

Artikel Riset

Optimasi Sistem Pengangkutan Sampah di Kecamatan Tembalang Kota Semarang

Ajeng Lakshita Pramesti^{*)}, Sri Sumiyati, Bimastyaji Surya Ramadan, Budi Prasetyo Samadikun, Sudarno

Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

* Penulis korespondensi, e-mail: ajenglakshitap@gmail.com

Abstrak

Kecamatan Tembalang memiliki jumlah penduduk sebanyak 206.271 jiwa dengan timbulan sampah sebanyak 156,8 m³. Kecamatan Tembalang memiliki 18 TPS, 23 kontainer, dan 7 kendaraan pengangkut untuk menangani sampah dari TPS menuju TPA Jatibarang. Persentase pelayanan pengangkutan sampah di Kecamatan Tembalang hanya sebesar 27%. Beberapa TPS belum dapat menampung timbulan sampah dari penduduk Kecamatan Tembalang. Kondisi jalan, jenis jalan, dan kecepatan kendaraan dari rute pengangkutan sampah mempengaruhi waktu pengangkutan dan biaya operasional yang dikeluarkan. Tujuan dari perencanaan ini adalah merencanakan sistem pengangkutan sampah di Kecamatan Tembalang dengan mengoptimalkan waktu kerja dan biaya sesuai dengan target yang diinginkan oleh dinas terkait. Sisa waktu kerja rata-rata yang dimiliki kendaraan pengangkut sampah di Kecamatan Tembalang adalah 2,28 jam dengan jumlah ritasi 21 rit/hari. Rute pengangkutan dioptimasi menggunakan *Network Analyst* pada aplikasi berbasis GIS. Kondisi jalan mempengaruhi waktu pelayanan dan kecepatan kendaraan rata-rata optimal 37,607 km/jam yang menyebabkan jumlah ritasi bertambah menjadi 34 rit/hari, dengan 31 kontainer dan sisa waktu kerja rata-rata adalah 1 jam. Optimasi tersebut menyebabkan meningkatnya persentase pelayanan menjadi 42%. Biaya Operasional kendaraan dihitung dengan metode PIC sehingga didapatkan peningkatan BOK sebesar Rp 694.262.870,53/tahun dengan penurunan biaya retribusi sebesar Rp 1.983,59/KK/tahun dikarenakan penambahan persentase pelayanan.

Kata Kunci: pengangkutan sampah; kondisi jalan; waktu operasional; biaya operasional kendaraan; optimasi

Abstract

Tembalang District has 206,271 residents with 156,8 m³ amount of waste generated. Tembalang Sub-District has 18 TPS, 23 containers, and 7 transport vehicles to handle solid waste from the TPS to TPA Jatibarang. Percentage of waste transportation services in Tembalang was 27%. There is some TPS that has not been able to accommodate waste generation from the residents of Tembalang District. Road conditions, road types, and vehicle speeds of the waste transport route affect the time of transporting waste and the remaining work time and the operational costs incurred. The purpose of this plan is to plan a waste transportation system in Tembalang District by optimizing the work time and cost under the target desired by the relevant department. The average remaining work time is 2.28 hours with a total of 21 trips/ day. Transportation routes are optimized using *Network Analyst* on GIS-based applications. Road conditions affect service time with an optimal average speed of 37.607 km / h which causes the addition the number of rits after optimization increased to 34 rits / day with 31 containers and the average remaining work time is 1 hour. This optimization led to an increase in service percentage to 42%. Vehicle operating

costs are calculated using the PIC method so that an increase in BOK of Rp. 694,262,870.53 / year with a decrease in the cost of fees of Rp. 1,983.59 / KK / year due to an increase in service percentage.

Keywords: waste transportation; road conditions; operational time; vehicle operational cost; optimization

1. Pendahuluan

Pertambahan jumlah penduduk dan peningkatan aktivitas perekonomian di Kota Semarang mengakibatkan bertambahnya jumlah sampah yang harus dikelola. Menurut Damanhuri dan Padmi (2010) diperkirakan paling banyak hanya 60-70% sampah yang dapat terangkut ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) oleh institusi yang bertanggung jawab. Sistem manajemen sampah sangat dipengaruhi oleh kegiatan pengumpulan dan pengangkutan dikarenakan kegiatan ini menyerap 70% dana operasional pengelolaan sampah (Sunarsih dkk., 1998). Kecamatan Tembalang, Kota Semarang dengan luas wilayah 4,177.62 memiliki jumlah penduduk terbanyak kedua di Kota Semarang setelah Kecamatan Pedurungan yaitu sebanyak 206.271 jiwa (BPS, 2019). Berdasarkan data pada pos penimbangan di TPA Jatibarang, jumlah sampah yang ditimbulkan di Kecamatan Tembalang pada tahun 2019 adalah 158,20 m³/hari. Terdapat 5 dari 18 TPS yang memiliki timbulan sampah berlebih sehingga menyebabkan sampah berceceran dan tidak terangkut langsung pada hari pengumpulan sampah berlangsung.

Selain permasalahan pada timbulan sampah, sistem pengangkutan sampah tidak dapat lepas dari rute pengangkutan dari TPS menuju TPA, dimana kondisi jalan, jarak rute, kecepatan kendaraan dan jenis jalan yang dilalui dapat mempengaruhi waktu pengangkutan (Ambariski, 2016). Pada Penelitian Ambariski (2016), optimasi pengangkutan sampah di Kota Surabaya dilakukan dengan penambahan ritasi dari sisa waktu kerja pada kondisi eksisting. Pengangkutan sampah pada kondisi eksisting hanya memiliki 2 rit/hari yang kemudian disesuaikan dengan pemerataan jam kerja sehingga setiap *armroll* memiliki 4 rit/hari. Selain mempengaruhi waktu pengangkutan, rute dan kondisi jalan mempengaruhi biaya yang dikeluarkan dinas untuk pengelolaan, biaya tersebut banyak terdapat pada operasional kendaraan pengangkut (Subandriyo dkk., 2014). Oleh sebab itu, perlu dilakukan upaya optimasi terhadap sistem pengangkutan sampah disesuaikan dengan sarana, prasarana, dan biaya yang telah dimiliki oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang dan juga disesuaikan dengan kondisi jalan dalam rute pengangkutan.

2. Metode Perencanaan

Perencanaan ini memiliki tujuan untuk mengetahui kondisi eksisting dari sistem pengangkutan sampah di Kecamatan Tembalang dan pengaruh dari kondisi lalu lintas yang dilewati saat melakukan pengangkutan. Selain itu, perencanaan ini memiliki tujuan akhir mendapatkan sistem pengangkutan sampah yang optimal sesuai dengan kriteria dari dinas terkait. Metode perencanaan ini memiliki 3 tahapan seperti berikut ini:

a. Pengambilan dan Pengumpulan Data

Pada tahapan ini dilakukan pengambilan dan pengumpulan data primer maupun sekunder pada 2 variabel yaitu sistem pengangkutan sampah dan kondisi lalu lintas. Pengumpulan data dari kondisi eksisting sistem pengangkutan sampah dilakukan dengan observasi sampel kendaraan pengangkut sampah *arm roll truck* dan *dump truck*. Observasi dilakukan dengan mengikuti kendaraan pengangkut sampah selama jam kerja pada hari Kamis, 5 Desember 2019 dan Sabtu, 7 Desember 2019. Sampel yang dibutuhkan pada pengumpulan data kondisi eksisting sistem pengangkutan sampah ini adalah waktu operasional pengangkutan dan sarana prasarana pengangkutan. Sedangkan untuk kondisi jalan rute pengangkutan sampah diobservasi menggunakan CCTV jalan yang dilewati oleh kendaraan pengangkut dari TPS pelayanan sampai ke TPA Jatibarang. jumlah kendaraan dihitung dengan menggunakan aplikasi *Multiple Counting* selama 1 jam per segmen waktu pada 3 segmen waktu yaitu pagi, siang, dan sore. Selain itu, data yang dibutuhkan adalah lebar dan jenis jalan yang didapat dari Dinas Pekerjaan Umum Kota Semarang.

b. Teknik Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data memiliki tiga tahapan. Dimulai dengan persiapan persencanaan dengan mengevaluasi data eksisting dengan kriteria yang dibutuhkan. Kriteria yang dibutuhkan mengacu pada 5 aspek pengelolaan sampah berupa aspek teknik operasional, aspek hukum dan peraturan, aspek institusi, aspek finansial, dan aspek peran serta masyarakat (Kemen PU, 2013). Selanjutnya adalah tahap tabulasi data dimana data yang telah dikaji disajikan dalam bentuk tabel kemudian dilihat kesesuaiannya dengan kriteria yang ada. Tahap selanjutnya adalah pengoptimalan dengan membuat data kuantitatif menjadi bahasa pemrograman dengan GIS.

c. Optimasi

Optimasi dilakukan dengan menentukan jalur tercepat menggunakan aplikasi ArcGis dengan fitur *Network Analyst (NA)* maka akan ditemukan rute optimal yang lebih efisien dan efektif. Penambahan beban kerja dan ritasi dapat digunakan untuk pengefektifan jam kerja yang masih tersisa dan pengurangan sampah menumpuk. Selain itu diperlukan juga perhitungan mengenai jenis kendaraan pengangkut, tipe jalan, dan juga titik kejenuhan jalan untuk menentukan pengoptimalan jalan yang sudah selesai oleh aplikasi GIS sudah melewati jalan yang sesuai atau belum.

Analisa biaya dilakukan dengan perhitungan Biaya Operasional Kendaraan yang terdiri dari biaya kebutuhan bahan bakar, konsumsi minyak pelumas, konsumsi ban, biaya pemeliharaan, biaya penyusutan, bunga modal, asuransi, biaya perjalanan dan biaya tak terduga. Pengoptimalan sistem pengangkutan sampah ini didukung dengan proyeksi timbulan dan pelayanan sampah di Kecamatan tembalang 5 tahun mendatang untuk mendapatkan pelayanan yang optimal tanpa adanya penumpukan timbulan di salah satu TPS. Proyeksi ini mengacu pada target dari *Masterplan* persampahan Kota Semarang.

3. Hasil dan Pembahasan

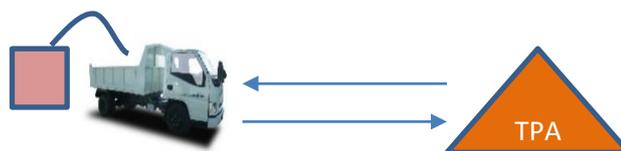
3.1 Kondisi Eksisting Sistem Pengangkutan Sampah di Kecamatan Tembalang

a. Timbulan Sampah Kecamatan Tembalang

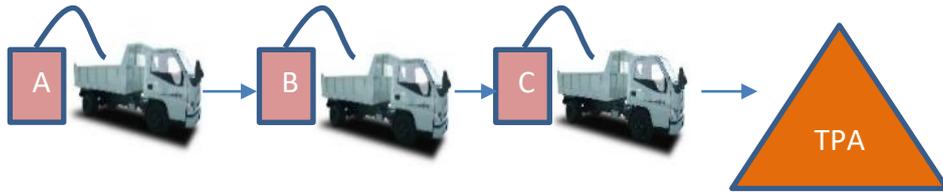
Rata-rata volume sampah yang masuk ke TPA selama 8 hari adalah 158 m³/hari. Sedangkan jumlah timbulan yang dihasilkan berdasarkan timbulan per kapita penduduk Kecamatan Tembalang adalah 594,06 m³/hari. Sehingga persentase timbulan sampah yang masuk ke TPA adalah 27% dari jumlah timbulan yang dihasilkan dari penduduk Kecamatan Tembalang. Menurut Masterplan Persampahan Kota Semarang target pelayanan sampah Kecamatan Tembalang pada tahun 2019 sebesar 29% sehingga persentase pelayanan eksisting di Kecamatan Tembalang memiliki *gap* sebesar 2% (DKP, 2013).

b. Pola Pengangkutan Sampah

Pengangkutan pada pola SCS memiliki 2 mekanisme pelayanan. Mekanisme pertama adalah pengangkutan dengan satu TPS layanan yaitu TPS Tembalang yang ditunjukkan pada Gambar 1. Mekanisme yang kedua adalah pengangkutan dengan pola SCS untuk pengangkutan sampah berlebih di TPS-TPS Kecamatan Tembalang.

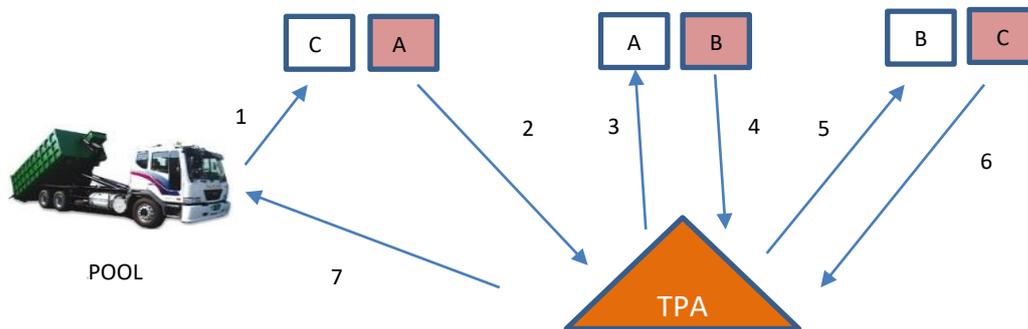


Gambar 1. Pola Pengangkutan SCS Tipe Pertama dengan 1 TPS Layanan



Gambar 2. Pola Pengangkutan SCS Tipe Kedua dengan Beberapa TPS

Pengangkutan sampah dengan pola HCS (*Hauled Container System*) atau sistem kontainer angkat pada Kecamatan Tembalang memiliki pola sistem pengosongan kontainer cara 3. Mekanisme pengangkutan dimulai dari pool dengan kontainer kosong kemudian menukar kontainer di TPS pertama yang dilanjutkan mengosongkan kontainer di TPA kemudian menuju ke TPS selanjutnya/kembali ke pool. Pola ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pola Pengangkutan HCS Kecamatan Tembalang

c. Sarana dan Prasarana Persampahan

Sarana dan Prasarana persampahan di Kecamatan Tembalang memiliki 4 komponen yaitu TPS, Kendaraan Pengangkut, Pool, dan TPA. Kecamatan Tembalang memiliki 18 TPS kontainer sampah yang disediakan oleh DLH berjumlah 23 kontainer. Kecamatan Tembalang pada tahun 2019 memiliki 6 unit *armroll truck* dan 1 unit *dump truck*. Satu kendaraan pengangkut dapat melayani 2 – 5 TPS setiap harinya. Kendaraan pengangkut sampah di Kecamatan Tembalang memiliki 3 pool, pool selata, barat dan timur. Prasarana penting yang terakhir adalah Tempat Pemrosesan Akhir Sampah. TPA Jatibarang terletak di Kedungpane, Kec. Mijen, Kota Semarang.

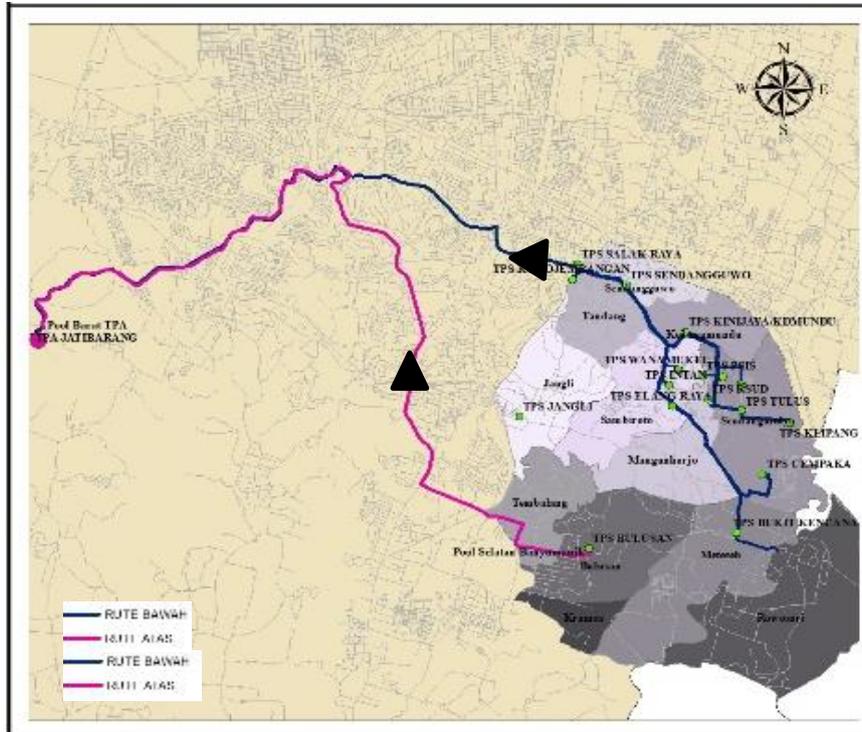
d. Rute Pengangkutan Sampah

Rute pengangkutan sampah dari TPS di Kecamatan Tembalang menuju TPA Jatibarang memiliki 2 Rute utama yang dapat dilewati oleh kendaraan pengangkut sampah berupa *armroll truck* dan *Dump truck*. Rute pengangkutan tersebut disesuaikan dengan daerah pelayanan pengangkutan sampah.

Tabel 1. Rute Utama Pengangkutan Sampah di Kecamatan Tembalang

Dari Kelurahan	Rute
Bulusan	Jl. Bulusan – Jl. KH Imam Suprpto – Jl. Jatimulyo – Jl. Prof. H. Soedarto – Jl.
Tembalang	Ngesrep Timur 5 – Jl. Doktor Setiabudi – Jl. Teuku Umar – Jl. Sultan Agung – Jl.
Kramas	Letjend.S.Parman – Jl. Kaligarang – Jl. Simongan – Jl. Untung Suropati – Jl. TPA
Jangli	Jatibarang
Sendangguwo, Tandang,	Jl. Raya Sendangmulyo – Jl. Sambiroto Raya - Jl. Kedung Mundu Raya – Jl. Tentara
Kedungmundu, Sambiroto,	Pelajar – Jl. M.T Haryono – Jl. Sriwijaya – Jl . Veteran – Jl. Kaligarang – Jl.
Sendangmulyo,	Simongan – Jl. Untung Suropati – Jl. TPA Jatibarang
Mangunharjo	
Meteseh	

Rute pengangkutan sampah di Kecamatan Tembalang terbagi dua wilayah sesuai dengan letak TPS dan kelurahan yang terlayani. Rute pengangkutan sampah Kecamatan Tembalang menuju TPA Jatibarang akan bertemu pada Jl. Kaligarang kemudian dilanjutkan sampai ke TPA jatibarang. Rute utama di Kecamatan Tembalang dapat dilihat pada gambar Terdapat 2 jalur berwarna merah muda dan biru untuk membedakan.



Gambar 4. Rute Utama Pengangkutan Sampah di Kecamatan Tembalang

e. Waktu Operasional Kendaraan *Armroll Truck*

Kendaraan pengangkut di Kecamatan Tembalang memiliki jumlah ritasi antara 2-4 rit/hari dimana lokasi TPS memiliki kesamaan pada TPS Tembalang yang dapat melakukan 3 kali ritasi setiap harinya. Hasil perhitungan sisa waktu kerja pengangkutan menunjukkan bahwa seluruh kendaraan pengangkut di Kecamatan Tembalang masih memiliki sisa jam kerja rata-rata 2,143 jam/hari.

f. Waktu Operasional Kendaraan *Dump Truck*

Rute pengangkutan sampah kendaraan *dump truck* memiliki 2 rit per hari. Wilayah pelayanan *dump truck* ini adalah TPS Tembalang, TPS Tulus, TPS Ketileng Atas, TPS Rogojembangan dan TPS Sendangguwo. *Dump truck* memiliki sisa waktu kerja 3,127 jam/hari.

3.2 Kondisi Eksisting Jalan

Kejuhan jalan berdasarkan observasi akan dibandingkan dengan hasil *traffic counting* kendaraan yang keempat jalan tersebut. TC dilakukan dengan mengambil sampel 3 segmen waktu selama satu jam dengan sampel 20 menit setiap jam nya yaitu pada pagi hari (05.00 – 08.00), siang hari (10.00 – 13.00), dan sore (15.00 – 18.00). Perhitungan dilakukan selama 2 hari pada hari Kamis, 5 Desember 2019 dan hari Sabtu, 7 Desember 2019. Volume kendaraan dari Jl. Veteran, Jl. Sriwijaya, Jl.Sultan Agung, dan Jl. Kaligarang.

Setelah mengetahui volume kendaraan yang melintas, diperlukan perhitungan kejuhan jalan yang dilewati dan *Level Of Service* dari jalan yang dilewati. Pada hasil perhitungan DS dan LOS rata-rata nilai LOS tertinggi terdapat pada segmen waktu pagi dan siang yaitu pukul 05.00 – 13.00. Kecepatan Kendaraan dalam keadaan jalan optimal adalah 37,607 km/jam.

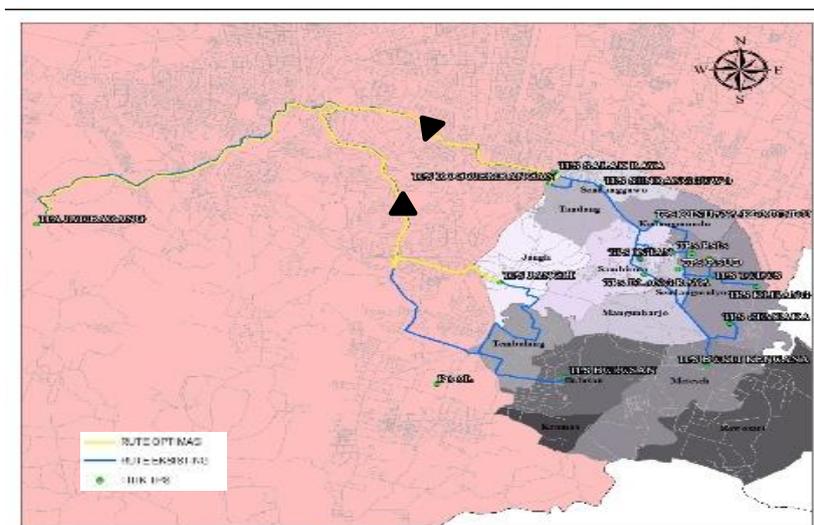
Tabel 2. Perhitungan Derajat Kejenuhan

Jalan	Hari	Waktu	Co	FC _{LJ}	FC _{PA}	FC _{HS}	FC _{CS}	C	Q	DS
Jl. Kaligarang	Kerja (Kamis)	Pagi	3300	1.08	1	3.5	1	12474	795	0.06
		Siang	3300	1.08	1	4.5	1	16038	1372.4	0.09
		Sore	3300	1.08	1	3.5	1	12474	1621.8	0.13
	Libur (Sabtu)	Pagi	3300	1.08	1	1.5	1	5346	742.3	0.14
		Siang	3300	1.08	1	1	1	3564	991.1	0.28
		Sore	3300	1.08	1	0.5	1	1782	1572.6	0.88
Jl. Sultan Agung	Kerja (Kamis)	Pagi	3300	0.54	1	1	1	1782	2570.2	1.44
		Siang	3300	0.54	1	0.5	1	891	2116.2	2.38
		Sore	3300	0.54	1	0.5	1	891	2250.1	2.53
	Libur (Sabtu)	Pagi	3300	0.54	1	4	1	7128	1851	0.26
		Siang	3300	0.54	1	3	1	5346	2604.1	0.49
		Sore	3300	0.54	1	1	1	1782	2286	1.28
Jl. Sriwijaya	Kerja (Kamis)	Pagi	3000	0.5	1	0.5	1	750	1216.1	1.62
		Siang	3000	0.5	1	2	1	3000	1276.2	0.43
		Sore	3000	0.5	1	0.5	1	750	1381.5	1.84
	Libur (Sabtu)	Pagi	3000	0.5	1	1	1	1500	736.7	0.49
		Siang	3000	0.5	1	3.5	1	5250	1361.6	0.26
		Sore	3000	0.5	1	1	1	1500	1204.3	0.80
Jl. Veteran	Kerja (Kamis)	Pagi	3000	0.645	1	1.5	1	2902.5	1337.6	0.46
		Siang	3000	0.645	1	1	1	1935	1730.1	0.89
		Sore	3000	0.645	1	1.5	1	2902.5	2286.4	0.79
	Libur (Sabtu)	Pagi	3000	0.645	1	0.5	1	967.5	830.2	0.86
		Siang	3000	0.645	1	1	1	1935	2045.1	1.06
		Sore	3000	0.645	1	0.5	1	967.5	1871.2	1.93

3.3 Optimasi Sistem Pengangkutan Sampah

a. Rute Pengangkutan Sampah

Hasil optimasi dari *Network Analyst* terdapat dua TPS yang memiliki rute baru yaitu TPS Rogojembangan dan TPS Jangli. Optimasi rute juga mengacu pada kejenuhan jalan yang dilewati dan kecepatan rata-rata dari jalan yang memiliki kejenuhan jalan paling optimum yaitu sebesar 34,372 km/jam. Maka didapat waktu operasional/ritasi yang telah dioptimasi menurut jarak dan kecepatan dari pelayanan sampah di Kecamatan Tembalang dengan total selisih waktu eksisting dan optimasi sebesar 4,78 jam/ritasi. Sehingga didapatkan rute pengangkutan seperti pada garis warna kuning pada gambar 5.



Gambar 5. Rute Optimasi Pengangkutan Sampah

b. Optimasi Waktu Pengangkutan Sampah

Waktu operasional pengangkutan sampah dipengaruhi oleh kecepatan dan kondisi jalan. Didapatkan waktu optimal untuk menghindari kejenuhan jalan pada rute pengangkutan yaitu pukul 05.00 -13.00. selain itu juga didapatkan kecepatan kendaraan berat pada keadaan kejenuhan optimal yaitu sebesar 37,607 km/jam. Sehingga didapat rata-rata waktu pengangkutan/ritasi/hari setelah optimasi sebesar 0,72 jam/rit/hari.

Tabel 3. Perbandingan Jumlah Ritasi Kendaraan Pengangkut

Nomor Polisi	Jumlah Ritasi Eksisting	Jumlah Ritasi Optimasi
H 9560 RS	4	5
H 9561 RS	4	6
H 9556 SS	4	5
H 9551 SS	2	5
H 9552 VS	3	5
H 9538 A	2	5
H 9560 RS	2	3

Berdasarkan perhitungan jumlah ritasi pengangkutan per hari pada kendaraan pengangkut *arm roll truck* di Kecamatan Tembalang, diperoleh nilai rata-rata jumlah ritasi sebanyak 5 rit/hari. Sedangkan untuk *dump truck* memiliki jumlah ritasi yang dapat dilakukan dalam sehari adalah 3 ritasi.

c. Optimasi Dengan Penambahan Ritasi

Penambahan ritasi dilakukan pada TPS yang memiliki kontainer lebih dan belum mendapatkann ritasi. Penambahan ritasi juga dilakukan pada TPS yang memiliki timbunan berlebih seperti TPS Tembalang, TPS Perum Intan, TPS Ketileng Atas, TPS Tulus, TPS Sendangguwo, TPS Elang Raya, TPS Rogojembangan, dan TPS Cempaka.

Tabel 4. Penambahan Ritasi pada TPS Terlayani

Nomor Polisi	Jenis	Nd (rit/hari)	TPS Terlayani
H 9560 RS	<i>Arm roll</i>	5	Elang Raya, Ketileng Atas, ASPOL, PSIS, Perum Intan
H 9561 RS	<i>Arm roll</i>	6	Tembalang, Cempaka, Tembalang, RSUD, Salak Raya, Jangli
H 9556 SS	<i>Arm roll</i>	5	Ketileng Atas, Kinijaya, Wanna Mukti, Tulus, Elang Raya
H 9551 SS	<i>Arm roll</i>	5	Tulus, Sendangguwo, Tembalang, Tembalang, Cempaka
H 9552 VS	<i>Arm roll</i>	5	Cempaka, Bukit Kencana, Sendangguwo, Ketileng Bawah
H 9538 A	<i>Arm roll</i>	5	Rogojembangan, Cempaka, Perum Intan Klipang, Rogojembngan
H 9541 VS	<i>Dump</i>	3	Keliling, Tembalang, Keliling

d. Optimasi Dengan Penambahan Kontainer

Penambahan kontainer sampah di TPS juga perlu dilakukan untuk penyesuaian dengan penambahan ritasi agar tidak terjadi kekosongan kontainer saat di angkut menuju TPA dan masih dapat melayani daerah tersebut. Penambahan kontainer disesuaikan dengan kondisi TPS.

Tabel 5. Penambahan Kontainer pada TPS Terlayani

Wilayah Pelayanan	Jumlah Kontainer Eksisting	Jumlah Kontainer Optimasi
TPS Ketileng Atas	1	2
TPS Perum Intan	1	2
TPS Tulus Harapan	1	2
TPS Jl. Elang Raya	1	2
TPS Sendangguwo	1	2
TPS Rogojembangan	1	2
TPS Tembalang	3	4
TPS Cempaka	3	4
TPS yang tidak dioptimasi	11	11
TOTAL	23	31

e. Sisa Waktu Kerja

Kendaraan pengangkut di Kecamatan Tembalang yang sudah dioptimasi memiliki jumlah ritasi rata-rata 5 rit/hari untuk *armroll truck* dan 3 rit/hari untuk *dump truck* sehingga memiliki sisa waktu kerja rata-rata sebesar 1 jam/hari.

f. Biaya Operasional Kendaraan

Optimasi yang telah dilakukan dengan penambahan ritasi dan penambahan kontainer akan mempengaruhi biaya operasional dari kendaraan pengangkutan sampah. Biaya operasional kendaraan (BOK) memiliki beberapa komponen berupa bahan bakar, oli, onderdil, ban, upah mekanik dan sopir yang akan diitung dengan rumus PCI dengan menggunakan data-data dari optimasi kendaraan pengangkut akan dikonversi kedalam nilai rupiah per 1000 km jarak tempuh (Burhamtoro, 2016). Sehingga didapatkan perbandingan BOK eksisting dan BOK optimasi.

Tabel 6. Selisih BOK dan Biaya Retribusi Pengelolaan Sampah di Kecamatan Tembalang

Subjek	Eksisting	Optimasi
Tahun	2019	2019
Penduduk Terlayani	60.835 Jiwa	85.005 Jiwa
KK Terlayani	12.167 KK	17.001 KK
Total Anggaran	2,277,930,622.30	2,972,193,492.83
Persen Biaya Retribusi	16%	16%
Biaya Retribusi	Rp 364,468,899.57	Rp 475,550,958.72
Biaya Retribusi	Rp 29,955.53	Rp 27,971.94
Biaya Retribusi / KK/ Bulan	Rp 2,495.29	Rp 2,330.99
Biaya pengelolaan per m³ (Rp/m³)	Rp14.417.282,00	Rp11.794.418,00

g. Analisis Persentase Pelayanan Pengangkutan Sampah Setelah Optimasi

Dapat diketahui bahwa terdapat pertumbuhan jumlah jiwa yang terlayani dari hasil optimasi penambahan ritasi dan kontainer yaitu sebanyak 85.0005. Persentase sampah masuk ke TPA menyesuaikan dengan timbulan hasil optimasi dari TPS mengalami peningkatan dari 27% menjadi 42%. Peningkatan persentase pelayanan ini sesuai bahkan melebihi perhitungan target Masterplan Persampahan Kota Semarang yaitu 29% terlayani menuju TPA pada tahun 2019 (DKP, 2013).

3.4 Proyeksi Perencanaan Sistem Pengangkutan Sampah 2019-2024

Dalam sebuah perencanaan, diperlukan proyeksi minimal 5 tahun perencanaan untuk mengetahui keberlanjutan sebuah perencanaan. Pada tahun 2024, Kecamatan Tembalang memiliki jumlah penduduk sebanyak 322.188 jiwa dengan persentase pelayanan sampah 52%. Untuk mendukung

persentase pelayanan tersebut, jumlah tambahan ritasi, tambahan kontainer dan armada dari tahun 2020-2024 berturut-turut sebesar 31 rit, 31 kontainer dan 7 armada.

3.5 Standar Operasional Prosedur

SOP atau Standar Operasional Prosedur merupakan panduan yang digunakan untuk memastikan kegiatan operasional organisasi atau perusahaan berjalan dengan lancar (Sailendra, 2015). Agar perencanaan optimasi pengangkutan berjalan lancar, maka perlu disusun SOP pengangkutan sampah dari pool – pool kembali. Dengan adanya SOP, para pelaksana terutama pengemudi kendaraan pengangkut sampah dapat memanfaatkan waktu yang tersedia dengan optimal. Waktu kendaraan pengangkut melakukan ritasi memiliki opsi dari mulai pukul 05.00 – 15.00. Selain waktu operasional, SOP juga berfungsi untuk menegaskan kedisiplinan pekerja dalam penggunaan Alat Pelindung Diri (APD).

4. Kesimpulan

Optimasi sistem pengangkutan sampah di Kecamatan Tembalang dilakukan dengan menambahkan pengaruh kondisi lalu lintas dari rute pengangkutan wilayah pelayanan Kecamatan Tembalang. Kendaraan pengangkut melakukan ritasi yaitu pada pukul 05.00 – 15.00 dengan derajat kejenuhan yang memiliki kecepatan rata-rata 37,607 km/jam. Jumlah ritasi pengangkutan sampah menjadi 34 ritasi diikuti dengan penambahan kontainer menjadi 31 kontainer. Penambahan ritasi dan kontainer menyebabkan meningkatnya persentase pelayanan menjadi 42%. Penambahan ritasi menyebabkan sisa jam kerja rata-rata menjadi 1 jam/hari. Dengan bertambahnya kecepatan, jumlah ritasi, dan jumlah kontainer mempengaruhi Biaya Operasional tahunan dari kendaraan pengangkut yaitu sebesar Rp 2.972.193.492,33 dengan biaya retribusi pertahun pada kondisi optimal mengalami penurunan menjadi Rp 27.971,94/tahun sehingga didapatkan sistem pengangkutan sampah di Kecamatan Tembalang yang efektif dan efisien. Kecamatan Tembalang perlu memiliki SOP pengangkutan sampah untuk mendisiplinkan pekerja serta menghasilkan pekerjaan yang lebih optimal. Hal yang diperlukan untuk pengembangan sistem adalah melakukan pengawasan yang ketat oleh koordinator lapangan untuk meningkatkan kedisiplinan para pekerja sehingga pengangkutan sampah dapat dilakukan dengan efektif, efisien, dan *safety*, serta memberikan pengetahuan lebih mengenai keamanan dalam pekerja terutama dalam penggunaan APD untuk mengurangi kecelakaan dalam bekerja. Diperlukannya kebijakan dari Dinas Lingkungan Hidup mengenai pembuangan sampah pada TPS sesuai dengan kecamatan masing-masing sehingga tidak membebani TPS pada kecamatan yang lain.

Daftar Pustaka

- Ambariski, P.P.D. 2016. *Optimasi Sistem Pengangkutan Sampah Berdasarkan Kapasitas Kendaraan Pengangkut dan Kondisi Kontainer Sampah di Surabaya Barat*. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang. 2019. *Kecamatan Tembalang dalam Angka 2019*. Semarang.
- Burhamtoro.2016. *Biaya Angkut Stationary Container System (SCS) Pada Pengangkutan Sampah*. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang.Malang
- Damanhuri, E. dan Tri P. 2010. *Pengelolaan Sampah*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Dinas Kebersihan dan Pertamanan.2013.*Masterplan Persampahan Kota Semarang*.Semarang
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2013. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Tentang Kebijakan Dan Strategi Nasional Pengembanagn Sistem Pengelolaan Persampahan (KSNP-SPP)*. Jakarta
- Sailendra, Annie.2015. *Langkah-Langkah Praktis Membuat SOP*.Trans Idea Publishing.Jogjakata.

- Sunarsih, S., Ispriyanti, D., Harjito, H., dan Sasongko, P. S. 1998. *Laporan Penelitian: Model Dinamik Angkutan Sampah di Kodya Dati II Semarang*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Diponegoro. Semarang
- Subandriyo, E., Marpaung, Ridho R., Kusharjoko, Wahyudi. 2014. *Analisis Perbandingan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) Jalan Lingkar Ambarawa dan Jalan Eksisting*. Departemen Teknik Sipil. Universitas Diponegoro. Semarang.