

Optimasi Penentuan Rute Kendaraan Distribusi Produk Air Minum Kemasan Galon Menggunakan Metode *Saving Matrix* di Depot Air Minum Isi Ulang Banyu Belik Purwokerto

Deryl Baharudin S.¹, Salwa Salsabila², dan Nitta Fitria Anggraeni³

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Widyatama, Bandung, Indonesia

¹derylbaharudin29@gmail.com, ²salwasalsabila28@gmail.com, ³nitta.fa@gmail.com

Abstrak

Penentuan rute distribusi merupakan hal yang penting bagi perusahaan untuk meminimalkan biaya distribusi. Sebagai penjual galon air minum isi ulang, pemilihan rute yang optimal perlu menjadi perhatian Depot Banyu Belik karena mempengaruhi biaya pengiriman galon tersebut. *Saving Matrix* adalah salah satu metode untuk penentuan rute distribusi yang optimal. Metode *Saving Matrix* dapat menentukan rute gabungan yang optimal dengan mempertimbangkan kapasitas armada distribusi dan karakteristik matriks jarak yang tidak simetris. Penelitian ini berhasil mendapatkan rute distribusi menggunakan metode *Saving Matrix* yang lebih baik dari segi jarak, waktu, dan biaya. Hasil yang diperoleh adalah penggabungan 10 rute distribusi, penghematan jarak sebesar 38,44%, penghematan waktu 29,52%, dan penghematan biaya distribusi sebesar 32,01%.

Kata kunci: rute distribusi, matriks penghematan, rute asimetris

Abstract

Determination of distribution routes is important for companies to minimize distribution costs. As a seller of refill drinking water gallons, the optimal route selection needs to be a concern of the Banyu Belik Depot because it affects the shipping costs of the gallon. The Saving Matrix is one method for determining the optimal distribution route. The Saving matrix method can determine the optimal combined route by considering the distribution fleet capacity and asymmetrical distance matrix characteristics. This study succeeded in getting a distribution route using the Saving Matrix method which is better in terms of distance, time, and cost. The results obtained are the merging of 10 distribution routes, distance savings of 38.44%, time savings of 29.52%, and savings in distribution costs of 32.01%.

Keywords: distribution routes, saving matrix, asymmetric route

1. Pendahuluan

Pengiriman produk dengan kondisi barang yang baik, tepat waktu dan tempat yang telah ditentukan dipengaruhi oleh proses distribusi dan transportasi yang baik, sehingga distribusi dan transportasi merupakan hal yang penting dalam suatu perusahaan (Ikfan & Ilyas, 2013). Distribusi merupakan bagian dari tahapan *supply chain* yang mana distribusi merupakan suatu kunci dari keuntungan yang akan diperoleh perusahaan karena distribusi akan mempengaruhi secara langsung biaya dari *supply chain* dan kebutuhan konsumen (Ikhsan et al., 2013). Salah satu penentu distribusi yang baik adalah pemilihan rute yang tepat (Rahayu & Yuliana, 2017)

Penentuan rute sendiri diputuskan oleh seorang manajer dalam menentukan rute dan jenis kendaraan apa yang digunakan agar tidak ada kelebihan kapasitas dan pengiriman berlangsung sesuai waktu. Pemilihan rute ini tentu saja digunakan agar terbentuk kombinasi yang tepat dan biaya yang minim dengan cara mengurangi jarak tempuh kendaraan, waktu pengiriman, serta mengurangi kesalahan yang mungkin akan terjadi. Penentuan rute sendiri didasarkan atas sistem pengiriman (Muhammad et al., 2017). Salah satu metode untuk memperoleh rute terpendek dengan kapasitas angkut yang maksimal adalah dengan metode *Saving Matrix*, metode ini digunakan untuk mengetahui urutan rute distribusi yang harus dilalui dan jumlah alat angkut berdasarkan kapasitas dari alat angkut tersebut (Indrawati et al., 2016).

Permasalahan mengenai rute distribusi sudah pernah diselesaikan di penelitian sebelumnya. Rizky et al., 2019 melakukan penelitian untuk menentukan rute distribusi pada salah satu pabrik material bangunan di medan dengan batasan kapasitas pengiriman dan waktu pengiriman namun dengan jarak antar tujuan yang simetris (Rizky et al., 2019).

Beberapa penelitian telah menunjukkan cara pemilihan rute distribusi optimal menggunakan metode *Saving Matrix* dengan karakteristik data jarak antar tujuan yang diasumsikan simetris, namun pada kenyataannya distribusi barang menuju pelanggan belum tentu menggunakan jalur yang sama dengan jalur kembali ke depot, sehingga pertimbangan jarak yang tidak simetris perlu dilakukan. Pada penelitian pemilihan rute distribusi ini akan digunakan metode *Saving Matrix* dengan dipertimbangkan kondisi jarak antar tujuan yang tidak simetris. Tujuan penelitian ini untuk menentukan rekomendasi rute distribusi pengiriman produk pada depot dengan matriks jarak asimetris

Info Makalah:

Dikirim : 04-17-20;

Revisi 1 : 05-23-20;

Diterima : 06-08-20.

Penulis Korespondensi:

Telp : +62-8132-4359-150

e-mail : derylbaharudin29@gmail.com

sehingga didapatkan penghematan jarak, waktu dan biaya distribusi setelah dilakukan perbaikan dengan metode *Saving Matrix*.

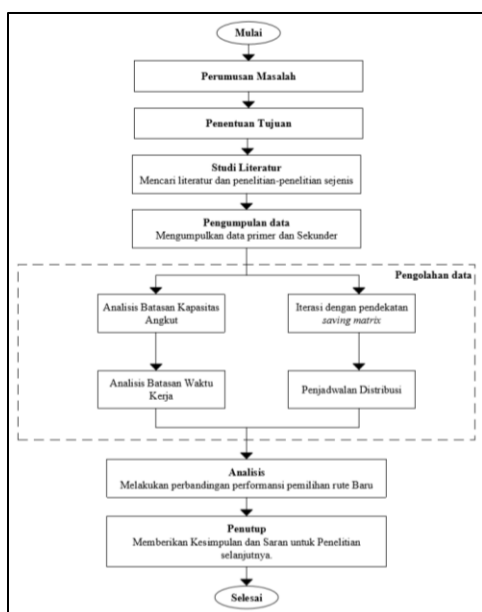
2. Metode

Distribusi merupakan kegiatan memindahkan produk dari pemasok kepada konsumen dalam satu *supply chain*. Dalam *supply chain* sendiri diperlukan adanya kelayakan, keunggulan serta kelemahan pada setiap alat transportasi yang digunakan dalam pendistribusian produk itu sendiri. (Rahayu & Yuliana, 2017). Dalam menyelesaikan masalah distribusi dan operasional, *Saving Matrix* dapat dijadikan alternatif yang baik. Metode ini digunakan untuk menentukan rute distribusi produk ke wilayah pemasaran. Iterasi metode ini dilakukan dengan cara menentukan rute distribusi yang harus dilalui dan jumlah kendaraan berdasarkan kapasitas dari kendaraan tersebut agar mendapatkan rute terpendek sehingga meminimalkan biaya transportasi (Demez, 2013).

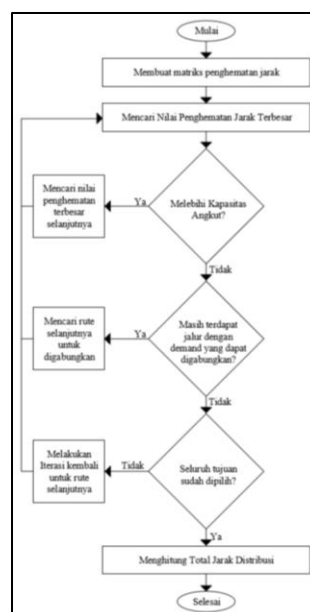
Saving Matrix sendiri memiliki tujuan untuk pengiriman barang dilakukan dengan efektif dan efisien sehingga adanya penghematan dalam aspek biaya, tenaga serta waktu pengiriman. (Suparjo, 2017).

Pada penggunaannya, *Saving Matrix* memiliki asumsi yang perlu diperhatikan, yang pertama adalah jalan dengan dua arah, sehingga jarak dari asal ke tujuan serta tujuan ke asal dianggap sama, jalan diasumsikan dapat dilalui armada dengan kapasitas yang berbeda, serta kondisi lalu lintas tidak mempengaruhi kecepatan kendaraan. (Muhammad et al., 2017).

Penelitian ini diawali dengan perumusan masalah dan tujuan, dilanjutkan dengan studi literatur dan pengumpulan data. Setelah itu dilakukan pengolahan data dengan melakukan iterasi dengan menggunakan metode *Saving Matrix* bersamaan dengan menganalisis batasan kapasitas angkut, kemudian dilakukan penjadwalan distribusi dengan memperhatikan batasan waktu kerja, dilakukan analisis perbandingan performa rute distribusi sebelum dan setelah perbaikan, kemudian diambil kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dibuat. Alur pengerjaan penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi Penelitian



Gambar 2. Prosedur Iterasi Saving Matrix

Penelitian ini menggunakan pendekatan dengan metode *Saving Matrix* untuk menentukan rute gabungan distribusi barang dengan mempertimbangkan kapasitas angkut barang dan jam kerja supir dengan karakteristik jarak antar tujuan yang tidak simetris. Penelitian ini dilakukan di depot air minum isi ulang Banyu Belik di Kabupaten Banyumas, Purwokerto dengan tujuan pengiriman galon ke 20 tujuan pengiriman.

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder.

1. Data primer, data primer yang penulis kumpulkan yaitu: data harga bahan bakar pertalite, kapasitas mobil angkutan, harga servis kendaraan dan penggantian ban, konsumsi bahan bakar mobil, dan kecepatan rata-rata kendaraan.
2. Data Sekunder, data sekunder yang kami kumpulkan yaitu: data *demand* dan jarak tujuan rute, jumlah dan jenis armada yang tersedia.

Prosedur iterasi untuk penentuan rute distribusi menggunakan *Saving Matrix* ditunjukkan pada Gambar 2.

3. Hasil dan Pembahasan

Depot air minum isi ulang Banyu Belik yang berada di Kabupaten Banyumas melakukan distribusi galon air ke 20 tujuan dengan masing-masing *demand* galon air minum yang berbeda. Tabel 1. menunjukkan 20 pelanggan dan masing-masing *demand* tujuan per bulan Februari 2015. *Node* Tujuan merupakan posisi pelanggan dimana terdapat aktivitas pengiriman galon air minum sesuai dengan permintaan dan pengambilan galon kosong untuk dikirim kembali ke depot. *Node* tujuan memiliki jarak yang berbeda-beda terhadap posisi depot Banyu Belik.

Tabel 1. *Demand* Pelanggan Depot Banyu Belik

No.	Alamat Depot	Delivery	Pick Up
1	Kec. Cilongok	45	45
2	Ds. Pasir Kec Karang lewas	35	35
3	Ds. Kedungbanteng Kecamatan Kedung banteng	30	30
4	Kec. Rawalo	35	35
5	Kec. Jatilawang	35	35
6	Kec. Banyumas	45	45
7	Kec. Sumpiuh	50	50
8	Kec. Kalibagor	45	45
9	Kec. Sokaraja	15	15
10	Kec. Somagede	30	30
11	Perumahan Teluk Purwokerto	45	45
12	Tanjung, Purwokerto	25	25
13	Karang Jambu, Purwokerto	40	40
14	Grendeng, purwokerto	40	40
15	Banjar sari, Purbalingga	50	50
16	Pengadegan, Purbalingga	60	60
17	Jl lombok - kel. gunung simping	35	35
18	Jl ternate - kel. gunung simping	45	45
19	Teritih lor, kec jeruk legi	30	30
20	Jl sri gunting - kel. Sidanegara	30	30
Total Galon		765	765

Node tujuan merupakan posisi pelanggan yang terdapat aktivitas pengiriman galon air minum sesuai dengan permintaan dan pengambilan galon kosong untuk dikirim kembali ke depot. *Node* tujuan memiliki jarak yang berbeda-beda terhadap posisi depot Banyu Belik. Tabel 2 menunjukkan matriks jarak antara depot dan *node* tujuan dan jarak antar *node* tujuan.

Tabel 2. Matriks Jarak (Satuan km)

	D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
D	0	18	11	8	29	33	27	42	20	15	30	12	8,8	45	6,4	21	35	54	54	45	56
1	18	0	14	22	23	35	20	48	27	22	38	19	25	56	19	26	50	52	52	36	52
2	11	13	0	15	20	28	17	38	21	15	27	12	8	49	12	37	42	49	49	42	51
3	8	22	15	0	33	40	30	48	27	22	38	19	15	47	15	32	42	59	59	52	61
4	29	23	20	33	0	9,8	5	35	25	29	31	22	21	69	27	54	35	34	34	45	50
5	33	35	28	40	9,9	0	14	37	30	34	39	27	26	74	32	59	61	25	25	23	33
6	27	20	17	30	5	14	0	37	25	27	31	21	19	56	24	53	43	39	39	36	41
7	42	49	39	49	35	37	37	0	23	28	14	32	35	66	36	49	43	46	47	49	48
8	20	26	21	27	25	30	25	22	0	5,4	11	9,6	14	13	13	29	30	49	49	49	51
9	15	23	16	23	26	31	28	27	5,4	0	16	5,7	9,6	41	9,1	27	29	51	51	49	53
10	30	38	28	38	32	38	32	14	12	17	0	21	24	58	25	39	33	49	49	51	51
11	12	19	12	19	22	27	21	32	10	6,1	21	0	4,4	47	6,3	31	34	47	47	44	49
12	8,8	17	9,9	17	23	28	21	35	13	8,3	24	4,4	0	98	6,6	34	37	48	48	44	50
13	44	60	53	47	47	76	57	67	14	42	55	48	48	0	42	48	45	93	93	93	94
14	6,4	18	11	15	27	32	24	35	13	8,2	24	7,2	6,8	42	0	27	30	52	52	49	54
15	21	26	19	26	32	37	31	28	6,6	4,8	17	9	13	38	12	0	24	54	55	54	56
16	35	50	43	42	55	60	55	40	30	28	34	33	36	45	31	30	0	78	78	80	83
17	54	52	48	60	34	25	39	48	48	54	49	47	46	91	52	75	80	0	1	13	1,3
18	54	52	48	60	34	25	39	48	48	55	49	48	47	93	52	77	82	1	0	15	3,3
19	45	36	39	49	25	16	26	52	45	49	53	42	41	88	46	74	79	9,9	9,1	0	15
20	56	52	50	62	36	27	40	49	50	56	51	49	48	94	54	78	83	2,3	2,4	15	0

Kendaraan yang dimiliki depot Air Minum isi ulang Banyu Belik adalah 2 unit Mobil Grandmax dengan kapasitas 90 Galon dan 2 unit Motor Tossa dengan kapasitas 16 Galon. Dalam perhitungan biaya, penelitian ini hanya

menggunakan 2 unit mobil Grandmax karena mengasumsikan motor Tossa digunakan untuk keperluan layanan antar galon air minum ke tujuan perumahan. Dalam metode *Saving Matrix*, rute distribusi sebelumnya diasumsikan dilakukan dengan 1 *Node* tujuan per rute pengiriman, sehingga terdapat 20 rute pengiriman untuk memenuhi *demand* pelanggan. Tabel 4 menunjukkan rute-rute distribusi sebelum dilakukan perbaikan menggunakan metode *Saving Matrix*.

Tabel 3. Rute Distribusi Sebelum Perbaikan

Rute ke-	Armada	Jalur Rute	Total Jarak (km)
1	Mobil Grandmax Kapasitas 90 Galon	D - 1 - D	36
2		D - 2 - D	22,4
3		D - 3 - D	16
4		D - 4 - D	57
5		D - 5 - D	66,8
6		D - 6 - D	53,4
7		D - 7 - D	84,4
8		D - 8 - D	39
9		D - 9 - D	29,4
10		D - 10 - D	60,4
11		D - 11 - D	23,2
12		D - 12 - D	17,6
13		D - 13 - D	88,8
14		D - 14 - D	12,8
15		D - 15 - D	42,2
16		D - 16 - D	69,6
17		D - 17 - D	108
18		D - 18 - D	108,3
19		D - 19 - D	90,4
20		D - 20 - D	111,8
Total			1137,5

Tabel 4. Biaya Variabel

No.	Variabel Cost	Biaya/Km
1	Bahan Bakar	Rp720
2	Servis Mobil dan Ganti Oli	Rp92
3	Ganti Ban	Rp12
Total Biaya Variabel		Rp825

Proses pendistribusian galon air minum memerlukan biaya yang terdiri dari *Fixed Cost* dan *Variable Cost*. Tabel 4 menunjukkan komposisi dari biaya variabel yang terdiri dari biaya bahan bakar jenis pertalite, biaya ganti oli, servis mobil, dan biaya ganti ban. Komposisi dan jumlah biaya tetap dijelaskan pada Tabel 5.

Tabel 5. Biaya Variabel

Depresiasi Kendaraan	Harga Beli Mobil	Umur Pakai (Bulan)	Harga Jual Mobil	Depresiasi/ Bulan	Depresiasi/ Hari
	Rp150.000.000	120	Rp45.000.000	Rp875.000	Rp35.000
Gaji Supir dan Kuli Angkut	Gaji Supir/ Bulan	Gaji Supir/ Hari + Uang Makan (Rp10.000)	Gaji Kuli/ Bulan	Gaji Kuli/ Hari + Uang Makan (Rp10.000)	Total Gaji/ Hari
	Rp1.000.000	Rp50.000	Rp750.000	Rp40.000	Rp180.000

Langkah awal dalam menentukan rute distribusi menggunakan metode ini adalah membuat matriks penghematan (*Saving Matrix*) untuk setiap tujuan. S_{ij} merupakan jarak tempuh dengan rute distribusi ke tujuan i dan j . Nilai S_{ij} sebelum perbaikan merupakan rute distribusi dari depot ke tujuan i dan kembali ke depot, setelah itu menuju tujuan j dan kembali ke depot sehingga dapat diungkapkan dengan persamaan (1).

$$S_{ij} = S_{depot-i} + S_{i-depot} + S_{depot-j} + S_{j-depot} \quad (1)$$

Nilai S'_{ij} merupakan rute distribusi setelah perbaikan dari depot ke tujuan i , dilanjutkan distribusi ke tujuan j , setelah itu kembali ke depot sehingga dapat diungkapkan dengan persamaan (2).

$$S'_{ij} = S_{depot-i} + S_{i-j} + S_{j-depot} \quad (2)$$

Penghematan jarak merupakan pengurangan jarak dari S_{ij} sebelum perbaikan dan setelah perbaikan.

$$Saving_{ij} = S_{ij} - S'_{ij}$$

$$Saving_{ij} = (S_{depot-i} + S_{i-depot} + S_{depot-j} + S_{j-depot}) - (S_{depot-i} + S_{i-j} + S_{j-depot})$$

$$Saving_{ij} = S_{i-depot} + S_{depot-j} - S_{i-j} \quad (3)$$

Dilakukan perhitungan penghematan biaya untuk setiap tujuan distribusi galon. Tabel 66 Menunjukkan hasil perhitungan penghematan jarak untuk setiap tujuan.

Tabel 6. Matriks Penghematan Biaya

Node	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		15	4,5	23,5	16,2	24,8	11,8	10,7	10,7	10,7	10,3	1,8	7,6	5,9	12,9	3,2	20,3	20,3	27,6	21,5
2	16,1		4,6	20	16,9	21,4	15,3	10,2	10,8	14,2	10,5	12	7,1	6	-5,1	4	16,4	16,4	14,9	16,5
3	4,5	4,6		3,3	1,7	4,7	1,8	0,7	0,7	0,7	0,3	1,8	6,3	-0,2	-3,3	1,2	2,7	2,7	1,2	2,7
4	23,5	20	3,3		52,1	50,2	35,6	23,3	14,5	27,3	18,5	16,6	4,5	8,4	-4,1	28,7	48,4	48,4	28,9	34,4
5	16,2	16,8	1,6	52		45,7	38,7	22,9	14,1	25,1	18,1	16,3	4,3	8,1	-4,3	7,3	62,1	62,1	55,4	56,8
6	24,8	21,4	4,7	50,2	45,8		31,9	21,7	14,7	25,7	16,9	16,9	16	8,7	-5,6	19	41,6	41,6	36,4	41,7
7	11	14,5	1	35,6	38,8	31,7		38,8	29	58,3	21,7	15,7	21,6	13,1	14	33,6	50,2	49,3	38,7	50,2
8	11,7	10,2	0,7	23,1	23,1	21,7	39,6		28,8	38,6	21,5	14,8	51,9	12,9	12	24,7	24,7	24,7	15,9	24,7
9	9,8	10	-0,2	16,9	16,9	13,9	29,8	28,8		28,7	20,6	13,9	18,9	12	9	20,6	18,1	18,1	11,3	18,1
10	9,9	13,4	-0,1	26,3	25,3	24,9	58,3	37,7	27,9		20,6	14,6	17,9	12	11,9	31,9	35,4	35,4	24	35,5
11	11,1	11,3	1,1	18,3	18,3	16,9	22,1	21,1	20,2	21		16	9,9	11,7	1,3	12,9	18,4	18,5	13	18,5
12	10	10,1	0	14,5	14,4	14,9	16,3	15,3	15,2	15,2	16		-44,3	8,6	-4,5	7,1	15,2	15,3	9,7	15,2
13	1,8	1,9	4,5	25,5	1,4	13,3	19	48,7	16,2	18,4	7,6	4,3		7,7	16,8	33,4	4,9	4,9	-3,8	5
14	6,1	6,3	-0,2	8,4	8,3	8,8	13,9	12,9	12,9	12,8	10,8	8,4	9,4		0,8	11,1	8,6	8,6	3,1	8,6
15	12,9	13,1	2,9	17,8	17,7	16,4	35,1	34	31	34	23,7	17	28,8	15,1		31,8	21,1	20,2	12,4	21,1
16	3,1	3,2	1,1	7,9	7,9	6,5	36,6	24,2	21,1	30,8	13,9	7,2	34,9	10,6	26,2		11	11	-0,1	7,9
17	20,3	17	1,8	48,5	62,2	42,2	48,7	25,8	14,3	35,2	18,3	16,5	8,7	8,2	0	8,8		107,1	86,3	108,6
18	20,3	17	1,8	48,5	62,2	42,2	48,7	25,8	14,3	35,2	18,3	16,5	6,9	8,2	-1,8	7	107,2		84,5	106,8
19	27,6	17,6	4,6	49,2	62,5	45,6	35,9	20,1	11,3	22,3	15,3	13,5	3	6	-7,3	0,9	89,3	90,2		86,5
20	21,5	16,9	1,7	48,5	62,1	42,2	48,7	25,7	14,3	35,1	18,3	16,5	7,7	8,2	-0,9	7,9	107,6	107,6	86,6	

Tabel 7. Inisialisasi Iterasi 1 untuk Rute 1

Node	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		15	4,5	23,5	16,2	24,8	11,8	10,7	10,7	10,7	10,3	1,8	7,6	5,9	12,9	3,2	20,3	20,3	27,6	21,5
2	16,1		4,6	20	16,9	21,4	15,3	10,2	10,8	14,2	10,5	12	7,1	6	-5,1	4	16,4	16,4	14,9	16,5
3	4,5	4,6		3,3	1,7	4,7	1,8	0,7	0,7	0,7	0,3	1,8	6,3	-0,2	-3,3	1,2	2,7	2,7	1,2	2,7
4	23,5	20	3,3		52,1	50,2	35,6	23,3	14,5	27,3	18,5	16,6	4,5	8,4	-4,1	28,7	48,4	48,4	28,9	34,4
5	16,2	16,8	1,6	52		45,7	38,7	22,9	14,1	25,1	18,1	16,3	4,3	8,1	-4,3	7,3	62,1	62,1	55,4	56,8
6	24,8	21,4	4,7	50,2	45,8		31,9	21,7	14,7	25,7	16,9	16,9	16	8,7	-5,6	19	41,6	41,6	36,4	41,7
7	11	14,5	1	35,6	38,8	31,7		38,8	29	58,3	21,7	15,7	21,6	13,1	14	33,6	50,2	49,3	38,7	50,2
8	11,7	10,2	0,7	23,1	23,1	21,7	39,6		28,8	38,6	21,5	14,8	51,9	12,9	12	24,7	24,7	24,7	15,9	24,7
9	9,8	10	-0,2	16,9	16,9	13,9	29,8	28,8		28,7	20,6	13,9	18,9	12	9	20,6	18,1	18,1	11,3	18,1
10	9,9	13,4	-0,1	26,3	25,3	24,9	58,3	37,7	27,9		20,6	14,6	17,9	12	11,9	31,9	35,4	35,4	24	35,5
11	11,1	11,3	1,1	18,3	18,3	16,9	22,1	21,1	20,2	21		16	9,9	11,7	1,3	12,9	18,4	18,5	13	18,5
12	10	10,1	0	14,5	14,4	14,9	16,3	15,3	15,2	15,2	16		-44,3	8,6	-4,5	7,1	15,2	15,3	9,7	15,2
13	1,8	1,9	4,5	25,5	1,4	13,3	19	48,7	16,2	18,4	7,6	4,3		7,7	16,8	33,4	4,9	4,9	-3,8	5
14	6,1	6,3	-0,2	8,4	8,3	8,8	13,9	12,9	12,9	12,8	10,8	8,4	9,4		0,8	11,1	8,6	8,6	3,1	8,6
15	12,9	13,1	2,9	17,8	17,7	16,4	35,1	34	31	34	23,7	17	28,8	15,1		31,8	21,1	20,2	12,4	21,1
16	3,1	3,2	1,1	7,9	7,9	6,5	36,6	24,2	21,1	30,8	13,9	7,2	34,9	10,6	26,2		11	11	-0,1	7,9
17	20,3	17	1,8	48,5	62,2	42,2	48,7	25,8	14,3	35,2	18,3	16,5	8,7	8,2	0	8,8		107,1	86,3	108,6
18	20,3	17	1,8	48,5	62,2	42,2	48,7	25,8	14,3	35,2	18,3	16,5	6,9	8,2	-1,8	7	107,2		84,5	106,8
19	27,6	17,6	4,6	49,2	62,5	45,6	35,9	20,1	11,3	22,3	15,3	13,5	3	6	-7,3	0,9	89,3	90,2		86,5
20	21,5	16,9	1,7	48,5	62,1	42,2	48,7	25,7	14,3	35,1	18,3	16,5	7,7	8,2	-0,9	7,9	107,6	107,6	86,6	

Rute awal ditentukan dengan mencari nilai terbesar dari matriks penghematan jarak. Kemudian menganalisis jumlah barang yang distribusi dengan batasan kapasitas angkut (Tabel 6). Tujuan 17 dan 20 mempunyai *demand* gabungan 65 galon sehingga memenuhi Batasan kapasitas angkut (90 galon). Sehingga iterasi 1 menghasilkan rute 17-20 (Tabel 7). Iterasi dilanjutkan dengan mencari nilai *Saving Matrix* terbesar selanjutnya, kemudian menganalisis jumlah *demand* gabungan dan kapasitas angkut distribusi (90 galon). Didapatkan rute selanjutnya 9-17 dengan total *demand* gabungan rute tersebut (9-17-20) adalah 80 galon (Tabel 8). Iterasi dimulai kembali untuk Rute selanjutnya dengan tahapan iterasi yang sama namun tidak mempertimbangkan tujuan yang sudah dipilih pada iterasi rute sebelumnya. Tabel 9 Menunjukkan ringkasan hasil Iterasi rute distribusi galon.

Tabel 8. Iterasi 1 untuk Rute 1

Node	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		15	4,5	23,5	16,2	24,8	11,8	10,7	10,7	10,7	10,3	1,8	7,6	5,9	12,9	3,2	20,3	20,3	27,6	21,5
2	16,1		4,6	20	16,9	21,4	15,3	10,2	10,8	14,2	10,5	12	7,1	6	-5,1	4	16,4	16,4	14,9	16,5
3	4,5	4,6		3,3	1,7	4,7	1,8	0,7	0,7	0,7	0,3	1,8	6,3	-0,2	-3,3	1,2	2,7	2,7	1,2	2,7
4	23,5	20	3,3		52,1	50,2	35,6	23,3	14,5	27,3	18,5	16,6	4,5	8,4	-4,1	28,7	48,4	48,4	28,9	34,4
5	16,2	16,8	1,6	52		45,7	38,7	22,9	14,1	25,1	18,1	16,3	4,3	8,1	-4,3	7,3	62,1	62,1	55,4	56,8
6	24,8	21,4	4,7	50,2	45,8		31,9	21,7	14,7	25,7	16,9	16,9	16	8,7	-5,6	19	41,6	41,6	36,4	41,7
7	11	14,5	1	35,6	38,8	31,7		38,8	29	58,3	21,7	15,7	21,6	13,1	14	33,6	50,2	49,3	38,7	50,2
8	11,7	10,2	0,7	23,1	23,1	21,7	39,6		28,8	38,6	21,5	14,8	51,9	12,9	12	24,7	24,7	24,7	15,9	24,7
9	9,8	10	-0,2	16,9	16,9	13,9	29,8	28,8		28,7	20,6	13,9	18,9	12	9	20,6	18,1	18,1	11,3	18,1
10	9,9	13,4	-0,1	26,3	25,3	24,9	58,3	37,7	27,9		20,6	14,6	17,9	12	11,9	31,9	35,4	35,4	24	35,5
11	11,1	11,3	1,1	18,3	18,3	16,9	22,1	21,1	20,2	21		16	9,9	11,7	1,3	12,9	18,4	18,5	13	18,5
12	10	10,1	0	14,5	14,4	14,9	16,3	15,3	15,2	15,2	16		-44,3	8,6	-4,5	7,1	15,2	15,3	9,7	15,2
13	1,8	1,9	4,5	25,5	1,4	13,3	19	48,7	16,2	18,4	7,6	4,3		7,7	16,8	33,4	4,9	4,9	-3,8	5
14	6,1	6,3	-0,2	8,4	8,3	8,8	13,9	12,9	12,9	12,8	10,8	8,4	9,4		0,8	11,1	8,6	8,6	3,1	8,6
15	12,9	13,1	2,9	17,8	17,7	16,4	35,1	34	31	34	23,7	17	28,8	15,1		31,8	21,1	20,2	12,4	21,1
16	3,1	3,2	1,1	7,9	7,9	6,5	36,6	24,2	21,1	30,8	13,9	7,2	34,9	10,6	26,2		11	11	-0,1	7,9
17	20,3	17	1,8	48,5	62,2	42,2	48,7	25,8	14,3	35,2	18,3	16,5	8,7	8,2	0	8,8		107,1	86,3	108,6
18	20,3	17	1,8	48,5	62,2	42,2	48,7	25,8	14,3	35,2	18,3	16,5	6,9	8,2	-1,8	7	107,2		84,5	106,8
19	27,6	17,6	4,6	49,2	62,5	45,6	35,9	20,1	11,3	22,3	15,3	13,5	3	6	-7,3	0,9	89,3	90,2		86,5
20	21,5	16,9	1,7	48,5	62,1	42,2	48,7	25,7	14,3	35,1	18,3	16,5	7,7	8,2	-0,9	7,9	107,6	107,6	86,6	

Tabel 9. Iterasi Selesai untuk Rute 1

Node	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		15	4,5	23,5	16,2	24,8	11,8	10,7	10,7	10,7	10,3	1,8	7,6	5,9	12,9	3,2	20,3	20,3	27,6	21,5
2	16,1		4,6	20	16,9	21,4	15,3	10,2	10,8	14,2	10,5	12	7,1	6	-5,1	4	16,4	16,4	14,9	16,5
3	4,5	4,6		3,3	1,7	4,7	1,8	0,7	0,7	0,7	0,3	1,8	6,3	-0,2	-3,3	1,2	2,7	2,7	1,2	2,7
4	23,5	20	3,3		52,1	50,2	35,6	23,3	14,5	27,3	18,5	16,6	4,5	8,4	-4,1	28,7	48,4	48,4	28,9	34,4
5	16,2	16,8	1,6	52		45,7	38,7	22,9	14,1	25,1	18,1	16,3	4,3	8,1	-4,3	7,3	62,1	62,1	55,4	56,8
6	24,8	21,4	4,7	50,2	45,8		31,9	21,7	14,7	25,7	16,9	16,9	16	8,7	-5,6	19	41,6	41,6	36,4	41,7
7	11	14,5	1	35,6	38,8	31,7		38,8	29	58,3	21,7	15,7	21,6	13,1	14	33,6	50,2	49,3	38,7	50,2
8	11,7	10,2	0,7	23,1	23,1	21,7	39,6		28,8	38,6	21,5	14,8	51,9	12,9	12	24,7	24,7	24,7	15,9	24,7
9	9,8	10	-0,2	16,9	16,9	13,9	29,8	28,8		28,7	20,6	13,9	18,9	12	9	20,6	18,1	18,1	11,3	18,1
10	9,9	13,4	-0,1	26,3	25,3	24,9	58,3	37,7	27,9		20,6	14,6	17,9	12	11,9	31,9	35,4	35,4	24	35,5
11	11,1	11,3	1,1	18,3	18,3	16,9	22,1	21,1	20,2	21		16	9,9	11,7	1,3	12,9	18,4	18,5	13	18,5
12	10	10,1	0	14,5	14,4	14,9	16,3	15,3	15,2	15,2	16		-44,3	8,6	-4,5	7,1	15,2	15,3	9,7	15,2
13	1,8	1,9	4,5	25,5	1,4	13,3	19	48,7	16,2	18,4	7,6	4,3		7,7	16,8	33,4	4,9	4,9	-3,8	5
14	6,1	6,3	-0,2	8,4	8,3	8,8	13,9	12,9	12,9	12,8	10,8	8,4	9,4		0,8	11,1	8,6	8,6	3,1	8,6
15	12,9	13,1	2,9	17,8	17,7	16,4	35,1	34	31	34	23,7	17	28,8	15,1		31,8	21,1	20,2	12,4	21,1
16	3,1	3,2	1,1	7,9	7,9	6,5	36,6	24,2	21,1	30,8	13,9	7,2	34,9	10,6	26,2		11	11	-0,1	7,9
17	20,3	17	1,8	48,5	62,2	42,2	48,7	25,8	14,3	35,2	18,3	16,5	8,7	8,2	0	8,8		107,1	86,3	108,6
18	20,3	17	1,8	48,5	62,2	42,2	48,7	25,8	14,3	35,2	18,3	16,5	6,9	8,2	-1,8	7	107,2		84,5	106,8
19	27,6	17,6	4,6	49,2	62,5	45,6	35,9	20,1	11,3	22,3	15,3	13,5	3	6	-7,3	0,9	89,3	90,2		86,5
20	21,5	16,9	1,7	48,5	62,1	42,2	48,7	25,7	14,3	35,1	18,3	16,5	7,7	8,2	-0,9	7,9	107,6	107,6	86,6	

Tabel 10. Hasil Iterasi Penentuan Rute Distribusi Galon

RUTE	ARMADA	RUTE ARMADA	Total Demand tiap Rute
1	GRANDMAX 1	DEPOT - 9 - 17 - 20 - DEPOT	80
2	GRANDMAX 2	DEPOT - 19 - 18 - DEPOT	75
3	GRANDMAX 1	DEPOT - 7 - 10 - DEPOT	80
4	GRANDMAX 2	DEPOT - 4 - 5 - DEPOT	70
5	GRANDMAX 1	DEPOT - 8 - 13 - DEPOT	85
6	GRANDMAX 2	DEPOT - 1 - 6 - DEPOT	90
7	GRANDMAX 1	DEPOT - 15 - 12 - DEPOT	75
8	GRANDMAX 2	DEPOT - 11 - 14 - DEPOT	85
9	GRANDMAX 1	DEPOT - 3 - 2 - DEPOT	65
10	GRANDMAX 2	DEPOT - 16 - DEPOT	60

Waktu tempuh untuk distribusi dihitung dari total jarak tiap rute dikalikan dengan kecepatan rata-rata kendaraan yang diasumsikan 30 km/jam. Waktu *loading* dan *unloading* barang diperhitungkan dalam waktu total distribusi. Mengacu pada jurnal Dicky Moriza, dkk dengan judul “Rute Pendistribusian Air Mineral Dalam Kemasan Menggunakan Metode *Nearest Neighbour* Dan *Branch And Bound* di PT Agronesia BMC” bahwa waktu baku untuk *loading* galon berisi air adalah 0.1 menit/galon dan *unloading* 0.5 menit/galon, sementara untuk galon kosong memiliki waktu baku *loading* 0.15/galon dan *unloading* 0.5 menit/galon. (Moriza et al., 2016)

Tabel 11. Waktu Distribusi untuk Rute sebelum Perbaikan

Rute ke-	Armada	Jalur Rute	Total Jarak (km)	Kecepatan rata-rata Armada	Waktu Tempuh (jam)	Jumlah Muatan (Galon)	Waktu Loading + Unloading (menit)		Waktu Pengiriman (jam)
							Depot *)	Node Tujuan **)	
1	Mobil Grandmax Kapasitas 90 Galon	D - 1 - D	36	30 km/jam	1,20	45	11,25	29,25	1,88
2		D - 2 - D	22,4		0,75	35	8,75	22,75	1,28
3		D - 3 - D	16		0,53	30	7,50	19,50	0,98
4		D - 4 - D	57		1,90	35	8,75	22,75	2,43
5		D - 5 - D	66,8		2,23	35	8,75	22,75	2,76
6		D - 6 - D	53,4		1,78	45	11,25	29,25	2,46
7		D - 7 - D	84,4		2,81	50	12,50	32,50	3,56
8		D - 8 - D	39		1,30	45	11,25	29,25	1,98
9		D - 9 - D	29,4		0,98	15	3,75	9,75	1,21
10		D - 10 - D	60,4		2,01	30	7,50	19,50	2,46
11		D - 11 - D	23,2		0,77	45	11,25	29,25	1,45
12		D - 12 - D	17,6		0,59	25	6,25	16,25	0,97
13		D - 13 - D	88,8		2,96	40	10,00	26,00	3,56
14		D - 14 - D	12,8		0,43	40	10,00	26,00	1,03
15		D - 15 - D	42,2		1,41	50	12,50	32,50	2,16
16		D - 16 - D	69,6		2,32	60	15,00	39,00	3,22
17		D - 17 - D	108		3,60	35	8,75	22,75	4,13
18		D - 18 - D	108,3		3,61	45	11,25	29,25	4,29
19		D - 19 - D	90,4		3,01	30	7,50	19,50	3,46
20		D - 20 - D	111,8		3,73	30	7,50	19,50	4,18
Total			1137,5	Total		37,92	765	191,25	497,25

Tabel 12. Waktu Distribusi untuk Rute setelah Perbaikan

Rute ke-	Armada	Jalur Rute	Total Jarak (km)	Kec. rata-rata Armada	Waktu (jam)	Jml Galon	Waktu Loading + Unloading (menit)		Waktu Kirim (jam)
							Di Depot *)	Di Node Tujuan **)	
1	Mobil Grandmax Kapasitas 90 Galon	D - 9 - 17- 20 - D	122,5	30 km/jam	4,08	80	20,00	52,00	5,28
2		D - 19 - 18 - D	108,5		3,62	75	18,75	48,75	4,745
3		D - 7 - 10 - D	86,5		2,88	80	20,00	52,00	4,08
4		D - 4 - 5 - D	71,7		2,39	70	17,50	45,50	3,44
5		D - 8 - 13 - D	75,9		2,53	85	21,25	55,25	3,805
6		D - 1 - 6 - D	64,6		2,15	90	22,50	58,50	3,5
7		D - 15 - 12 - D	42,8		1,43	75	18,75	48,75	2,555
8		D - 11 - 14 - D	24,3		0,81	85	21,25	55,25	2,085
9		D - 3 - 2 - D	33,8		1,13	65	16,25	42,25	2,105
10		D - 16 - D	69,6		2,32	60	15,00	39,00	3,22
Total			1137,5	Total	23,34	700,2	23,34	765	191,25

Pemilihan penjadwalan dilakukan dengan mempertimbangkan waktu kerja supir dan kuli angkut, yaitu 8 jam per hari. Tabel 12 dan Tabel 13 menunjukkan jadwal distribusi galon air minum sebelum dan setelah perbaikan.

Tabel 13. Jadwal Distribusi Barang sebelum Perbaikan

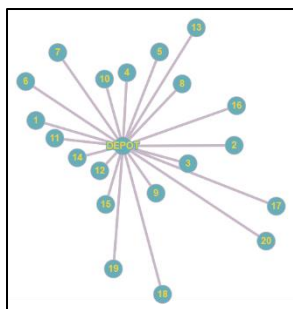
Rute ke-	Rute Distribusi	Waktu Distribusi per Rute (jam)	Waktu distribusi per armada (jam)	Armada yang digunakan	Jadwal Pengiriman
12	D - 12 - D	0,965	7,41	Mobil Grandmax 1	Hari ke-1
15	D - 15 - D	2,16			
18	D - 18 - D	4,285			
3	D - 3 - D	0,98	7,59	Mobil Grandmax 2	Hari ke-1
4	D - 4 - D	2,425			
20	D - 20 - D	4,18			
6	D - 6 - D	2,455	7,61	Mobil Grandmax 1	Hari ke-2
14	D - 14 - D	1,03			
17	D - 17 - D	4,125			
9	D - 9 - D	1,205	7,23	Mobil Grandmax 2	Hari ke-2
10	D - 10 - D	2,46			
13	D - 13 - D	3,56			
2	D - 2 - D	1,275	7,59	Mobil Grandmax 1	Hari ke-3
5	D - 5 - D	2,755			
7	D - 7 - D	3,56			
1	D - 1 - D	1,875	6,78	Mobil Grandmax 2	Hari ke-3
11	D - 11 - D	1,445			
19	D - 19 - D	3,46			
8	D - 8 - D	1,975	5,20	Mobil Grandmax 1	Hari ke-4
16	D - 16 - D	3,22			
Total Waktu Distribusi (jam)			49,40	Total Hari	4 hari

Dari kedua tabel tersebut menunjukkan bahwa jumlah hari yang dibutuhkan untuk distribusi sebelum perbaikan adalah 4 hari dan setelah perbaikan menjadi 3 hari.

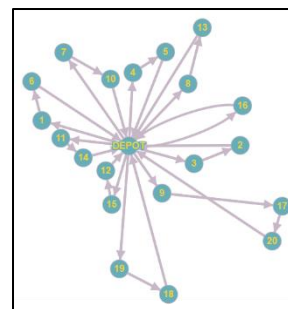
Tabel 14. Jadwal Distribusi Barang setelah Perbaikan

Rute ke-	Rute Distribusi	Waktu Distribusi per Rute (jam)	Waktu distribusi per armada (jam)	Armada yang digunakan	Jadwal Pengiriman
1	D - 9 - 17 - 20 - D	5,28	7,84	Mobil Grandmax 1	Hari ke-1
7	D - 15 - 12 - D	2,555			
2	D - 19 - 18 - D	4,745			
8	D - 11 - 14 - D	2,085	6,83	Mobil Grandmax 2	Hari ke-1
3	D - 7 - 10 - D	4,08			
9	D - 3 - 2 - D	2,105			
4	D - 4 - 5 - D	3,44	6,66	Mobil Grandmax 2	Hari ke-2
10	D - 16 - D	3,22			
5	D - 8 - 13 - D	3,805			
6	D - 1 - 6 - D	3,5	7,31	Mobil Grandmax 1	Hari ke-3
Total Waktu Distribusi (jam)					

Performansi pemilihan rute distribusi yang optimal adalah waktu yang dibutuhkan untuk distribusi barang, Total jarak yang ditempuh, dan biaya distribusi yang dikeluarkan. Gambar 3 dan Gambar 4 menunjukkan rute distribusi sebelum dan setelah perbaikan. Rute sebelum perbaikan merupakan distribusi dengan rute dari depot ke tujuan dan langsung kembali lagi ke depot tanpa pengiriman ke tujuan lain, sementara rute pada Gambar 4 merupakan rute penggabungan distribusi pada beberapa tujuan sekaligus.

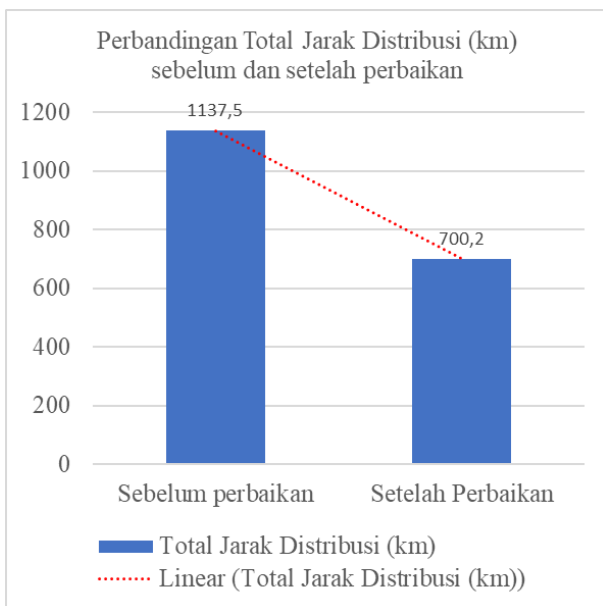


Gambar 3. Rute Distribusi sebelum Perbaikan

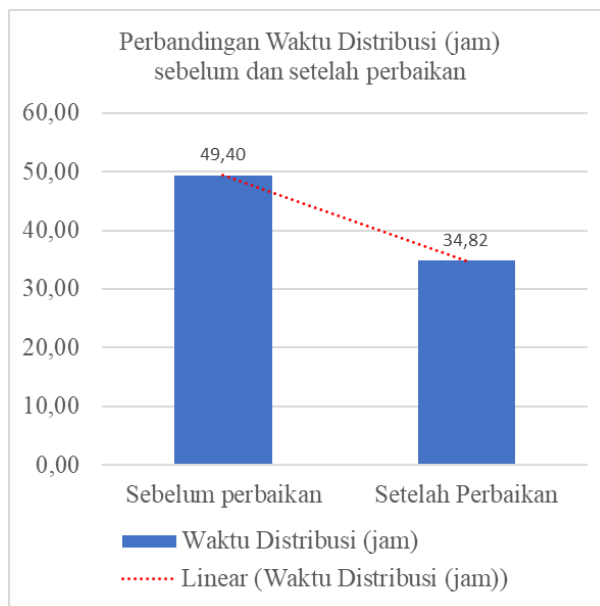


Gambar 4. Rute Distribusi setelah Perbaikan

Perbandingan total jarak distribusi mengalami perbaikan dengan penurunan 38,44% dan waktu distribusi juga mengalami perbaikan dengan penurunan 29,52% yang ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6 dibawah ini:



Gambar 5. Perbandingan Total Jarak Distribusi sebelum dan setelah Perbaikan



Gambar 6. Perbandingan Waktu Distribusi sebelum dan setelah Perbaikan

Perbandingan biaya distribusi sebelum dan setelah perbaikan ditunjukkan pada Tabel 14 dengan mempertimbangkan *fixed cost* dan *variable cost* yang sudah dijelaskan pada Tabel 3 dan Tabel 4 pada bagian sebelumnya.

Tabel 15. Perbandingan Biaya Distribusi sebelum dan setelah Perbaikan

Rute	Jumlah hari distribusi	Total Jarak (km)	Biaya Tetap	Biaya Variabel	Total Biaya
Sebelum Perbaikan	4	1137,5	Rp860.000	Rp937.884	Rp 1.797.884
Setelah Perbaikan	3	700,2	Rp645.000	Rp577.324	Rp 1.222.324

Terjadi penurunan biaya distribusi Rp 575.560 atau sekitar 32,01%.

Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian maka kesimpulan yang dapat diambil adalah:

1. Dapat dilakukan penggabungan rute distribusi galon air minum isi ulang Banyu Belik menggunakan metode *Saving Matrix* dari sebelumnya 20 rute menjadi 10 rute distribusi yaitu:

Tabel 16. Rute Distribusi

RUTE	ARMADA	RUTE ARMADA	Muatan Galon
1	GRANDMAX 1	DEPOT - 9 - 17 - 20 - DEPOT	80
2	GRANDMAX 2	DEPOT - 19 - 18 - DEPOT	75
3	GRANDMAX 1	DEPOT - 7 - 10 - DEPOT	80
4	GRANDMAX 2	DEPOT - 4 - 5 - DEPOT	70
5	GRANDMAX 1	DEPOT - 8 - 13 - DEPOT	85
6	GRANDMAX 2	DEPOT - 1 - 6 - DEPOT	90
7	GRANDMAX 1	DEPOT - 15 - 12 - DEPOT	75
8	GRANDMAX 2	DEPOT - 11 - 14 - DEPOT	85
9	GRANDMAX 1	DEPOT - 3 - 2 - DEPOT	65
10	GRANDMAX 2	DEPOT - 16 - DEPOT	60

2. Perbaikan jalur distribusi galon air minum isi ulang Banyu Belik menggunakan metode *Saving Matrix* menghasilkan penghematan jarak 38,44%, penghematan waktu 29,52%, dan penghematan biaya sebesar 32,01%.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Muhammad Fauzi, S.T., M.Log. atas bimbingan dan *review* pada penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Demez, H. (2013). *Combinatorial Optimization: Solution Methods of Traveling Salesman Problem* [Eastern Mediterranean University]. <http://i-rep.emu.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/11129/654/Demez.pdf?sequence=1>
- Ikfan, N., & Ilyas, M. (2013). Penentuan rute Transportasi Terpendek untuk Meminimalkan Biaya Menggunakan Metode Saving Matriks. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 12(2), 165–178. ISSN 1412-6869
- Ikhsan, A. N., Oesman, T. I., & Yusuf, M. (2013). Optimalisasi distribusi produk menggunakan daerah penghubung dan metode *Saving Matrix*. *Jurnal Rekayasa Dan Inovasi Teknik Industri*, 1(1), 1–10. ISSN: 2338-7750
- Indrawati, I., 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. <https://media.neliti.com/media/publications/168493-ID-penentuan-rute-optimal-pada-pengangkutan.pdf>
- Moriza, D., Adiyanto, H., & Nurdiansyah, Y. (2016). Rute Pendistribusian Air Mineral Dalam Kemasan Menggunakan Metode Nearest Neighbour dan Branch and Bound Di PT Agronesia BMC. *Reka Integra Itenas*, 4(2), 195–205. <https://ejournal.itenas.ac.id/index.php/rekaintegra/article/view/1101>
- Muhammad, Bakhtiar, & Rahmi, M. (2017). Penentuan Rute Transportasi Distribusi Sirup Untuk Meminimalkan Biaya. *Industrial Engineering Journal*, 6(1), 10–15.
- Rahayu, S., & Yuliana, P. (2017). Perencanaan Jadwal Dan Penentuan Rute Distribusi Produk Otomotif Dengan Metode Saving Matriks. *Jurnal Teknik Industri*, 20(01).
- Rizkya, I., Matondang, N., Yahya, M. D., & Ningsih, M. S. (2019). *Design of Distribution Routes Using Saving Matrix Method to Minimize Transportation Cost. 2019 International Conference on Sustainable Engineering and Creative Computing (ICSECC)*, 48–51. <https://doi.org/10.1109/ICSECC.2019.8907004>
- Suparjo, S. (2017). Metode *Saving Matrix* Sebagai Alternatif Efisiensi Biaya Distribusi (Studi Empirik Pada Perusahaan Angkutan Kayu Gelondongan Di Jawa Tengah). *Media Ekonomi Dan Manajemen*, 32(2), 137–153. e-ISSN: 2503-446X