

Perencanaan Aktivitas Distribusi Bahan Baku untuk Minimasi Biaya di UD Berkah Mandiri Makmur

1st Rayhan Fadhlur Rohman
Program Studi Teknik Industri
Universitas Telkom, Kampus Surabaya
Surabaya, Indonesia
rayhan.rohman25@gmail.com

2nd Paramaditya Arismawati
Program Studi Teknik Industri
Universitas Telkom, Kampus Surabaya
Surabaya, Indonesia
paramadityaars@telkomuniversity.ac.id

3rd Silvi Istiqomah
Program Studi Teknik Industri
Universitas Telkom, Kampus Surabaya
Surabaya, Indonesia
silviistiqomah@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Distribusi merupakan komponen krusial dalam bauran pemasaran yang merujuk pada aktivitas penyaluran produk dari produsen ke konsumen dengan prinsip efektivitas biaya dan kecepatan layanan. UD Berkah Mandiri Makmur, perusahaan distribusi bahan baku kuliner, menghadapi inefisiensi biaya logistik akibat perencanaan rute distribusi yang belum optimal. Permasalahan ini berdampak pada meningkatnya biaya operasional dan menurunnya profitabilitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan rute distribusi harian menggunakan metode *Saving Matrix*. Fokus kajian diarahkan pada upaya penyusunan rute yang meminimalkan jarak tempuh dan biaya dengan mempertimbangkan lokasi pelanggan dan depot. Prosedur penelitian meliputi: (1) pengumpulan data geografis pelanggan dan depot, (2) kalkulasi jarak antar titik menggunakan Google Maps, (3) penyusunan *saving matrix*, (4) verifikasi data jarak, dan (5) validasi simulasi rute. Analisis komparatif dilakukan dengan membandingkan performa rute eksisting dan rute hasil optimasi. Hasilnya, metode *Saving Matrix* mampu menurunkan jarak tempuh mingguan dari 431 km menjadi 354 km (efisiensi 17,9%) serta menghemat biaya bahan bakar dari Rp2.760.000 menjadi Rp2.375.000 (efisiensi 14%). Dengan demikian, metode ini terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi logistik dan layak dijadikan strategi pengambilan keputusan dalam manajemen distribusi.

Kata kunci—Distribusi, Perencanaan Rute, Efisiensi Biaya, *Saving Matrix*

I. PENDAHULUAN

Distribusi merupakan salah satu aktivitas penting dalam rantai pasok yang berfungsi menyalurkan produk dari produsen hingga ke konsumen secara tepat waktu dan biaya yang efisien [1]. Efektivitas distribusi yang rendah dapat memengaruhi kinerja operasional perusahaan, terutama pada aspek biaya logistik dan kepuasan pelanggan. UD Berkah Mandiri Makmur adalah perusahaan dagang yang bergerak di bidang distribusi bahan baku kuliner di wilayah Surabaya dan Sidoarjo. Dalam operasionalnya, perusahaan menghadapi permasalahan biaya distribusi yang tinggi akibat perencanaan rute pengiriman yang belum optimal. Hal ini menyebabkan terjadinya jarak tempuh yang lebih panjang, penggunaan bahan bakar berlebih, serta biaya tenaga kerja tambahan

untuk lembur pengiriman di luar jam operasional. UD Berkah Mandiri Makmur belum mampu mengoptimalkan rute pengiriman yang optimal dan menyebabkan karyawan harus melakukan pekerjaan lembur. Berikut merupakan data pengiriman satu minggu UD Berkah Mandiri Makmur pada Tabel 1.

TABEL 1
(DATA PENGIRIMAN UD BERKAH MANDIRI MAKMUR)

Hari/Tujuan (Pack)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Jarak (KM)
Senin			40	50		800			20	84
Selasa	200	150	20	20						72
Rabu					35			20	20	73
Kamis	400	350	20	30			40		20	76
Jumat			50	40			40	35		61
Sabtu					50		25		50	65
Total										431

Bedasarkan Tabel 1, jadwal UD Berkah Mandiri Makmur selama seminggu memiliki rute pengiriman dengan total jarak 431 km. UD Berkah Mandiri Makmur mempunyai biaya pengiriman yang tinggi disebabkan oleh penentuan rute yang kurang optimal. Permasalahan tersebut menunjukkan perlunya strategi penentuan rute distribusi yang lebih efisien untuk menekan biaya operasional perusahaan. Salah satu pendekatan yang relevan dan praktis adalah metode *Saving Matrix*, yang banyak diterapkan pada optimasi rute distribusi dengan permintaan tetap. Penerapan metode ini diharapkan dapat memberikan alternatif solusi untuk menyusun rute pengiriman harian yang lebih sistematis, sehingga mendukung peningkatan kinerja distribusi UD Berkah Mandiri Makmur.

Beberapa penelitian tentang optimasi rute distribusi mengidentifikasi masalah tingginya biaya operasional dalam pendistribusian produk. Rahayu (2019) menggunakan *Saving Matrix* untuk menghemat jarak tempuh 516 km/minggu dan biaya Rp 3.000.000/minggu (efisiensi 34,1%), sementara Fergierani (2019) menerapkan metode serupa dan berhasil mengurangi rute dari 20 menjadi 8 dengan penghematan jarak 250,17 km (*Saving Matrix*) atau 836,73 km (*Google Maps*). Di sisi lain, Kartika & Taudik (2019) memanfaatkan *Metode Transportasi* pada distribusi teh kering, mencapai

penghematan biaya Rp 5.500.000/bulan. Ketiga studi ini menekankan pentingnya optimasi rute untuk meminimalkan biaya, jarak, dan waktu distribusi.

Berdasarkan penelitian terdahulu, optimasi rute distribusi untuk meminimalkan jarak, waktu, atau biaya dengan mempertimbangkan kendala yang ada dapat diselesaikan menggunakan *Saving Matrix*, sebuah metode yang memberikan solusi mendekati optimal [2]. Penelitian ini bertujuan membantu UD Berkah Mandiri Makmur mengurangi biaya pengiriman dengan menerapkan *Saving Matrix*, yang merancang rute distribusi berdasarkan kapasitas kendaraan untuk mencapai jarak terpendek dan biaya terendah [3]. Hasilnya diharapkan dapat mengoptimalkan rute distribusi perusahaan, meminimalkan biaya, dan memberikan rekomendasi perbaikan proses distribusi.

II. KAJIAN TEORI

Menyajikan dan menjelaskan teori-teori yang berkaitan dengan variabel-variabel penelitian. Poin subjudul ditulis dalam abjad.

A. Distribusi

Distribusi merupakan kegiatan pemasaran yang bertujuan menyampaikan produk dari produsen ke konsumen secara cepat dan tepat waktu [4]. Efektivitas distribusi dipengaruhi oleh pengelolaan waktu, rute, dan kecepatan pengiriman, sehingga diperlukan strategi yang menjamin kelancaran proses dan efisiensi biaya [5]. Sehingga diperlukan strategi distribusi yang mampu menjamin efektivitas dan efisiensi proses pengiriman barang [6]. Salah satu faktor krusial dalam mencapai tujuan tersebut adalah penentuan rute distribusi yang optimal [7].

B. Penentuan Rute

Penentuan rute distribusi berkaitan dengan pengaturan urutan kunjungan pelanggan dari dan ke depot, yang berperan penting dalam efisiensi waktu dan biaya pengiriman [8]. Rute yang tidak optimal dapat meningkatkan jarak tempuh, waktu, dan biaya transportasi [9]. Oleh karena itu, perencanaan rute yang matang diperlukan untuk meminimalkan biaya, mempercepat pengiriman, dan meningkatkan [10]. Pemilihan metode penentuan rute yang sesuai dengan karakteristik distribusi menjadi kunci dalam mencapai efisiensi maksimal [11].

C. Saving Matrix

Saving Matrix merupakan metode optimasi rute pengiriman yang digunakan untuk meminimalkan jarak, waktu, dan biaya distribusi dengan mempertimbangkan berbagai kendala operasional [12]. Metode ini bekerja dengan menyusun matriks penghematan yang menunjukkan keuntungan ketika dua pelanggan dilayani dalam satu rute [13]. Dengan penerapan Saving Matrix, perusahaan dapat menentukan rute terpendek dan paling hemat, sehingga mengurangi total jarak tempuh dan biaya distribusi [14]. Tahapan penggunaan metode *Saving matrix* sebagai berikut :

1. Identifikasi Matriks Jarak

Penentuan matriks jarak memerlukan data mengenai jarak antara perusahaan dan berbagai lokasi, serta antara satu lokasi dengan lokasi lainnya [15]. Proses ini dimulai dengan mengukur jarak antar pelanggan. Hal ini membantu aplikasi seperti Google Maps dalam menghitung jarak antar pelanggan dengan tingkat akurasi yang tinggi. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menentukan matriks jarak:

$$J(1,2) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (1)$$

Keterangan J(1,2) adalah Jarak antara 2 lokasi, x_1 dan y_1 adalah Koordinat lokasi 1, x_2 dan y_2 adalah Koordinat lokasi 2.

2. Identifikasi Matriks Penghematan

Pada tahap ini diasumsikan bahwa setiap konsumen akan dilayani oleh satu kendaraan secara eksklusif [16]. Hal ini berarti akan terdapat beberapa rute berbeda yang dilalui untuk masing-masing tujuan. Dengan demikian, penghematan dapat terjadi Jika terjadi penggabungan rute yang searah dengan rute lainnya, matriks penghematan dihitung dengan menggunakan Persamaan 1. Berikut adalah rumus untuk mengidentifikasi matriks penghematan:

$$S_{ij} = d_{0i} + d_{0j} - d_{ij} \quad (2)$$

Keterangan S_{ij} adalah Penghematan Jarak, D_{0i} adalah Jarak gudang ke konsumen i, D_{0j} adalah Jarak gudang ke konsumen j, D_{ij} adalah Jarak antara konsumen i dan j, i = Gudang untuk i=0, i,j =Konsumen untuk i,j 1,2,3...n

III. METODE

Bagian ini menjelaskan bahwa penelitian memiliki serangkaian langkah yang terstruktur untuk memecahkan masalah. Urutan langkah-langkah ini digambarkan dalam Gambar 1 (A) sebagai visualisasi dari sistematika pemecahan masalah dalam penelitian tersebut.



GAMBAR 1
(SISTEMATIKA PEMECAHAN MASALAH)

1. Tahap Identifikasi dan Pendahuluan

Tahapan awal dalam penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi dan merumuskan masalah distribusi yang dihadapi oleh UD Berkah Mandiri Makmur. Proses identifikasi dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara dengan pihak-pihak yang terlibat dalam kegiatan distribusi. Perumusan masalah bertujuan untuk menemukan solusi dalam menentukan rute distribusi yang optimal guna

menekan biaya dan meningkatkan efisiensi operasional. Selanjutnya, dilakukan penetapan tujuan penelitian untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditentukan.

Tahap ini juga mencakup studi literatur yang bertujuan untuk memperoleh teori dan metode yang relevan, khususnya mengenai perencanaan rute distribusi menggunakan metode Saving Matrix. Studi ini diperoleh dari buku, jurnal ilmiah, dan sumber lain yang relevan. Selain itu, dilakukan studi lapangan melalui observasi dan wawancara guna memperoleh gambaran nyata kondisi distribusi di lapangan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam penelitian.

2. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pada tahap ini, data yang diperlukan untuk proses analisis dikumpulkan dan diolah. Pengumpulan data meliputi:

1. Data Pengiriman Data ini mencakup informasi mengenai kebutuhan produk pelanggan dalam periode tertentu. Data diperoleh dari catatan pengiriman aktual perusahaan yang mencakup tujuan distribusi mingguan hingga bulanan.

TABEL 2
(DATA PERMINTAAN)

Hari/Tujuan (Pack)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Senin			40		50	800			20
Selasa	200	150	20		20				
Rabu				35				20	20
Kamis	400	350	20		30		40		20
Jumat			50		40		40	35	
Sabtu				50			25		50

Keterangan:

P1 = Lotte mart Waru Sidoarjo P2 = Lotte mart Masprip
P3 = Beranda Kita P4 = Warung Jaya Utama
P5 = Katering Bu Mus P6 = Pelabuhan Perak
P7 = Cafe Elveka P8 = Pada-Pada Katering Murah
P9 = Aisyah Catering Wedding

TABEL 3
(DATA RUTE PENGIRIMAN EXISTING DATA LOKASI KONSUMEN)

HARI	RUTE EXISTING	JUMLAH PENGIRIMAN (PACK)	JARAK (KM)
SENIN	PT-P7-P3-PT-P6-P5-PT	910	84
SELASA	PT-P1-P2-PT-P5-P3-PT	390	72
RABU	PT-P4-P8-P9-PT	75	73
KAMIS	PT-P1-P2-PT-P3-P7-P9-P5-PT	840	76
JUMAT	PT-P3-P7-P5-P8-PT	155	61
SABTU	PT-P4-P7-P9-PT	125	65
TOTAL		2495	431

TABEL 4
(DATA LOKASI KONSUMEN)

Kode	Jumlah Pesanan (Pack)	Lokasi
P1	600	Jalan Raya Pepelegi Indah kav. IV, Gg. Sawo, Dusun Sawo, Sawotratap, Kec. Waru, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61256
P2	500	Jl. Raya Masprip No.70, Karang Pilang, Kec. Karangpilang, Surabaya, Jawa Timur 60221
P3	130	Jl. Pagesangan Baru No.19, Pagesangan, Kec. Jambangan, Surabaya, Jawa Timur 60233
P4	85	Jl. Persimpangan Pabrik Timah, Sidotopo Wetan, Kec. Kenjeran, Surabaya, Jawa Timur 60127
P5	140	Jl. Pacar Keling No.11A, Pacar Kembang, Kec. Tambaksari, Surabaya, Jawa Timur 60132
P6	800	Pelabuhan Tanjung Perak, Perak Bar., Kec. Krembangan, Surabaya, Jawa Timur
P7	105	Jl. Kebonsari Lvk Barat No.2A, Kebonsari, Kec. Jambangan, Surabaya, Jawa Timur 60233
P8	55	Jl. Tropodo 1, Sidoarjo, RT. 17 RW. 02, Indonesia, Tropodo Kulon, Tropodo, Kec. Waru, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61000
P9	110	Jalan Kebonsari III No.28, Jl. Raya Kebonsari No.18, Kebonsari, Kec. Jambangan, Surabaya, Jawa Timur 60233

2. Data Biaya Pengiriman Meliputi biaya transportasi dan tenaga kerja yang dikeluarkan perusahaan dalam melakukan pengiriman ke masing-masing tujuan.

TABEL 5
(DATA BIAYA PENGIRIMAN)

Data	Total
Konsumsi bahan bakar	12 Km/L
Maintenance kendaraan	Rp. 125.000 / minggu
Kapasitas Kendaraan	5200 pack
Tenaga Kerja	Rp. 80.000 / hari
Harga bahan bakar pertalite	Rp. 10.000 / liter

3. Matriks Jarak Jarak antar lokasi dihitung menggunakan aplikasi Google Maps untuk mendapatkan estimasi jarak aktual antar titik distribusi dan depot. Tahap pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode Saving Matrix, yang bertujuan untuk

mengoptimalkan rute pengiriman. Langkah-langkah pengolahan data meliputi:

1. Penentuan Data:
 - Menentukan lokasi depot (awal dan akhir kendaraan).
 - Mengidentifikasi seluruh lokasi pelanggan.
 - Menyusun matriks jarak antar lokasi.
 - Mendata permintaan masing-masing pelanggan.
 2. Perhitungan Matriks Saving: Matriks ini dihitung untuk mengetahui potensi penghematan jarak jika dua lokasi digabungkan dalam satu rute dibandingkan dengan melayani keduanya secara terpisah.
 3. Pengurutan Saving: Nilai saving diurutkan dari yang tertinggi hingga terendah untuk menentukan prioritas penggabungan rute.
 4. Pembentukan Rute:
 - Menginisiasi rute kosong.
 - Menambahkan lokasi ke dalam rute berdasarkan urutan saving tertinggi.
 - Memastikan kapasitas kendaraan tidak terlampaui dan tidak terbentuk subtour.
 - Mengulang proses hingga seluruh pelanggan masuk dalam rute.
 5. Evaluasi Rute: Total jarak tempuh semua kendaraan dihitung untuk menilai efisiensi hasil pengolahan.
3. Tahap Analisis dan Kesimpulan
- A. Analisis Data Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap hasil penerapan metode Saving Matrix. Analisis dilakukan dengan membandingkan rute dan biaya pengiriman awal dengan rute dan biaya pengiriman setelah dioptimalkan. Fokus utama adalah menilai efisiensi rute baru berdasarkan jarak dan biaya yang dihasilkan.
 - B. Kesimpulan dan Saran Kesimpulan disusun berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, mencakup efektivitas metode dalam menurunkan biaya pengiriman. Saran diberikan untuk membantu perusahaan mengoptimalkan distribusi barang melalui penerapan strategi logistik yang lebih efisien dan terintegrasi. Penggunaan teknologi informasi dan peningkatan kerja sama dengan pihak logistik eksternal juga disarankan sebagai langkah strategis jangka panjang.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Pengolahan Data

Berikut pengolahan data untuk memberikan usulan rute pengiriman produk yang optimal pada UD Berkah Mandiri Makmur dengan tahapan yang dilakukan di bawah ini:

IV.1.1 Matriks Jarak

Matriks jarak ditentukan berdasarkan jarak antar lokasi (perusahaan-pelanggan dan antar pelanggan), yang dapat dihitung akurat menggunakan aplikasi seperti Google Maps.

IV.1.1.1 Matriks Jarak

Jarak tempuh dari gudang UD Berkah Mandiri Makmur ke masing-masing pelanggan, serta jarak antar pelanggan,

dihitung dalam satuan kilometer dan diperoleh menggunakan bantuan aplikasi Google Maps dengan satuan km.. Setelah menemukan titik koordinat pada Google Maps, langkah berikutnya adalah mencari matrix jarak tiap depot [15]. Data ini menjadi dasar dalam menentukan efisiensi jalur distribusi yang akan diusulkan.

TABEL 6
(DATA MATRIKS JARAK)

	PT	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
PT	0									
P1	13	0								
P2	6,3	6,9	0							
P3	10,7	5,8	3,8	0						
P4	25,5	19,3	23	16,8	0					
P5	21,7	15,5	16,5	12,9	5,2	0				
P6	26	22,4	18	22,7	5,2	6,8	0			
P7	9,7	6,5	4,3	1,4	17,4	13	18,7	0		
P8	14	5,1	9,8	8	20,9	16,5	24	8,2	0	
P9	9,3	7	4	1,5	17	12,5	16,8	0,6	10,1	0

Tabel 6 menyajikan data matriks jarak antar lokasi distribusi, terdiri dari pusat transportasi (PT) dan sembilan titik pelanggan (P1 hingga P9), yang menjadi dasar dalam penerapan metode Saving matrix untuk optimasi rute distribusi. Matriks jarak antar lokasi distribusi yang mencakup depot dan sembilan pelanggan digunakan sebagai dasar perhitungan dalam metode Saving Matrix. Setiap nilai jarak antar titik dimanfaatkan untuk menghitung potensi penghematan jika dua lokasi digabung dalam satu rute. Matriks ini berperan penting dalam mengidentifikasi kombinasi pelanggan yang menghasilkan efisiensi jarak dan biaya distribusi secara optimal.

IV.1.2. Matriks Penghematan

Tahap ini mengasumsikan setiap konsumen awalnya dilayani oleh satu kendaraan. Penghematan rute dihitung jika terjadi penggabungan rute searah. Matriks penghematan diidentifikasi menggunakan Rumus 2.

Pada tahap ini dilakukan perhitungan matriks penghematan (*saving matrix*) dengan menggunakan metode Clark and Wright Savings Heuristic. Penghitungan dilakukan berdasarkan matriks jarak yang telah diperoleh sebelumnya antara titik pabrik dan seluruh pelanggan. Rumus yang digunakan adalah

$$S_{ij} = d_{0i} + d_{0j} - d_{ij}$$

$$S_{12} = d_{01} + d_{02} - d_{12}$$

$$S_{12} = 13 + 6,3 - 6,9 = 12,4$$

Keterangan:

S_{ij} = Penghematan Jarak

D_{0i} = Jarak gudang ke konsumen i

D_{0j} = Jarak gudang ke konsumen j

D_{ij} = Jarak antara konsumen i dan j

TABEL 7
(MATRIKS PENGHEMATAN (SAVING MATRIX))

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
P1	0								
P2	12,4	0							
P3	17,9	13,2	0						
P4	19,2	8,8	19,4	0					
P5	19,2	11,5	19,5	42	0				
P6	16,6	14,3	14	46,3	40,9	0			
P7	16,2	11,7	19	17,8	18,4	17	0		
P8	21,9	10,5	16,7	18,6	19,2	16	14,4	0	
P9	15,3	11,6	18,5	17,8	18,5	18,5	19	13,2	0

Tabel 7 memperlihatkan hasil perhitungan matriks penghematan jarak antar titik pelanggan. Nilai-nilai dalam tabel menunjukkan besarnya jarak yang dapat dihemat

apabila dua titik pelanggan digabungkan dalam satu rute pengiriman dibandingkan pengiriman terpisah langsung dari depot (PT). Penghematan tertinggi tercatat antara P4 dan P6 sebesar 46,3 km, diikuti oleh pasangan P5 dan P4 sebesar 42 km. Matriks ini digunakan sebagai dasar untuk membentuk rute pengiriman yang efisien.

IV.1.3. Pengurutan Rute Pengiriman Dengan Saving matrix
Pengelompokan pelanggan dalam rute distribusi dilakukan berdasarkan urutan nilai saving dari yang tertinggi ke yang terendah, dengan tujuan mengoptimalkan efisiensi melalui penggabungan titik layanan yang memberikan kontribusi terbesar terhadap penghematan jarak. Dengan demikian, pembentukan rute distribusi mencerminkan keseimbangan antara penghematan operasional dan pemenuhan kendala teknis logistik.

TABEL 8
(RUTE PENGIRIMAN USULAN HASIL PERBAIKAN)

Hari	Rute usulan	Jumlah Pengiriman (Pack)	Jarak (km)
Senin	PT-P7-P3-P5-P6-PT	910	59
Selasa	PT-P1-P5-P3-P2-PT	390	53
Rabu	PT-P8-P4-P9-PT	75	66
Kamis	PT-P9-P7-P3-P5-P1-P2-PT	840	52
Jumat	PT-P7-P3-P5-P8-PT	155	60
Sabtu	PT-P4-P7-P9-PT	125	64
Total		2495	354

Tabel 8 memperlihatkan hasil rute pengiriman usulan yang telah diperbaiki berdasarkan metode pengurutan dengan pendekatan Saving matrix. Dalam perbaikan ini, titik-titik pengiriman yang telah ditentukan oleh perusahaan tetap dipertahankan, namun diurutkan kembali berdasarkan efisiensi penghematan jarak tempuh antar pelanggan. Tujuannya adalah untuk memperoleh rute yang lebih optimal tanpa mengubah struktur distribusi harian yang telah ada.

IV.1.4. Perhitungan Biaya Distribusi

Berdasarkan biaya pengiriman dalam satu minggu dilakukan sebanyak 6 kali. Untuk menghitung biaya pengiriman dihitung sebagai berikut:

A. Rute Existing

1) Biaya tenaga kerja dan maintenance kendaraan (Fixed cost)

Fixed cost = (Jumlah tenaga kerja x biaya tenaga kerja x hari kerja) + (Jumlah kendaraan x biaya maintenance kendaraan)

Fixed cost = (1x Rp. 80.000 x 6) + (1 x Rp. 125.000)
= Rp. 605.000

2) Biaya bahan bakar (Variabel cost)

Variabel cost = jarak x 1/konsumsi BBM x harga BBM x hari kerja

Rute 1 = $84 \times 1/12 \times \text{Rp. } 10.000 \times 6 = \text{Rp. } 420.000$

Rute 2 = $72 \times 1/12 \times \text{Rp. } 10.000 \times 6 = \text{Rp. } 360.000$

Rute 3 = $73 \times 1/12 \times \text{Rp. } 10.000 \times 6 = \text{Rp. } 365.000$

Rute 4 = $76 \times 1/12 \times \text{Rp. } 10.000 \times 6 = \text{Rp. } 380.000$

Rute 5 = $61 \times 1/12 \times \text{Rp. } 10.000 \times 6 = \text{Rp. } 305.000$

Rute 6 = $65 \times 1/12 \times \text{Rp. } 10.000 \times 6 = \text{Rp. } 325.000$

Total = Rp. 2.155.000

3) Total Biaya Pengiriman

Fixed cost + biaya bahan bakar = Rp. 605.000 + Rp. 2.155.000

Fixed cost + biaya bahan bakar = Rp. 2.760.000

B. Rute akhir

1) Biaya tenaga kerja dan maintenance kendaraan (Fixed cost)

Fixed cost = (Jumlah tenaga kerja x biaya tenaga kerja x hari kerja) + (Jumlah kendaraan x biaya maintenance kendaraan)

Fixed cost = (1x Rp. 80.000 x 6) + (1 x Rp. 125.000)
= Rp. 605.000

2) Biaya bahan bakar (Variabel cost)

Variabel cost = jarak x 1/konsumsi BBM x harga BBM x hari kerja

Rute 1 = $59 \times 1/12 \times \text{Rp. } 10.000 \times 6 = \text{Rp. } 295.000$

Rute 2 = $53 \times 1/12 \times \text{Rp. } 10.000 \times 6 = \text{Rp. } 265.000$

Rute 3 = $66 \times 1/12 \times \text{Rp. } 10.000 \times 6 = \text{Rp. } 330.000$

Rute 4 = $52 \times 1/12 \times \text{Rp. } 10.000 \times 6 = \text{Rp. } 260.000$

Rute 5 = $60 \times 1/12 \times \text{Rp. } 10.000 \times 6 = \text{Rp. } 300.000$

Rute 6 = $64 \times 1/12 \times \text{Rp. } 10.000 \times 6 = \text{Rp. } 320.000$

Total = Rp. 1.770.000

3) Total Biaya Pengiriman

Fixed cost + biaya bahan bakar = Rp. 605.000 + Rp. 1.770.000

Fixed cost + biaya bahan bakar = Rp. 2.375.000

IV.2. Verifikasi Dan Validasi

Verifikasi dan validasi dilakukan untuk memastikan bahwa proses perhitungan dan model rute distribusi yang digunakan dalam penelitian ini berjalan dengan benar dan sesuai dengan kondisi di lapangan. Verifikasi dilakukan dengan mengubah sebagian kecil data input, seperti jarak antar pelanggan, untuk melihat apakah metode Saving matrix memberikan hasil perhitungan yang logis, misalnya nilai penghematan yang menurun atau menjadi negatif ketika jarak diperbesar, yang menunjukkan bahwa rumus perhitungan sudah tepat. Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil rute usulan dengan rute aktual perusahaan untuk mengetahui apakah rute yang dihasilkan lebih efisien dalam hal jarak tempuh dan biaya pengiriman. Jika rute usulan terbukti lebih hemat dan dapat diterapkan sesuai kondisi operasional perusahaan, maka model perencanaan distribusi dinyatakan valid dan layak digunakan di UD Berkah Mandiri Makmur.

IV.2.1. Verifikasi

Verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa metode perhitungan Saving matrix telah berjalan sesuai logika dan rumus yang benar. Pengujian dilakukan dengan mengubah sebagian kecil data input, seperti jarak antar pelanggan, untuk melihat apakah hasil perhitungan berubah secara logis. Misalnya, jika jarak antar dua pelanggan diperbesar, maka nilai penghematan yang dihasilkan akan menurun atau bahkan menjadi negatif. Hal ini menunjukkan bahwa model telah merespons perubahan input secara tepat dan perhitungannya dapat dikatakan benar.

TABEL 8
(MATRIKS JARAK)

	PT	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
PT	0									
P1	13	0								
P2	6,3	6,9	0							
P3	10,7	5,8	3,8	0						
P4	25,5	19,3	23	16,8	0					
P5	21,7	15,5	16,5	12,9	5,2	0				
P6	26	22,4	18	22,7	5,2	6,8	0			
P7	9,7	6,5	4,3	1,4	17,4	13	18,7	0		
P8	14	5,1	9,8	8	20,9	16,5	24	8,2	0	
P9	9,3	7	4	1,5	17	12,5	16,8	0,6	10,1	0

TABEL 9
(MATRIKS PENGHEMATAN)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
P1	0								
P2	12,4	0							
P3	17,9	13,2	0						
P4	19,2	8,8	19,4	0					
P5	19,2	11,5	19,5	42	0				
P6	16,6	14,3	14	46,3	40,9	0			
P7	16,2	11,7	19	17,8	18,4	17	0		
P8	21,9	10,5	16,7	18,6	19,2	16	14,4	0	
P9	15,3	11,6	18,5	17,8	18,5	18,5	19	13,2	0

TABEL 10
(MATRIKS JARAK PERUBAHAN)

	PT	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
PT	0									
P1	13	0								
P2	6,3	6,9	0							
P3	10,7	5,8	3,8	0						
P4	5	19,3	23	16,8	0					
P5	21,7	15,5	16,5	12,9	5,2	0				
P6	26	22,4	18	22,7	5,2	6,8	0			
P7	9,7	6,5	4,3	1,4	17,4	13	18,7	0		
P8	14	5,1	9,8	8	20,9	16,5	24	8,2	0	
P9	9,3	7	4	1,5	17	12,5	16,8	0,6	10,1	0

TABEL 11
(MATRIKS PENGHEMATAN PERUBAHAN)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
P1	0								
P2	12,4	0							
P3	17,9	13,2	0						
P4	-1,3	-11,7	-1,1	0					
P5	19,2	11,5	19,5	21,5	0				
P6	16,6	14,3	14	25,8	40,9	0			
P7	16,2	11,7	19	-2,7	18,4	17	0		
P8	21,9	10,5	16,7	-1,9	19,2	16	14,4	0	
P9	15,3	11,6	18,5	-2,7	18,5	18,5	19	13,2	0

Keempat tabel dalam bagian verifikasi menunjukkan pentingnya akurasi data dalam metode *Saving matrix*. Tabel 9 dan 10 merupakan hasil perhitungan yang benar, di mana Tabel 9 menyajikan matriks jarak antar lokasi distribusi secara lengkap dan logis, sedangkan Tabel 10 menghasilkan nilai *saving* yang seluruhnya positif, mencerminkan efisiensi penggabungan rute. Sebaliknya, Tabel 11 dan 12 adalah hasil dari data yang telah dimanipulasi, di mana satu nilai pada matriks jarak sengaja diubah. Perubahan kecil ini menyebabkan Tabel 11 menjadi tidak simetris dan tidak terverifikasi, serta berdampak langsung pada Tabel 12 yang menampilkan nilai *saving* negatif suatu kondisi yang tidak logis karena menandakan rute gabungan justru lebih boros dibandingkan pengiriman langsung. Hal ini membuktikan bahwa kesalahan input sekecil apapun dapat merusak hasil optimasi secara keseluruhan, sehingga proses verifikasi sangat krusial sebelum dilakukan pengolahan dan pengambilan keputusan distribusi.

IV.2.2. Validasi

Validasi dalam penelitian ini dilakukan dengan membandingkan jarak antar titik yang dihitung menggunakan metode *Saving matrix* terhadap jarak sebenarnya yang diperoleh dari Google Maps [15]. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa hasil perhitungan matriks jarak yang menjadi dasar dalam *saving matrix* sesuai dengan kondisi riil di lapangan. Hasil validasi menunjukkan bahwa tidak terdapat selisih signifikan antara data perhitungan dan data aktual, sehingga model rute yang dihasilkan dinyatakan layak dan dapat diimplementasikan dalam kegiatan distribusi UD Berkah Mandiri Makmur.

GAMBAR 1
(RUTE EXISTING)

Gambar 1 merupakan visualisasi salah satu contoh rute existing yang digunakan oleh UD Berkah Mandiri Makmur, dengan total jarak tempuh sejauh 76 km. Rute ini memperlihatkan pola perjalanan distribusi dari depot (PT) menuju beberapa titik pelanggan di wilayah Surabaya dan sekitarnya, lalu kembali ke depot. Jalur yang ditunjukkan pada peta merupakan hasil dari kebiasaan operasional sopir yang menyusun urutan kunjungan berdasarkan intuisi, tanpa perhitungan matematis rute terpendek. Terlihat bahwa jalur distribusi masih memuat beberapa pengulangan arah dan lintasan tidak optimal, yang menjadi dasar pertimbangan dilakukan optimasi rute pada penelitian ini menggunakan metode *Saving matrix*.

GAMBAR 2
(RUTE PERBAIKAN)

Gambar 2 menampilkan visualisasi rute hasil perbaikan (rute usulan) yang telah dioptimalkan menggunakan metode *Saving matrix*, dengan total jarak tempuh sebesar 52 km. Rute ini disusun berdasarkan hasil perhitungan nilai penghematan tertinggi pada *saving matrix*, sehingga menghasilkan urutan kunjungan pelanggan yang lebih efisien dibandingkan rute existing. Kendaraan dengan kapasitas yang bisa diangkut

dalam sekali pengiriman di satu rute adalah 5200 pack, sehingga tidak terdapat pengulangan arah atau kunjungan yang tidak perlu, dan seluruh titik pelanggan tetap dilayani dalam satu lintasan perjalanan dari dan kembali ke depot (PT). Perbaikan ini menunjukkan bahwa pendekatan kuantitatif dalam penyusunan rute mampu secara signifikan menurunkan jarak tempuh distribusi, yakni menghemat 24 km dibanding rute awal, serta memberikan dampak langsung terhadap pengurangan biaya operasional perusahaan.

IV.3. Analisis Hasil

Analisis dilakukan dengan membandingkan rute existing perusahaan dengan rute hasil optimasi menggunakan metode *Saving matrix*. Hasil menunjukkan penurunan total jarak tempuh mingguan dari 431 km menjadi lebih pendek, yang berdampak pada penghematan biaya bahan bakar dan tenaga kerja. Rute usulan juga lebih efisien karena meminimalkan pengulangan kunjungan dan memperpendek waktu tempuh. Hal ini membuktikan bahwa metode *Saving matrix* mampu menghasilkan rute distribusi yang lebih optimal dan aplikatif bagi UD Berkah Mandiri Makmur.

IV.3.1. Analisis Perbandingan Rute Pengiriman

Analisis terhadap rute pengiriman menunjukkan bahwa rute awal yang diterapkan perusahaan memiliki total jarak tempuh yang lebih tinggi dan susunan perjalanan yang kurang efisien. Setelah dilakukan optimasi menggunakan metode *Saving matrix*, rute pengiriman menjadi lebih ringkas dengan pengurangan jarak tempuh secara signifikan. Rute akhir yang dihasilkan mampu mengurangi total jarak tempuh mingguan. Hal ini membuktikan bahwa penerapan metode optimasi rute dapat memperbaiki kinerja distribusi perusahaan secara keseluruhan. Berikut adalah perbandingan jarak rute awal dan rute akhir:

TABEL 12
(ANALISIS PERBANDINGAN RUTE PENGIRIMAN)

Distribusi	Hari	Rute	Jumlah Produk (Pack)	Jarak Tempuh (KM)	Total Jarak (KM)
Rute Existing	Senin	PT-P7-P3-PT-P6-P5-PT	910	84	431
	Selasa	PT-P1-P2-PT-P5-P3-PT	390	72	
	Rabu	PT-P4-P8-P9-PT	75	73	
	Kamis	PT-P1-P2-PT-P3-P7-P9-P5-PT	840	76	
	Jumat	PT-P3-P7-P5-P8-PT	155	61	
	Sabtu	PT-P4-P7-P9-PT	125	65	
Rute Akhir	Senin	PT-P7-P3-P5-P6-PT	910	59	354
	Selasa	PT-P1-P5-P3-P2-PT	390	53	
	Rabu	PT-P8-P4-P9-PT	75	66	
	Kamis	PT-P9-P7-P3-P5-P1-P2-PT	840	52	

Distribusi	Hari	Rute	Jumlah Produk (Pack)	Jarak Tempuh (KM)	Total Jarak (KM)
	Jumat	PT-P7-P3-P5-P8-PT	155	60	
	Sabtu	PT-P4-P7-P9-PT	125	64	

Berdasarkan Tabel 13, terdapat perbedaan signifikan antara rute distribusi aktual dan rute hasil optimasi. Pada hari Senin, Selasa, dan Kamis, rute aktual menunjukkan pola pengembalian ke depot di tengah distribusi akibat keputusan sopir yang bersifat intuitif dan tidak terstandarisasi, sehingga meningkatkan jarak tempuh. Sebaliknya, rute hasil optimasi menggunakan metode *Saving matrix* mampu membentuk rute tunggal yang efisien dalam satu siklus perjalanan. Sementara itu, rute aktual pada hari Rabu, Jumat, dan Sabtu disusun secara acak tanpa dasar heuristik, berbeda dengan rute hasil optimasi yang disusun berdasarkan nilai tertinggi pada matriks saving untuk memaksimalkan efisiensi. Temuan ini menegaskan bahwa pendekatan berbasis data seperti *Saving matrix* mampu mengurangi variabilitas keputusan, meningkatkan rasionalitas distribusi, dan menurunkan jarak tempuh secara signifikan dibanding metode konvensional berbasis intuisi.

IV.3.2. Analisis Perbandingan Biaya Pengiriman

Penelitian ini menggunakan metode optimasi rute distribusi *Saving matrix* untuk mengatasi permasalahan tingginya jarak tempuh dan ketidakefisienan rute pengiriman di UD Berkah Mandiri Makmur. Metode *Saving matrix* diterapkan untuk mengoptimalkan urutan kunjungan pelanggan berdasarkan potensi penghematan jarak, sehingga dapat memperpendek total jarak tempuh dan meningkatkan efisiensi distribusi. Berikut perbandingan biaya dengan rute pengiriman sebelum dan sesudah penerapan metode *Saving matrix* yang dijelaskan pada tabel 14.

TABEL 13
(ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA PENGIRIMAN)

Distribusi	Biaya Tenaga Kerja Dan Maintenance (Fixed Cost)	Biaya Bahan Bakar (Variabel Cost)	Total Biaya
Rute Awal	Rp. 605.000	Rp. 2.155.000	Rp. 2.760.000
Rute Akhir	Rp. 605.000	Rp. 1.770.000	Rp. 2.375.000

Tabel 14 menunjukkan bahwa penerapan metode *Saving matrix* menghasilkan efisiensi signifikan pada komponen biaya variabel, khususnya konsumsi bahan bakar, yang menurun sebesar Rp385.000 per minggu (14%) dari Rp2.155.000 menjadi Rp1.770.000. Meskipun biaya tetap seperti tenaga kerja dan pemeliharaan kendaraan tidak berubah, efisiensi variabel cost ini memberikan dampak finansial yang besar jika diekstrapolasi, yaitu mencapai Rp1.540.000 per bulan atau Rp18.480.000 per tahun. Bagi perusahaan skala menengah seperti UD Berkah Mandiri Makmur, penghematan ini memperkuat efisiensi operasional dan mendukung strategi distribusi berkelanjutan. Pendekatan berbasis data terbukti efektif dalam menekan biaya tanpa mengganggu struktur kerja yang ada.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa metode *Saving matrix* berhasil diterapkan untuk mengoptimalkan rute pengiriman pada UD Berkah Mandiri Makmur. Dari hasil perbandingan, rute usulan yang disusun berdasarkan nilai *saving* tertinggi mampu menurunkan total jarak tempuh mingguan dari 431 km menjadi 354 km atau terjadi penghematan sebesar 77 km (sekitar 17,9%). Pengurangan jarak tersebut berdampak langsung pada efisiensi biaya bahan bakar, yang tercatat menurun sebesar Rp385.000 per minggu (sekitar 14%). Walaupun nilai efisiensi ini belum terlihat besar dalam skala mingguan, jika diakumulasi secara bulanan maupun tahunan, penghematan yang didapat cukup tinggi per tahun. Metode ini juga terbukti mampu memperbaiki urutan pengiriman yang sebelumnya ditentukan berdasarkan intuisi sopir, dengan menyusun rute secara logis dan terstruktur tanpa harus kembali ke depot secara berulang, kecuali atas inisiatif pribadi sopir. Dengan demikian, metode *Saving matrix* terbukti memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan efisiensi distribusi dan dapat dijadikan sebagai pendekatan alternatif dalam pengambilan keputusan logistik di perusahaan.

REFERENSI

- [1] M. W. d. H. Andriani, "Evaluasi implementasi metode ABC-VEN dalam manajemen pengendalian logistik farmasi: literature review," *Jurnal Kesehatan Tambusai*, vol. 4, no. 3, pp. 2119-2126, 2023.
- [2] S. T. W. A. S. E. A. d. M. A. T. Kushariyadi, "Analisis Rute Distribusi BBM di Pertashop Menggunakan Metode Saving Matrik," *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, p. 51–56, 2024.
- [3] A. S. d. I. Apipudin, "Optimalisasi Penentuan Rute Distribusi Pupuk untuk Meminimalkan Biaya Transportasi dengan Metode Saving matrix," *Spektrum Industri*, vol. 17, no. 2, p. 143–155, 2019.
- [4] A. V. F. d. L. Lukmandono, "Optimasi Rute Distribusi Tabung LPG 3 Kg dengan menggunakan Alogaritma Genetika pada Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) (Studi kasus pada PT. Jana Pusaka Migas)," *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, vol. 1, no. 1, pp. 39-46, 2020.
- [5] R. K. d. N. Taufik, "Optimasi Distribusi dengan Metode Transportasi (Studi Kasus Pada Pabrik The X Indah)," *Jurnal Ilmiah Manajemen*, vol. 1, no. 1, p. 1–21, 2019.
- [6] I. Soepriyadi, "Dukungan Terhadap Pengembangan Industri Logistik Kargo Atau Barang Udara," *Mediastima*, vol. 27, no. 2, p. 110–139, 2021.
- [7] A. N. K. S. F. d. M. F. novita, "Penerapan Metode Saving matrix Sebagai Program Pengurangan Biaya Distribusi di Perusahaan Kosmestik," *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, vol. 1, no. 1, p. 2021–2022, 2021.
- [8] F. R. d. H. C. F. D. Putra, "Penentuan Rute Transportasi Kendaraan Umum Kota Medan dengan Menggunakan Nearest Neighbor Method dan Closed Insertion Method," *Zeta - Math Journal*, vol. 6, no. 2, p. 6–10, 2021.
- [9] P. H. K. d. Y. Maulidina, "Penentuan Rute Pengiriman untuk Meminimasi Jarak Tempuh Transportasi menggunakan Metode Saving matrix," *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, vol. 9, no. 1, pp. 53-62, 2023.
- [10] A. N. A. C. A. R. d. M. F. F. J. Azhar, "Penentuan Rute Terbaik pada Distribusi Produk X di PT BCD Menggunakan Metode Saving matrix dan Nearest Neighbors," *urnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, vol. 3, no. 1, p. 2023–2702, 2023.
- [11] B. Jatmiko, "Strategi Distribusi Produk Teh Botol Sosro oleh PT. Sinar Sosro Cabang Kendari," *Jurnal Komastie*, vol. 1, no. 1, p. 15–27, 2020.
- [12] A. D. Anggraeni, "Analisa Penentuan Rute Produk Pupuk Organik Dengan Menggunakan Metode Saving matrix Pada PT. XYZ Surabaya," *JUMINTEN*, vol. 1, no. 4, p. 12–23, 2020.
- [13] L. M. d. M. F. N. Firmansyah, "Analisis Perencanaan Rute Pengiriman Barang Menggunakan Metode Vehicle Routing Problem (VRP)," *Jurnal Sistem Transportasi & Logistik*, vol. 1, no. 1, p. 32–37, 2021.
- [14] N. I. S. d. P. S. M. A. F. S. Billa, "Product Delivery Distribution Route Design at UD. XYZ Use the Saving matrix Method to Minimize Distribution Costs," *MOTIVATION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, vol. 4, no. 3, p. 305–318, 2022.
- [15] R. H. F. X. N. T. H. V. T. R. R. L. d. W. E. G. N. Sepadyati, "Optimalisasi Rute Pengiriman Menggunakan Saving matrix: Sebuah Studi Kasus, Disertasi Doktorat," *Petra Christian University*, vol. 1, no. 1, 2023.
- [16] C. B. K. Wulandar, "Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Metode Nearest Neighbors dan Metode Branch and Bound untuk Meminimumkan Biaya Distribusi di PT. X," *Jurnal Optimasi Teknik Industri*, vol. 2, no. 1, p. 7–12, 2020.