

PENDISTRIBUSIAN SAMPAH DI KABUPATEN SIDOARJO MENGGUNAKAN APLIKASI SIMULASI

Muchammad Tamyiz^{1*} dan Waluyo Prasetyo²

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo

²Program Studi Teknik Industri, Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo

*e-mail: m_tamyiz.tkl@unusida.ac.id

Abstract

The population of Sidoarjo Regency with a relatively high number and growth rate has consequences for the increase of waste produced volume. Increasing of volume waste is directly proportional to the increase in population, meaning that amount of waste produced is increasing (organic and inorganic waste). The TPA center in one of the garbage collection locations in Sidoarjo Regency has exceeded capacity (overload). This research was conducted with the aim of describing initial model of the distribution of waste used, evaluating initial performance model of waste distribution in Sidoarjo Regency, and providing recommendations to propose improvements in the waste distribution model used. The method applied in this study was using simulation. Based on the simulation results, the Third Scenario proposed the route with the most efficient distance, this affected the vehicle's operational time and the operational costs needed.

Keywords: Waste, Distribution of Waste, Simulation, Shortest Route.

Abstrak

Penduduk Kabupaten Sidoarjo dengan jumlah dan tingkat pertumbuhan yang relatif tinggi memiliki konsekuensi terhadap penambahan volume sampah yang dihasilkan. Bertambahnya volume sampah berbanding lurus dengan penambahan jumlah penduduk, artinya jumlah sampah yang dihasilkan semakin meningkat (sampah organik maupun anorganik). Pusat TPA di salah satu lokasi penampungan sampah di Kabupaten Sidoarjo telah melebihi kapasitas (overload). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai untuk menggambarkan model awal dari pendistribusian sampah yang digunakan, mengevaluasi kinerja dari model awal pendistribusian sampah di Kabupaten Sidoarjo, dan memberikan rekomendasi berupa usulan-usulan untuk perbaikan pada model pendistribusian sampah yang digunakan. Metode yang diaplikasikan pada penelitian ini adalah menggunakan simulasi. Berdasarkan hasil dari simulasi, Skenario Ketiga merupakan usulan yang memberikan rute dengan jarak paling efisien, hal ini mempengaruhi waktu operasional kendaraan dan biaya operasional yang dibutuhkan.

Kata kunci: Sampah, Pendistribusian Sampah, Simulasi, Rute Terpendek.

1. PENDAHULUAN

Penduduk Kabupaten Sidoarjo dengan jumlah dan tingkat pertumbuhan

yang relatif tinggi memiliki konsekuensi terhadap penambahan volume sampah yang dihasilkan. Tahun 2012 jumlah

penduduk di kabupaten ini berjumlah 2.053.467 jiwa dan pada tahun 2016 jumlah penduduk yaitu 2.199.171 (terjadi kenaikan sejumlah 145.704 jiwa). Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2009 tentang Pajak Daerah dan Retribusi Daerah dan Peraturan Daerah Kabupaten Sidoarjo Nomor 6 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah dan Retribusi Pelayanan Persampahan/Kebersihan menunjukkan bahwa bertambahnya volume sampah berbanding lurus dengan penambahan jumlah penduduk, artinya jumlah sampah yang dihasilkan semakin meningkat (sampah organik maupun anorganik). Dominasi sampah berasal dari sampah oleh rumah tangga dan perkantoran. Jumlah sampah dari kedua kategori ini terus meningkat. Selain dari akibat jumlah penduduk yang semakin meningkat dan menghasilkan sampah dengan volume yang lebih banyak, secara empiris ditunjukkan bahwa jenis sampah dari kehidupan sehari-hari masyarakat semakin beragam sejalan dengan gaya konsumtif. Sampah anorganik yang dihasilkan semakin bertambah pula, sesuai dengan pola konsumtif masyarakat.

Sampai saat ini, pengelolaan sampah yang dilakukan yaitu memandang sampah sebagai sumber daya dengan nilai non manfaat dan berfokus pada pendekatan hilir. Pengelolaan sampah ini seyogyanya sudah tidak digunakan lagi dan diubah menggunakan paradigma baru yaitu pengelolaan sampah mulai dari hulu sampai hilir. Paradigma baru pengelolaan sampah yaitu melihat sampah sebagai *resource* yang bermanfaat dan pengelolaannya didasarkan pada pendekatan sumber (pendekatan hulu-hilir). Paradigma ini meliputi seluruh siklus-hidup sampah mulai dari hulu

(sebelum dihasilkan) sampai ke hilir (fase produk sudah digunakan dan menjadi sampah) yang selanjutnya diangkut menuju TPA.

Pusat TPA di salah satu lokasi penampungan sampah di Kabupaten Sidoarjo telah melebihi kapasitas (*overload*), Dinas Kebersihan dan Pertamanan (DKP) memiliki rencana untuk membangun TPA Kawasan di setiap kecamatan untuk mengelola sampah yang dihasilkan oleh masyarakat. Eksistensi TPA Kawasan diharapkan akan dapat menurunkan tingkat volume sampah di sentral TPA. Sentral TPA digunakan khusus untuk sampah-sampah yang tidak bisa dimanfaatkan saja. Metode *Sanitary Landfill* tidak berhasil dilakukan karena jarak yang terlalu jauh dan memerlukan biaya mahal untuk menyusun infrastruktur di lokasi tersebut.

Saat ini volume sampah di Kabupaten Sidoarjo mencapai 4.000 m³ per hari (<http://www.kabupatenreport.com/dkp-sidoarjo-ingin-ada-tpa-kawasan-setiap-kecamatan/>). Sampah tersebut baru tertangani 800 m³ atau 20 persennya saja. Masalah sampah yang tak tertangani dengan baik mengakibatkan banyak lokasi di Sidoarjo yang terlihat kumuh akibat tumpukan sampah sehingga tidak jarang meresahkan warga yang tinggal di sekitarnya.

Masalah transportasi sampah merupakan kegiatan yang dilakukan terkait dengan upaya pengelolaan sampah. Transportasi cepat dan efisien merupakan salah satu penjelasan mengenai kota-kota berkembang dan aktivitas-aktivitas yang dilakukan oleh penduduknya. Amerika Serikat melihat kembali sejarah tentang pentingnya peranan transportasi dalam pembangunan ekonomi. Sekitar \$600

miliar dihabiskan setiap tahun untuk kebutuhan transportasi di Amerika Serikat. Lebih dari 5 persen produk domestik bruto AS atau lima sen dari setiap dolar yang dihabiskan di Amerika Serikat, hampir 83 persen dihabiskan untuk transportasi dengan kendaraan bermotor (truk), dan sisanya dikonsumsi oleh moda transportasi lainnya (kereta api, laut, udara, dan jaringan perpipaan). (Goldsby dan Martichenko, 2005).

Sistem transportasi tersebut bertujuan untuk memenuhi kebutuhan pengangkutan dengan mempertimbangkan kecepatan, ketepatan waktu, keandalan, fleksibilitas, ketersediaan, keamanan, kapasitas, dan biaya efisiensi. Moda transportasi truk memiliki keunggulan relatif terhadap moda lain dalam fleksibilitas, keandalan, dan ketersediaannya sehingga *user* lebih menyukainya. Rute-rute yang tersedia dipilih untuk menentukan destinasi dari kendaraan pengangkut. Banyaknya tempat tujuan dan keterbatasan kapasitas kendaraan menjadi kendala dalam masalah ini. Rute-rute yang dipilih memiliki tingkat efisiensi masing-masing, seperti efisiensi jarak, biaya, jumlah kendaraan, dan waktu.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Menggambarkan model awal dari pendistribusian sampah yang digunakan.
2. Melakukan evaluasi kinerja dari model awal pendistribusian sampah di Kabupaten Sidoarjo.
3. memberikan rekomendasi berupa usulan-usulan untuk perbaikan pada model pendistribusian sampah yang digunakan.

Batasan-batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Rute untuk operasional yang diteliti adalah daerah operasional pendistribusian sampah di Kabupaten Sidoarjo.
2. Posisi dari sampah yang diangkut di dalam bak kendaraan tidak diatur dan diperhitungkan dalam penelitian ini.
3. Jam operasional untuk distribusi sampah di Kabupaten Sidoarjo ditetapkan oleh DKP Kabupaten Sidoarjo..

Beberapa asumsi penelitian yang digunakan adalah:

1. Proses pendistribusian sampah dijalankan dengan kondisi lalu lintas lancar dan dengan kondisi kendaraan yang baik.
2. Faktor-faktor gangguan dari alam berupa kemacetan, rute medan yang kurang baik tidak dipertimbangkan dalam hal ini.
3. Proses pendistribusian sampah yang diteliti bukan merupakan kondisi *real time*.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengaplikasikan metodologi dengan menggunakan aplikasi simulasi. Aplikasi ini menggunakan bantuan perangkat lunak SIMIO. Berikut ini langkah-langkah penelitian yang dilakukan pada penelitian ini:

- a. Melengkapi dengan literatur dan *review* kritis untuk mengetahui penelitian-penelitian sebelumnya dan membuat identifikasi pada penelitian yang akan dilakukan. Penelitian-penelitian periode sebelumnya dipakai sebagai acuan dalam membuat model dasar dan digunakan sebagai referensi

- pendukung untuk pengembangan model.
- b. Melakukan pengumpulan data-data yang diperlukan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi.
 - c. Mengolah dan melaksanakan pengecekan distribusi pada data-data yang telah diperoleh.
 - d. Membuat desain model awal, model inilah yang merupakan representasi dari model yang diamati. Pemodelan sistem adalah upaya bagaimana membuat representasi sistem dalam bentuk tertentu yang telah disepakati sebelumnya sehingga dengan perwujudan representasi itu segala bentuk analisis dan pembahasan atas sistem dapat dilakukan (Asmungi, 2007).
 - e. Melaksanakan proses validasi dan verifikasi model sehingga memperoleh model yang mampu mewakili kondisi sebenarnya.
 - f. Melakukan perbaikan pada model yang dibuat apabila masih ditemukan adanya kekeliruan dalam proses trial model.
 - g. Melakukan simulasi menggunakan model yang telah valid. Simulasi dapat diartikan sebagai suatu system yang digunakan untuk memecahkan atau menguraikan persoalan-persoalan dalam kehidupan nyata yang penuh ketidakpastian dengan tidak atau menggunakan model atau metode tertentu dan lebih ditekankan pada pemakaian komputer untuk mendapatkan solusinya. (Kakiay, 2004).
 - h. Membuat usulan-usulan skenario sebagai alternatif model dan kembali melakukan proses pada poin e. Setelah model usulan disimulasikan, maka langkah berikutnya yaitu menuju poin i.
 - i. Membuat analisis dari hasil simulasi yang dijalankan. Menurut Kodoatie (2003), Sistem pengelolaan sampah pada dasarnya dilihat dari komponen-komponen yang saling mendukung satu dengan yang lain, saling berinteraksi untuk mencapai tujuan yaitu kota yang bersih, sehat, dan teratur.
 - j. Menarik kesimpulan berdasarkan dari hasil simulasi yang telah dijalankan dan membuat rekomendasi untuk proses perbaikan.

3. HASIL DAN DISKUSI

Pemindahan sampah adalah kegiatan membawa sampah dari lokasi pemindahan atau langsung dari sumber sampah menuju ke tempat pembuangan akhir. (BSN, 2002). Data-data lokasi TPS/TPST yang diperoleh dari enam kecamatan di Kabupaten Sidoarjo meliputi Kecamatan Candi, Tulangan, Porong, Krembung, Prambon dan Tarik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi TPS/TPST di Enam Kecamatan

No.	Lokasi
1	Tulangan (Kawasan)
2	Grabagan
3	Kepuh Kemiri
4	Kebaron
5	Gelang
6	Kenongo
7	Pangkemiri
8	Kepatihan
9	Kedondong
10	Bendotretak
11	Perum. TAS 5
12	Kedung Kembar
13	Simpang
14	Jedong Cangkring

No.	Lokasi
15	Gelam
16	Ngampelsari
17	Bligo
18	Durungbedug
19	Cangkring Krembung
20	Candipari

Sumber: Hasil Survei

Pada Tabel 1 tersebut ada tiga pembangunan TPS/TPST yang tidak jadi dilaksanakan oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sidoarjo. Tiga TPS/TPST tersebut yaitu Kecamatan Tarik, Kecamatan Candi, dan Lapas Porong. TPS/TPST dengan jumlah tujuh lokasi yang dibangun belum dioperasikan/tidak ada kegiatan pemilahan sampah, lokasi tersebut yaitu TPS Gelam, Simpang, Jedong Cangkring, Bendotretek, Durungbedug, Kedung Kembar, dan TPST Kawasan Candipari. Sedangkan 13 TPS/TPST yang telah dioperasikan antara lain: Kawasan Tulangan, Bligo, Ngampelsari, Grabagan,

Kepuh Kemiri, Kepatihan, Kebaron, Perum. TAS 5, Gelang, Cangkring Krembung, Kedondong, Kenongo, dan Pangkemiri. Total dari 13 TPS/TPST tersebut terdapat empat TPS yang rutin melakukan pengiriman sampah setiap bulan ke TPA Jabon, TPS/TPST tersebut yaitu: Perum TAS 5, Ngampelsari, Grabagan dan Kepuh Kemiri. Pengangkutan sampah menggunakan truk, TPST Grabagan menggunakan *armroll* berkapasitas 6 m³ per angkut dan TPST lainnya menggunakan *dumpruck* berkapasitas 8 m³.

Hampir semua kendaraan yang digunakan untuk mengangkut sampah ke TPS/TPST adalah menggunakan gerobak. Pada beberapa TPS digunakan roda 3 atau mobil *pickup* untuk mengangkut sampah. Gerobak sampah yang digunakan berkapasitas ± 1,9 m³, roda 3 berkapasitas ± 2,9 m³ dan *pickup* ± 4 m³. Jumlah kendaraan dan kapasitas lokasi TPS/TPST dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Kendaraan dan Kapasitas Lokasi

Lokasi	Kapasitas Lokasi (m ³)	Kendaraan Pengangkut Sampah Ke TPS			Kapasitas Kendaraan Satu Kali Angkut (m ³)		
		Gerobak	Roda 3	<i>Pick Up</i>	Gerobak	Roda 3	<i>Pick Up</i>
Tulangan	7380	6	4		1,9	2,9	
Grabagan	335	6			1,9		
Kenongo	2001	8			1,9		
Kepuh Kemiri	196	6			1,9		
Kebaron	1248		1	1	1,9	2,9	4
Gelang	540	6			1,9		
Pangkemiri	510	1	1	1	1,9	2,9	4
Kepatihan	1620		1	1		2,9	4
Kedondong	1392		1			2,9	
Bendotretek	450						
Perum. TAS 5	720	1			1,9		
Kedung Kembar	504		1			2,9	

Lokasi	Kapasitas Lokasi (m ³)	Kendaraan Pengangkut Sampah Ke TPS			Kapasitas Kendaraan Satu Kali Angkut (m ³)		
		Gerobak	Roda 3	Pick Up	Gerobak	Roda 3	Pick Up
Simpang	1080	0	1	0	0	2,9	0
Jedong Cangkring	858	0	1	0	0	2,9	0
Gelam	351	0	0	0	0	0	0
Ngampelsari	483	3	0	1	1,9	0	4
Bligo	867	0	4	0	0	2,9	
Durung Bedug	624	0	0	0	0	0	0
Cangkring Krembung	1380	1	0	0	1,9	0	0
Candipari	38364	0	0	0	0	0	0

Kendaraan-kendaraan pengangkut menggunakan rute dan jarak yang sampah yang digunakan beroperasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jarak dan Rute Truk Pengangkut Sampah pada Model Awal

Lokasi	Depo DLHK ke TPS		TPS ke TPA Jabon	
	Jarak Tempuh (Km)	Rute 1	Jarak Tempuh (Km)	Rute 1
Grabagan	15,5	Depo - Jl Mlg Sby - Jl Ksatrian - Jl Luwung Sarirogo - Jl Wilayut - Jln Ketimang - TPS	30,7	TPS - Popoh - Jl Lebo - Jl Pahlawan - Jl Mlg Sby - Jl Pinggir Kali Porong - TPA Jabon
Kepuh Kemiri	15,5	Depo - Jl Mlg Sby - Jl Ksatrian - Jl Luwung Sarirogo - Jl Wilayut - Jln Ketimang - TPS	30,7	TPS - Popoh - Jl Lebo - Jl Pahlawan - Jl Mlg Sby - Jl Pinggir Kali Porong - TPA Jabon
Perum. TAS 5	25,5	Depo - Jl Mlg Sby - Jl Kesatrian - Jl Sidokepong - Jl Waringin - Jl Temu - Jl Persatuan Iv - TPS	32,3	TPS - Jl Temu - Jl Prambon - Jl Simpang - Jl Cangkring - Jl Bhayangkari - Jl Mlg Sby - Jl Pinggir Kali Porong - TPA
Ngampelsari	8,2	Depo - Jl Mlg Sby - Jl Ngampelsari - TPS	14,7	TPS - Jl Ngampelsari - Jl Mlg Sby - Jl Pinggir Kali Porong - TPA

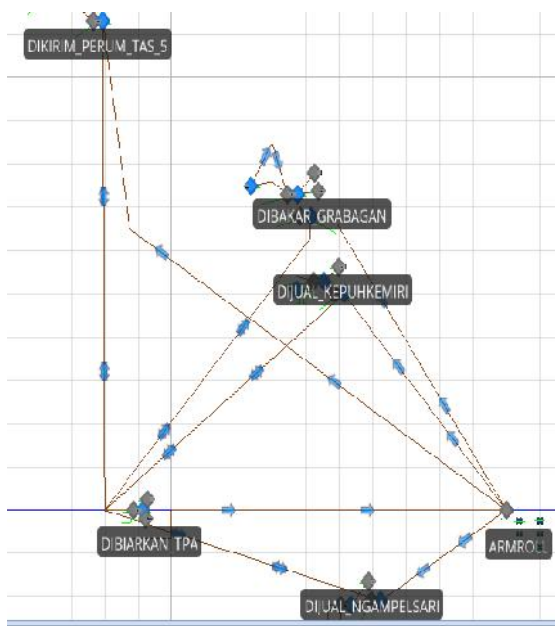
Lokasi Grabagan merupakan TPS yang paling sering dilakukan pengambilan sampah, sementara itu yang paling jarang

diambil yaitu di TPS Perum TAS 5. Jumlah pengambilan sampah disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah Pengambilan Sampah dan Kendaraan yang Digunakan

Lokasi	Jumlah Pengambilan	Jenis Kendaraan
Grabagan	3 kali/minggu	Armroll
Kepuh Kemiri	2 kali/minggu	Dumptruck
Perum. TAS 5	2 kali/bulan	Dumptruck
Ngampelsari	2 kali/minggu	Dumptruck

Pembuatan model simulasi menggunakan perangkat lunak SIMIO. Berdasarkan data-data yang diperoleh di lapangan, dilakukan pembuatan model awal yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Model Awal

Skenario Pemodelan

Terdapat tiga skenario simulasi yang diusulkan, yaitu:

- Skenario 1**, untuk semua TPS/TPST aktif yang melakukan pengiriman sampah menggunakan *dumptruck* dan *armroll* ke TPA Jabon dengan melewati rute pertama pada Tabel 5.
- Skenario 2**, model ini mengadopsi Skenario 1 dengan menggunakan armada kombinasi menuju TPA Jabon dengan melewati rute kedua yang ditentukan pada Tabel 6.
- Skenario 3**, model pada Skenario 3 sama seperti pada Model Skenario 2. Skenario ini mengaplikasikan rute terpendek (Tabel 7) dari dua skenario yang telah ada sebelumnya (digunakan pada Skenario 1 maupun 2).

Tabel 5. Rute Angkut Pertama

No	Lokasi	Jarak Tempuh (Km)	
		Depo - TPS	TPS - TPA
1	Ngampelsari	8,2	14,7
2	Grabagan	15,5	30,7
3	Kepuh Kemiri	15,5	30,7
4	Perum. TAS 5/Kel Temu	25,5	32,3

Tabel 6. Rute Angkut Kedua

No	Lokasi	Jarak Tempuh (Km)	Jarak Tempuh (Km)
		Depo - TPS	TPS - TPA
1	Ngampelsari	9,8	15,1
2	Grabagan	15,1	26,5
3	Kepuh Kemiri	15,1	26,5
4	Perum. TAS 5/Kel Temu	24,9	33,4

Tabel 7. Rute Angkut Ketiga

No	Lokasi	Jarak Tempuh (Km)	Jarak Tempuh (Km)
		Depo - TPS	TPS - TPA
1	Ngampelsari	8,2	14,7
2	Grabagan	15,1	26,5
3	Kepuh Kemiri	15,1	26,5
4	Perum. TAS 5/Kel Temu	24,9	32,3

4. KESIMPULAN

Pengelolaan sampah adalah suatu proses untuk mengurangi volume/sampah dan atau mengubah bentuk sampah menjadi yang bermanfaat, antara lain dengan cara pembakaran, pengomposan, pemadatan, penghancuran, pengeringan, dan pendaur ulangan. (BSN, 2002). Skenario-skenario usulan yang telah dijalankan kemudian dibandingkan dengan yang diusulkan, maka diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Hasil simulasi untuk model awal yaitu: input sampah ke TPA Jabon sebanyak 215 m³; dipilah sebanyak 6 m³ dan dibiarkan begitu saja sebanyak 209 m³. Hasil simulasi Skenario Pertama dengan menggunakan *dumpruck* menghasilkan volume 201 m³ dan *armroll* sebanyak 277 m³. Skenario Kedua dengan menggunakan *dumpruck* menghasilkan sebanyak 203 m³; dipilah sebanyak 7 m³, dan dibiarkan sebanyak 196 m³. Pada Skenario Kedua dengan menggunakan

armroll menghasilkan volume 270 m³; dipilah sebanyak 12 m³, dan dibiarkan sebanyak 258 m³. Untuk kombinasi *dumpruck* dan *armroll* pada Skenario Kedua menghasilkan volume 216 m³; dipilah sebanyak 7 m³, dan dibiarkan sebanyak 209 m³. Untuk *dumpruck* model Skenario Ketiga menghasilkan volume 199 m³; dipilah sebanyak 11 m³, dan dibiarkan sebanyak 188 m³. Skenario Ketiga dengan menggunakan *armroll* menghasilkan volume 272 m³; dipilah sebanyak 21 m³, dan dibiarkan sebanyak 251 m³. Untuk pengangkutan kombinasi diperoleh volume 216 m³, dipilah sebanyak 10 m³, dan dibiarkan sebanyak 206 m³. Hasil maksimal sampah yang masuk ke TPA ditunjukkan oleh Skenario Pertama dengan menggunakan *armroll* sebagai sarana pengangkutan di setiap TPS/TPST.

2. Volume sampah yang masuk ke TPS/TPST dengan menggunakan model awal sebanyak 960 m³, dijual

sebanyak 323 m³, dan dibakar sebanyak 171 m³. Apabila menggunakan Skenario Pertama dengan *dumpruck* diperoleh 960 m³, dijual sebanyak 287 m³, dan dibakar sebanyak 195 m³, sedangkan apabila menggunakan *armroll* menghasilkan 960 m³ (dipilah sebanyak 284 m³ dan dibakar sebanyak 188 m³). Skenario Kedua menggunakan *dumpruck* menghasilkan sampah 960 m³, dipilah sebanyak 307 m³, dan dibakar sebanyak 181 m³, sedangkan apabila menggunakan *armroll* didapatkan 310 m³ yang dipilah, dan 193 m³ yang dibakar. Pada kombinasi *dumpruck* dan *armroll* menghasilkan 269 m³ untuk dipilah, 182 m³ untuk dibakar. Skenario Ketiga menghasilkan sampah 960 m³, dengan menggunakan *dumpruck* diperoleh 283 m³ untuk dipilah dan 178 m³ untuk dibakar. Apabila menggunakan *Armroll* diperoleh sebanyak 290 m³ untuk dipilah dan 178 m³ yang dibakar. Pada Skenario Ketiga menggunakan kombinasi *dumpruck* dan *armroll* menghasilkan 299 m³ untuk dipilah dan 192 m³ yang dibakar. Berdasarkan hasil tersebut, untuk memaksimalkan reduksi sampah di tingkat TPS/TPST, maka dapat dipilih Model Awal.

3. Jarak yang ditempuh oleh truk di setiap TPS/TPST (hasil *running* selama satu bulan) yaitu: Skenario Pertama dengan menggunakan *dumpruck* mencapai jarak 1845,6 km, untuk *armroll* mencapai 2970 km. Skenario Kedua dengan menggunakan model kombinasi menghasilkan jarak sejauh 1590,6 km, jika menggunakan *dumpruck* menghasilkan jarak sejauh 1842,4 km dan menggunakan *armroll*

sejauh 2798,4 km. Skenario Ketiga dengan aplikasi model kombinasi menghasilkan jarak 1572,6 km, jika menggunakan *dumpruck* menghasilkan jarak sejauh 1808,8 km, dan menggunakan *armroll* menghasilkan jarak sejauh 2761,2 km. Berdasarkan pertimbangan rute-rute yang dihasilkan, rute yang paling efisien adalah rute pada Skenario Ketiga dengan model kombinasi.

Berdasarkan hasil dari simulasi yang dilakukan dan mempertimbangkan tujuan dari awal dari penelitian ini, maka Skenario Ketiga merupakan usulan yang sesuai dengan tujuan dari penelitian ini, yaitu memberikan rute dengan jarak paling efisien sehingga hal ini tentunya mempengaruhi waktu operasional kendaraan dan biaya operasional yang dibutuhkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia, Kopertis Wilayah VII, Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sidoarjo, Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kabupaten Sidoarjo.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmungi. 2007. *Simulasi Komputer Sistem Diskrit*. Andi Offset: Yogyakarta.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2002. *Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan*.
- Goldsby, T., and Martichenko, R. 2005. *Lean Six Sigma Logistics*. J. Ross Publishing, Inc. Boca Raton: Florida.

- Kabupaten Sidoarjo Report,____.
<http://www.kabupatenreport.com/dkp-sidoarjo-ingin-ada-tpa-kawasan-setiap-kecamatan/> [diakses 24 Mei 2017].
- Kakiay, Thomas J. 2004. *Pengantar Sistem Simulasi*. Andi Offset: Yogyakarta.
- Kodoatie, R.J. 2003. *Manajemen dan Rekayasa Infrastruktur*. Pustaka Pelajar: Yogyakarta.
- Peraturan Daerah Kabupaten Sidoarjo Nomor 6 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah dan Retribusi Pelayanan Persampahan/Kebersihan. 2012. Sidoarjo.
- Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2009 tentang Pajak Daerah dan Retribusi Daerah. 2009. Sidoarjo.