 26,69 kg, maka C9 dan C10 dapat dimasukkan ke dalam rute IIA.

Nilai penghematan terbesar ke-3 pada Tabel 3 adalah sebesar 18,4 km (C4 – C10). C4 telah dimasukkan ke dalam rute IA, sedangkan C10 telah dimasukkan ke dalam rute IIA. Oleh karena itu, konsumen pada rute IIA dapat digabungkan ke dalam rute IA. Total pesanan setelah rute IA dan IIA digabungkan adalah sebesar 20 kg. Karena total angkutan masih berada di bawah kapasitas angkutan maksimum, maka konsumen rute IIA dapat digabungkan ke dalam rute IA.

Nilai penghematan terbesar selanjutnya yang ditunjukkan pada Tabel 3 adalah sebesar 12,9 km (C4 – C9). Karena C4 dan C9 telah digabungkan ke dalam rute IA, maka tidak ada perubahan rute yang terjadi.

Perubahan rute selanjutnya terjadi pada nilai *saving* tertinggi ke-6 pada Tabel 3, dengan nilai penghematan sebesar 9,9 km (C6 – C11). Karena C6 dan C11 belum dimasukkan ke dalam rute manapun, maka C6 dan C11 dimasukkan ke dalam rute IIA. Total pesanan pada rute IIA adalah sebesar 10 kg. Artinya total angkutan masih lebih kecil dari kapasitas angkutan maksimum, sehingga C6 dan C11 dapat disatukan dalam rute IIA.

Rute akhir yang dihasilkan oleh metode *saving matrix* berjumlah dua rute, yaitu rute IA (C3 – C4 – C9 – C10) dengan total angkutan sebesar 20 kg, dan rute IIA (C6 – C11) dengan total angkutan sebesar 10 kg.

## 2. Ketika konsumen grup Cijerah memesan (kasus B)

Pada kasus B hanya konsumen dalam grup Cijerah yang memesan produk Keboen Bapak. Terdapat enam konsumen yang termasuk ke dalam grup tersebut. Setiap konsumen dalam grup ini diasumsikan memesan 1 kg untuk setiap jenis produk Keboen Bapak. Sehingga total pesanan dari masing-masing konsumen grup Cijerah adalah sebanyak 5 kg.

Untuk menentukan alokasi konsumen ke dalam rute pada kasus ini dilakukan dengan langkah yang sama dengan kasus A. Hasil akhir setelah dilakukan perulangan, terdapat dua rute pada kasus ini, yaitu rute IB (C7 – C8 – C1 – C13 – C12) dengan total angkutan sebesar 25 kg, dan rute IIB (C2) dengan total angkutan sebesar 5 kg.

## 3. Ketika konsumen grup campuran memesan

Total pesanan untuk masing-masing konsumen pada kasus ini adalah sebesar 5 kg, dengan asumsi setiap konsumen pada grup campuran memesan 1 kg untuk setiap jenis sayuran Keboen Bapak. Pengalokasian rute pada kasus ini juga dilakukan dengan langkah yang sama dengan kasus-kasus sebelumnya. Pada kasus ini terdapat dua rute yang terbentuk, yaitu rute IC (C3 – C4 – C12 – C7 – C8) dengan total angkutan sebesar 25 kg, dan rute IIC (C5) dengan total angkutan sebesar 5 kg.

## Urutan kunjungan

Konsumen yang telah dialokasikan pada jalurnya, kemudian diurutkan menggunakan metode *nearest insert* dan *nearest neighbor*.

### 1. Urutan rute berdasarkan metode *nearest insert*

Metode *nearest insert* adalah metode pembuatan urutan kunjungan berdasarkan jarak total terpendek sebagai acuan. Jarak total yang dimaksud adalah jarak pergi dan kembali, atau jarak total dari depot pengiriman hingga kembali ke depot pengiriman. Pada penelitian ini depot pengiriman adalah gudang penyimpanan

Keboen Bapak, artinya gudang adalah destinasi pertama dan terakhir dari *courier*.

Untuk menentukan konsumen pertama yang dikunjungi pada rute IA ditentukan berdasarkan total jarak terpendek. Total jarak untuk menentukan kunjungan pertama pada rute IA ditampilkan pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Total jarak satu konsumen dalam rute IA

Urutan kunjungan	Total Jarak (km)
G – C3 – G	32
G – C4 – G	26
G – C9 – G	19,8
G – C10 – G	30

Total jarak terpendek untuk menentukan destinasi pertama yang ditunjukkan pada Tabel 6 adalah 19,8 km. Sehingga destinasi pertama yang akan dikunjungi adalah C9. Untuk menentukan urutan destinasi selanjutnya, dihitung kembali nilai total jarak dari setiap destinasi. Total jarak dua konsumen ditampilkan pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Total jarak dua konsumen dalam rute IA

Urutan kunjungan	Total Jarak (km)
G – C9 – C3 – G	36,9
G – C9 – C4 – G	32,9
G – C9 – C10 – G	29,7

Berdasarkan Tabel 7, nilai total jarak terkecil adalah sebesar 29,7 km. Artinya konsumen yang dikunjungi setelah C9 adalah C10. Perhitungan terus dilakukan hingga seluruh konsumen pada kasus A diurutkan. Hasil akhir setelah perhitungan didapatkan bahwa urutan konsumen untuk rute IA adalah G – C9 – C10 – C4 – C3 – G, dengan total jarak sebesar 43,4 km. Adapun untuk rute IIA, rute optimumnya adalah kunjungan dengan urutan G – C11 – C6 – G, dengan total jarak sebesar 21,3 km.

Penentuan rute optimum untuk kasus B dan C dilakukan dengan langkah yang sama dengan kasus A. Urutan kunjungan optimum untuk rute IB setelah dilakukan perhitungan menggunakan metode *nearest*

*insert* adalah G – C12 – C1 – C7 – C8 – C13 – G, dengan jarak tempuh sebesar 74,7 km. Adapun urutan kunjungan optimum pada rute IIB adalah G – C2 – G, dengan jarak tempuh sebesar 4 km.

Rute IC paling optimum berdasarkan metode *nearest insert* adalah rute dengan kunjungan G – C12 – C4 – C3 – C7 – C8 – G, dengan jarak tempuh sebesar 64,5 km. Sedangkan rute IIC rute optimum memiliki total jarak sebesar 6,4 km, dengan urutan kunjungan G – C5 – G.

## 2. Urutan rute berdasarkan metode *nearest neighbor*

Penentuan urutan rute menggunakan metode *nearest neighbor* adalah menentukan destinasi selanjutnya berdasarkan jarak terdekat dengan destinasi sebelumnya. Sama seperti metode *nearest insert*, gudang penyimpanan adalah destinasi pertama dan terakhir yang dikunjungi *courier*.

Penentuan konsumen pertama yang harus dikunjungi pada rute IA ditentukan berdasarkan jarak terdekat dari gudang ke konsumen pada rute tersebut. Konsumen terdekat dengan gudang pada rute IA adalah C9 dengan jarak 9,9 km dari gudang penyimpanan, sehingga C9 adalah konsumen pertama yang dikunjungi oleh *courier*. Konsumen selanjutnya yang harus dikunjungi oleh *courier* adalah konsumen dengan jarak terdekat dengan konsumen sebelumnya (C9), yaitu C10 dengan jarak sebesar 4,8 km dari C9. Penentuan rute selanjutnya dilakukan dengan langkah yang sama secara berulang. Rute optimum pada kasus IA berdasarkan metode *nearest neighbor* adalah G – C9 – C10 – C4 – C3 – G, dengan total jarak tempuh sebesar 43,4 km. Sedangkan untuk rute IIA rute paling optimum adalah rute dengan urutan G – C11 – C10 – G, dengan total jarak tempuh sebesar 21,3 km.

Menentukan urutan kunjungan untuk kasus B dan C, dilakukan dengan langkah yang sama dengan menentukan urutan kunjungan pada kasus A. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *nearest*

*neighbor*, urutan kunjungan pada rute IB paling optimum adalah G – C12 – C1 – C7 – C8 – C13 – G, dengan jarak tempuh sebesar 74,7 km. Adapun urutan kunjungan pada rute IIB adalah G – C2 – G, dengan jarak tempuh sebesar 4 km.

Rute IC paling optimum berdasarkan metode *nearest neighbor* adalah rute dengan urutan kunjungan G – C12 – C4 – C3 – C7

– C8 – G, dan jarak tempuh dengan jarak tempuh sebesar 64,5 km. Sedangkan untuk rute IIC urutan kunjungannya adalah G – C5 – G, dengan jarak tempuh sebesar 6,4 km. Urutan kunjungan konsumen pada setiap rute menggunakan metode *nearest insert* dan *nearest neighbor* ditunjukkan pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Urutan kunjungan setiap rute pada setiap kasus menggunakan metode *nearest insert* dan *nearest neighbor*

Rute	Metode	Urutan kunjungan	Jarak (km)
IA	<i>Nearest Insert</i>	G – C9 – C10 – C4 – C3 – G	43,4
	<i>Nearest Neighbor</i>	G – C9 – C10 – C4 – C3 – G	43,4
IIA	<i>Nearest Insert</i>	G – C11 – C6 – G	21,3
	<i>Nearest Neighbor</i>	G – C11 – C6 – G	21,3
IB	<i>Nearest Insert</i>	G – C12 – C1 – C7 – C8 – C13 – G	74,7
	<i>Nearest Neighbor</i>	G – C12 – C1 – C7 – C8 – C13 – G	74,7
IIB	<i>Nearest Insert</i>	G – C2 – G	4
	<i>Nearest Neighbor</i>	G – C2 – G	4
IC	<i>Nearest Insert</i>	G – C12 – C4 – C3 – C7 – C8 – G	64,5
	<i>Nearest Neighbor</i>	G – C12 – C4 – C3 – C7 – C8 – G	64,5
IIC	<i>Nearest Insert</i>	G – C5 – G	6,4
	<i>Nearest Neighbor</i>	G – C5 – G	6,4

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel 8, kasus ini menunjukkan bahwa hasil pengurutan kunjungan konsumen berdasarkan metode *nearest insert* dan *nearest neighbor* adalah sama. Sehingga jarak tempuh dari kedua metode tersebut juga menunjukkan hasil yang sama. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian dari Ikfan and Masudin (2014), yaitu pengurutan konsumen menggunakan metode *nearest insert* dan *nearest neighbor* pada beberapa kasus dapat menunjukkan hasil yang sama.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Jarak paling optimum pada kasus A adalah sebesar 43,4 km (rute IA) dan 21,3 km (rute IIA). Jarak paling optimum pada kasus B adalah sebesar 74,7 km (rute IB) dan 4 km (rute IIB). Adapun jarak optimum pada kasus C adalah sebesar 64,5 km (rute IC) dan 6,4 km (rute IIC).

### Saran

Metode *saving matrix*, *nearest insert*, dan *nearest neighbor* dikategorikan sebagai metode *heuristic*. Oleh karena itu, hasil optimasinya bukan merupakan hasil mutlak, sehingga masih ada kemungkinan terdapat rute lain yang lebih optimum. Pada penelitian selanjutnya, metode numerik adalah metode yang disarankan untuk mendapatkan nilai hasil optimasi mutlak. Pada penelitian ini, nilai porositas dan *packaging* diasumsikan sebesar 80% dari kapasitas total pengangkutan. Namun, diperlukan pengukuran *real* terkait volume porositas dan *packaging* pada proses distribusi sayuran daun, sehingga dapat meminimalisir penurunan kualitas produk yang didistribusikan.

## DAFTAR REFERENSI

- Ahmad, F., & Muharram, H. F. (2018). Penentuan Jalur Distribusi dengan Metode Saving Matriks. *Competitive*,

- 13(1), 45–66.  
<https://doi.org/10.36618/competitive.v13i1.346>.
- Amri, M., Rahman, A., & Yuniarti, R. (2014). Penyelesaian Vehicle Routing Problem dengan Menggunakan Metode Nearest Neighbour (Studi Kasus : MTP Nganjuk Distributor PT . Coca Cola). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, 2(1), 36–45.
- Erlina, P. (2009). Mengoptimalkan Biaya Transportasi untuk Penentuan Jalur Distribusi Produk ‘X’ dengan Metode Saving Matriks. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*, 9(2), 143–150.
- Figura, L. O., & Teixeira, A. A. (2007). *Food Physics Physical Properties - Measurement and Applications* (1st ed.). Springer.  
<https://doi.org/10.1007/b107120>.
- Hadhiatma, A., & Purbo, A. (2017). Vehicle Routing Problem untuk Distribusi Barang Menggunakan Algoritma Semut. *Prosiding SNATIF Ke-4*, 139–145.
- Huda, A. K. (2014). *Penentuan Rute Distribusi untuk Meminimalkan Biaya Transportasi Menggunakan Metode Saving Matrix, Nearest Insert dan Nearest Neighbor (Studi Kasus: PT. Primatexco Indonesia)*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Hutasoit, C. S., Susanty, S., & Imran, A. (2014). Penentuan Rute Distribusi Es Balok Menggunakan Algoritma Nearest Neighbour dan Local Search (Studi kasus di PT X). *Reka Integra*, 02(02), 268–276.
- Ikfan, N., & Masudin, I. (2014). Saving Matrix untuk Menentukan Rute Distribusi. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 2(1), 14–17.
- Ikhsan, A. N., Oesman, T. I., & Yusuf, M. (2013). Optimalisasi Distribusi Produk Menggunakan Daerah Penghubung dan Metode Saving Matrix. *Jurnal REKAVASI*, 1(1), 1–11.
- Keboen Bapak. (2020). *Dokumen perusahaan*.
- Kusrini, & Istiyanto, J. E. (2007). Penyelesaian Travelling Salesman Problem dengan Algoritma Cheapest Insertion Heuristics dan Basis Data. *Jurnal Informatika*, 8(2), 109–114.  
<http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/inf/article/view/16775>.
- Oka, N. A. (2019). *Pengembangan Desain Produk Tas Kurir Obrok untuk Melindungi Paket Selama Proses Pengiriman*. Sekolah Tinggi Ilmu Komunikasi.
- Saputra, R., & Pujotomo, D. (2018). Penyelesaian Vehicle Routing Problem dengan Karakteristik Time Windows dan Multiple Trips Menggunakan Metode Saving Matrix (Studi Kasus : PT. Coca Cola Bottling Indonesia - Wilayah Medan). *Industrial Engineering Online Journal*, 7(4).  
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/22516>.
- Supardi, E., & Sianturi, R. C. (2020). Metode Saving Matrix dalam Penentuan Rute Distribusi Premium di Depot SPBU Bandung. *Jurnal Logistik Bisnis*, 10(1), 89–98.  
<https://doi.org/10.46369/logistik.v10i1.844>.
- Suparjo. (2017). Metode Saving Matrix sebagai Metode Alternatif untuk Efisiensi Biaya Distribusi. *Media Ekonomi dan Manajemen*, 32(2), 137–153.
- Suryani, Kuncoro, D. K. R., & Fathimahhayati, L. D. (2018).

Perbandingan Penerapan Metode Nearest Neighbour dan Insertion untuk Penentuan Rute Distribusi Optimal Produk Roti pada UKM Hasan Bakery Samarinda. *PROFICIENSI: The Journal of the Industrial Engineering Study Program*, 6(1), 41–49.

Yuniarti, R., & Astuti, M. (2013). Penerapan Metode Saving Matrix dalam Penjadwalan dan Penentuan Rute Distribusi Premium di SPBU Kota Malang. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 4(1), 17–26.