

Analisis Sistem Pengangkutan Sampah di Wilayah Surabaya Utara

Rizka Andriani Mahmudah dan Welly Herumurti

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: herumurti@enviro.its.ac.id

Abstrak— Surabaya Utara merupakan wilayah dengan kepadatan penduduk tertinggi kedua setelah wilayah Surabaya Pusat. Hal ini mengakibatkan besarnya laju timbulan sampah di Surabaya Utara yang harus dikelola. Analisis sistem pengangkutan Sampah di Surabaya Utara bertujuan untuk memberikan informasi tentang kondisi eksisting sistem pengangkutan sampah yang meliputi rute dan jarak pengangkutan sampah, kecepatan pengangkutan sampah, waktu pengangkutan sampah dan jumlah timbulan sampah yang terangkut dari TPS Surabaya Utara menuju ke TPA. Pengangkutan di Surabaya Utara yang dianalisis terdiri dari pengangkutan dengan *Arm Roll Truck* dan *Dump Truck*. Jarak pengangkutan sampah di Surabaya Utara dipengaruhi oleh jumlah ritasi dan jarak TPS yang dilayani menuju ke TPA. Jumlah ritasi pengangkutan sampah pada truk DKP rata – rata yaitu 2 rit/hari dan pada truk rekanan yaitu 3 rit/hari. Alternatif jalan (jalan tol atau jalan biasa) tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap waktu pengangkutan sampah dikarenakan kecepatan rata – rata pengangkutan sampah yang digunakan adalah sama. Faktor offroute pengangkutan sampah di Surabaya <0,15 yaitu 0,07, namun sisa waktu kerja yang cukup banyak memungkinkan dilakukan penambahan jumlah ritasi. Densitas rata – rata sampah di truk pengangkutan sampah di Surabaya Utara adalah 229,29 kg/m³ untuk kontainer masih ada tutup dan 361,85 kg/m³ untuk kontainer yang sudah lepas tutupnya.

Kata Kunci—Jarak pengangkutan, kecepatan pengangkutan, rute, Timbulan sampah, waktu pengangkutan

I. PENDAHULUAN

PENINGKATAN laju timbulan sampah di negara berkembang dipengaruhi oleh jumlah populasi, industrialisasi, urbanisasi, dan pertumbuhan ekonomi [1]. Sampah domestik menjadi masalah yang serius di kota besar dengan kepadatan populasi yang tinggi seperti Kota Surabaya [2]. Pelaksanaan penanganan sampah di wilayah Kota Surabaya terbagi menjadi 5 (lima) zona. Zona tersebut yaitu Surabaya Pusat, Surabaya Timur, Surabaya Selatan, Surabaya Utara dan Surabaya Barat [3].

Pengelolaan sampah terdiri dari upaya pengurangan sampah dan upaya penanganan sampah. Upaya pengurangan sampah terdiri dari pembatasan timbulan sampah, pendauran ulang sampah, dan pemanfaatan kembali sampah. Upaya – upaya penanganan sampah meliputi pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pemrosesan akhir [4]. Tiga elemen penting dalam perwujudan integrasi

keberlanjutan sistem pengelolaan sampah [5]. Pertama, komponen fisik dari penanganan sampah yaitu dari timbulan sampah, pengumpulan, hingga ke TPA. Kedua, pelaku atau stakeholder yang terlibat. Ketiga, aspek – aspek dari strategi yang meliputi politik, kelembagaan, sosial, finansial, dan teknis. Aspek finansial atau biaya operasi dalam pengangkutan sampah meliputi biaya pemeliharaan kendaraan, tenaga kerja dan bahan bakar [6].

Analisis sistem pengangkutan sampah dilakukan di wilayah studi Surabaya Utara. Kepadatan penduduk Surabaya Utara sebesar 165 jiwa/ha dan memiliki tingkat kepadatan terbesar kedua setelah Surabaya Pusat [7]. Surabaya Utara memiliki 30 TPS yang dilayani oleh truk pengangkutan sampah. umur teknis kendaraan pengangkutan sampah adalah 5 sampai 7 tahun [8]. Sementara itu, beberapa truk *Arm Roll* yang melayani Surabaya Utara mempunyai umur yang lebih dari 15 tahun [9]. Analisis sistem pengangkutan sampah bertujuan untuk menentukan rute dan jarak pengangkutan, kecepatan pengangkutan, dan waktu pengangkutan sampah serta densitas sampah di truk.

II. METODE PENELITIAN

A. Penentuan Jumlah Truk Pengangkutan Sampah yang disurvei

Truk pengangkutan sampah di Surabaya Utara, disurvei untuk memperoleh data yang meliputi waktu pengangkutan sampah, jarak pengangkutan sampah, dan tonase sampah yang diangkut dari TPS ke TPA. Truk yang disurvei berjumlah 10 unit yang dipilih berdasarkan kategori umur teknis dan jarak TPS ke TPA yang dilayani. Daftar truk Daftar truk yang disurvei dapat dilihat Tabel 1. sebagai berikut. Truk dengan nomor polisi B9552EQ adalah jenis *Dum Truck* dan selain yang disebutkan adalah jenis *Arm Roll Truck*.

Tabel 1.
Daftar Truk yang disurvei

No .	No.polisi	Instansi	Tahun Operasi	Kapasitas (m ³)	Jarak TPS ke TPA (km)
1	L8063PP	DKP	1995	8	18
2	L9001YP	DKP	2007	8	20
3	L9487NP	DKP	2014	8	25

4	L8042RP	DKP	1993	14	28
5	L8023SP	DKP	2002	14	28
6	L8011SP	DKP	2002	14	23
7	L9418NP	DKP	2013	14	24
8	B9552EQ	DKP	2013	14	17
9	W 8277 UP	Rekanaan	2003	14	23
10	L 8977 UF	Rekanaan	2013	14	21

B. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan meliputi pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer yang dibutuhkan meliputi waktu pengangkutan sampah dan jarak pengangkutan sampah. Pengumpulan data primer dilakukan dengan melakukan survei terhadap rute pengangkutan sampah yang dilakukan selama 2 – 3 hari. Hari yang dipilih adalah hari kerja (hari senin sampai hari sabtu) dan hari libur (hari minggu). Data sekunder yang dikumpulkan meliputi jumlah tonase sampah yang terangkut dari TPS ke TPA pada masing – masing truk, pola jumlah ritasi pengangkutan sampah setiap harinya, dan rute eksisting pengangkutan sampah. Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan pencarian data eksisting ke Dinas Kebersihan dan Pertamanan (DKP) Kota Surabaya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Sistem Pengangkutan Sampah dengan Arm Roll Truck

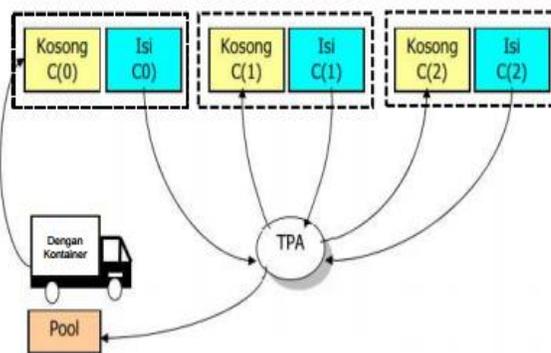
Truk pengangkutan sampah dengan *Arm Roll Truck* di Surabaya Utara terdiri dari truk milik DKP dan truk milik rekanan, dari daftar truk yang disurvei terdiri dari 7 truk *arm roll* milik DKP dan 2 truk *arm roll* milik rekanan.

1) Rute dan Jarak Pengangkutan

Rute pengangkutan sampah menggunakan pola HCS (Hauled Container system) dimana penjelasan rute dengan HCS adalah sebagai berikut :

- a. Truk dengan kontainer kosong bergerak dari pool ke TPS 1
- b. Di TPS truk menurunkan kontainer kosong kemudian mengangkat kontainer isi di TPS
- c. Truk dengan kontainer isi bergerak dari TPS menuju ke TPA
- d. Di TPA truk melakukan unloading sampah di zona penimbunan
- e. Truk dari TPA dengan kontainer kosong menuju ke TPS selanjutnya, jika melakukan ritasi lebih dari 1 kali
- f. Ritasi diakhiri dengan truk dari TPA kembali menuju pool.

Pola rute pengangkutan sampah di Surabaya Utara dapat dilihat pada Gambar 1. Sebagai berikut :



Gambar 1. Pola HCS Rute Pengangkutan Sampah

Alternatif jalan yang dipilih dalam operasional pengangkutan sampah di Surabaya Utara terdiri dari jalan biasa (*nonhighways*) dan melewati jalan tol (*highways*). Pemilihan alternatif jalan disesuaikan dengan kondisi kelancaran lalu lintas. Jarak pengangkutan sampah pada masing – masing truk ditentukan oleh pola jumlah ritasi setiap harinya dan jarak TPS yang dilayani ke TPA. semakin besar atau banyak jumlah ritasi yang dilakukan dan semakin jauh jarak TPS yang dilayani menuju ke TPA, maka total jarak pengangkutan setiap harinya akan semakin besar. Total jarak pengangkutan sampah pada masing – masing truk yang disurvei dapat dilihat pada Tabel 2. sebagai berikut.

Tabel 2. Rata – Rata Total Jarak Pengangkutan

No.polisi	Pola Ritasi	Umur Kendaraan	Jarak (km)
L8063PP	2x,1x	1995	68,44
L8042RP	2x,1x	1993	86,32
L8011SP	2x,2x	2002	79,94
L9001YP	2x,2x	2007	84,37
L8023SP	2x,2x	2002	100,17
L9418NP	2x,2x	2013	102,17
L9487NP	2x,2x	2014	114,66
W 8277 UP	3x,3x	2003	147,80
L 8977 UF	3x,3x	2013	133,80

2) Kecepatan Tempuh Pengangkutan Sampah

Penelitian terhadap kecepatan pengangkutan sampah dilakukan dengan menggunakan aplikasi GPS yaitu *my Tracks*. Kecepatan yang terekamm meliputi kecepatan rata – rata dan kecepatan maksimal pengangkutan sampah di Surabaya Utara. Kecepatan rata – rata pengangkutan sampah antara melewati jalan tol dan jalan biasa hampir sama dikarenakan patokan kecepatan rata – rata yang digunakan oleh truk sampah adalah sama. Kecepatan rata – rata yang digunakan oleh truk pengangkutan sampah adalah sekitar 20 km/jam. Umur teknis truk pengangkutan sampah tidak berpengaruh terhadap kecepatan tempuh pengangkutan sampah, namun kecepatan pengangkutan sampah dipengaruhi oleh kondisi kelancaran lalu lintas.

3) Waktu Pengangkutan Sampah

Penelitian terhadap waktu pengangkutan sampah dilakukan dengan mencatat semua yang dikerjakan oleh Sopir truk. Survei dilakukan selama 2 sampai 3 hari yang terdiri dari hari kerja efektif dan hari libur. Satu hari kerja Sopir pengangkutan sampah DKP yaitu 9 jam yang terdiri dari 8 jam kerja efektif dan 1 jam istirahat. Jam kerja sopir truk rekanan lebih panjang karena jumlah ritasi per hari dari truk rekanan lebih banyak dari truk DKP yaitu 3 – 4 rit/hari, sedangkan rata – rata ritasi truk DKP adalah 2 rit/hari. Waktu pengangkutan sampah dipengaruhi oleh beberapa faktor meliputi jarak pengangkutan, alternatif jalan yang dilalui dan jumlah ritasi dalam satu hari. Perhitungan waktu pengangkutan sampah dapat dilakukan dengan pengelompokan beberapa aktivitas pengangkutan yang dapat dilihat pada Tabel 3. berikut ini.

Tabel 3.

Pengelompokan Waktu Pengangkutan Sampah

Aktivitas	Keterangan
t pengangkutan	
t1	waktu dari pool ke TPS1
t2	waktu dari TPA ke pool
pc	waktu menaikkan kontainer di TPS waktu tutup terpal kontainer di TPS Watu menunggu kontainer penuh waktu menunggu pengepressan sampah
uc	waktu menurunkan kontainer di TPS waktu memindahkan kontainer di TPS
s	waktu penimbangan waktu jalan di TPA waktu membuka kontainer waktu unloading sampah di TPA Waktu antri timbang Waktu antri unloading
h	waktu tempuh dari TPS ke TPA waktu tempuh dari TPA ke TPS
t operasional	
	t mengambil surat jalan antri mengisi BBM mengisi BBM Absen di pool
t offroute	waktu <i>warming up</i> dan memeriksa kendaraan Kemacetan ban kempes perbaikan lainnya Gangguan lainnya Nonproduktif
t sisa waktu kerja	menunggu menghabiskan jam kerja di pool

Perhitungan faktor *offroute* pengangkutan sampah adalah sebagai berikut :

$$W = w/H \dots\dots\dots(1)$$

W = faktor *offroute* , w = waktu *offroute* (jam/hari), H = jam kerja (jam/hari). Faktor *offroute* yang dihitung melalui persamaan (1) tidak boleh melebihi 0,15 [11]. Rata – rata pengelompokan waktu pengangkutan dapat dilihat pada Tabel 4. di bawah ini.

Tabel 4.

Rata – Rata Waktu Pengangkutan pada Hari Kerja dan Hari Libur

Rata - Rata Penggunaan Waktu	Hari Efektif	Hari Libur
t pengangkutan (jam/hari)	3,83	3,41
t operasional (jam/hari)	0,05	0,08
Faktor <i>off route</i>	0,07	0,08
Nd	3	3

Semakin panjang jarak pengangkutan sampah semakin panjang pula waktu kerja atau aktivitas pengangkutan yang dibutuhkan. Faktor *offroute* rata – rata pengangkutan sampah < 0,15, waktu *offroute* yang paling besar disebabkan oleh waktu memeriksa kendaraan pada pagi hari yang salah satunya adalah waktu memanaskan mobil. Penggunaan waktu pengangkutan pada hari efektif lebih banyak daripada hari libur namun tidak berbeda signifikan. Meskipun biasanya pada hari libur kondisi lalu lintas lebih lancar, namun hal ini tidak memberikan pengaruh yang besar pada waktu pengangkutan karena kecepatan rata – rata pengangkutan sampah antara hari biasa (efektif) dan hari libur hampir sama.

Rata – rata jumlah ritasi pengangkutan sampah adalah 2 rit/hari, sehingga waktu rata – rata yang digunakan untuk setiap kali ritasi dapat dilihat pada Tabel 5. sedangkan untuk waktu rata – rata yang dibutuhkan untuk melakukan aktivitas pengangkutan dapat dilihat pada Tabel 6. sebagai berikut.

Tabel 5.

Waktu Rata – Rata Setiap Ritasi

Nomor Kendaraan	jenis kendaraan	Tahun operasi Kendaraan	waktu rata - rata (jam/ ritasi)
L8063PP	DKP	1995	1,62
L 8042 RP	DKP	1993	2,48
L 8011 SP	DKP	2002	1,51
L 9001 YP	DKP	2007	1,57
L 8023 SP	DKP	2002	1,85
L 9418 NP	DKP	2013	2,34
L 9487 NP	DKP	2014	2,23
W 8277 UP	rekanan	2003	2,10
L 8977 UF	rekanan	2013	1,93

Tabel 6.
Waktu Rata – Rata Masing – Masing Aktivitas Pengangkutan Sampah

lalu sudah ditentukan

No. Polisi	L8063PP	L8042RP	L8011SP	L9001YP	L8023SP	L9418NP	L9487NP	W9277UP	L8977UF	rata - rata
t menurunkan kontainer (uc) (jam)	0,04	0,03	0,03	0,06	0,02	0,02	0,04	0,05	0,04	0,04
t menaikkan kontainer TPS (pc) (jam)	0,13	0,13	0,06	0,74	0,03	0,06	0,10	0,04	0,07	0,15
t menunggu kontainer belum penuh (jam)	-	-	0,17	0,16	0,15	0,21	-	-	-	0,18
t TPA Penimbangan (jam)	0,03	0,03	0,05	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	
t TPA Jalan di TPA (jam)	0,09	0,09	0,11	0,11	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	
t TPA buka kontainer (jam)	0,02	0,14	0,01	0,03	0,02	0,05	0,04	0,02	0,04	
t unloading di TPA (jam)	0,06	0,04	0,07	0,04	0,02	0,05	0,03	0,02	0,03	
total waktu di TPA (s) (jam)	0,19	0,30	0,24	0,20	0,18	0,23	0,20	0,18	0,20	0,21
t TPA pool (jam)	1,03	0,80	0,75	0,66	0,79	0,85	0,63			0,79
mengisi BBM (jam)	0,03	0,04	0,08	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	
total t operasional (jam)	0,03	0,04	0,08	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05

Pada Tabel 6. di atas rata – rata waktu menurunkan kontainer yaitu 0,04 jam dan rata – rata untuk menaikkan kontainer yaitu 0,15 jam. Waktu rata – rata TPS ke TPA ditentukan oleh jarak TPS ke TPA.

namun dalam pelaksanaannya bisa berbeda karena menyesuaikan kondisi jalan maupun kondisi kelancaran lalu lintas. Pada Tabel 7. berikut, dapat dilihat rute dan jarak tempuh eksisting dari *Dump Truck*.

B. Analisis Sistem Pengangkutan Sampah dengan Dump Truck

Pengangkutan sampah oleh *dump truck* hanya melayani SPA (stasiun Peralihan Antara) Mbah Ratu.

1) Rute dan Jarak Pengangkutan Sampah

Rute pengangkutan sampah menggunakan pola SCS (Stationary Container system), Pola SCS pada *Dump Truck* yang melayani SPA Mbah Ratu mirip dengan HCS karena hanya dengan melayai satu lokasi TPS *Dump Truck* sudah penuh. Sistem *loading* sampah dilakukan dengan pengepressn sampah terlebih dahulu, setelah itu sampah yang sudah padat dan tercetak dimasukkan ke dalam kontainer *Dump Truck*. penjelasan rute *Dump Truck* adalah sebagai berikut :

- a. *Dump truck* berangkat dari Pool Tanjung Sari menuju ke SPA Mbah Ratu dengan kontainer kosong
- b. Di SPA sampah yang sudah dipress dimasukkan ke dalam kontainer
- c. *Dump truck* menuju ke TPA dan melakukan pembuangan
- d. *Dump truck* menuju ke SPA Mbah Ratu dengan kontainer kosong, di SPA sampah yang sudah dipress dimasukkan ke dalam kontainer
- e. *Dump truck* menuju ke TPA kembali dan melakukan pembuangan
- f. *Dump truck* menuju ke pool Tanjung Sari

Pengangkutan sampah oleh *dump truck* di Surabaya Utara melakukan 2 ritasi setiap harinya. Sama halnya dengan *arm*

Tabel 7.
Rute dan Jarak Eksisting Pengangkutan Sampah oleh *Dump Truck*

No. Polisi	Th. Operasi	Rute yang ditentukan		Total Jarak (km/hari)
		Rute	Jenis Jalan	
B9552EQ	2013	pool Tanjungsari - SPA Mbah Ratu	Jalan biasa (via Jl. Dupak Rukun)	78,77
		SPA Mbah Ratu - TPA	Jalan biasa (via Jl. Tambak Osowilangun)	
		TPA - SPA Mbah Ratu	Jalan biasa (via Jl. Tambak Osowilangun)	
		SPA Mbah Ratu - TPA	Jalan biasa (via Jl. Tambak Osowilangun)	
		TPA - Pool	Jalan biasa (Jl. Margomulyo)	

Alternatif jalan tol biasanya dipilih untuk menempuh perjalanan dari SPA ke TPA. Sopir truk jarang menggunakan tol untuk meempuh dari TPA –Pool ataupun sebaliknya.

2) Kecepatan Pengangkutan Sampah

Kecepatan rata – rata pengangkutan sampah oleh *dump truck* pada hari efektif yaitu sekitar 24 km/jam sedangkan pada hari libur sekitar 26 m/jam. Kecepatan pengangkutan

sampah pada hari libur lebih besar daripada hari efektif namun tidak berbeda signifikan. Kecepatan rata – rata pada *dump truck* lebih besar dari *arm roll truck* dikarenakan kondisi kontainer dari *dump truck* yang tertutup rapat sehingga resiko sampah terkececer di jalan jika berkecepatan tinggi lebih kecil dari *arm roll truck* yang kebanyakan kontainernya ditutup dengan terpal.

3) Waktu Pengangkutan Sampah

Perhitungan waktu pengangkutan sampah pada *dump truck* adalah menggunakan SCS, namun karena di SPA terdapat mesin *press*, dan sampah yang diangkut dicetak sesuai ukuran kontainer sehingga *dump truck* ini hanya melayani SPA Mbah Ratu, sehingga perhitungan waktu pengangkutan pada *dump truck* juga dapat dilakukan dengan pengelompokkan terhadap aktivitas pengangkutan sampah sama seperti perhitungan waktu pengangkutan pada *arm roll truck* sesuai Tabel 3. di atas. Proses *loading* sampah ke *dump truck* tidak dilakukan dengan sistem kontainer angkat, sampah setelah melalui proses pengepresan, didorong oleh mesin *press* masuk kedalam kontainer *dump truck*, sehingga dalam pengangkutan sampah menggunakan *dump truck* tidak terdapat proses menurunkan kontainer (uc) dan tidak terdapat proses menaikkan kontainer (pc). Waktu pengangkutan sampah oleh *dump truck* dapat dilihat pada Tabel 8. di bawah ini.

Tabel 8.
Waktu Pengangkutan Sampah oleh *Dump Truck*

No. polisi	B9552EQ	
	Efektif	Libur
Hari		
Total t pengangkutan (jam/hari)	4,09	3,73
Total t operasional (jam/hari)	0,08	0,12
T (jam/hari)	4,17	3,85
t1 + t2	0,86	1,89
Total t <i>off route</i> (jam/hari)	0,79	0,27
t sisa jam kerja (jam/hari)	3,83	4,65
Faktor offroute	0,1	0,03

Penggunaan waktu pengangkutan sampah antara hari libur dan dan hari efektif terjadi perbedaan yang cukup signifikan pada penggunaan waktu pengangkutan karena ketika survei pada hari efektif, truk melakukan 2 ritasi dalam satu hari, sedangkan pada hari libur melakukan satu kali ritasi saja. Menurut hasil survei, pada hari libur hanya dilakukan satu ritasi karena besarnya waktu menunggu pengepresan sampah yaitu sebesar 2,083 jam. Lamanya proses pengepresan diakibatkan oleh telatnya jadwal pengepresan dimulai, selain itu, dalam memasukkan sampah ke mesin *press*, sampah dari dari gerobak harus dibongkar satu per satu. Upaya untuk memperkecil waktu menunggu pada operasional pengangkutan sampah oleh *dump truck* di Surabaya Utara

adalah dengan penjadwalan ulang jadwal pengepresan sampah dan jadwal pengambilan sampah di SPA Mbah Ratu untuk diangkut ke TPA.

C. Timbulan dan Densitas Sampah di Truk Pengangkutan sampah

Timbulan sampah yang terangkut dari TPS ke TPA penting untuk diketahui karena dapat dijadikan data sampah yang masuk ke TPA dan jumlah timbulan sampah dari TPS atau sampah rumah tangga yang dihasilkan di Surabaya Utara. Densitas sampah di truk penting untuk diketahui karena dapat dijadikan data seberapa besar rata – rata truk mampu mengangkut muatan sampah.

1) Timbulan Sampah yang Terangkut dan densitas Sampah pada Arm Roll truck

Timbulan sampah yang diangkut oleh truk dapat diketahui dari hasil penimbangan pada jembatan timbang di TPA. Data hasil penimbangan direkap selama delapan hari berturut – turut sehingga didapatkan rata – rata timbulan sampah yang diangkut dalam satuan kg / hari. Selain timbulan sampah dari TPS yang diangkut perhari, didapatkan juga data masa sampah pada setiap pengambilan di TPS. Timbulan sampah yang diangkut truk *arm roll* dan berat sampah per pengambilan di TPS Surabaya Utara dapat dilihat pada Tabel 9. di bawah ini dengan keterangan tulisan yang diberi warna biru adalah truk milik rekanan.

Tabel 9.
Timbulan Sampah yang Terangkut ke TPA

No. Polisi	Kapasitas (m3)	Rata - Rata Timbulan yang diangkut (kg/ hari)	Rata - Rata Timbulan Per Pengambilan (Kg/Rit)
L 8063 PP	8	1881,25	1881,25
L 8042 RP	14	215,00	1720,00
L 8011 SP	14	9306,25	6768,18
L 9001 YP	8	5648,75	4519,00
L 8023 SP	14	7121,25	4069,29
L 8023 SP	14	2958,75	3381,43
L 8023 SP	14	3038,75	3038,75
L 9418 NP	14	7392,50	7392,50
L 9418 NP	14	5370,00	5370,00
L 9418 NP	14	4480,00	4480,00
L 9487 NP	8	3041,25	4055,00
L 9487 NP	8	341,25	2730,00
W 8277 UP	14	15597,50	5199,17
L 8977 UF	14	12002,50	4000,83
L 8977 UF	14	20383,75	4076,75

Densitas pada truk pengangkutan sampah dihitung dengan membandingkan rata – rata masa sampah yang diangkut setiap kali dengan volume sampah di dalam kontainer.

Densitas pada *arm roll truck* dapat dilihat pada Tabel 10. di bawah ini.

Tabel 10.
Densitas Sampah di *Arm Roll Truck*

Nomor Kendaraan	Volume Sampah di Kontainer m ³	Kondisi Kontainer	Rata - Rata Berat Setiap Pengambilan (Kg)	Densitas Sampah di Truk (Kg/m ³)
L8063PP	8	Terbuka	1881,25	235,16
L 8042 RP	8	Terbuka	1720,00	215,00
L8011SP	17	Terbuka	6768,18	398,13
L 9001 YP	14	Terbuka	4519,00	322,79
L 8023 SP	10	Terbuka	4069,29	406,93
L 8023 SP	14	tertutup	3381,43	241,53
	14	tertutup	3038,75	217,05
L 9418 NP	17	Terbuka	7392,50	434,85
	14	Terbuka	5370,00	383,57
L 9487 NP	11	Terbuka	4480,00	407,27
	10	Terbuka	4055,00	405,50
B 9552 EQ	8	Terbuka	2730,00	341,25
	14	tertutup	5525,33	394,67
W 8277 UP	14	Terbuka	5199,17	371,37
	14	Terbuka	4000,83	285,77
L 8977 UF	14	Terbuka	4076,75	291,20

Perhitungan densitas sampah di truk menunjukkan dengan kondisi kontainer yang masih ada tutupnya memiliki densitas yang lebih kecil daripada truk dengan bak kontainer terbuka. Rata – rata densitas sampah pada truk dengan kontainer tertutup yaitu 229,29 kg/m³, sedangkan densitas rata – rata sampah pada truk dengan kontainer terbuka yaitu 361,85 kg/m³. Truk yang mengalami kelebihan muatan adalah pada truk dengan nomor polisi L8042RP dan L9418NP dimana volume sampah di kontainer melebihi volume kontiner.

2) Timbulan Sampah yang Terangkut dan densitas Sampah pada Dump Truck

Satu kontainer *drump truck* rata – rata mampu menampung 30 gerobak per pengambilan. Rata – rata berat sampah yang terangkut oleh *Dump Truck* setiap kali ritasi yaitu 5525,33 kg / ritasi. Densitas rata – rata sampah di gerobak adalah 225 kg/m³. Rata – rata volume sampah di gerobak adalah 1,3 m³, diperkirakan Berat rata – rata sampah yang dipres sebesar 8775 kg, sehingga diperoleh kemampuan mesin press memadatkan sampah sebesar 626,76 kg/m³.

Berat sampah yang tercatat di jembatan timbang lebih ringan karena saat proses pengepressan, terjadi kompaksi yang mengakibatkan lindi yang terkandung dalam sampah banyak yang keluar dan tidak ikut terangkut. Berat sampah dalam gerobak yang terangkut melalui SPA lebih besar daripada TPS dengan *arm roll truck*, namun biaya

operasional dan pemeliharaan pada SPA lebih besar daripada TPS.

IV. KESIMPULAN

Rata – rata total jarak pengangkutan (km/hari) pada *arm roll truck* ditentukan oleh jumlah ritasi dan jarak TPS yang dilayani menuju TPA. Jarak pengangkutan sampah pada *dump truck* sebesar 78,77 km/hari apabila melakukan 2 kali ritasi pada SPA Mbah Ratu. Kecepatan rata – rata pengangkutan sampah *arm roll truck* sekitar 20 km/jam sedangkan pada *dump truck* sekitar 24 km/jam. Rata – rata faktor *off route* pada *arm roll truck* adalah 0,07 sedangkan pada *dump truck* adalah 0,01. Faktor *off route* pengangkutan di Surabaya terhitung kecil, namun sisa waktu kerja yang banyak memungkinkan untuk dilakukan penambahan jumlah ritasi pengangkutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing dan dosen penguji Tugas Akhir atas saran dan masukan terhadap penulisan jurnal serta kepada Kementerian Ristek dan Dikti atas beasiswa Bidikmisi angkatan 2012 yang telah mensupport penulis selama masa perkuliahan serta kepada penelitian dosen yang telah memberikan biaya untuk peneitian tugas akhir penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Dhokhikah dan Y. Trihadiningrum. 2012. Solid waste management in Asian developing countries: Challenges dan opportunities. *Journal of Applied Environmental dan Biological Science*, 2 (7), 329–335.
- [2] Y. Dhokhikah, Y. Trihadiningrum, dan S. Sunaryo. 2015. Community participation in household solid waste reduction in Surabaya, Indonesia. *Resources, Conservation dan Recycling*, 102, 153–162.
- [3] Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya. 2013. *Jumlah TPS/Depo Kota Surabaya*. Surabaya.
- [4] Pemerintah Republik Indonesia. 2008. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah*.
- [5] G. MacRae dan L. Rodic. 2015. The weak link in waste management in tropical Asia? Solid waste collection in Bali. *Habitat International*, 50, 310–316.
- [6] Z. Zsigraiova, V. Semiao, dan F. Beijoco. 2013. Operation costs dan pollutant emissions reduction by definition of new collection scheduling dan optimization of MSW collection routes using GIS. The case study of Barreiro, Portugal. *Waste Management*, 33 (4), 793–806.
- [7] Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. 2015. *Surabaya dalam Angka 2014*. Surabaya.
- [8] Pemerintah Republik Indonesia. 2013. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03/PRT/M/2013 Tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*. Jakarta.
- [9] Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya. 2014. *Jumlah TPS/Depo Kota Surabaya*. Surabaya.
- [10] G. Tchobanoglous, H. Theisen, Vigil, Samuel. 1993. *Integrated Solid Waste Management : Engineering Principles Dan Issues*. McGraw Hill International Editions.