

Optimasi Biaya Distribusi Menggunakan Pendekatan *Vehicle Routing Problem (VRP)* Dan *Heuristics Saving Matrix*

Oleh:

Rojil Aminuddin Ismail | NIM. 221020700035

Indah Apriliana Sari W. ST., MT. | NIDN. 0720048402

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO
2025



Pendahuluan

Latar Belakang

a. Kondisi Umum

PT. Parama Energi Raya merupakan perusahaan distribusi CNG di wilayah Jawa Timur.

b. Permasalahan

Perencanaan rute distribusi belum optimal sehingga jarak tempuh dan biaya operasional meningkat.

c. Urgensi Penelitian

Diperlukan pendekatan ilmiah untuk menentukan rute distribusi yang lebih efisien dan berbiaya minimum.

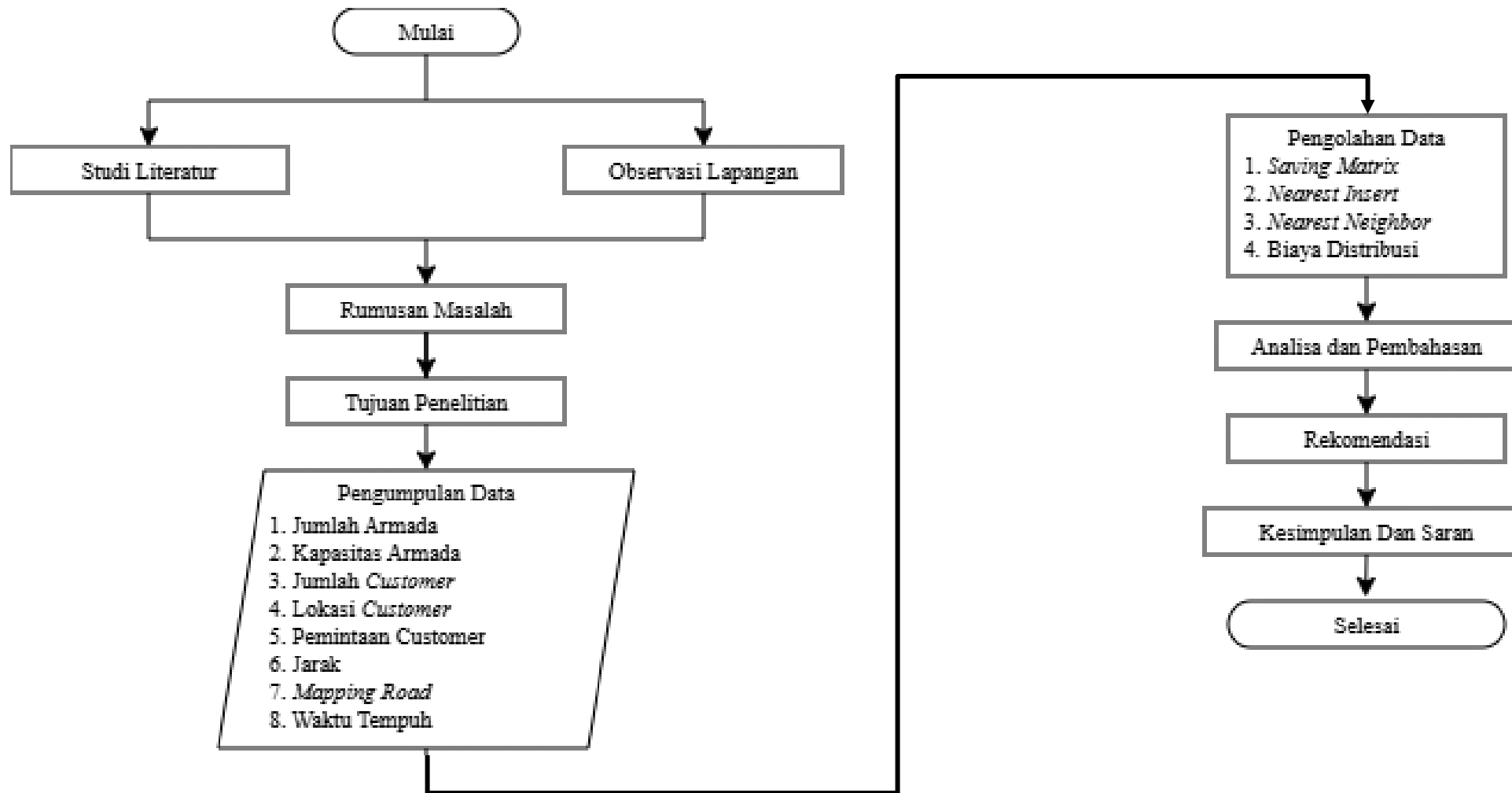
Rumusan Masalah

- Bagaimana menentukan rute distribusi gas CNG yang optimal menggunakan pendekatan VRP dan Heuristic Saving Matrix ?
- Berapa total biaya distribusi minimum yang diperoleh dari hasil optimasi rute tersebut?

Tujuan

- Menentukan rute distribusi gas CNG yang optimal dari SPBG Zebra ke pelanggan di wilayah Jawa Timur
- Menerapkan Metode Vehicle Routing Problem dan Heuristic Saving Matrix untuk memperoleh rute dan pembagian muata yang efisien
- Menentukan biaya distribusi minimum berdasarkan hasil optimasi rute

Alur Penelitian

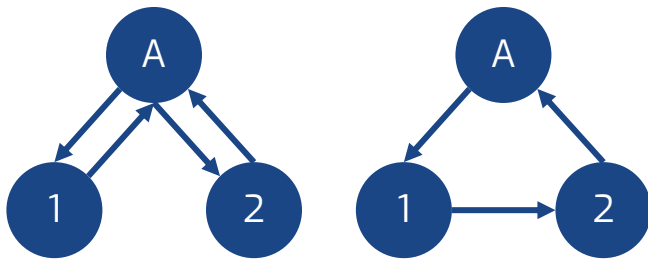


Contoh Penerapan Metode

Saving Matrix

Metode saving matrix digunakan untuk menentukan rute distribusi yang optimal dengan meminimalkan jarak dan biaya perjalanan. Metode ini menggabungkan pelanggan berdasarkan nilai penghematan jarak terbesar sehingga penggunaan armada menjadi lebih efisien.

Mengurutkan lokasi pelanggan dalam satu rute perjalanan



Nearest Insert

Metode nearest insert menyusun rute dengan memasukkan pelanggan baru pada posisi yang menambah jarak paling kecil. Pendekatan ini menjaga agar total jarak tempuh rute tetap efisien.

Membentuk rute distribusi secara bertahap dengan memasukkan pelanggan ke dalam rute pada posisi yang menyebabkan penambahan jarak paling kecil.

$$SPBG-P_1-SPBG = R_1$$

$$SPBG-P_2-SPBG = R_2$$

$$SPBG-P_3-SPBG = R_3$$

$$SPBG-P_1-P_2-P_3-SPBG$$

$$SPBG-P_1-P_2-SPBG = R_1$$

$$SPBG-P_1-P_3-SPBG = R_2$$

Nearest Neighbor

Metode nearest neighbor merupakan teknik heuristik penentuan rute yang bekerja dengan memilih lokasi terdekat dari titik terakhir yang dikunjungi secara bertahap. Metode ini efektif untuk menyelesaikan Vehicle Routing Problem (VRP) karena mampu menghasilkan rute yang layak dengan waktu komputasi yang relatif singkat.

membentuk rute pengiriman secara bertahap dengan selalu memilih pelanggan terdekat dari titik terakhir yang dikunjungi.

$$SPBG-P_1 = R_1$$

$$SPBG-P_2 = R_2$$

$$SPBG-P_3 = R_3$$

$$SPBG-P_1-P_2-P_3-SPBG$$

Sumber : Ghina Alya Putri dkk. (2025), M. Pujawan, N., *Supply Chain Management Edisi 3*. (2017)

Hasil dan Pembahasan

Pengumpulan Data

Tabel 1 Jumlah Armada dan Kapasitas Maksimum.

No	Armada Pengiriman	Kapasitas GTM (Gas Transportation Module)
1.	Isuzu Traga 1	400 m ³
2.	Isuzu Traga 2	400 m ³
3.	Isuzu Traga 3	400 m ³
Total Kapasitas		1200 m³

Tabel 2 Informasi Mengenai Pelanggan.

No	Pelanggan	Lokasi / Alamat	Koordinat	Permintaan (m ³)	Jarak
1	PT Jafran Indonesia	Jl. Airlangga No.31, Gudang Rejo, Rambipuji, Kec. Rambipuji, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68152	8°13'09.6"S 113°35'38.3"E	10968.28	152 KM
2	RPA Arjuna	Jl. Raya Gorang Gareng, Sumbermulyo, Jomblang, Kec. Takeran, Kabupaten Magetan, Jawa Timur 63383	7°40'04.3"S 111°29'48.3"E	4047.93	157 KM
3	PT Widji Nusantara Makmur	Jl. Raya Mranggen, Kec. Purwoasri, Kabupaten Kediri, Jawa Timur 64154	7°39'41.5"S 112°05'19.4"E	18047.8	84,4 KM
4	PT Ionee Jaya Sentosa	Jl. Raya Kebonagung, Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur 61363	7°32'04.8"S 112°27'48.7"E	1101.83	35,4 KM
5	RM Oemik Ika	Jl. Raya Jati No.23, Babatan, Jati, Kec. Sidoarjo, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61234	7°26'44.8"S 112°41'38.4"E	2155.27	11,1 KM
6	Dapur Bedjo	Bedugdowo, Durungbedug, Kec. Candi, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61271	7°27'38.5"S 112°40'10.8"E	6232.24	11.6 KM

Tabel 3 Informasi Mengenai Pelanggan.

No	Pelanggan	Rute	Armada	Jumlah Perjalanan	Jarak PP
1	PT Jafran Indonesia (P1)	SPBG-P1-SPBG	Isuzu Traga 1/2/3	28 kali	304 KM
2	RPA Arjuna (P2)	SPBG-P2-SPBG	Isuzu Traga 1/2/3	11 kali	314 KM
3	PT Widji Nusantara Makmur (P3)	SPBG-P3-SPBG	Isuzu Traga 1/2/3	46 kali	168,8 KM
4	PT Ionee Jaya Sentosa (P4)	SPBG-P4-SPBG	Isuzu Traga 1/2/3	3 kali	70,8 KM
5	RM Oemik Ika (P5)	SPBG-P5-SPBG	Isuzu Traga 1/2/3	6 kali	22,2 KM
6	Dapur Bedjo (P6)	SPBG-P6-SPBG	Isuzu Traga 1/2/3	16 kali	23,2 KM

Hasil dan Pembahasan

Pengolahan Data

Tabel 4 Rencana Pemenuhan Permintaan Pelanggan di Wilayah Jawa Timur.

No	Pelanggan	Permintaan (m ³)	Jumlah Pengiriman	Permintaan perhari (m ³)
1	PT Jafran Indonesia	10968,28	30 Hari	365,60
2	RPA Arjuna	4047,93	30 Hari	134,93
3	PT Widji Nusantara Makmur	18047,8	30 Hari	601,59
4	PT Ionee Jaya Sentosa	1101,83	30 Hari	36,72
5	RM Oemik Ika	2155,27	30 Hari	71,84
6	Dapur Bedjo	6232,24	30 Hari	207,74
Total		42553,35	Total	1418,45

Tabel 4 berisikan rencana pemenuhan permintaan pelanggan PT Parama Energi Raya di wilayah Jawa Timur, terdapat 2 pelanggan yang permintaan CNG perhari nya mendekati dan melebihi kapasitas maksimum GTM (*Gas Transportation Module*) sebesar 400 m³, sehingga hal ini dapat mempengaruhi pembagian kendaraan dalam rute pengiriman yang akan di rencanakan dalam metode *saving matrix*, *nearest insert*, dan *nearest neighbor*. Dalam hal ini pelanggan yang permintaan CNG perhari nya mendekati dan melebihi kapasitas maksimum GTM (*Gas Transportation Module*) akan menjadi prioritas dalam rencana pengiriman.

Hasil dan Pembahasan

Pengolahan Data Metode Saving Matrix

Tabel 5 *Matrix* Jarak Dari SPBG Menuju Masing Masing pelanggan.

	SPBG	P1	P2	P3	P4	P5	P6
P1	152	0					
P2	157	306	0				
P3	84,4	234	89	0			
P4	35,4	185	128	56	0		
P5	11,1	162	161	89	40	0	
P6	11.6	162	159	86	36	4	0

Tabel 6 *Matrix* Penghematan Jarak Antar Pelanggan.

	P2	P3	P4	P5	P6
P2	0				
P3	152.4	0			
P4	64.4	63.8	0		
P5	7.1	6.5	6.5	0	
P6	9.6	10	11	18.7	0

Tabel 7 Hasil Perencanaan Rute *Saving Matrix*.

Rute	Isuzu Traga	Jumlah Pengiriman	Jarak PP
SPBG-P ₁ -SPBG	1	30	304 KM
SPBG-P ₃ -SPBG	2	30	168,8 KM
SPBG-P ₂ -P ₃ -P ₄ -SPBG	3	30	337,4 KM
SPBG-P ₅ -P ₆ -SPBG	2	30	26,7 KM
Total Jarak			836,9 KM

Rute dibentuk dengan menggabungkan pelanggan yang memiliki nilai penghematan terbesar, kemudian disesuaikan dengan kapasitas kendaraan dan jumlah permintaan masing-masing pelanggan. Berdasarkan hasil tersebut, diperoleh beberapa rute distribusi, yaitu SPBG-P₁-SPBG, SPBG-P₃-SPBG, SPBG-P₂-P₃-P₄-SPBG, serta SPBG-P₅-P₆-SPBG. Total jarak tempuh yang dihasilkan dari seluruh rute adalah 836,9 km. Hasil ini menunjukkan bahwa metode *Saving Matrix* mampu mengoptimalkan rute distribusi dengan mengurangi total jarak perjalanan. Berdasarkan metode *saving matrix*, total jarak tempuh sebesar 836,9 km, diperoleh total biaya distribusi sebesar Rp 39.372.340 per bulan.

Hasil dan Pembahasan

Pengolahan Data Metode Nearest Insert

Tabel 8 Hasil Penentuan *Nearest Insert*.

Rute 1		Rute 2		Rute 3		Rute 4	
SPBG-P ₁ -SPBG	304	SPBG-P ₃ -SPBG	304	SPBG-P ₂ -SPBG	314	SPBG-P ₅ -SPBG	22.2
				SPBG-P ₃ -SPBG	168.8	SPBG-P ₆ -SPBG	23.2
				SPBG-P ₄ -SPBG	70.8		

Tabel 9 Perhitungan *Nearest Insert* Iterasi 1.

Rute 1		Rute 2		Rute 3		Rute 4	
SPBG-P ₁ -SPBG	304	SPBG-P ₃ -SPBG	168.8	SPBG-P ₄ -P ₂ -SPBG	320.4	SPBG-P ₅ -P ₆ -SPBG	26.7
				SPBG-P ₄ -P ₃ -SPBG	175.8		

Tabel 10 Perhitungan *Nearest Insert* Iterasi 2.

Rute 1		Rute 2		Rute 3		Rute 4	
SPBG-P ₁ -SPBG	304	SPBG-P ₃ -SPBG	168.8	SPBG-P ₄ -P ₃ -P ₂ -SPBG	337.4	SPBG-P ₅ -P ₆ -SPBG	26.7

Pada tahap ini dilakukan proses evaluasi penambahan pelanggan yang belum terpilih ke dalam rute yang telah terbentuk. Hasilnya adalah untuk rute 1 yaitu SPBG-P₁-SPBG dengan jarak 304 km, lalu rute 2 yaitu SPBG-P₃-SPBG dengan jarak 168,8 km, lalu rute 3 yaitu SPBG-P₄-P₃-P₂-SPBG dengan jarak 337,4 km, dan rute 4 yaitu SPBG-P₅-P₆-SPBG dengan jarak 26,7 km. Sehingga total jarak yang dihasilkan metode *nearest insert* adalah 836,9 km. Berdasarkan metode *nearest insert* total jarak tempuh sebesar 836,9 km, diperoleh total biaya distribusi sebesar Rp 39.372.340 per bulan.

Hasil dan Pembahasan

Pengolahan Data Metode Nearest Neighbor

Tabel 11 Hasil Penentuan *Nearest Neighbor*.

Rute 1		Rute 2		Rute 3		Rute 4	
SPBG-P1	304	SPBG-P3	304	SPBG-P2	314	SPBG-P5	22.2
				SPBG-P3	168.8	SPBG-P6	23.2
				SPBG-P4	70.8		

Tabel 12 Perhitungan *Nearest Neighbor* Iterasi 1.

Rute 1		Rute 2		Rute 3		Rute 4	
P1	304	P3	168.8	P4-P2	320.4	P5-P6	26.7
				P4-P3	175.8		

Tabel 13 Perhitungan *Nearest Neighbor* Iterasi 2.

Rute 1		Rute 2		Rute 3		Rute 4	
SPBG-P1-SPBG	304	SPBG-P3-SPBG	168.8	SPBG-P4-P3-P2-SPBG	337.4	SPBG-P5-P6-SPBG	26.7

Pada tahap ini dilakukan proses evaluasi penambahan pelanggan yang belum terpilih ke dalam rute yang telah terbentuk. Hasilnya adalah untuk rute 1 yaitu SPBG-P₁-SPBG dengan jarak 304 km, lalu rute 2 yaitu SPBG-P₃-SPBG dengan jarak 168,8 km, lalu rute 3 yaitu SPBG-P₄-P₃-P₂-SPBG dengan jarak 337,4 km, dan rute 4 yaitu SPBG-P₅-P₆-SPBG dengan jarak 26,7 km. Sehingga total jarak yang dihasilkan metode *nearest neighbor* adalah 836,9 km. Berdasarkan metode *nearest neighbor* total jarak tempuh sebesar 836,9 km, diperoleh total biaya distribusi sebesar Rp 39.372.340 per bulan.

Hasil dan Pembahasan

Analisa dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian optimasi distribusi gas CNG pada PT Parama Energi Raya menggunakan tiga metode heuristik dalam pendekatan *Vehicle Routing Problem* (VRP), yaitu *saving matrix*, *nearest insert*, dan *nearest neighbor*, dapat disimpulkan bahwa ketiga metode diperoleh hasil yang sama, perbandingan dengan biaya pengiriman pada periode sebelumnya di tampilkan pada tabel 14.

Tabel 14 Analisa dan Pembahasan.

Kondisi	Total Biaya Distribusi (Rp/bulan)	Penghematan (Rp)	Penghematan (%)
Sebelum Optimasi	55.000.000	-	-
Setelah Optimasi (VRP)	39.372.340	15.627.660	28%

Berdasarkan hasil pengolahan data, ketiga metode yaitu *saving matrix*, *nearest insert*, dan *nearest neighbor* menghasilkan distribusi yang sama, Rp 39.372.340 per bulan. Hal ini menunjukkan bahwa pola lokasi pelanggan relatif berdekatan sehingga berbagai metode heuristik menghasilkan rute yang serupa. Metode *saving matrix* membentuk rute berdasarkan nilai penghematan terbesar, sedangkan *nearest insert* dan *nearest neighbor* menggunakan pendekatan jarak terdekat. Meskipun pendekatannya berbeda, hasil yang diperoleh tetap sama karena struktur jaringan distribusi yang sederhana. Selain itu, adanya pelanggan dengan permintaan melebihi kapasitas kendaraan menyebabkan diterapkannya pengiriman terpisah, sehingga pelanggan dapat dilayani lebih dari satu kali perjalanan tanpa mempengaruhi total efisiensi secara signifikan. Dengan demikian penghematan yang didapat dalam penerapan perencanaan rute distribusi menggunakan ketiga metode tersebut sebesar 28% dibanding periode sebelumnya dengan biaya distribusi sekitar Rp 55.000.000.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian optimasi distribusi gas CNG pada PT Parama Energi Raya menggunakan tiga metode heuristik, yaitu *saving matrix*, *nearest insert*, dan *nearest neighbor*, diperoleh bahwa ketiga metode menghasilkan total jarak tempuh dan biaya distribusi yang sama, yaitu sebesar 836,9 km dengan total biaya Rp 39.372.340 per bulan. Dengan demikian penghematan yang didapat dalam penerapan perencanaan rute distribusi menggunakan ketiga metode tersebut sebesar 28% dibanding periode sebelumnya dengan biaya distribusi sekitar Rp 55.000.000. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi jaringan distribusi yang relatif sederhana serta pola sebaran pelanggan yang tidak kompleks menyebabkan ketiga metode menghasilkan solusi rute yang identik.

Pada metode *saving matrix*, rute distribusi terbentuk berdasarkan nilai penghematan terbesar dengan susunan rute yaitu SPBG-P1-SPBG, SPBG-P3-SPBG, SPBG-P2-P3-P4-SPBG, serta SPBG-P5-P6-SPBG. Metode ini mampu menggabungkan beberapa pelanggan dalam satu perjalanan sehingga jarak tempuh menjadi lebih efisien. Selanjutnya, metode *nearest insert* menghasilkan rute yang sama, yaitu SPBG-P1-SPBG, SPBG-P3-SPBG, SPBG-P4-P3-P2-SPBG, dan SPBG-P5-P6-SPBG, melalui proses penambahan pelanggan ke dalam rute dengan mempertimbangkan penambahan jarak terkecil. Sementara itu, metode *nearest neighbor* juga menghasilkan rute yang identik, yaitu SPBG-P1-SPBG, SPBG-P3-SPBG, SPBG-P4-P3-P2-SPBG, dan SPBG-P5-P6-SPBG, dengan pendekatan pemilihan pelanggan terdekat secara bertahap dari titik awal maupun titik terakhir yang dikunjungi.

Meskipun ketiga metode memiliki pendekatan yang berbeda, hasil yang diperoleh tetap sama karena struktur permasalahan yang tidak kompleks serta adanya penerapan pengiriman terpisah pada pelanggan dengan permintaan besar seperti P3. Oleh karena itu, metode *nearest neighbor* direkomendasikan untuk digunakan karena memiliki proses perhitungan yang lebih sederhana dan mudah diterapkan, namun tetap mampu memberikan hasil yang optimal dalam hal efisiensi jarak tempuh dan biaya distribusi.

