

**OPTIMALISASI RUTE UNTUK MEMINIMALKAN BIAYA
PENGANGKUTAN SAMPAH DI KOTA JEMBER MENGGUNAKAN
METODE SAVING MATRIX OLEH DINAS LINGKUNGAN HIDUP
KABUPATEN JEMBER**

Eka Bambang Gusminto¹

Email: ekabagus825@gmail.com

Rila Putri Lesmana²

Email: rila.lesmana00@gmail.com

Abstract

This study aims to analyze the determination of the distance and route for the implementation of waste transportation by the Environmental Service of Jember Regency. This research was conducted in 3 administrative sub-districts, namely Kaliwates, Patrang, and Summersari sub-districts using the Saving Matrix method. By using the Saving Matrix method, the best solution will be found that can optimize the closest route that can be applied to minimize the cost of transporting waste in the City of Jember. The method starts by determining the Distance Matrix so that later it will be found the Savings matrix. After that, the TPS points are combined into a Saving Matrix route so that a new route will be obtained with a more minimal distance and fuel cost. In this study, it is assumed that 1 liter of diesel can cover a distance of 8 km. The results of this study indicate that the results of research using the saving matrix method can optimize the route to minimize costs by 36.51%, while the fuel cost saved is Rp. 4.016.691,-. This shows that route optimization using the Saving Matrix method can minimize routes and costs for transporting waste by the Jember Environmental Department.

Keywords: *Saving Matrix, Optimization, Transportation*

1. PENDAHULUAN

Direktorat Jenderal Kependudukan dan Pencatatan Sipil (Dukcapil) Kementerian Dalam Negeri (Kemendagri) mencatat, jumlah penduduk Indonesia sebanyak 272,23 juta jiwa. Secara terperinci, terdapat 137,52 juta jiwa berjenis kelamin laki-laki dan 134,71 juta berjenis kelamin perempuan. Jumlah penduduk tersebut bertambah 879 ribu jiwa dari 171,35 juta jiwa pada posisi akhir 2020. Jawa Timur menjadi provinsi dengan jumlah penduduk terbanyak, yakni mencapai 47,59 juta jiwa. Pertumbuhan penduduk Indonesia ini sekaligus sebagai penghasil sumber

¹ Corresponding author: Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Jember, Jl. Kalimantan No. 37, Jember, 68121

² Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Jember, Jl. Kalimantan No. 37, Jember, 68121

sampah menjadi faktor pendukung bertambahnya jumlah keluaran sampah khususnya sampah rumah tangga dan faktor lainnya seperti perubahan pola hidup masyarakat yang semakin konsumtif setiap harinya. Sumber: Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (2020) Luas wilayah Kabupaten Jember mencapai 3.293,34 Km² atau 329.333,94 Ha dan memiliki 31 Kecamatan di dalamnya. Hal ini juga ditunjukkan oleh data timbulan sampah yang dilansir oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember, bahwa timbulan sampah di Kabupaten Jember mencapai 363.391.01 Ton pada tahun 2019 dan meningkat sebesar 370.658.83 Ton pada tahun 2020. Akibat hal tersebut, Terdapat beberapa permasalahan akibat meningkatnya jumlah sampah dan tersebarnya tempat pembuangan sampah di pemukiman penduduk. Oleh karena itu, perlu dimulai dengan mencari dan mengadopsi metode pengolahan yang tepat dan sistematis dari penentuan tempat pembuangan sampah sementara sampai proses pemindahan sampah menuju tempat pemrosesan akhir. Sampah sendiri merupakan permasalahan lingkungan utama yang masih membutuhkan perhatian khusus hingga saat ini oleh seluruh lapisan masyarakat masyarakat. Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk di Indonesia, masa semakin meningkat volume timbulan sampah yang dihasilkan. Badan Standarisasi Nasional (2002) menjelaskan bahwa sampah merupakan benda yang sudah tidak digunakan yang terdiri atas bahan organik maupun anorganik, selanjutnya dikelola agar tidak merusak lingkungan.

Badan Standarisasi Nasional menyampaikan bahwa ada beberapa hal yang mendorong kinerja dalam proses pengangkutan sampah yaitu jenis sampah, pola hidup masyarakat, jarak asal dan tempat pembuangan sampah, anggaran biaya pengelolaan, rencana tata ruang dan pengembangan kota, dan peraturan pemerintah daerah yang bersangkutan. Berdasarkan hal-hal tersebut, salah satu hal yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan pengangkutan sampah dengan meningkatkan kinerja kendaraan. Dalam proses pengiriman sampah tersebut selalu memperhitungkan volume kendaraan dan volume timbulan sampah di setiap titiknya. DLH dalam hal ini memiliki 34 jalur pengiriman sampah dengan jalur tambahan untuk pengangkutan sampah di setiap perusahaan dan instansi yang telah bekerja sama dengan DLH, seperti Rumah Sakit, Puskesmas, Perusahaan, Perumahan dan Instansi Pemerintah. Pemerintahan dalam hal ini memiliki hak untuk mengatur dan mengelola kebijakan terkait sampah. Dalam hal ini Pemerintah Kabupaten melalui DLH yaitu Dinas Lingkungan Hidup yang bergerak sebagai penyelenggara yang menjalankan fungsi di bidang lingkungan hidup. Dinas Lingkungan Hidup Pemerintah Kota Jember sendiri, berlokasi di Kecamatan Pakusari. DLH ini, memiliki 35 truk sampah dengan kondisi yang dinilai kurang baik guna mengangkut sampah. Truk ini akan dikendarai oleh sopir dan petugas pengangkut sampah lalu berkeliling sesuai dengan TPS yang berakhir di TPA. TPA di Kabupaten Jember terdiri atas 5 bagian yaitu TPA Pakusari, TPA Ambulu, TPA Kencong, TPA Balung, TPA Tanggul. TPA Pakusari merupakan tempat pemrosesan dengan ukuran paling luas yaitu mencapai 6,8 Ha.

Pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah penghematan biaya bahan bakar pada kendaraan dump truck pengangkutan sampah oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember, dimana setiap truck diberi kewenangan untuk mengangkut sampah setiap 1 TPS. Hal ini menyebabkan ketidakefisienan dimana muatan untuk sebuah dump truck dapat mengangkut sampah lebih dari sampah yang dihasilkan oleh 1 TPS. Dalam mengoptimalkan sistem pengangkutan tersebut, dilakukan pengoptimalan transportasi yang disebut *Vehicle Routing Problems*. Pada penelitian ini, peneliti fokus pada optimalisasi terhadap rute pengiriman sampah yang ditetapkan

oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Jember. Tujuan akhir nanti diharapkan memberikan saran atas solusi penentuan rute distribusi kepada pihak yang berwenang untuk melakukan pengangkutan sampah dengan menerapkan metode penyelesaian Saving Matrix.

2. KAJIAN LITERATUR DAN PENGEMBANGAN HIPOTESIS

2.1 Supply Chain Management

Menurut Chopra dan Meindl (2007) merujuk rantai pasok sebagai perkumpulan seluruh seluruh bagian yang ikut andil dalam memenuhi kebutuhan konsumen hingga akhir. Hal ini tidak berfokus pada pemasok, melainkan seluruh kegiatan dalam proses pengadaan bahan mentah hingga penyimpanan barang dalam Gudang dan sebagainya. Selain itu, menurut Russel dan Taylor III (2011), *Supply Chain Management* melibatkan kegiatan transformasi, informasi dan alur pengiriman barang maupun jasa perusahaan. Dapat ditarik kesimpulan bahwa *Supply Chain Management* adalah suatu sistem yang terdiri dari para merupakan sistem terpadu yang terdiri mulai dari pemasok, manufaktur, pengiriman, pergudangan, dan konsumen sebagai tujuan akhir dalam proses tujuan produksi barang maupun jasa.

2.2 Manajemen Logistik

Menurut CSCMP (*Council of Supply Chain Managemant*) pada tahun 2013, Manajemen Logistik berhubungan erat dengan rantai pasokan dalam melakukan perencanaan, implementasi, dan pengendalian alur maju dan mundur juga membahas penyimpanan barang, jasa, dan informasi data terkait rute pelanggan dan perusahaan. Tujuan manajemen logistik dalam memperoleh tujuan tepat guna oleh perusahaan melalui integrasi seluruh penerimaan material, pergerakan, dan penyimpanan (Heizer dan Render 2012).

2.3 Transportasi

Transportasi memiliki beberapa jenis angkutan tergantung pada perbedaan sifat, kegunaan, dan biaya pengiriman sehingga menjadikan transportasi terbagi menjadi beberapa jenis yaitu: angkutan kereta api (*railway*), angkutan jalan raya (*rail road*), angkutan laut (*sea freight*), dan angkutan pipa (*pipelene*), angkutan udara (*air transportation*).

2.4 Biaya

Menurut Mulyadi (2011), menyampaikan biaya logistik yang menjadi bagian dalam biaya operasi kegiatan perusahaan menjadi bagian biaya terbesar kedua setelah pengadaan persediaan. Keadaan biaya logistic yang cukup tinggi menyiratkan bahwa terjadi ketidakefektifan dalam proses distribusi. Selain itu Menurut JB. Heckert (2006 dalam Rachman dan Yuningsih 2010) biaya distribusi diartikan sebagai biaya yang terkait dengan semua kegiatan mulai dari saat pengadaan persediaan bahan baku telah dibeli hingga hasil produksi yang dikirim sampai ke tangan pelanggan.

2.5 Metode Saving Matrix

Saving Matrix adalah salah satu metode untuk keputusan operasional minimasi jarak, waktu, atau ongkos dengan mempertimbangkan kendala- kendala yang ada. Metode *Saving Matrix* menghasilkan jadwal dan rute distribusi yang untuk kegiatan pengiriman dari satu lokasi ke banyak lokasi lain yang menjadi tujuan. Metode ini

dikembangkan oleh Clarke Wright dengan tujuan untuk meminimalkan total jarak tempuh atau waktu atau biaya dengan mempertimbangkan armada yang digunakan. Menurut Battarra, metode penghematan ini dapat menjadwalkan kendaraan untuk mendistribusikan produk dari gudang central ke beberapa area pengiriman. Metode ini juga mudah untuk di implementasikan dengan cepat untuk permasalahan yang kompleks. Tujuan dari metode saving adalah untuk meminimasi total jarak perjalanan semua kendaraan dan untuk meminimasi secara tidak langsung jumlah kendaraan yang diperlukan untuk melayani setiap tempat perhentian. Kemudian dua tempat perhentian digabung dalam satu rute yang sama sehingga satu kendaraan tersebut dieliminasi dan jarak tempuh/perjalanan dapat dikurangi. Pendekatan saving mengizinkan banyak pertimbangan yang sangat penting dalam aplikasi yang realistis. Sebelum tempat perhentian dimasukkan ke dalam sebuah rute dengan tempat perhentian berikutnya harus dilihat (Hudori dan Madusari 2017).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Research Model

Obyek penelitian yang dibutuhkan ini ialah pelaksanaan pengangkutan sampah di Kabupaten Jember Provinsi Jawa timur oleh Dinas Lingkungan Hidup. Untuk spesifiknya objek yang digunakan adalah rute pengangkutan sampah di Kecamatan Kaliwates, Patrang, dan Sumber Sari. Pengumpulan data ini dilakukan secara langsung dengan observasi dan wawancara. Analisis data dilaksanakan sebagai upaya untuk mengetahui lebih lanjut mengenai proses pengolahan data menggunakan metode *Saving Matrix*, yaitu: (1) menentukan matrik jarak, (2) menentukan matrik penghematan, (3) menggabungkan titik-titik TPS ke sebuah rute *Saving Matrix*, (4) mengurutkan TPS pada sebuah rute, (5) menghitung biaya.

3.2 Menentukan Matriks Jarak

Matriks jarak didapatkan dari gabungan dari bagian titik-titik rute pengiriman atau pengangkutan. Menghitung jarak rute dapat dilakukan $25 S(a,b) = \text{Dist}(\text{Pusat},a) + \text{Dist}(\text{Pusat},b) - \text{Dist}(a,b)$ dengan menggunakan aplikasi *Google Earth*, *Google Maps*, maupun perhitungan manual dengan menggunakan spidometer. Matriks jarak ini diawali dengan menyusun rute awal yaitu TPA-TPS-TPA.

3.3 Menentukan Matriks Penghematan

Penggabungan antara dua atau lebih titik dengan dilalui hanya oleh satu kendaraan sehingga dapat dilakukan kegiatan penghematan rute, waktu dan biaya kendaraan menunjukkan matriks penghematan. Penggabungan ini tidak diperbolehkan melebihi kapasitas alat angkut. Jika $S(a,b)$ menggambarkan penghematan jarak rute. Hal ini digambarkan dengan titik awal perjalanan \rightarrow titik a \rightarrow titik pusat tujuan dan titik awal perjalanan \rightarrow titik b \rightarrow titik pusat tujuan dikombinasikan ke sebuah rute perjalanan terbaru ialah titik awal perjalanan \rightarrow titik a \rightarrow titik b \rightarrow titik pusat tujuan, maka akan disusun rumus untuk besarnya penghematan:

$$S(a,b) = \text{Dist}(\text{Pusat},a) + \text{Dist}(\text{Pusat},b) - \text{Dist}(a,b)$$

(Sumber: Pujawan 2005)

3.4 Menggabungkan titik-titik TPS ke sebuah rute *Saving Matrix*

Langkah awal yang harus dilakukan ialah mengalokasikan titik TPS pada truk pengangkut sampah. Langkah selanjutnya ialah melakukan perhitungan menggunakan rumus sebelumnya sehingga dapat menggabungkan dua rute yang layak. Disebut layak apabila total pengangkutan yang dilewati berada di bawah kapasitas maksimal transportasi yakni muatan truk. Penggabungan rute difokuskan supaya jarak yang dihemat mendapatkan optimalisasi jarak. Besarnya total pengangkutan yang dilalui suatu rute baru akan di evaluasi dengan melihat jarak penghematan terbesar. Selanjutnya ialah penjumlahan pada pasangan TPS yang memiliki penghematan terbesar sehingga dapat diketahui rute tersebut apakah sesuai dengan kapasitas transportas yakni truk.

3.5 Mengurutkan TPS pada sebuah rute

Berdasarkan nilai penghematan yang telah dipilih, selanjutnya 26 dilakukan pemilihan rute berdasarkan urutan yang diharapkan dapat meminimalkan jarak perjalanan yang harus ditempuh setiap transportasi. Pengurutan rute ini wajib memperhatikan kapasitas muatan truk sampah yang ada di Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember. 3.6.5 Menghitung Biaya Setelah dilakukan penghematan jarak dengan metode *Saving Matrix* yang menghasilkan rute atau jarak baru, dilakukan perhitungan biaya dengan menghitung berapa biaya BBM yang dihabiskan dalam rute baru yaitu mengalikan jarak rute dengan harga BBM saat ini. Perhitungan ini dilakukan sebelum dan sesudah pada jarak yang dihitung dengan metode *Saving Matrix*. Sehingga kita bisa membandingkan perbedaan hasil sebelum dan sesudah biaya dengan jarak rute baru tersebut.

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Kecamatan Sumbersari

Tabel 4.1 Rute awal TPS Kecamatan Sumbersari

Rute	Volume pengangkutan sampah (m ³)	Volume pengangkutan sampah satu bulan (m ³)	Jarak tiap rute PP (Km)	Jarak tiap rute PP satu bulan (Km)
0-1-0	3	90	20,36	610,8
0-2-0	4	120	17,2	516
0-3-0	3	90	15,72	471,6
Total				1.598,40
Biaya bahan bakar				Rp1.646.352

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember, 2020
dengan: 0. TPA Pakusari; 1. Karimata; 2. Mastrip; 3. Sukorejo.

Pengoptimalan rute menggunakan metode *Saving Matrix* untuk kecamatan sumbersari dengan 3 TPS:

- a. Menentukan matriks jarak

Tabel 4.2 Matriks Jarak Rute TPS Kecamatan Sumpalsari

Lokasi	Pakusari (Km)	PS Karimata (Km)	Mastrip (Km)	Sukorejo (Km)
Pakusari (Km)	0			
Karimata (Km)	5,09	0		
Mastrip (Km)	4,3	2,3	0	
Sukorejo (Km)	3,93	1,55	3,5	0

Sumber: Lampiran diolah

- b. Menentukan matriks penghematan

Tabel 4.3 Matriks Penghematan TPS Sumpalsari

Lokasi	Karimata (Km)	Mastrip (Km)	Sukorejo (Km)
Karimata	0		
Mastrip	7,09	0	
Sukorejo	7,47	4,73	0

Sumber: Lampiran diolah

- c. Menggabungkan titik-titik TPS Sukorejo, TPS Karimata dan TPS Mastrip ke sebuah rute baru

Meminimalkan jarak perjalanan yang harus ditempuh dapat dilakukan dengan melihat nilai penghematan terbesar. Berdasarkan perhitungan, 2 TPS Sumpalsari yaitu TPS Karimata dan TPS Sukorejo dapat digabung sehingga dilakukan 1 kali pengangkutan sampah dengan kapasitas 6 Ton. Dan pengangkutan lainnya dilakukan oleh TPS Mastrip sendiri tanpa penggabungan.

- d. Mengurutkan TPS pada sebuah rute

Tabel 4.4 Rute baru TPS Mastrip, TPS Sukorejo dan TPS Karimata

Rute	Volume pengangkutan sampah (m ³)	Volume pengangkutan sampah satu bulan (m ³)	Jarak tiap rute (Km)	Jarak tiap sehari (Km)	Jarak tiap rute satu bulan (Km)
0-3-1-0	6	180	10,57	21,14	634,2
0-2-0	4	120	8,6	17,2	516
Total			25,09	50,18	1150,2

Sumber: Lampiran diolah

dengan: 0. TPA Pakusari; 1. Karimata; 2. Mastrip; 3. Sukorejo

e. Menghitung Biaya

Berikut adalah perhitungan biaya BBM dengan asumsi bahwa setiap 1 liter BBM diperuntukan untuk perjalanan sepanjang 8 Km. Sehingga setiap jarak rute akan dibagi dengan 8 Km lalu hasilnya akan dikalikan dengan harga BBM per liter yaitu sebesar Rp. 5.150:

Tabel 4.5 Biaya BBM Kecamatan Sumpersari

Rute	Jarak tiap rute satu bulan (Km)	Bbm (Rp. 5.150/liter)
0-3-1-0	634,2	Rp653.226
0-2-0	516	Rp531.480
Total	1150,2	Rp1.184.706

Sumber: Lampiran diolah

dengan: 0. TPA Pakusari; 1. Karimata; 2. Mastrip; 3. Sukorejo

4.1.2 Kecamatan Kaliwates**Tabel 6. Rute awal TPS Kecamatan Kaliwates**

Rute	Volume pengangkutan sampah (m3)	Volume pengangkutan sampah satu bulan (m3)	Jarak tiap rute PP (Km)	Jarak tiap rute PP satu bulan (Km)
0-4-0	3	90	29,44	883,2
0-5-0	3	90	49,44	1483,2
0-6-0	4	120	38,6	1158
0-7-0	3	90	37,44	1123,2
0-8-0	3	90	33,96	1018,8
Total				5.666,40
Biaya bahan bakar				Rp5.836.392

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember, 2020

dengan: 0. TPA Pakusari; 4. Talangsari; 5. Mangli; 6. Tegal Besar; 7. Kebonagung; 8. Kertanegara

Pengoptimalan rute menggunakan metode Saving Matrix untuk kecamatan sumpersari dengan 3 TPS:

a. Menentukan matriks jarak

Tabel 4.7 Matriks Jarak Rute TPS Kecamatan Kaliwates

Lokasi	TPA Pakusari (Km)	TPS Talangsari (Km)	TPS Mangli (Km)	TPS Mangli (Km)	TPS Kebonagung (Km)	TPS Kertanegara (Km)
TPA Pakusari	0					
TPS Talangsari	7,36	0				
TPS Mangli	12,36	4,9	0			

Mangli						
TPS Tegal Besar	9,65	2,58	2,99	0		
TPS Kebonagung	9,36	2,7	3,95	3,58	0	
TPS Kertanegara	8,49	0,925	4,88	1,71	2,64	0

Sumber: Lampiran diolah

- b. Menentukan matriks penghematan

Tabel 4.8 Matriks Penghematan TPS Kaliwates

Lokasi	TPS Talangsari (Km)	TPS Mangli (Km)	TPS Mangli (Km)	TPS Kebonagung (Km)	TPS Kertanegara (Km)
TPS Talangsari	0				
TPS Mangli	14,82	0			
TPS Tegal Besar	14,43	19,02	0		
TPS Kebonagung	14,02	17,77	15,43	0	
TPS Kertanegara	14,92	15,97	16,43	15,21	0

Sumber: Lampiran diolah

- c. Menggabungkan titik-titik TPS Sukorejo, TPS Karimata dan TPS Mastrip ke sebuah rute baru

Meminimalkan jarak perjalanan yang harus ditempuh dapat dilakukan dengan melihat nilai penghematan terbesar. Berdasarkan perhitungan, 5 TPS dapat digabung sehingga dilakukan 3 kali pengangkutan sampah yaitu gabungan 1 terdiri TPS Talangsari dan TPS Kertanegara, gabungan 2 terdiri atas TPS Mangli dan TPS Tegal Besar. Untuk TPS Kebonagung dilakukan pengangkutan tanpa penggabungan.

- d. Mengurutkan TPS pada sebuah rute

Tabel 4.9 Rute baru TPS Talangsari, TPS Mangli, TPS Tegal Besar, TPS Kebonagung, dan TPS Kertanegara

Rute	Volume pengangkutan sampah (m3)	Volume pengangkutan sampah satu bulan (m3)	Jarak tiap rute (Km)	Jarak tiap sehari (Km)	Jarak tiap rute satu bulan (Km)
0-3-1-0	6	180	10,57	21,14	634,2
0-2-0	4	120	8,6	17,2	516
Total			25,09	50,18	1150,2

Sumber: Lampiran diolah
dengan: 0. TPA Pakusari; 4. Talangsari; 5. Mangli; 6. Tegal Besar; 7. Kebonagung; 8. Kertanegara

e. Menghitung Biaya

Berikut adalah perhitungan biaya BBM dengan asumsi bahwa setiap 1 liter BBM diperuntukan untuk perjalanan sepanjang 8 Km. Sehingga setiap jarak rute akan dibagi dengan 8 Km lalu hasilnya akan dikalikan dengan harga BBM per liter yaitu sebesar Rp. 5.150:

Tabel 4.10 Biaya BBM Kecamatan Kaliwates

Rute	Jarak tiap rute satu bulan (Km)	Bbm (Rp. 5.150/liter)
0-4-8-0	1006,5	Rp1.036.695
0-5-6-0	1500	Rp1.545.000
0-7-0	1123,2	Rp1.156.896
Total	3630	Rp3.738.591

Sumber: Lampiran diolah
dengan: 0. TPA Pakusari; 4. Talangsari; 5. Mangli; 6. Tegal Besar; 7. Kebonagung; 8. Kertanegara

4.1.3 Kecamatan Patrang

Tabel 4.11 Rute awal TPS Kecamatan Patrang

Rute	Volume pengangkutan sampah (m3)	Volume pengangkutan sampah satu bulan	Jarak tiap rute PP (Km)	Jarak tiap rute PP satu bulan (Km)
0-8-0	3	90	30,72	921,6
0-9-0	3	90	21,52	645,6
0-10-0	1,5	45	33,8	1014
0-11-0	2	60	27,8	834
Total				3415,2
Biaya bahan bakar				Rp3.517.656

Sumber: Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember, 2020
dengan: 0. Pakusari; 9. Manggar; 10. Patrang; 11. Slawu; 12. Cendrawasih.

Pengoptimalan rute menggunakan metode Saving Matrix untuk kecamatan sumpersari dengan 3 TPS:

a. Menentukan matriks jarak

Tabel 4.12 Matriks Jarak Rute TPS Kecamatan Patrang

Lokasi	TPA Pakusari (Km)	TPS Manggar (Km)	TPS Patrang (Km)	TPS Slawu (Km)	TPS Cendrawasih (Km)
TPA Pakusari	0				
TPS Manggar	7,68	0			

TPS Patrang	5,38	3,66	0		
TPS Slawu	8,45	0,99	2,3	0	
TPS Cendrawasih	6,95	1,38	3,89	1,82	0

Sumber: Lampiran diolah

- b. Menentukan matriks penghematan

Tabel 4.13 Matriks Penghematan TPS Kaliwates

Lokasi	TPS Manggar (Km)	TPS Patrang (Km)	TPS Slawu (Km)	TPS Cendrawasih (Km)
TPS Manggar	0			
TPS Patrang	9,4	0		
TPS Slawu	15,14	11,53	0	
TPS Cendrawasih	13,25	8,44	13,58	0

Sumber: Lampiran diolah

- c. Menggabungkan titik-titik TPS Sukorejo, TPS Karimata dan TPS Mastrip ke sebuah rute baru

Meminimalkan jarak perjalanan yang harus ditempuh dapat dilakukan dengan melihat nilai penghematan terbesar. Berdasarkan perhitungan, 4 TPS dapat digabung sehingga dilakukan 2 kali pengangkutan sampah yaitu gabungan 1 terdiri atas TPS Manggar dan TPS Slawu, gabungan 2 terdiri atas TPS Patrang dan Cendrawasih.

- d. Mengurutkan TPS pada sebuah rute

Tabel 4.14 Rute baru TPS Manggar, TPS Patrang, TPS Slawu, dan TPS Cendrawasih

Rute	Volume pengangkutan sampah (m ³)	Volume pengangkutan sampah satu bulan (m ³)	Jarak tiap rute (Km)	Jarak tiap sehari (Km)	Jarak tiap rute satu bulan (Km)
0-9-11-X-0	4,5	135	17,12	34,24	1027,2
0-10-12-X-0	5	150	16,22	32,44	973,2
Total			33,34	66,68	2000,4

Sumber: Lampiran diolah

dengan: 0. Pakusari; 9. Manggar; 10. Patrang; 11. Slawu; 12. Cendrawasih.

- e. Menghitung Biaya

Berikut adalah perhitungan biaya BBM dengan asumsi bahwa setiap 1 liter BBM diperuntukan untuk perjalanan sepanjang 8 Km. Sehingga setiap jarak rute akan dibagi dengan 8 Km lalu hasilnya akan dikalikan dengan harga BBM per liter yaitu sebesar Rp. 5.150:

Tabel 4.15 Biaya BBM Kecamatan Kaliwates

Rute	Jarak tiap rute satu bulan (Km)	Bbm (Rp. 5.150/liter)
0-9-11-0	1027,2	Rp1.058.016
0-10-12-0	973,2	Rp1.002.396
Total	2000,4	Rp2.060.412

Sumber: Lampiran diolah

dengan: 0. Pakusari; 9. Manggar; 10. Patrang; 11. Slawu; 12. Cendrawasih.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Kecamatan Summersari

Berdasarkan rute pengangkutan sampah baru untuk TPS yang berada di Kecamatan Summersari, ditempuh oleh 3 dump truck yang melewati TPS Sukorejo, TPS Karimata dan Mastrip dengan jarak sebesar 1.598,40 Km selama 1 bulan dengan biaya bahan bakar sebesar Rp 1.646.352,-. Untuk sampah pada TPS Sukorejo sendiri memiliki kapasitas rata-rata sebesar 3 Ton, TPS Mastrip memiliki kapasitas rata-rata sebesar 4 Ton, sementara sampah pada TPS Karimata memiliki kapasitas sebesar 3 Ton. Sebenarnya masing-masing dump truck ini memiliki daya angkut sampah sebesar 7 Ton. Pengangkutan yang dilakukan kurang optimal karena pengangkutan sampah pada TPS Mastrip, TPS Sukorejo dan TPS Karimata masing-masing mengangkut sampah kurang dari kapasitas sehingga hal ini belum dikatakan optimal dalam kapasitas pengangkutan oleh dump truck. Setelah menggunakan metode Saving Matrix, menggunakan rute baru, pengangkutan sampah akan dilakukan dengan 2 dump truck yaitu dengan rute gabungan TPS Sukorejo dan Karimata yang dimulai DLH Pakusari menuju TPS Sukorejo lalu menuju TPS Karimata kembali ke TPA Pakusari dengan volume sampah rata-rata 6 m³ dan rute TPS Mastrip dengan volume rata-rata sampah yaitu 4 m³. Kapasitas sampah yang diangkut sama dengan kapasitas muatan dump truck akan diperoleh jarak sebesar 1150,2 Km selama 1 bulan.

Pengangkutan sampah dilaksanakan sesuai dengan pelaksanaan sebelumnya, yaitu dengan 2 sesi pada pukul 06.00 dan 15.00. Sehingga rute akan dilalui selama 2 kali dan menempuh jarak sebanyak 1150,2 Km dengan biaya bahan bakar sebesar Rp. 1.184.706,- dalam sebulan. Berikut adalah tabel mengenai 2 rute jalur baru yaitu gabungan TPS Sukorejo dan Karimatan, TPS Mastrip.

4.2.2 Kecamatan Kaliwates

Berdasarkan rute pengangkutan sampah baru untuk TPS yang berada di Kecamatan Kaliwates, ditempuh oleh 5 dump truck yang melewati masing-masing TPS dengan jarak sebesar 1018,8 Km dengan biaya bahan bakar sebesar Rp. 5.836.392,-. Untuk sampah pada TPS Talangsari memiliki kapasitas rata-rata sebesar 3 Ton, untuk sampah pada TPS Jalan Mangli memiliki kapasitas rata-rata sebesar 3 Ton, sementara sampah pada TPS Tegalbesar memiliki kapasitas sebesar 4 Ton. Dilanjut TPS Kebonagung sebesar 3 Ton dan TPS Kertanegara sebesar 3 Ton. Sebenarnya masing-masing dump truck ini memiliki daya angkut sampah sebesar 7 Ton. Pengangkutan yang dilakukan kurang optimal karena pengangkutan sampah pada TPS yang ada di Kaliwates masing-masing mengangkut sampah kurang dari kapasitas truk. Setelah menggunakan metode Saving Matrix, menggunakan rute baru, pengangkutan sampah

akan terbagi menjadi 3 rute baru. Rute pertama, dimulai dari TPA Pakusari menuju TPS Talangsari lalu menuju TPS Kertanegara lalu Kembali ke titik awal dengan volume rata-rata sampah yaitu 6 m³. Rute kedua, diawali dari TPA Pakusari menuju TPS Mangli lalu menuju TPS Kertanegara dan kembali ke TPA Pakusari dengan volume rata-rata sampah yaitu 7 m³. Rute terakhir atau ketiga hanya dilalui 1 TPS yaitu dari TPA Pakusari menuju TPS Kebon Agung lalu Kembali lagi ke TPA Pakusari dengan volume rata-rata sampah yaitu 3 m³. Kapasitas sampah yang diangkut sama dengan kapasitas muata dump truck akan diperoleh jarak sebesar 1123,2 Km.

Pengangkutan sampah dilaksanakan sesuai dengan pelaksanaan sebelumnya, yaitu dengan 2 sesi pada pukul 06.00 dan 15.00. Sehingga rute akan dilalui selama 2 kali dan menempuh jarak sebanyak 1123,2 Km dengan biaya bahan bakar sebesar Rp. 3.738.591,- dalam sebulan.

4.2.3 Kecamatan Patrang

Berdasarkan rute pengangkutan sampah baru untuk TPS yang berada di Kecamatan Sumpalsari, ditempuh oleh 4 dump truck yang melewati TPS Manggar, Patrang, Slawu, dan Cendrawasih dengan jarak sebesar 853,8 Km dengan biaya "rate" bahan bakar sebesar Rp. 7.982.500,-. Setelah menggunakan metode *Saving Matrix*, menggunakan rute baru, pengangkutan sampah akan dimulai DLH Pakusari menuju TPS Mastrip lalu TPS Karimata kembali ke TPA Pakusari dengan volume sampah 7 m³. Kapasitas sampah yang diangkut sama dengan kapasitas muata dump truck dan diperoleh jarak sebesar 52,04 Km.

Pengangkutan sampah dilaksanakan sesuai dengan pelaksanaan sebelumnya, yaitu dengan 2 sesi pada pukul 06.00 dan 15.00. Sehingga rute akan dilalui selama 2 kali dan menempuh jarak sebanyak 104,08 Km dengan biaya bahan bakar sebesar Rp 3.216.072,- dalam sebulan.

5. SIMPULAN, KETERBATASAN, DAN SARAN

Total jarak dari *dump truck* yang melalui TPS yang ada di Kecamatan Sumpalsari, Kecamatan Kaliwates, dan Kecamatan Patrang sebesar 10.680 Km dan setelah menggunakan metode *Saving Matrix* total jarak 6.780 Km. Total jarak pengematan untuk semua kendaraan 3.900 Km, sehingga didapatkan penghematan sebesar 36,51%. Total biaya bahan bakar yang dikeluarkan Dinas Lingkungan Hidup selama ini Rp. 11.000.400,- perbulan dan setelah menggunakan metode *Saving Matrix* Rp. 6.983.709,- perbulan. Biaya bahan bakar yang dihemat Rp.4.016.691,- atau 36,51%. Hasil total masing-masing *dump truck* pada rute awal dan setelah menggunakan metode *Saving Matrix* dapat dilihat pada Lampiran 1. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa optimalisasi rute menggunakan metode *Saving Matrix* meminimalkan rute dan biaya pengangkutan sampah oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Jember.

Solusi permasalahan diatas untuk Dinas Lingkungan Hidup (DLH) sebagai pemangku dalam urusan pengangkutan sampah dapat menentukan rute yang optimal untuk masing-masing kendaraan sehingga setiap rute terbaik yang dilewati akan dapat menghemat bahan bakar dan juga Dinas Lingkungan Hidup dalam menggunakan hasil rute optimal menggunakan metode *Saving Matrix* harus memperhatikan beberapa hal yaitu, kapasitas sampah, lalu lintas rute, kondisi kendaraan, tingkat kemacetan. Hal ini akan membantu dalam penentuan rute terbaik dan optimal. Penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan *software* matematika yang dapat membantu dalam

perhitungan rute menggunakan metode *Saving Matrix*.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2002. Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan. *Badan Standarisasi Nasional*.
<http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1833349.1778770>.
- Chopra, S., dan P. Meindl. 2007. *Supply chain management. Strategy, planning & operation*. Springer.
- Heizer, J., dan B. Render. 2012. *Operations Management book1*. 9th editions.
- Hudori, M., dan S. Madusari. 2017. Penentuan Rute Angkutan Tandan Buah Segar (TBS) Kelapa Sawit Yang Optimal dengan Metode Saving Matrix. *Jurnal Citra Widya Edukasi* 9 (1): 25–39.
- Mulyadi, D. 2011. Pengembangan sistem logistik yang efisien dan efektif dengan pendekatan supply chain management. *Journal of Industrial Research (Jurnal Riset Industri)* 5 (3): 275–282.
- Pujawan, I. N. 2005. The Effect of Different Payment Terms on Order Variability in a Supply Chain. In *Successful Strategies in Supply Chain Management*, 90–108. IGI Global.
- Rachman, G. G., dan K. Yuningsih. 2010. Pengaruh biaya distribusi dan saluran distribusi terhadap volume penjualan (Studi pada Sari Intan Manunggal Knitting Bandung). *Jurnal Riset Akuntansi dan Bisnis* 10 (2).
- Russel, R. S., dan B. W. Taylor III. 2011. *Operations Management*. River Street. NJ: John Wiley & Sons.
- Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. 2020. Grafik Timbulan Sampah Nasional. www.sipsn.menlhk.go.id.
<https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/public/data/timbulan>.