

MINIMASI BIAYA DALAM PENENTUAN RUTE DISTRIBUSI PRODUK MINUMAN MENGGUNAKAN METODE SAVINGS MATRIX

Supriyadi¹, Kholil Mawardi², Ahmad Nalhadi³

Departemen Teknik Industri Universitas Serang Raya
supriyadi@ gmail.com, mawardik@ gmail.com, dan ahmad irqi02@ gmail.com

Abstrak

Penjadwalan dan penentuan rute pengiriman memiliki tujuan untuk meminimumkan biaya pengiriman, meminimumkan waktu, dan meminimumkan jarak tempuh. Proses pendistribusian produksi yang dilakukan sebuah Perusahaan Distribusi Minuman dari gudang ke pelanggan di wilayah Kota Serang masih belum efektif dan acak, tidak memperhatikan lokasi dan jarak retail yang dituju, mengakibatkan besarnya biaya yang dikeluarkan perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rute (routing) terpendek dalam melakukan pengiriman produk, meminimalkan total jarak yang ditempuh, serta menghitung total biaya minimum yang dikeluarkan setelah menggunakan metode savings matrix. Metode savings matrix digunakan untuk menentukan penjadwalan kendaraan dan metode Farthest Insert, Nearest Insert, Nearest Neighbor, Greedy dan Sweep untuk menentukan rute yang optimal. Savings matrix adalah metode yang digunakan untuk menentukan rute distribusi produk ke wilayah pemasaran dengan cara menentukan rute distribusi yang harus dilalui dan jumlah kendaraan berdasarkan kapasitas dari kendaraan tersebut agar diperoleh rute terpendek dan biaya transportasi yang minimal. Penelitian ini dilakukan di wilayah pengiriman kota Serang pada bulan Maret 2017. Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan dengan metode savings matrix pada minimasi jarak dan biaya distribusi dari gudang ke 10 (sepuluh) retail/outlet yang berlokasi di Kota Serang diperoleh penghematan jarak menjadi 41.37 km, yang sebelumnya 57.37 km dan minimasi biaya dalam melakukan distribusi diperoleh minimasi sebesar Rp. 93.312 /Hari atau Rp.2.799.360 /Bulan, yang sebelumnya Rp. 334.582 /hari atau Rp.10.037.460 /Bulan.

Kata kunci: Savings matrix, Distribusi, Routing dan Minimasi Jarak

Pendahuluan

Dalam dunia bisnis, distribusi dan transportasi mempunyai peranan yang sangat vital. Jaringan distribusi dan transportasi memungkinkan produk berpindah dari satu lokasi produksi ke lokasi konsumen yang sering kali dibatasi jarak. Distribusi dan transportasi yang baik merupakan hal penting agar produk dapat dikirim sampai ke konsumen secara tepat waktu, tepat pada tempat yang telah dilakukan dan produk dalam kondisi baik (Muhammad, Bakhtiar, & Rahmi, 2017). Keputusan penentuan jadwal serta rute pengiriman menjadi sesuatu yang penting dalam rangka meminimumkan biaya pengiriman, meminimumkan waktu atau jarak tempuh (Pujawan & Mahendrawathi, 2010).

Sebuah Perusahaan distribusi minuman di daerah Serang, Banten mengusahakan agar produk dapat dengan mudah sampai pada konsumen, dengan cara melakukan proses distribusi tepat waktu terhadap retail/outlet yang tersebar. Proses distribusi yang sekarang dilaksanakan masih belum efektif dan acak (tidak memperhatikan lokasi dan jarak retail yang dituju), terkadang truk pengangkut mengirim barang ke retail yang jaraknya jauh terlebih dahulu. Pemanfaatan kapasitas alat angkut belum maksimal, pengiriman produk ke retail dilakukan tanpa

memperhatikan rute dan jadwal pengiriman serta dilakukan secara berulang menyebabkan biaya pengiriman menjadi besar karena tidak mempertimbangkan aspek dalam pendistribusian produk.

Pemilihan rute terbaik akan membuat efisiensi distribusi produk. Rute terbaik adalah rute dengan jarak terpendek, yang tentunya akan mempengaruhi biaya transportasi yang terjadi. Jarak tempuh kendaraan yang lebih pendek berarti biaya transportasi yang lebih rendah (Sarjono, 2014). *Vehicle Routing Problem* adalah suatu sistem distribusi yang bertujuan membuat rute yang optimal, dengan diketahui kapasitas kendaraan angkut, agar dapat memenuhi permintaan pelanggan dengan lokasi dan jumlah permintaan yang telah ditetapkan (Yuniarti & Astuti, 2013). Salah satu metode *heuristik* yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan transportasi dalam penentuan rute dan jadwal distribusi adalah metode *savings matrix*. *Savings matrix* merupakan metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah transportasi dengan menentukan rute distribusi produk dalam rangka meminimalkan biaya transportasi. Metode *savings matrix* dapat digunakan untuk menjadwalkan kendaraan dengan memperhatikan kapasitas maksimum kendaraan dengan penggabungan beberapa titik pengiriman (Indrawati, Eliyati, & Lukowi, 2016).

Metode *savings matrix* memberikan suatu hasil penugasan kendaraan sesuai dengan kapasitas muatan ke daerah pengiriman berdasarkan penghematan terbesar (Ikfan & Masudin, 2013). Penentuan rute pengiriman dapat menggunakan beberapa metode untuk mengoptimalkan jarak. Penelitian yang dilakukan Sari, Dhoruri, & Eminugroho, (2016) membandingkan penggunaan metode *savings matrix*, *sequential insertion* dan *nearest neighbour* untuk mendapatkan rute terbaik. Perbandingan ini menghasilkan metode *Sequential Insertion* mempunyai tingkat keefektifan dari segi waktu dan jarak. Penggunaan *algoritma greedy*, *algoritma cheapest insertion heuristics* dan *dynamic programming* dapat menentukan rute terpendek pengiriman barang (Aristi, 2014)

Beberapa penelitian dilakukan menggunakan beberapa metode untuk memperbaiki metode *savings matrix*. Penggunaan *savings matrix* untuk menentukan penjadwalan kendaraan dan menggunakan metode *Nearest Neighbour*, *Nearest Insertion*, dan *Farthest Insertion* dalam menentukan lokasi (Ikfan & Masudin, 2014). Penelitian tersebut diperkuat oleh (Natalia, Dicky, & Jurusan, 2011) yang menggunakan metode *Farthest Insert*, *Nearest Insert*, *Nearest Neighbor*, dan *Sweep* dalam menentukan urutan pengiriman untuk pengoptimalan metode *savings matrix*.

Penelitian ini mencoba mengoptimalkan penggunaan metode *savings matrix* dengan dibantu metode *Farthest Insert*, *Nearest Insert*, *Nearest Neighbor*, *Greedy* dan *Sweep* untuk menentukan rute yang optimal. Penggunaan algoritma *greedy* untuk memperkuat penelitian yang dilakukan Natalia *et.al.* (2011) yang hanya menggunakan metode *Farthest Insert*, *Nearest Insert*, *Nearest Neighbor*, dan *Sweep* dalam mengoptimalkan rute pengiriman.

Penelitian ini bertujuan meminimalkan total jarak yang ditempuh untuk distribusi produk ke lebih dari satu toko dengan menggunakan metode *savings matrix* dan mengetahui total biaya minimum yang dikeluarkan setelah menggunakan *savings matrix* dalam menentukan rute distribusi produk. Manfaat penelitian ini diharapkan bisa dijadikan referensi dalam pengaplikasian metode *savings matrix* dalam meminimalkan biaya pengiriman dan memberikan masukan bagi perusahaan untuk merancang jadwal pendistribusian yang efektif untuk meminimasi biaya transportasi, penentuan kapasitas, dan penggunaan jumlah kendaraan yang tepat.

Metodologi

Penelitian ini dilakukan pada proses pengiriman produk ke distributor minuman di daerah Serang. Pengumpulan data diperoleh melalui data historis dan data teoritis. Data historis berisi data pendistribusian produk, data jarak antar retailer dan biaya transportasi.

Data teoritis berisi kajian mengenai penggunaan metode *savings matrix* dalam menentukan optimalisasi jarak dan biaya transportasi.

Penelitian penentuan rute distribusi produk menggunakan metode *savings matrix* dengan beberapa metode untuk meminimumkan jarak distribusi. Langkah-langkah penggunaan metode tersebut adalah (Pujawan & Mahendrawathi, 2010):

1. Mengidentifikasi matrik jarak

Pada langkah ini memerlukan jarak antara gudang ke masing-masing toko dan jarak antar toko. Perhitungan jarak dapat dilakukan setelah koordinat masing-masing lokasi diketahui.

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

(1)

2. Mengidentifikasi matrik penghematan

Pada tahapan ini setiap toko akan dikunjungi secara eksklusif satu kendaraan. Saving matrix mempresentasikan penghematan yang bisa dilakukan dengan menggabungkan dua retailer ke dalam satu rute.

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

(2)

Dimana $S(x,y)$ adalah penghematan jarak dengan menggabungkan rute x dan y menjadi satu.

3. Mengalokasikan retailer ke rute

Melakukan penggabungan yang dimulai dari nilai penghematan terbesar untuk memaksimalkan penghematan.

4. Mengurutkan retailer tujuan dalam rute yang sudah terdefinisi

Menentukan urutan kunjungan setelah alokasi retailer ke rute telah ditentukan. Langkah-langkah menentukan urutan tersebut menggunakan algoritma *Farthest Insert*, *Nearest Insert*, *Nearest Neighbor*, *Greedy* dan *Sweep*.

Farthest insert memasukkan retailer yang memberikan perjalanan yang paling jauh. Retailer yang belum termasuk dalam satu rute, evaluasi minimum kenaikan jarak tempuh dalam jika retailer dimasukkan ke dalam rute dan memasukkan retailer dengan kenaikan minimum terbesar (Ikfan & Masudin, 2014). Metode *nearest insert* menggunakan prinsip memilih retailer yang kalo dimasukkan ke dalam rute yang sudah ada menghasilkan tambahan jarak yang minimum. Metode *nearest neighbour* dilakukan dengan menambahkan retailer yang jaraknya paling dekat dengan retailer yang terakhir dikunjungi (Pujawan & Mahendrawathi, 2010).

Algoritma *greedy* memiliki tahapan memulai dengan sembarang tujuan, jika tempat asal telah ditetapkan, melakukan evaluasi terhadap biaya menuju tujuan, memilih biaya terkecil dan menghitung jumlah tujuan yang telah dilewati (Aristi, 2014). Pengurutan rute kunjungan menggunakan metode *sweep* dilakukan dengan menarik garis lurus dari titik awal dan diputar searah atau berlawanan dengan jarum jam.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilakukan pada sebuah perusahaan distribusi minuman yang melayani pengiriman produk area Serang-Cilegon. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan untuk distribusi produk untuk Kota Serang. Data awal yang digunakan adalah jarak antar retailer, biaya operasional dengan kendaraan angkut Truk Box Mitsubishi dengan kapasitas angkut 70 krat. Perusahaan tersebut mempunyai 10 retailer tetap dengan total jarak 40,1 KM dan 167 Krat dalam satu minggu sesuai yang tertera pada tabel 1.

Tabel 1. Daftar Tujuan, Permintaan & Jarak Dari Gudang

No.	Tujuan	Alamat	Jarak (km)	Order (Krat)
1	Pemancingan	Cipocok Jaya	3.76	67
2	Dealer Yamaha	Sempu	2.46	15
3	RM Nasgor Gaul	Sempu	2.97	2
4	SMAN 5 Kota Serang	Kasemen	5.99	6
5	RM Labbaik	Terondol	3.18	12
6	RM Sederahana	Kebon Jahe	1.32	17
7	Tims Karaoke	Legok	6.33	2
8	RM Padang	Bhayangkara	4.78	5
9	Puskesmas	Karundang	3.46	13
10	RM Madani	Bhayangkara	5.85	28
Total			40.1	167

Perusahaan mengeluarkan biaya operasional yang terdiri dari biaya operasional kendaraan, biaya konsumsi, biaya bahan bakar, dan gaji pegawai. Besarnya biaya tersebut sebesar Rp. 29.721.750.

Dalam menentukan rute untuk meminimalkan rute dilakukan dengan metode *saving matrix*. Metode tersebut mampu membentuk rute dan urutan titik perhentian di dalam satu rute. Langkah awal yang dilakukan adalah mengidentifikasi *matrix* jarak antara gudang ke masing-masing toko dan jarak antar toko.

Tabel 2. Jarak antar gudang dan toko

	Gudang	Toko 1	Toko 2	Toko 3	Toko 4	Toko 5	Toko 6	Toko 7	Toko 8	Toko 9	Toko 10
Toko 1	3.76	0.0									
Toko 2	2.46	3.26	0.0								
Toko 3	2.97	2.40	0,13	0.0							
Toko 4	5.99	6.38	6.19	6.45	0.0						
Toko 5	3.18	4.57	3.46	3.17	5.45	0.0					
Toko 6	1.32	1.84	0.45	1.28	6.53	4.40	0.0				
Toko 7	6.33	7.46	6.21	6.48	4.82	5.73	5.01	0.0			
Toko 8	4.78	2.78	3.23	3.79	8.69	3.40	3.65	10.45	0.0		
Toko 9	3.46	3.14	2.12	2.97	7.42	4.59	3.18	8.50	2.43	0.0	
Toko 10	5.85	3.21	3.76	3.37	8.83	6.38	4.06	10.87	0.24	2.39	0.0

Langkah selanjutnya adalah melakukan identifikasi *matrix* penghematan dengan asumsi bahwa setiap toko akan dikunjungi oleh satu truk secara eksklusif. Dengan kata lain,

akan ada 10 rute yang berbeda dengan satu tujuan masing-masing. Contoh perhitungan perhitungan jarak penghematan dari gudang ke toko 1 ke toko 2 adalah sebagai berikut :

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

$$S(x,y) = 3.76 + 2.46 - 3.26$$

$$= 2.96 \text{ km}$$

Jadi jarak penghematan dari toko 1 ke toko 2 sebesar 2.96 km. Dengan menggunakan rumus yang sama dihasilkan jarak penghematan sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Perhitungan Jarak Penghematan (Savings)

	Gudang	Toko 1	Toko 2	Toko 3	Toko 4	Toko 5	Toko 6	Toko 7	Toko 8	Toko 9	Toko 10
Toko 1	3.76	0.0									
Toko 2	2.46	2.96	0.0								
Toko 3	2.97	4.32	5.03	0.0							
Toko 4	5.99	3.37	2.26	2.51	0.0						
Toko 5	3.18	2.37	2.18	2.98	3.72	0.0					
Toko 6	1.32	3.24	3.33	3.01	0.78	0.1	0.0				
Toko 7	6.33	2.63	2.58	2.82	7.05	3.78	2.64	0.0			
Toko 8	4.78	5.76	4.01	3.96	2.08	4.56	2.45	0.66	0.0		
Toko 9	3.46	4.08	3.08	3.46	2.03	2.05	1.6	1.29	5.81	0.0	
Toko 10	5.85	6.04	4.55	5.45	3.01	2.65	3.11	1.31	10.39	6.92	0.0

Berdasarkan hasil perhitungan jarak penghematan, langkah selanjutnya adalah mengalokasikan toko ke kendaraan atau rute. Dengan asumsi awal dengan 10 rute yang berbeda, akan tetapi dalam mengalokasikan ini toko-toko bisa digabungkan sampai batas kapasitas truk yang ada. Penggabungan akan mulai dari nilai penghematan terbesar dengan tujuan memaksimalkan penghematan.

Berdasarkan perhitungan dalam mengalokasikan toko kedalam rute atau kendaraan, setelah diketahui hasil perhitungan alokasi toko ke dalam rute atau kendaraan pengiriman yang dilakukan dengan 3 rute pengiriman :

Rute 1 : Toko 1, Toko 3 (beban 69)

Rute 2 : Toko 2, Toko 4, Toko 5, Toko 6, Toko 7 (beban 52)

Rute 3 : Toko8, Toko 9, Toko 10 (beban 46)

Setelah alokasi rute dilakukan, langkah berikutnya adalah menentukan urutan pengiriman. Penentuan urutan pengiriman ini menggunakan metode *Farthest Insert*, *Nearest Insert*, *Nearest Neighbor*, *Greedy* dan *Sweep* dapat diketahui hasilnya seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 4. Rekapitulasi Jarak dan Urutan Pengantaran

Rute	Urutan Pengiriman	Metode	Total Jarak (KM)
Rute 1	G – 1 – 3 – G	<i>Farthest Insert</i>	9,13
	G – 3 – 1 – G	<i>Nearest Insert</i>	9,13
	G – 3 – 1 – G	<i>Nearest Neighbor</i>	9,13
	G – 3 – 1 – G	<i>Greedy</i>	9,13
	G – 1 – 3 – G	<i>Sweep</i>	9,13
Rute 2	G – 7 – 4 – 5 – 2 – 6 – G	<i>Farthest Insert</i>	21,83
	G – 6 – 2 – 5 – 4 – 7 – G	<i>Nearest Insert</i>	21,83
	G – 6 – 2 – 5 – 4 – 7 – G	<i>Nearest Neighbor</i>	21,83
	G – 2 – 6 – 7 – 4 – 5 – G	<i>Greedy</i>	21,37
	G – 7 – 4 – 5 – 2 – 6 – G	<i>Sweep</i>	21,83
Rute 3	G – 10 – 8 – 9 – G	<i>Farthest Insert</i>	11,98
	G – 9 – 8 – 10 – G	<i>Nearest Insert</i>	11,98
	G – 9 – 10 – 8 – G	<i>Nearest Neighbor</i>	10,87
	G – 9 – 10 – 8 – G	<i>Greedy</i>	10,87
	G – 10 – 8 – 9 – G	<i>Sweep</i>	11,98

Dari perhitungan menggunakan metode *Farthest Insert*, *Nearest Insert*, *Nearest Neighbor*, *Greedy* dan *Sweep* menghasilkan total jarak yang minimum. Berdasarkan tabel diatas diperoleh total jarak yang ditempuh pada rute satu sepanjang 9,13 hasil dari perhitungan metode *Farthest Insert*, *Nearest Insert*, *Nearest Neighbor*, *Greedy* dan *Sweep*. Rute kedua mendapatkan jarak yang minimum sebesar 21,37 KM berdasarkan metode *greedy*. Dengan menggunakan metode *Nearest Neighbor* dan *Greedy* mendapatkan jarak sebesar 10,87 pada rute ke tiga. Secara detail rekapulasi penentuan jarak dan urutan pengiriman dapat dilihat dari tabel dibawah ini.

Tabel 5. Rekapitulasi Jarak Tempuh Rute Distribusi

Rute	Urutan Pengiriman	Total Jarak (KM)
Rute 1	G – 1 – 3 – G	9,13
Rute 2	G – 2 – 6 – 7 – 4 – 5 – G	21,37
Rute 3	G – 9 – 10 – 8 – G	10,87

Dari data yang diperoleh, langkah selanjutnya adalah menghitung biaya dengan membandingkan pengeluaran yang dilakukan perusahaan. Apabila jarak yang ditempuh dalam pengiriman rute awal diasumsikan kedalam hasil perhitungan biaya bahan bakar perhari sebesar Rp. 334.601, maka besarnya biaya yang dikeluarkan dalam satuan kilometer adalah Rp. 5.832 /Km.

Tabel 6. Rekapitulasi Jarak Tempuh Rute Distribusi

Rute	Total jarak yang ditempuh (km)	Total biaya
Awal	53,37	Rp. 334.582 /hari atau Rp.10.037.460 /Bulan
Usulan	41,37	Rp. 241.270 /hari atau Rp.7.238.100/Bulan
Selisih	12	Rp. 93.312 /hari atau Rp.2.799.360 /Bulan

Penggunaan metode *savings matrix* mampu memperbaiki rute distribusi perusahaan dari empat rute menjadi tiga rute sehingga bisa mengurangi biaya operasional perusahaan. Penggunaan metode *Farthest Insert*, *Nearest Insert*, *Nearest Neighbor*, *Greedy* dan *Sweep* mampu memperpendek jarak yang ditempuh angkutan perusahaan dari 53,37 KM menjadi 41,37 KM. Penggunaan metode *savings matrix* mampu menghemat pengeluaran perusahaan sebesar Rp.2.799.360 /Bulan.

Kesimpulan

Penelitian ini berusaha menyusun jadwal pengiriman produk ke toko dengan mempertimbangkan jarak dan biaya operasionalnya. Hasil penelitian ini mendapatkan hasil bahwa metode *savings matrix* mampu meminimalkan total jarak tempuh untuk distribusi produk dari 53,37 KM menjadi 41,37 KM. Penggunaan metode *savings matrix* dapat menghemat pengeluaran perusahaan sebesar Rp. 93.312 /hari atau Rp.2.799.360 /Bulan dalam distribusi produk. Penelitian ini masih menggunakan jarak dan biaya operasional dalam mengolah data, akan lebih baik lagi jika mempertimbangkan tingkat kepadatan jalan raya dan waktu pengiriman. Selain itu dapat dipertimbangkan penggunaan metode yang lain untuk mendapatkan penyelesaian yang lebih baik dan lebih cepat.

Daftar Pustaka.

- Aristi, G. (2014). Perbandingan Algoritma Greedy , Algoritma Cheapest Insertion Heuristics Dan Dynamic Programming Dalam Penyelesaian Travelling. *Jurnal Paradigma*, XVI(2), 52–58.
- Ikfan, N., & Masudin, I. (2013). *Penentuan Rute Transportasi Terpendek untuk Meminimalkan Biaya Menggunakan Metode Saving Matriks*. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 12(1), 165-178 .
- Ikfan, N., & Masudin, I. (2014). Saving matrix Untuk Menentukan Rute Distribusi. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 2(1), 14–17.
- Indrawati, Eliyati, N., & Lukowi, A. (2016). Penentuan Rute Optimal pada Pengangkutan Sampah di Kota Palembang dengan Menggunakan Metode Saving Matrix. *Jurnal Penelitian Sains*, 18(3), 105–110.
- Muhammad, Bakhtiar, & Rahmi, M. (2017). Penentuan Rute Transportasi Distribusi Sirup Untuk Meminimalkan Biaya. *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*, 6(1), 10–15.
- Natalia, C., Dicky, & Jurusan. (2011). Perancangan Program Aplikasi Sistem Distribusi Dengan Metode Saving Matrix Sebagai Dasar Keputusan Pembelian Armada (Studi Kasus : PT Kabelindo Murni Tbk.). *INASEA*, 12(2), 118–127. Retrieved from <http://journal.binus.ac.id/index.php/inasea/article/viewFile/45/44>
- Pujawan, I. N., & Mahendrawathi. (2010). *Supply Chain Management* (2nd ed.). Surabaya: Guna Widya.
- Sari, M., Dhoruri, A., & Eminugroho, R. S. (2016). Penyelesaian Capacitated Vehicle Routing Problem Menggunakan Saving Matriks, Sequential Insertion dan Nearest Neighbour di Victoria RO. *Jurnal Matematika-S1*, 5(3), 1–11.
- Sarjono, H. (2014). Determination of Best Route to Minimize Transportation Costs Using Nearest Neighbor Procedure. *Applied Mathematical Sciences*, 8(62), 3063–3074.
- 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.