

# Optimalisasi Rute Distribusi Air Minum Dalam Kemasan Dengan Menggunakan Metode *Saving Matrix* dan *Branch and Bound* (Studi Kasus: Distributor PT AKL)

Suwanto<sup>1</sup> Muriani Emelda Isharyani<sup>2</sup> Dutho Suh Utomo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri, Universitas Mulawarman,  
Jl. Sambaliung No.9, Kamus Gunung Kelua, Samarinda 75119  
Email: suwanto2224@gmail.com.

## ABSTRAK

Distributor PT AKL merupakan perusahaan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK). Perusahaan tersebut merasa bahwa proses distribusi yang dilakukan menuju ke setiap Indomaret yang tersebar di daerah Kota Samarinda dapat menghabiskan bahan bakar dalam jumlah yang sangat banyak sehingga biaya yang dikeluarkan sangat besar. Saat ini, perusahaan juga tidak memiliki metode atau teknologi khusus untuk menentukan rute distribusi melainkan rute hanya ditentukan secara acak oleh para supir. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan bertujuan untuk menentukan rute distribusi agar memiliki jarak tempuh yang lebih pendek dari sebelumnya sehingga perusahaan dapat melakukan penghematan biaya bahan bakar. Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan antara rute awal yang ditentukan oleh perusahaan dengan rute usulan yang ditentukan menggunakan metode Saving Matrix dan dilanjutkan dengan metode Branch and Bound. Setelah dilakukan penelitian, jarak tempuh distribusi yang didapatkan dari rute awal sebesar 94,1 km dengan total biaya bahan bakar yang perlu dikeluarkan sebesar Rp105.313 setiap harinya. Sedangkan jarak tempuh distribusi yang didapatkan dari rute usulan sebesar 68 km dengan total biaya bahan bakar yang perlu dikeluarkan sebesar Rp75.840 setiap harinya. Hal tersebut menunjukkan bahwa apabila perusahaan menggunakan rute usulan tersebut, maka perusahaan dapat menghemat jarak sebesar 26,1 km/distribusi sehingga hal tersebut juga berdampak pada biaya dengan penghematan sebesar Rp10.610.280/tahun. Dengan demikian, rute distribusi optimal dapat dihasilkan dengan menggunakan rute usulan yang dihasilkan dari metode Saving Matrix yang dilanjutkan dengan metode Branch and Bound.

**Kata kunci:** distribusi, rute, jarak, *saving matrix*, *branch and bound*, transportasi.

## ABSTRACT

*Distributor PT AKL is a company operating in the field of Bottled Drinking Water (AMDK in Indonesian). The company feels that the distribution process carried out to every Indomaret spread across the Samarinda City area can consume very large amounts of fuel so that the costs incurred are very large. Currently, the company also does not have a special method or technology to determine distribution routes, instead the routes are only determined randomly by the drivers. Therefore, this research was carried out with the aim of determining distribution routes so that they have shorter distances than before so that companies can save on fuel costs. This research was carried out by comparing the calculation results between the initial route determined by the company and the proposed route determined using the Saving Matrix method and continued with the Branch and Bound method. After conducting research, the distribution distance obtained from the initial route was 94.1 km with a total fuel cost of IDR 105,313 per day. Meanwhile, the distribution distance obtained from the proposed route is 68 km with a total fuel cost of IDR 75,840 per day. This shows that if the company uses the proposed route, the company can save distance of 26.1 km/distribution so that this also has an impact on costs with savings of IDR 10,610,280/year. Thus, optimal distribution routes can be generated using the proposed routes generated from the Saving Matrix method followed by the Branch and Bound method.*

**Keywords:** *distribution, route, distance, savings matrix, branch and bound, transportation.*

## Pendahuluan

Distribusi sendiri memiliki dampak yang sangat besar terhadap kehidupan karena merupakan kegiatan yang sangat penting dalam menjalankan roda kehidupan [3]. Distribusi adalah kegiatan perpindahan barang atau produk dari hasil produksi suatu perusahaan kepada pelanggan, kegiatan ini dianggap sangat penting karena dengan adanya kegiatan pendistribusian dapat membantu perusahaan untuk memperoleh profit yang maksimal dari barang hasil produksi. Namun kegiatan ini sering terhambat dengan masalah transportasi baik itu dalam biaya atau lain sebagainya [4]. Transportasi adalah sarana yang sering digunakan oleh masyarakat untuk menunjang segala aktivitasnya yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan sehari-hari, dan berfungsi untuk memindahkan orang dan barang dari satu tempat ke tempat lain [5]. Ada lima komponen utama transportasi: orang yang membutuhkan transportasi, barang yang diperlukan manusia, kendaraan sebagai alat transportasi, jalan sebagai sarana transportasi, dan organisasi yang mengelola transportasi. Pada dasarnya, kelima komponen ini saling terkait satu sama lain untuk beroperasi [6]. Pada dasarnya fungsi-fungsi pemasaran dilaksanakan hanya saluran distribusi yang dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu fungsi pertukaran, fungsi penyediaan fisik dan fungsi penunjang [7].

PT AKL merupakan perusahaan pertama yang bergerak di bidang produksi Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) dengan merk DC di Kalimantan sejak tahun 1997 di Kota Balikpapan, Kalimantan Timur. Perusahaan memiliki distributor yang berlokasi di kota Samarinda tepatnya di Jalan A. Wahab Syahrane, Kel. Sempaja Selatan, Kec. Samarinda Utara, Kota Samarinda. Berdasarkan hasil wawancara awal dengan kepala gudang, perusahaan mengalami permasalahan terkait BBM armada truk. Saat ini, pihak perusahaan merasa bahwa kebutuhan bahan bakar mengeluarkan biaya yang sangat besar. Hal tersebut dikarenakan proses distribusi yang dilakukan menghabiskan bahan bakar dalam jumlah yang sangat banyak. Selain itu, perusahaan tidak memiliki metode atau teknologi khusus untuk menentukan rute distribusi.

Saat ini, penentuan rute distribusi dari gudang ke pelanggan hanya dilakukan secara acak oleh para supir. Permasalahan-permasalahan tersebut dianggap menghambat proses keberlangsungan distribusi produk yang dilakukan selama ini. Berdasarkan dari permasalahan tersebut, perusahaan perlu melakukan penghematan bahan bakar pada proses distribusi produk galon 19 liter menuju outlet Indomaret karena merupakan salah satu pelanggan tetap dengan satu jenis permintaan dan memiliki banyak cabang yang tersebar di Kota Samarinda. Penghematan penggunaan bahan bakar dengan tujuan meminimalkan biaya pembelian bahan bakar dapat dilakukan dengan cara menentukan rute distribusi yang memiliki jarak tempuh lebih pendek dari sebelumnya menggunakan metode Saving Matrix yang dilanjutkan Branch and Bound. Semakin pendek jarak yang ditempuh maka semakin sedikit pula penggunaan bahan bakar yang dibutuhkan.

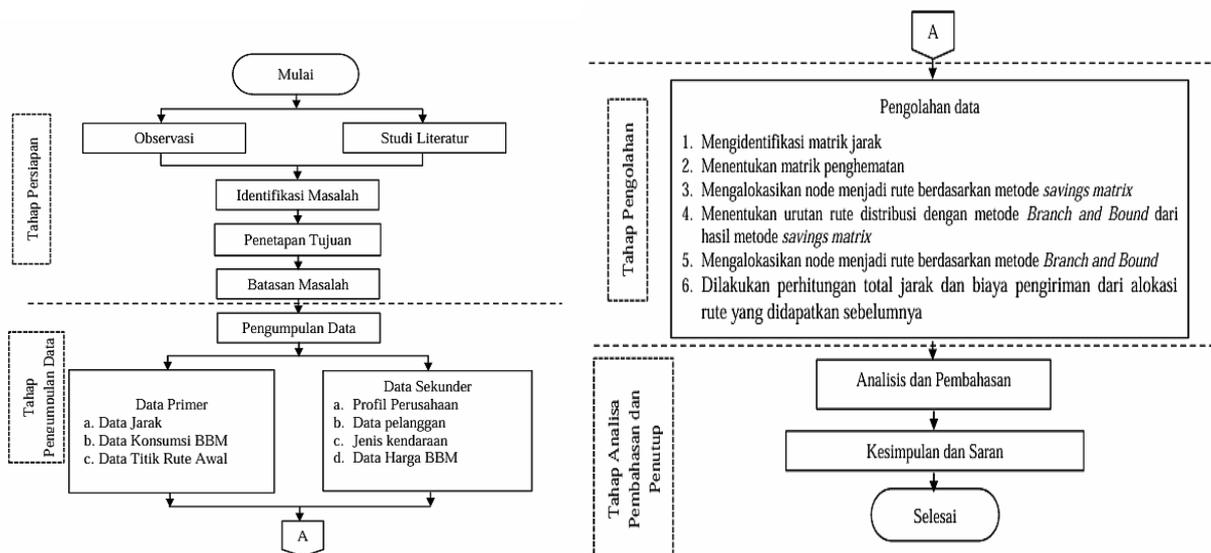
Vehicle Rounting Problem (VRP) adalah masalah menemukan rute murah dari depot ke agen yang tersebar dengan banyak permintaan. VRP dirancang untuk dapat menyesuaikan dengan keadaan. Menentukan rute terbaik, mengurangi biaya transportasi, dan menyelesaikan masalah pengoptimalan sistem distribusi dan transportasi adalah solusi VRP [8]. Tujuan dari VRP adalah

untuk menentukan rute yang paling ideal untuk beberapa kendaraan yang mengunjungi satu set lokasi [9]. Dalam VRP sendiri terdapat beberapa jenis permasalahan yang dimana salah satunya seperti pada penelitian ini termasuk dalam jenis permasalahan Capacitated Vehicle Rounting Problem (CVRP), yaitu jenis VRP paling banyak dipelajari dan yang paling sederhana dimana hanya kapasitas kendaraan yang terbatas menjadi kendala pada jenis ini [10].

Metode Saving Matrix digunakan untuk menentukan jalur distribusi barang ke toko dengan menghitung jalur yang harus dilalui dan jumlah kendaraan berdasarkan kapasitas muatan. Metode ini menghasilkan jalur yang efisien dan biaya transportasi yang optimal [11]. Metode Branch and bound merupakan suatu algoritma yang digunakan menyelesaikan masalah optimasi. Proses penentuan solusi pada algoritma ini dilakukan dengan menjabarkan kandidat solusi yang akan dicabangkan menggunakan pohon pencarian (search tree) dimana setiap simpul menggambarkan kemungkinan solusi. Simpul yang lebih kecil ini kemudian dapat dievaluasi secara sistematis sampai solusi terbaik ditemukan [12]. Metode Saving Matrix memiliki kemudahan untuk dimodifikasi jika terdapat batasan waktu, kapasitas, jumlah kendaraan atau batasan lain yang memberikan solusi lebih baik. Kemudian dilanjutkan metode Branch and Bound memiliki hasil pengolahan data yang lebih detail karena iterasi yang digunakan sangat panjang. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan membantu perusahaan dalam mengevaluasi rute distribusi yang optimal.

### Metode Penelitian

Kegiatan penelitian ini dilakukan pada Distributor PT AKL pada Bulan Agustus 2024 hingga September 2024. Pada penelitian ini, pengambilan data dilakukan dengan wawancara kepada beberapa pihak terkait seperti pemilik, pekerja, dan lainnya untuk melengkapi data-data yang diperlukan. Data yang digunakan dalam penelitian ini ada dua jenis, yaitu data primer yang berisikan data jarak, data konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM), dan data titik rute awal. Lalu, data kedua adalah data sekunder yang berisikan profil perusahaan, data pelanggan, jenis kendaraan, dan data harga BBM. Pengolahan ini dilakukan dengan menggunakan Metode *Saving Matrix* yang dilanjutkan dengan *Brach and Bound*.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Langkah-langkah dalam menyelesaikan permasalahan rute distribusi pada Metode Saving Matrix [13] sebagai berikut:

1. Menentukan Matrik Jarak

Pada penentuan matrik jarak, diperlukan jarak antar perusahaan dengan lokasi dari lokasi ke lokasi lainnya. Setelah didapatkan titik koordinat dari setiap lokasi, maka jarak antar kedua lokasi tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$j(1,2) = \sqrt{(x^a - x^b)^2} + \sqrt{(y^a - y^b)^2} \quad (1)$$

Dimana  $j(1,2)$ : Matrik jarak lokasi 1 dengan lokasi 2.  $x$ : Titik koordinat  $x$ .  $y$ : Titik koordinat  $y$ . Jika jarak antar kedua koordinat sudah diketahui, maka rumus tidak perlu digunakan dan cukup menggunakan jarak yang sudah ada atau menggunakan jarak dari *google maps*.

2. Menentukan Matrik Penghematan (Saving Matrix)

Setelah mengetahui seluruh jarak antar lokasi dengan lokasi lainnya, maka dapat diasumsikan bahwa setiap lokasi akan dilewati oleh satu truk. Dengan itu akan ada penggabungan rute yang lainnya, untuk mencari matrik penghematan dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$S(x,y) = d(g,x) + d(g,y) - d(x,y) \quad (2)$$

Dimana  $S$  : Matriks penghematan.  $d(g,x)$ : Jarak gudang ke customer  $x$ ,  $d(g,y)$ : Jarak gudang ke customer  $y$ .  $d(x,y)$ : Jarak customer  $x$  dengan customer  $y$ .  $S(x,y)$ : penggabungan antara rute  $x$  dengan rute  $y$ .

3. Pengalokasian Kendaraan dan Rute Berdasarkan Lokasi

Dalam langkah ini akan ditentukan rute pengiriman baru berdasarkan atas penggabungan rute pada langkah kedua. Hasilnya adalah pengiriman lokasi satu dan lokasi dua akan dilakukan dengan menggunakan satu rute.

Penentuan rute menggunakan Metode Branch and Bound [14] secara umum adalah sebagai berikut.

1. Pembuatan matrik awal berdasarkan jarak tempuh antar titik
2. Pembuatan simpul awal (simpul R), untuk membentuk pohon pencarian.
3. Melakukan reduksi baris dan kolom pada matrik awal (A). Reduksi baris dilakukan dengan cara setiap elemen pada setiap baris dikurangi dengan elemen terkecil pada baris tersebut. Sedangkan reduksi kolom adalah dari matrik yang dihasilkan oleh reduksi baris, setiap elemen pada setiap kolom dikurangi dengan elemen terkecil pada kolom tersebut.
4. Melakukan penjumlahan antara total nilai pengurang baris (total\_R) dan total nilai pengurang kolom (total\_K) untuk mendapatkan nilai r.

$$\text{total\_R} + \text{total\_K} = r \quad (3)$$

5. Pembuatan simpul baru turunan dari R, misalkan simpul S.
6. Matrik yang dihasilkan pada langkah ke-3, selanjutnya disebut dengan matrik tereduksi A. Ubah semua nilai pada baris  $i$  dan kolom  $j$  menjadi  $\infty$  atau dikosongkan.
7. Ubah nilai  $A(j,i)$  menjadi  $\infty$  atau dikosongkan pada matrik tersebut.
8. Reduksi kembali semua baris dan kolom pada matrik tereduksi A. Hasil reduksi ini menghasilkan matrik selanjutnya dinamakan matrik B1 (matrik B cabang 1)
9. Jika r adalah total semua pengurang, maka nilai batas untuk simpul S

adalah:

$$\hat{c}(S) = \hat{c}(R) + A(i,j)+r \tag{4}$$

Dimana  $\hat{c}(S)$ : bobot perjalanan minimum yang melalui simpul  $S$  (simpul pada pohon pencarian).  $\hat{c}(R)$ : bobot perjalanan minimum yang melalui simpul  $R$  (orangtua dari  $S$ ).  $A(i,j)$  : bobot busur  $(i,j)$  pada graf yang berkoresponden dengan busur  $(R,S)$  pada pohon pencarian.  $R$ : jumlah semua pengurang pada proses memperoleh matriks tereduksi untuk simpul  $S$ .

- Selanjutnya pilih nilai  $\hat{c}(S)$  terendah dari semua simpul turunan  $R$ , kemudian lakukan kembali langkah 5-8 sampai semua titik terlalui pada pohon pencarian.

### Hasil dan Pembahasan

Terdapat beberapa data yang diperlukan agar dapat menentukan rute distribusi optimal pada proses pengolahan data dalam penelitian ini. Tabel 1 adalah tabel data yang berisikan nama pelanggan, kode pelanggan, alamat pelanggan dan jumlah permintaan pelanggan pada periode Oktober 2024. Dari data tersebut dapat diketahui ada 20 pelanggan tetap perusahaan dengan permintaan yang terbanyak adalah sebanyak 30 galon dan permintaan sedikit adalah 10 galon.

**Tabel 1.** Data pelanggan

No	Kode	Nama Pelanggan	Alamat	Permintaan (Galon)
1	C1	Idm Juanda Raya	Jl. Juanda 8	25
2	C2	Idm Juanda 8	Jl. Kadrie Oening	20
3	C3	Idm Kadrie Oening No. 169	Jl. Kadrie Oening	30
4	C4	Idm P.Suryanata 2	Jl. Suryanata No 39	25
5	C5	Idm Suryanata No 39	Jl. Pangeran Suryanata	30
6	C6	Idm Fresh P Suryanata	Jl. Suryanata Rt. 03	30
7	C7	Idm Suryanata 5	Jl. Pangeran Suryanata	30
8	C8	Idm Kemangi	Jl. Kemangi	25
9	C9	Idm Fresh Ir Sutami	Jl. Ir Sutami	25
10	C10	Idm Slamet Riyadi No 01	Jl. Slamet Riyadi	25
11	C11	Idm Ir Sutami 2	Jl. Ir Sutami	20
12	C12	Idm Slamet Riyadi	Jl. Slamet Riyadi	15
13	C13	Idm Sultan Alimudin	Jl. Sultan Alimudin	25
14	C14	Idm Biawan	Jl. Biawan	15
15	C15	Idm Sultan Sulaiman	Jl. Sultan Sulaiman	10
16	C16	Idm Sambutan	Jl. Otto Iskandar Dinata	25
17	C17	Idm Gurami	Jl. Gurami No. 26 Rt. 04 Rw. 01	20
18	C18	Idm Sultan Alimudin 71	Jl. Sultan Alimudin	25
19	C19	Idm Pelita 4 Sambutan	Jl. Pelita 4	30
20	C20	Idm Sejati No. 69	Jl. Sejati No. 69	20

Tabel 2 adalah tabel yang berisikan data jenis kendaraan, konsumsi BBM pada kendaraan, dan kapasitas kendaraan yang digunakan dalam melakukan pendistribusian produk ke konsumen.

**Tabel 2.** Data kendaraan

Jenis Kendaraan	Kapasitas Kendaraan (Galon)	Konsumsi Bahan Bakar (Km/Liter)	Jenis Bahan Bakar Minyak	Harga BBM Per liter
Dyna 110 FT	200	6	Solar	Rp6.700
Isuzu ELF	120	6	Solar	Rp6.700
Isuzu ELF	120	6	Solar	Rp6.700
Carry Pick-Up	100	9	Pertalite	Rp10.000

### Rute Awal

Berdasarkan hasil wawancara, penentuan rute distribusi masih dilakukan secara acak oleh para supir. Adapun data rute distribusi awal yang didapatkan sebagai perbandingan dengan rute usulan agar didapatkan rute distribusi paling optimal, dapat dilihat pada Tabel 3 ini.

**Tabel 3.** Rute awal

Kendaraan	Rute	Total Muatan (Galon)	Jarak Tempuh (Km)
Dyna 110 FT	G-C3-C4-C7-C5-C6-C9-C8-G	195	24.4
Isuzu ELF	G-C14-C16-C18-C13-C20-G	110	22.15
Isuzu ELF	G-C1-C2-C11-C10-C12-G	105	21.70
Carry Pick-Up	G-C15-C19-C17-G	60	25.8
Total Jarak Tempuh Rute Awal			94.1

Berdasarkan Tabel 3, diperoleh total jarak tempuh dalam satu kali melakukan distribusi barang yaitu sebesar 94,1 km. Harga bahan bakar per liter untuk solar adalah sebesar Rp6.700/liter dan pertalite sebesar Rp10.000/liter. Kendaraan Dyna 110 FT menempuh jarak 24,4 km, kendaraan Isuzu ELF pertama menempuh jarak 22,15 km dan kendaraan Isuzu ELF kedua menempuh jarak 21,70 km, sehingga total kendaraan yang menggunakan bahan bakar solar menempuh jarak sebesar 68,3 km. Pada bahan bakar solar menggunakan rasio 1:6 yaitu 1 liter solar untuk 6 km sehingga bahan bakar solar yang digunakan untuk sekali pengantaran galon adalah sebesar 11,39 liter.

Biaya solar untuk 3 (tiga) kendaraan = 11,39 liter x Rp6.700/liter  
= Rp76.313

Kendaraan yang menggunakan bahan bakar pertalite menempuh jarak 25,8 km dengan jenis kendaraan Carry Pick-Up. Pada bahan bakar pertalite menggunakan rasio 1:9 yaitu 1 liter pertalite untuk 9 km sehingga bahan bakar pertalite yang digunakan untuk sekali pengantaran galon adalah sebesar 2,9 liter.

Biaya pertalite untuk 1 (satu) kendaraan = 2,9 liter x Rp10.000/liter  
= Rp29.000

Sehingga biaya distribusi yang dikeluarkan perusahaan dalam sekali pengantaran menggunakan rute awal, yaitu:

Total biaya distribusi semua kendaraan = Rp76.313 + Rp29.000  
= Rp105.313

Biaya 1 (satu) bulan = 30 x Rp105.313  
= Rp3.159.390

Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan biaya bahan bakar yang

dikeluarkan perusahaan untuk rute awal selama sehari sebesar Rp105.313 dan dalam 1 (bulan) bulan kerja mengeluarkan biaya distribusi sebesar Rp3.159.390.

### Saving Matrix

Tabel 4 adalah tabel yang berisikan jarak gudang dengan pelanggan dan jarak pelanggan dengan pelanggan lainnya pada perusahaan yang didapatkan dengan menggunakan bantuan Google Maps dan DINAS PUPR.

**Tabel 4. Matrik Jarak**

	G	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
G	0	3	3.3	4	4.7	4.6	5	6	10	9.5	9.1	10	8.2	10	6.9	9.5	9	8.6	9.1	10	11
C1	3	0	0.45	2	2.7	2.6	2.4	4	7.2	6.5	6.1	7	5.2	7.8	5	7.6	7.1	6.5	7.8	8.6	9.5
C2	3.3	0.45	0	1.5	2.2	2.1	2.5	3.5	7.8	7.1	6.7	7.7	5.8	7.8	4.7	7.3	6.5	6.4	8	8.3	8.2
C3	4	2	1.5	0	0.7	0.55	1	2	7.2	6.5	6.1	7.1	5.2	8.7	5.6	8.3	7.8	7.3	9	9.3	9.4
C4	4.7	2.7	2.2	0.7	0	0.45	0.85	1.3	7.1	6.3	6	7	5.1	9.1	6.9	8.6	8.1	7.4	8.8	10	9.4
C5	4.6	2.6	2.1	0.55	0.45	0	0.45	1.7	6.7	5.9	5.6	6.6	4.7	8.7	6.2	8.2	7.7	6.9	8.4	9.8	9
C6	5	2.4	2.5	1	0.85	0.45	0	2.2	6.2	5.5	5.1	6.1	4.2	8.3	6.6	7.8	7.3	6.5	7.9	10	8.5
C7	6	4	3.5	2	1.3	1.7	2.2	0	8.4	7.7	7.3	8.3	6.4	10	7.7	10	9.5	8.7	10	11	11
C8	10	7.2	7.8	7.2	7.1	6.7	6.2	8.4	0	0.75	1.5	0.9	2.1	9.6	8.5	9.1	8.6	7.8	9.2	12	9.8
C9	9.5	6.5	7.1	6.5	6.3	5.9	5.5	7.7	0.75	0	1.2	0.65	1.8	9.3	8.2	8.8	8.3	7.5	8.5	12	9.6
C10	9.1	6.1	6.7	6.1	6	5.6	5.1	7.3	1.5	1.2	0	1.8	0.55	8.1	7	7.6	7.1	6.3	8.1	10	8.3
C11	10	7	7.7	7.1	7	6.6	6.1	8.3	0.9	0.65	1.8	0	2.5	10	9	9.6	9.1	8.3	9.1	12	10
C12	8.2	5.2	5.8	5.2	5.1	4.7	4.2	6.4	2.1	1.8	0.55	2.5	0	7.5	6.4	7	6.5	5.7	7.2	9.7	7.8
C13	10	7.8	7.8	8.7	9.1	8.7	8.3	10	9.6	9.3	8.1	10	7.5	0	4	1.3	1	2.3	0.6	4	0.65
C14	6.9	5	4.7	5.6	6.9	6.2	6.6	7.7	8.5	8.2	7	9	6.4	4	0	3.1	2.6	2.2	3.3	5.8	4.2
C15	9.5	7.6	7.3	8.3	8.6	8.2	7.8	10	9.1	8.8	7.6	9.6	7	1.3	3.1	0	0.5	1.9	0.75	2.7	2
C16	9	7.1	6.5	7.8	8.1	7.7	7.3	9.5	8.6	8.3	7.1	9.1	6.5	1	2.6	0.5	0	1.4	0.4	3.2	1.6
C17	8.6	6.5	6.4	7.3	7.4	6.9	6.5	8.7	7.8	7.5	6.3	8.3	5.7	2.3	2.2	1.9	1.4	0	2.2	5	2.6
C18	9.1	7.8	8	9	8.8	8.4	7.9	10	9.2	8.5	8.1	9.1	7.2	0.6	3.3	0.75	0.4	2.2	0	3.4	1.2
C19	10	8.6	8.3	9.3	10	9.8	10	11	12	12	10	12	9.7	4	5.8	2.7	3.2	5	3.4	0	4.1
C20	11	9.5	8.2	9.4	9.4	9	8.5	11	9.8	9.6	8.3	10	7.8	0.65	4.2	2	1.6	2.6	1.2	4.1	0

Pembuatan matriks penghematan ini dilakukan dengan berdasarkan matriks jarak dari satu lokasi ke lokasi lainnya yang diolah dengan menggunakan rumus pada persamaan (2). Matriks penghematan terhadap jarak pendistribusian oleh perusahaan dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Matrik Penghematan**

	G	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
G	0	3	3.3	4	4.7	4.6	5	6	10	9.5	9.1	10	8.2	10	6.9	9.5	9	8.6	9.1	10	11
C1	3	0	0.45	2	2.7	2.6	2.4	4	7.2	6.5	6.1	7	5.2	7.8	5	7.6	7.1	6.5	7.8	8.6	9.5
C2	3.3	0.45	0	1.5	2.2	2.1	2.5	3.5	7.8	7.1	6.7	7.7	5.8	7.8	4.7	7.3	6.5	6.4	8	8.3	8.2
C3	4	2	1.5	0	0.7	0.55	1	2	7.2	6.5	6.1	7.1	5.2	8.7	5.6	8.3	7.8	7.3	9	9.3	9.4
C4	4.7	2.7	2.2	0.7	0	0.45	0.85	1.3	7.1	6.3	6	7	5.1	9.1	6.9	8.6	8.1	7.4	8.8	10	9.4
C5	4.6	2.6	2.1	0.55	0.45	0	0.45	1.7	6.7	5.9	5.6	6.6	4.7	8.7	6.2	8.2	7.7	6.9	8.4	9.8	9
C6	5	2.4	2.5	1	0.85	0.45	0	2.2	6.2	5.5	5.1	6.1	4.2	8.3	6.6	7.8	7.3	6.5	7.9	10	8.5
C7	6	4	3.5	2	1.3	1.7	2.2	0	8.4	7.7	7.3	8.3	6.4	10	7.7	10	9.5	8.7	10	11	11
C8	10	7.2	7.8	7.2	7.1	6.7	6.2	8.4	0	0.75	1.5	0.9	2.1	9.6	8.5	9.1	8.6	7.8	9.2	12	9.8
C9	9.5	6.5	7.1	6.5	6.3	5.9	5.5	7.7	0.75	0	1.2	0.65	1.8	9.3	8.2	8.8	8.3	7.5	8.5	12	9.6
C10	9.1	6.1	6.7	6.1	6	5.6	5.1	7.3	1.5	1.2	0	1.8	0.55	8.1	7	7.6	7.1	6.3	8.1	10	8.3
C11	10	7	7.7	7.1	7	6.6	6.1	8.3	0.9	0.65	1.8	0	2.5	10	9	9.6	9.1	8.3	9.1	12	10
C12	8.2	5.2	5.8	5.2	5.1	4.7	4.2	6.4	2.1	1.8	0.55	2.5	0	7.5	6.4	7	6.5	5.7	7.2	9.7	7.8
C13	10	7.8	7.8	8.7	9.1	8.7	8.3	10	9.6	9.3	8.1	10	7.5	0	4	1.3	1	2.3	0.6	4	0.65
C14	6.9	5	4.7	5.6	6.9	6.2	6.6	7.7	8.5	8.2	7	9	6.4	4	0	3.1	2.6	2.2	3.3	5.8	4.2
C15	9.5	7.6	7.3	8.3	8.6	8.2	7.8	10	9.1	8.8	7.6	9.6	7	1.3	3.1	0	0.5	1.9	0.75	2.7	2
C16	9	7.1	6.5	7.8	8.1	7.7	7.3	9.5	8.6	8.3	7.1	9.1	6.5	1	2.6	0.5	0	1.4	0.4	3.2	1.6
C17	8.6	6.5	6.4	7.3	7.4	6.9	6.5	8.7	7.8	7.5	6.3	8.3	5.7	2.3	2.2	1.9	1.4	0	2.2	5	2.6
C18	9.1	7.8	8	9	8.8	8.4	7.9	10	9.2	8.5	8.1	9.1	7.2	0.6	3.3	0.75	0.4	2.2	0	3.4	1.2
C19	10	8.6	8.3	9.3	10	9.8	10	11	12	12	10	12	9.7	4	5.8	2.7	3.2	5	3.4	0	4.1
C20	11	9.5	8.2	9.4	9.4	9	8.5	11	9.8	9.6	8.3	10	7.8	0.65	4.2	2	1.6	2.6	1.2	4.1	0

Setelah matriks penghematan terbentuk, langkah selanjutnya adalah menyusun peringkat dari nilai terbesar ke nilai terkecil. Ini bertujuan untuk mengetahui rute mana yang dapat digabung untuk pengiriman selanjutnya. Untuk mengetahui rute tersebut layak

dipersatukan atau tidak, harus memperhatikan jumlah permintaan dan kapasitas kendaraan. Untuk itu, rute dari Metode *Saving Matrix* dapat dilihat pada Tabel 6.

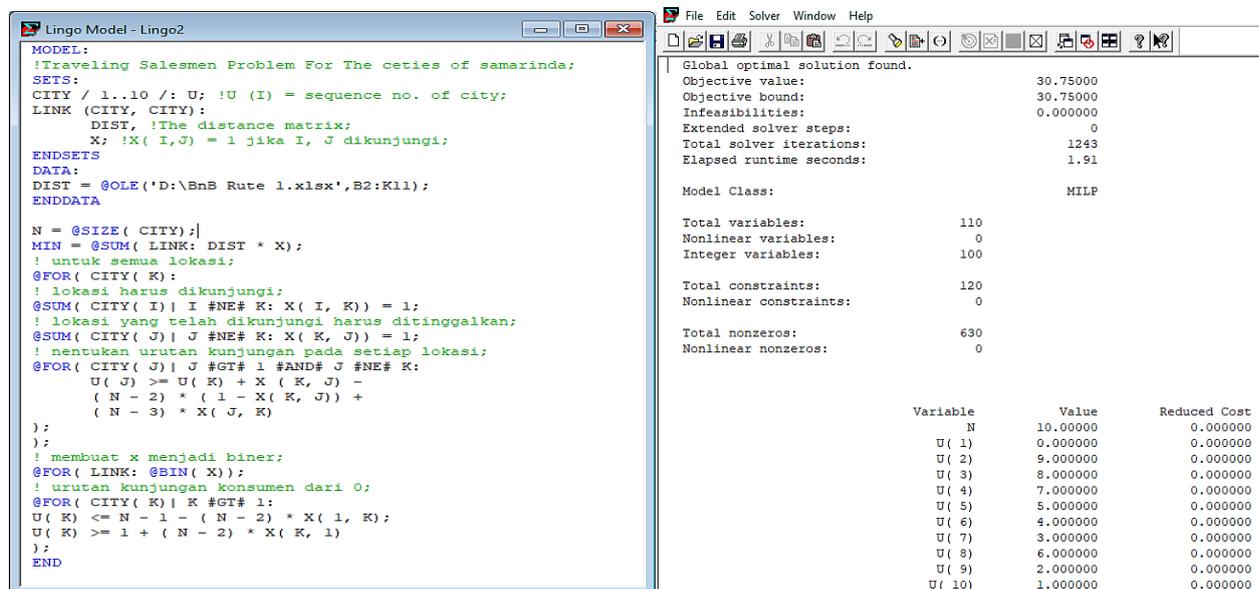
**Tabel 6.** Hasil Metode *Saving Matrix*

Kendaraan	Rute	Total Kapasitas (Galon)	Jarak Tempuh (KM)
Dyna 110 FT	G-C13-C20-C18-C15-C16-C17-C19-C14-C5-G	200	36.10
Isuzu ELF	G-C8-C11-C9-C10-C12-G	110	21.5
Isuzu ELF	G-C4-C7-C6-C3-G	115	13.2
Carry Pick-Up	G-C1-C2-G	45	6.75
	Total Jarak Tempuh		77.6

### Branch and Bound

Metode Branch and Bound merupakan langkah yang selanjutnya dilakukan setelah menentukan rute dengan menggunakan Metode Saving Matrix. Metode Branch and Bound bertujuan untuk mencari alternatif solusi rute dengan jarak yang minimum dengan bantuan Software Lingo berdasarkan hasil dari metode yang dilakukan sebelumnya.

Sebagai contoh untuk penentuan rute kendaraan menggunakan software LINGO dapat dilakukan pada kendaraan pertama yaitu Dyna 110 FT. Langkah pertama adalah membuat script pada model Lingo. Kemudian, data yang digunakan adalah hasil rute pertama pada Metode Saving Matrix. Pada rute pertama yang berjumlah 10 titik digunakan sebagai input untuk set pada bagian city. Setiap titik pada rute tersebut dibuat ke dalam bentuk matriks jarak sebagai input untuk data pada bagian dist. Setelah itu, dapat dilakukan solve pada Software Lingo. Langkah tersebut dilakukan terhadap seluruh rute yang sebelumnya telah dihasilkan dari Metode Saving Matrix untuk menghasilkan rute pada kendaraan lainnya. Metode *Branch and Bound* merupakan langkah yang selanjutnya dilakukan setelah menentukan rute dengan menggunakan Metode *Saving Matrix*. Metode *Branch and Bound* bertujuan untuk mencari alternatif solusi rute dengan jarak yang minimum dengan bantuan *Software* Lingo berdasarkan hasil dari metode yang dilakukan sebelumnya.



**Gambar 2.** Input dan Output Software Lingo

Berikut adalah hasil pembentukan rute menggunakan metode bracnh abnd

bound dari rute hasil savings matrix dengan alat bantu *software* Lingo

**Tabel 7.** Alokasi Kendaraan

Kendaraan	Rute	Total Kapasitas (Galon)	Jarak Tempuh (KM)
Dyna 110 FT	G-C5-C14-C17-C16-C15-C19-C18-C20-C13-G	200	30.75
Isuzu ELF	G-C9-C11-C8-C10-C12-G	110	21.3
Isuzu ELF	G-C7-C4-C6-C3-G	115	9.15
Carry Pick-Up	G-C1-C2-G	45	6.75
Total Jarak Tempuh Rute Usulan			68.0

Berdasarkan Tabel 7 di atas, total jarak tempuh yang dihasilkan dari Metode *Branch and Bound* adalah 68 km. Kendaraan menggunakan bahan bakar jenis solar menempuh jarak 61,2 km dengan rincian kendaraan Dyna 110 FT menempuh jarak 30,75 km, kendaraan Isuzu ELF pertama menempuh jarak 21,3 km dan kendaraan Isuzu ELF kedua menempuh jarak 9,15 km. Pada bahan bakar solar menggunakan rasio 1:6 yaitu 1 liter solar untuk 6 km sehingga bahan bakar solar yang digunakan untuk sekali pengantaran galon adalah sebesar 10,2 liter.

$$\begin{aligned} \text{Biaya kendaraan solar} &= 10,2 \text{ liter} \times \text{Rp}6.700/\text{liter} \\ &= \text{Rp}68.340 \end{aligned}$$

Kendaraan yang menggunakan bahan bakar pertalite menempuh jarak 6,75 km dengan jenis kendaraan Carry Pick-Up. Pada bahan bakar pertalite menggunakan rasio 1:9 yaitu 1 liter pertalite untuk 9 km sehingga bahan bakar pertalite yang digunakan untuk sekali pengantara galon adalah sebesar 0,75 liter.

$$\begin{aligned} \text{Biaya kendaraan pertalite} &= 0,75 \text{ liter} \times \text{Rp}10.000/\text{liter} \\ &= \text{Rp}7.500 \end{aligned}$$

Sehingga biaya distribusi yang dikeluarkan perusahaan apabila menggunakan hasil rute usulan dalam sekali pengantaran yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya distribusi} &= \text{Rp}68.340 + \text{Rp}7.500 \\ &= \text{Rp}75.840 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya 1 (satu) bulan} &= 30 \times \text{Rp}75.840 \\ &= \text{Rp}2.275.200 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan tersebut didapatkan biaya bahan bakar pendistribusian apabila perusahaan menggunakan rute usulan dengan metode *Savings Matrix* yang dilanjutkan *Branch and Bound* selama sehari sebesar Rp75.840 dan dalam 1 bulan sebesar Rp2.275.200.

### Perbandingan Hasil

Setelah dilakukan engolahan data, maka dapat dilakukan pembahasan berupa perbandingan hasil. Perbandingan ini dilakukan antara hasil dari penentuan rute distribusi awal dan distribusi usulan. Perbandingan ini berisikan rincian kendaraan rute, kapasitas, total jarak dan biaya pengiriman. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel 8 sebagai berikut.

**Tabel 8.** Perbandingan hasil

Rute	Kendaraan	Rute	Total Kapasitas (Galon)	Jarak Tempuh (KM)	Biaya Distribusi per hari
Rute Awal	Dyna 110 FT	G-C3-C4-C7-C5-C6-C9-C8-G	195	24.4	Rp105.313
	Isuzu ELF	G-C14-C16-C18-C13-C20-G	110	22.15	
	Isuzu ELF	G-C1-C2-C11-C10-C12-G	105	21.70	
	Carry Pick-Up	G-C15-C19-C17-G	60	25.8	
				Total Jarak Tempuh	94.1
Rute Usulan	Dyna 110 FT	G-C5-C14-C17-C16-C15-C19-C18-C20-C13-G	200	30.75	Rp75.840
	Isuzu ELF	G-C9-C11-C8-C10-C12-G	110	21.3	
	Isuzu ELF	G-C7-C4-C6-C3-G	115	9.15	
	Carry Pick-Up	G-C1-C2-G	45	6.75	
				Total Jarak Tempuh	68.0

Berdasarkan hasil perbandingan tersebut, dapat diketahui apabila menerapkan rute usulan maka perusahaan dapat menghemat jarak dengan presentase sebesar 27,74% atau sebesar 26,1 km/distribusi. Hal tersebut juga berdampak pada biaya pendistribusian dengan penghematan dengan presentase sebesar 27,99% atau sebesar Rp29.473/hari atau setara dengan Rp884.190/bulan atau juga setara dengan Rp10.610.280/tahun. Dengan rincian kendaraan Dyna 110 FT menempuh jarak sebesar 30,75 km, kendaraan Isuzu ELF menempuh jarak sebesar 30,45 km dan kendaraan Carry Pick-Up menempuh jarak sebesar 6,75 km. Adapun bahan bakar yang digunakan yaitu bahan bakar solar 10,2 liter dan bahan bakar pertalite sebanyak 0,75 liter untuk sekali pendistribusian

### Simpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, rute distribusi optimal dengan total jarak tempuh yang minimum dapat ditentukan dengan menggunakan Metode *Saving matrix* yang dilanjutkan dengan *Branch and Bound* dengan hasil total jarak tempuh sebesar 68 km. Penghematan biaya bahan bakar yang diperoleh dengan penerapan metode *Saving Matrix* yang dilanjutkan *Branch and Bound* yaitu sebesar Rp75.840 sehingga apabila dibandingkan dengan metode distribusi rute awal memiliki presentase penghematan biaya sebesar 27,99% dari rute awal distribusi atau sebesar Rp29.473.

Dengan begitu, penelitian ini merekomendasikan perusahaan untuk menggunakan rute usulan yang dihasilkan untuk distribusi selanjutnya. Selain itu, untuk penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan waktu tempuh sebagai kriteria tambahan dalam menentukan rute usulan yang lebih baik serta dapat mempertimbangkan penggunaan metode lain seperti Metode *Nearest Neighbor*, Metode *Insertion* dan Metode *Two-Way Exchange Improvement* pada *software* WinQSB yang lebih praktis.

### Daftar Pustaka

- [1] A. H. Mirza and D. Irawan, "Implementasi Metode Saving Matrix Pada Sistem Informasi Distribusi Barang," *J. Ilm. Matrik*, vol. 22, no. 3, pp. 316–324, 2020, doi: 10.33557/jurnalmatrik.v22i3.1050.
- [2] Dina Enjeli Sihombing and Faiz Ahyaningsih, "Optimalisasi Rute Distribusi Air

- Minum Dalam Kemasan Menggunakan Algoritma Genetika Pada Pt. Mual Natio Maju Bersama,” *J. Ris. Rumpun Ilmu Pendidik.*, vol. 2, no. 1, pp. 70–83, 2023, doi: 10.55606/jurripen.v2i1.815.
- [3] D. Dwi Rita Nova and N. Widiastuti, “Pembentukan Karakter Mandiri Anak Melalui Kegiatan Naik Transportasi Umum,” *Comm-Edu (Community Educ. Journal)*, vol. 2, no. 2, p. 113, 2019, doi: 10.22460/comm-edu.v2i2.2515.
- [4] W. Wahab, “Studi Analisis Pemilihan Moda Transportasi Umum Darat di Kota Padang antara Kereta Api dan Bus Damri Bandara Internasional Minangkabau,” *J. Tek. Sipil ITP*, vol. 6, no. 1, pp. 30–37, 2019, doi: 10.21063/jts.2019.v6i01.05
- [5] E. Supardi and R. C. Sianturi, “Metode Saving Matrix Dalam Penentuan Rute Distribusi Premium Di Depot SPBU Bandung,” *J. Logistik Bisnis*, vol. 10, no. 1, p. 89, 2020, doi: 10.46369/logistik.v10i1.844.
- [6] S. Kristina, R. D. Sianturi, and R. Husnadi, “Penerapan Model Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP) Menggunakan Google OR-Tools untuk Penentuan Rute Pengantaran Obat pada Perusahaan Pedagang Besar Farmasi (PBF),” *J. Telemat.*, vol. 15, no. 2, pp. 101–106, 2021, doi: 10.61769/telematika.v15i2.359.
- [7] D. Agustine, I. H. Hadi, and Devi Eka Wardani Meganingtyas, “Masalah Vehicle Routing Problem Pada Pengiriman Barang di kota Bandung utara dengan menggunakan Kluster KMeans dan Algoritma Nearest Neighbor,” *JMT J. Mat. dan Terap.*, vol. 4, no. 2, pp. 1–8, 2022, doi: 10.21009/jmt.4.2.1.
- [8] S. Wulandari, Kusri, and M. R. Arief, “Penerapan Algoritma Palgunadi Pada Split Delivery Vehicle Routing Problem Untuk Pendistribusian Multi Produk,” *J. Inf. Interaktif*, vol. 4, no. 1, pp. 23–30, 2019.
- [9] E. N. Hanifah, “Meminimalkan Biaya Distribusi di PT ENH dengan Menggunakan Metode Saving Matrix dan Nearest Neighbor,” vol. 3, no. 2, pp. 14–18, 2022.
- [10] G. Sari, R. Heryanto, and S. Santoso, “Penentuan Rute Distribusi Menggunakan Model Integer Linear Programming dengan Metode Branch and Bound,” *Go-Integratif J. Tek. Sist. dan Ind.*, vol. 1, no. 01, pp. 69–79, 2020, doi: 10.35261/gijtsi.v1i01.4265.
- [11] R. Ikha, P. Sari, R. Setiowati, Z. Arifin, and H. Masri, “Penerapan Metode Saving Matrix dalam Upaya Pengoptimalan Distribusi Hasil Produksi di PT Putri Kencana Yuvitri,” *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 7, pp. 3672–3685, 2023, [Online]. Available: <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/6223%0Ahttps://jptam.org/index.php/jptam/article/download/6223/5197>
- [12] Agus, W. Eduart, and I. H. Lahay, “Optimasi Rute Distribusi Lpg 3 Kg Pt Xyz Menggunakan Metode Nearest Neighbour & Metode Branch and Bound,” *Semin. Nas. Teknol. Sains dan Hum. 2019*, vol. 2019, no. November, pp. 269–276, 2019, [Online]. Available: <http://jurnal.poligon.ac.id/index.php/semantech/article/view/483/268>