



TESIS - 142501

**ANALISIS PENGATURAN/PEMROGRAMAN
PENGANGKUTAN SAMPAH KOTA SURABAYA (POLA
PENGANGKUTAN SAMPAH *STATIONARY CONTAINER*
SYSTEMS DENGAN MENGGUNAKAN TRUK
COMPACTOR)**

ONI PRIASTA EKA RISTI
NRP. 3114 207 820

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Ir. Hitapriya Suprayitno, M.Eng
I.D.A.A. Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D

**PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN ASET INFRASTRUKTUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**



TESIS - 142501

**ANALISIS PENGATURAN/PEMROGRAMAN
PENGANGKUTAN SAMPAH KOTA SURABAYA (POLA
PENGANGKUTAN SAMPAH *STATIONARY CONTAINER*
SYSTEMS DENGAN MENGGUNAKAN TRUK
COMPACTOR)**

**ONI PRIASTA EKA RISTI
NRP. 3114 207 820**

**DOSEN PEMBIMBING
Dr. Ir. Hitapriya Suprayitno, M.Eng
I.D.A.A. Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D**

**PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN MANAJEMEN ASET INFRASTRUKTUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**



TESIS - 142501

**SURABAYA MUNICIPAL SOLID WASTE
TRANSPORTATION ROUTING ANALYSIS (STATIONARY
CONTAINER SYSTEMS WITH COMPACTOR TRUCKS)**

**ONI PRIASTA EKA RISTI
NRP. 3114 207 820**

**DOSEN PEMBIMBING
Dr. Ir. Hitapriya Suprayitno, M.Eng
I.D.A.A. Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D**

**MAGISTER PROGRAM
INFRASTRUCTURE ASSET MANAGEMENT
CIVIL ENGINEERING DEPARTEMENT
CIVIL ENGINEERING AND PLANNING FACULTY
SEPULUH NOVEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2016**


Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (M.T.)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

oleh :

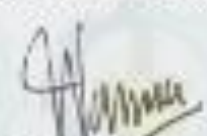
ONI PRIASTA EKA RISTI
NRP. 3114 207 820

Tanggal Ujian : 11 November 2016
Periode Wisuda : Maret 2017

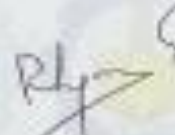
Disetujui oleh :


1. Dr. Ir. Hitapriya Suprayitno, M.Eng
NIP. 19541103 198601 1 001

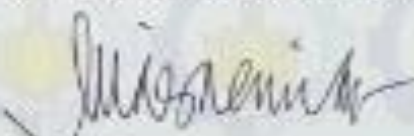
(Pembimbing I)


2. I.D.A.A. Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 19750212 199903 2 001

(Pembimbing II)


3. Ir. Retno Indrivani, M.T
NIP. 19591106 198511 2 001

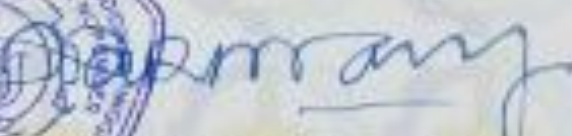
(Penguji)


4. Dr. Ir. Ria, A. A. Soemitro, M.Eng
NIP. 19580119 198601 2 001

(Penguji)



Direktur Program Pascasarjana


Prof. Ir. Diahur Manfaut, M.Sc., Ph.D
NIP. 19601202 198701 1 001

**ANALISIS PENGATURAN/PEMROGRAMAN PENGANGKUTAN
SAMPAH KOTA SURABAYA
(Pola Pengangkutan Sampah *Stationary Container Systems* dengan
Menggunakan Truk *Compactor*)**

Nama Mahasiswa : Oni Priasta Eka Risti
NRP : 3114 207 820
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Hitapriya Suprayitno, M.Eng
I.D.A.A. Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D

ABSTRAK

Pemerintah Kota Surabaya sejak tahun 2013 mulai mencoba meningkatkan pola pengangkutan *Hauled Container Systems* (HCS) dengan truk *armroll* menjadi pola pengangkutan sampah *Stationary Container Systems* (SCS) pada TPS/LPS eksisting dengan truk *compactor*. Dengan pola pengangkutan sampah yang berbeda, maka berbeda pula waktu satu trip pengangkutan dan volume sampah terangkut per TPS/LPS dalam satu ritase pengangkutan. Penelitian tentang pola pengangkutan sampah HCS telah dilakukan sebelumnya, sedangkan penelitian tentang pola pengangkutan sampah SCS belum pernah dilakukan.

Sebagai langkah awal penelitian ini, telah dilakukan analisis deskriptif dari kajian dan studi berbagai literature sehingga diperoleh 7 (tujuh) komponen aspek analisis pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah. Untuk menganalisis kondisi eksisting dilakukan analisis teknis untuk memperoleh nilai faktor *off route W* tiap rute pengangkutan eksisting dan analisis aspek biaya. Kondisi ideal pengangkutan sampah pada penelitian ini telah dilakukan dengan dua skenario optimasi pengangkutan sampah. Dimana pada skenario optimasi pertama, kebutuhan ritase dipengaruhi oleh kapasitas maksimum *compactor*, sedangkan skenario optimasi kedua kebutuhan ritase dipengaruhi oleh tong sampah yang berbeda-beda jumlahnya per TPS/LPS. Penentuan rute pengangkutan dan volume serta jadwal pengangkutan kondisi ideal menggunakan algoritma *Vehicle Routing Problem with Sequential Intertion* yang memiliki fungsi objektif meminimalkan jumlah truk dan waktu pengangkutan dengan memaksimalkan kapasitas *compactor*. Hasil perbandingan adalah beban kerja seluruh truk *compactor* hampir merata, peningkatan jumlah ritase kondisi ideal seluruh trip menjadi 2 ritase, nilai faktor *off route W* kondisi ideal lebih baik yaitu antara 0,13 – 0,27 dan rata-rata waktu tunggu berkurang sampai hanya 1,31 jam per trip pengangkutan serta biaya total pengangkutan yang lebih ekonomis.

Dari hasil penelitian ini, upaya perbaikan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan pelayanan pengangkutan sampah dengan pola pengangkutan SCS adalah dengan penambahan 8 (delapan) TPS/LPS baru atau ± 6 (enam) rute pengangkutan baru oleh truk *compactor* dan penambahan jumlah tong sampah pada TPS/LPS lama dengan jumlah volume sampah yang besar.

Kata Kunci : Pengangkutan Sampah Kota Surabaya, *Stationary Container System*, Jumlah Ritase dan Nilai Faktor *Off Route*, Waktu Satu Trip Pengangkutan Sampah, Optimasi Rute dan Volume, Algoritma *Vehicle Routing Problem with Sequential Intertion*

Halaman ini sengaja dikosongkan

**SURABAYA MUNICIPAL SOLID WASTE TRANSPORTATION
ROUTING ANALYSIS
(Stationary Container Systems With Compactor Trucks)**

Student Name : Oni Priasta Eka Risti
NRP : 3114 207 820
Supervisor : Dr. Ir. Hitapriya Suprayitno, M.Eng
I.D.A.A. Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D

ABSTRACT

As an improvement policy in municipal solid waste services, since 2013 Dinas Kebersihan dan Pertamanan of Surabaya City has been implemented Stationary Container Systems (SCS) solid waste transportation system using compactor trucks at existing TPS/LPS. Different type of collection system from the old type of collection systems which is Hauled Container System (HCS) using armroll truck, will affect to the amount of transported solid waste at each TPS/LPS, pick up time and transportation time also. Research focused on HCS solid waste transportation system already had been done, therefore this research is focused on SCS solid waste transportation system using compactor truck.

As the beginning step of this research, descriptive analysis from various literature already has been done to get seven solid waste transportation routing analysis components. There are two aspect of analysis to analyze existing condition of solid waste transportation. The first aspect is technical analysis that calculate value off route factor for each existing solid waste transportation route and the second aspect is financial analysis. This research also analyze ideal condition by optimizing solid waste transportation route and volume. There are two optimization scenarios that is distinguished by number of ritase basis determination. Algorithm of Vehicle Routing Problem with Sequential Insertion is applied to get route, volume and schedule of solid waste transportation ideal condition. The objective functions of this algorithm are minimizing number of trucks and transportation time but maximizing the use of compactor capacity. The comparison results between existing and ideal conditions show that ideal solid waste transportation condition better than existing solid waste transportation condition because all trucks have equal workload, all ideal solid waste transportation trips have 2 ritase, the value off route factor reduced between 0.13 up to 0.27, average waiting time for each trip reduced to 1.31 hour and cheaper total transportation costs.

The improvement actions to escalate solid waste transportation services based on this research are adding 8 (eight) new TPS/LPS's or ± 6 (six) new trip that the solid waste transportation is served by compactor trucks and adding mini bin of existing TPS/LPS's which have large solid waste volume.

Keywords : Surabaya Municipal Solid Waste Transportation, Stationary Container System, Number of Ritase and Off Route Factor Value, One Trip Transportation Time, Route and Volume Optimization, Vehicle Routing Problem with Sequential Insertion Algorithm

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Thesis dengan judul “Analisis Pengaturan/Pemrograman Pengangkutan Sampah Kota Surabaya (Pela Pengangkutan Sampah *Stationary Container Systems* dengan Menggunakan Truk *Compactor*). Selama proses penyusunan Thesis ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, dukungan dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat yang besar, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus dan sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua, Ibu dan Bapak yang telah memberikan segenap dukungan dan selalu menjadi motivasi terbesar untuk menyelesaikan penelitian thesis saya ini.
2. Bapak dan mamak dari suami saya yang telah memberikan saya semangat dan bantuan sehingga saya dapat menyelesaikan studi magister saya ini.
3. BPSDM Kementerian Pekerjaan Umum sebagai unit kerja pengelola pendidikan kerjasama vokasi yang telah memberikan saya kesempatan untuk menempuh studi Magister Manajemen Aset Infrastruktur Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS.
4. Dinas Kebersihan dan Pertamanan Pemerintah Kota Surabaya sebagai unit kerja yang telah memberikan izin dan kebutuhan data penelitian sehingga thesis ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Keluarga besar Inspektorat Wilayah I Kementerian PU yang telah memberikan amanat untuk saya menempuh studi kerjasama vokasi jenjang magister dengan baik.
6. Bapak Dr. Ir. Hitapriya Suprayitno, M.Eng selaku Pembimbing I yang telah banyak memberikan saran dan masukan selama proses pengerjaan thesis mulai dari awal sampai terselesaikannya penelitian thesis ini dengan baik.
7. Ibu I.D.A.A Warmadewanthi, S.T., M.T, Ph.D selaku Pembimbing II yang telah membimbing saya dengan sangat baik selama pengerjaan thesis mulai dari awal sampai terselesaikannya penelitian thesis ini dengan baik.

8. Bapak Dr. Ir. Wasis Wardoyo, M.Sc selaku dosen wali yang sudah memberikan masukan selama saya mengerjakan penelitian thesis saya ini.
9. Suami saya yang telah memberikan dukungan, doa, serta yang sudah sangat sabar menyikapi naik dan turunnya hormon serotonin saya selama menjalani studi magister ini.
10. Anak saya yang selalu ceria dan terus menjadi motivasi terbesar untuk menyelesaikan penelitian thesis ini.
11. Mbak Novi Arifiani yang selalu mendengarkan ocehan tidak penting saya dengan ikhlas dan mudah-mudahan saya bisa mengocehkan sesuatu yang lebih penting ya mbak...
12. Teman-teman seperjuangan MMAI 2015 yang tetap semangat dan kompak, semoga tali silaturahmi kita tetap terjaga.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan Thesis ini banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan penulis agar laporan ini menjadi lebih baik.

Surabaya, November 2016

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup	5
1.6 Norma, Standar, Prosedur, dan Manual bidang Persampahan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pengelolaan Aset	7
2.1.1 Pengertian Aset	7
2.1.2 Manajemen Aset	8
2.1.3 Siklus Manajemen Aset	9
2.2 Definisi Sampah	11
2.2.1 Sumber Sampah	11
2.2.2 Laju Timbulan Sampah	13
2.3 Instansi Pengelola Pengangkutan Sampah Kota Surabaya	14
2.3.1 Pembiayaan Pengelolaan Persampahan Kota Surabaya	15
2.4 Pengangkutan Sampah	16

2.4.1	Pola Pengangkutan Sampah.....	16
2.4.2	Sarana Pengangkutan.....	20
2.5	Klasifikasi Jalan.....	23
2.6	Optimasi Rute Pengangkutan.....	25
2.6.1	<i>Vehicle Routing Problem with Sequential Insertion</i>	26
2.6.2	Karakteristik <i>Vehicle Routing Problem with Sequential Insertion</i> untuk Masalah Penentuan Rute Pengangkutan Sampah.....	27
2.7	Biaya Operasional Kendaraan	30
2.8	Hasil Optimasi Pengangkutan Sampah Kota di Berbagai Negara	32
2.9	Penelitian Terdahulu	34
BAB 3 METODE PENELITIAN		39
3.1	Kondisi Wilayah	39
3.2	Kondisi Jalan Kota Surabaya	40
3.3	Tahapan Penelitian	41
3.4	Diagram Alir Penelitian	42
3.5	Jenis Penelitian.....	44
3.6	Metode Pengumpulan Data	44
3.6.1	Studi Literatur.....	44
3.6.2	Pengumpulan Data Lapangan.....	44
3.7	Analisis dan Evaluasi	48
3.7.1	Skema Analisa dan Evaluasi.....	50
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN		53
4.1	Gambaran Umum Wilayah Penelitian.....	53
4.1.1	Letak Geografis dan Luas Wilayah	53
4.1.2	Topografi	53

4.1.3	Hidrologi	54
4.1.4	Klimatologi	54
4.1.5	Jumlah Penduduk	55
4.1.6	Penggunaan Lahan, Industri dan Perdagangan	55
4.2	Hasil Pengamatan Eksisting	56
4.2.1	Aspek Teknis Operasional	57
4.2.1.1	Timbulan dan Komposisi Sampah	57
4.2.1.2	Pengumpulan dan Pindahan Sampah	60
4.2.1.3	Pengangkutan Sampah	65
4.2.1.4	Prioritas Daerah Pelayanan Pengangkutan Sampah ...	82
4.2.2	Aspek Pembiayaan	85
4.2.2.1	Pendapatan	85
4.2.2.2	Retribusi Sampah	86
4.2.2.3	Pengeluaran	87
4.3	Komponen Aspek Analisis Pengaturan/Pemrograman Pengangkutan Sampah	91
4.4	Analisis Kondisi Eksisting Pengaturan/Pemrograman Pengangkutan Sampah SCS	107
4.4.1	Analisis Waktu Pengangkutan Sampah Eksisting	107
4.4.2	Total Biaya Angkut Kondisi Pengangkutan Sampah Eksisting	117
4.5	Analisis Kondisi Ideal Pengaturan/Pemrograman Pengangkutan Sampah SCS	121
4.5.1	Optimasi Rute Pengangkutan Skenario A.....	123
4.5.2	Optimasi Rute Pengangkutan Skenario B	136
4.5.3	Total Biaya Angkut Kondisi Pengangkutan Sampah Ideal.....	144

4.6 Perbandingan Kondisi Eksisting dengan Kondisi Ideal Optimasi Pengangkutan Sampah	151
4.7 Upaya Perbaikan Pengaturan/Pemrograman Pengangkutan Sampah ...	154
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	157
5.1 Kesimpulan	157
5.2 Saran	158
DAFTAR PUSTAKA.....	159
LAMPIRAN I. Rekapitulasi Hasil Pengamatan Langsung Pengangkutan Sampah SCS.....	161
LAMPIRAN II. Waktu dan Jarak Perjalanan Antar Pool, TPS/LPS, dan TPA.	179
LAMPIRAN III. Perhitungan P_{SCS} , T_{SCS} dan Waktu <i>Off Route</i> (W) Seluruh Rute Pengangkutan.....	181
LAMPIRAN IV. Pengangkutan Sampah Per TPS/LPS.....	193
LAMPIRAN V. Nilai Variabel-Variabel Dalam Algoritma <i>Vehicle Routing Problems With Sequential Insertion</i>	197

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1. Tabel Klasifikasi Sumber Sampah	11
Tabel 2-2. Tabel Timbulan Sampah berdasarkan Sumber Sampah.....	14
Tabel 2-3. Pemilihan Armada Pengangkutan Sampah	23
Tabel 2-4. Hasil Optimasi Rute dan Jadwal Pengangkutan Sampah di Kota Barreiro, Portugal Tahun 2012.....	33
Tabel 2-5. Hasil Optimasi Pengangkutan Dengan Metode ArcGIS, PSO, PSOPC, dan CPSO-ArcGIS di Kota Danang Vietnam	34
Tabel 2-6. Ringkasan Penelitian Terdahulu.....	34
Tabel 3-1. Tabel Panjang Jalan Kota Surabaya	40
Tabel 3-2. Tabel Cara Pengumpulan Data Penelitian.....	47
Tabel 4-1. Jumlah Timbulan Sampah Kota Surabaya Tahun 2012	57
Tabel 4-2. Prosentase Komposisi Sampah di Kota Surabaya.....	59
Tabel 4-3. Jumlah sampah yang dihasilkan pada tiap produsen.....	60
Tabel 4-4. Tabel LPS dengan Tong Sampahnya	64
Tabel 4-5. Tabel Pembagian Wilayah Rayon Operasional Pengangkutan Sampah Kota Surabaya	65
Tabel 4-6. Jumlah dan Kondisi Aset Truk Pengangkutan Sampah	66
Tabel 4-7. Pengangkutan Sampah Eksisting dengan Truk <i>Compactor</i>	68
Tabel 4-8. Volume Sampah TPS/LPS Terlayani Pengangkutan Sampah dengan Truk <i>Compactor</i>	71
Tabel 4-9. Rekapitulasi Pengamatan Pengangkutan Sampah Truk <i>Compactor</i> L 9386 NP	73
Tabel 4-10. Rekapitulasi Pengamatan Pengangkutan Sampah Truk <i>Compactor</i> L 9385 NP	74

Tabel 4-11. Rekapitulasi Pengamatan Pengangkutan Sampah Truk <i>Compactor</i> L 9561 NP	75
Tabel 4-12. Rekapitulasi Pengamatan Pengangkutan Sampah Truk <i>Compactor</i> L 9448 NP	77
Tabel 4-13. Rekapitulasi Pengamatan Pengangkutan Sampah Truk <i>Compactor</i> L 9555 NP	77
Tabel 4-14. Rekapitulasi Pengamatan Pengangkutan Sampah Truk <i>Compactor</i> L 9452 NP	78
Tabel 4-15. Rekapitulasi Pengamatan Pengangkutan Sampah Truk <i>Compactor</i> L 9454 NP	80
Tabel 4-16. Rekapitulasi Pengamatan Pengangkutan Sampah Truk <i>Compactor</i> L 9704 NP	81
Tabel 4-17. Skala Kepentingan Daerah Pelayanan	82
Tabel 4-18. Prioritas Pelayanan Sampah TPS/LPS Eksisting.....	83
Tabel 4-19. Anggaran Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya Tahun 2014.....	85
Tabel 4-20. Struktur dan Besaran Tarif Retribusi Pelayanan Persampahan.	86
Tabel 4-21. Konsumsi Bahan Bakar dan Pemeliharaan Rutin Truk <i>Compactor</i> ...	89
Tabel 4-22. Jumlah Tenaga Operasional Pengangkutan Sampah.....	89
Tabel 4-23. Realisasi Biaya Operasional dan Pemeliharaan Pengangkutan Sampah.....	91
Tabel 4-24. Kapasitas Volume Sampah Semua Tong Per TPS/LPS	94
Tabel 4-25. Volume Sampah Berdasarkan Jumlah Gerobak Pengumpul Sampah	95
Tabel 4-26. Volume Total Timbulan Sampah.....	96
Tabel 4-27. Waktu Bongkar per TPS/LPS	98
Tabel 4-28. Waktu Muatan Tiap Satu Tong Sampah Per TPS/LPS	99

Tabel 4-29. Waktu di TPA.....	100
Tabel 4-30. Jumlah Ritase Dalam Satu Trip Pengangkutan Sampah.....	101
Tabel 4-31. Perhitungan Berat Sampah Per Tong Sampah.....	103
Tabel 4-32. Kecepatan Rata-rata Truk <i>Compactor</i>	104
Tabel 4-33. Jumlah Tong Terangkut Per Truk <i>Compactor</i>	109
Tabel 4-34. Volume Sampah Terangkut Eksisting pada Tiap Ritase	109
Tabel 4-35. Waktu Muatan Tong Sampah Per Truk <i>Compactor</i>	110
Tabel 4-36. Jumlah TPS/LPS atau Titik Angkut Per Truk <i>Compactor</i>	110
Tabel 4-37. Waktu Tempuh Rata-rata antar TPS/LPS atau Titik Angkut	111
Tabel 4-38. Contoh Perhitungan P_{scs} Pada Ritase 1 Survey Pertama	111
Tabel 4-39. Perhitungan P_{scs} Untuk Semua Ritase	112
Tabel 4-40. Waktu di TPA per Truk <i>Compactor</i>	112
Tabel 4-41. Waktu Tempuh TPS/LPS ke TPA	113
Tabel 4-42. Waktu Tempuh TPA ke TPS/LPS Ritase Selanjutnya	113
Tabel 4-43. Contoh Perhitungan T_{scs} Untuk Ritase 1 Survey Pertama	114
Tabel 4-44. Perhitungan T_{scs} untuk Semua Ritase.....	115
Tabel 4-45. Perhitungan Faktor <i>Off Route</i> Survey Pertama.....	115
Tabel 4-46. Perhitungan Faktor <i>Off Route</i> Survey Kedua	116
Tabel 4-47. Waktu Tunggu Per Ritase Per Trip Per Truk <i>Compactor</i>	116
Tabel 4-48. Total Biaya Angkut Satu Trip Pengangkutan Eksisting.....	119
Tabel 4-49. Perhitungan Kebutuhan Ritase dan Volume Per TPS/LPS Awal Optimasi Skenario A	124
Tabel 4-50. Tabel Kebutuhan Ritase dan Volume Optimasi Skenario A	125
Tabel 4-51. Rute Pengangkutan Truk <i>Compactor</i> L 9454 NP Berdasarkan Kebutuhan Ritase dan Volumennya.....	126

Tabel 4-52. Perhitungan <i>Pscs</i> , <i>Tscs</i> dan <i>W</i> Truk <i>Compactor</i> L 9454 NP.....	127
Tabel 4-53. Rute Pengangkutan Truk <i>Compactor</i> L 9384 NP dan L 9389 NP Berdasarkan Kebutuhan Ritase dan Volumennya	128
Tabel 4-54. Perhitungan <i>Pscs</i> , <i>Tscs</i> dan <i>W</i> Truk <i>Compactor</i> L 9384 NP dan L 9389 NP.....	128
Tabel 4-55. Rute Pengangkutan Truk <i>Compactor</i> L 9555 NP Berdasarkan Kebutuhan Ritase dan Volumennya	129
Tabel 4-56. Perhitungan <i>Pscs</i> , <i>Tscs</i> dan <i>W</i> Truk <i>Compactor</i> L 9555 NP	129
Tabel 4-57. Rute Pengangkutan Ideal Hasil Optimasi Skenario A pada Truk <i>Compactor</i> L 9454 NP, L 9555 NP, L 9384 NP dan L 9389 NP	131
Tabel 4-58. Perhitungan <i>Pscs</i> , <i>Tscs</i> dan <i>W</i> Hasil Optimasi Rute Pengangkutan Skenario A pada Truk <i>Compactor</i> L 9454 NP, L 9555 NP, L 9384 NP dan L 9389 NP	132
Tabel 4-59. Nilai <i>W</i> (Faktor <i>Off Route</i>) Hasil Optimasi Rute Pengangkutan Skenario A Untuk Semua Truk <i>Compactor</i>	132
Tabel 4-60. Tabel Volume Sampah Terangkut Kondisi Ideal Optimasi Skenario A.....	134
Tabel 4-61. Kebutuhan Ritase dan Volume Optimasi Skenario B	136
Tabel 4-62. Pengangkutan Kondisi Ideal Optimasi Skenario B Pada LPS Pandegiling	137
Tabel 4-63. Rute Pengangkutan Kondisi Ideal Truk <i>Compactor</i> C, D, G, K, dan N Hasil Optimasi Skenario B	138
Tabel 4-64. Perhitungan <i>Pscs</i> , <i>Tscs</i> dan <i>W</i> Hasil Optimasi Rute Pengangkutan Skenario A pada Truk <i>Compactor</i> C, D, G, K, dan N Hasil Optimasi Skenario B... ..	140
Tabel 4-65. Nilai <i>W</i> (Faktor <i>Off Route</i>) Hasil Optimasi Rute Pengangkutan Skenario B Untuk Semua Truk <i>Compactor</i>	141

Tabel 4-66. Tabel Volume Sampah Terangkut Kondisi Ideal Optimasi Skenario B.....	143
Tabel 4-67. Total Biaya Satu Trip Pengangkutan Kondisi Ideal Hasil Optimasi Skenario A.....	145
Tabel 4-68. Total Biaya Satu Trip Pengangkutan Kondisi Ideal Hasil Optimasi Skenario B.....	147
Tabel 4-69. Perbandingan Pengangkutan Sampah Kondisi Eksisitng dan Kondisi Ideal.....	152
Tabel 4-70. Data TPS/LPS dengan Jumlah Sampah Cukup Besar yang Diangkut Oleh Truk <i>Armroll</i> yang Masa Manfaatnya ≥ 20 Tahun.....	155

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1. Siklus Manajemen Aset	10
Gambar 2-2. Struktur Organisasi Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya.....	15
Gambar 2-3. Diagram Operasional Pengelolaan Persampahan	16
Gambar 2-4. Pola Pengangkutan <i>Hauled Container System</i>	17
Gambar 2-5. Pola Pengangkutan sampah dengan <i>Stasionery Container System</i> ..	18
Gambar 2-6. Visualisasi Jenis Armada Pengangkutan Sampah.....	22
Gambar 2-7. Ilustrasi Algoritma <i>Vehicle Routing Problem with Sequential Insertion</i>	28
Gambar 3-1. Persebaran TPS/LPS Kota Surabaya	40
Gambar 3-2. Skema Analisa dan Evaluasi Penelitian.....	51
Gambar 4-1. Penggunaan Lahan Kota Surabaya	56
Gambar 4-2. Gambar Gerobak Sampah.....	62
Gambar 4-3. Gambar Tong Sampah	63
Gambar 4-4. Gambar Sebaran TPS	63
Gambar 4-5. Truk <i>Compactor</i> 10 m ³	67
Gambar 4-6. Gambar Rute Perjalanan Pengangkutan Sampah.....	103
Gambar 4-7. Gambar Diagram Alir Optimasi.....	122

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Surabaya adalah ibukota provinsi Jawa Timur yang merupakan kota terbesar kedua di Indonesia. Sebagai Kota Besar dengan jumlah penduduk yang semakin banyak mengakibatkan peningkatan jumlah sampah rumah tangga di Kota Surabaya. Selain itu, di Kota Surabaya banyak dijumpai perkantoran, area perbelanjaan, restoran, dan tempat rekreasi yang juga merupakan sumber penghasil sampah yang tergolong sampah sejenis rumah tangga. Penanganan sampah memerlukan perhatian khusus, yang jika tidak segera ditangani dan dikelola dengan baik, akan semakin berdampak pada lingkungan hidup, seperti banjir dan pencemaran lingkungan. Selain itu, sampah yang dibuang secara terbuka dapat berpotensi menimbulkan berbagai macam penyakit. Berkaitan dengan hal tersebut, maka diperlukan suatu sistem pengaturan/pemrograman sampah secara terpadu agar permasalahan-permasalahan yang ditimbulkan oleh sampah dapat dicegah dan diminimalisir.

Berdasarkan hasil registrasi penduduk yang dilakukan oleh Dispenduk dan Capil (Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil) Kota Surabaya, didapatkan jumlah penduduk Surabaya pada tahun 2012 adalah sebanyak 3.104.584 jiwa. Jumlah ini meningkat sekitar 5% dari jumlah penduduk Kota Surabaya pada tahun 2011 yaitu 2.956.569 jiwa. Dengan luas wilayah Kota Surabaya yang sebesar 316,36 Km², maka kepadatan penduduk Kota Surabaya pada tahun 2012 adalah sebesar 9.813,453 jiwa/ Km².

Berdasarkan Undang-undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2012 dan Peraturan Menteri PU Nomor 13 Tahun 2013 Pengelolaan Sampah adalah kegiatan memilah, mengumpulkan, mengangkut, mengolah, dan pemrosesan akhir sampah (TPA). Dalam mewujudkan pelayanan sampah yang memadai pemerintah Kota Surabaya telah mengupayakan peningkatan mutu pengangkutan sampah kota. Kota

Surabaya mampu melayani pengangkutan sampah dengan 251,8 ritasi per hari (Sulistiyorini, 2006). Untuk meningkatkan pelayanan pengangkutan sampah, pemerintah Kota Surabaya menambah truk kompaktor ke dalam armada truk pengangkut sampah. Jumlah truk sampah di Kota Surabaya mencapai 128 unit pada tahun 2011 yang terdiri dari 17 unit truk *compactor*, 16 unit *dumptruck*, dan 95 unit truk *armroll* (MPSS Kota Surabaya untuk rencana tahun 2012 – 2016). DEPO/LPS-nya sendiri terdapat 184 buah di seluruh Surabaya. Penambahan armada pengangkutan sampah oleh Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya mulai sejak tahun 2014 hanya truk *compactor*. Pola pengangkutan sampah yang sesuai dengan sistem pemuatan sampah dari TPS/LPS ke dalam truk adalah *Stationary Container Systems* (SCS). Dengan pola pengangkutan sampah yang berbeda maka waktu satu trip pengangkutan dan kemampuan mengangkut volume sampah yang berbeda pula dengan pola pengangkutan sampah pada TPS/LPS yang lama dengan menggunakan truk *armroll*.

Permasalahan yang ditemukan dalam pengangkutan persampahan antara lain; keterbatasan sarana angkutan sampah dan tenaga operasionalnya dan jarak TPA Benowo terletak di wilayah Barat Surabaya, terlalu jauh dari area pelayanan untuk wilayah Surabaya lain. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, kerangka logis yang diambil Pemerintah Kota Surabaya antara lain; penambahan jumlah TPS/LPS dan jumlah *container* dan peningkatan sarana dan prasarana persampahan di Kota Surabaya (MPSS Kota Surabaya untuk Tahun 2012 – 2016). Total anggaran untuk bidang kebersihan adalah sebesar Rp. 510.000.000.000,00 dan anggaran untuk operasional pengangkutan sampah hanya Rp. 15.000.000.000,00 atau hanya kira-kira 2% dari total anggaran bidang kebersihan. Hal ini menjadi sangat penting dalam pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah Kota Surabaya, sehingga seluruh timbulan sampah dapat terangkut ke TPA secara optimal serta efektif dan efisien.

Berdasarkan laporan penelitian yang dilakukan The Asia Foundation (TAF) bekerjasama dengan United States Agency for International Development (USAID) di negara Srilanka, menjelaskan bahwa prinsip-prinsip yang perlu diperhatikan dalam perbaikan kinerja pengangkutan sampah adalah efektifitas

waktu dan biaya, efisiensi, kesesuaian dengan lingkungan, peran serta masyarakat, dan kerjasama antara pemerintah dan/atau swasta (jika perlu). Dari hasil penelitian ini juga dijelaskan bahwa dalam pengelolaan suatu aset pengangkutan sampah diperlukan kegiatan monitoring dan evaluasi terhadap kelembagaan pengelola aset. Selain itu, dalam penelitian lain yang dilakukan oleh dilakukan oleh UNEP IETC (Osaka, Japan) dan CalRecovery Inc (Concord, California, USA) yang mengambil objek penelitian di negara-negara berkembang, dijelaskan bahwa faktor-faktor yang dapat dijadikan bahan evaluasi kinerja manajemen pengelolaan persampahan terdiri dari faktor finansial, institusional, teknis dan sosial.

Dengan melihat latar belakang permasalahan diatas mengenai pengangkutan sampah seperti diatas maka diperlukan penelitian tentang Analisis Pengaturan/Pemrograman Pengangkutan Sampah di Kota Surabaya dengan mengambil objek penelitian khusus pada pola pengangkutan SCS dengan menggunakan truk *compactor*, yang nantinya diharapkan dapat mendorong pelayanan pengangkutan optimal yang diberikan kepada masyarakat.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas, maka diperlukan analisis pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah Kota Surabaya dengan permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah komponen aspek analisis pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah Kota Surabaya?
2. Bagaimana kondisi pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah eksisting dari TPS/LPS ke TPA Kota Surabaya?
3. Bagaimana kondisi ideal pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah dilihat dari analisa segi teknis, dan biaya?
4. Bagaimana hasil perbandingan (gap) antara kondisi pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah eksisting dengan kondisi ideal hasil analisa?

5. Bagaimana upaya perbaikan pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah sebagai hasil perbandingan antara kondisi ideal hasil analisa dengan kondisi eksisting?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan analisis pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah Kota Surabaya yang telah diuraikan diatas, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Diperoleh komponen aspek analisis pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah Kota Surabaya.
2. Diperoleh kondisi pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah eksisting dari TPS/LPS ke TPA Kota Surabaya.
3. Diperoleh kondisi ideal pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah dilihat dari analisa segi teknis dan biaya.
4. Diperoleh hasil perbandingan (gap) antara kondisi pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah eksisting dengan kondisi ideal hasil analisa.
5. Diperoleh upaya perbaikan pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah sebagai hasil perbandingan antara kondisi ideal hasil analisa dengan kondisi eksisting.

1.4 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini diharapkan memperoleh manfaat sebagai berikut :

1. Dapat dijadikan sebagai masukan bagi Pemerintah Kota Surabaya khususnya Dinas Pertamanan dan Kebersihan Kota Surabaya dalam menentukan upaya untuk memberikan kinerja pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah Kota Surabaya.

2. Dari segi teoritis akademis, penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu bahan rujukan ilmiah bagi para peneliti lain yang ingin mengembangkan penelitian di bidang pengangkutan sampah.

1.5 Ruang Lingkup

Agar tercapainya tujuan penelitian ini diperlukan suatu batasan – batasan dari pembahasan sebagai berikut :

1. Wilayah penelitian adalah Kota Surabaya.
2. Pengelola aset pengangkutan adalah Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya.
3. Evaluasi yang dilakukan dilihat dari aspek teknis, dan aspek biaya.
4. Pola pengangkutannya menggunakan *Stationary Container System* (SCS).
5. Kendaraan pengangkut sampah yang menjadi objek penelitian adalah truk *compactor* dengan kapasitas muatan 10 m³.

1.6 Norma, Standar, Prosedur, dan Manual bidang Persampahan

Norma Standar Prosedur dan Kriteria yang dijadikan acuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Undang-undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah.
2. Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.
3. Peraturan Menteri PU Nomor 3 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana Dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.
4. Permen PU Nomor 19/PRT/M/2011 Tahun 2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan.
5. Peraturan Menteri PU Nomor 1 Tahun 2014 Tentang Standar Pelayanan Minimal Bidang Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang.

6. Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 5 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Sampah dan Kebersihan di Kota Surabaya.
7. SNI 19-2454-2002 tentang tata cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan.
8. SNI 03-3242-2008 tentang Tata Cara Pengelolaan Sampah Pemukiman.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengelolaan Aset

2.1.1 Pengertian Aset

Aset adalah sumber daya ekonomi yang dikuasai dan/atau dimiliki oleh pemerintah sebagai akibat dari peristiwa masa lalu dan dari mana manfaat ekonomi dan/atau sosial di masa depan diharapkan dapat diperoleh, baik oleh pemerintah maupun masyarakat, serta dapat diukur dalam satuan uang, termasuk sumber daya nonkeuangan yang diperlukan untuk penyediaan jasa bagi masyarakat umum dan sumber-sumber daya yang dipelihara karena alasan sejarah dan budaya. Manfaat ekonomi masa depan yang terwujud dalam aset adalah potensi aset tersebut untuk memberikan sumbangan, baik langsung maupun tidak langsung, bagi kegiatan operasional pemerintah, berupa aliran pendapatan atau penghematan belanja bagi pemerintah (SAP, 2010).

Asset (Aset) adalah barang, yang dalam pengertian hukum disebut benda, yang terdiri dari benda tidak bergerak dan benda bergerak, baik yang berwujud (*tangible*) maupun yang tidak berwujud (*Intangible*), yang tercakup dalam aktiva/kekayaan atau harta kekayaan dari suatu instansi, organisasi, badan usaha atau individu perorangan.

Ir. Doli D. Siregar, M.Sc dalam bukunya Manajemen Aset menjelaskan pengertian tentang aset berdasarkan perspektif pembangunan berkelanjutan, yakni berdasarkan tiga aspek pokoknya: sumber daya alam, sumber daya manusia, dan infrastruktur seperti berikut ini:

1. Sumber daya alam, adalah semua kekayaan alam yang dapat digunakan dan diperlukan untuk memenuhi kebutuhan manusia.
2. Sumber daya manusia, adalah semua potensi yang terdapat pada manusia seperti akal pikiran, seni, keterampilan, dan sebagainya yang dapat digunakan

untuk memenuhi kebutuhan bagi dirinya sendiri maupun orang lain atau masyarakat pada umumnya.

3. Infrastruktur, adalah sesuatu buatan manusia yang dapat digunakan sebagai sarana untuk kehidupan manusia dan sebagai sarana untuk dapat memanfaatkan sumber daya alam dan sumber daya manusia dengan semaksimalnya, baik untuk saat ini maupun keberlanjutannya dimasa yang akan datang.

2.1.2 Manajemen Aset

Sejak reformasi keuangan negara bergulir, yang ditandai dengan terbitnya Undang-Undang (UU) 17 Tahun 2003 tentang Keuangan Negara, pemerintah Republik Indonesia telah membangun komitmen yang kuat untuk memenuhi prinsip-prinsip tata kelola pemerintahan yang baik (*good governance*) melalui pengelolaan keuangan yang sehat dan modern (*sound and modern*). Lingkup perubahan yang terjadi sangat mendasar dan bersifat menyeluruh, termasuk di dalamnya adalah pengelolaan aset negara. *International best practices* memperlihatkan peran strategis pengelolaan aset negara sebagai salah satu indikator penting pengelolaan anggaran negara dan upaya perwujudan akuntabilitas tata kelola suatu keuangan negara.

Dalam pasal 3 PP Nomor 6 tahun 2006 tentang Pengelolaan BMN/D disebutkan (1) pengelolaan BMN/D dilaksanakan berdasarkan asas fungsional, kepastian hukum, transparansi dan keterbukaan, efisiensi, akuntabilitas, dan kepastian nilai. (2) Pengelolaan BMN/D meliputi: perencanaan kebutuhan dan penganggaran, pengadaan, penggunaan, pemanfaatan, pengamanan dan pemeliharaan, penilaian, penghapusan, pemindahtanganan, penatausahaan, pembinaan, pengawasan dan pengendalian.

Definisi pengelolaan atau manajemen aset dalam ketentuan umum PP yang resmi dikeluarkan secara eksplisit sebetulnya tidak ada. Namun demikian ada beberapa definisi yang berbeda tentang manajemen aset yang dapat kita lihat (Arik Haryono, 2007), diantaranya adalah sebagai berikut :

Pemerintah *South Australia* mendefinisikan manajemen aset sebagai “... *a process to manage demand and guide acquisition, use and disposal of assets to make the most of their service delivery potential, and manage risks and costs over their entire life*”.

Sementara itu, Departemen Transportasi Amerika Serikat mendefinisikan manajemen aset sebagai “...a systematic process of maintaining, upgrading, and operating physical assets cost effectively. It combines engineering principles with sound business practices and economic theory, and it provides tools to facilitate a more organized, logical approach to decision making. Thus, asset management provides a framework for handling both short and longrange planning”. (Hadinata, 2011)

2.1.3 Siklus Manajemen Aset

Secara umum, manajemen aset baik di perusahaan maupun negara meliputi aktivitas inti sebagai berikut : (i) perencanaan (*planning*), (ii) perolehan (*acquisition*), (iii) pemanfaatan (*utilization*), dan (iv) penghapusan (*disposal*). Di dalam suatu manajemen aset yang baik, menurut buku “*Asset Management: Advancing the State of the Art Into the 21st Century Through Public-Private Dialogue*” yang diterbitkan oleh *Federal Highway Administration and the American Association of State*.

Jika berbicara tentang manajemen aset pemerintah, satu hal yang tidak bisa dilepaskan adalah siklus pengelolaan barang yang dimulai dari perencanaannya sampai penghapusan barang tersebut sebagaimana digambarkan dalam Gambar 2-1.



Gambar 2-1. Siklus Manajemen Aset

Disadari bahwa manajemen aset merupakan salah satu profesi atau keahlian yang belum sepenuhnya berkembang dan populer di lingkungan pemerintahan maupun di satuan kerja atau instansi (Doli D Siregar, 2004). Manajemen aset itu sendiri sebenarnya terdiri dari 5 (lima) tahapan kerja yang satu sama lainnya saling terkait yaitu:

1. Inventarisasi Aset
2. Legal Audit
3. Penilaian Aset
4. Optimalisasi Aset, dan
5. Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Aset (SIMA), dalam Pengawasan dan Pengendalian Aset.

Adapun beberapa ciri atau kriteria yang bisa dijadikan acuan untuk mengukur keberhasilan manajemen aset adalah:

1. Pengelola mengetahui barang atau aset apa saja yang dimiliki/dikuasainya.
2. Pengelola mengetahui bagaimana kondisi aset yang dimilikinya/dikuasainya.
3. Pengelola mengetahui berada di mana saja barang atau aset tersebut.
4. Pengelola mengetahui siapa yang bertanggung jawab dan memanfaatkan suatu aset tertentu.
5. Pengelola mengetahui bagaimana pemanfaatan dari setiap aset yang dimiliki/dikuasainya.
6. Pengelola mengetahui berapa nilai dari aset yang dimiliki/dikuasainya.

7. Pengelola melakukan evaluasi secara regular atas semua aset yang dimiliki/dikuasainya apakah masih sesuai dengan kebutuhan organisasi. (Hadinata, 2011)

2.2 Definisi Sampah

Dalam Undang-undang No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah disebutkan definisi sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Sedangkan dalam SNI 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan, sampah didefinisikan sebagai “limbah yang bersifat padat terdiri dari bahan organik dan bahan anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan.

2.2.1 Sumber Sampah

Sampah berasal dari kegiatan penghasil sampah seperti pasar, rumah tangga, pertokoan (kegiatan komersil/perdagangan), penyapuan jalan, taman, atau tempat umumlainnya, dan kegiatan lain seperti dari industry dengan limbah yang sejenis sampah (Damanhuri & Pادمي, 1999). Sumber dari sampah di masyarakat pada umumnya, berkaitan erat dengan penggunaan lahan dan penempatan (Thobanoglous, 1993). Beberapa sumber sampah dapat diklasifikasikan menjadi antara lain : (1) perumahan, (2) komersil, (3) institusi, (4) konstruksi dan pembongkaran, (5) pelayanan perkotaan, (6) unit pengolahan, (7) industry, dan (8) pertanian. Klasifikasi di atas dapat dilihat lebih jelas pada Tabel 2-1 berikut :

Tabel 2-1. Tabel Klasifikasi Sumber Sampah

Sumber	Fasilitas, aktifitas, lokasi sampah dihasilkan	Tipe Sampah
Perumahan	Keluarga kecil atas beberapa keluarga tinggal bersama, apartemen kecil-menengah, dan dan	Sampah makanan, kertas, kardus, plastic, tekstil, kulit, sampah kebun, kayu, kaca, kaleng timah, alumunium, logam

Sumber	Fasilitas, aktifitas, lokasi sampah dihasilkan	Tipe Sampah
	tingkat tinggi.	lannya, debu, daun dari jalan, sampah khusus dari jalan, sampah khusus (termasuk barang-barang besar, elektronik, barang elektronik besar, smapah kebun yang dikumpulkan terpisah; batere, oli dan ban), sampah rumah tangga berbahaya.
Komersil	Toko, restoran, pasar, bangunan kantor, hotel, motel, percetakan, unti pelayanan, bengkel, dll.	Kertas, kardus, plastic, kayu, sampah makanan, kaca, logam, sampah khusus, smapah berbahaya, dll.
Institusi	Sekolah, rumah sakit, penjara.	<i>(Sama halnya dengan sampah komersil)</i>
Konstruksi dan pembongkaran	Area konstruksi baru, area renovasi/perbaikan jalan,, pusat pemerintahan, peruntuhan bangunan, perkerasan yang rusak.	Kayu, baja, beton, tanah
Pelayanan perkotaan (tidak termasuk fasilitas pengolahan)	Pembersihan jalan, pertamanan, pembersihan cekungan, area parker dan pantai, tempat rekreasi lainnya.	Sampah khusus, kotoran, hasil penyapuan jalan, sisa enghiasan pohon dan pertamanan, uing dari cekungan, sampah umum dari area parker, pantai dan tempat rekreasi.
Unit pengolahan; insenerator kota	Proses pengolahan air, air limbah, industry, dll.	Kertas, kardus, plastic, kayu, sampah makanan, kaca, logam, sampah khusus, sampah berbahaya, dll.
Sampah perkotaan	<i>(seluruh sampah diatas)</i>	<i>(seluruh sampah diatas)</i>
Industri	Konstruksi, fabrikasi, produksi ringan dan berat, perpipaan, unit	Limbah proses industry, potongan material, dll. Sampah non-industri meliputi sampah

Sumber	Fasilitas, aktifitas, lokasi sampah dihasilkan	Tipe Sampah
	kimia, pembangkit energy, pembongkaran, dll	makanan, debu, pembongkaran dan konstruksi, sampah khusus, sampah berbahaya.
Pertanian	Tanaman baris, kebun buah-buahan, kebun anggur, produksi susu, penggemukkan, peternakan, dll.	Sampah makanan yang rusak, sampah pertanian, kotoran, sampah berbahaya.

(Thobanoglous, 1993)

2.2.2 Laju Timbulan Sampah

Timbulan sampah pada dasarnya sangat ditentukan oleh seluruh aktifitas yang menghasilkan sampah. Laju timbulan sampah dapat dinyatakan dalam beberapa satuan (Damanhuri & Padmi, 1999), antara lain :

- a. Satuan Berat : kilogram per orang per hari (kg/orang/hari) atau kilogram per meter-persegi bangunan per hari (kg/m²/hari) atau kilogram per tempat tidur per hari (kg/bed/day), dsb.
- b. Satuan Volume : liter/orang/hari (Liter/orang/hari), liter per meter-persegi bangunan per hari (Liter/m²/hari), liter per tempat tidur per hari (L/bed/day), dsb.

Untuk operasi system manajemen sampah, timbulan sampah yang berhubungan dengan data perencanaan memiliki pengaruh penting terhadap :

- a. Pemanfaatan personel dan truk (Matsuto & Tanaka, 1993), juga biaya operasional (Grossman, Hudson, & Mark, 1974) berkenaan dengan pengumpulan dan pengangkutan.
- b. Monitoring system (seperti misalnya penilaian efek dari kegiatan pencegahan limbah, aktifitas daur-ulangan, dll (OECD, 2004)).

Tabel 2-2. Tabel Timbulan Sampah berdasarkan Sumber Sampah

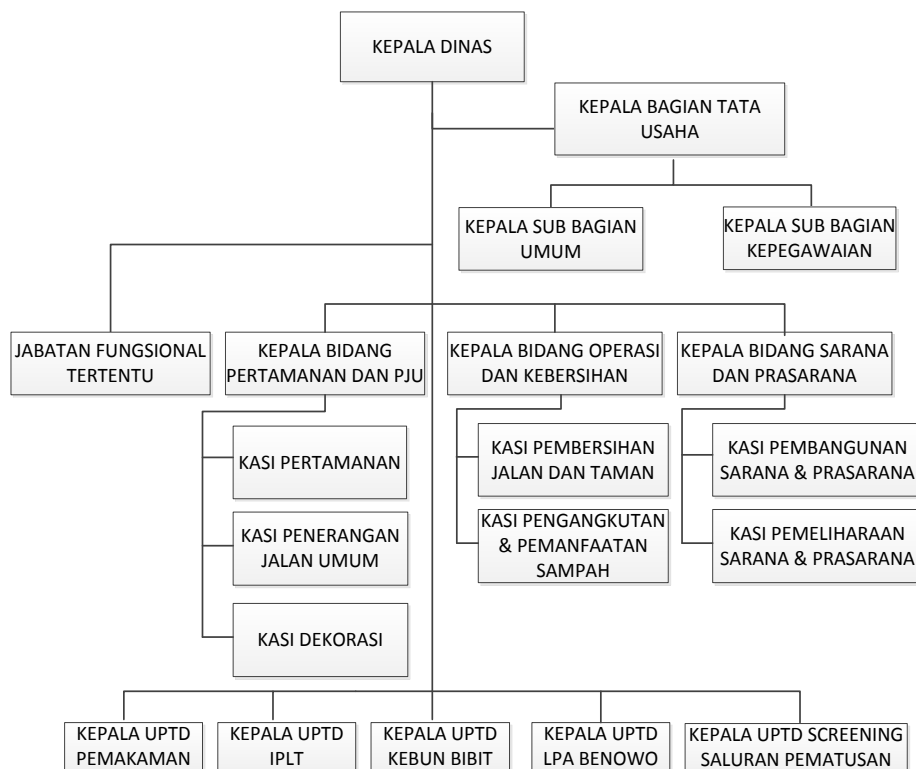
No.	Komponen Sumber Sampah	Satuan	Vol (liter)	Berat (kg)
1.	Rumah Permanen	per orang/hari	2.25 – 2.5	0.53 – 0.4
2.	Rumah Semi PERmanen	per orang/hari	2.00 – 2.25	0.3 – 0.35
3.	Rumah Non Permanen	per orang/hari	1.75 – 2.00	0.25 – 0.3
4.	Kantor	per pegawai/hari	0.5 – 0.75	0.025 – 0.1
5.	Toko/Ruko	per petugas/hari	2.5 – 3.00	0.15 – 0.35
6.	Sekolah	per murid/hari	0.1 – 0.15	0.01 – 0.02
7.	Jalan Arteri Sekunder	per meter/hari	0.1 – 0.15	0.02 – 0.1
8.	Jalan Kolektor Sekunder	per meter/hari	0.1 – 0.15	0.01 – 0.05
9.	Jalan Lokal	per meter/hari	0.05 – 0.1	0.005 – 0.025
10.	Pasar	per meter/hari	0.2 – 0.6	0.1 – 0.3

2.3 Instansi Pengelola Pengangkutan Sampah Kota Surabaya

Pengelola pengangkutan sampah Kota Surabaya adalah Dinas Kebersihan dan Pertamanan (DKP) Kota Surabaya yang merupakan salah satu organisasi di dalam Pemerintahan Kota Surabaya. Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya terletak di Jalan Menur Nomor 31 Kota Surabaya. Struktur Organisasi Dinas Pertamanan dan Kebersihan Kota Surabaya terdapat pada Gambar 2-2.

Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya memiliki tugas pokok berdasarkan Perda Kota Surabaya Nomor 8 Tahun 2008 dan Perwali Kota Surabaya Nomor 42 Tahun 2011 adalah sebagai berikut :

- a. Perumusan kebijakan teknis di bidang kebersihan dan pertamanan;
- b. Penyelenggaraan urusan kebersihan dan pertamanan;
- c. Pembinaan dan pelaksanaan tugas organisasi Dinas Kebersihan dan Pertamanan;
- d. Pengelolaan ketatausahaan Dinas; dan
- e. Pelaksanaan tugas lain yang diberikan oleh Kepala Daerah sesuai dengan tugas dan fungsinya.



Gambar 2-2. Struktur Organisasi Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya

2.3.1 Pembiayaan Pengelolaan Persampahan Kota Surabaya

Pembiayaan Pengelolaan Berdasarkan Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 10 Tahun 2012 tentang Pelayanan Persampahan/Kebersihan. Dalam upaya akumulasi dana untuk pengelolaan sampah ini, sebenarnya peran berbagai pihak turut menentukan keberhasilan dan efektivitasnya, baik pemerintah, pengusaha maupun masyarakat umum. Aspek pembiayaan merupakan komponen penting dalam menjalankan proses pengangkutan sampah. Dalam SNI-19-3242-1994 yang mengatur tata cara pengelolaan sampah di permukiman, perkiraan perbandingan pembiayaan dari pengelolaan sampah yaitu:

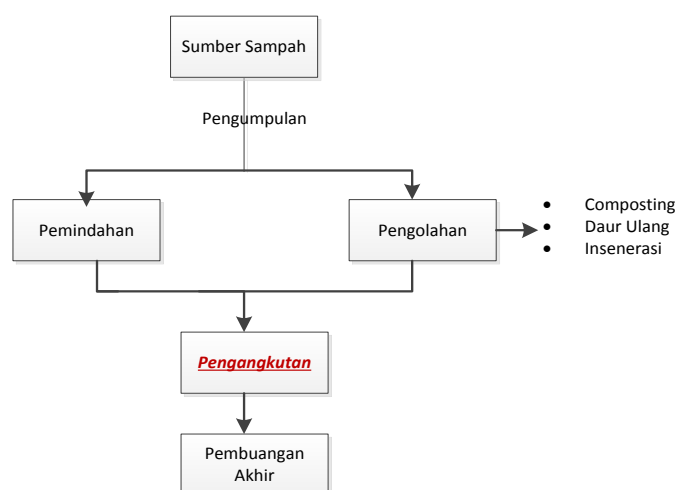
- a. Biaya pengumpulan 20 – 40 %
- b. Biaya pengangkutan 40 – 60 %
- c. Biaya pembuangan akhir 10 – 30 %

Alokasi biaya pengangkutan sebesar 40% - 60 %, dialokasikan untuk Biaya Administrasi, Biaya Investasi, dan Biaya Operasional dan Pemeliharaan.

Sumber pembiayaan utama pengelolaan sampah di Kota Surabaya yang dikelola oleh Dinas Kebersihan dan Pertamanan yaitu sebesar Rp. 460.232.310.275 yang berasal dari APBD Kota Surabaya dan sebesar Rp. 54.722.510.000 yang berasal dari retribusi masyarakat pada bidang kebersihan. (Lampiran II, 2014).

2.4 Pengangkutan Sampah

Pola operasional penanganan sampah dari sumber sampai TPA dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu pengumpulan, pemindahan, pengolahan, pengangkutan dan pembuangan akhir. Diagram operasional pengelolaan persampahan pada Gambar 2-3 sebagai berikut :



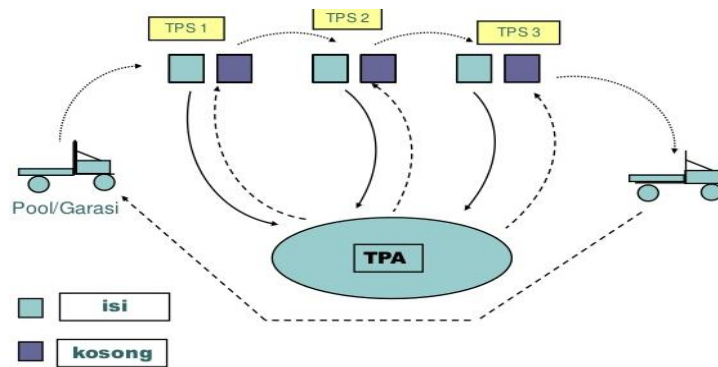
Gambar 2-3. Diagram Operasional Pengelolaan Persampahan

2.4.1 Pola Pengangkutan Sampah

Menurut Thobanoglous (1985), Jenis pelayanan pengangkutan sampah yang digunakan untuk sumber sampah perkotaan, dan industri dapat dibedakan menjadi dua jenis metode pengangkutan sampah yaitu metode pengumpulan sampah dengan sistem Hauled Container System (HCS) serta metode pengumpulan sampah dengan sistem Stationery Container System (SCS).

a. *Hauled Container System*

Hauled Container System (HCS) adalah sistem pengumpulan sampah dimana penampungan yang digunakan untuk menampung sampah diangkat, dipindahkan, dikosongkan, atau dibuang ke tempat pembuangan terakhir dan dikembalikan ke lokasi awal atau lokasi lain. Rute pengangkutan sampah dengan metode ini dapat digambarkan pada Gambar 2-4 sebagai berikut :



Gambar 2-4. Pola Pengangkutan Houled Container System

Analisis dengan metode hauled container system menggunakan rumus-rumus untuk mengukur waktu yang diperlukan per trip dari terdapat pembuangan sementara (TPS/LPS) hingga ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA), rumus tersebut berupa:

$$T_{hcs} = P_{hcs} + s + a + bx \quad \dots\dots\dots (2-1)$$

Dimana:

- T_{hcs} = Waktu total pengangkutan sampah yang diperlukan truk (Jam/trip).
- P_{hcs} = Waktu pengangkutan sampah per ritase (Jam/rit).
- s = Waktu yang dibutuhkan untuk *unloading* di TPA (Jam).
- a = Empiris muatan yang konstan terus menerus (Jam/rit).
- b = Empiris muatan yang konstan (Jam/rit).
- x = Jarak tempuh (km/rit).

Waktu pengangkutan per trip P_{hcs} ditentukan dengan rumus :

$$P_{hcs} = P_c + U_c + d_{bc} \quad \dots\dots\dots (2-2)$$

Dimana:

P_{hcs} = Waktu pengangkutan sampah per ritase (jam/rit).

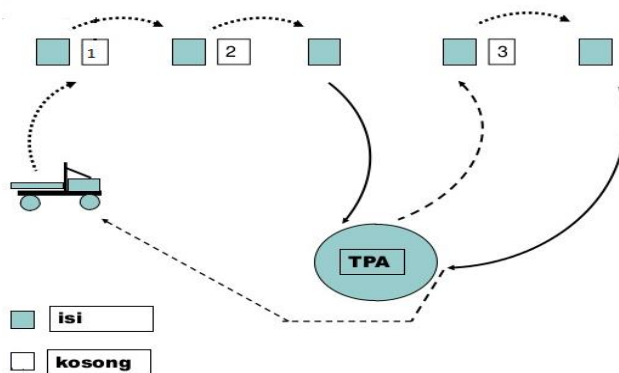
P_c = Waktu yang diperlukan untuk pengisian container sampah (jam/rit).

U_c = Waktu yang diperlukan untuk menurunkan container sampah kosong (Jam/rit).

d_{bc} = Waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk mencapai TPS/LPS (Jam/rit).

b. Stasionery Container System

Stasionery Container System (SCS) adalah sistem pengumpulan dimana penampungan sampah yang digunakan, ditempatkan pada lokasi pertumbuhan sampah. Dalam sistem SCS terdapat dua jenis yaitu dengan alat yang dapat memuat sendiri serta dengan cara manual. Pada sistem-SCS ini digunakan kendaraan yang mempunyai peralatan mekanis untuk memadatkan. sampah. Metode pemindahan dan bongkar SCS dengan sistem manual pada umumnya digunakan pada daerah pemukiman. Rute pengangkutan sampah dengan metode ini dapat digambarkan pada Gambar 2-5 sebagai berikut :



Gambar 2-5. Pola Pengangkutan sampah dengan Stasionery Container System

Waktu perjalanan sebuah truk dengan system SCS mekanis dapat ditentukan dengan rumus berikut ini:

$$T_{scs} = P_{scs} + s + a + bx \dots\dots\dots (2-3)$$

Dimana:

- T_{scs} = Waktu pengangkutan sampah yang diperlukan truk (Jam/trip).
- P_{scs} = Waktu pengangkutan sampah (Jam/rit).
- s = Waktu yang dibutuhkan untuk *unloading* di TPA (Jam).
- a = Empiris muatan yang konstan terus menerus (Jam/rit).
- b = Empiris muatan yang konstan (Jam/rit).
- x = Jarak tempuh (km/rit).

Waktu pengangkutan per trip P_{hcs} ditentukan dengan rumus :

$$P_{scs} = C_t U_t + (N_p - 1) d_{bc} \dots\dots\dots (2-4)$$

Dimana:

- P_{scs} = Waktu pengangkutan sampah truk per trip (Jam/rit).
- C_t = Jumlah tong sampah yang dapat dikosongkan per ritase (tong/rit)
- U_t = Waktu rata-rata pengosongan tong (jam/tong)
- N_p = Jumlah lokasi TPS/LPS per ritase (lokasi/rit)
- d_{bc} = Waktu rata-rata yang digunakan antar lokasi TPS/LPS (jam)

c. Analisis Waktu Off Route dan Jumlah Ritase Kendaraan Truk Sampah

Banyaknya jumlah ritase truk sampah yang diperlukan untuk mengangkut sampah dalam jangka waktu satu hari serta dalam satu kawasan area ditentukan dengan rumus :

$$N_d = \frac{H(1-W)-(t_1+t_2)}{T_{H/SCS}} \dots\dots\dots (2-5)$$

Untuk menganalisa faktor *off route* satu trip pengangkutan sampah dapat menggunakan rumus 2.6 sebagai berikut :

$$W = \frac{H-(t_1+t_2)-N_d T_{H/SCS}}{H} \dots\dots\dots (2-6)$$

Dimana :

- N_d = Jumlah trip (trip/hari).
- H = Waktu kerja per hari (jam).
- W = Faktor *off route*, waktu hambatan sebagai friksi.

t_1 = Waktu dari pool ke TPS/LPS pertama (jam).

t_2 = Waktu dari TPS/LPS terakhir kembali ke pool (jam).

(Pramono, 2005)

2.4.2 Sarana Pengangkutan

Persyaratan Peralatan dan perlengkapan untuk sarana pengangkutan sampah dalam skala kota adalah sebagai berikut :

- Sampah harus tertutup selama pengangkutan, agar sampah tidak berceceran di jalan.
- Tinggi bak maksimum 1,6 meter.
- Sebaiknya ada alat pengungkit.
- Tidak bocor, agar leachate tidak berceceran selama pengangkutan.
- Disesuaikan dengan kondisi jalan yang dilalui.
- Disesuaikan dengan kemampuan dana dan teknik pemeliharaan.

Jenis peralatan dapat berupa :

1. Dump truck

Merupakan kendaraan angkut yang dilengkapi sistem hidrolis untuk mengangkat bak dan membongkar muatannya. Pengisian muatan masih tetap secara manual dengan tenaga kerja. Truk ini memiliki kapasitas yang bervariasi yaitu 6 m^3 , 8 m^3 , 10 m^3 , 14 m^3 . Dalam pengangkutan sampah, efisiensi penggunaan Dump truck dapat dicapai apabila memenuhi beberapa kriteria yaitu jumlah trip atau ritasi perhari minimum 3 dan jumlah crew maksimum 3 orang. Agar tidak mengganggu lingkungan selama perjalanan ke TPA, Dump truck sebaiknya dilengkapi dengan tutup terpal.

2. Arm roll truck

Merupakan kendaraan angkut yang dilengkapi sistem hidrolis untuk mengangkat bak dan membongkar muatannya. Pengisian muatan masih tetap secara manual dengan tenaga kerja. Truk ini memiliki kapasitas yang

bervariasi yaitu 6m³, 8m³, dan 10m³. Dalam pengangkutan sampah, efisiensi penggunaan arm roll truck dapat dicapai apabila memenuhi beberapa kriteria yaitu jumlah trip atau ritasi perhari minimum 5 dan jumlah crew maksimum 1 orang. Agar tidak mengganggu lingkungan selama perjalanan ke TPA, kontainer sebaiknya memiliki tutup dan tidak rembes sehingga leachate tidak mudah tercecer. Kontainer yang tidak memiliki tutup sebaiknya dilengkapi dengan tutup terpal selama pengangkutan.

3. Compactor Truck

Merupakan kendaraan angkut yang dilengkapi sistem hidrolis untuk memadatkan dan membongkar muatannya. Pengisian muatan masih tetap secara manual dengan tenaga kerja. Truk ini memiliki kapasitas yang bervariasi yaitu 6m³, 8m³, dan 10m³. Dalam pengangkutan sampah, efisiensi penggunaan compactor truck dapat dicapai apabila memenuhi beberapa kriteria yaitu jumlah trip atau ritasi perhari minimum 3 dan jumlah crew maksimum 2 orang.

4. Trailer Truck

Merupakan kendaraan angkut berdaya besar sehingga mampu mengangkut sampah dalam jumlah besar hingga 30 ton. Trailer truck terdiri atas primenover dan kontainer beroda. Kontainer dilengkapi sistem hidrolis untuk membongkar muatannya. Pengisian muatan dilakukan secara hidrolis dengan kepadatan tinggi di transfer station. Trailer memiliki kapasitas antar 20-30 ton. Dalam pengangkutan sampah, efisiensi penggunaan trailer truck dapat dicapai apabila memenuhi beberapa kriteria yaitu jumlah trip atau ritasi perhari minimum 5 dan jumlah crew maksimum 2 orang.

Pemilihan jenis peralatan atau sarana yang digunakan dalam proses pengangkutan sampah antara dengan mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut:

- Umur teknis peralatan 5 – 7 tahun.
- Kondisi jalan daerah operasi.
- Jarak tempuh.

- Karakteristik sampah.
- Tingkat persyaratan sanitasi yang dibutuhkan.
- Daya dukung pemeliharaan.

Pemilihan pemakaian peralatan tersebut tidak terlepas dari memperhatikan segi kemudahan, pembiayaan, kesehatan, estetika, serta kondisi setempat :

- Dari segi kemudahan, peralatan tersebut harus dapat dioperasikan dengan mudah dan cepat, sehingga biaya operasional jadi murah.
- Dari segi pembiayaan, peralatan tersebut harus kuat dan tahan lama serta volume yang optimum, sehingga biaya insvestasi semurah-murahnya.
- Dari segi kesehatan dan estetika, peralatan tersebut harus dapat mencegah timbulnya lalat, tikus atau binatang-binatang lain dan tersebarnya bau busuk serta kelihatan indah atau bersih.

Penentuan kebutuhan jumlah alat angkut sangat ditentukan pemilihan jenis alat angkut yang akan digunakan. Data yang representatif yang dapat digunakan untuk menghitung jumlah kebutuhan alat angkut dan pekerja dapat dilihat pada Tabel 2-3 dan Gambar 2-6 adalah gambar jenis armada pengangkutan.



Gambar 2-6. Visualisasi Jenis Armada Pengangkutan Sampah

Tabel 2-3. Pemilihan Armada Pengangkutan Sampah

Jenis Peralatan	Konstruksi/bahan	Kelebihan	Kelemahan	Catatan
Truk biasa terbuka	<ul style="list-style-type: none"> - Bak konstruksi kayu - Bak konstruksi plat besi 	<ul style="list-style-type: none"> - Harga relatif murah. - Perawatan relatif lebih mudah dan murah 	<ul style="list-style-type: none"> - Kurang sehat. - Memerlukan waktu pengoperasian lebih lama. - Estetika kurang. 	<ul style="list-style-type: none"> - Banyak dipakai di Indonesia. - Diperlukan tenaga lebih banyak.
Dump truk/tipper truk	<ul style="list-style-type: none"> - Bak plat baja. - Dump truk dengan peninggian bak pengangkutnya. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak diperlukan banyak tenaga kerja pada saat pembongkaran - Pengoperasian lebih efisien dan efektif. 	<ul style="list-style-type: none"> - Perawatan lebih sulit. - Kurang sehat. - Kurang estetis. - Relatif lebih mudah berkarat. - Sulit untuk pemuatan. 	<ul style="list-style-type: none"> - Perlu modifikasi bak.
Arm roll truk	<ul style="list-style-type: none"> - Truk untuk mengangkut membawa kontainer-kontainer hidrolis. 	<ul style="list-style-type: none"> - Praktis dan cepat dalam pengoperasian. - Tidak diperlukan tenaga kerja yang banyak. - Lebih bersih dan sehat. - Estetika baik. - Penempatan lebih fleksibel. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hidrolis sering rusak. - Harga relatif mahal. - Biaya perawatan lebih mahal. - Diperlukan lokasi (areal) untuk penempatan dan pengangkatan 	<ul style="list-style-type: none"> - Cocok pada lokasi dengan jumlah sampah yang relatif banyak.
Compactor truk	<ul style="list-style-type: none"> - Truk dilengkapi dengan alat pemadat sampah 	<ul style="list-style-type: none"> - Volume sampah terangkut lebih banyak. - Lebih bersih dan higienis. - Estetika baik. - Praktis dalam pengoperasian. - Tidak diperlukan banyak tenaga kerja. 	<ul style="list-style-type: none"> - Harga relatif mahal. - Biaya investasi dan pemeliharaan lebih mahal. - Waktu pengumpulan lama bila untuk sistem door to door. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cocok untuk pengumpulan dan angkutan secara komunal.

Sumber : (Thobanoglous, 1993)

2.5 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas yang dinyatakan dalam satuan ton, dan kemampuan jalan tersebut dalam menyalurkan kendaraan dengan dimensi maksimum tertentu.

Klasifikasi menurut kelas jalan, fungsi jalan dan dimensi kendaraan maksimum (panjang dan lebar) kendaraan yang diijinkan melalui jalan berdasarkan Peraturan Menteri PU Nomor 19/PRT/M/2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan Dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan dijelaskan sebagai berikut :

Kelas jalan dibagi atas:

- a. Spesifikasi penyediaan prasarana jalan; dan
- b. Penggunaan jalan yang ditetapkan berdasarkan fungsi dan intensitas lalu lintas guna kepentingan pengaturan penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan.

Spesifikasi penyediaan prasarana jalan terdiri atas:

- a. Jalan bebas hambatan, yaitu jalan dengan spesifikasi pengendalian jalan masuk secara penuh, tidak ada persimpangan sebidang, dilengkapi pagar ruang milik jalan, dilengkapi dengan median.
- b. Jalan raya, yaitu jalan umum untuk lalu lintas secara menerus dengan pengendalian jalan masuk secara terbatas dan dilengkapi dengan median.
- c. Jalan sedang, yaitu jalan umum dengan lalu lintas jarak sedang dengan pengendalian jalan masuk tidak dibatasi.
- d. Jalan kecil, yaitu jalan umum untuk melayani lalu lintas setempat (3)

Penggunaan jalan terdiri atas:

- a. Jalan kelas I yaitu jalan arteri dan kolektor, dapat dilalui kendaraan bermotor dengan lebar paling besar 2,5 (dua koma lima) meter, panjang paling besar 18 (delapan belas) meter, tinggi paling besar 4,2 (empat koma dua) meter, dan muatan sumbu terberat 10 (sepuluh) ton;
- b. Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan lebar paling besar 2,5 (dua koma lima) meter, panjang paling besar 12 (dua belas) meter, tinggi paling besar 4,2(empat koma dua) meter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton;
- c. Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan lebar paling besar 2,1 (dua koma satu) meter, panjang paling besar 9 (sembilan) meter, tinggi paling besar 3,5 (tiga koma lima) meter, dan muatan sumbu terberat 8 (delapan) ton; dan
- d. Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan lebar paling besar 2,5 (dua koma lima) meter, panjang paling besar 18

(delapan belas) meter, tinggi paling besar 4,2 (empat koma dua) meter, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 (sepuluh) ton. (Anonim, 2011)

2.6 Optimasi Rute Pengangkutan

Dalam matematika, istilah optimasi atau program matematika berhubungan dengan masalah pencarian nilai minimum atau maksimum dari fungsi riil dengan nilai dari variable secara sistematis dari himpunan yang ada. Masalah ini dapat direpresentasikan sebagai berikut.

Diberikan sebuah fungsi $f: A \rightarrow R$ dari himpunan bilangan A ke himpunan bilangan riil. Akan dicari x_0 dari himpunan A dimana $f(x_0) \leq f(x)$ untuk semua x pada A (“minimalisasi”) atau $f(x_0) \geq f(x)$ untuk semua x pada A (“maksimalisasi”). Pada A terdapat beberapa kendala berupa persamaan atau pertidaksamaan yang harus dipenuhi oleh anggota himpunan A . *Domain* dari himpunan A disebut ruang cari dan elemen-elemen dari himpunan A disebut solusi kandidat atau *feasible solution*. Fungsi f disebut *objective function* disebut solusi optimal.

Banyak metoda telah dikembangkan untuk menyelesaikan berbagai macam permasalahan optimasi. Berikut adalah pengelompokkan model optimasi berdasarkan permasalahan yang dihadapi, yaitu (Bakari, 2013) :

1. Model Optimasi Deterministik : Model optimasi dimana persoalan atau sistem yang perilakunya tidak mengandung unsur probabilitas atau ketidak pastian.
2. Model Optimasi Stokastik : Model optimasi dimana persoalan atau sistem yang perilakunya mengandung unsur probabilitas atau ketidak pastian.

Salah satu model optimasi deterministik adalah menggunakan sistim jaringan yang dapat diselesaikan menggunakan *Vehicle Routing Problem (VRP)*. Pada bagian ini akan dijelaskan tentang teori *vehicle routing problem* dan karakteristik penerapannya dalam optimasi rute pengangkutan sampah.

2.6.1 Vehicle Routing Problem with Sequential Insertion

A. *Vehicle Routing Problem*

Vehicle routing problem memiliki peranan pokok dalam manajemen logistik. *Vehicle routing problem* berperan dalam merancang rute yang optimal yang digunakan oleh sejumlah kendaraan yang ditempatkan pada depot untuk melayani sejumlah pelanggan dengan permintaan yang diketahui (Toth & Vigo, 2002).

Toth dan Vigo menggambarkan *vehicle routing problem* sebagai suatu graf lengkap $G=(V,A)$, di mana $V=\{0,\dots,n\}$ adalah himpunan titik dan A himpunan busur. *Node* $i =1,\dots,$ menunjukkan pelanggan, sedangkan *node* 0 menunjukkan depot. Terkadang depot digambarkan juga dengan $n + 1$. Biaya *non negative*/jarak tempuh (c_{ijk}), terkait dengan setiap busur $(i,j) \in A$ dan merupakan biaya travel yang dikeluarkan dalam perjalanan dari titik i ke titik j . Tujuan *vehicle routing problem* adalah untuk mengatur rute biaya terendah kendaraan sedemikian hingga:

- Setiap rute dimulai dan diakhiri di depot.
- Setiap pelanggan dikunjungi tepatnya sekali dengan satu kendaraan.
- Jumlah permintaan dari rute kendaraan yang ada tidak melebihi kapasitas kendaraan.

B. *Sequential Insertion Algorithm*

Menurut Laporte untuk membentuk solusi VRP terdapat dua macam cara yaitu menggabungkan rute yang ada dengan kriteria penghematan (*saving criterion*) dan mencoba secara berurutan memasukkan pelanggan dalam rute kendaraan dengan menggunakan kriteria biaya penyisipan (*cost insertion*). Algoritma ini membangun solusi yang layak yaitu sekumpulan rute yang layak dengan cara berulang kali mencoba memasukkan pelanggan yang belum masuk dalam rute manapun ke dari bagian sementara dalam rute yang terbentuk saat ini. Untuk menjelaskan algoritma insertion dasar, notasi-notasi yang digunakan didefinisikan terlebih dahulu. Misal, terdapat n pelanggan dan permintaan pelanggan i dinyatakan dengan q_i , dimana q_i tidak melebihi kapasitas kendaraan Q dengan kendaraan memiliki kapasitas yang sama (homogeneous) (Mustika, 2008).

Waktu perjalanan dari pelanggan i ke pelanggan j dinyatakan dengan t_{ij} dan diasumsikan tidak terdapat tambahan waktu pada saat pengiriman ke pelanggan selama waktu perjalanan. Sebuah rute didefinisikan sebagai perjalanan dari depot ke beberapa pelanggan secara berurutan dan kembali lagi ke depot. Sebuah rute dinyatakan dengan $(0, 1, 2, \dots, j, \dots, n + 1)$ dengan 0 dan $n + 1$ menyatakan depot dan kendaraan akan melayani pelanggan i yang telah menduduki posisi j pada rute tersebut. Algoritma insertion didefinisikan sebagai metode untuk menyisipkan pelanggan yang belum masuk dalam rute, pelanggan i , di antara pelanggan $j - 1$ dan j pada rute $(0, 1, 2, \dots, j - 1, j, \dots, n + 1)$.

Kelayakan diperiksa untuk semua pembatas *time window* dan kapasitas muatan kendaraan. Pelanggan dan busur yang memberikan tambahan biaya yang paling kecil dan layak selanjutnya dipilih. Prosedur ini terus berulang hingga semua pelanggan telah ditugaskan.

2.6.2 Karakteristik *Vehicle Routing Problem with Sequential Insertion* untuk Masalah Penentuan Rute Pengangkutan Sampah

Depo merupakan lokasi titik keberangkatan dan kembalinya kendaraan setelah mengakhiri seluruh pelayanan sepanjang horison perencanaan. Dalam sistem yang dibahas, jumlah depo dianggap tunggal. Sistem yang dibahas terdiri atas sejumlah TPS (customer) dengan tiap TPS merupakan lokasi pemuatan. Waktu pemuatan pada masing-masing TPS tergantung pada jumlah muatan. Waktu pemuatan per unit dinyatakan dengan s . Jumlah muatan pada tiap TPS i , dinotasikan dengan q_i , dan diasumsikan tidak melebihi kapasitas kendaraan Q . Fasilitas antara merupakan titik lokasi pembongkaran muatan. Lama waktu pembongkaran muatan, dinotasikan dengan h , tergantung pada jumlah muatan yang dibongkar. Dalam kasus ini, jumlah fasilitas antara dianggap tunggal. Jumlah kendaraan diasumsikan tak terbatas dan kapasitas kendaraan Q dianggap homogen dan kecepatan kendaraan v dianggap sama dan tetap.

Waktu antar lokasi menunjukkan waktu tempuh kendaraan antar dua titik lokasi, yang mencakup titik lokasi depo, TPS, dan fasilitas antara. Waktu antar

lokasi ini bergantung pada jarak antar lokasi dan kecepatan kendaraan, yang dinyatakan dengan,

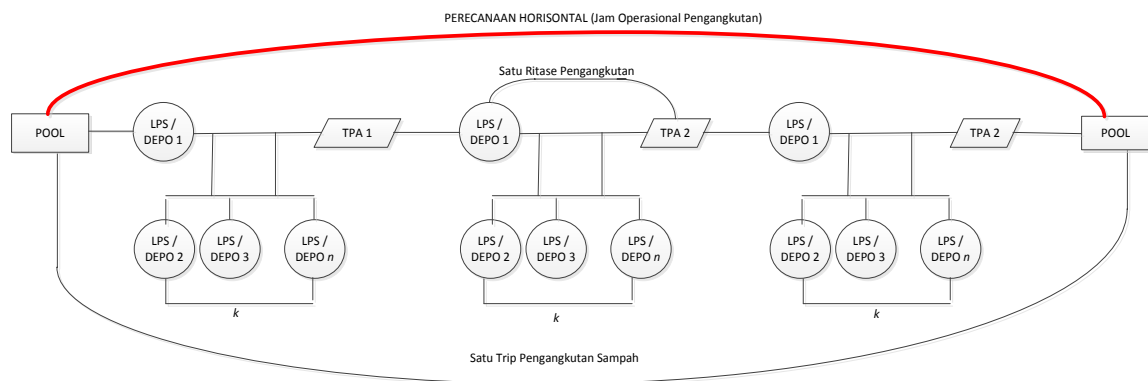
Ritase didefinisikan sebagai suatu urutan kunjungan kendaraan ke sejumlah TPS untuk memuat muatan yang dimulai dari depo dan berakhir di suatu fasilitas antara. Sedangkan trip didefinisikan sebagai urutan kunjungan dari suatu kendaraan yang berangkat dari depo ke sejumlah TPS dan kembali lagi ke depo. Suatu trip dapat terdiri dari satu atau lebih ritase yang saling berurutan. Waktu penyelesaian trip tidak boleh melebihi panjang horison perencanaan yang telah ditetapkan. Horison perencanaan, dinotasikan dengan PH, mendefinisikan lama jam operasi kendaraan yang terdiri atas batas bawah dan batas atas.

Model matematis yang dibuat untuk membangun algoritma didalam memecahkan masalah penentuan rute pengangkutan sampah adalah sebagai berikut (Fitria, Susanty, & Suprayogi, 2009);

$$\text{Meminimumkan } Z = \{\omega_{NV}NV, \omega_{TCT}TCT\}$$

Model Penentuan Rute Kendaraan

Gambar 2-7 adalah ilustrasi penerapan algoritma *Vehicle Routing Problem with Sequential Insertion* untuk Masalah Penentuan Rute Pengangkutan Sampah :



Gambar 2-7. Ilustrasi Algoritma Vehicle Routing Problem with Sequential Insertion

Berikut ini adalah notasi yang digunakan dalam model

i indeks lokasi ($i = 0$ adalah pool, $i = 1, \dots, n$ adalah TPS, $i = n + 1$ adalah fasilitas antara)

t	indeks trip
r	indeks ritase
k	indeks posisi
NT	jumlah trip
$NR[t]$	jumlah rute dalam trip t
$NL[t, r]$	jumlah posisi dalam trip t ritase r
$L[t, r, k]$	lokasi dalam trip t ritase r posisi k
$\alpha [t, r, k]$	saat kedatangan pada lokasi yang terdapat dalam trip t ritase r posisi k
$\delta [t, r, k]$	saat keberangkatan pada lokasi dalam trip t ritase r posisi k
$w[t, r, k]$	jumlah muatan pada trip t ritase r posisi k
$Q[L[t, r, k]]$	jumlah muatan yang diambil pada posisi k dalam trip t ritase r
$\tau [L[t, r, k], L[t, r, m]]$	waktu perjalanan antara lokasi yang terdapat dalam trip t ritase r posisi k dengan lokasi yang terdapat dalam trip t ritase r posisi m
$CT[t, r]$	waktu penyelesaian trip t ritase r
s	waktu pemuatan per tong sampah
h	waktu pembongkaran
q	jumlah muatan untuk setiap TPS
PH	panjang horison perencanaan
Q	kapasitas kendaraan
NV	jumlah kendaraan
TCT	total waktu penyelesaian

- ω_{NV} bobot kepentingan untuk meminimumkan jumlah kendaraan
- ω_{TCT} bobot kepentingan untuk meminimumkan total waktu penyelesaian

2.7 Biaya Operasional Kendaraan

Biaya Operasi Kendaraan (BOK) merupakan suatu nilai yang menyatakan besarnya biaya yang dikeluarkan untuk pengoperasian suatu kendaraan. BOK terdiri atas beberapa komponen, yaitu :

- A. Biaya Tidak Tetap (*Running Cost*)
 - Biaya Bahan bakar
 - Biaya Oli / Pelumas
 - Biaya Pemakaian Ban
 - Biaya Pemeliharaan (Servis kecil / besar, *General Overhaul*)
 - Biaya Over Head (Biaya tak terduga)
- B. Biaya Tetap
 - Asuransi
 - Bunga Modal
 - Depresiasi (Penyusutan Kendaraan)
 - Nilai Waktu

Formula yang digunakan dalam menghitung Biaya Operasional Kendaraan tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Persamaan untuk konsumsi bahan bakar :

$$Y = 0,06427 S^2 - 7,06130 S + 318,3326 \dots\dots\dots(2-7)$$

Keterangan:

Y = Konsumsi bahan bakar (liter/1000km)

S = *Running Speed* (km/jam)

2) Persamaan untuk konsumsi oli mesin :

$$Y = 0,00048 S^2 - 0,05608 S + 3.073830 \dots \dots \dots (2-8)$$

3) Formula persamaan untuk pemakaian ban kendaraan adalah :

$$Y = 0,0011553 S - 0,0005933 \dots \dots \dots (2-9)$$

Persamaan untuk pemakaian ban :

Perbandingan konsumsi ban di jalan arteri dan jalan tol adalah :

$$Jenis = \frac{Biaya\ di\ jalan\ arteri}{Biaya\ di\ jalan\ tol} = 1,10 \dots \dots \dots (2-10)$$

4) Persamaan untuk biaya pemeliharaan :

a. Biaya pemeliharaan untuk komponen kendaraan atau *onderdil*

Perbandingan antara konsumsi *onderdil* di jalan tol dan jalan arteri:

$$Jenis = \frac{Biaya\ di\ jalan\ arteri}{Biaya\ di\ jalan\ tol} = 1,26 \dots \dots \dots (2-11)$$

Biaya pemeliharaan untuk *onderdil* kendaraan yang lewat di jalan tol:

$$Y = (0,0000191S + 0,0015400) \dots \dots \dots (2-12)$$

Keterangan :

Y = Pemeliharaan *onderdil* dikalikan dengan nilai penyusutan dari kendaraan per 1000 km

S = *Running Speed* (Km/jam)

b. Jam Pemeliharaan untuk Pekerja

$$Y = (0,01511 S + 1,21200) \dots \dots \dots (2-13)$$

5) Persamaan untuk penyusutan kendaraan:

$$Y = \frac{1}{6,129S+245} \dots \dots \dots (2-14)$$

Keterangan :

Y = Penyusutan kendaraan per 1000 km, dengan harga kendaraan

S = *Running Speed* (km/jam)

6) Persamaan untuk suku bunga:

$$Y = \frac{120}{1750 S} \dots \dots \dots (2-15)$$

Keterangan :

Y = Penyusutan kendaraan per 1000 km, dikalikan dengan 0,5 dari nilai kendaraan Suku bunga = 12%/thn

S = *Running Speed* (km/jam)

7) Persamaan untuk asuransi :

$$Y = \frac{60,0 \times 0,5}{1750 S} \dots\dots\dots (2-16)$$

Keterangan :

Y = Penyusutan kendaraan per 1000 km, dengan harga kendaraan

S = *Running Speed* (km/jam)

8) Persamaan untuk upah jam perjalanan kru kendaraan:

$$Y = \frac{1000}{S} \dots\dots\dots (2-17)$$

Keterangan :

Y = Waktu perjalanan per 1000 km

S = *Running Speed* (km/jam)

Rata-rata faktor pengali untuk kru per kendaraan:

Sopir = 1

Kondektur = 1

9) Persamaan untuk *over head*:

Overhead truk = 10% dari sub total biaya operasi kendaraan per jam perjalanan (Sugiyanto).

2.8 Hasil Optimasi Pengangkutan Sampah Kota di Berbagai Negara

Optimasi pengangkutan sampah kota sudah dilakukan di berbagai wilayah dunia, dengan berbagai tujuan dan metode. Tujuan optimasi pengangkutan sampah adalah untuk mengurangi biaya operasional, mereduksi emisi karbon, dan mengefisienkan waktu pengangkutan (Zsigraiova, Semiao, & Beijoco, 2013). Optimasi pengangkutan sampah biasa dilakukan dengan pendekatan variable rute dan penjadwalan pengangkutan. Hasil optimasi

pengangkutan pada penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2-4 dan Tabel 2-5

Tabel 2-4. Hasil Optimasi Rute dan Jadwal Pengangkutan Sampah di Kota Barreiro, Portugal Tahun 2012

	Sistem Optimalisasi Jarak			Sistem Optimalisasi Waktu			Sistem Eksisting		
	Truk A	Truk B	Total	Truk A	Truk B	Total	Truk A	Truk B	Total
Waktu Pengangkutan (Di Jalan) (min/week)	130	120	250	72	78	150	213	152	365
Total waktu (min/week)	197	198	395	137	160	297	405	375	780
Jarak Tempuh (km/week)	55.8	53.2	109	53.3	56.1	109.4	81.8	63.2	145
Konsumsi Bahan Bakar (l/week)	14.5	20	34.5	10.4	16.9	27.3	23.2	24.4	47.6
Emisi Polutan (g/week)									
CO	182	235	417	134	184	318	85	302	387
CO2	37.9	52.4	90.3	27.1	44.3	71.4	60.5	64.1	124.6
Nox	445	662	1107	295	524	819	707	805	1512
PM	45	44	89	29	34	63	72	55	127
Biaya Operasional (€/week)									
Konsumsi Bahan Bakar	14.1	19.5	33.6	10.1	16.4	26.5	22.6	23.8	46.4
Perawatan	10.6	11.7	22.3	10.1	12.3	22.4	15.6	13.9	29.5
Pekerja	80.2	80.8	160.8	55.8	64.7	120.5	164.9	152.6	317.5
Total	105	111.8	216.8	93.5	93.5	187	202.9	190.3	393.2

Sumber : (Zsigraiova, Semiao, & Beijoco, 2013)

Tabel 2-5. Hasil Optimasi Pengangkutan Dengan Metode ArcGIS, PSO, PSOPC, dan CPSO-ArcGIS di Kota Danang Vietnam

Kriteria	Kondisi Eksisting (Danang Bureau of Statistics, 2011)	ArcGIS (Huong et al, 2012)	PSO (Kennedy and Eberhart, 1995)	PSOPC (He et al, 2004)	CPSO-ArcGIS (Son, 2014)
Total sampah terkumpul (kg)	10,166.38	8,538.29	9,172.65	9,614.30	10,933.54
Jarak tempuh (km)	2,958.00	2,536.00	3,216.00	3,428.00	3,436.00
Waktu operasional (jam)	6.30	5.80	7.00	7.40	7.50

Sumber : (Danang Bureau of Statistics, 2011)

2.9 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu terkait dengan topik Pengangkutan Sampah bertujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan penelitian-penelitian yang sudah dilakukan. Beberapa penelitian terdahulu dapat dilihat pada dibawah ini :

Tabel 2-6. Ringkasan Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Tahun	Judul	Masalah Yang Diteliti	Hasil Penelitian
Horas Saut Maringan Marpaung	(2004)	Optimasi Kebutuhan Kendaraan Angkutan Sampah di Kota Surabaya	<ol style="list-style-type: none"> 1) Mengetahui karakteristik kendaraan truk sampah yang digunakan 2) Mencari bentuk algoritma pemecahan permasalahan optimasi sistem pengangkutan sampah 3) Mencari bentuk kendaraan truk sampah yang optimal di Kota Surabaya 	1) Karakteristik Operasional Kendaraan Truk Sampah dipengaruhi oleh kapasitas angkut kendaraan truk sampah, C (m^3) dan kecepatan trip pengangkutan, v (km/jam). Karakteristik Operasional Kendaraan Truk Sampah yang terbaik adalah kendaraan truk sampah $C = 12 m^3$ karena satuan biaya pengangkutan (SBA) merupakan nilai minimum.

Nama Peneliti	Tahun	Judul	Masalah Yang Diteliti	Hasil Penelitian
				<p>4)Metode Penggabungan Berurut merupakan suatu algoritma pemecahan masalah dan dapat digunakan untuk memecahkan masalah kebutuhan kendaraan angkutan sampah dan diagram alir yang dipresentasikan merupakan gambaran dari algoritma pemecahan masalah tersebut sesuai dengan kasus yang dihadapi pada penulisan tesis ini.</p> <p>5)Kendaraan yang Optimal untuk Kota Surabaya dengan volume sampah $v = 4104,25 \text{ m}^3/\text{hari}$ dan jumlah TPS = 185 unit adalah kendaraan truk sampah dengan kapasitas angkut $C = 12 \text{ m}^3$ sebesar 85 unit kendaraan dan $C = 10 \text{ m}^3$ sebesar 5 unit kendaraan. Total biaya trip pengangkutan sebesar Rp. 379.495.315,78 per hari dengan kecepatan pengangkutan $v = 30 \text{ km/jam}$.</p>
Olis Bakari	(2013)	Optimasi Sistem Pengangkutan Sampah Kota Bogor	<p>1) Mengkaji sejauhmana tingkat efisiensi pelayanan pengangkutan sampah eksisting.</p> <p>2) Mengoptimasi sistem pengangkutan sampah untuk meningkatkan cakupan pelayanan pengelolaan sampah yang maksimum, dan menganalisa aspek pembiayaan dan aspek kelembagaan yang menunjang sistem pengangkutan.</p>	<p>1) Pelayanan Pengangkutan sampah di Kota Gorontalo ternyata belum efisien.</p> <p>A) Cakupan pelayanan pengelolaan pengangkutan sampah di Kota Gorontalo dapat dimaksimalkan mencapai 57,27% dengan melakukan optimasi</p> <p>B) Optimasi tersebut dapat dilakukan pada sistem pengangkutan oleh kendaraan Dump Truck dengan perubahan sistem</p>

Nama Peneliti	Tahun	Judul	Masalah Yang Diteliti	Hasil Penelitian
				<p>pengumpulan Pola Individual Langsung menjadi Pola Komunal Langsung serta dengan rute terpendek menggunakan metode TSP</p> <p>C) BOP yang diperlukan untuk pengangkutan sampah dengan adanya optimasi pertahun sebesar Rp. 2.715.434.903</p> <p>2) D) Kelembagaan atau organisasi pengelolaan sampah dalam hal ini BLH Kota Gorontalo sudah harus merubah institusi menjadi Dinas Kebersihan yang didukung oleh SDM baik secara kuantitas dan kualitas.</p>
Agus Suharjanto	(2008)	Evaluasi Pengoperasian Kendaraan Pengangkutan Sampah Sebagai Aset Daerah di Kota Bogor	<ol style="list-style-type: none"> 1) Menganalisis kondisi operasional pelayanan pengangkutan sampah eksisting dari TPS ke TPA di Kecamatan Bogor Tengah Kota Bogor 2) Mendapatkan kebutuhan riil jumlah kendaraan, sistem rute yang dikaitkan dengan pola operasional kendaraan pengangkutan sampah yang efisien dan efektif untuk menunjang tingkat pelayanan pengangkutan dari TPS menuju ke TPA 3) Mendapatkan kebutuhan biaya OP truk pengangkut sampah yang efisien guna menjaga kemampuan teknis aset kendaraan truk agar tetap beroperasi secara produktif. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Pelaksanaan kegiatan operasional kendaraan pengangkutan sampah belum sepenuhnya dilaksanakan secara efisien. 2) Pada tingkat layanan 100% timbul sampah eksisting, peningkatan jumlah trip kendaraan pengangkutan sampah tersebut meningkatkan biaya OM sebesar Rp. 666.955.900,00 atau sebesar 27% dari OM eksisting. Bila tanpa dilakukan peningkatan trip maka diperlukan biaya investasi dan BOP sebesar Rp. 1.340.476.400 atau 51% dari total eksisting BOP tahun 2007. 3) Hasil analisis faktor internal dan eksternal kelembagaan diperoleh alternatif strategi yang paling kuat pengaruhnya sesuai dengan posisi

Nama Peneliti	Tahun	Judul	Masalah Yang Diteliti	Hasil Penelitian
			4) Mendapatkan sistem kelembagaan yang dibutuhkan untuk menunjang efisiensi pengangkutan sampah	alternatif strategi, yaitu strategi <i>Turn-Around</i> (OW).

Perbedaan antara penelitian yang akan dilakukan dengan penelitian terdahulu yang telah dijabarkan pada diatas adalah :

1. Analisa pada aspek teknis pada penelitian ini juga mempertimbangkan waktu pengangkutan, ritase dan waktu *off route* sesuai dengan pola dan ritasi pengangkutan.
2. Analisa aspek teknis juga memperhatikan jadwal pengangkutan sampah pada Depo/LPS, dimana selama ini sering terjadi volume sampah pada Depo/LPS belum siap untuk diangkut. Hal ini menyebabkan inefisiensi waktu operasional pengangkutan sampah dalam satu ritase.

Halaman ini sengaja dikosongkan

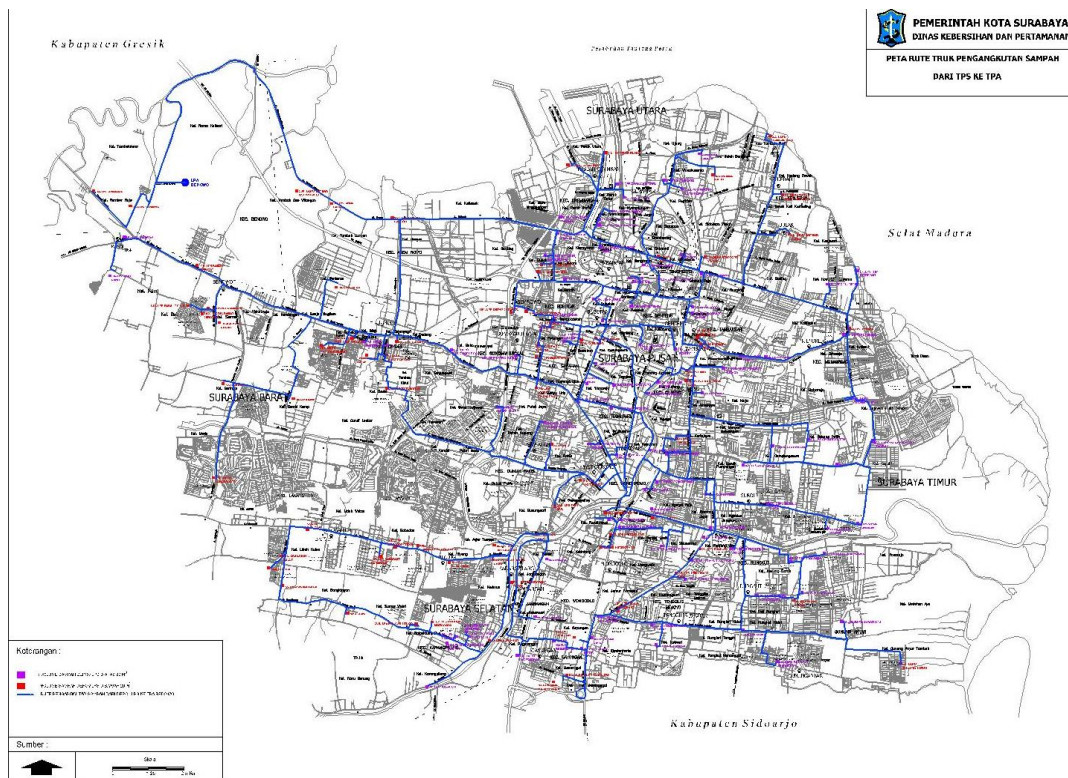
BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Kondisi Wilayah

Secara geografis, Kota Pahlawan ini berada antara 07°09'00" – 07°21'00" Lintang Selatan dan 112°36' - 112°54' Bujur Timur wilayahnya merupakan dataran rendah dengan ketinggian 3-6 m di atas permukaan air laut, kecuali di Sebelah Selatan ketinggian 25-50 m di atas permukaan air laut. Batas wilayah Surabaya: Sebelah Utara berbatasan dengan Selat Madura; Sebelah Timur dengan Selat Madura; Sebelah Selatan dengan Kabupaten Sidoarjo; sedangkan sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Gresik.

Secara administratif, wilayah Kota Surabaya terdiri dari 5 Wilayah Pembantu Surabaya dibagi menjadi 31 wilayah Kecamatan yang terdiri dari 163 kelurahan, 1.335 RW, dan 8.839 RT. Berdasarkan hasil registrasi penduduk yang dilakukan oleh Dispenduk dan Capil (Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil) Kota Surabaya, didapatkan jumlah penduduk Surabaya pada tahun 2012 adalah sebanyak 3.104.584 jiwa. Jumlah ini meningkat sekitar 5% dari jumlah penduduk Kota Surabaya pada tahun 2011 yaitu 2.956.569 jiwa. Dengan luas wilayah Kota Surabaya yang sebesar 316,36 Km², maka kepadatan penduduk Kota Surabaya pada tahun 2012 adalah sebesar 9.813,453 jiwa/ Km². Daerah pelayanan pengangkutan sampah pada TPS/LPS meliputi hampir tersebar merata Kota Surabaya, yang persebaran TPS/LPS dilihat pada Gambar 3-1 (Gunawan, MA, 2011). Dengan sebaran TPS/LPS yang terlayani pengangkutan sampahnya menggunakan truk *compactor* dijelaskan lebih lanjut pada Bab 4.



Gambar 3-1. Persebaran TPS/LPS Kota Surabaya

3.2 Kondisi Jalan Kota Surabaya

Dengan panjang jalan sesuai dengan kondisinya di kota Surabaya adalah pada Tabel 3-1 sebagai berikut :

Tabel 3-1. Tabel Panjang Jalan Kota Surabaya

No.	Jenis Perkerasan	Panjang Jalan			No.	Kondisi Jalan	Panjang Jalan			No.	Kelas Jalan	Panjang Jalan		
		2009	2010	2011			2009	2010	2011			2009	2010	2011
1	Paving Blok	586	142.1	142.3	1	Baik	1207	1381.5	1381.995	1	Arteri Sekunder	225	tidak ada data	tidak ada data
2	Aspal	835	1284.04	1284.26	2	Sedang	99.47	15.63	15.63	2	Kolektor Primer	1196	20.88	21.12
					3	Rusak	85.26	26.79	26.79	3	Kolektor Sekunder	tidak ada data	71.8	71.8
					4	Rusak Berat	28.42	2.23	2.23	4	Lokal	tidak ada data	1333.47	1333.73
Total Panjang Jalan		1421	1426.14	1426.56	Total Panjang Jalan		1420.15	1426.15	1426.645	Total Panjang Jalan		1421	1426.15	1426.65

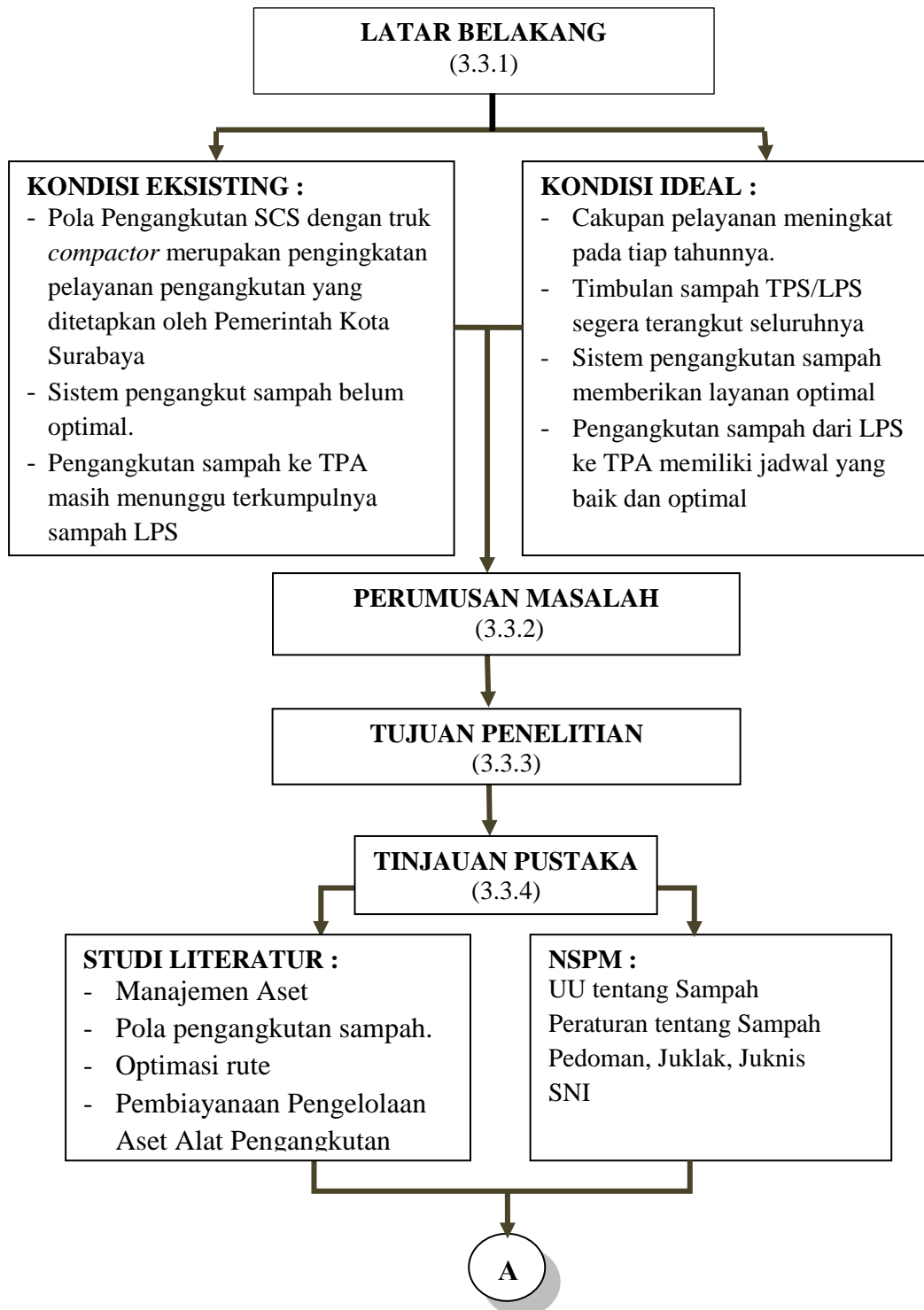
Sumber: (BPS, 2012)

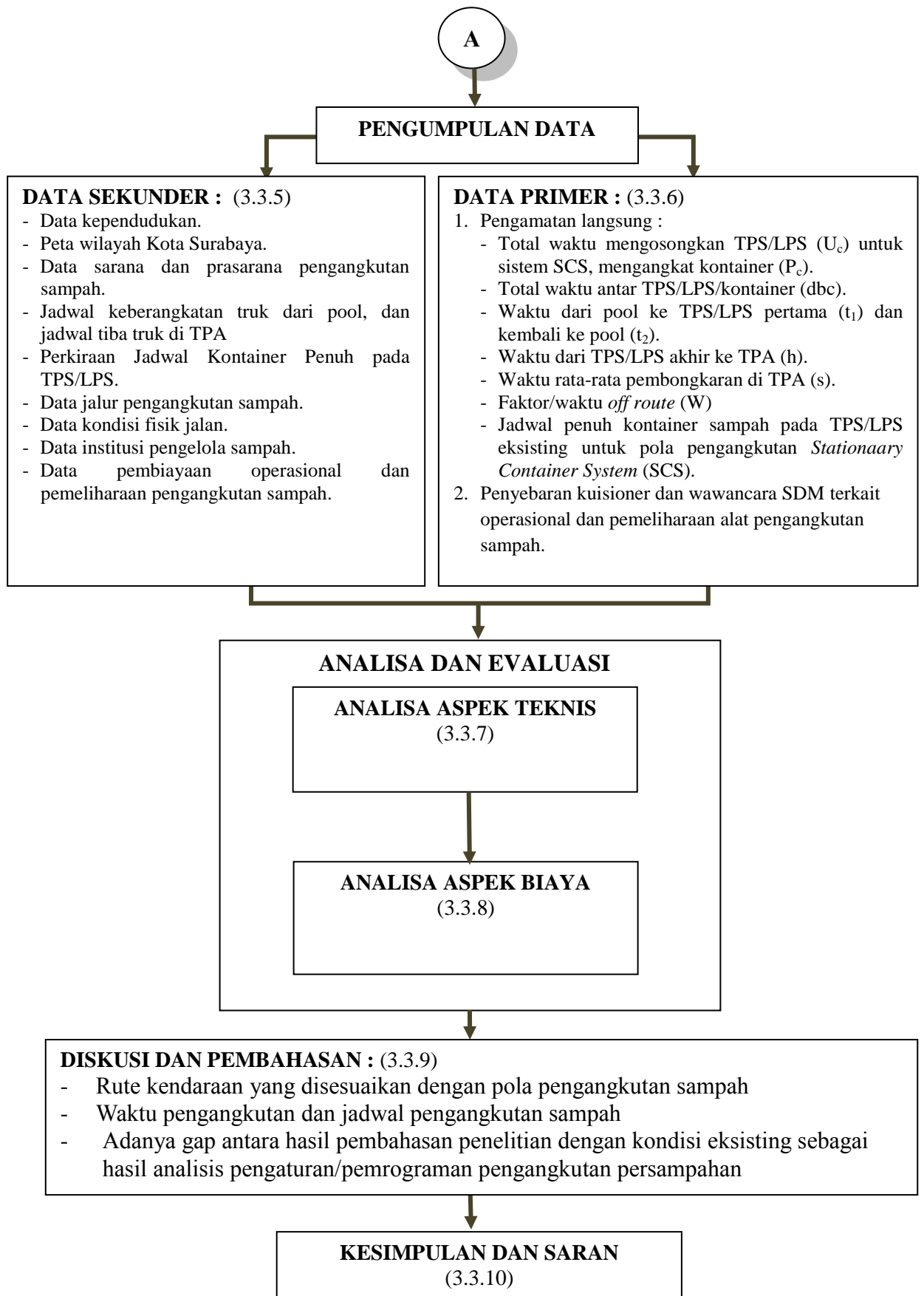
3.3 Tahapan Penelitian

Tahap-tahap penelitian yang harus dilakukan antara lain :

- 3.3.1 Menyusun Latar Belakang penelitian.
- 3.3.2 Dirumuskan permasalahan yang akan diteliti sebagai fokus penelitian ini sebagai hasil analisis awal terhadap gap yang terjadi antara kondisi eksisting dan kondisi ideal dari studi literatur pada tahapan sebelumnya.
- 3.3.3 Dirumuskan Tujuan Penelitian yang disesuaikan dengan rumusan masalah yang telah ada.
- 3.3.4 Melakukan Studi Literatur dengan sumber dari NSPM dan Kajian dari Studi Literatur terkait untuk mengidentifikasi komponen aspek analisis terhadap pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah Kota Surabaya.
- 3.3.5 Melakukan survey pendahuluan untuk memperoleh data sekunder dari pengelola aset pengangkutan sampah yang akan digunakan sebagai bahan analisis rute pengangkutan sampah.
- 3.3.6 Melakukan pengumpulan data primer untuk mendapatkan data koordinat lokasi TPS/LPS, mengetahui kondisi sarana dan prasarana serta data jalan Kota Surabaya, dan secara simultan dengan melakukan wawancara dan pembagian kuisioner yang akan digunakan sebagai bahan analisis dan evaluasi.
- 3.3.7 Melakukan pengolahan data survey pendahuluan pengangkutan sampah sebagai analisis aspek teknis pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah.
- 3.3.8 Melakukan analisis biaya sebagai hasil optimasi rute pengangkutan sampah.
- 3.3.9 Melakukan diskusi dan pembahasan dari hasil analisis dan evaluasi yang telah dilakukan pada tahapan sebelumnya.
- 3.3.10 Melakukan penyimpulan hasil penelitian dan saran sebagai hasil analisis penelitian terhadap pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah Kota Surabaya.

3.4 Diagram Alir Penelitian





3.5 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan studi eksploratif dan kuantitatif. Studi eksploratif digunakan untuk memahami dan memperoleh kondisi eksisting pengangkutan sampah. Kondisi eksisting pengangkutan sampah yang memerlukan studi eksploratif adalah guna memperoleh data-data primer dengan metode observasi, pengambilan data, dan wawancara. Sedangkan studi kuantitatif dilakukan untuk mengolah dan menganalisa data sekunder, dimana dalam penelitian ini studi kuantitatif diperlukan untuk memperoleh kondisi ideal pengangkutan sampah dan waktu pengumpulan baik dari segi teknis dan biaya.

3.6 Metode Pengumpulan Data

3.6.1 Studi Literatur

Studi Literatur dilakukan ununtuk mendapatkan dasar teori yang dapat dijadikan dasar pelaksanaan penelitian mulai sejak awal sampai akhir masa penelitian yang meliputi sebagai berikut :

- a. Aspek Teknis
 - SNI tentang pengelolaan persampahan, peraturan-peraturan terkait dengan pengelolaan persampahan.
 - Perhitungan waktu pengumpulan sampah sesuai dengan pola pengangkutannya.
 - Literatur dalam optimasi rute dan penjadwalan pengangkutan sampah.
- b. Aspek Pembiayaan
 - Pembiayaan pengelolaan aset pengangkutan sampah kota surabaya.

3.6.2 Pengumpulan Data Lapangan

1. Data Primer

Pada penelitian ini pengambilan data primer melalui pengamatan langsung pada daerah penelitian dan wawancara dengan pihak pengambil

keputusan langsung di Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya. Data-data primer yang dilakukan dengan teknik pengamatan langsung antara lain:

- a. Pengamatan secara langsung terhadap kondisi fisik sarana dan prasarana, pola pengangkutan eksisting.
- b. Melakukan pengamatan dengan mengikuti truk sampah sesuai dengan rute yang ada dan mencatat waktu yang diperlukan truk untuk mengangkut sampah.

Data-data yang dikumpulkan adalah :

- 1) Mengukur waktu kegiatan proses transportasi sampah di TPS/LPS dan antar TPS/LPS sampai waktu pembongkaran TPA.
 - 2) Menghitung waktu yang dibutuhkan rmda untuk menjalankan sekali ritasi pengangkutan dan jumlah ritasi yang dapat dilakukan dalam satu hari.
 - 3) Waktu pengamatan adalah waktu operasional sejak di titik yang direncanakan sebagai TPS/LPS pada masing-masing rute yang diobservasi.
 - 4) Parameter waktu yang dicatat :
 - a. Total waktu mengosongkan TPS/LPS (U_c) untuk sistem SCS, mengangkat kontainer (P_c).
 - b. Total waktu antar TPS/LPS/kontainer (dbc).
 - c. Waktu dari pool ke TPS/LPS pertama (t_1) dan kembali ke pool (t_2).
 - d. Waktu dari TPS/LPS akhir ke TPA (h).
 - e. Waktu rata-rata *unloading* di TPA (s).
 - f. Faktor/waktu *off route* (W)
 - g. Kecepatan kendaraan (v)
 - 5) Waktu menunggu bongkaran sampah dari gerobak sampah ke tong sampah pada TPS/LPS eksisting untuk pola pengangkutan *Stationaary Container System* (SCS).
- c. Wawancara
- 1) Petugas pengangkut sampah, yaitu supir truk. Materi pokok dalam wawancara tersebut meliputi:

- a) Jumlah jam kerja petugas pengangkut sampah.
 - b) Pemilihan waktu pengangkutan.
 - c) Kondisi rute yang dilalui.
 - d) Kendala yang dialami dalam pengangkutan dan pengumpulan sampah di TPS.
 - e) Waktu terkumpulnya seluruh sampah wilayah terlayani pada tiap TPS.
 - f) Tingkat pelayanan kesehatan dan upah.
- 2) Pemangku pengambil keputusan pengelola aset pengangkutan Kota Surabaya.
- 3) Kepala mekanik dan petugas bengkel, mengenai:
- a) Kemampuan petugas mekanik, daya dukung fasilitas peralatan terhadap beban kerja per hari.
 - b) Metode atau prosedur pemeliharaan truk pengangkut sampah yang diterapkan dalam penanganan setiap kendaraan yang mengalami kerusakan.
- d. Data harga satuan dan upah mekanik, harga komponen kendaraan, minyak pelumas, ban, dan lain-lain sesuai dengan harga pasar saat penelitian dilakukan.

2. Data Sekunder

Dalam penelitian ini, data sekunder dikumpulkan dari Biro Pusat Statistik (BPS), dan Dinas Kebersihan dan Kebersihan Kota Surabaya. Data sekunder juga didapatkan dari laporan jurnal atau hasil penelitian lain yang berkaitan dengan sistem pengangkutan sampah.

Data sekunder tersebut antara lain:

- a. Data kependudukan.
- b. Peta sebaran TPS/LPS Kota Surabaya.
- c. Data Volume dan Timbulan Sampah Kota Surabaya
- d. Data sarana dan prasarana pengangkutan sampah.
- e. Jadwal keberangkatan truk dari pool, dan jadwal tiba truk di TPA
- f. Data jalur pengangkutan sampah.

- g. Data kondisi fisik jalan.
- h. Data pembiayaan operasional dan pemeliharaan pengangkutan sampah.

Cara Pengumpulan Data sebagaimana dijelaskan di atas, disimpulkan pada Tabel 3-2 sebagai berikut :

Tabel 3-2. Tabel Cara Pengumpulan Data Penelitian

No.	Data yang Diperlukan	Keterangan	Cara Pengumpulan
1.	Aspek Teknis	SNI, Peraturan, Perhitungan waktu pengangkutan, Oprimasi dan Penjadwalan Rute	Studi Literatur
2.	Aspek Pembiayaan	Pembiayaan dalam Pengelolaan Aset Pengangkutan Sampah	Studi Literatur
3.	Kondisi Sarana dan Prasarana Pengangkutan Sampah	Jenis, Jumlah, dan Kondisi Armada Angkutan Sampah serta Kontainer Sampah pada TPS/LPS	Data Sekunder DKP Kota Surabaya
4	Data Sekunder	a. Data kependudukan. b. Peta sebaran TPS/LPS Kota Surabaya. c. Data Volume dan Timbulan Sampah Kota Surabaya d. Data sarana dan prasarana pengangkutan sampah. e. Jadwal keberangkatan truk dari pool, dan jadwal tiba truk di TPA	Studi Literatur, Data Sekunder dari berbagai Sumber
4.	Pola Pengangkutan Eksisting	Rute TPS/LPS, Pola, Ritase Pengangkutan	Wawancara dan Observasi
5.	Harga BBM, Pelumas, Onderdil	Analisa Biaya Angkut dan Biaya Operasional Kendaraan	Wawancara dan Observasi
6.	Klasifikasi Jalan Kota Surabaya	Klasifikasi Jalan sesuai dengan Permen PU Nomor 19/PRT/M/2011	Studi Literatur (BPS, 2012)

No.	Data yang Diperlukan	Keterangan	Cara Pengumpulan
7.	Waktu Pengangkutan	Waktu kegiatan proses transportasi sampah di TPS/LPS dan antar TPS/LPS sampai waktu pembongkaran TPA.	Wawancara dan Observasi Langsung
		Waktu yang dibutuhkan rmda untuk menjalankan sekali ritasi pengangkutan.	Wawancara dan Observasi Langsung
		Waktu terkumpulnya sampah dengan membandingkan jadwal pengangkutan sampah eksisting.	Wawancara dan Observasi Langsung
		Faktor/waktu <i>off route</i> .	Wawancara dan Observasi Langsung
		Kecepatan Kendaraan Angkutan Sampah.	Wawancara dan Observasi Langsung
8.	Harga BBM, Pelumas, Onderdil	Analisa Biaya Angkut dan Biaya Operasional Kendaraan	Wawancara dan Observasi
9.	Jadwal penuh kontainer sampah pada TPS/LPS eksisting	Pola pengangkutan <i>Stationaary Container System (SCS)</i>	Wawancara dan Observasi

3.7 Analisis dan Evaluasi

Analisis dan evaluasi dalam penelitian ini dilakukan sebagai proses selanjutnya dari pengumpulan data primer dan data sekunder. Fokus analisis penelitian ini adalah terhadap aspek teknis dan biaya operasional dan pengangkutan sampah.

a. Aspek Teknis

Aspek teknis dilakukan dengan cara menganalisis kondisi eksisting dari sistem pengangkutan sampah dari segi optimasi rute pengangkutan dan jadwal pengangkutan sampah yang akan dijelaskan sebagai berikut :

- Pada setiap TPS/LPS akan dicari waktu pengumpulan sampah dengan menggunakan rumus (2-1) dan (2-2) dan dilakukan analisa jumlah ritase

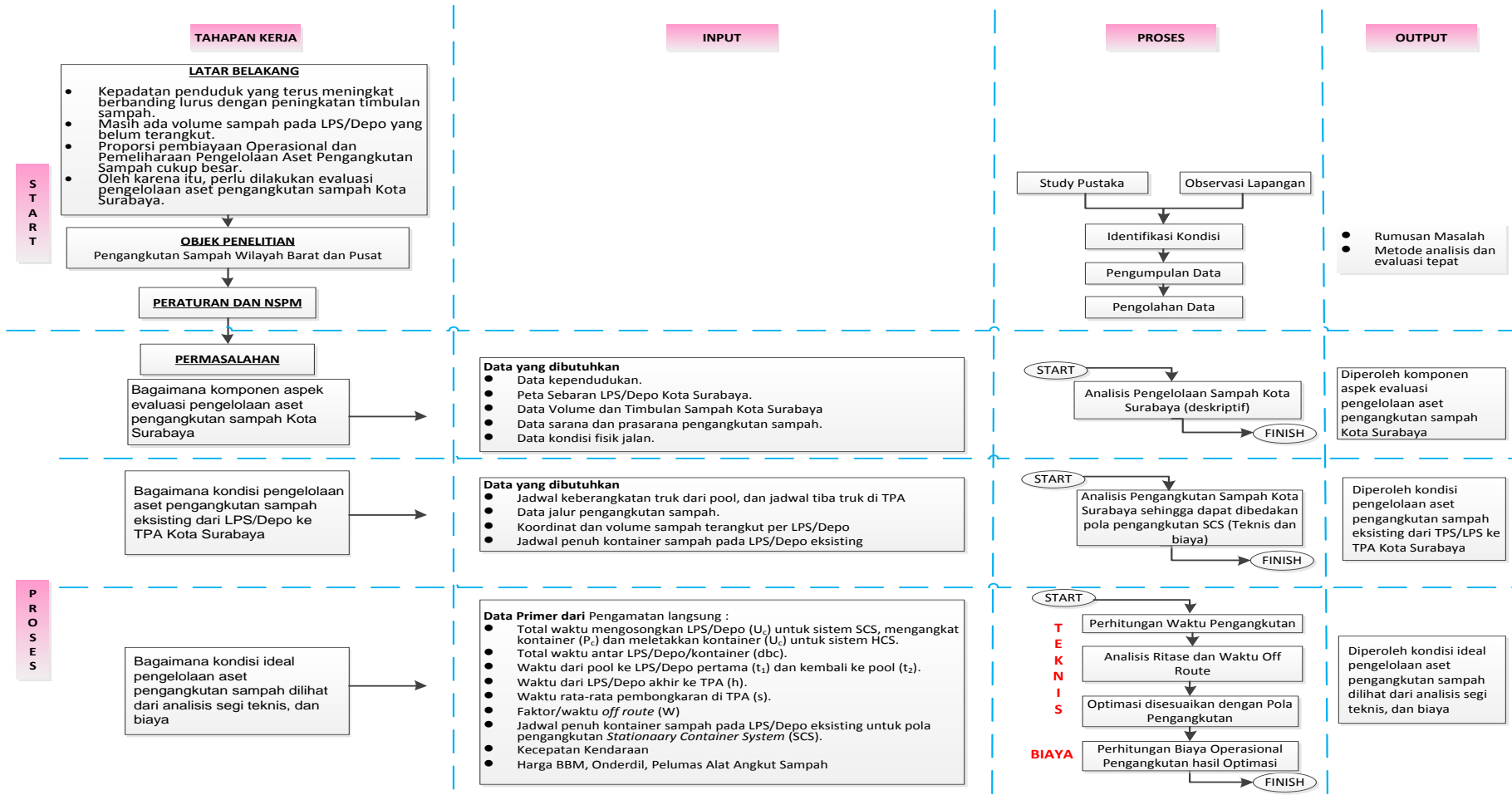
dan waktu *off route* kendaraan angkutan sampah dengan menggunakan rumus (2-5) dan (2-6)

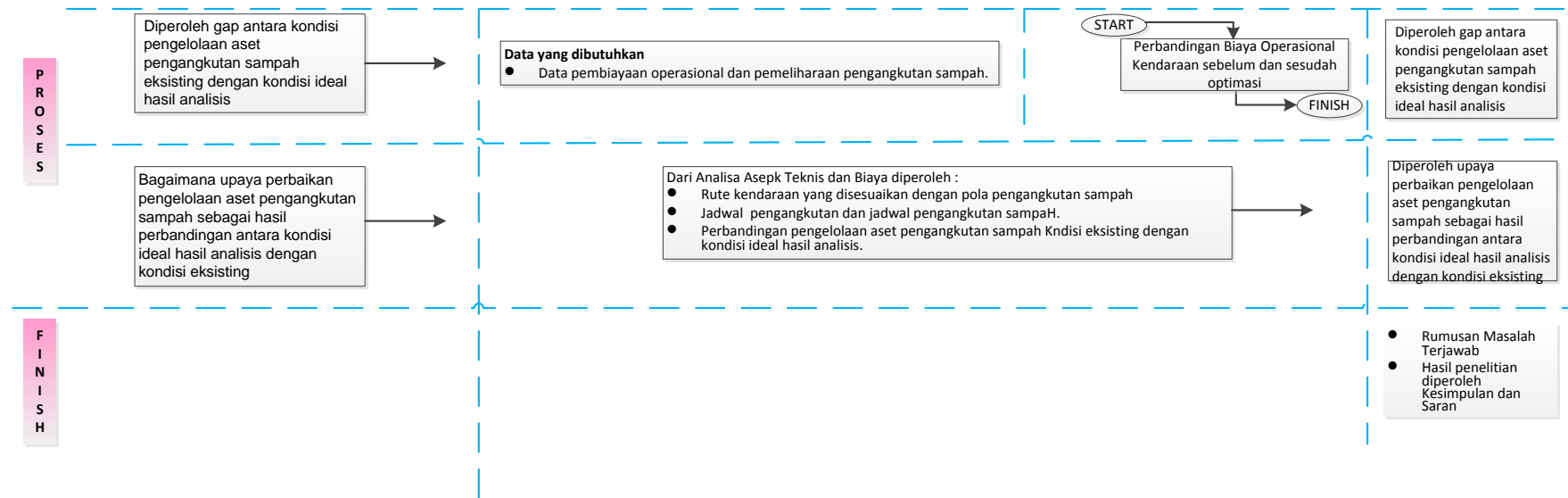
- Jika dari analisa perhitungan jumlah ritase dan waktu *off route* diperoleh jenis optimasi sesuai dengan pola pengangkutan yang akan dilakukan pada proses analisa selanjutnya.
- Optimasi dilakukan sesuai dengan kebutuhan ritase dan volumenya.

b. Aspek Pembiayaan

Kajian finansial berpedoman pada Pedoman Operasi dan Pemeliharaan Prasarana dan Sarana Persampahan SNI 3242-2008 tentang Pengelolaan Sampah di Permukiman. Perhitungan biaya meliputi biaya operasional dan pemeliharaan pengangkutan sampah. Analisis berdasarkan pada biaya yang dialokasikan oleh pemerintah, biaya yang muncul akibat adanya peningkatan jumlah trip dan efisiensi rute, serta waktu pengangkutan sampah yang lebih efisien.

3.7.1 Skema Analisa dan Evaluasi





Gambar 3-2. Skema Analisa dan Evaluasi Penelitian

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

Kota Surabaya adalah ibukota provinsi Jawa Timur yang merupakan kota terbesar kedua di Indonesia. Sebagai Kota Besar dengan jumlah penduduk yang semakin banyak mengakibatkan peningkatan jumlah sampah rumah tangga di Kota Surabaya. Banyaknya dijumpai perkantoran, area perbelanjaan, restoran, dan tempat rekreasi di Kota Surabaya merupakan sumber penghasil sampah yang tergolong sampah sejenis rumah tangga. Penanganan sampah memerlukan perhatian khusus, yang jika tidak segera ditangani dan dikelola dengan baik, akan semakin berdampak pada lingkungan hidup, seperti banjir dan pencemaran lingkungan. Selain itu, sampah yang dibuang secara terbuka dapat berpotensi menimbulkan berbagai macam penyakit. Berkaitan dengan hal tersebut, maka diperlukan suatu sistem pengelolaan sampah secara terpadu agar permasalahan-permasalahan yang ditimbulkan oleh sampah dapat dicegah dan diminimalisir.

4.1.1 Letak Geografis dan Luas Wilayah

Secara geografis, Kota Pahlawan ini berada antara 07°09'00" – 07°21'00" Lintang Selatan dan 112°36' - 112°54' Bujur Timur wilayahnya merupakan dataran rendah dengan ketinggian 3-6 m di atas permukaan air laut, kecuali di Sebelah Selatan ketinggian 25-50 m di atas permukaan air laut. Batas wilayah Surabaya: Sebelah Utara berbatasan dengan Selat Madura; Sebelah Timur dengan Selat Madura; Sebelah Selatan dengan Kabupaten Sidoarjo; sedangkan sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Gresik.

4.1.2 Topografi

Surabaya terletak di tepi pantai utara provinsi Jawa Timur. Wilayahnya berbatasan dengan Selat Madura di sebelah utara dan timur, Kabupaten Sidoarjo

di sebelah selatan, serta Kabupaten Gresik di sebelah barat. Sebagian besar wilayah Surabaya merupakan dataran rendah yaitu 80,72% dengan ketinggian antara -0,5 – 5m SHVP atau 3 – 8 m di atas permukaan laut, sedangkan sisanya merupakan daerah perbukitan yang terletak di wilayah Surabaya Barat (12,77%) dan Surabaya Selatan (6,52%). Di wilayah Surabaya Selatan terdapat 2 bukit landai yaitu di daerah Lidah dan Gayungan yang ketinggiannya antara 25 – 50 m di atas permukaan laut dan di wilayah Surabaya Barat memiliki kontur tanah perbukitan yang bergelombang. Struktur tanah di Surabaya terdiri dari tanah aluvial, hasil endapan sungai dan pantai, dan di bagian barat terdapat perbukitan yang mengandung kapur tinggi. Di Surabaya terdapat muara Kali Mas, yakni satu dari dua pecahan Sungai Brantas. Kali Mas adalah salah satu dari tiga sungai utama yang membelah sebagian wilayah Surabaya bersama dengan Kali Surabaya dan Kali Wonokromo. Areal sawah dan tegalan terdapat di kawasan barat dan selatan kota, sedangkan areal tambak berada di kawasan pesisir timur dan utara.

4.1.3 Hidrologi

Surabaya memiliki iklim tropis seperti kota besar di Indonesia pada umumnya di mana hanya ada dua musim dalam setahun yaitu musim hujan dan kemarau. Curah hujan di Surabaya rata-rata 165,3 mm. Curah hujan tertinggi di atas 200 mm terjadi pada kurun Januari hingga Maret dan November hingga Desember. Suhu udara rata-rata di Surabaya berkisar antara 23,6 °C hingga 33,8 °C.

4.1.4 Klimatologi

Kelembaban udara rata-rata di Surabaya berada di atas angka 60 persen dengan kelembaban terendah 63 persen di Bulan Oktober dan kelembaban tertinggi di Bulan Januari-Februari yang mencapai 80 persen. Tekanan udara rata-rata di kisaran angka 1010,0 Mbs hingga 1013,5 Mbs. Temperatur udara dari pantauan Badan Meterologi rata-rata terendah adalah 27,6 °C dan tertinggi mencapai 30,3°C.

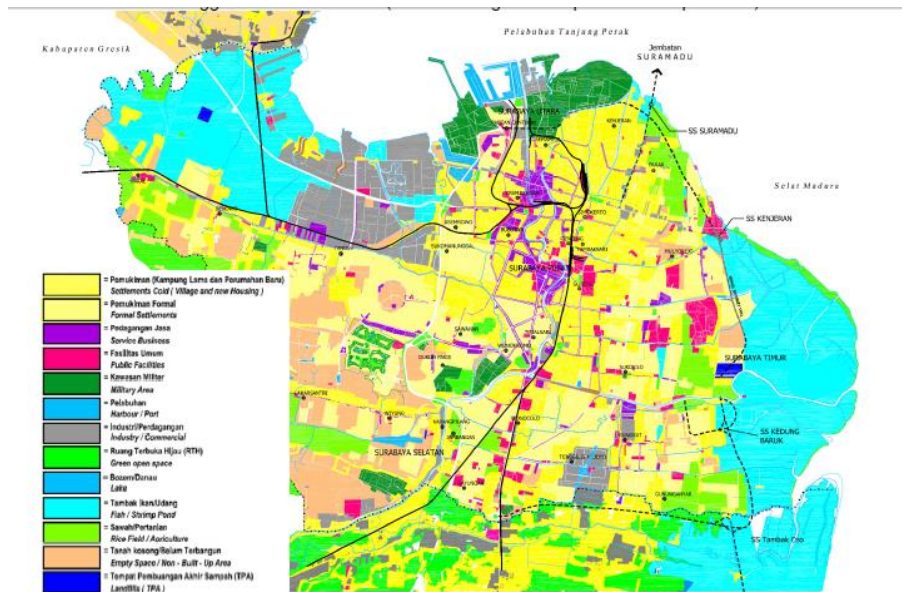
4.1.5 Jumlah Penduduk

Secara administratif, wilayah Kota Surabaya terdiri dari 5 Wilayah Pembantu Surabaya dibagi menjadi 31 wilayah Kecamatan yang terdiri dari 163 kelurahan, 1.335 RW, dan 8.839 RT. Berdasarkan hasil registrasi penduduk yang dilakukan oleh Dispenduk dan Capil (Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil) Kota Surabaya, didapatkan jumlah penduduk Surabaya pada tahun 2012 adalah sebanyak 3.104.584 jiwa. Jumlah ini meningkat sekitar 5% dari jumlah penduduk Kota Surabaya pada tahun 2011 yaitu 2.956.569 jiwa. Dengan luas wilayah Kota Surabaya yang sebesar 316,36 Km², maka kepadatan penduduk Kota Surabaya pada tahun 2012 adalah sebesar 9.813,453 jiwa/ Km².

4.1.6 Penggunaan Lahan, Industri dan Perdagangan

Proporsi penggunaan lahan di Kota Surabaya untuk area perumahan sebesar 42,00%, area yang masih berupa sawah, tegalan sebesar 16,24%, area tambak sebesar 15,20%, area untuk penggunaan kegiatan jasa dan perdagangan sebesar 10,76%, area untuk kegiatan industri sebesar 07,30% dan lahan yang masih kosong sebesar 05,50%.

Kawasan perumahan yang berupa kampung terkonsentrasi di pusat kota, sedangkan perumahan *real estate* tersebar di kawasan barat, timur dan selatan kota. Pada beberapa lokasi sudah dibangun perumahan vertikal, baik berupa rumah susun (sederhana) maupun apartemen atau kondominium (mewah). Areal sawah dan tegalan terdapat di kawasan barat dan selatan kota. Areal tambak berada di kawasan pesisir timur dan utara. Areal untuk kegiatan jasa dan perdagangan terkonsentrasi di kawasan pusat kota dan sebagian berada di areal perumahan yang berkembang di kawasan barat dan timur kota. Areal untuk kegiatan industri dan pergudangan terkonsentrasi di kawasan pesisir utara dan kawasan selatan kota yang berbatasan dengan wilayah Kabupaten Gresik dan Sidoarjo. Untuk memperjelas penggunaan lahan dan tata ruang Surabaya dapat dilihat di Gambar 4-1.



Gambar 4-1. Penggunaan Lahan Kota Surabaya

Sumber: Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya

4.2 Hasil Pengamatan Eksisting

Pengangkutan sampah eksisting yang menjadi objek penelitian ini adalah pengangkutan sampah Kota Surabaya pada 14 TPS/LPS dengan pola pengangkutannya adalah SCS TPS dan 1 SCS Jalan. Dari objek penelitian tersebut, jumlah populasi truk *compactor* pengangkutan sampahnya adalah sebanyak 19 unit. Penjelasan pada sub bab ini berisikan hasil pengamatan langsung kondisi eksisting pengangkutan sampah yang sesuai dengan objek penelitian dan beberapa tambahan diluar objek penelitian. Pengamatan langsung terhadap pengangkutan sampah dengan truk *compactor* yang berada diluar objek penelitian dikarenakan oleh adanya kondisi pengangkutan sampah eksisting dengan pola pengangkutannya adalah SCS Fasilitas Umum Taman dan Saluran dimana jumlah sampahnya tidak terlalu besar dan perubahan dan/atau penambahan baru truk *compactor* oleh pengelola asset pengangkutan sampah Kota Surabaya selama masa penelitian ini sedang berjalan. Oleh karena itu, hasil pengamatan kondisi eksisting pada penelitian ini juga dijelaskan mengenai

beberapa truk *compactor* yang diluar objek penelitian tanpa mengubah jumlah populasi dan sampel terpilih yang menjadi objek penelitian ini.

4.2.1 Aspek Teknis Operasional

Pada aspek teknis operasional pengangkutan sampah di Kota Surabaya dengan menggunakan truk *Compactor* akan dianalisis adalah mulai dari timbulan sampah dan komposisi sampah, pengumpulan, pengangkutan, dan pembuangan akhir sampah.

4.2.1.1 *Timbulan dan Komposisi Sampah*

Data timbulan dan komposisi sampah Kota Surabaya untuk analisa teknis diperoleh dari pengolahan data antara jumlah penduduk dengan mengalikannya dengan koefisien timbulan sampah per kecamatan dan/atau per LPS. Tabel 4-1 adalah hasil pengolahan data mengenai timbulan dan komposisi sampah Kota Surabaya :

Tabel 4-1. Jumlah Timbulan Sampah Kota Surabaya Tahun 2012

No.	Kecamatan	Kotip	Luas Wilayah km2	Jumlah Penduduk jiwa	Kepadatan penduduk jiwa/km2	Rata2 Timbulan sampah m3/org
1.	Sambikerep	Surabaya Barat	20.42	59,348	2,906	176.00
2.	Lakarsantri	Surabaya Barat	16.05	55,325	3,447	164.12
3.	Pakal	Surabaya Barat	19.01	47,639	2,506	140.88
4.	Benowo	Surabaya Barat	26.78	53,942	2,014	158.87
5.	Asemrowo	Surabaya Barat	5.44	45,062	8,283	133.46
6.	Sukomanunggal	Surabaya Barat	9.23	104,564	11,329	310.62
7.	Tandes	Surabaya Barat	11.07	97,124	8,774	289.11
8.	Jambangan	Surabaya Selatan	4.19	49,028	11,701	145.79
9.	Gayungan	Surabaya Selatan	6.07	48,832	8,045	145.18
10.	Wonocolo	Surabaya Selatan	6.78	83,952	12,382	249.57
11.	Wiyung	Surabaya Selatan	12.46	68,181	5,472	202.77
12.	Dukuh Pakis	Surabaya Selatan	9.94	62,791	6,317	187.13
13.	Karangpilang	Surabaya Selatan	9.23	76,624	8,302	227.88
14.	Wonokromo	Surabaya Selatan	8.47	191,970	22,665	572.33
15.	Sawahan	Surabaya Selatan	6.93	229,006	33,046	681.79

No.	Kecamatan	Kotip	Luas Wilayah km2	Jumlah Penduduk jiwa	Kepadatan penduduk jiwa/km2	Rata2 Timbulan sampah m3/org
16.	Mulyorejo	Surabaya Timur	14.21	87,442	6,154	259.73
17.	Sukolilo	Surabaya Timur	23.69	110,372	4,659	327.87
18.	Gunung Anyar	Surabaya Timur	9.71	53,096	5,468	157.12
19.	Tenggilis Mejoyo	Surabaya Timur	5.52	56,757	10,282	168.65
20.	Rungkut	Surabaya Timur	21.08	106,693	5,061	316.10
21.	Gubeng	Surabaya Timur	7.99	153,741	19,242	458.69
22.	Tambaksari	Surabaya Timur	8.99	241,237	26,834	718.04
23.	Kenjeran	Surabaya Utara	7.64	149,993	19,633	444.17
24.	Krembangan	Surabaya Utara	8.34	128,632	15,424	382.82
25.	Semampir	Surabaya Utara	8.76	204,615	23,358	609.04
26.	Pabean Cantikan	Surabaya Utara	6.8	92,349	13,581	275.99
27.	Bulak	Surabaya Pusat	6.78	41,402	6,106	123.26
28.	Simokerto	Surabaya Pusat	2.59	106,282	41,036	317.18
29.	Bubutan	Surabaya Pusat	3.86	114,655	29,703	341.49
30.	Genteng	Surabaya Pusat	4.04	68,191	16,879	203.56
31.	Tegalsari	Surabaya Pusat	4.29	115,739	26,979	344.86
Jumlah			715.14	6,918,187	714,473	17,137.79

Sumber : Laporan Status Lingkungan Hidup Kota Surabaya Tahun 2012

Sumber sampah di Kota Surabaya dapat digolongkan secara umum menjadi 2 (dua) kelompok adalah sebagai berikut :

1. Sampah Domestik, berasal dari kegiatan rumah tangga yang biasanya berasal dari perumahan.
2. Sampah Non Domestik, berasal dari kegiatan selain rumah tangga seperti dari komersil, institusi, perkantoran, konstruksi dan pembongkaran, pelayanan perkantoran dan unit pengolahan, industry dan pertanian serta fasilitas umum lainnya.

Sesuai dengan SNI 3242-2008 tentang tata cara pengelolaan sampah di permukiman, maka akan dihitung besar timbulan sampah Kota Surabaya. Berdasarkan Tabel 4-1 perhitungan rata-rata timbulan sampah perorang perhari di Kota Surabaya dengan membandingkan total timbulan sampah dengan jumlah penduduk. Besar timbulan sampah per orang per harinya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
&= \text{Jumlah total timbulan sampah} / \text{jumlah penduduk layanan} \\
&= 17.137,79 \text{ m}^3 / 6.918.187 \text{ org} \\
&= 2.477 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{org/hari} \\
&= 2,48 \text{ liter/org/hari} \approx 2,5 \text{ liter/org/hari}
\end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 3242 : 2008 tentang Tata Cara Pengelolaan Sampah di Permukiman, dengan besar timbulan sampah sebesar 2,5 liter/org/hari maka Kota Surabaya termasuk Kota Kecil. Sesuai dengan klasifikasi kota berdasarkan jumlah penduduk, Kota Surabaya dengan jumlah penduduk mencapai 6.918.187 orang adalah termasuk Kota Metropolitan.

Sampah Kota Surabaya memiliki karakteristik yang didominasi oleh sampah organik dengan prosentase sebesar 54,31%, kemudian disusul dengan plastic sebesar 19,44% dan kertas atau sejenis kertas sebesar 14,63%. Untuk komposisi sampah selain sampah organik, plastic, dan kertas adalah kulit, kain, kaca, keramik, logam, dan sampah B3. Untuk detail prosentasi komposisi sampah Kota Surabaya dapat dilihat pada Tabel 4-2 sebagai berikut :

Tabel 4-2. Prosentase Komposisi Sampah di Kota Surabaya

No	Komposisi Sampah	Prosentase (%)
1	Sampah organik	54.31%
2	Kayu / produk kayu	1.61%
3	Kulit	1.19%
4	Karet	1.14%
5	Plastik	19.44%
6	Kertas / bahan kertas	14.63%
7	Kain / tekstil	1.47%
8	Kaca	1.12%
9	Keramik	0.17%
10	Logam	0.48%
11	B3	0.86%
12	Lain-lain	3.59%
Total		100.00%

Sumber : Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya

Sumber timbulan sampah Kota Surabaya yang dihasilkan dari produsen sampah, yaitu rumah tangga, pasar, kegiatan komersil (apartemen, mall, hotel, ruko, dan restoran), industri, dan sampah utilitas (taman, jalan, pintu air). Jumlah

timbulan sampah dari dihasilkan dari produsen sampah sebagaimana pada Tabel 4-3 sebagai berikut :

Tabel 4-3. Jumlah sampah yang dihasilkan pada tiap produsen

No.	Sumber Sampah	Volume	Satuan
1.	Rumah Tangga	3.219	l/org/hari
2.	Pasar	1.71	l/m2/hari
3.	Apartemen	0.471	l/org/hari
4.	Mall	0.06	l/m2/hari
5.	Hotel	1.92	l/bed/hari
6.	Ruko	0.05	l/m2/hari
7.	Restoran	0.224	l/m2/hari
8.	Industri	3.1	l/m2/hari
9.	Taman	0.122	l/m2/hari
10.	Jalan	0.611	kg/m/hari
11.	Pintu Air	141.413	l/unit/hari

Sumber : Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya

4.2.1.2 Pengumpulan dan Pindahan Sampah

Pengumpulan sampah yang dilakukan Pemerintah Kota Surabaya sebagaimana dalam SNI 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan adalah sebagai berikut :

1. Pola individual langsung

Pola ini banyak dilakukan oleh pengumpul sampah dengan cara pengambilan langsung ke sumber sampah dengan kondisi lingkungan yang masih memungkinkan akses masuk alat pengumpul, misalnya lokasi sumber sampah berada di tepi jalan protokol dengan lebar jalan sangat memadai untuk kegiatan operasional pengumpulan sampah dan tidak mengganggu pemakai jalan lainnya.

2. Pola individual tidak langsung

Pola ini banyak dilakukan oleh pengumpul sampah dengan cara pengambilan langsung ke sumber sampah dengan kondisi lingkungan yang masih memungkinkan akses masuk alat pengumpul. Lokasi pengambilan

berada pada jalan non protokol namun masih tidak mengganggu pengguna jalan lainnya.

3. Pola komunal langsung

Pada pola pengumpulan adalah lahan dan/atau wadah penampungan sampah yang diperuntukkan pada wilayah-wilayah yang lokasi sumber sampah berada di dalam gang sehingga lebar jalan tidak cukup memadai untuk kegiatan operasional pengumpulan sampah. Wadah komunal ditempatkan sesuai dengan kebutuhan dan lokasi yang mudah dijangkau oleh alat pengangkutan (truk).

4. Pola komunal tidak langsung

Pada pola pengumpulan adalah lahan dan/atau wadah penampungan sampah yang diperuntukkan pada wilayah-wilayah yang kondisi lingkungan yang masih memungkinkan akses masuk alat pengumpul. Wadah komunal ditempatkan sesuai dengan kebutuhan dan lokasi yang mudah dijangkau oleh alat pengumpul.

5. Pola penyapuan jalan

Pola penyapuan jalan yang dilakukan di Kota Surabaya dibawah kewenangan langsung Dinas Kebersihan dan Pertamanan dengan pelaksanaannya dibagi menjadi 7 (tujuh) rayon, yaitu rayon timur 1, timur 2, selatan 1, selatan 2, barat, utara, dan pusat. Sampah hasil penyapuan jalan dikumpulkan kemudian diangkut ke lokasi pemindahan dan pada akhirnya dibung ke Tempat Pembuangan Akhir.

Pelaksana pengumpulan sampah dilakukan oleh institusi kebersihan kota, lembaga swadaya masyarakat, swasta, lembaga formal masyarakat (RT/RW). Pengumpulan sampah dari hasil penelitian di lapangan, menggunakan alat pengumpul berupa gerobak sampah dengan ukuran rata-rata adalah 110 x 80 x 100 cm sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 4-2 sebagai berikut :



Gambar 4-2. Gambar Gerobak Sampah

Sumber : Dokumentasi Survey Lapangan

Setelah dilakukan pengumpulan sampah, dilakukan pemindahan sampah ke dalam tong sampah yang sesuai dengan spesifikasi pengangkutan sampah dengan menggunakan truk *compactor*. Pada Gambar 4-3 adalah tong sampah yang sesuai dengan spesifikasi pengangkutan sampah dengan menggunakan truk *compactor*.



Tong sampah uk. 60 x 40 x 100 cm



Tong sampah uk. 100 x 70 x 110 cm

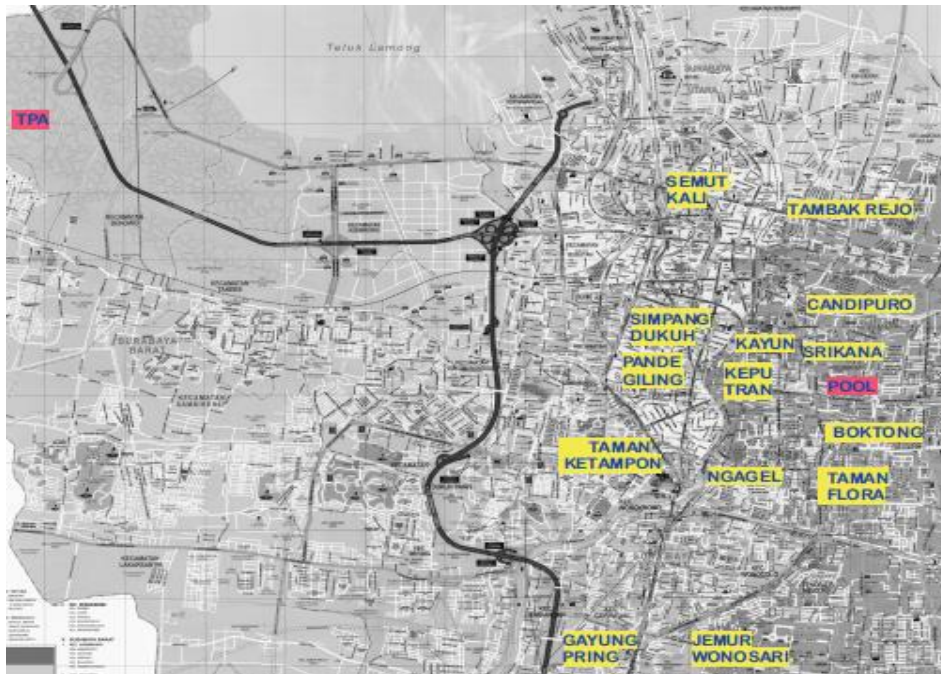


Tong sampah ukuran 100 x 60 x 110 cm

Gambar 4-3. Gambar Tong Sampah

Sumber : Dokumentasi Survey Lapangan

Kondisi 14 TPS/LPS dengan tong sampah memiliki kondisi asset baik, meskipun ditemukan beberapa tong sampah yang mengalami kerusakan. Sebaran 14 TPS/LPS tersebut terdapat pada Gambar 4-4 dan data asset TPS/LPS terdapat pada Tabel 4-4.



Gambar 4-4. Gambar Sebaran TPS

Sumber : Pengolahan Data

Tabel 4-4. Tabel LPS dengan Tong Sampahnya

No.	Nama TPS/LPS	Alamat TPS/LPS	Jml Tong Sampah	Kondisi Tong Sampah
1.	TPS Simpang Dukuh	Jl. Simpang Dukuh No. 9	25	Baik
2.	TPS Candipuro	Jl. Candipuro No. 8/Gang II No. 47 Pacar Keling	25	Baik
3.	TPS Kayun	Jl. Kayun No. 112	30	Baik
4.	LPS Pandegiling	Jl. Pandegiling No. 216	30	Baik
5.	TPS Gayung Pring	Jl. Gayungan I No. 5	25	Baik
6.	TPS Taman Ketampon	Jl. Taman Ketampon No. 89	25	Baik
7.	TPS Jemur Wonosari	Jl. Raya Jemur Sari No. 44	43	3 Tong Sampah Rusak
8.	LPS Boktong	Jl. Raya Menur No. 131 / Jl. Raya Manyar No.5B	25	Baik
9.	TPS Taman Flora Bratang	Taman Flora Bratang/ Jl. Raya Manyar No. 80A	75	Baik
10.	TPS Ngagel	Jl. Raya Ngagel No. 156	28	Baik
11.	TPS Semut Kali	Komplek Semut Indah Blok A No. 15	32	Baik
12.	TPS Tambak Rejo	Jl. Kenjeran No. 118	60	Baik
13.	TPS Srikana	Jl. Srikana No. 63	60	Baik
14.	LPS Keputran	Pasar Keputran Jl. Keputran No. 12-20	22	Baik

Sumber : Hasil Rekapitulasi Survey Lapangan

Selain aset tong sampah, pada beberapa TPS/LPS terdapat aset bangunan yang terdiri dari lantai keramik, saluran kecil sebagai aliran air sampah dan/atau air lindi serta dinding dengan tinggi \pm 2 meter dan panjang yang disesuaikan dengan jumlah tong sampah dan bentuk lahan TPS/LPS.

Pada tempat pemindahan sampah biasanya terdapat kegiatan pemilahan merupakan pemisahan sampah secara manual dan/atau mekanikal menjadi sampah organik, kertas, dan plastik yang dilaksanakan baik oleh petugas kebersihan dan/atau masyarakat yang berminat. Pemindahan sampah yang dilakukan di Kota Surabaya dengan cara gabungan antara manual dan mekanis. Pemindahan manual dilakukan dari alat pengumpul sampah ke tong sampah, sedangkan pemindahan mekanik dilakukan dari tong sampah ke alat pengangkutan sampah (*compactor*).

4.2.1.3 Pengangkutan Sampah

Dalam pelaksanaan operasional pengangkutan sampah di Kota Surabaya, terdapat operasional yang langsung dimonitoring oleh kantor pusat Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya dan operasional yang dibagi kewenangannya menjadi 6 (enam) wilayah rayon. Wilayah rayon tersebut adalah rayon barat, pusat, utara, timur 1, timur 2 dan selatan. Tabel 4-5 adalah rincian mengenai pembagian wilayah rayon operasional pengangkutan sampah di Kota Surabaya.

Tabel 4-5. Tabel Pembagian Wilayah Rayon Operasional Pengangkutan Sampah Kota Surabaya

Nama Rayon	Wilayah	Jenis Kendaraan Angkut	Pola dan Lokasi Pengangkutan
Kantor Pusat	Kota Surabaya	- Truk <i>Compactor</i> 10 m ³ - <i>Dump Truck</i>	- SCS Jalan dan TPS/LPS - SCS Jalan, Fasilitas umum dan Sapu Bersih
Barat	Surabaya bagian barat	- Truk <i>Compactor</i> 6 m ³ - <i>Dump Truck</i> - Truk <i>Armroll</i>	- SCS Jalan, Fasilitas umum dan Sapu Bersih - HCS TPS/LPS
Pusat	Surabaya bagian pusat	- Truk <i>Compactor</i> 6 m ³ - <i>Dump Truck</i> - Truk <i>Armroll</i>	- SCS Jalan, Fasilitas umum dan Sapu Bersih - HCS TPS/LPS

Nama Rayon	Wilayah	Jenis Kendaraan Angkut	Pola dan Lokasi Pengangkutan
Utara	Surabaya bagian utara	- Truk <i>Compactor</i> 6 m ³ - <i>Dump Truck</i> - Truk <i>Armroll</i>	- SCS Jalan, Fasilitas umum dan Sapu Bersih - HCS TPS/LPS
Timur 1	Surabaya bagian timur 1	- Truk <i>Compactor</i> 6 m ³ - <i>Dump Truck</i> - Truk <i>Armroll</i>	- SCS Jalan, Fasilitas umum dan Sapu Bersih - HCS TPS/LPS
Timur 2	Surabaya bagian timur 2	- Truk <i>Compactor</i> 6 m ³ - <i>Dump Truck</i> - Truk <i>Armroll</i>	- SCS Jalan, Fasilitas umum dan Sapu Bersih - HCS TPS/LPS
Selatan	Surabaya bagian selatan	- Truk <i>Compactor</i> 6 m ³ - <i>Dump Truck</i> - Truk <i>Armroll</i>	- SCS Jalan, Fasilitas umum dan Sapu Bersih - HCS TPS/LPS

Sumber : Data Pengangkutan Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya

Pengangkutan sampah Kota Surabaya menggunakan alat angkut yang terdiri dari beberapa jenis truk dengan kapasitas volume truk pengangkut sampah yang disesuaikan dengan jumlah timbulan sampah pada tiap TPS/LPS. Pengadaan truk pengangkut sampah dilakukan secara bertahap hampir pada setiap Tahun Anggaran dan masih dalam kondisi baik. Data untuk jumlah dan kondisi asset truk pengangkut sampah disajikan dalam Tabel 4-6 sebagai berikut :

Tabel 4-6. Jumlah dan Kondisi Aset Truk Pengangkutan Sampah

Jenis Alat Angkut	Volume (m³)	Jumlah (unit)	Periode Tahun Perolehan	Kondisi Aset Truk
<i>Dump Truck</i>	6	26	1994 – 2014	Baik
Truk <i>Armroll</i>	6	15	2007 – 2014	Baik
Truk <i>Armroll</i>	8	18	1995 – 2007	Baik
Truk <i>Armroll</i>	14	66	1993 – 2013	Baik
Truk <i>Compactor</i>	6	6	1988 – 2009	Baik
Truk <i>Compactor</i>	10	34 (jumlah asset secara keseluruhan)	2013 – 2016	Baik

Sumber : Data Aset Pengangkutan Sampah DKP Kota Surabaya

Untuk gambar truk jenis *compactor* 10 m³ terdapat pada Gambar 4-5, dengan spesifikasi kendaraannya terbagi menjadi 2, yaitu truk dan *compactor* adalah sebagai berikut :

TRUK Merk dan Jenis : Hino Ranger FG 235 JJ

MEKANIKAL

Roda dan Ban

Ukuran Rim : 20 x 7,00T – 162

Ukuran Ban : 10,00 – 20 – 16PR

Jumlah Ban : 6(+1)

Sistem Listrik Accu

Accu : 12V-65Ah x2



Gambar 4-5. Truk *Compactor* 10 m³

Sumber : Dokumentasi Survey Lapangan

DIMENSI

Kapasitas Tangki Solar : 200 liter

Total Panjang : 7.520 m

Total Lebar : 2.425 m

Total Tinggi : 2.625 m

Berat Kosong Truk *Compactor* : 4.585 kg

Sumber : <http://www.hino.dealmobilsurabaya.com/2015/06/model-spesifikasi-hino-ranger-fg-235-jj.html>

COMPACTOR Merk dan Jenis : *Compactor* 10 m³, PT. GROEN
INDONESIA

Volume *Container* : 10 m³

Material : Baja

Sumber : <http://www.groen-indonesia.com/products/detail/17/8/truck-compacto-10-m%3Csup%3E3%3Csup%3E.html>

Daerah pelayanan pengangkutan sampah dengan menggunakan alat angkut truk *compacto* tersebar di seluruh wilayah kota Surabaya. Jumlah truk *compacto* yang menjadi objek dalam penelitian ini adalah 19 (sembilan belas) unit truk *compacto* yang melayani pengangkutan sampah pada 14 (empat belas) TPS/LPS pengumpulan sampah komunal tidak langsung dan 1 (satu) pengumpulan sampah individu langsung jalan dan fasilitas umum serta penyapuan. Pengangkutan sampah truk *compacto* termasuk dalam pola pengangkutan sampah *System Container Systems* (SCS) dan dalam aplikasinya di Kota Surabaya terbagi lagi menjadi SCS Jalan dan Fasilitas Umum serta SCS TPS/LPS, yang dapat dilihat rincian pengangkutan per truk *compacto*nya pada Tabel 4-7

Tabel 4-7. Pengangkutan Sampah Eksisting dengan Truk *Compacto*

No.	Truk <i>Compacto</i>	Rute Pengangkutan Sampah	Tipe Pengumpulan Sampah	Pola Pengangkutan SCS
1.	L9561NP	TPS Simpang dukuh – TPS Candipuro – TPS Kayoon	Komunal Tidak Langsung	SCS TPS/LPS
2.	L9386NP	LPS Pandegiling	Komunal Tidak Langsung	SCS TPS/LPS
3.	L9385NP	Jl. Pandegiling – Urip Sumoharjo – Embong Malang – Kedungdoro – Karet – Kemayoran – JMP	Individu Langsung	SCS Jalan dan Fasilitas Umum

No.	Truk <i>Compactor</i>	Rute Pengangkutan Sampah	Tipe Pengumpulan Sampah	Pola Pengangkutan SCS
4.	L9388NP (rute pengangkutan <i>compactor</i> ini tidak termasuk populasi objek penelitian ini)	Taman Bungkul – Taman Sulawesi – Taman Lansia – Kantor PMI (Embong Ploso) – Taman Prestasi – Balai Pemuda – Kantor DPRD – Jogging Track Pusura – St.Gubeng – PDAM	Individu Langsung	SCS Jalan dan Fasilitas Umum
5.	L9553NP	TPS Simpang dukuh – TPS Candipuro – TPS Kayoon	Komunal Tidak Langsung	SCS TPS/LPS
6.	L9455NP	TPS Ketampon	Komunal Tidak Langsung	SCS TPS/LPS
7.	L9452NP	TPS Gayung Pring	Komunal Tidak Langsung	SCS TPS/LPS
8.	L9454NP	TPS Jemur Wonosari	Komunal Tidak Langsung	SCS TPS/LPS
9.	L9453NP	LPS Boktong	Komunal Tidak Langsung	SCS TPS/LPS
10.	L9451NP	TPS Ngagel	Komunal Tidak Langsung	SCS TPS/LPS
11.	L9448NP	TPS Semut Kali	Komunal Tidak Langsung	SCS TPS/LPS
12.	L9554NP	TPS Tambak Rejo	Komunal Tidak Langsung	SCS TPS/LPS

No.	Truk <i>Compactor</i>	Rute Pengangkutan Sampah	Tipe Pengumpulan Sampah	Pola Pengangkutan SCS
13.	L9560NP	TPS Tambak Rejo	Komunal Tidak Langsung	SCS TPS/LPS
14.	L9384NP	TPS Srikana	Komunal Tidak Langsung	SCS TPS/LPS
15.	L9389NP	TPS Srikana	Komunal Tidak Langsung	SCS TPS/LPS
16.	L9557NP	LPS Pandegiling	Komunal Tidak Langsung	SCS TPS/LPS
17.	L9556NP (rute pengangkutan <i>compactor</i> ini tidak termasuk populasi objek penelitian ini)	Saluran Dinoyo – Saluran Darmokalli – PS.Bunga Kayoon	Individu Langsung	SCS Jalan dan Fasilitas Umum
18.	L9555NP	LPS Keputran	Komunal Tidak Langsung	SCS TPS/LPS
19.	L9704NP	TPS Taman Flora Bratang	Komunal Tidak Langsung	SCS TPS/LPS
20.	Truk <i>compactor</i> nomor 02	TPS Taman Flora Bratang	Komunal Tidak Langsung	SCS TPS/LPS
21.	Truk <i>compactor</i> nomor 24	TPS Taman Flora Bratang	Komunal Tidak Langsung	SCS TPS/LPS

Sumber : Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya

Dengan melakukan perhitungan volume total sampah terangkut per TPS/LPS dengan menggunakan truk *compactor* diperoleh jumlah keseluruhan volume sampah pada 14 TPS/LPS adalah sebanyak 508,4m³. Jumlah ini diperoleh dari mendata jumlah gerobak pengumpul sampah dengan asumsi setiap hari gerobak sampah melakukan pengumpulan sampah setiap hari dan hanya satu kali dalam sehari. Rincian volume sampah per TPS/LPS yang terlayani pengangkutannya dengan truk *compactor* sampah adalah pada Tabel 4-8 sebagai berikut :

Tabel 4-8. Volume Sampah TPS/LPS Terlayani Pengangkutan Sampah dengan Truk *Compactor*

No.	Nama TPS/LPS	Volume Sampah (m ³)
1.	TPS Simpang Dukuh	23,76
2.	TPS Candipuro	17,6
3.	TPS Kayun	36
4.	LPS Pandegiling	56
5.	TPS Gayung Pring	22
6.	TPS Taman Ketampon	26,4
7.	TPS Jemur Wonosari	42,24
8.	LPS Boktong	26,4
9.	TPS Taman Flora Bratang	56
10.	TPS Ngagel	26,4
11.	TPS Semut Kali	26,4
12.	TPS Tambak Rejo	79,2
13.	TPS Srikana	56
14.	LPS Keputran	14
TOTAL		508,4

Sumber : Hasil Rekapitulasi Survey Lapangan

Berdasarkan data primer yang diperoleh dari wawancara tertulis, diketahui jumlah sampah yang berhasil diangkut ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA Benowo) secara keseluruhan setiap harinya adalah sebesar 4.925,5 m³. Dengan membandingkan jumlah timbulan sampah TPS/LPS terlayani

pengangkutan sampah dengan truk *compactor* dengan jumlah total timbulan sampah Kota Surabaya, maka dapat diperoleh prosentase pelayanan pengangkutan sampah dengan menggunakan truk *compactor* ini adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Prosentase sampah terangkut truk } \textit{compactor} &= \frac{\textit{jumlah sampah terangkut}}{\textit{jumlah timbulan sampah keseluruhan}} \\ &= \frac{508,4}{4.925,5} = 10,3\%\end{aligned}$$

Pengamatan langsung pada operasional pengangkutan sampah eksisting telah dilakukan dengan metode ikut dalam truk *compactor* selama operasional pengangkutan, yaitu mulai berangkat dari pool sampai dengan kembali ke pool yang memiliki lama waktu pengangkutan berbeda-beda meskipun sudah ditetapkan waktu operasional pengangkutan sampah mulai dari pukul 05:00 sampai dengan pukul 13:00 atau kurang lebih 8 jam. Pengamatan langsung yang telah dilakukan secara bertahap sampai dengan tanggal 30 Mei 2016 dengan total sebanyak 16 trip pengangkutan sampah pada 8 (delapan) unit truk *compactor* yang berbeda. Jumlah ini dianggap telah memenuhi pengambilan sampel sebanyak 30% dari jumlah populasi truk *compactor* keseluruhan sebanyak 19 unit truk *compactor*. Dari jumlah sampel terpilih telah merepresentasikan pelaksanaan pengangkutan sampah di seluruh TPS/LPS yang menjadi objek dalam penelitian ini, yaitu sebanyak 14 lokasi TPS/LPS. Hasil pengamatan pada sampel pengangkutan sampah tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Truk *compactor* dengan nomor polisi L 9386 NP berangkat pukul 05:49 pada survey pertama dan pukul 06:31 pada survey kedua, menuju LPS Pandegiling. Pada survey pertama truk *compactor* mengangkut sampah di LPS Pandegiling sebanyak 2 (dua) kali tetapi hanya satu kali mengangkut sampah ke TPA, sedangkan pada survey kedua truk *compactor* hanya satu kali mengangkut sampah di Depo Pandegiling kemudian langsung diangkut ke TPA . Pada survey pertama volume sampah yang terangkut adalah sebanyak 19,01 m³ atau kurang lebih 43 tong sampah dengan adanya waktu menunggu bongkaran sampah selama 4 jam 27 menit, sedangkan volume sampah terangkut pada survey kedua adalah sebanyak 18,57 m³ atau kurang lebih 42 tong sampah dengan adanya waktu menunggu bongkaran sampah

selama 2 jam 31 menit. Berat sampah yang terangkut menuju Tempat Pembuangan Akhir adalah 5.220 kg pada survey pertama dan 4.670 kg pada survey kedua. Truk *Compactor* kembali ke pool pukul 13:46 pada survey pertama dengan total jarak tempuh adalah 69 km dan kecepatan rata-rata kendaraan 40 km/jam, sedangkan truk *compactor* kembali ke pool pukul 13:29 pada survey kedua dengan total jarak tempuh adalah 65 km dan kecepatan rata-rata kendaraan 23 km/jam. Rekapitulasi hasil pengamatan langsung pengangkutan sampah truk *compactor* L 9386 NP terdapat pada Tabel 4-9 berikut :

Tabel 4-9. Rekapitulasi Pengamatan Pengangkutan Sampah Truk *Compactor* L 9386 NP

Truk	Survey ke	Rute	Nama TPS/LPS (KODE)	Jam Berangkat	Jam Kembali	Jarak Tempuh	Waktu Tunggu	Jml Tong Terangkut	Volume Sampah	Berat Sampah Terangkut	Kecepatan Rata-rata
						(km)		(buah)	(m3)	(kg)	(km/jam)
L9386 NP	1	Pool - PG - TPA - PG - Pool	Pandegiling (PG)	05:49:00	13:46:00	69	04:27:00	43	19.01	5220	40
	2	Pool - PG - TPA - Pool	Pandegiling (PG)	06:31:00	13:29:00	65	02:31:00	42	18.57	4670	23

Sumber : Hasil Rekapitulasi Survey Lapangan

- 2) Truk *compactor* dengan nomor polisi L 9385 NP berangkat pukul 04:40 pada survey pertama dan pukul 05:08 pada survey kedua, menuju titik pengangkutan pertama yang terletak di Jalan Pandegiling. Pada survey pertama truk *compactor* mengangkut sampah pada 13 titik pengangkutan sampah yang terletak di Jalan Pendegiling, Jalan Urip Sumoharjo, Jalan Embong Malang, Jalan Karet, Jembatan Merah Plaza, dan Jalan Kemayoran kemudian langsung diangkut ke TPA. Pada survey kedua truk *compactor* mengangkut sampah pada 15 titik pengangkutan sampah yang terletak di Jalan Pendegiling, Jalan Urip Sumoharjo, Jalan Embong Malang, Jalan Kedungdoro, Jalan Karet, dan Jalan Kemayoran kemudian langsung diangkut ke TPA. Pada survey pertama volume sampah yang terangkut adalah sebanyak 17,47 m³ atau kurang lebih 39 tong sampah 6.600 liter dan 1 tong sampah 2.400 liter, sedangkan volume sampah terangkut pada survey kedua adalah sebanyak 17,69 m³ atau kurang lebih 40 tong sampah ukuran 6.600

liter. Berat sampah yang terangkut menuju Tempat Pembuangan Akhir adalah 5.500 kg pada survey pertama dan 5.740 kg pada survey kedua. Truk *Compactor* kembali ke pool pukul 11:05 pada survey pertama dengan total jarak tempuh adalah 84 km dan kecepatan rata-rata kendaraan 18 km/jam, sedangkan truk *compactor* kembali ke pool pukul 12:00 pada survey kedua dengan total jarak tempuh adalah 79 km dan kecepatan rata-rata kendaraan 19 km/jam. Rekapitulasi hasil pengamatan langsung pengangkutan sampah truk *compactor* L 9385 NP terdapat pada Tabel 4-10 berikut :

Tabel 4-10. Rekapitulasi Pengamatan Pengangkutan Sampah Truk *Compactor* L 9385 NP

Truk	Survey ke	Rute	Titik Pengangkutan (KODE)	Jam Berangkat	Jam Kembali	Jarak Tempuh	Waktu Tunggu	Jml Tong Terangkut	Volume Sampah	Berat Sampah Terangkut	Kecepatan Rata-rata	
						(km)		(buah)	(m ³)	(kg)		(km/jam)
L 9385 NP	1	Pool - A - B - C - E - F - G H - L - C - N - O - M - TPA - C - Pool	Pandegiling (A,B,C,D)	04:40:00	11:05:00	84	00:00:00	39.5	17.47	5560	18	
			Urip Sumoharjo (E,F,G,H)									
			Embong Malang (L)									
			Jalan Karet (N)									
			JMP (M)									
			Jalan Kemayoran (O)									
	2	Pool - A - B - C - D - E - F G - H - I - J - K - L - C - N - O - TPA - K - Pool	Pandegiling (A,B,C,D)	05:03:00	12:00:00	79.00	00:00:00	40	17.69	5740	19	
			Urip Sumoharjo (E,F,G,H,I,J,K)									
			Embong Malang (L)									
			Jalan Karet (N)									
			Jalan Kemayoran (O)									
			Kedungdoro (P,Q,R)									

Sumber : Hasil Rekapitulasi Survey Lapangan

- Truk *compactor* dengan nomor polisi L 9561 NP berangkat pukul 05:35 pada survey pertama menuju TPS Candipuro, TPS Tambak Rejo, TPA Benowo kemudian melakukan pengangkutan sampah ritase kedua dimana truk *compactor* kembali ke TPS Candipuro, TPS Tambak Rejo, TPS Pecindilan, TPA Benowo dan ritase ketiga yang dimulai dari TPS Simpang Dukuh, TPS Candipuro namun tidak menyelesaikan ritase ketiga dengan melakukan pengangkutan ke TPA Benowo dikarenakan sudah tidak mencukupi waktu operasional pengangkutan sampah. Sedangkan hasil survey kedua truk *compactor* berangkat pukul 05:33 menuju TPS Kayun, TPA Benowo kemudian melakukan pengangkutan sampah ritase kedua dimana truk *compactor* kembali ke TPS Kayun, TPS Simpang Dukuh, TPS Kayun, TPA

Benowo dan ritase ketiga yang dimulai dari TPS Kayun namun tidak menyelesaikan ritase ketiga dengan melakukan pengangkutan ke TPA Benowo dikarenakan sudah tidak mencukupi waktu operasional pengangkutan sampah. Pada survey pertama volume sampah yang terangkut adalah sebanyak 53,51 m³ atau kurang lebih 121 tong sampah dengan adanya waktu menunggu bongkaran sampah selama 57 menit, sedangkan volume sampah terangkut pada survey kedua adalah sebanyak 32,72 m³ atau kurang lebih 74 tong sampah dengan adanya waktu menunggu bongkaran sampah selama 1 jam 43 menit. Berat sampah yang terangkut menuju Tempat Pembuangan Akhir adalah 15.830 kg pada survey pertama dan 15.330 kg pada survey kedua. Truk *Compactor* kembali ke pool pukul 13:35 pada survey pertama dengan total jarak tempuh adalah 120 km dan kecepatan rata-rata kendaraan 25,3 km/jam, sedangkan truk *compactor* kembali ke pool pukul 13:46 pada survey kedua dengan total jarak tempuh adalah 111 km dan kecepatan rata-rata kendaraan 28,6 km/jam. Rekapitulasi hasil pengamatan langsung pengangkutan sampah *compactor* L 9561 NP terdapat pada Tabel 4-11 berikut :

Tabel 4-11. Rekapitulasi Pengamatan Pengangkutan Sampah Truk *Compactor* L 9561 NP

Truk	Survey ke	Rute	Nama TPS/LPS (KODE)	Jam Berangkat	Jam Kembali	Jarak Tempuh	Waktu Tunggu	Jml Tong Terangkut	Volume Sampah (m ³)	Berat Sampah Terangkut (kg)	Kecepatan Rata-rata (km/jam)
						(km)		(buah)			
L 9561 NP	1	Pool - CP - TR - TPA - CP - TR - PD - TPA - SD - CP - Pool	Simpang Dukuh (SD)	05:35:00	13:35:00	120	00:57:00	121	53.51	15830	11
			Candipuro (CP)								
			Tambak Rejo (TR)								
			Pecindilan (PD)								
	2	Pool - KY - TPA - KY - SD - KY - TPA - KY - Pool	Kayun (KY)	05:33:00	13:46:00	111.00	01:43:00	74	32.72	15330	10.9
			Simpang Dukuh (SD)								

Sumber : Hasil Rekapitulasi Survey Lapangan

Adanya perbedaan TPS/LPS terlayani pengangkutan sampahnya hasil survey pertama dan kedua, dikarenakan truk *compactor* yang seharusnya mengangkut TPS Tambak Rejo mengalami kerusakan pada saat pelaksanaan survey pertama. Hal seperti biasa dilakukan oleh truk *compactor* lainnya juga dikarenakan tidak adanya truk *compactor* cadangan yang dapat menggantikan tugas pengangkutannya pada saat supir ijin tidak bekerja atau saat *compactor*

mengalami kerusakan atau kondisi lainnya yang membutuhkan truk *compactor* cadangan yang selalu siap sewaktu-waktu bekerja saat dibutuhkan.

- 4) Truk *compactor* dengan nomor polisi L 9448 NP berangkat pukul 05:46 pada survey pertama menuju TPA Benowo dikarenakan volume sampah *compactor* telah cukup untuk diangkut ke pembuangan akhir, kemudian melakukan pengangkutan sampah ritase pertama pada TPS Pecindilan kemudian diangkut menuju TPA Benowo dan ritase kedua dimana truk *compactor* kembali ke TPS Pecindilan namun tidak menyelesaikan ritase kedua dengan melakukan pengangkutan ke TPA Benowo dikarenakan sudah tidak mencukupi waktu operasional pengangkutan sampah. Sedangkan hasil survey kedua truk *compactor* berangkat pukul 05:27 menuju TPA Benowo dikarenakan volume sampah *compactor* telah cukup untuk diangkut ke pembuangan akhir, kemudian melakukan pengangkutan sampah ritase pertama pada TPS Semut Kali namun tidak menyelesaikan ritase pertama dengan melakukan pengangkutan ke TPA Benowo dikarenakan sudah tidak mencukupi waktu operasional pengangkutan sampah. Pada survey pertama volume sampah yang terangkut adalah sebanyak 25,21 m³ atau kurang lebih 57 tong sampah dengan adanya waktu menunggu bongkaran sampah selama 2 jam 22 menit, sedangkan volume sampah terangkut pada survey kedua adalah sebanyak 14,15 m³ atau kurang lebih 32 tong sampah dengan adanya waktu menunggu bongkaran sampah selama 2 jam 52 menit. Berat sampah yang terangkut menuju Tempat Pembuangan Akhir adalah 10.115 kg pada survey pertama dan 5.770 kg pada survey kedua. Truk *Compactor* kembali ke pool pukul 13:25 pada survey pertama dengan total jarak tempuh adalah 82 km dan kecepatan rata-rata kendaraan 28,5 km/jam, sedangkan truk *compactor* kembali ke pool pukul 11:40 pada survey kedua dengan total jarak tempuh adalah 53 km dan kecepatan rata-rata kendaraan 28 km/jam. Rekapitulasi hasil pengamatan langsung pengangkutan sampah truk *compactor* L 9418 NP terdapat pada Tabel 4-12 berikut :

Tabel 4-12. Rekapitulasi Pengamatan Pengangkutan Sampah Truk *Compactor* L 9448 NP

Truk	Survey ke	Rute	Nama TPS/LPS (KODE)	Jam Berangkat	Jam Kembali	Jarak Tempuh	Waktu Tunggu	Jml Tong Terangkut	Volume Sampah	Berat Sampah Terangkut	Kecepatan Rata-rata
						(km)		(buah)	(m ³)	(kg)	
L 9448 NP	1	Pool - TPA - PD - TPA - PD - Pool	Pecindilan (PD)	05:46:00	13:25:00	82	02:22:00	57	25.21	10115	28.5
	2	Pool - TPA - SK - Pool	Semut Kali (SK)	05:27:00	11:40:00	63.00	02:52:00	32	14.15	5770	28

Sumber : Hasil Rekapitulasi Survey Lapangan

- 5) Truk *compactor* dengan nomor polisi L 9555 NP berangkat pukul 04:10 pada survey pertama dan pukul 04:20 pada survey kedua, menuju LPS Keputran. Survey pertama dan kedua, truk *compactor* mengangkut sampah di LPS Keputran sebanyak satu ritase dimana pengangkutan sampah dari LPS Keputran langsung diangkut TPA Benowo kemudian kembali ke Pool. Pada survey pertama volume sampah yang terangkut adalah sebanyak 13,27 m³ atau kurang lebih 30 tong sampah, sedangkan volume sampah terangkut pada survey kedua adalah sebanyak 13,27 m³ atau kurang lebih 30 tong sampah dengan adanya waktu menunggu bongkaran sampah selama 3 jam 34 menit. Berat sampah yang terangkut menuju Tempat Pembuangan Akhir adalah 4.376 kg pada survey pertama dan 4.257 kg pada survey kedua. Truk *Compactor* kembali ke pool pukul 09:00 pada survey pertama dikarenakan *compactor* mengalami kerusakan dengan total jarak tempuh adalah 64 km dan kecepatan rata-rata kendaraan 32,5 km/jam, sedangkan truk *compactor* kembali ke pool pukul 11:53 pada survey kedua dengan total jarak tempuh adalah 63 km dan kecepatan rata-rata kendaraan 26,5 km/jam. Rekapitulasi hasil pengamatan langsung pengangkutan sampah truk *compactor* L 9555 NP terdapat pada Tabel 4-13 berikut :

Tabel 4-13. Rekapitulasi Pengamatan Pengangkutan Sampah Truk *Compactor* L 9555 NP

Truk	Survey ke	Rute	Nama TPS/LPS (KODE)	Jam Berangkat	Jam Kembali	Jarak Tempuh	Waktu Tunggu	Jml Tong Terangkut	Volume Sampah	Berat Sampah Terangkut	Kecepatan Rata-rata
						(km)		(buah)	(m ³)	(kg)	
L 9555 NP	1	Pool - KP - TPA - Pool	Keputran (KP)	04:10:00	09:00:00	64	trouble	30	13.27	4376	32.5

Truk	Survey ke	Rute	Nama TPS/LPS (KODE)	Jam Berangkat	Jam Kembali	Jarak Tempuh	Waktu Tunggu	Jml Tong Terangkut	Volume Sampah	Berat Sampah Terangkut	Kecepatan Rata-rata
						(km)		(buah)	(m3)	(kg)	(km/jam)
L9555 NP	2	Pool - KP - TPA - KP - Pool	Keputran (KP)	04:20:00	11:53:00	63.00	03:34:00	30	13.27	4257	26.5

Sumber : Hasil Rekapitulasi Survey Lapangan

- 6) Truk *compactor* dengan nomor polisi L 9452 NP berangkat pukul 05:12 pada survey pertama menuju TPS Ngagel, TPS Gayung Pring, TPA Benowo kemudian melakukan pengangkutan sampah ritase kedua dimana truk *compactor* kembali ke TPS Ngagel, namun tidak menyelesaikan ritase kedua dengan melakukan pengangkutan ke TPA Benowo dikarenakan sudah tidak mencukupi waktu operasional pengangkutan sampah. Sedangkan hasil survey kedua truk *compactor* berangkat pukul 05:27 menuju TPS Boktong, TPS Siwalankerto, TPS Gayung Pring, TPA Benowo kemudian kembali ke Pool. Pada survey pertama volume sampah yang terangkut adalah sebanyak 30,07 m³ atau kurang lebih 68 tong sampah dengan adanya waktu menunggu bongkaran sampah selama 3 jam 40 menit, sedangkan volume sampah terangkut pada survey kedua adalah sebanyak 25,65 m³ atau kurang lebih 58 tong sampah dengan adanya waktu menunggu bongkaran sampah selama 4 jam 20 menit. Berat sampah yang terangkut menuju TPA adalah 6.160 kg pada survey pertama dan 7.900 kg pada survey kedua. Truk *Compactor* kembali ke pool pukul 13:50 pada survey pertama dengan total jarak tempuh adalah 86 km dan kecepatan rata-rata kendaraan 30,2 km/jam, sedangkan truk *compactor* kembali ke pool pukul 15:15 pada survey kedua dengan total jarak tempuh adalah 71 km dan kecepatan rata-rata kendaraan 25,4 km/jam. Rekapitulasi hasil pengamatan langsung pengangkutan sampah truk *compactor* L 9452 NP terdapat pada Tabel 4-14 berikut :

Tabel 4-14. Rekapitulasi Pengamatan Pengangkutan Sampah Truk *Compactor* L 9452 NP

Truk	Survey ke	Rute	Nama TPS/LPS (KODE)	Jam Berangkat	Jam Kembali	Jarak Tempuh	Waktu Tunggu	Jml Tong Terangkut	Volume Sampah	Berat Sampah Terangkut	Kecepatan Rata-rata
						(km)		(buah)	(m3)	(kg)	(km/jam)
L9452 NP	1	Pool - NG - GP - TPA - NG - Pool	Ngagel (NG)	05:12:00	13:50:00	86.00	03:40:00	68	30.07	6160	30.2
			Gayung Pring (GP)								

Truk	Survey ke	Rute	Nama TPS/LPS (KODE)	Jam Berangkat	Jam Kembali	Jarak Tempuh	Waktu Tunggu	Jml Tong Terangkut	Volume Sampah	Berat Sampah Terangkut	Kecepatan Rata-rata
						(km)		(buah)	(m3)	(kg)	(km/jam)
L9452 NP	2	Pool - BT - SW- GP - TPA	Boktong (BT)	05:27:00	15:15:00	71.00	04:20:00	58	25.65	7900	25.4
		- Pool	Gayung Pring (GP)								
			Siwalankerto (SW)								

Sumber : Hasil Rekapitulasi Survey Lapangan

Adanya perbedaan TPS/LPS terlayani pengangkutan sampahnya hasil survey pertama dan kedua, dikarenakan truk *compactor* yang seharusnya mengangkut TPS Ngagel mengalami kerusakan pada saat pelaksanaan survey pertama dan baru dilakukan perubahan asset pengumpul sampah pada LPS Siwalankerto dari container 14 m³ menjadi tong sampah beroda sehingga LPS Siwalankerto belum memiliki penanggungjawab truk *compactor* pengangkut sampah. Hal seperti biasa dilakukan oleh truk *compactor* lainnya juga dikarenakan tidak adanya truk *compactor* cadangan yang dapat menggantikan tugas pengangkutannya pada saat supir ijin tidak bekerja atau saat *compactor* mengalami kerusakan atau kondisi lainnya yang membutuhkan truk *compactor* cadangan yang selalu siap sewaktu-waktu bekerja saat dibutuhkan.

- 7) Truk *compactor* dengan nomor polisi L 9454 NP berangkat pukul 04:50 pada survey pertama menuju TPA Benowo dikarenakan volume sampah *compactor* telah cukup untuk diangkut ke pembuangan akhir, kemudian melakukan pengangkutan sampah ritase pertama pada TPS Jemur Wonosari, TPS Boktong, TPA Benowo dan ritase kedua dimana truk *compactor* kembali ke TPS Jemur Wonosari namun tidak menyelesaikan ritase kedua dengan melakukan pengangkutan ke TPA Benowo dikarenakan sudah tidak mencukupi waktu operasional pengangkutan sampah. Sedangkan hasil survey kedua truk *compactor* berangkat pukul 05:22 menuju TPS Jemur Wonosari diangkut menuju TPA Benowo TPA Benowo, kemudian melakukan pengangkutan sampah ritase kedua dimana truk *compactor* kembali ke TPS Jemur Wonosari namun tidak menyelesaikan ritase pertama dengan melakukan pengangkutan ke TPA Benowo dikarenakan sudah tidak mencukupi waktu operasional pengangkutan sampah. Pada survey pertama

volume sampah yang terangkut adalah sebanyak 44,22 m³ atau kurang lebih 100 tong sampah dengan adanya waktu menunggu bongkaran sampah selama 1 jam 44 menit , sedangkan volume sampah terangkut pada survey kedua adalah sebanyak 35,38 m³ atau kurang lebih 80 tong sampah dengan adanya waktu menunggu bongkaran sampah selama 3 jam 3 menit. Berat sampah yang terangkut menuju Tempat Pembuangan Akhir adalah 14.100 kg pada survey pertama dan 7.060 kg pada survey kedua. Truk *Compactor* kembali ke pool pukul 13:57 pada survey pertama dengan total jarak tempuh adalah 143,1 km dan kecepatan rata-rata kendaraan 26,3 km/jam, sedangkan truk *compactor* kembali ke pool pukul 13:13 pada survey kedua dengan total jarak tempuh adalah 83 km dan kecepatan rata-rata kendaraan 24,75 km/jam. Rekapitulasi hasil pengamatan langsung pengangkutan sampah truk *compactor* L 9454 NP terdapat pada Tabel 4-15 berikut :

Tabel 4-15. Rekapitulasi Pengamatan Pengangkutan Sampah Truk *Compactor* L 9454 NP

Truk	Survey ke	Rute	Nama TPS/LPS (KODE)	Jam Berangkat	Jam Kembali	Jarak Tempuh	Waktu Tunggu	Jml Tong Terangkut	Volume Sampah	Berat Sampah Terangkut	Kecepatan Rata-rata
						(km)		(buah)	(m3)	(kg)	(km/jam)
L9454 NP	1	Pool - TPA - JW - BT -	Boktong (BT)	04:50:00	13:57:00	143.10	01:44:00	100	44.22	14100	26.33333
		TPA - JW - Pool	Jemur Wonosari (JW)								
	2	Pool - JW - TPA - JW - Pool	Jemur Wonosari (JW)	05:22:00	13:13:00	83.00	03:03:00	80	35.38	7060	24.75

Sumber : Hasil Rekapitulasi Survey Lapangan

Adanya perbedaan TPS/LPS terlayani pengangkutan sampahnya hasil survey pertama dan kedua, dikarenakan supir truk *compactor* yang seharusnya mengangkut LPS Boktong ijin tidak berkerja pada saat pelaksanaan survey pertama. Hal seperti biasa dilakukan oleh truk *compactor* lainnya juga dikarenakan tidak adanya truk *compactor* cadangan yang dapat menggantikan tugas pengangkutannya pada saat supir ijin tidak bekerja atau saat *compactor* mengalami kerusakan atau kondisi lainnya yang membutuhkan truk *compactor* cadangan yang selalu siap sewaktu-waktu bekerja saat dibutuhkan..

8) Truk *compactor* dengan nomor polisi L 9704 NP berangkat pukul 05:05 pada survey pertama menuju TPA Benowo dikarenakan volume sampah *compactor* telah cukup untuk diangkut ke pembuangan akhir, kemudian melakukan pengangkutan sampah ritase pertama pada TPS Taman Flora, kemudian diangkut menuju TPA Benowo. Sedangkan hasil survey kedua truk *compactor* berangkat pukul 05:22 menuju TPS Taman Flora kemudian diangkut menuju TPA Benowo TPA Benowo, kemudian melakukan pengangkutan sampah ritase kedua dimana truk *compactor* kembali ke TPS Taman Flora namun tidak menyelesaikan ritase kedua dengan melakukan pengangkutan ke TPA Benowo dikarenakan sudah tidak mencukupi waktu operasional pengangkutan sampah. Pada survey pertama volume sampah yang terangkut adalah sebanyak 17,69 m³ atau kurang lebih 40 tong sampah dengan adanya waktu menunggu bongkaran sampah selama 2 jam 46 menit, sedangkan volume sampah terangkut pada survey kedua adalah sebanyak 21,29 m³ atau kurang lebih 48 tong sampah dengan adanya waktu menunggu bongkaran sampah selama 2 jam 21 menit. Berat sampah yang terangkut menuju Tempat Pembuangan Akhir adalah 10.590 kg pada survey pertama dan 10.630 kg pada survey kedua. Truk *Compactor* kembali ke pool pukul 13:22 pada survey pertama dengan total jarak tempuh adalah 124 km dan kecepatan rata-rata kendaraan 22,25 km/jam, sedangkan truk *compactor* kembali ke pool pukul 15:00 pada survey kedua dengan total jarak tempuh adalah 126 km dan kecepatan rata-rata kendaraan 25,75 km/jam. Rekapitulasi hasil pengamatan langsung pengangkutan sampah truk *compactor* L 9704 NP terdapat pada Tabel 4-16 berikut :

Tabel 4-16. Rekapitulasi Pengamatan Pengangkutan Sampah Truk *Compactor* L 9704 NP

Truk	Survey ke	Rute	Nama TPS/LPS (KODE)	Jam Berangkat	Jam Kembali	Jarak Tempuh	Waktu Tunggu	Jml Tong Terangkut	Volume Sampah (m ³)	Berat Sampah Terangkut (kg)	Kecepatan Rata-rata (km/jam)
						(km)		(buah)			
L9704 NP	1	Pool - TPA - TF - TPA - Pool	Taman Flora (TF)	05:05:00	13:32:00	124.00	02:46:00	40	17.69	10590	22.25
	2	Pool - TF - TPA - TF - TPA - Pool	Taman Flora (TF)	05:22:00	15:00:00	126.00	02:21:00	48	21.23	10630	25.75

Sumber : Hasil Rekapitulasi Survey Lapangan

4.2.1.4 Prioritas Daerah Pelayanan Pengangkutan Sampah

Berdasarkan SNI 19-2454-2002 dijelaskan bahwa terdapat parameter yang mempengaruhi penentuan prioritas daerah pelayanan pengangkutan sampah, dengan bobot dan nilai berbeda-beda untuk setiap parameter. Penentuan skala prioritas kepentingan daerah pelayanan dapat dilihat pada Tabel 4-17 berikut :

Tabel 4-17. Skala Kepentingan Daerah Pelayanan

No.	Parameter	Bobot	Nilai	
			Kerawanan Sanitasi	Potensi Ekonomi
1.	Fungsi dan Nilai Daerah : a. daerah di jalan protokol/pusat kota b. daerah komersil c. daerah perumahan teratur d. daerah industry e. jalan, taman dan hutan kota daerah perumahan tidak teratur	3	3 3 4 2 3 5	4 5 4 4 1 1
2.	Kepadatan Penduduk a. 50 – 100 jiwa/Ha (rendah) b. 100 – 300 jiwa/Ha (sedang) c. > 300 jiwa/Ha (tinggi)	5	1 3 5	4 3 1
3.	Daerah Pelayanan a. yang sudah dilayani b. yang dekat yang sudah dilayani c. yang jauh dari daerah pelayanan	3	5 3 1	4 3 1
4.	Kondisi lingkungan a. baik (sampah dikelola, lingkungan bersih) b. sedang (sampah dikelola, lingkungan kotor) c. buruk (sampah tidak dikelola, lingkungan kotor)	2	1 2 3	1 3 2

No.	Parameter	Bobot	Nilai	
			Kerawanan Sanitasi	Potensi Ekonomi
	d. buruk sekali (sampah tidak dikelola, lingkungan kotor), daerah endemis penyakit menular		4	1
5.	Tingkat pendapatan penduduk a. rendah b. sedang c. tinggi	2	5 3 1	1 3 5
6.	Topografi a. datar/rata (kemiringa <5%) b. bergelombang (kemiringan 5 – 15%) c. berbukit/curam (kemiringan > 15%)	1	2 3 3	4 3 1

Sumber : SNI 19-2454-2002

Dengan prosentase pelayanan pengangkutan sampah menggunakan truk *compactor* atau dengan pola pengangkutan *Stationary Container System* hanya sebesar 10,3%, maka dapat ditingkatkan pelayanannya dengan melakukan prioritas pelayanan persampahan sebagaimana pada SNI 19-2454-2002 dijelaskan diatas. Aplikasi perhitungan prioritas pelayanan perngangkutan sampah pada TPS/LPS eksisiting adalah pada Tabel 4-18 sebagai berikut :

Tabel 4-18.Prioritas Pelayanan Sampah TPS/LPS Eksisting

Nama TPS/LPS	Kelurahan	Kecamatan	Kepadatan Penduduk (org)/Ha	Parameter						Jml
				1	2	3	4	5	6	
Simpang Dukuh	Genteng	Genteng Kota	1.914	24	18	18	10	12	6	88
Pandegiling	Wonorejo	Tegalsari	38.335,29	21	21	18	10	12	6	88
Kayun	Embong Kaliasin	Genteng Kota	1.258	24	24	18	4	12	6	88
Candipuro	Pacarkeling	Tambaksari	32.720	24	24	18	10	12	6	94
Taman Ketampon	Dr.Sutomo	Tegalsari	16.686,96	24	24	18	4	12	6	88
Jemur Wonosari	Jemur Wonosari	Wonocolo	15.248	21	21	18	10	12	6	88

Nama TPS/LPS	Kelurahan	Kecamatan	Kepadatan Penduduk (org)/Ha	Parameter						Jml
				1	2	3	4	5	6	
Boktong	Menur Pumpungan	Sukolilo	10.711	24	24	18	10	12	6	94
Ngagel	Ngagel	Wonokromo	11.749	24	24	18	10	12	6	94
Semut Kali	Bongkaran	Pabean Cantikan	13.674	24	24	18	10	12	6	94
Tambak Rejo	Tambakrejo	Simokerto	36.485	21	21	18	10	12	6	88
Srikana	Airlangga	Gubeng Kota	12.768	24	24	18	10	12	6	94
Keputran	Keputran	Tegalsari	41.373,58	24	24	18	10	12	6	94
Taman Flora	Manyar	Gubeng	13.437	12	12	18	10	12	6	70
Gayung Pring	Gayungan	Gayungan	7.589	18	18	18	10	12	6	82

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari perhitungan diatas prioritas pelayanan sampah TPS/LPS eksisting dengan nilai tertinggi sebesar 94 adalah TPS Candipuro, LPS Boktong, TPS Ngagel, TPS Semut Kali, Srikana dan Keputran. Prioritas kedua dengan nilai prioritas sebesar 88 adalah TPS Simpang Dukuh, LPS Pandegiling, TPS Kayun, TPS Taman Ketampon, TPS Jemur Wonosari, dan TPS Tambak Rejo. Dan prioritas terakhir adalah TPS Gayung Pring yang lokasinya berada di perumahan tidak teratur dan TPS Taman Flora yang lokasinya berada di taman kota.

Berdasarkan wawancara tertulis dengan bagian peningkatan dan/atau pengadaan asset pengangkutan sampah Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya, pemilihan TPS/LPS yang mengalami peningkatan dan/atau pergantian pola pengangkutan sampah dari pengangkutan menggunakan truk *armroll* (HCS) menjadi truk *compactor* (SCS) berdasarkan urutan prioritas sebagai berikut :

1. Peraturan terkait dengan pengelolaan persampahan perkotaan.
2. Estetika.
3. Jumlah timbulan sampah.
4. Tata guna lahan.
5. Jarak antara TPS/LPS menuju TPA.
6. Jalan akses menuju TPS/Depo.

7. Potensi wilayah.
8. Permintaan dan/atau kesediaan masyarakat.

4.2.2 Aspek Pembiayaan

Pada aspek pembiayaan ini dijelaskan mengenai pendapatan yang diperoleh dan dipergunakan untuk belanja modal / barang / pegawai dalam rangka pengelolaan pengangkutan sampah Kota Surabaya.

4.2.2.1 *Pendapatan*

Pendapatan DKP Kota Surabaya yang dijelaskan pada bagian ini bersumber dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah Kota Surabaya Tahun 2014. Total anggaran untuk bidang kebersihan adalah sebesar Rp. 510.000.000.000,00 dan anggaran untuk operasional pengangkutan sampah hanya Rp. 15.000.000.000,00 atau hanya kira-kira 2% dari total anggaran bidang kebersihan. Hal ini menjadi sangat penting dalam pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah Kota Surabaya, sehingga seluruh timbulan sampah dapat terangkut ke TPA secara optimal serta efektif dan efisien.

Uraian tentang anggaran bidang kebersihan sampah DKP Kota Surabaya terdapat pada Tabel 4-19 berikut :

Tabel 4-19. Anggaran Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya Tahun 2014

Program	Jumlah (Rp.)
Kebersihan	220.000.000.000,00
Personil	110.000.000.000,00
Pembangunan Baru (Belanja Modal)	11.000.000.000,00
Operasional dan Pemeliharaan	105.000.000.000,00
Operasional Sarana Kebersihan	22.000.000.000,00
Operasional Penyapuan	18.000.000.000,00
Operasional Pengangkutan	15.000.000.000,00
Operasional Pembersihan Saluran	3.000.000.000,00
Operasional IPLT	1.000.000.000,00

Program	Jumlah (Rp.)
Operasional Pengolahan Sampah	43.000.000.000,00
Pemberdayaan Masyarakat	3.000.000.000,00
Pertamanan	50.000.000.000,00
JPU	159.000.000.000,00
Penataan Makam	16.000.000.000,00
Umum Perkantoran	7.000.000.000,00
T O T A L	501.000.000.000,00

Sumber : Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya.

4.2.2.2 *Retribusi Sampah*

Dalam Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 4 Tahun 2000 tentang Retribusi Pelayanan Persampahan/Kebersihan Kota Surabaya menjelaskan Retribusi Pelayanan Persampahan/Kebersihan, yang selanjutnya dapat disebut retribusi, adalah pungutan yang dilakukan oleh Pemerintah Kota kepada masyarakat atas jasa penyelenggaraan pelayanan persampahan/kebersihan di Kota Surabaya. Retribusi pelayanan persampahan dibayarkan oleh wajib retribusi Kas Daerah atau ke tempat lain yang ditunjuk dengan batas waktu yang telah ditentukan. Besaran retribusi pelayanan persampahan yang diatur dalam Peraturan Daerah tersebut terdapat pada Tabel 4-20 berikut :

Tabel 4-20. Struktur dan Besaran Tarif Retribusi Pelayanan Persampahan.

No	Pemakaian	Besarnya Retribusi
I.	SOSIAL	
	1. Sosial Umum	Rp. 2.000,00/bulan
	2. Sosial Khusus	Rp. 5.000,00/bulan
II.	NON NIAGA	
	1. Perumahan A1	Rp. 12.000,00/bulan
	2. Perumahan A2	Rp. 7.250,00/bulan
	3. Perumahan A3	Rp. 3.000,00/bulan
	4. Perumahan A4	Rp. 500,00/bulan
	5. Pemerintah	Rp. 6.000,00/bulan

No	Pemakaian	Besarnya Retribusi
III.	NIAGA	
	1. Niaga Kecil	Rp. 7.800,00/bulan
	2. Niaga Besar	Rp. 16.500,00/bulan
	- Rumah Makan besar	Rp. 55.000,00/bulan
	- Rumah Makan kecil	Rp. 25.000,00/bulan
	- Hotel Berbintang	Rp. 180.000,-/bulan
	- Hotel Berbintang IV	Rp. 160.000,-/bulan
	- Hotel Berbintang III	Rp. 150.000,-/bulan
	- Hotel Berbintang II	Rp. 140.000,-/bulan
	- Hotel Berbintang I	Rp. 130.000,-/bulan
	- Melati/Losmen I	Rp. 80.000,-/bulan
	- Melati/Losmen II	Rp. 60.000,-/bulan
	- Melati/Losmen III	Rp. 40.000,-/bulan
IV.	PASAR	
	1. Pasar Pemerintah	
	1.1. PD. Pasar	Rp. 39.000.000,-/bln
	1.2. Pasar Turi Baru	Rp. 2.500.000,-/bln
	2. Pasar Swasta	Rp. 4.250,-/hari/m3

Sumber : Peraturan Daerah Kota Surabaya No. 4 Tahun 2000

Total keseluruhan pendapatan yang berasal dari retribusi pelayanan persampahan tahun 2013 adalah sebesar Rp. 54.722.510.000,00 dan dimanfaatkan seluruhnya dalam Pagu Tahun Anggaran 2014 (Lampiran II, 2014).

4.2.2.3 Pengeluaran

Pengeluaran yang digunakan dalam pengelolaan asset pengangkutan sampah terdiri dari belanja modal, belanja barang, dan belanja pegawai. Belanja modal yang dimaksud adalah pembelian asset yang tidak habis pakai dan masa pemakaiannya bisa lebih dari 10 (sepuluh) tahun. Dalam penelitian ini asset yang termasuk barang tidak habis pakai yang masa manfaatnya bisa lebih dari 10 (sepuluh) tahun adalah unit truk *compactor*. Perolehan truk *compactor* dilaksanakan secara bertahap sejak tahun 2013 sampai dengan tahun 2016 yang

menjadi objek dalam penelitian ini adalah sebanyak 21 unit yang terdiri dari 5 unit pada tahun 2013, 6 unit pada tahun 2014, 7 unit pada tahun 2015, dan 3 unit pada tahun 2016 dengan nilai perolehan bersih truk *compactor* pada tahun 2015 yaitu Rp. 1.151.151.151,00 per unit.

Untuk operasional pengangkutan sampah diperlukan biaya pemeliharaan dan biaya pembelian bahan bakar yang termasuk belanja barang. Pemeliharaan rutin kendaraan truk *compactor* terdiri dari pemeliharaan rutin mesin truk dan pemeliharaan mesin *compactor*. Untuk pemeliharaan rutin mesin truk dilakukan di pool truk yang beralamat di Jalan Tanjung Sari atau kantor rayon wilayah pengangkutan Surabaya Barat. Sedangkan untuk pemeliharaan atau perbaikan mesin *compactor* dilakukan di pool truk *compactor* yaitu kantor Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya. Tindakan pemeliharaan mesin truk yang secara rutin dilakukan adalah sebagai berikut :

- Pergantian / penambahan oli mesin.
- Pergantian / penambahan oli transmisi.
- Pergantian / penambahan oli gardan.
- Penambahan oli hidrolis.
- Pergantian filter oli.
- Pergantian filter solar.
- Pergantian filter udara.
- Pergantian ban ukuran 1000 x 20
- Pergantian aki 70 ampere 12 volt

Dari pengumpulan data sekunder selama tahun 2015, untuk 19 unit truk *compactor* telah dilakukan pemeliharaan rutin kendaraan yang terdapat pada Tabel 4-21. Selain konsumsi bahan bakar dan pemeliharaan rutin truk *compactor*, dalam operasional pengangkutan sampah terdapat supir truk *compactor* dan penanggungjawab TPS/LPS. Supir truk *compactor* juga memiliki tugas dalam pengosongan tong serta hidrolis pendorong dan pemadat sampah. Penanggungjawab TPS/LPS adalah petugas yang mengkoordinasi proses pengisian sampah ke dalam tong sampah, membantu pemuatan sampah kedalam truk *compactor* dan menjaga asset di sekitar TPS/LPS yang terdiri dari bangunan

fisik TPS/LPS, tong sampah, dan mesin pencacah sampah yang terdapat di beberapa TPS/LPS.

Tabel 4-21. Konsumsi Bahan Bakar dan Pemeliharaan Rutin Truk *Compactor*

Compactor	Bahan Bakar liter	km	Oli				Filter			Ban	Aki
			Mesin	Transmisi	Gardan	Hidrolis	Oli	Solar	Udara	Size 1000x20	70 A 12 V
			liter	liter	liter	liter	buah	buah	buah	set	buah
L9384NP	20,229.15	30512	26			52				4	2
L9385NP	16,865.55	19622	40	7	12		1				
L9386NP	18,305.48	-									
L9388NP	6,957.08	-	13							1	
L9389NP	21,373.73	27970	40	18	23		1	2		6	2
L9452NP	15,715.33	17948	44	18	23	15	2	4			
L9448NP	17,351.40	-									
L9451NP	16,123.33	26051	53	9	11	35	1	2		6	2
L9453NP	8,953.63	14598	34	4	6		1	2	1		
L9455NP	10,771.31	20730	41	17	31	5	2	2			
L9454NP	17,474.45	24864	40	25	10	30	1	2			
L9553NP	17,763.33	8223	41	9	12	7	1				
L9554NP	15,165.23	-									
L9555NP	10,487.40	-									
L9556NP	8,490.16	-									
L9557NP	16,741.65	17816	40	9	12	7	1				
L9560NP	14,933.33	-									
L9561NP	17,294.60	17940	27	9	12	5	1			1	

Sumber : Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya

Jumlah total supir truk *compactor* dan petugas penanggungjawab TPS/LPS adalah 39 orang, dengan rincian per TPS/LPS terdapat pada Tabel 4-22 sebagai berikut :

Tabel 4-22. Jumlah Tenaga Operasional Pengangkutan Sampah

No.	Nama TPS/LPS	Truk <i>Compactor</i> Pengangkut	Jml Petugas Penanggungjawab TPS/LPS (org)	Jml Kru <i>Compactor</i> Pengangkut (org)	Nama Kru
1.	TPS Simpang dukuh	L9561NP	1	1	Arif Awang
2.		L9553NP	1	1	
3.			1		
4.	LPS Pandegiling	L9386NP	1	1	Satrawi
		L9557NP		1	Kiswanto

No.	Nama TPS/LPS	Truk <i>Compactor</i> Pengangkut	Jml Petugas Penanggungja wab TPS/LPS (org)	Jml Kru <i>Compactor</i> Pengangkut (org)	Nama Kru
5.	TPS Ketampon	L9455NP	1	1	Agus Efendi
6.	TPS Gayung Pring	L9452NP	1	1	Erik
7.	TPS Jemur Wonosari	L9454NP	1	1	Wandi
8.	LPS Boktong	L9453NP	1	1	Sagun
9.	TPS Ngagel	L9451NP	1	1	Adi
10.	TPS Semut Kali	L9448NP	1	1	Erwin
11.	TPS Tambak Rejo	L9554NP	1	1	Danu
		L9560NP		1	Agung
12.	TPS Srikana	L9384NP	1	1	Darmawan
		L9389NP		1	Junarin
13.	LPS Keputran	L9555NP	1	1	Faturrahman
14.	TPS Taman Flora Bratang	L9704NP	1	1	Bedi
		Truk <i>compactor</i> nomor 02		1	Imam
		Truk <i>compactor</i> nomor 24		1	Solikhin
15.	SCS Jalan 03	L 9385 NP	0	2	Aji dan Farid
16.	SCS Fasilitas Umum (Taman)	L 9388 NP	0	3	-
17.	SCS Fasilitas Umum Saluran dan Jalan	L 9556 NP	0	2	-
TOTAL			14	25	

Sumber : Hasil Pengamatan dan Wawancara

Dari rekapitulasi konsumsi bahan bakar dan service rutin truk *compactor* serta tenaga operasional pengangkutan sampah, maka dapat diketahui biaya operasional dan pemeliharaan yang telah dikeluarkan DKP Kota Surabaya sebagai belanja barang dan belanja pegawai. Harga-harga yang menjadi acuan untuk mencari biaya operasional dan pemeliharaan truk adalah hasil pencarian *online* harga pasar oleh peneliti dan upah/honor tenaga pengangkutan sampah berasal dari wawancara tertulis kuisisioner penelitian ini, yaitu Rp. 3.045.000 per orang bulan. Realisasi pembiayaan belanja pegawai disesuaikan dengan jumlah tenaga pengangkutan sampah pada Tabel 4-22. Hasil perhitungan rincian biaya operasional pengangkutan sampah terdapat pada sebagai berikut :

Tabel 4-23. Realisasi Biaya Operasional dan Pemeliharaan Pengangkutan Sampah

Truk <i>Compactor</i>	Upah/Honor Tenaga Pengangkut Sampah	Bahan Bakar	Pemeliharaan Rutin Truk	Total
	(Rp./tahun)	(Rp./thn)	(Rp./thn)	(Rp./thn)
L 9385 NP	73,080,000	116,372,295	4,756,000	194,208,295
L 9384 NP	73,080,000	139,581,135	28,871,000	241,532,135
L 9386 NP	73,080,000	126,307,812	-	199,387,812
L 9389 NP	73,080,000	147,478,737	45,377,000	265,935,737
L 9388 NP	113,880,000	48,003,852	7,854,000	169,737,852
L 9452 NP	73,080,000	108,435,777	11,770,000	193,285,777
L 9454 NP	73,080,000	120,573,705	8,020,000	201,673,705
L 9455 NP	73,080,000	74,322,039	5,206,000	152,608,039
L 9453 NP	73,080,000	61,780,047	13,985,400	148,845,447
L 9451 NP	73,080,000	111,250,977	23,240,000	207,570,977
L 9448 NP	73,080,000	119,724,660	1,155,000	193,959,660
L 9561 NP	73,080,000	119,332,740.00	9,126,000	201,538,740
L 9553 NP	73,080,000	122,566,977.00	5,429,000	201,075,977
L 9557 NP	73,080,000	115,517,385.00	5,361,000	193,958,385
L 9554 NP	73,080,000	104,640,087	-	177,720,087
L 9555 NP	73,080,000	72,363,060	-	145,443,060
L 9556 NP	73,080,000	58,582,104	-	131,662,104
L 9560 NP	73,080,000	14,933.33	-	73,094,933
L 9627 NP	73,080,000	-	-	73,080,000
TOTAL				3,366,318,722

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3 Komponen Aspek Analisis Pengaturan/Pemrograman Pengangkutan Sampah

Sesuai dengan tahapan penelitian dalam skema analisis dan evaluasi pada Bab 3, sebelum melakukan analisis mendalam baik dari segi teknis maupun biaya

akan diperoleh terlebih dahulu komponen aspek analisis pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah. Dari hasil pengamatan eksisting pengangkutan sampah dan pembelajaran serta kajian mengenai rumus perhitungan dan analisa pengangkutan sampah dengan pola *Stationary Container Systems*, maka dihasilkan beberapa komponen aspek analisis pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah adalah sebagai berikut :

- 1) Waktu satu trip pengangkutan .
- 2) Nilai faktor *Off Route* sebagai waktu hambatan pengangkutan sebagai friksi.
- 3) Jumlah ritase dalam satu trip pengangkutan.
- 4) Volume sampah terangkut per trip pengangkutan.
- 5) Waktu tunggu per trip pengangkutan.
- 6) Jumlah truk *compactor* pengangkut sampah.
- 7) Total biaya keseluruhan pengangkutan sampah.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi tujuh komponen aspek analisis pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah diatas. Faktor-faktor tersebut diperoleh berdasarkan rumus perhitungan analisis pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah, yaitu sebagai berikut :

Waktu pengangkutan per trip (T_{scs}) ditentukan dengan rumus :

$$T_{scs} = P_{scs} + s + a + bx$$

Dimana:

- T_{scs} = Waktu pengangkutan sampah per trip (Jam/trip).
 P_{scs} = Waktu pengangkutan sampah per ritase (Jam/rit).
 s = Waktu yang dibutuhkan untuk *unloading* di TPA (Jam).
 a = Empiris muatan yang konstan terus menerus (Jam/trip).
 b = Empiris muatan yang konstan (Jam/trip).
 x = Jarak tempuh (km/trip).

Waktu pengangkutan per ritase (P_{scs}) ditentukan dengan rumus :

$$P_{scs} = C_t U_c + (N_p - 1) d_{bc}$$

Dimana:

P_{scs} = Waktu pengangkutan sampah truk *compactor* per ritase (Jam/rit).

C_t = Jumlah tong sampah yang dapat dikosongkan per ritase (tong/rit)

U_t = Waktu rata-rata pengosongan tong (jam/tong)

N_p = Jumlah lokasi TPS/LPS per ritase (lokasi/rit)

d_{bc} = Waktu rata-rata yang digunakan antar lokasi TPS/LPS (jam)

Analisa waktu hambatan faktor *off route* W menggunakan rumus :

$$W = \frac{H - (t_1 + t_2) - N_d T_{H/SCS}}{H}$$

Dimana :

N_d = Jumlah trip (trip/hari).

H = Waktu kerja per hari (jam).

W = Faktor *off route*, waktu hambatan sebagai friksi.

t_1 = Waktu dari pool ke TPS/LPS pertama (jam).

t_2 = Waktu dari TPS/LPS terakhir kembali ke pool (jam).

Total biaya angkut satu trip pengangkutan dapat dihitung berdasarkan rumus:

Total Biaya Angkut

$$= \text{Satuan Biaya Angkut} \times \text{Waktu Pengangkutan} \times v_{rata-rata}$$

Dari rumus-rumus perhitungan tersebut, maka diperoleh faktor-faktor yang mempengaruhi tujuh komponen aspek analisis pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah. Selain menjelaskan faktor-faktornya, pada sub bab ini juga menjelaskan nilai dari faktor-faktor tersebut yang akan dipergunakan dalam perhitungan analisis pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah. Faktor-faktor yang mempengaruhi analisis pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah adalah sebagai berikut :

A. Jumlah, Kondisi dan Kapasitas *Compactor*.

Truk *compactor* yang spesifikasinya sudah dijelaskan pada sub bagian kondisi eksisting pengangkutan sampah, yaitu memiliki kapasitas volume sebesar 10 m^3 . Sesuai dengan kemampuan kompaksi atau pemadatan sampah, terdapat koefisien pengali kompaksi sebesar 2 sehingga kapasitas muat sampah per truk *compactor* adalah 20 m^3 . Jumlah total truk *compactor* yang menjadi objek penelitian ini adalah sebanyak 19 unit dengan kondisi asset truk *compactor* yang masih dalam kondisi baik meskipun tahun perolehan asset yang berbeda-beda.

B. Jumlah, Kondisi dan Volume Tong Sampah.

Dimensi tong sampah yang dimanfaatkan sebagai wadah pengumpulan dan pemuatan sampah ke truk *compactor* adalah $100 \times 60 \times 110 \text{ cm}$ atau 6.600 liter. Untuk penyeragaman satuan menjadi m^3 , maka volume tiap tong sampah adalah $1 \times 0,6 \times 1,1 \text{ m} = 0,66 \text{ m}^3$. Pada setiap tong sampah memiliki faktor utilitas tong sebesar 0,67 sehingga kapasitas volume sampah tiap tong sampah adalah $0,66 \text{ m}^3 \times 0,67 = 0,4422 \text{ m}^3$. Setiap TPS/LPS dengan jumlah tong sampah yang berbeda-beda berpengaruh waktu dan jumlah ritase pengangkutan sampah. Perhitungan jumlah total kapasitas volume sampah tiap TPS/LPS yang disesuaikan dengan jumlah tong sampah pada Tabel 4-24 adalah sebagai berikut :

Tabel 4-24. Kapasitas Volume Sampah Semua Tong Per TPS/LPS

No.	Nama TPS/LPS	Jml Tong Sampah (buah)	Kapasitas Volume Sampah Semua Tong
			m^3
1.	TPS Simpang Dukuh	25	11,055
2.	TPS Candipuro	25	11,055
3.	TPS Kayun	30	13,266
4.	LPS Pandegiling	30	13,266
5.	TPS Gayung Pring	25	11,055
6.	TPS Taman Ketampon	25	11,055
7.	TPS Jemur Wonosari	40	17,688
8.	LPS Boktong	25	11,055

No.	Nama TPS/LPS	Jml Tong Sampah (buah)	Kapasitas Volume Sampah Semua Tong
			m ³
9.	TPS Taman Flora Bratang	75	33,165
10.	TPS Ngagel	28	12,382
11.	TPS Semut Kali	32	14,15
12.	TPS Tambak Rejo	60	26,532
13.	TPS Srikana	60	26,532
14.	LPS Keputran	22	9,728

Sumber : Rekapitulasi Survey Lapangan

C. Jumlah dan Volume Timbulan Sampah.

Timbulan sampah dalam penelitian ini diperoleh dari membandingkan dari dua sumber data primer dan data sekunder dengan mengambil volume sampah terbesar. Data primer jumlah volume timbulan sampah diperoleh dengan menjumlahkan semua gerobak pengumpul sampah per TPS/LPS yang berasal dari sumber sampah, sedangkan data sekunder volume timbulan sampah diperoleh dari DKP Kota Surabaya. Jumlah gerobak sampah pada tiap TPS/LPS sebagai hasil wawancara dengan petugas penanggungjawab TPS/LPS terdapat pada Tabel 4-25 sebagai berikut :

Tabel 4-25. Volume Sampah Berdasarkan Jumlah Gerobak Pengumpul Sampah

No.	Nama LPS/Depo	Jumlah Gerobak Pengumpul Sampah (buah)	Volume Sampah (m ³)
1.	TPS Simpang Dukuh	27	23,76
2.	TPS Candipuro	20	17,6
3.	TPS Kayun	23	20,24
4.	LPS Pandegiling	35	30,8
5.	TPS Gayung Pring	25	22
6.	TPS Taman Ketampon	30	26,4
7.	TPS Jemur Wonosari	48	42,24

No.	Nama LPS/Depo	Jumlah Gerobak Pengumpul Sampah (buah)	Volume Sampah (m ³)
8.	LPS Boktong	30	26,4
9.	TPS Taman Flora Bratang	60	52,8
10.	TPS Ngagel	30	26,4
11.	TPS Semut Kali	30	26,4
12.	TPS Tambak Rejo	90	79,2
13.	TPS Srikana	55	48,4
14.	LPS Keputran	5 dan sampah pasar	14
TOTAL			456,64

Sumber : Rekapitulasi Survey Lapangan

Jumlah total volume sampah berdasarkan perhitungan jumlah gerobak pengumpul sampah dalah sebesar 456,64 m³, yang diperoleh dari menghitung volume rata-rata gerobak yang dimensinya berukuran 110 x 80 x 100 cm dikalikan jumlah gerobak pada tiap TPS/LPS. Dengan perbandingan volume sampah dari data sekunder dari DKP Kota Surabaya pada TPS/LPS yang sama, terdapat selisih positif atas total volume timbulan sampah. Sehingga total volume timbulan sampah yang harus terangkut dari TPS/LPS menuju TPA /benowo adalah sebesar 508,4 m³, dengan rincian per TPS/LPS dapat dilihat pada Tabel 4-26 sebagai berikut :

Tabel 4-26. Volume Total Timbulan Sampah

No.	Nama TPS/LPS	Volume Sampah (m ³)
1.	TPS Simpang Dukuh	23,76
2.	TPS Candipuro	17,6
3.	TPS Kayun	36
4.	LPS Pandegiling	56
5.	TPS Gayung Pring	22
6.	TPS Taman Ketampon	26,4
7.	TPS Jemur Wonosari	42,24

No.	Nama TPS/LPS	Volume Sampah (m ³)
8.	TPS Boktong	26,4
9.	TPS Taman Flora Bratang	56
10.	TPS Ngagel	26,4
11.	TPS Semut Kali	26,4
12.	TPS Tambak Rejo	79,2
13.	TPS Srikana	56
14.	LPS Keputran	14
TOTAL		508,4

Sumber : Hasil Perhitungan

D. Waktu-waktu Dalam Pengangkutan Sampah.

- Waktu Bongkar

Waktu bongkar adalah waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan sampah dari gerobak pengumpul sampah dari sumber sampah ke tong sampah. Waktu bongkar ini diperoleh dari hasil pengamatan langsung operasional pengangkutan sampah, yang sangat mempengaruhi pemilihan TPS/LPS yang akan diangkut dalam satu ritase dan/atau satu trip pengangkutan sampah. Di setiap TPS/LPS terdapat dua jenis bongkaran sampah dengan durasi bongkaran sampah yang berbeda, yaitu pemindahan sampah dari gerobak sampah ke tong sampah dengan pemilihan sampah selama ± 45 menit dan pemindahan sampah dari gerobak sampah ke tong sampah tanpa pemilihan sampah selama ± 15 menit. Sehingga waktu bongkar pada tiap TPS/LPS diambil dari rerata waktu bongkar dengan pemilihan sampah dan waktu bongkar tanpa pemilihan sampah. Pada Tabel 4-27 adalah perhitungan waktu bongkar per TPS/LPS.

Tabel 4-27. Waktu Bongkar per TPS/LPS

Nama TPS/LPS	Jml Gerobak dengan Pemilihan Sampah (buah)	Jml Gerobak tanpa Pemilihan Sampah (buah)	Rerata Waktu Bongkar Sampah (jam)
TPS Simpang Dukuh	26	1	0.73
TPS Candipuro	19	1	0.73
TPS Kayun	23	0	0.75
LPS Pandegiling	34	1	0.74
TPS Gayung Pring	23	2	0.71
TPS Taman Ketampon	28	2	0.72
TPS Jemur Wonosari	46	2	0.73
LPS Boktong	29	1	0.73
TPS Taman Flora Bratang	60	0	0.75
TPS Ngagel	27	3	0.70
TPS Semut Kali	30	0	0.75
TPS Tambak Rejo	85	5	0.72
TPS Srikana	53	2	0.73
LPS Keputran	5 dan sampah pasar	0	0.75

Sumber : Survey Lapangan dan Hasil Perhitungan

- Waktu Muatan

Waktu muatan adalah durasi waktu yang dibutuhkan untuk memuat sampah dari tong sampah kedalam *compactor*. Waktu muatan per tong sampah berbeda-beda pada tiap TPS/LPS yang dipengaruhi oleh kondisi TPS/LPS disaat memuat sampah, jarak tong sampah ke *compactor*, dan kemampuan petugas penanggungjawab TPS/LPS dalam membantu memuat sampah. Durasi waktu muatan per tong sampah ini diperoleh dari survey lapangan dengan membandingkan total waktu muatan sampah dengan jumlah total tong sampah yang terangkut dalam satu trip

pengangkutan. Pada Tabel 4-28 adalah perhitungan waktu muatan tiap satu tong sampah per TPS/LPS.

Tabel 4-28. Waktu Muatan Tiap Satu Tong Sampah Per TPS/LPS

Nama TPS/LPS	Total Waktu Muatan/ Pengosongan Tong Sampah	Jumlah Tong Yang Dikosongkan	Waktu Muatan Per Tong Sampah	
	(menit)	(buah)	(jam)	(menit)
Simpang Dukuh	17	23.0	0.01	0.74
Pandegiling	108	85.0	0.02	1.27
Kayun	48	69.0	0.01	0.70
Candipuro	41	60.0	0.01	0.68
Taman Ketampon	19	25.0	0.01	0.76
Jemur Wonosari	100	92.0	0.02	1.09
Boktong	13	9.0	0.02	1.44
Ngagel	35	46.0	0.01	0.76
Semut Kali	26	32.0	0.01	0.81
Tambak Rejo	27	33.0	0.01	0.82
Srikana	51	75.0	0.01	0.68
Keputran	45	30.0	0.03	1.50
Taman Flora Bratang	82	88.0	0.02	0.93
Gayung Pring	29	32	0.02	0.91

Sumber : Rekapitulasi Survey Lapangan

- Waktu Tunggu

Waktu tunggu adalah waktu *idle* yang terjadi pada saat *compactor* menunggu proses bongkar sampah dari gerobak sampah ke tong sampah ataupun pada saat seluruh tong sampah di lokasi TPS/LPS sudah penuh terisi namun truk *compactor* pengangkut sampah belum datang. Dari hasil survey lapangan durasi waktu tunggu tiap truk *compactor* tidak ada yang sama pada tiap trip pengangkutan sampah, dikarenakan rute dan jadwal pengangkutan sampah dapat berubah pada setiap hari pengangkutan sampahnya.

- Waktu di TPA

Ketika truk *compactor* pengangkut sampah melakukan pembuangan akhir sampah di TPA, kegiatan yang dilakukan secara berurutan adalah antri timbang sampah, penimbangan berat truk *compactor* dengan sampah terangkut, menuju lahan pembuangan, antri pembuangan, membuang cairan lindi, menuju tempat penimbangan, antri penimbangan, dan penimbangan berat kosong truk *compactor*. Durasi waktu pembuangan di TPA juga berbeda-beda untuk tiap kali pembuangan sampah, sehingga waktu di TPA diambil dari rerata waktu di TPA hasil survey lapangan per ritase. Pada Tabel 4-29 adalah perhitungan waktu di TPA.

Tabel 4-29. Waktu di TPA

<i>Compactor</i>	Survey ke	Durasi Waktu di TPA		RATA-RATA PER COMPACTOR	
		1	2	(menit)	(jam)
L 9386 NP	Survey 1	0:27:00	-	0:31:00	0.52
	Survey 2	0:35:00	-		
L 9385 NP	Survey 3	0:15:00	-	0:15:30	0.26
	Survey 4	0:16:00	-		
L 9561 NP	Survey 5	0:21:00	0:08:00	0:18:00	0.30
	Survey 6	0:12:00	0:31:00		
L 9448 NP	Survey 7	0:20:00	0:25:00	0:22:40	0.38
	Survey 8	0:23:00	-		
L 9555 NP	Survey 9	00:15:00	-	0:21:00	0.35
	Survey 10	00:27:00	-		
L 9452 NP	Survey 11	00:25:00	-	0:32:00	0.53
	Survey 12	00:39:00	-		
L 9454 NP	Survey 13	00:18:00	00:20:00	0:19:40	0.33
	Survey 14	00:21:00	-		
L 9704 NP	Survey 15	00:09:00	00:17:00	0:16:45	0.28
	Survey 16	00:22:00	00:19:00		
RATA-RATA WAKTU DI TPA				00:22:04	0.37

Sumber : Survey Lapangan dan Hasil Perhitungan

- Waktu Operasional Pengangkutan Sampah

Waktu operasional pengangkutan sampah terdiri dari waktu satu trip pengangkutan sampah (T_{scs}), waktu pengangkutan dalam satu ritase (P_{scs}), waktu di TPA, *hauling time* lainnya seperti waktu tempuh antar Pool ke TPS/LPS, dan waktu tempuh TPA kembali ke Pool. Waktu operasional pengangkutan sampah inilah yang akan dianalisa sesuai dengan volume sampah dengan mengoptimalkan pengangkutan sampah dengan jumlah unit angkutan seminimal mungkin dan memaksimalkan volume sampah terangkut.

E. Ritase Eksisting dan Rute Pengangkutan Sampah.

Ritase pengangkutan sampah dalam satu trip pengangkutan adalah pengangkutan sampah yang memenuhi kondisi truk *compactor* telah mengunjungi satu atau lebih TPS/LPS sampai dengan kapasitas *compactor* telah cukup kemudian mengangkut sampah tersebut ke TPA. Dalam satu trip pengangkutan dapat lebih dari satu ritase yang disesuaikan dengan volume sampah dan waktu operasional pengangkutan. Dari hasil pengamatan langsung di lapangan, pengangkutan sampah ke TPA yang memenuhi kriteria definisi ritase hanya 1 atau 2 ritase dalam satu trip pengangkutan sampah per truk *compactor* sebagaimana dirinci pada Tabel 4-30 berikut:

Tabel 4-30. Jumlah Ritase Dalam Satu Trip Pengangkutan Sampah

<i>Compactor</i>	Jumlah Ritase Survey 1	Jumlah Ritase Survey 2
L 9386 NP	1	1
L 9385 NP	1	1
L 9561 NP	2	2
L 9448 NP	1	0
L 9555 NP	1	1
L 9452 NP	1	1
L 9454 NP	1	1
L 9704 NP	1	2

Sumber : Rekapitulasi Hasil Survey

Pada Tabel 4-9 sampai Tabel 4-16 tentang hasil pengamatan eksisting pengangkutan sampah dalam satu trip pengangkutan sampah, truk *compactor* melakukan pengangkutan ke TPA dalam jumlah yang lebih besar daripada jumlah ritase pada Tabel 4-30. Hal ini disebabkan pada awal berangkat survey lapangan pengangkutan sampah dari pool, *compactor* sudah terisi sampah hasil pengangkutan sampah hari sebelumnya sehingga truk *compactor* berangkat dari pool dan langsung melakukan pengangkutan menuju TPA. Begitu pula di akhir pengangkutan survey lapangan pengangkutan sampah dari TPS/LPS, truk *compactor* tidak melakukan pengangkutan ke TPA melainkan langsung kembali ke pool dikarenakan tidak mencukupi waktu operasional pengangkutan sampah apabila melakukan satu kali pengangkutan sampah ke TPA kemudian kembali lagi ke pool.

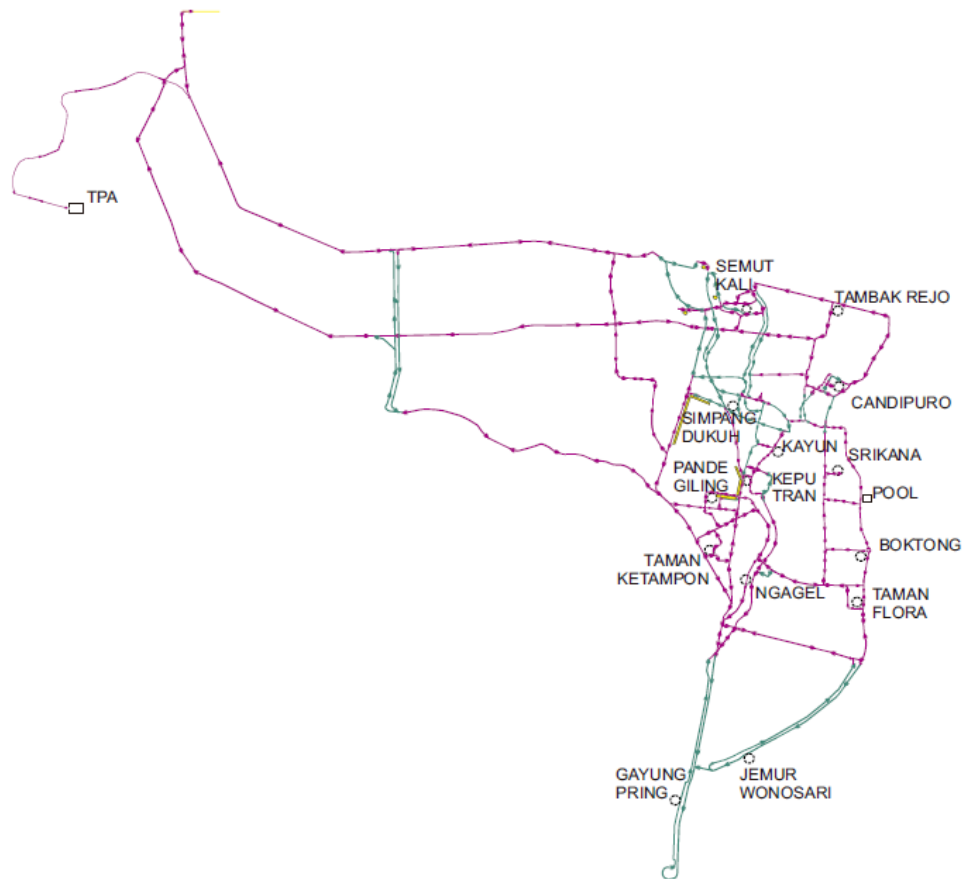
F. Rute Perjalanan Guna Memperoleh Waktu Perjalanan.

Dalam pemilihan rute perjalanan menggunakan rute perjalanan eksisting yang biasa ditempuh oleh truk *compactor* pengangkut sampah, sehingga diperoleh waktu tempuh perjalanan. Gambar 4-6 adalah rute perjalanan eksisting pengangkutan sampah yang akan menjadi acuan dalam mendapatkan waktu perjalanan.

Waktu tempuh perjalanan dalam penelitian ini diperoleh dengan bantuan peta digital *google maps* yang diakses pada jam-jam pengangkutan sampah, yaitu antara pukul 06.00 sampai dengan pukul 13.00. Waktu tempuh perjalanan dan jarak antar lokasi TPS/LPS berdasarkan rute perjalanan pada Gambar 4-6 dirangkum dalam matrik waktu tempuh dan matrik jarak pada Lampiran II

G. Berat Sampah Per Tong Sampah dan Per 1 m³ Sampah

Sebagaimana penjelasan hasil pengamatan langsung pengangkutan sampah di Kota Surabaya, dimana berat sampah terangkut ke TPA Benowo dalam satu hari pengangkutan tidak dapat merepresentasikan berat sampah terangkut dikarenakan terdapat beberapa truk *compactor* pengangkut sampah melakukan *staple*. Kondisi tersebut adalah hasil pengangkutan terakhir pada hari sebelumnya yang waktu tempuh TPS/LPS menuju TPA tidak mencukupi waktu operasional pengangkutan, sehingga sampah tersebut diangkut ke TPA Benowo pada hari berikutnya.



Gambar 4-6. Gambar Rute Perjalanan Pengangkutan Sampah

Sumber : Rekapitulasi Hasil Survey

Perhitungan berat sampah per tong sampah di penelitian ini mengambil rerata jumlah sampel sampah terangkut ke TPA Benowo yang tanpa kondisi *staple* menghasilkan berat sampah per tong sampah adalah seberat 156,14 kg. Perhitungannya terdapat dalam Tabel 4-31

Tabel 4-31. Perhitungan Berat Sampah Per Tong Sampah

Truk <i>Compactor</i>	Survey ke 1		Survey ke 2	
	Berat Sampah Terangkut Tanpa Staple	Jumlah Tong Terangkut Tanpa Staple	Berat Sampah Terangkut Tanpa Staple	Jumlah Tong Terangkut Tanpa Staple
L 9386 NP	Staple		Staple	
L 9385 NP	Staple		Staple	
L 9561 NP	7710	45	7500	45
L 9448 NP	5345	37	Staple	

Truk <i>Compactor</i>	Survey ke 1		Survey ke 2	
	Berat Sampah Terangkut Tanpa Staple	Jumlah Tong Terangkut Tanpa Staple	Berat Sampah Terangkut Tanpa Staple	Jumlah Tong Terangkut Tanpa Staple
L 9555 NP	Staple		Staple	
L 9452 NP	Staple		Staple	
L 9454 NP	7320	39	Staple	
L 9704 NP	5300	40	4830	36
Rata-rata Berat Sampah Per Tong Sampah				156.14

Sumber : Survey Lapangan dan Hasil Perhitungan

Dengan volume tong adalah 6.600 liter $\sim 0,66 \text{ m}^3$ dan faktor utilitas tong adalah 0,67, maka berat sampah per 1 m^3 adalah

berat 1 tong sampah = 156,14 kg

volume 1 tong sampah = $0,66 \times 0,67 = 0,4422 \text{ m}^3$

Sehingga $1 \text{ m}^3 = \frac{156,14 \text{ kg}}{0,4422} = 353,098 \text{ kg}$

H. Kecepatan Laju Rata-rata Truk *Compactor*

Dari hasil pengamatan langsung sebanyak 16 kali pada 8 (delapan) truk *compactor*, kecepatan rata-rata truk *compactor* dalam menempuh rute pengangkutan dapat berbeda meskipun truk *compactornya* sama dikarenakan kondisi lalu lintas dan TPS/LPS yang diangkut tidak sama. Kecepatan rata-rata terendah adalah pada saat survey 3 truk *compactor* L 9385 NP, dan kecepatan rata-rata tertinggi adalah pada saat survey pertama truk *compactor* L 9386 NP. Kecepatan rata-rata untuk seluruh survey lapangan terdapat pada Tabel 4-32 sebagai berikut :

Tabel 4-32. Kecepatan Rata-rata Truk *Compactor*

Survey ke-	Truk <i>Compactor</i>	V rata-rata (km/jam)	V maksimal (km/jam)
Survey 1	L 9386 NP	40.00	60.00
Survey 2		23.00	48.00
Survey 3	L 9385 NP	14.60	28.38
Survey 4		19.00	26.50
Survey 5	L 9561 NP	25.30	54.67

Survey ke-	Truk <i>Compactor</i>	V rata-rata (km/jam)	V maksimal (km/jam)
Survey 6		28.63	63.75
Survey 7	L 9448 NP	29.33	57.00
Survey 8		22.00	40.00
Survey 9	L 9555 NP	28.33	51.00
Survey 10		28.67	56.67
Survey 11	L 9452 NP	30.20	55.50
Survey 12		25.40	51.40
Survey 13	L 9454 NP	26.33	54.50
Survey 14		24.75	58.00
Survey 15	L 9704 NP	22.25	60.00
Survey 16		25.75	51.20
Rata-rata Kecepatan <i>Compactor</i>		25.85	51.04

Sumber : Rekapitulasi Hasil Survey

Guna memperoleh biaya operasional kendaraan hasil survey lapangan kondisi eksisting dan kondisi ideal hasil optimasi, maka digunakan kecepatan rata-rata hasil pengamatan langsung yaitu 25,85 km/jam ~ 26 km/jam.

I. Satuan Biaya Angkut Truk *Compactor*

Satuan biaya angkut dalam pengangkutan sampah dinyatakan dalam per satu kilometer jarak pengangkutan yang diperoleh dari total biaya operasional kendaraan. Satuan biaya angkut merupakan komponen analisis dari segi biaya yang akan dihitung setelah diketahui waktu pengangkutan, baik pengangkutan kondisi eksisting maupun kondisi ideal hasil optimasi operasional pengangkutan sampah. Biaya operasional kendaraan dibagi menjadi biaya tetap dan biaya tidak tetap dengan satuannya adalah Rupiah per Kilometer. Perhitungan biaya operasional kendaraan pada penelitian ini menggunakan kecepatan rata-rata hasil survey pengamatan langsung adalah 28 km/jam, dengan perhitungannya adalah sebagai berikut :

1) Biaya Konsumsi Bahan Bakar

$$\begin{aligned}
 Y &= 0,06427 S^2 - 7,06130 S + 318,3326 \\
 &= 0,06427 (26)^2 - 7,06130 (26) + 318,3326 \\
 &= 178,185 \times \text{Rp. } 6.900 / 1000 \text{ km}
 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp. } 1.229.478,71 / 1000 \text{ km}$$

2) Biaya Konsumsi Oli/Pelumas Mesin

$$\begin{aligned} Y &= 0,00048 S^2 - 0,05608 S + 3.073830 \\ &= 0,00048 (26)^2 - 0,05608 (26) + 3.073830 \\ &= 1,94 \times \text{Rp. } 34.000 / 1000 \text{ km} \\ &= \text{Rp. } 659.678,2 / 1000 \text{ km} \end{aligned}$$

3) Biaya Konsumsi Pemakaian Ban

$$\begin{aligned} Y &= 0,0011553 S - 0,0005933 \\ &= 0,0011553 (26) - 0,0005933 \\ &= 0,0294 \times 1,1 \times \text{Rp. } 6.000.000 / 1000 \text{ km} \\ &= \text{Rp. } 194.333,7 / 1000 \text{ km} \end{aligned}$$

4) Biaya Pemeliharaan

a. Pemeliharaan Komponen Kendaraan (*onderdil*)

$$\begin{aligned} Y &= 0,0000191S + 0,0015400 \\ &= 0,0000191(26) + 0,0015400 \\ &= 0,00204 \times 1,26 \times \text{Rp. } 1.151.151.151 / 1000 \text{ km} \\ &= \text{Rp. } 3.953.987,39 / 1000 \text{ km} \end{aligned}$$

b. Jam Pemeliharaan untuk Pekerja

$$\begin{aligned} Y &= 0,01511 S + 1,21200 \\ &= 0,01511 (26) + 1,21200 \\ &= 1,605 \times \text{Rp. } 12.687,5 \\ &= \text{Rp. } 20.361,66 / 1000 \text{ km} \end{aligned}$$

5) Biaya Asuransi

$$\begin{aligned} Y &= \frac{60,0 \times 0,5}{1750 S} = 0,000612 \times \text{Rp. } 1.151.151.151.00 \\ &= \text{Rp. } 704.786,42 / 1000 \text{ km} \end{aligned}$$

6) Biaya Bunga Modal

$$\begin{aligned} Y &= \frac{120}{1750 S} = 0,00245 \times \text{Rp. } 1.151.151.151.00 \\ &= \text{Rp. } 2.819.145,68 / 1000 \text{ km} \end{aligned}$$

7) Biaya Penyusutan (*depresiasi*)

$$Y = \frac{1}{6,129S+245} = 0,0024 \times \text{Rp. } 1.151.151.151.00$$

$$= \text{Rp. } 2.763.125,28 / 1000 \text{ km}$$

8) *Biaya Overhead*

$$Y = 10\% (1.229.478,71 + 659.678,2 + 194.333,7 + 3.304.429,42 + 20.361,66 + 704.786,42 + 2.819.145,68 + 2.763.125,28) \\ = 0.1 \times \text{Rp. } 12.051.174,97 = \text{Rp. } 1.205.117,5$$

$$\text{Satuan Biaya Angkut (SBA)} = 1 + \dots + 8 = \text{Rp. } 12.869.706,23 / 1000 \text{ km} \\ = \text{Rp. } 12.869,71 / \text{km}$$

4.4 Analisis Kondisi Eksisting Pengaturan/Pemrograman Pengangkutan Sampah SCS

Pada sub bagian ini akan dijelaskan mengenai hasil analisis eksisting pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah Kota Surabaya dengan menggunakan truk *compactor*, yang termasuk dalam pola pengangkutan *Stationary Container System* (SCS). Pengangkutan sampah eksisting yang menjadi objek penelitian ini adalah pengangkutan sampah Kota Surabaya pada 14 TPS/LPS dengan pola pengangkutannya adalah SCS TPS dan 1 SCS Jalan. Dari objek penelitian tersebut, jumlah populasi truk *compactor* pengangkutan sampahnya adalah sebanyak 19 unit.

Analisis yang akan dilakukan adalah analisis teknis dan analisis biaya, dimana pada analisis segi teknis merupakan perhitungan waktu pengangkutan sampah berdasarkan pola pengangkutan sampah SCS. Analisis biaya merupakan pengaruh dari waktu pengangkutan sampah eksisting terhadap biaya pengangkutannya.

4.4.1 Analisis Waktu Pengangkutan Sampah Eksisting

Analisis waktu pengangkutan sampah merupakan salah satu cara untuk menganalisa segi teknis pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah. Sesuai dengan pola pengangkutan sampah *Stationary Container Systems* (SCS) yang

telah dijelaskan pada Bab. 2, analisa waktu satu trip pengangkutan eksisting (T_{scs}) dapat dilakukan dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$T_{scs} = P_{scs} + s + a + bx$$

Dimana:

- T_{scs} = Waktu pengangkutan sampah per trip (Jam/trip).
- P_{scs} = Waktu pengangkutan sampah per ritase (Jam/rit)..
- s = Waktu yang dibutuhkan untuk *unloading* di TPA (Jam).
- a = Empiris muatan yang konstan terus menerus (Jam/trip).
- b = Empiris muatan yang konstan (Jam/trip).
- x = Jarak tempuh (km/trip).

Waktu pengangkutan per ritase (P_{scs}) ditentukan dengan rumus :

$$P_{scs} = C_t U_c + (N_p - 1) d_{bc}$$

Dimana:

- P_{scs} = Waktu pengangkutan sampah truk *compactor* per ritase (Jam/rit).
- C_t = Jumlah tong sampah yang dapat dikosongkan per ritase (tong/rit).
- U_t = Waktu rata-rata pengosongan tong (jam/tong)
- N_p = Jumlah lokasi TPS/LPS per ritase (lokasi/rit)
- d_{bc} = Waktu rata-rata yang digunakan antar lokasi TPS/LPS (jam)

Analisa waktu hambatan faktor *off route* W menggunakan rumus :

$$W = \frac{H - (t_1 + t_2) - N_d T_{H/SCS}}{H}$$

Dimana :

- N_d = Jumlah trip (trip/hari).
- H = Waktu kerja per hari (jam).
- W = Faktor *off route*, waktu hambatan sebagai friksi.
- t_1 = Waktu dari pool ke TPS/LPS pertama (jam).

t_2 = Waktu dari TPS/LPS terakhir kembali ke pool (jam).

Dari pengamatan pengangkutan sampah eksisting dan pencatatan komponen perhitungan waktu pengangkutan sampah, diperoleh data-data sebagai berikut :

Jumlah Tong Terangkut (C_t)

Tabel 4-33. Jumlah Tong Sampah Terangkut Per *Compactor*

Truk <i>Compactor</i>	Survey 1			Survey 2		
	Ritase 1	Ritase 2	Ritase 3	Ritase 1	Ritase 2	Ritase 3
L 9386 NP	30	13	-	38	4	-
L 9385 NP	34	5	-	40	1	-
L 9561 NP	38	45	38	23	45	6
L 9448 NP	-	37	20	-	32	-
L 9555 NP	30	-	-	30	-	-
L 9452 NP	45	23	-	58	-	-
L 9454 NP	-	39	18	14	25	-
L 9704 NP	-	40	-	12	36	-

Sumber : Rekapitulasi Survey Lapangan

Dari jumlah tong sampah terangkut dalam satu trip pengangkutan sampah pada Tabel 4-33, maka dapat diketahui volume sampah terangkut pada tiap ritasenya dengan menggunakan ukuran tong 6.600 liter dan faktor utilitas tong sampah adalah 0,67.

Tabel 4-34. Volume Sampah Terangkut Eksisting pada Tiap Ritase

Truk <i>Compactor</i>	Survey 1			Survey 2		
	Ritase 1	Ritase 2	Ritase 3	Ritase 1	Ritase 2	Ritase 3
L 9386 NP	13.27	5.75	-	16.80	1.77	-
L 9385 NP	15.03	2.21	-	17.69	0.44	-
L 9561 NP	16.80	19.90	16.80	10.17	19.90	2.65
L 9448 NP	-	16.36	8.84	-	14.15	-
L 9555 NP	13.27	-	-	13.27	-	-
L 9452 NP	19.90	10.17	-	25.65	-	-
L 9454 NP	-	17.25	7.96	6.19	11.06	-

Truk <i>Compactor</i>	Survey 1			Survey 2		
	Ritase 1	Ritase 2	Ritase 3	Ritase 1	Ritase 2	Ritase 3
L 9704 NP	-	17.69	-	5.31	15.92	-

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari Tabel 4-34 diatas volume sampah terangkut pada tiap ritase berbeda-beda pada tiap truk *compactor* dan adanya volume pengangkutan yang masih dibawah atau terlalu besar dari kapasitas maksimal *compactor* yaitu 20 m³. Perbedaan volume sampah terangkut selalu akan terjadi pada kondisi pengangkutan eksisting dikarenakan perbedaan jumlah volume sampah pada TPS/LPS yang menjadi tanggung jawab pengangkutan oleh truk *compactor* tertentu seperti pada Tabel 4-7 dan Tabel 4-8.

Waktu Pengosongan Tong Sampah ($C_t U_c$)

Tabel 4-35. Waktu Muatan Tong Sampah Per Truk *Compactor*

Truk <i>Compactor</i>	Survey 1			Survey 2		
	Ritase 1	Ritase 2	Ritase 3	Ritase 1	Ritase 2	Ritase 3
L 9386 NP	0.883	0.350	0.000	0.850	0.067	0.000
L 9385 NP	0.917	0.133	0.000	1.600	0.017	0.000
L 9561 NP	0.417	0.450	0.283	0.517	0.850	0.150
L 9448 NP	0.000	0.567	0.250	0.000	0.433	0.000
L 9555 NP	0.833	0.000	0.000	0.750	0.000	0.000
L 9452 NP	0.567	0.333	0.000	1.717	0.000	0.000
L 9454 NP	0.000	0.500	0.367	0.317	0.567	0.000
L 9704 NP	0.000	0.583	0.000	0.167	0.617	0.000

Sumber : Rekapitulasi Survey Lapangan

Jumlah TPS/LPS atau Titik Angkut Dalam 1 Hari (N_p)

Tabel 4-36. Jumlah TPS/LPS atau Titik Angkut Per Truk *Compactor*

Truk <i>Compactor</i>	Survey 1			Survey 2		
	Ritase 1	Ritase 2	Ritase 3	Ritase 1	Ritase 2	Ritase 3
L 9386 NP	1	1	0	1	1	0
L 9385 NP	12	1	0	19	1	0
L 9561 NP	2	3	2	1	2	1

Truk <i>Compactor</i>	Survey 1			Survey 2		
	Ritase 1	Ritase 2	Ritase 3	Ritase 1	Ritase 2	Ritase 3
L 9448 NP	0	1	0	0	1	0
L 9555 NP	1	0	0	1	0	0
L 9452 NP	2	1	0	3	0	0
L 9454 NP	0	2	1	1	0	0
L 9704 NP	0	1	0	1	1	0

Sumber : Rekapitulasi Survey Lapangan

Waktu Tempuh Rata-rata antar TPS/LPS atau Titik Angkut (d_{bc})

Tabel 4-37. Waktu Tempuh Rata-rata antar TPS/LPS atau Titik Angkut

Truk <i>Compactor</i>	Survey 1				Survey 2			
	rit 1	rit 2	rit 3	Jumlah	rit 1	rit 2	rit 3	Jumlah
L 9386 NP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L 9385 NP	0.14	0.00	0.00	0.14	0.08	0.00	0.00	0.08
L 9561 NP	0.13	0.36	0.14	0.63	0.00	0.20	0.00	0.20
L 9448 NP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L 9555 NP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
L 9452 NP	0.13	0.00	0.00	0.13	0.13	0.00	0.00	0.13
L 9454 NP	0.00	0.19	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
L 9704 NP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sumber : Hasil Perhitungan

Setelah diperoleh jumlah tong terangkat, waktu pengosongan tong sampah, jumlah TPS/LPS atau titik angkut, dan rata-rata jarak tempuh antar TPS/LPS atau titik angkut, maka dapat diperoleh Waktu pengangkutan sampah per ritase (P_{scs}) dengan rumus perhitungan adalah $P_{scs} = C_t U_c + (N_p - 1) d_{bc}$. Sebagai contoh perhitungan waktu *pick up* sampah untuk semua truk *compactor* pada Ritase 1 Survey Pertama adalah sebagai berikut :

Tabel 4-38. Contoh Perhitungan P_{scs} Pada Ritase 1 Survey Pertama

Truk <i>Compactor</i>	$C_t U_c$	N_p	d_{bc}	P_{scs}
L 9386 NP	0.883	1	0.00	0.88

Truk Compactor	$C_t U_c$	N_p	d_{bc}	P_{scs}
L 9385 NP	0.917	12	0.14	2.49
L 9561 NP	0.417	2	0.13	0.54
L 9448 NP	0.000	0	0.00	0.00
L 9555 NP	0.833	1	0.00	0.83
L 9452 NP	0.567	2	0.13	0.69
L 9454 NP	0.000	0	0.00	0.00
L 9704 NP	0.000	0	0.00	0.00

Sumber : Hasil Perhitungan

Dengan perhitungan yang sama, maka diperoleh waktu *pick up* per truk *compactor* untuk semua ritase adalah sebagai berikut :

Tabel 4-39. Perhitungan P_{scs} Untuk Semua Ritase

Truk Compactor	Survey 1				Survey 2			
	rit 1	rit 2	rit 3	Jumlah	rit 1	rit 2	rit 3	Jumlah
L 9386 NP	0.88	0.35	0.00	1.23	0.85	0.07	0.00	0.92
L 9385 NP	2.49	0.13	0.00	2.62	3.02	0.02	0.00	3.04
L 9561 NP	0.54	1.17	0.43	2.20	0.52	1.05	0.15	1.72
L 9448 NP	0.00	0.57	0.25	0.82	0.00	0.43	0.00	0.43
L 9555 NP	0.83	0.00	0.00	0.83	0.75	0.00	0.00	0.75
L 9452 NP	0.69	0.33	0.00	1.03	1.97	0.00	0.00	1.97
L 9454 NP	0.00	0.69	0.37	1.06	0.32	0.57	0.00	0.88
L 9704 NP	0.00	0.58	0.00	0.58	0.17	0.62	0.00	0.78

Sumber : Hasil Perhitungan

Setelah mendapat waktu *pick up* (muatan) tong sampah pada, dapat diperhitungkan waktu pengangkutan sampah dengan data tambahan adalah waktu di TPA, waktu tempuh TPS/LPS ke TPA ritase 1 dan waktu tempuh TPA ke TPS/LPS ritase terakhir.

Waktu di TPA (s)

Tabel 4-40. Waktu di TPA per *Compactor*

Truk Compactor	Survey 1				Survey 2			
	rit 1	rit 2	rit 3	Jumlah	rit 1	rit 2	rit 3	Jumlah
L 9386 NP	0.45	0.00	0.00	0.45	0.58	0.00	0.00	0.58

Truk Compactor	Survey 1				Survey 2			
	rit 1	rit 2	rit 3	Jumlah	rit 1	rit 2	rit 3	Jumlah
L 9385 NP	0.25	0.00	0.00	0.25	0.27	0.00	0.00	0.27
L 9561 NP	0.35	0.13	0.00	0.48	0.20	0.52	0.00	0.72
L 9448 NP	0.33	0.42	0.00	0.75	0.38	0.00	0.00	0.38
L 9555 NP	0.25	0.00	0.00	0.25	0.45	0.00	0.00	0.45
L 9452 NP	0.42	0.00	0.00	0.42	0.65	0.00	0.00	0.65
L 9454 NP	0.30	0.33	0.00	0.63	0.35	0.00	0.00	0.35
L 9704 NP	0.15	0.28	0.00	0.43	0.37	0.32	0.00	0.68

Sumber : Rekapitulasi Survey Lapangan

Waktu Tempuh TPS/LPS ke TPA

Tabel 4-41. Waktu Tempuh TPS/LPS ke TPA

Truk Compactor	Survey 1			Survey 2		
	Ritase 1	Ritase 2	Ritase 3	Ritase 1	Ritase 2	Ritase 3
L 9386 NP	0.83	0.00	0.00	0.78	0.00	0.00
L 9385 NP	0.75	0.00	0.00	0.85	0.00	0.00
L 9561 NP	0.73	1.10	0.00	0.78	2.03	0.00
L 9448 NP	0.63	0.98	0.00	1.67	0.00	0.00
L 9555 NP	0.92	0.00	0.00	0.87	0.00	0.00
L 9452 NP	1.32	0.00	0.00	1.02	0.00	0.00
L 9454 NP	1.00	1.33	0.00	1.18	0.00	0.00
L 9704 NP	0.97	1.62	0.00	0.88	1.17	0.00

Sumber : Rekapitulasi Survey Lapangan

Waktu Tempuh TPA ke TPS/LPS Ritase Selanjutnya

Tabel 4-42. Waktu Tempuh TPA ke TPS/LPS Ritase Selanjutnya

Truk Compactor	Survey 1			Survey 2		
	Ritase 1	Ritase 2	Ritase 3	Ritase 1	Ritase 2	Ritase 3
L 9386 NP	0.00	0.88	0.00	0.00	1.33	0.00
L 9385 NP	0.00	0.83	0.00	0.00	0.87	0.00
L 9561 NP	0.00	0.70	0.90	0.00	1.00	0.80
L 9448 NP	0.00	0.92	0.88	0.00	0.83	0.00
L 9555 NP	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00
L 9452 NP	0.00	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00

Truk <i>Compactor</i>	Survey 1			Survey 2		
	Ritase 1	Ritase 2	Ritase 3	Ritase 1	Ritase 2	Ritase 3
L 9454 NP	0.00	1.25	1.42	0.00	1.37	0.00
L 9704 NP	0.00	1.07	0.00	0.00	1.50	0.00

Sumber : Rekapitulasi Survey Lapangan

Setelah diketahui waktu pengangkutan sampah per ritase, kemudian dihitung waktu pengangkutan sampahnya dalam satu trip pengangkutan per harinya dengan rumus perhitungan $T_{scs} = P_{scs} + s + a + bx$. Dimana $h = a + bx$, dengan h adalah waktu tempuh TPS/LPS ke TPA dan x adalah jarak tempuh TPS/LPS ke TPA. Karena h adalah linear dengan x , maka dapat diperoleh nilai konstanta a dan b dengan uji regresi linear yang pengujiannya terdapat pada Lampiran VI. Berikut adalah contoh perhitungan waktu pengangkutan sampahnya yang dipecah perhitungannya sesuai dengan ritase pengangkutan, sebagai contoh perhitungan waktu pengangkutan pada ritase pertama adalah sebagai berikut :

Tabel 4-43. Contoh Perhitungan T_{scs} Untuk Ritase 1 Survey Pertama

Truk <i>Compactor</i>	P_{scs}	s	h		T_{scs}
L 9386 NP	0.88	0.45	0.83	0.00	2.17
L 9385 NP	2.49	0.25	0.75	0.00	3.49
L 9561 NP	0.54	0.35	0.73	0.00	1.63
L 9448 NP	0.00	0.33	0.63	0.00	0.97
L 9555 NP	0.83	0.25	0.92	0.00	2.00
L 9452 NP	0.69	0.42	1.32	0.00	2.43
L 9454 NP	0.00	0.30	1.00	0.00	1.30
L 9704 NP	0.00	0.15	0.97	0.00	1.12

Sumber : Hasil Perhitungan

Dengan perhitungan yang sama, maka diperoleh waktu pengangkutan untuk semua ritase sehingga diperoleh waktu pengangkutan sampahnya dalam satu trip pengangkutan per harinya adalah sebagai berikut :

Tabel 4-44. Perhitungan T_{scs} untuk Semua Ritase

Truk <i>Compactor</i>	Survey 1				Survey 2			
	rit 1	rit 2	rit 3	Jumlah	rit 1	rit 2	rit 3	Jumlah
L 9386 NP	2.17	1.23	0.00	3.40	2.22	1.40	0.00	3.62
L 9385 NP	3.49	0.97	0.00	4.46	4.14	0.88	0.00	5.02
L 9561 NP	1.63	3.11	1.38	6.11	1.50	4.60	0.95	7.05
L 9448 NP	0.97	2.88	1.13	4.98	2.05	0.43	0.00	2.48
L 9555 NP	2.00	0.00	0.00	2.00	2.07	1.40	0.00	3.47
L 9452 NP	2.43	1.68	0.00	4.11	3.64	0.00	0.00	3.64
L 9454 NP	1.30	3.61	1.78	6.69	1.85	1.93	0.00	3.78
L 9704 NP	1.12	3.55	0.00	4.67	1.42	3.60	0.00	5.02

Sumber : Hasil Perhitungan

Dengan diketahuinya waktu pengangkutan sampah per truk *compactor* perharinya, maka dapat dihitung faktor *off route* per truk *compactor* per hari, dengan rumus perhitungan adalah $W = \frac{H - (t_1 + t_2) - N_d T_{scs}}{H}$.

Sebagai contoh perhitungan faktor *off route* survey pertama untuk truk *compactor* dengan nomor polisi L 9386 NP dengan $H = 8$ jam, $N_d = 1$, $T_{scs} = 3,40$, waktu tempuh pool – TPS/LPS atau TPA (t_1) = 0,43 dan waktu tempuh pool – TPS/LPS atau TPA (t_2) = 0.35 adalah sebagai berikut:

$$W = \frac{H - (t_1 + t_2) - N_d T_{scs}}{H} = \frac{8 - (0,43 + 0,35) - (1 \times 3,40)}{8} = 0,48$$

Tabel 4-45. Perhitungan Faktor *Off Route* Survey Pertama

Truk <i>Compactor</i>	T_{scs}	t_1	t_2	H	w
L 9386 NP	3.40	0.43	0.35	8.00	0.48
L 9385 NP	4.46	0.45	0.45	8.00	0.33
L 9561 NP	6.06	0.25	0.25	8.00	0.17
L 9448 NP	4.98	0.00	0.28	8.00	0.34
L 9555 NP	2.00	0.20	1.50	8.00	0.54
L 9452 NP	4.11	0.38	0.33	8.00	0.40
L 9454 NP	6.69	0.00	0.45	8.00	0.11
L 9704 NP	4.67	0.97	0.83	8.00	0.31

Sumber : Hasil Perhitungan

Dan perhitungan waktu *off route* untuk survey kedua adalah sebagai berikut :

Tabel 4-46. Perhitungan Faktor *Off Route* Survey Kedua

Truk Compactor	T_{scs}	t_1	t_2	H	w
L 9386 NP	3.62	0.33	0.45	8.00	0.45
L 9385 NP	5.02	0.32	0.25	8.00	0.30
L 9561 NP	7.05	0.20	0.20	8.00	0.07
L 9448 NP	2.48	0.00	0.25	8.00	0.66
L 9555 NP	3.47	0.20	0.30	8.00	0.50
L 9452 NP	3.64	0.12	1.45	8.00	0.35
L 9454 NP	3.78	0.43	0.58	8.00	0.40
L 9704 NP	5.02	0.17	1.52	8.00	0.16

Sumber : Hasil Perhitungan

Faktor *off route* yang sangat besar disebabkan karena adanya waktu menunggu bongkaran sampah dari gerobak sampah ke tong sampah. Sebagaimana terlampir hasil pengamatan langsung pada Lampiran I, pada Tabel 4-47 adalah rekapitulasi waktu menunggu sampah hasil pengamatan.

Tabel 4-47. Waktu Tunggu Per Ritase Per Trip Per Truk *Compactor*

Truk Compactor	Survey 1				Survey 2			
	rit 1	rit 2	rit 3	Jml	rit 1	rit 2	rit 3	Jml
L 9386 NP	2.80	1.65	-	4.45	2.52	0.00	-	2.52
L 9385 NP	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-	0.00
L 9561 NP	0.00	0.95	0.00	0.95	0.00	1.72	0.00	1.72
L 9448 NP	-	2.37	0.00	2.37	-	2.87	-	2.87
L 9555 NP	0.67	-	-	0.67	0.92	2.65	-	3.57
L 9452 NP	2.67	1.00	-	3.67	4.33	-	-	4.33
L 9454 NP	-	0.98	0.75	1.73	0.00	3.05	-	3.05
L 9704 NP	-	2.77	-	2.77	0.52	1.83	-	2.35

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil pengamatan langsung pada pengangkutan sampah eksisting diketahui truk *compactor* yang menunggu sampai seluruh tong sampah terisi mengakibatkan adanya waktu pengangkutan yang *idle*, padahal waktu operasional pengangkutan sampah terus berjalan. Waktu tunggu *idle* truk *compactor* inilah menjadi faktor nilai *off route* yang besar dan waktu realisasi penyelesaian pengangkutan sampah yang melebihi waktu operasional pengangkutan sampah yang ditetapkan oleh DKP Kota Surabaya yaitu mulai pukul 05:00 s.d 13.00 WIB. Selain itu, sebagaimana telah dijelaskan pada sub bagian 4.2.1.3 bahwa adanya ritase pengangkutan sampah eksisting yang kondisinya tidak mengawali pengangkutannya dari TPS/LPS dan mengakhiri ritase tersebut dengan pengangkutan sampah ke Tempat Pembuangan Akhir sampah sebelum kembali ke pool.

4.4.2 Total Biaya Angkut Kondisi Pengangkutan Sampah Eksisting

Setelah diketahui kondisi pengangkutan sampah eksisting dengan menggunakan truk *compactor* dari hasil pengamatan langsung, maka total biaya angkut satu trip pengangkutan dapat dihitung berdasarkan rumus perhitungannya adalah sebagai berikut :

Total Biaya Angkut

$$= \text{Satuan Biaya Angkut} \times \text{Waktu Pengangkutan} \times v_{\text{rata-rata}}$$

Dimana waktu pengangkutan adalah waktu satu trip pengangkutan (T_{scs}) ditambah jarak pool - TPS/LPS (t_1) dan ditambah jarak TPA - Pool (t_2). Dan satuan biaya angkut per satu kilometer perjalanan telah diperoleh dan telah dijelaskan pada sub bab 4.3 huruf I adalah sebesar Rp. 12.869,71. Serta kecepatan laju rata-rata truk *compactor* sebagai hasil pengamatan langsung terhadap pengangkutan sampah (sub bab 4.3 huruf H) adalah 26 km/jam. Untuk pengangkutan sampah eksisting pada LPS Pandegiling dengan truk *compactor* L 9386 NP dengan rute pengangkutan survey pertama Pool – LPS Pandegiling – TPA – LPS Pandegiling – Pool sehingga $t_1 = 0,43$ dan $t_2 = 0,35$ dan $T_{scs} = 3,40$

(pada Tabel 4-45), maka waktu pengangkutan survey pertama adalah $0,43 + 0,35 + 3,4 = 4,18$ jam. Dengan rute pengangkutan sampah yang sama untuk survey kedua diperoleh $t_1 = 0,33$ dan $t_2 = 0,45$ dan $T_{scs} = 3,63$ (pada Tabel 4-46), maka waktu pengangkutan survey pertama adalah $0,33 + 0,45 + 3,62 = 4,4$ jam. Dari survey pertama dan kedua, maka rata-rata waktu pengangkutan untuk menghitung Total Biaya Angkut adalah $\frac{4.18+4.4}{2} = 4.29$ jam.

Total Biaya Angkut

$$= Rp. 12.869,71 \times 4,29 \text{ jam} \times 26 \text{ km/jam} = Rp. 1.436.044,72$$

Sedangkan untuk memperoleh Biaya Pengangkutan Per Kilogram sampah dapat dihitung dengan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} & \text{Biaya Pengangkutan Per Kg (Rp)} \\ & = \frac{\text{Biaya Total Angkut (Rp)}}{\text{Volume Sampah Terangkut (m}^3\text{)} \times \text{Densitas Sampah (kg/m}^3\text{)}} \end{aligned}$$

Dimana densitas sampah diperoleh dari pengolahan data pengamatan langsung pengangkutan sampah eksisting dan telah dijelaskan perhitungannya pada sub bab 4.3 huruf G adalah $353,098 \text{ kg/m}^3$. Volume sampah terangkut pengangkutan sampah eksisting pada LPS Pandegiling survey pertama adalah $13,27 + 5,75 = 19,02 \text{ m}^3$ dan survey kedua volume sampah terangkut adalah $16,8 + 1,77 = 18,57 \text{ m}^3$ (pada Tabel 4-34), maka rata-rata volume sampah terangkut pada LPS Pandegiling adalah $\frac{16,8+19,02}{2} = 17,91 \text{ m}^3$. Maka untuk tiap 1 kilogram sampah yang terangkut dari LPS Pandegiling adalah

$$\text{Biaya Pengangkutan Per Kg} = \frac{Rp. 1.436.044,72}{17,91 \text{ m}^3 \times 353.098 \text{ kg/m}^3} = 227,08$$

Dengan perhitungan yang sama untuk 7 truk *compactor* lainnya, maka total biaya angkut satu trip pengangkutan per truk *compactor* pada kondisi eksisting pada Tabel 4-48 sebagai berikut :

Tabel 4-48. Total Biaya Angkut Satu Trip Pengangkutan Eksisting

Truk <i>Compactor</i>	TPS/LPS	Waktu Pengangkutan			Total Biaya Angkut (Rp.)	Biaya Per Kg Sampah (Rp/Kg)
		Survey 1 (jam)	Survey 2 (jam)	Rata2 (jam)		
L 9386 NP	Pandegiling	4.18	4.40	4.29	1,436,044.72	227.08
L 9385 NP	SCS Jalan 03	5.36	5.59	5.47	1,831,109.89	293.19
L 9561 NP	Kayun, Simpang Dukuh, Candipuro, Pecindilan, Tambak Rejo	6.61	7.45	7.03	2,352,975.54	154.56
L 9448 NP	Semut Kali	5.27	2.73	4.00	1,338,449.45	192.64
L 9555 NP	Keputran	3.70	3.97	3.83	1,282,680.72	273.84
L 9452 NP	Ngagel, Gayung Pring, Boktong	4.83	5.21	5.02	1,678,173.94	170.61
L 9454 NP	Jemur Wonosari, Boktong	7.14	4.80	5.97	1,997,914.64	266.58
L 9704 NP	Taman Flora	5.50	6.70	6.10	2,041,135.41	297.11
Rata-rata Biaya Angkut					1,744,810.54	233.12

Sumber : Hasil Perhitungan

Jumlah populasi truk *compactor* dalam penelitian ini adalah 19 unit truk dan pengangkutan sampah pada 14 SCS TPS/LPS dan 1 SCS Jalan dan Fasilitas Umum. Dari total biaya angkut sampel trip pengangkutan sampah pada Tabel 4-48, diperoleh rata-rata total biaya angkut per trip pengangkutan adalah sebesar Rp. 1.744.810,54. Maka total biaya pengangkutan sampah untuk populasi 19 unit truk *compactor* adalah Rp. 1.744.810,54 x 19 = Rp. 33.151.400,25

Setelah dilakukan perhitungan-perhitungan untuk memperoleh waktu dan total biaya pengangkutan sampah kondisi eksisting sehingga dapat disimpulkan

hasil aspek komponen analisa pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah kondisi eksisting adalah sebagai berikut :

- 1) Waktu satu trip pengangkutan kondisi eksisting.

Variasi waktu pengangkutan sampah yang cukup besar antara tiap truk *compactor* dalam satu trip pengangkutan, yaitu 2,48 jam adalah waktu pengangkutan tercepat dan 7,45 jam adalah waktu pengangkutan terlama.

- 2) Nilai faktor *Off Route* kondisi eksisting sebagai waktu hambatan pengangkutan sebagai friksi.

Waktu hambatan pada pengangkutan sampah eksisting cukup besar dengan nilai faktor *off route* nya adalah 0,66 atau sekitar 5 jam. Namun pada trip pengangkutan lain, memiliki faktor *off route* sangat kecil yaitu 0,07 atau sekitar 30 menit.

- 3) Jumlah ritase dalam satu trip pengangkutan kondisi eksisting.

Terdapat ritase yang tidak mengawali pengangkutannya pada TPS/LPS melainkan langsung menuju TPA dan menyelesaikan trip pengangkutannya dari TPA melainkan dari TPS/LPS kemudian kembali ke pool. Oleh karena itu, terdapat beberapa trip pengangkutan eksisting yang tidak ada ritase pengangkutan yang penuh (pool-TPS/LPS-TPA-.....-TPA-Pool).

- 4) Volume sampah terangkut per trip pengangkutan kondisi eksisting.

Terdapat variasi volume sampah terangkut yang cukup besar pada kondisi pengangkutan sampah eksisting antara tiap truk dalam satu trip pengangkutan. Selain itu, kapasitas angkut truk *compactor* juga belum dimaksimalkan untuk pengangkutan sampah eksisting.

- 5) Waktu tunggu per trip pengangkutan kondisi eksisting.

Waktu tunggu yang cukup lama pada pengangkutan sampah kondisi eksisting, dimana waktu tunggu ini termasuk waktu tunggu tong sampah terisi penuh sampah dan waktu tunggu 8 jam operasional pengangkutan sampah habis. Rata-rata waktu tunggu tiap trip pengangkutan adalah 2,44 jam.

- 6) Jumlah truk *compactor* pengangkut sampah kondisi eksisting.

Jumlah truk *compactor* eksisting yang menjadi objek penelitian ini adalah sebanyak 19 unit truk *compactor*.

7) Total biaya keseluruhan pengangkutan sampah kondisi eksisting.

Total biaya keseluruhan pengangkutan sampah kondisi eksisting dengan 19 trip pengangkutan adalah Rp. 33.151.400,25

4.5 Analisis Kondisi Ideal Pengaturan/Pemrograman Pengangkutan Sampah SCS

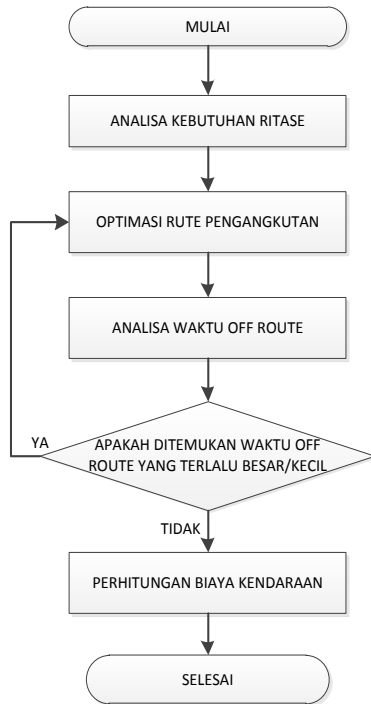
Dari hasil analisa kondisi eksisting pengangkutan sampah dengan menggunakan truk *compactor*, maka perlu dilakukan analisis kondisi ideal pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah SCS. Analisis kondisi pengangkutan sampah ideal yang menjadi objek penelitian ini adalah pengangkutan sampah Kota Surabaya pada 14 TPS/LPS dengan pola pengangkutannya adalah SCS TPS dan 1 SCS Jalan. Dari objek penelitian tersebut, jumlah populasi truk *compactor* yang diolah pengangkutan sampahnya adalah sebanyak 19 unit.

Dari analisis kondisi ideal pengangkutan sampah diharapkan nilai *off route* pengangkutan sampah dapat berkurang dan waktu pengangkutan sampah menjadi lebih efektif. Maka perlu dilakukan optimasi terhadap rute pengangkutan sampah yang pada penelitian ini dilakukan dengan 2 (dua) skenario optimasi, yaitu sebagai berikut :

- A. Skenario optimasi yang pertama adalah optimasi rute pengangkutan sampah dengan tidak mengubah komposisi antara TPS/LPS dengan truk *compactor* yang bertugas untuk melakukan pengangkutan sampah di TPS/LPS tersebut. Optimasi yang dilakukan di skenario pertama ini adalah mencoba memaksimalkan total volume terangkut dan menghilangkan kondisi *staple* yang pada kondisi eksisting sering sekali terjadi dalam satu trip pengangkutan sampah menggunakan truk *compactor* ini.
- B. Skenario optimasi yang kedua adalah optimasi rute pengangkutan sampah yang memaksimalkan total volume terangkut, dan meminimalkan waktu pengangkutan sampah. Skenario yang kedua ini tidak lagi memperhatikan komposisi antara TPS/LPS dengan truk *compactor* yang bertugas untuk melakukan pengangkutan sampah di TPS/LPS tersebut. Optimasi pada

skenario ini menggunakan bantuan algoritma *Vehicle Routing Problem with Sequential Interition*.

Skema langkah-langkah optimasi baik dengan skenario A maupun B terdapat pada diagram alir pada Gambar 4-7 sebagai berikut :



Gambar 4-7. Gambar Diagram Alir Optimasi

Sumber : Hasil Analisis

Penjelasan diagram alir langkah-langkah optimasi rute pengangkutan adalah sebagai berikut :

- 1) Penentuan jumlah kebutuhan ritase dan volumenya per TPS/LPS adalah langkah pertama dalam penentuan rute pengangkutan.
- 2) Aplikasi penentuan rute pengangkutan berdasarkan kebutuhan ritase dan volume sampah hasil langkah pertama.
- 3) Sesuai dengan hasil perhitungan faktor-faktor waktu pengangkutan sampah, yaitu waktu bongkar, waktu muatan, waktu di TPA dan waktu tempuh perjalanan, kemudian dilakukan analisis waktu pengangkutan sampah per ritase (P_{scs}), waktu satu trip pengangkutan sampah (T_{scs}) dan W (faktor *off route*) dari hasil penentuan rute pada langkah sebelumnya. Pemilihan rute

pengangkutan sampah yang optimal memiliki nilai W antara 0,125 sampai dengan 0,190 karena pada rentang nilai W tersebut adalah waktu hambatan pengangkutan sampah wajar yang dipergunakan oleh supir dan kru truk *compactor* untuk beristirahat dll.

- 4) Setelah penentuan rute pengangkutan kendaraan dengan faktor *off route* yang sesuai, kemudian menghitung Biaya Operasional Kendaraan yang disesuaikan dengan kondisi ideal rute pengangkutan hasil optimasi.

4.5.1 Optimasi Rute Pengangkutan Skenario A

Berdasarkan komposisi pengangkutan sampah eksisting, jumlah TPS/LPS adalah sebanyak 14 lokasi dengan jumlah unit *compactor* pengangkut adalah sebanyak 18 unit ditambah 1 unit truk *compactor* SCS Jalan . Berdasarkan komposisi tersebut dan pengangkutan sampah eksisting pada Tabel 4-7, maka kebutuhan ritase dan volumenya per TPS/LPS terdapat pada Tabel 4-49. Nilai kebutuhan ritase ini diperoleh dari membandingkan kapasitas maksimal truk *compactor* (komponen aspek analisis poin A) yaitu 20 m^3 dengan jumlah sumber sampah TPS/LPS. Sedangkan volume pengangkutan tiap ritasinya disesuaikan dengan kapasitas maksimal *compactor* yaitu 20 m^3 sampai volume sampah TPS/LPS terangkut seluruhnya. Sebagai contoh untuk TPS Simpang Dukuh, dengan volume sampahnya sebesar $23,76 \text{ m}^3$, maka kebutuhan ritasinya adalah sebagai berikut :

$$\frac{\text{volume sampah}}{\text{kapasitas maksimal compactor}} = \frac{23,76}{20} = 1,19 \sim 2 \text{ ritase}$$

Dengan kebutuhan volume terangkut pada ritase pertama disesuaikan dengan kapasitas maksimal *compactor* yaitu sebesar 20 m^3 dan sisa volume sampah pada TPS/LPS Simpang Dukuh yaitu sebesar $3,76 \text{ m}^3$ harus diangkut pada ritase kedua. Dengan perhitungan yang sama untuk ke 13 TPS/LPS lainnya, maka kebutuhan ritase dan volume ringkasannya terdapat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4-49. Perhitungan Kebutuhan Ritase dan Volume Per TPS/LPS Awal Optimasi Skenario A

TPS/LPS	Jumlah Tong	vol semua tong	Volume sampah	Kapasitas <i>Compactor</i>	Kebutuhan Ritase	volume Ritase 1	sisa volume ritase 1 (Ritase 2)	sisa volume ritase 2 (Ritase 3)	Sisa volume ritase 3 (Ritase 4)
	buah	m3	m3	m3	kali	m3	m3	m3	m3
Simpang Dukuh	25	11.055	23.76	20.00	1.19	20.00	3.76	0.00	0.00
Kayun	30	13.266	36	20.00	1.80	20.00	16	0.00	0.00
Candipuro	25	11.055	17.6	20.00	0.88	17.60	0.00	0.00	0.00
Pandegiling	30	13.266	56	20.00	2.80	20.00	20.00	16.00	0.00
Taman Ketampon	25	11.055	26.4	20.00	1.32	20.00	6.40	0.00	0.00
Jemur Wonosari	40	17.688	42.24	20.00	2.11	20.00	20.00	2.24	0.00
Boktong	25	11.055	26.4	20.00	1.32	20.00	6.40	0.00	0.00
Ngagel	28	12.3816	26.4	20.00	1.32	20.00	6.40	0.00	0.00
Semut Kali	32	14.1504	26.4	20.00	1.32	20.00	6.40	0.00	0.00
Tambak Rejo	60	26.532	79.2	20.00	3.96	20.00	20.00	20.00	19.20
Srikana	60	26.532	56	20.00	2.80	20.00	20.00	16.00	0.00
Keputran	22	9.7284	14	20.00	0.70	14.00	0.00	0.00	0.00
Taman Flora	75	33.165	56	20.00	2.80	20.00	0.00	0.00	0.00
Gayung Pring	25	11.055	22	20.00	1.10	20.00	2.00	0.00	0.00
SCS Jalan	36	15.919	15.92	20.00	0.80	15.92	0.00	0.00	0.00

Sumber : Hasil Perhitungan

Pada 4 (empat) TPS/LPS, yaitu TPS Tambak Rejo, TPS Srikana, TPS Taman Flora dan LPS Pandegiling memerlukan lebih dari satu truk *compactor* pengangkut sampah untuk menghindari kemungkinan penumpukkan sampah. Pada LPS Pandegiling dengan volume sampah yang cukup besar yaitu 56 m³ namun volume jumlah seluruh tong sampah yang sedikit yaitu hanya sebesar 13,266 m³ yang dapat menyebabkan sampah harus menunggu lama saat truk mengangkut sampah menuju ke TPA dan kembali lagi ke lokasi TPS/LPS. Oleh karena itu perlu dilakukan penambahan 1 unit truk *compactor* pengangkutan sampah pada LPS Pandegiling. Jumlah volume seluruh tong sampah pada TPS TPS Tambak Rejo adalah 26,532 m³, TPS Srikana adalah 26,532 m³, dan TPS Taman Flora adalah 33,055, dimana jumlah volume tersebut lebih besar daripada kapasitas maksimal *compactor* yang hanya mampu mengangkut 20 m³. Oleh karena itu perlu dilakukan penambahan 1 unit truk *compactor* pengangkutan sampah pada TPS Tambak Rejo, TPS Srikana, dan 2 unit truk *compactor* pada TPS Taman Flora. Dengan melakukan penambahan unit truk *compactor* pengangkut sampah, maka perhitungan kebutuhan ritase dan volumenya berubah yang rinciannya terdapat pada Tabel 4-50 sebagai berikut :

Tabel 4-50. Tabel Kebutuhan Ritase dan Volume Optimasi Skenario A

Nopol Truk <i>Compactor</i>	TPS/LPS	Jumlah Tong	Volume Sapah	Kapasitas <i>Compactor</i>	Kebutuhan Ritase	volume Ritase 1	Volume Ritase 2	Volume Ritase 3
		buah	m3	m3	kali	m3	m3	m3
L9561NP	Simpang Dukuh 1	25	23.76	20.00	1.19	20.00	3.76	0.00
	Kayun 2			20.00		16.00		
L9553NP	Kayun 1	30	36	20.00	1.80	20.00		0.00
	Candipuro 1	25	17.6	20.00			17.60	
L9386NP	Pandegiling 1	30	56	20.00	1.40	20.00	16.00	0.00
L9557NP	Pandegiling 2			20.00		20.00	0.00	
L9455NP	Taman Ketampon	25	26.4	20.00	1.32	20.00	6.40	0.00
L9454NP	Jemur Wonosari	40	42.24	20.00	2.11	20.00	20.00	2.24
L9453NP	Boktong	25	26.4	20.00	1.32	20.00	6.40	0.00
L9451NP	Ngagel	28	26.4	20.00	1.32	20.00	6.40	0.00
L9448NP	Semut Kali	32	26.4	20.00	1.32	20.00	6.40	0.00
L9554NP	Tambak Rejo 1	60	79.2	20.00	1.98	20.00	20.00	0.00
L9560NP	Tambak Rejo 2					20.00	19.20	0.00
L9384NP	Srikana 1	60	56	20.00	1.40	20.00	16.00	0.00
L9389NP	Srikana 2					20.00	0.00	0.00
L9555NP	Keputran	22	14	20.00	0.70	14.00	0.00	0.00
L 9704 NP	Taman Flora 1		56			20.00	0.00	0.00
Kode Truk 24	Taman Flora 2	75		20.00	0.93	20.00	0.00	0.00
Kode Truk 02	Taman Flora 3					16.00	0.00	0.00
L9452NP	Gayung Pring		25			22	20.00	1.10
L9385NP	SCS Jalan	36	15.92	20.00	0.80	15.92	0.00	0.00

Sumber : Hasil Perhitungan

Kebutuhan ritase pada Tabel 4-50 diatas adalah kebutuhan ritase ideal dan volumenya dengan tidak melakukan perubahan komposisi antara truk *compactor* pengangkut dengan TPS/LPS yang diangkut. Sesuai dengan tujuan utama optimasi skenario A yang mencoba memaksimalkan total volume, dimana dapat kita lihat pada Tabel 4-50 banyak volume pengangkutan ritase kedua yang terlalu kecil jika dibandingkan kapasitas maksimal *compactor* misalnya pada ritase kedua pengangkutan TPS Gayung Pring yang hanya sebesar 2 m³ dan TPS Taman Ketampon, LPS Boktong, TPS Ngagel, TPS Semut Kali yang masing-masing memiliki volume pengangkutan pada ritase kedua hanya sebesar 6,4 m³. Oleh karena itu, pada optimasi skenario A ini perlu dilakukan penggabungan rute pengangkutan sampah di ritase kedua. Selain itu, kebutuhan ritase pada TPS Jemur Wonosari adalah sebanyak 3 ritase dengan volume ritase terakhir yang tidak terlalu besar, yaitu hanya sebesar 2,24 m³. Jika tidak dilakukan optimasi pengangkutan pada TPS Jemur Wonosari, maka akan terjadi kondisi staple sebagaimana hasil pengamatan langsung pada pengangkutan sampah eksisting

TPS Jemur Wonosari dengan truk *compactor* pengangkutnya L 9454 NP. Simulasi pengangkutan pada TPS Jemur Wonosari sesuai dengan kebutuhan ritasenya adalah sebagai berikut :

Tabel 4-51. Rute Pengangkutan Truk *Compactor* L 9454 NP Berdasarkan Kebutuhan Ritase dan Volumennya

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Jam Datang	Jam Berangkat	Waktu Perjalanan (jam)	Volume Sampah (m3)	Waktu Bongkar (jam)	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPA s (jam)
08		DKP		05:00:00	0.00				
L9454NP	1	Jemur Wonosari	05:17:00	07:34:00	0.28	20.00	1.46	0.82	0.00
		TPA	08:49:00	09:12:00	1.25	0.00	0.00	0.00	0.37
	2	Jemur Wonosari	10:26:00	12:00:00	1.23	20.00	0.73	0.82	0.00
		TPA	13:15:00	13:38:00	1.25	0.00	0.00	0.00	0.37
	3	Jemur Wonosari	14:52:00	15:42:00	1.23	2.42	0.00	0.09	0.00
		TPA	16:57:00	17:20:00	1.25	0.00	0.00	0.00	0.37
		DKP	14:10:00	14:10:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00

Sumber : Hasil Perhitungan

Nilai variable-variabel pada simulasi rute pengangkutan pada tabel diatas diperoleh dari penjelasan sebagai berikut :

- Waktu perjalanan adalah waktu tempuh perjalanan sesuai dengan Lampiran II
- Kebutuhan volume sampah terangkut sesuai dengan kebutuhan volume dan ritase pada Tabel 4-50,
- Waktu muat adalah waktu yang dibutuhkan untuk memuat sampah dari tong sampah ke *compactor* yang diperoleh dari *jumlah tong sampah yang dimuat (N) x waktu muat per tong (T)*. Jumlah tong sampah yang dimuat diperoleh dari
$$N = \frac{\text{kebutuhan volume sampah terangkut}}{\text{kapasitas volume per tong sampah}}$$
, dengan volume per tong sampah adalah $1 \times 0,6 \times 1,1 \text{ m} = 0,66 \text{ m}^3$. Pada setiap tong sampah memiliki faktor utilitas tong sebesar 0,67 sehingga kapasitas volume sampah tiap satu tong sampah adalah $0,66 \text{ m}^3 \times 0,67 = 0,4422 \text{ m}^3$. Sedangkan waktu muat per tong sampah diperoleh hasil pengamatan langsung dilapangan yang telah dijelaskan pada komponen aspek analisis point D.
- Waktu bongkar adalah waktu yang dibutuhkan mengisi penuh sampah semua tong sampah yang ada pada TPS/LPS tersebut, diperoleh hasil pengamatan langsung dilapangan yang telah dijelaskan pada komponen

aspek analisis point D. Waktu bongkar dalam satu kali pengangkutan pada TPS/LPS tertentu dipengaruhi oleh volume sampah yang akan diangkut, jika pada saat truk *compactor* pengangkut datang di TPS/LPS dan sampah belum siap diangkut maka truk *compactor* memiliki waktu bongkar sampah sampai tercukupi volume sampah yang akan diangkut di TPS/LPS tersebut.

Rute pengangkutan pada TPS tersebut terdapat pada Tabel 4-51 dan dapat diketahui adanya waktu menunggu bongkar sampah yang cukup besar yaitu sebesar 1,46 jam pada ritase pertama dan 0,73 di ritase kedua. Dengan memperhatikan rute pengangkutan berdasarkan kebutuhan ritase dan volume pada Tabel 4-51 oleh truk *compactor* dengan nomor polisi L 9454 NP dengan waktu perjalanan yang tinggi dan volume sampah yang besar, maka diperoleh nilai faktor *off route* W adalah sebesar -0,23. Nilai faktor *off route* itu tersebut diperoleh dari menghitung waktu pengangkutan per ritase $P_{scs} = C_t U_t + (N_p - 1) d_{bc}$, waktu satu trip pengangkutan sampah $T_{scs} = P_{scs} + s + a + bx$ dan nilai faktor *off route* $W = \frac{H - (t_1 + t_2) - N_d T_{H/SCS}}{H}$.

Rincian hasil perhitungan waktu pengangkutan sampah per ritase (P_{scs}), waktu satu trip pengangkutan sampah (T_{scs}) dan W (faktor *off route*) terdapat pada Tabel 4-52 sebagai berikut :

Tabel 4-52. Perhitungan P_{scs} , T_{scs} dan W *Compactor* L 9454 NP

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPA s (jam)	(N-1).dbc (jam)	Pscs (jam)	h (jam)	Tscs (jam)	t1 (jam)	t2 (jam)	W
08		DKP									
L9454NP	1	Jemur Wonosari	0.82	0.00	0.00	0.82	2.48	3.67	0.28	0.53	-0.23
		TPA	0.00	0.37							
	2	Jemur Wonosari	0.82	0.00	0.00	0.82	2.48	3.67			
		TPA	0.00	0.37							
	3	Jemur Wonosari	0.09	0.00	0.00	0.09	1.25	1.71			
		TPA	0.00	0.37							
		DKP	0.00	0.00							

Sumber : Hasil Perhitungan

Kemudian untuk TPS Srikana yang selama ini diangkut oleh truk *compactor* dengan nomor polisi L 9384 NP dan L 9389 NP. Rute pengangkutan

pada TPS tersebut terdapat pada Tabel 4-53 dan dapat diketahui adanya waktu menunggu bongkar sampah yang cukup besar yaitu sebesar 0,73 jam pada truk *compactor* L 9384 NP dan 1,45 untuk truk *compactor* kedua.

Tabel 4-53. Rute Pengangkutan Truk *Compactor* L 9384 NP dan L 9389 NP Berdasarkan Kebutuhan Ritase dan Volumennya

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Jam Datang	Jam Berangkat	Waktu Perjalanan (jam)	Volume Sampah (m3)	Waktu Bongkar (jam)	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPA s (jam)
14		DKP		05:00:00	0.00				
L9384NP	1	Srikana 1	05:11:00	06:26:00	0.18	20.00	0.73	0.51	0.00
		TPA	07:28:00	07:51:00	1.03	0.00	0.00	0.00	0.37
	2	Srikana 1	09:14:00	09:54:00	1.38	16.00	0.00	0.41	0.00
		TPA	11:09:00	11:32:00	1.25	0.00	0.00	0.00	0.37
		DKP	12:04:00	12:04:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00
15		DKP		05:00:00	0.00				
L9389NP	1	Srikana 2	05:11:00	07:10:00	0.18	20.00	1.46	0.51	0.00
		TPA	08:12:00	08:35:00	1.03	0.00	0.00	0.00	0.37
		DKP	09:07:00	09:07:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan rute pengangkutan oleh truk *compactor* dengan nomor polisi L 9386 NP dan L 9389 NP pada Tabel 4-54, maka diperoleh nilai faktor *off route* W adalah sebesar 0,24 untuk L 9384 NP dan 0,67 untuk L 9389 NP. Rincian perhitungan waktu pengangkutan sampah per ritase (P_{scs}), waktu satu trip pengangkutan sampah (T_{scs}) dan W (faktor *off route*) terdapat pada Tabel 4-54 sebagai berikut.

Tabel 4-54. Perhitungan P_{scs} , T_{scs} dan W Truk *Compactor* L 9384 NP dan L 9389 NP

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPA s (jam)	(N-1).dbc (jam)	P_{scs} (jam)	h (jam)	T_{scs} (jam)	t_1 (jam)	t_2 (jam)	W (jam)
14		DKP									
L9384NP	1	Srikana 1	0.51	0.00	0.00	0.51	2.42	3.30	0.18	0.53	0.24
		TPA	0.00	0.37							
	2	Srikana 1	0.41	0.00	0.00	0.41	1.25	2.03			
		TPA	0.00	0.37							
		DKP	0.00	0.00							
15		DKP									
L9389NP	1	Srikana 2	0.51	0.00	0.00	0.51	1.03	1.91	0.18	0.53	0.67
		TPA	0.00	0.37							
		DKP	0.00	0.00							

Sumber : Hasil Perhitungan

Selanjutnya untuk LPS Keputran yang selama ini diangkut oleh truk *compactor* dengan nomor polisi L 9555 NP, yang rute pengangkutannya adalah pada Tabel 4-55 dan diketahui adanya waktu menunggu bongkar sampah yang cukup besar yaitu sebesar 1,5 jam.

Tabel 4-55. Rute Pengangkutan Truk *Compactor* L 9555 NP Berdasarkan Kebutuhan Ritase dan Volumanya

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Jam Datang	Jam Berangkat	Waktu Perjalanan (jam)	Volume Sampah (m3)	Waktu Bongkar (jam)	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPA s (jam)
18		DKP		05:00:00	0.00				
L9555NP	1	Keputran	05:17:00	07:35:00	0.28	14.00	1.50	0.79	0.00
		TPA	08:20:00	08:43:00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.37
		DKP	09:15:00	09:15:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan rute pengangkutan oleh truk *compactor* dengan nomor polisi L 9555 NP diatas, maka diperoleh nilai factor *off route* W adalah sebesar 0,66. Rincian perhitungan waktu pengangkutan sampah per ritase (P_{scs}), waktu satu trip pengangkutan sampah (T_{scs}) dan W (faktor *off route*) adalah pada Tabel 4-56 sebagai berikut:

Tabel 4-56. Perhitungan P_{scs} , T_{scs} dan W Truk *Compactor* L 9555 NP

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPA s (jam)	(N-1).dbc (jam)	P_{scs} (jam)	h (jam)	T_{scs} (jam)	t_1 (jam)	t_2 (jam)	W (jam)
18		DKP									
L9555NP	1	Keputran	0.79	0.00	0.00	0.79	0.75	1.91	0.28	0.53	0.66
		TPA	0.00	0.37							
		DKP	0.00	0.00							

Sumber : Hasil Perhitungan

Begitu seterusnya untuk 14 TPS/LPS lainnya, rute pengangkutannya disusun berdasarkan kebutuhan ritase dan volumenya dengan tidak mengubah komposisi TPS/LPS dengan truk *compactor* pengangkut sampahnya yang secara lengkap terdapat pada Lampiran III dan jadwal pengangkutan per TPS/LPS nya pada Lampiran IV. Nilai faktor *off route* W seluruh truk *compactor* masih diluar dari nilai W wajar antara 0,125 sampai dengan 0,19. Truk *compactor* dengan

nomor polisi L 9454 NP yang memiliki W terendah yaitu -0,25 dengan waktu dalam satu trip pengangkutan mencapai 9,04 jam. Sebagai akibatnya truk *compactor* L 9454 NP tidak dapat menyelesaikan ritase pengangkutan terakhir dengan volume sampah terangkut hanya 2,42 m³, sehingga terjadinya kondisi *staple* dimana truk *compactor* membawa sampah hasil pengangkutan terakhir ke pool.

Sebaliknya pada truk *compactor* dengan nomor polisi L 9389 NP yang memiliki W tertinggi yaitu 0,67 dan L 9555 NP dengan $W = 0,66$ dimana penyelesaian pengangkutan sampah dapat terselesaikan hanya 1,91 jam. Oleh karena itu, pengangkutan kedua truk *compactor* ini perlu dilakukan optimasi untuk mendapatkan rute pengangkutan yang lebih baik dengan nilai W yang lebih kecil. Selain dengan nilai W seluruh truk *compactor* yang masih terlalu besar, total waktu tunggu bongkaran sampah juga sangat besar adalah 29,65 jam dalam satu hari atau rata-rata 1,56 jam per truk *compactor* diluar waktu menunggu habisnya waktu operasional pengangkutan yang berbeda-beda pada tiap truk *compactor* disesuaikan dengan penyelesaian pengangkutan sampah truk *compactor* tersebut. Oleh karena itu, sangat diperlukan optimasi rute pengangkutan sampah sehingga waktu pengangkutan sampah dapat lebih efektif.

Optimasi rute pengangkutan skenario A yang dilakukan untuk truk *compactor* dengan nomor polisi L 9454 NP, L 9555 NP, L 9384 NP dan L 9389 NP adalah pada Tabel 4-57. Optimasi dilakukan dengan membagi tugas pengangkutan sampah di TPS Jemur Wonosari yang awalnya diangkut oleh truk *compactor* L 9454 NP dengan waktu pengangkutan dalam satu tripnya mencapai 9,41 jam kepada dua truk *compactor* lainnya yang memiliki nilai W sebelum optimasi sangat besar, yaitu L 9389 NP dan L 9555 NP.

Tabel 4-57. Rute Pengangkutan Ideal Hasil Optimasi Skenario A pada Truk *Compactor* L 9454 NP, L 9555 NP, L 9384 NP dan L 9389 NP

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Jam Datang	Jam Berangkat	Waktu Perjalanan (jam)	Volume Sampah (m3)	Waktu Bongkar (jam)	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPAs (jam)
08		DKP		05:00:00	0.00				
L9454NP	1	Jemur Wonosari	05:17:00	07:34:00	0.28	20.00	1.46	0.82	0.00
		TPA	08:49:00	09:12:00	1.25	0.00	0.00	0.00	0.37
	2	Srikana 1	10:06:00	10:31:00	0.90	16.00	0.00	0.41	0.00
		TPA	11:33:00	11:56:00	1.03	0.00	0.00	0.00	0.37
		DKP	12:28:00	12:28:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00
14		DKP		05:00:00	0.00				
L9384NP	1	Srikana 1	05:11:00	06:26:00	0.18	20.00	0.73	0.51	0.00
		TPA	07:28:00	07:51:00	1.03	0.00	0.00	0.00	0.37
	2	Jemur Wonosari	09:14:00	10:47:00	1.38	20.00	0.73	0.82	0.00
		TPA	12:02:00	12:25:00	1.25	0.00	0.00	0.00	0.37
		DKP	12:57:00	12:57:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00
15		DKP		05:00:00	0.00				
L9389NP	1	Srikana 2	05:11:00	07:10:00	0.18	20.00	1.46	0.51	0.00
		TPA	08:12:00	08:35:00	1.03	0.00	0.00	0.00	0.37
	2	Taman Flora 2	09:41:00	10:24:00	1.10	20.00	0.00	0.70	0.00
		TPA	11:42:00	12:05:00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.37
		DKP	12:37:00	12:37:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00
18		DKP		05:00:00	0.00				
L9555NP	1	Keputran	05:17:00	07:35:00	0.28	14.00	1.50	0.79	0.00
		TPA	08:20:00	08:43:00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.37
	2	Gayung Pring	09:49:00	09:54:00	1.10	2.00	0.00	0.07	0.00
		Jemur Wonosari	10:21:00	10:27:00	0.45	2.24	0.00	0.09	0.00
		TPA	11:42:00	12:05:00	1.25	0.00	0.00	0.00	0.37
		DKP	12:37:00	12:37:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan optimasi rute pengangkutan pada Tabel 4-59 diatas, maka diperoleh nilai faktor *off route* W untuk L 9454 NP adalah sebesar 0,25, L 9555 NP adalah sebesar 0,24, dan L 9389 NP adalah sebesar 0,24. Rincian perhitungan waktu pengangkutan sampah per ritase (P_{scs}), waktu satu trip pengangkutan sampah (T_{scs}) dan W (faktor *off route*) adalah pada Tabel 4-58 sebagai berikut:

Tabel 4-58. Perhitungan *Pscs*, *Tscs* dan *W* Hasil Optimasi Rute Pengangkutan Skenario A pada Truk *Compactor* L 9454 NP, L 9555 NP, L 9384 NP dan L 9389 NP

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPA s (jam)	(N-1).dbc (jam)	Pscs (jam)	h (jam)	Tscs (jam)	t1 (jam)	t2 (jam)	W (jam)
08		DKP									
L9454NP	1	Jemur Wonosari	0.82	0.00	0.00	0.82	2.15	3.34	0.28	0.53	0.25
		TPA	0.00	0.37							
	2	Srikana 1	0.41	0.00	0.00	0.41	1.03	1.81			
		TPA	0.00	0.37							
		DKP	0.00	0.00							
14		DKP									
L9384NP	1	Srikana 1	0.51	0.00	0.00	0.51	2.42	3.30	0.18	0.53	0.19
		TPA	0.00	0.37							
	2	Jemur Wonosari	0.82	0.00	0.00	0.82	1.25	2.44			
		TPA	0.00	0.37							
		DKP	0.00	0.00							
15		DKP									
L9389NP	1	Srikana 2	0.51	0.00	0.00	0.51	2.13	3.01	0.18	0.53	0.24
		TPA	0.00	0.37							
	2	Taman Flora 2	0.70	0.00	0.00	0.70	1.30	2.37			
		TPA	0.00	0.37							
		DKP	0.00	0.00							
18		DKP									
L9555NP	1	Keputran	0.79	0.00	0.00	0.79	1.85	3.01	0.28	0.53	0.24
		TPA	0.00	0.37							
	2	Gayung Pring	0.07	0.00	0.45	0.61	1.25	2.23			
		Jemur Wonosari	0.09	0.00							
		TPA	0.00	0.37							
		DKP	0.00	0.00							

Sumber : Hasil Perhitungan

Rute hasil optimasi rute pengangkutan skenario A untuk seluruh truk *compactor* disajikan pada Lampiran III dan penjadwalan pengangkutan per TPS/LPS nya terdapat pada Lampiran IV. Perhitungan nilai *W* (faktor *off route*) hasil optimasi rute pengangkutan skenario A pada Tabel 4-59 sebagai berikut :

Tabel 4-59. Nilai *W* (Faktor *Off Route*) Hasil Optimasi Rute Pengangkutan Skenario A Untuk Semua Truk *Compactor*

Truk Compactor	Ritase ke	Pscs (jam)	Tscs (jam)	t1 (jam)	t2 (jam)	W
L9561NP	1	0.56	4.08	0.30	0.53	0.39
	2	0.57				
L9553NP	1	0.52	4.16	0.23	0.53	0.38
	2	0.45				

Truk Compactor	Ritase ke	Pscs (jam)	Tscs (jam)	t1 (jam)	t2 (jam)	W
L9386NP	1	0.96	4.83	0.37	0.53	0.28
	2	0.77				
L9557NP	1	0.96	2.33	0.37	0.53	0.60
L9455NP	1	0.57	1.79	0.37	0.53	0.66
L9454NP	1	0.82	5.15	0.28	0.53	0.25
	2	0.41				
L9453NP	1	1.44	2.88	0.08	0.53	0.56
L9451NP	1	0.57	1.86	0.93	0.53	0.58
L9448NP	1	0.61	4.41	0.43	0.53	0.33
	2	0.80				
L9554NP	1	0.62	4.59	0.43	0.53	0.31
	2	0.62				
L9560NP	1	0.62	4.56	0.43	0.53	0.31
	2	0.59				
L9384NP	1	0.51	5.73	0.18	0.53	0.19
	2	0.82				
L9389NP	1	0.51	5.38	0.18	0.53	0.24
	2	0.70				
L9555NP	1	0.79	5.24	0.28	0.53	0.24
	2	0.61				
L 9704 NP	1	0.70	5.75	0.25	0.53	0.18
	2	1.01				
L9452NP	1	0.68	5.35	0.55	0.53	0.20
	2	0.56				
L9385NP	1	3.31	4.13	0.34	0.53	0.37

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari Tabel 4-59 diatas dapat diketahui pengangkutan pada 14 TPS/LPS dapat diselesaikan pengangkutannya oleh 16 truk *compactor* ditambah satu SCS jalan. Total waktu tunggu bongkaran sampah berkurang dari 29,65 jam menjadi 25,56 jam dalam satu hari atau rata-rata 1,5 jam per truk *compactor* diluar waktu menunggu habisnya 8 jam waktu operasional pengangkutan yang berbeda-beda pada tiap truk *compactor* disesuaikan dengan penyelesaian pengangkutan sampah truk *compactor* tersebut.

Selain itu, pada Tabel 4-59 dapat dilihat juga adanya pengangkutan oleh 4 unit truk *compactor* yang waktu pengangkutan sampah dalam satu tripnya

masih kurang dari 4 jam, yaitu truk *compactor* L 9557 NP, L 9455 NP, L 9453 NP, dan L 9451 NP. Untuk keempat unit truk *compactor* ini tidak dapat dilakukan optimasi dengan menggabungkan pengangkutan sampahnya dikarenakan keempatnya memiliki tugas pengangkutan di TPS/LPS yang berbeda-beda dan pada keempat TPS/LPS tersebut adalah ritase pertama, apabila pada ritase pertama tidak dilakukan pengangkutan sampah sepagi mungkin maka tong sampah untuk ritase selanjutnya masih terisi sampah sehingga terjadi penumpukan sampah tidak terangkut pada TPS/LPS tersebut.

Volume sampah terangkut tiap satu trip pengangkutan per hari dari hasil optimasi skenario A ini terdapat ada Tabel 4-60 dengan volume pengangkutan terkecil satu ritasenya sebesar 4,24 m³ oleh truk *compactor* L 9555 NP. Tujuan utama optimasi skenario A yang mencoba memaksimalkan total volume terangkut telah tercapai dengan cara menggabungkan pengangkutan sampah di beberapa TPS/LPS yang pada ritase kedua memiliki volume terlalu kecil jika dibandingkan kapasitas *compactor*. Penggabungan pada ritase kedua tersebut antara lain pada TPS Semut Kali dengan TPS Ngagel oleh truk *compactor* L 9448 NP, TPS Gayung Pring dengan TPS Jemur Wonosari oleh truk *compactor* L 9555 NP, dan TPS Boktong dengan TPS Taman Ketampon oleh truk *compactor* L 9704 NP. Total volume terangkut hasil skenario optimasi A ini lebih besar dari volume sampah TPS/LPS terlayani dengan truk *compactor* dikarenakan adanya tambahan volume sampah terangkut dari SCS Jalan 03 sebesar 15,92 m³.

Tabel 4-60. Tabel Volume Sampah Terangkut Kondisi Ideal Optimasi Skenario A

Truk <i>Compactor</i>	TPS/LPS	Volume Terangkut	
		Ritase 1 (m ³)	Ritase 2 (m ³)
L 9561 NP	Simpang Dukuh	20	3.76
	Kayun	-	16
L 9553 NP	Kayun	20	
	Candipuro	-	17.6
L 9386 NP	Pandegiling 1	20	16
L 9557 NP	Pandegiling 2	20	-
L 9455 NP	Taman Ketampon	20	-

Truk <i>Compactor</i>	TPS/LPS	Volume Terangkut	
		Ritase 1 (m ³)	Ritase 2 (m ³)
L 9454 NP	Jemur Wonosari	20	-
	Srikana 1	-	16
L 9453 NP	Boktong	20	-
L 9451 NP	Ngagel	20	-
L 9448 NP	Semut Kali	20	6.4
	Ngagel	-	6.4
L 9554 NP	Tambak Rejo 1	20	20
L 9560 NP	Tambak Rejo 2	20	19,2
L 9384 NP	Srikana 1	20	-
	Jemur Wonosari	-	20
L 9389 NP	Srikana 2	20	-
	Taman Flora 2	-	20
L 9555 NP	Keputran	14	-
	Gayung Pring	-	2
	Jemur Wonosari	-	2.24
L 9704 NP	Taman Flora 1	20	-
	Boktong	-	6.4
	Taman Ketampon	-	6.4
L 9452 NP	Gayung Pring	20	-
	Taman Flora 3	-	16
L 9385 NP	SCS Jalan 03	15.92	-
TOTAL		524.32	

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan faktor *off route* hasil skenario optimasi A dapat disimpulkan hasil optimasi ini masih menghasilkan nilai *W* yang masih diluar nilai toleransi *W* antara 0,125 dan 0,19, meskipun telah dilakukan penggabungan pengangkutan pada ritase kedua untuk memaksimalkan kapasitas *compactor* dan menghilangkan kondisi *staple*. Oleh karena itu, perlu dilakukan optimasi rute pengangkutan skenario B yang tidak lagi memperhatikan komposisi TPS/LPS dengan truk *compactor* pengangkutan sampahnya sehingga volume yang diangkut dan waktu pengangkutan dalam satu trip pengangkutan dapat dioptimalkan lagi dengan tetap memperhatikan 8 jam waktu operasional pengangkutan dalam satu hari.

4.5.2 Optimasi Rute Pengangkutan Skenario B

Sebagai langkah pertama dalam melakukan optimasi skenario B ini adalah menentukan kebutuhan ritase ideal dan volumenya. Berbeda dengan optimasi rite pengangkutan skenario A, untuk efisien waktu pengangkutan dalam satu tripnya kebutuhan ritase kondisi ideal adalah berdasarkan jumlah total tong sampah per TPS/LPS. Misalnya pada TPS Kayun dengan volume seluruh tong pada TPS tersebut adalah 13,266 m³ dan volume sampah adalah 36 m³, maka kebutuhan ritase sampai seluruh sampah terangkut adalah sebagai berikut :

$$\frac{\text{volume sampah}}{\text{kapasitas maksimal compactor}} = \frac{36}{13,266} = 2,71 \sim 3 \text{ ritase}$$

Dengan kebutuhan volume terangkut pada tiap ritase pertama dan kedua adalah sama yaitu 13,266 m³, sedangkan untuk volume ritase ketiga 9,47 m³. Dengan perhitungan kebutuhan ritase dan volume yang sama untuk ke 13 TPS/LPS lainnya, maka ringkasan hasil perhitungan kebutuhan ritase dan volume terangkut per ritase adalah sebagai berikut :

Tabel 4-61. Kebutuhan Ritase dan Volume Optimasi Skenario B

TPS/LPS	Jumlah Tong	vt x f	vol semua tong	Volume Sampah	Kebutuhan Ritase	volume Ritase 1	Volume Ritase 2	Volume Ritase 3	Volume Ritase 4	Volume Ritase 5
i	buah	m3	m3	m3	kali	m3	m3	m3	m3	m3
Simpang Dukuh	25	0.44	11.055	23.76	2.15	11.06	11.06	1.65	0.00	0.00
Kayun	30	0.44	13.266	36	2.71	13.27	13.27	9.47	0.00	0.00
Candipuro	25	0.44	11.055	17.6	1.59	11.06	6.55	0.00	0.00	0.00
Pandegiling	30	0.44	13.266	56	4.22	13.27	13.27	13.27	13.27	2.94
Taman Ketampon	25	0.44	11.055	26.4	2.39	11.06	11.06	4.29	0.00	0.00
Jemur Wonosari	40	0.44	17.688	42.24	2.39	17.69	17.69	6.86	0.00	0.00
Boktong	25	0.44	11.055	26.4	2.39	11.06	11.06	4.29	0.00	0.00
Ngagel	28	0.44	12.3816	26.4	2.13	12.38	12.38	1.64	0.00	0.00
Semut Kali	32	0.44	14.1504	26.4	1.87	14.15	12.25	0.00	0.00	0.00
Tambak Rejo	60	0.44	26.532	79.2	2.99	20.00	20.00	20.00	19.20	0.00
Srikana	60	0.44	26.532	56	2.11	20.00	20.00	16.00	0.00	0.00
Keputran	22	0.44	9.7284	14	1.44	9.73	4.27	0.00	0.00	0.00
Taman Flora	75	0.44	33.165	56	1.69	20.00	20.00	16.00	0.00	0.00
Gayung Pring	25	0.44	11.055	22	1.99	11.06	10.95	0.00	0.00	0.00
SCS Jalan	39.5	0.44	15.9192	15.92	1.00	15.92	0.00	0.00	0.00	0.00

Sumber : Hasil Perhitungan

Setelah diketahui kebutuhan jumlah truk *compactor* dan jumlah tong sampah per ritase per truk *compactor* nya, adalah menentukan rute pengangkutan yang dinilai paling ideal guna meminimalkan jumlah truk dan waktu pengangkutan dengan menggunakan bantuan algoritma *Vehicle Routing Problem with Sequential Intertion*. Algoritma *Vehicle Routing Problem with Sequential Intertion* karena dianggap sangat sesuai dengan kondisi pengangkutan sampah dengan truk *compactor* dikarenakan dalam algoritma ini memfasilitasi adanya beberapa kunjungan yang lebih dari satu TPS/LPS dalam satu ritase dan lebih dari satu ritase dalam satu trip pengangkutan sampah. Pada optimasi rute pengangkutan skenario B ini tidak lagi menggunakan nomor polisi melainkan dengan pemberian kode truk *compactor*, dikarenakan kondisi ideal hasil optimasi adalah rute yang sangat berbeda dengan kondisi eksisting.

Sebagai ilustrasi optimasi skenario B pada pengangkutan sampah LPS Pandegiling dengan kondisi pada LPS tersebut adalah volume timbulan sampah yang sangat besar yaitu 56 m^3 tetapi jumlah total kapasitas tong sampah hanya $13,27 \text{ m}^3$. Hal ini mengakibatkan kebutuhan ritase pada LPS tersebut adalah sebanyak $56 \text{ m}^3 : 13.27 \text{ m}^3 = 4,22 \text{ kali} \sim 5 \text{ kali}$. Maka pengangkutan untuk LPS Pandegiling adalah pada Tabel 4-62 sebagai berikut :

Tabel 4-62. Pengangkutan Kondisi Ideal Optimasi Skenario B Pada LPS Pandegiling

Nama TPS/LPS	Vol Sampah per TPS/LPS (m^3)	Kode Truk <i>Compactor</i>	Ritase ke	Jam Datang	Jam Berangkat	Vol per Ritase (m^3)
Pandegiling	36	D	1	05:22:00	07:07:00	13.27
		G	2	06:32:00	06:54:00	7.62
		N	3	06:06:00	08:04:00	13.26
		G	4	09:48:00	10:10:00	7.62
		K		10:08:00	10:30:00	7.41
		C	5	09:47:00	10:51:00	6.83

Sumber : Hasil Perhitungan

Volume pada setiap ritase hasil simulasi optimasi rute pengangkutan sedikit berbeda dengan volume sampah terangkut dari hasil perhitungan kebutuhan ritase dan volume pada Tabel 4-61, dikarenakan menyesuaikan dengan

volume pengambilan sampah ditempat lain oleh truk *compactor* pengangkut. Kelima truk *compactor* selain mengangkut sampah pada LPS Pandegiling juga mengangkut sampah pada TPS/LPS lainnya seperti yang dirinci pada Tabel 4-62. Dapat dilihat pada tabel tersebut truk *compactor* C dan D mengangkut sampah pada TPS Tambak Rejo, truk *compactor* G mengangkut sampah pada TPS Ngagel, truk *compactor* K mengangkut sampah pada TPS Taman Flora, TPS Jemur Wonosari, dan TPS Kayun serta truk *compactor* N mengangkut sampah pada LPS Keputran dan TPS Kayun.

Tabel 4-63. Rute Pengangkutan Kondisi Ideal Truk *Compactor* C, D, G, K, dan N Hasil Optimasi Skenario B

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Jam Datang	Jam Berangkat	Waktu Perjalanan (jam)	Volume Sampah (m3)	Waktu Bongkar (jam)	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPA s (jam)
		DKP		05:00:00	0.00				
C	1	Tambak Rejo	05:25:00	06:46:00	0.41	20.00	0.72	0.62	0.00
		TPA	07:36:00	07:59:00	0.82	0.00	0.00	0.00	0.37
	2	Tambak Rejo	08:56:00	09:21:00	0.95	13.17	0.00	0.41	0.00
		Pandegiling	09:47:00	10:51:00	0.43	6.83	0.74	0.33	0.00
		TPA	11:51:00	12:14:00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.37
		DKP	12:46:00	12:46:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00
		DKP		05:00:00	0.00				
D	1	Pandegiling	05:22:00	07:07:00	0.37	13.27	1.47	0.64	0.00
		Tambak Rejo	07:40:00	08:36:00	0.55	6.53	0.72	0.20	0.00
		TPA	09:26:00	09:49:00	0.82	0.00	0.00	0.00	0.37
	2	Tambak Rejo	10:46:00	11:12:00	0.95	13.65	0.00	0.42	0.00
		TPA	12:02:00	12:25:00	0.82	0.00	0.00	0.00	0.37
		DKP	12:57:00	12:57:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00
		DKP		05:00:00	0.00				
G	1	Ngagel	05:15:00	06:19:00	0.25	12.38	0.70	0.36	0.00
		Pandegiling	06:32:00	06:54:00	0.22	7.62	0.00	0.36	0.00
		TPA	07:54:00	08:17:00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.37
	2	Ngagel	09:13:00	09:35:00	0.93	12.38	0.00	0.36	0.00
		Pandegiling	09:48:00	10:10:00	0.22	7.62	0.00	0.36	0.00
		TPA	11:10:00	11:33:00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.37
		DKP	12:05:00	12:05:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00
		DKP		05:00:00	0.00				
K	1	Taman Flora	05:15:00	06:27:00	0.25	19.64	0.75	0.69	0.00
		TPA	07:45:00	08:08:00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.37
	2	Jemur Wonosari	09:22:00	09:39:00	1.23	6.86	0.00	0.28	0.00
		Pandegiling	10:08:00	10:30:00	0.48	7.41	0.00	0.35	0.00
		Kayun	10:40:00	10:50:00	0.17	5.73	0.00	0.15	0.00
		TPA	11:32:00	11:55:00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.37
		DKP	12:27:00	12:27:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Jam Datang	Jam Berangkat	Waktu Perjalanan (jam)	Volume Sampah (m ³)	Waktu Bongkar (jam)	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPA s (jam)
		DKP		05:00:00	0.00				
N	1	Keputran	05:17:00	06:00:00	0.28	4.27	0.75	0.24	0.00
		Pandegiling	06:06:00	08:04:00	0.10	13.26	1.42	0.64	0.00
		TPA	09:04:00	09:27:00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.37
	2	Tambak Rejo	10:24:00	11:14:00	0.95	20.00	0.71	0.62	0.00
		TPA	12:04:00	12:27:00	0.82	0.00	0.00	0.00	0.37
		DKP	12:59:00	12:59:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00

Sumber : Hasil Perhitungan

Nilai variable-variabel pada simulasi rute pengangkutan pada tabel diatas diperoleh dari penjelasan sebagai berikut :

- Waktu perjalanan adalah waktu tempuh perjalanan sesuai dengan Lampiran II
- Volume sampah terangkut diperoleh dari penyesuaian antara kebutuhan volume terangkut pada TPS/LPS, sisa kapasitas muat *compactor*, dan kesiapan volume sampah terangkut pada saat kedatangan truk *compactor* pengangkut di TPS/LPS.
- Waktu muat adalah waktu yang dibutuhkan untuk memuat sampah dari tong sampah ke *compactor* yang diperoleh dari *jumlah tong sampah yang dimuat (N) x waktu muat per tong (T)*. Jumlah tong sampah yang dimuat diperoleh dari
$$N = \frac{\text{kebutuhan volume sampah terangkut}}{\text{kapasitas volume per tong sampah}}$$
, dengan volume per tong sampah adalah $1 \times 0,6 \times 1,1 \text{ m} = 0,66 \text{ m}^3$. Pada setiap tong sampah memiliki faktor utilitas tong sebesar 0,67 sehingga kapasitas volume sampah tiap satu tong sampah adalah $0,66 \text{ m}^3 \times 0,67 = 0,4422 \text{ m}^3$. Sedangkan waktu muat per tong sampah diperoleh hasil pengamatan langsung dilapangan yang telah dijelaskan pada komponen aspek analisis point D.
- Waktu bongkar adalah waktu yang dibutuhkan mengisi penuh sampah semua tong sampah yang ada pada TPS/LPS tersebut, diperoleh hasil pengamatan langsung dilapangan yang telah dijelaskan pada komponen aspek analisis point D. Waktu bongkar dalam satu kali pengangkutan pada TPS/LPS tertentu dipengaruhi oleh volume sampah yang akan

diangkut, jika pada saat truk *compactor* pengangkut datang di TPS/LPS dan sampah belum siap diangkut maka truk *compactor* memiliki waktu bongkar sampah sampai tercukupi volume sampah yang akan diangkut di TPS/LPS tersebut.

Kemudian dari rute pengangkutan sampah kondisi ideal pada kelima truk *compactor* tersebut, akan dihitung waktu pengangkutan per ritase $P_{scs} = C_t U_t + (N_p - 1) d_{bc}$, waktu satu trip pengangkutan sampah $T_{scs} = P_{scs} + s + a + bx$ dan nilai faktor *off route* $W = \frac{H - (t_1 + t_2) - N_d T_{H/SCS}}{H}$. Rincian hasil perhitungan waktu pengangkutan sampah per ritase (P_{scs}), waktu satu trip pengangkutan sampah (T_{scs}) dan W (faktor *off route*) terdapat pada Tabel 4-64 sebagai berikut:

Tabel 4-64. Perhitungan P_{scs} , T_{scs} dan W Hasil Optimasi Rute Pengangkutan Skenario A pada Truk *Compactor* C, D, G, K, dan N Hasil Optimasi Skenario B

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPA s (jam)	(N-1).dbc (jam)	Pscs (jam)	h (jam)	Tscs (jam)	t1 (jam)	t2 (jam)	W (jam)
C	1	DKP									
		Tambak Rejo	0.62	0.00	0.00	1.34	1.77	3.48	0.41	0.53	0.13
		TPA	0.00	0.37							
	2	Tambak Rejo	0.41	0.00	0.43	1.17	1.00	2.53			
		Pandegiling	0.33	0.00							
		TPA	0.00	0.37							
		DKP	0.00	0.00							
D	1	DKP									
		Pandegiling	0.64	0.00	0.55	2.11	1.77	4.24	0.37	0.53	0.16
		Tambak Rejo	0.20	0.00							
	2	TPA	0.00	0.37							
		Tambak Rejo	0.42	0.00	0.00	0.42	0.82	1.61			
		TPA	0.00	0.37							
		DKP	0.00	0.00							
G	1	DKP									
		Ngagel	0.36	0.00	0.22	0.94	1.93	3.24	0.25	0.53	0.21
		Pandegiling	0.36	0.00							
	2	TPA	0.00	0.37							
		Ngagel	0.36	0.00	0.22	0.94	1.00	2.30			
		Pandegiling	0.36	0.00							
		TPA	0.00	0.37							
		DKP	0.00	0.00							

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPA s (jam)	(N-1).dbc (jam)	Pscs (jam)	h (jam)	Tscs (jam)	t1 (jam)	t2 (jam)	W (jam)
		DKP									
K	1	Taman Flora	0.69	0.00	0.00	0.69	2.53	3.59	0.25	0.53	0.14
		TPA	0.00	0.37							
	2	Jemur Wonosari	0.28	0.00	0.65	1.44	0.70	2.50			
		Pandegiling	0.35	0.00							
		Kayun	0.15	0.00							
		TPA	0.00	0.37							
		DKP	0.00	0.00							
		DKP									
N	1	Keputran	0.24	0.00	0.10	0.98	1.95	3.29	0.28	0.53	0.17
		Pandegiling	0.64	0.00							
		TPA	0.00	0.37							
	2	Tambak Rejo	0.62	0.00	0.00	1.33	0.82	2.51			
		TPA	0.00	0.37							
		DKP	0.00	0.00							

Sumber : Hasil Perhitungan

Begitu seterusnya untuk 14 TPS/LPS lainnya, optimasi rute pengangkutan skenario B ini secara lengkap terdapat pada Lampiran III dan jadwal pengangkutan per TPS/LPS nya pada Lampiran IV. Pengangkutan pada 14 TPS/LPS dapat diselesaikan pengangkutannya oleh 14 truk *compactor* dengan nilai *W* antara 0,13 sampai dengan 0,27 yang rincian perhitungannya terdapat pada Tabel 4-65. Total waktu tunggu bongkaran sampah hanya 14,67 jam dalam satu hari atau rata-rata 1,31 jam per truk *compactor* tanpa adanya waktu menunggu habisnya waktu operasional pengangkutan.

Tabel 4-65. Nilai *W* (Faktor *Off Route*) Hasil Optimasi Rute Pengangkutan Skenario B Untuk Semua Truk *Compactor*

Truk Compactor	Ritase ke	Pscs	Tscs	t1	t2	W
		(jam)	(jam)	(jam)	(jam)	
A	1	1.04	6.00	0.28	0.53	0.15
	2	1.16				
B	1	1.08	5.96	0.08	0.53	0.18
	2	1.01				
C	1	1.34	6.01	0.41	0.53	0.13
	2	1.17				
D	1	2.11	5.85	0.37	0.53	0.16
	2	0.42				

Truk <i>Compactor</i>	Ritase ke	Pscs	Tscs	t1	t2	W
		(jam)	(jam)	(jam)	(jam)	
E	1	0.70	5.49	0.25	0.53	0.22
	2	0.74				
F	1	1.27	5.64	0.30	0.53	0.19
	2	0.79				
G	1	0.94	5.54	0.25	0.53	0.21
	2	0.94				
H	1	0.85	4.96	0.37	0.53	0.27
	2	0.84				
I	1	1.06	6.03	0.18	0.53	0.16
	2	0.72				
J	1	0.86	5.60	0.43	0.53	0.18
	2	1.24				
K	1	0.69	6.09	0.25	0.53	0.14
	2	1.44				
L	1	0.87	5.08	0.28	0.53	0.26
	2	1.27				
M	1	3.31	6.06	0.34	0.53	0.13
	2	0.28				
N	1	0.98	5.81	0.28	0.53	0.17
	2	1.33				

Sumber : Hasil Perhitungan

Volume sampah terangkut tiap satu trip pengangkutan per hari dari hasil optimasi skenario B ini terdapat ada Tabel 4-66 dengan volume pengangkutan terkecil satu ritasanya sebesar 13,65 m³ oleh truk *compactor* D. Tujuan utama optimasi skenario B yang mencoba menentukan rute pengangkutan yang dinilai paling ideal guna meminimalkan jumlah truk dan waktu pengangkutan. Sehingga untuk efisien waktu pengangkutan maka volume pengangkutan pada setiap TPS/LPS disesuaikan dengan kesiapan jumlah sampah terangkut pada saat truk *compactor* pengangkut datang dan kapasitas maksimal *compactor* serta waktu operasional pengangkutan sampah antara pukul 05.00 sampai 13.00.

Tabel 4-66. Tabel Volume Sampah Terangkut Kondisi Ideal Optimasi Skenario B

Truk <i>Compactor</i>	TPS/LPS	Volume Terangkut	
		Ritase 1 (m ³)	Ritase 2 (m ³)
A	Jemur Wonosari	17.69	-
	Boktong	2.31	11.06
	Simpang Dukuh	-	1.65
	Taman Ketampon	-	4.29
B	Boktong	8.74	4.29
	Gayung Pring	11.06	10.95
C	Tambak Rejo	20	13.17
	Pandegiling	-	6.83
D	Pandegiling	13.27	-
	Tambak Rejo	6.53	13.65
E	Taman Flora	20	16.37
	Ngagel	-	1.64
F	Simpang Dukuh	11.06	11.06
	Srikana	8.94	7.06
G	Ngagel	12.38	12.38
	Pandegiling	7.62	7.62
H	Taman Ketampon	11.06	11.06
	Candipuro	8.94	8.66
I	Srikana	20	-
	Jemur Wonosari	-	17.69
J	Semut Kali	14.15	-
	Tambak Rejo	5.85	-
	Srikana	-	20
K	Taman Flora	19.64	-
	Jemur Wonosari	-	6.86
	Pandegiling	-	7.41
	Kayun	-	5.73
L	Keputran	9.73	-
	Kayun	10.27	20
M	SCS Jalan	15.92	-
	Semut Kali	-	12.25
N	Keputran	4.27	-
	Pandegiling	13.26	-
	Tambak Rejo	-	20
TOTAL		524.32	

Sumber : Hasil Perhitungan

Dengan diperolehnya rute pengangkutan yang ideal dengan menggunakan algoritma *Vehicle Routing Problem with Sequential Intertion*, maka parameter-parameter dalam algoritma tersebut disetiap optimasi rutenya dapat dilihat dalam Lampiran V.

4.5.3 Total Biaya Angkut Kondisi Pengangkutan Sampah Ideal

Setelah diketahui rute pengangkutan kondisi ideal hasil optimasi, total biaya angkut satu trip pengangkutan dapat dihitung berdasarkan rumus perhitungannya adalah sebagai berikut :

Total Biaya Angkut

$$= \text{Satuan Biaya Angkut} \times \text{Waktu Pengangkutan} \times v_{\text{rata-rata}}$$

Dimana waktu pengangkutan adalah waktu satu trip pengangkutan (T_{scs}) ditambah jarak pool - TPS/LPS (t_1) dan ditambah jarak TPA - Pool (t_2). Dan satuan biaya angkut per satu kilometer perjalanan telah diperoleh dan telah dijelaskan pada sub bagian 4.3 huruf I adalah sebesar Rp. 12.869,71. Serta kecepatan laju rata-rata truk *compactor* sebagai hasil pengamatan langsung terhadap pengangkutan sampah (sub bagian 4.3 huruf H) adalah 26 km/jam. Untuk pengangkutan sampah hasil optimasi skenario A truk *compactor* L 9561 NP dengan rute pengangkutan Pool – TPS Simpang Dukuh – TPA – TPS Simpang Dukuh – TPS Kayun – TPA – Pool sehingga $t_1 = 0,3$ dan $t_2 = 0,53$ dan $T_{scs} = 4,08$ (pada Tabel 4-59), maka waktu pengangkutan survey pertama adalah $0,3 + 0,53 + 4,08 = 4,93$ jam. Sehingga Total Biaya Angkut adalah

Total Biaya Angkut

$$= \text{Rp. } 12.869,71 \times 4,93 \text{ jam} \times 26 \text{ km/jam} = \text{Rp. } 1.694.701,72$$

Sedangkan untuk memperoleh Biaya Pengangkutan Per Kilogram sampah dapat dihitung dengan rumus perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Biaya Pengangkutan Per Kg (Rp)} = \frac{\text{Biaya Total Angkut (Rp)}}{\text{Volume Sampah Terangkut (m}^3\text{)} \times \text{Densitas Sampah (kg/m}^3\text{)}}$$

Dimana densitas sampah diperoleh dari pengolahan data pengamatan langsung pengangkutan sampah eksisting dan telah dijelaskan perhitungannya pada sub bab 4.3 huruf G adalah 353,098 kg/m³. Volume sampah terangkut pengangkutan sampah hasil optimasi skenario A rute pengangkutan oleh truk *compactor* L 9561 NP adalah 20 m³ pada ritase pertama dan 19,76 m³ pada ritase kedua (pada Tabel 4-60) sehingga total volume terangkut dalam satu tripnya adalah 39,76 m³. Maka untuk tiap 1 kilogram sampah yang terangkut oleh truk *compactor* L 9561 NP adalah sebagai berikut :

$$\text{Biaya Pengangkutan Per Kg} = \frac{\text{Rp. 1.645.280,03}}{39,76 \text{ m}^3 \times 353,098 \text{ kg/m}^3} = \text{Rp. 117,19 per satu}$$

kg sampah. Dengan perhitungan yang sama untuk rute pengangkutan ideal hasil optimasi skenario A lainnya, maka total biaya angkut satu trip pengangkutan per truk *compactor* pada kondisi ideal hasil optimasi skenario A adalah sebagai berikut :

Tabel 4-67. Total Biaya Satu Trip Pengangkutan Kondisi Ideal Hasil Optimasi Skenario A

Truk Compactor	TPS/LPS	Waktu Pengangkutan	Total Biaya Angkut (Rp)	Biaya Per Kg Sampah (Rp/Kg)
L9561NP	Simpang Dukuh, Kayun	4.92	1,645,280.03	117.19
L9553NP	Kayun, Candipuro	4.93	1,649,605.02	124.25
L9386NP	Pandegiling	5.73	1,916,064.85	150.73
L9557NP	Pandegiling	3.23	1,080,426.20	152.99
L9455NP	Taman Ketampon	2.69	900,331.74	127.49
L9454NP	Jemur Wonosari, Srikana	5.96	1,995,956.56	157.02

Truk Compactor	TPS/LPS	Waktu Pengangkutan	Total Biaya Angkut (Rp)	Biaya Per Kg Sampah (Rp/Kg)
L9453NP	Boktong	3.49	1,169,326.59	165.58
L9451NP	Ngagel	3.32	1,112,472.24	157.53
L9448NP	Semut Kali	5.38	1,799,394.31	155.37
L9554NP	Tambak Rejo	5.55	1,857,898.60	131.54
L9560NP	Tambak Rejo	5.53	1,849,643.70	133.63
L9384NP	Jemur Wonosari, Srikana	6.45	2,158,528.33	152.83
L9389NP	Srikana, Taman Flora	6.09	2,039,090.35	144.37
L9555NP	Keputran, Gayung Pring, Jemur Wonosari	6.05	2,025,676.58	314.52
L 9704 NP	Taman Flora, Boktong, Taman Ketampon	6.53	2,186,089.24	188.76
L9452NP	Gayung Pring, Taman Flora	6.43	2,151,765.47	169.28
L9385NP	SCS Jalan 03	5.06	1,674,948.13	297.98
Rata-rata Biaya Angkut			1,718,382.23	167.12
Total Biaya Pengangkutan Keseluruhan			29,212,497.93	2,841.06

Sumber : Hasil Perhitungan

Baik dari rata-rata biaya angkut dan total biaya pengangkutan keseluruhan, kondisi ideal hasil optimasi skenario A lebih baik daripada kondisi eksisting. Rata-rata biaya angkut kondisi ideal optimasi skenario A adalah Rp. 1.718.382,23 per satu trip pengangkutan dan Rp. 167,12 per satu kilogram sampah terangkut ke TPA, dimana biaya ini adalah lebih rendah jika dibandingkan dengan kondisi eksisting yang memerlukan rata-rata biaya angkut sebesar Rp. 1.744.810,54 dan Rp. 233,12 per satu kilogram sampah. Untuk total biaya angkut secara keseluruhan kondisi ideal pengangkutan sampah hasil optimasi skenario A memerlukan Rp. 29.212.497,93, sedangkan pengangkutan

sampah seluruh trip kondisi eksisting memerlukan biaya lebih tinggi yaitu sebesar Rp. 33.151.400,25.

Untuk pengangkutan sampah hasil optimasi skenario B truk *compactor* A dengan rute pengangkutan Pool – TPS Jemur Wonosari – LPS Boktong – TPA – LPS Boktong – TPS Simpang Dukuh – TPS Taman Ketampon – TPA – Pool sehingga $t_1 = 0,28$ dan $t_2 = 0,53$ dan $T_{scs} = 6,00$ (pada Tabel 4-65), maka waktu pengangkutan survey pertama adalah $0,28 + 0,53 + 6,00 = 6,82$ jam. Sehingga Total Biaya Angkut adalah

Total Biaya Angkut

$$= \text{Rp. } 12.869,71 \times 6,82 \text{ jam} \times 26 \text{ km/jam} = \text{Rp. } 2.281.417,26$$

Volume sampah terangkut pengangkutan sampah hasil optimasi skenario B rute pengangkutan oleh truk *compactor* A adalah 20 m^3 pada ritase pertama dan $12,71 \text{ m}^3$ pada ritase kedua (pada Tabel 4-66), sehingga total volume sampah terangkut dalam satu tripnya adalah $32,71 \text{ m}^3$. Maka untuk tiap 1 kilogram sampah yang terangkut oleh truk *compactor* A adalah sebagai berikut :

$$\text{Biaya Pengangkutan Per Kg} = \frac{\text{Rp. } 2.281.417,26}{32,71 \text{ m}^3 \times 353,098 \text{ kg/m}^3} = \text{Rp. } 174,65 \text{ per satu}$$

kg sampah. Dengan perhitungan yang sama untuk rute pengangkutan ideal hasil optimasi skenario B lainnya, maka total biaya angkut satu trip pengangkutan per truk *compactor* pada kondisi ideal hasil optimasi skenario B adalah sebagai berikut :

Tabel 4-68. Total Biaya Satu Trip Pengangkutan Kondisi Ideal Hasil Optimasi Skenario B

Truk Compactor	TPS/LPS	Waktu Pengangkutan	Total Biaya Angkut (Rp)	Biaya Per Kg Sampah (Rp/Kg)
A	Jemur Wonosari, Boktong, Simpang Dukuh, Taman Ketampon	6.82	2,281,417.26	174.65

Truk Compactor	TPS/LPS	Waktu Pengangkutan	Total Biaya Angkut (Rp)	Biaya Per Kg Sampah (Rp/Kg)
B	Boktong, Gayung Pring	6.57	2,199,752.54	177.83
C	Tambak Rejo, Pandegiling	6.95	2,327,030.58	164.76
D	Tambak Rejo, Pandegiling	6.75	2,259,708.57	191.33
E	Taman Flora, Ngagel	6.28	2,100,192.98	156.50
F	Simpang Dukuh, Srikana	6.48	2,167,077.90	161.04
G	Ngagel, Pandegiling	6.33	2,116,548.35	149.86
H	Taman Ketampon, Candipuro	5.86	1,959,326.48	139.74
I	Srikana, Jemur Wonosari	6.75	2,259,057.28	169.75
J	Semut Kali, Tambak Rejo, Srikana	6.56	2,196,289.46	165.04
K	Taman Flora, Jemur Wonosari, Pandegiling, Kayun	6.87	2,300,262.54	164.38
L	Keputran, Kayun	5.90	1,972,849.17	139.68
M	SCS Jalan 03, Semut Kali	6.94	2,323,469.06	233.60
N	Keputraan, Pandegiling, Tambak Rejo	6.63	2,216,966.52	167.29
Rata-rata Biaya Angkut			2,191,424.91	168.25
Total Biaya Pengangkutan Keseluruhan			30,679,948.68	2,355.44

Sumber : Hasil Perhitungan

Rata-rata biaya angkut kondisi ideal hasil optimasi skenario B adalah Rp. 2.191.424,91 per satu trip pengangkutan, dimana biaya angkut ini lebih tinggi daripada biaya angkut kondisi eksisting yang memerlukan rata-rata biaya angkut sebesar Rp. 1.744.810,54 serta lebih tinggi juga dari biaya angkut kondisi ideal hasil optimasi skenario A adalah Rp. 1.718.382,23 per satu trip pengangkutan. Hal ini dikarenakan Total Biaya Angkut adalah linier dengan Waktu dan Volume Pengangkutan, sehingga menyebabkan biaya pengangkutan skenario optimasi B lebih tinggi dengan volume sampah yang diangkut sama namun waktu pengangkutan yang paling tinggi dibanding dengan kondisi eksisting dan kondisi ideal optimasi skenario A.

Untuk total biaya angkut secara keseluruhan kondisi ideal pengangkutan sampah hasil optimasi skenario B memerlukan Rp. 30.679.948,68 dengan 14 unit truk *compactor* pengangkut sampah, sedangkan pengangkutan sampah seluruh trip kondisi eksisting memerlukan biaya lebih tinggi yaitu sebesar Rp. 33.151.400,25 dengan 19 unit truk *compactor* pengangkut sampah. Namun sebaliknya jika dibandingkan dengan total biaya angkut secara keseluruhan kondisi ideal hasil optimasi skenario A lebih rendah yaitu Rp. 29.212.497,93 untuk 17 *compactor* pengangkut sampah.

Meskipun optimasi rute pengangkutan skenario B mengeluarkan total biaya satu trip pengangkutan yang lebih mahal, beban kerja pengangkutan hampir kurang lebih sama pada 14 unit truk *compactor* yaitu antara 5,86 sampai 6,95 jam dan kru kendaraan pengangkutan juga sudah mendapatkan waktu istirahat \pm 1 jam dalam satu hari. Berbeda halnya dengan optimasi rute pengangkutan skenario A yang mengeluarkan total biaya satu trip pengangkutan yang lebih murah, tetapi beban kerja yang sangat berbeda pada 17 unit truk *compactor* yaitu antara 2,69 sampai 6,53 jam dan waktu *idle* (waktu menunggu bongkaran sampah dan habisnya 8 jam waktu operasional pengangkutan) terlalu lama.

Setelah dilakukan perhitungan-perhitungan untuk memperoleh waktu dan total biaya pengangkutan sampah kondisi ideal baik dengan optimasi skenario A dan optimasi skenario B, maka dapat disimpulkan hasil aspek komponen analisa

pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah kondisi eksisting adalah sebagai berikut :

- 1) Waktu satu trip pengangkutan .
 - Variasi waktu satu trip pengangkutan kondisi ideal hasil optimasi A antara tiap truk *compactor* dalam satu trip pengangkutan masih cukup besar yaitu 2,69 jam untuk yang tercepat dan 6,55 jam untuk waktu pengangkutan yang terlama. Dengan total waktu pengangkutan seluruh trip dalam sehari adalah 87,34 jam.
 - Variasi waktu pengangkutan kondisi ideal hasil optimasi skenario B antara tiap truk *compactor* dalam satu trip pengangkutan sudah dapat dikurangi, yaitu antara 5,83 – 6,93 jam. Dengan total waktu pengangkutan seluruh trip dalam sehari adalah 91,69 jam.
- 2) Nilai faktor *Off Route* sebagai waktu hambatan pengangkutan sebagai friksi.
 - Masih adanya waktu hambatan pengangkutan kondisi ideal hasil skenario optimasi A masih cukup besar pada salah satu tripnya dengan nilai faktor *off route* sebesar 0,67 atau sekitar 5 jam.
 - Waktu hambatan pengangkutan kondisi ideal hasil skenario optimasi B sudah cukup dapat dikurangi dengan nilai faktor *off route* antara 0,13 – 0,27 atau kurang lebih 1 – 2 jam per trip pengangkutan sampah.
- 3) Jumlah ritase dalam satu trip pengangkutan.
 - Jumlah ritase kondisi ideal hasil optimasi skenario A dalam satu trip pengangkutan adalah 1 sampai 2 ritase.
 - Sedangkan jumlah ritase kondisi ideal hasil optimasi skenario B dalam satu trip pengangkutan adalah 2 ritase.
- 4) Volume sampah terangkut per trip pengangkutan.
 - Terdapat variasi volume sampah terangkut yang masih cukup besar antara tiap truk dalam satu trip pengangkutan pada kondisi ideal hasil optimasi skenario A. Selain itu, kapasitas angkut *compactor* pada beberapa trip pengangkutan juga belum dimaksimalkan dengan baik.
 - Volume sampah terangkut antara tiap truk dalam satu trip pengangkutan pada kondisi ideal hasil optimasi skenario B sudah cukup merata dan kapasitas angkut *compactor* sudah dimaksimalkan dengan baik.

- 5) Waktu tunggu per trip pengangkutan.
 - Waktu tunggu masih cukup lama pada pengangkutan sampah kondisi ideal hasil optimasi skenario A, dimana waktu tunggu ini termasuk rata-rata waktu tunggu tong sampah terisi penuh sampah yaitu 1,5 jam dan waktu tunggu 8 jam operasional pengangkutan sampah habis.
 - Rata-rata waktu tunggu pada pengangkutan sampah kondisi ideal hasil optimasi skenario B sudah semakin kecil, yaitu 1,31 jam tanpa waktu tunggu 8 jam operasional pengangkutan sampah habis.
- 6) Jumlah truk *compactor* pengangkut sampah.
 - Jumlah truk *compactor* kondisi ideal pengangkutan sampah hasil optimasi skenario A adalah sebanyak 17 unit truk *compactor*.
 - Jumlah truk *compactor* kondisi ideal pengangkutan sampah hasil optimasi skenario B adalah sebanyak 14 unit truk *compactor*.
- 7) Total biaya keseluruhan pengangkutan sampah.
 - Total biaya keseluruhan pengangkutan sampah kondisi ideal pengangkutan sampah hasil optimasi skenario A adalah Rp. 29.212.497,93
 - Total biaya keseluruhan pengangkutan sampah kondisi ideal pengangkutan sampah hasil optimasi skenario B adalah Rp. 30.679.948,68

4.6 Perbandingan Kondisi Eksisting dengan Kondisi Ideal Optimasi Pengangkutan Sampah

Dengan telah diketahuinya kondisi ideal rute pengangkutan hasil optimasi, maka dapat dilakukan perbandingan dengan kondisi pengangkutan sampah eksisting. Perbandingan antara kondisi eksisting dengan kondisi ideal adalah pada Tabel 4-69 sebagai berikut :

Tabel 4-69. Perbandingan Pengangkutan Sampah Kondisi Eksisting dan Kondisi Ideal

No.	Komponen	Kondisi Eksisting	Kondisi Ideal	
			Optimasi Skenario A	Optimasi Skenario B
1.	Waktu pengangkutan	Paling cepat 2,48 jam, dan paling lama 7,45 jam (Tabel 4-48).	Antara 2,69 jam sampai dengan 6,55 jam dengan total waktu pengangkutan dalam satu hari adalah 87,34 jam (Tabel 4-67)	Antara 5,83 jam sampai dengan 6,93 jam dengan total waktu pengangkutan dalam satu hari adalah 91,69 jam (Tabel 4-68)
2.	Nilai faktor <i>off route</i>	Antara 0,07 sampai dengan 0,66 (Tabel 4-45 dan Tabel 4-46)	Antara 0,18 sampai dengan 0,67 (Tabel 4-59)	Antara 0,13 sampai dengan 0,27 (Tabel 4-65)
3.	Jumlah ritase dalam satu trip	0 - 2 ritase tetapi dengan adanya pengangkutan dengan kondisi <i>staple</i> (Tabel 4-30)	1 atau 2 ritase (Lampiran III dan Tabel 4-59)	2 ritase (Lampiran III dan Tabel 4-65)
4.	Volume terangkut per trip pengangkutan	Volume pengangkutan yang masih dibawah atau terlalu besar dari kapasitas maksimal <i>compactor</i> yaitu 20 m ³ (Tabel 4-34)	Volume pengangkutan terkecil satu ritasinya sebesar 4,24 m ³ (Tabel 4-60)	Volume pengangkutan terkecil satu ritasinya sebesar 13,65 m ³ (Tabel 4-66)
5.	Waktu tunggu	Antara 0,95 jam sampai dengan 4,33 jam, dengan rata-rata 2,44 jam per trip pengangkutan	Rata-rata waktu menunggu bongkaran sampah 1,5 jam diluar waktu menunggu habisnya 8 jam waktu operasional pengangkutan	Rata-rata waktu menunggu bongkaran sampah 1,31 jam tanpa waktu menunggu habisnya 8 jam waktu operasional pengangkutan
6.	Jumlah truk <i>compactor</i> pengangkut sampah	19 unit truk <i>compactor</i> (Lampiran III)	17 unit truk <i>compactor</i> (Lampiran III)	14 unit truk <i>compactor</i> (Lampiran III)

No.	Komponen	Kondisi Eksisting	Kondisi Ideal	
			Optimasi Skenario A	Optimasi Skenario B
7.	Total Biaya Angkut	Total Biaya Angkut Keseluruhan adalah Rp. 33.151.400,25 (Tabel 4-48)	Total Biaya Angkut Keseluruhan adalah Rp. 29.212.497,93 (Tabel 4-67)	Total Biaya Angkut Keseluruhan adalah Rp. 30.679.948,68 (Tabel 4-68)

Sumber : Hasil Analisis

Kesimpulan dari perbandingan kondisi eksisting dengan kondisi ideal yang dirinci pada Tabel 4-69 adalah sebagai berikut :

1. Waktu pengangkutan satu trip kondisi ideal skenario optimasi B lebih panjang daripada kondisi eksisting pengangkutan dan kondisi ideal optimasi skenario A. Namun beban pengangkutan dari segi waktu pada kondisi ideal optimasi skenario B sudah cukup merata untuk semua truk *compactor* pengangkut karena waktu pengangkutan satu trip kondisi ideal optimasi B antar truk *compactor* pengangkut tidak terlalu jauh.
2. Nilai faktor *off route* kondisi ideal pengangkutan sampah hasil optimasi skenario B lebih baik daripada kondisi eksisting dan kondisi ideal optimasi skenario A. Nilai faktor *off route* yang baik adalah berada diantara rentang 0,125 – 0,19, dimana pada rentang tersebut waktu hambatan pengangkutan sekitar 1 – 1,5 jam yang dapat digunakan supir dan kru truk *compactor* pengangkut sampah untuk istirahat dan keperluan lain.
3. Banyaknya ritase dalam satu trip pengangkutan kondisi ideal hasil optimasi skenario B sudah cukup baik daripada kondisi eksisting dan kondisi ideal optimasi skenario A dengan menyamakan beban pengangkutan seluruh truk *compactor* menjadi 2 ritase.
4. Volume pengangkutan pada tiap ritase dalam satu trip pengangkutan kondisi ideal hasil optimasi skenario B lebih baik daripada kondisi eksisting dan kondisi ideal optimasi skenario A. Dimana pada kondisi

- ideal hasil optimasi skenario B telah memaksimalkan kapasitas angkut *compactor* dengan volume terangkut yang paling kecil adalah 13,65 m³.
5. Waktu tunggu pengisian/pemindahan sampah dari gerobak ke tong sampah kondisi ideal hasil optimasi skenario B lebih kecil daripada kondisi eksisting dan kondisi ideal optimasi skenario A.
 6. Jumlah truk *compactor* kondisi eksisting pengangkutan sampah adalah sebanyak 19 unit. Kondisi ideal hasil optimasi skenario A pengangkutan sampah dapat diselesaikan dengan 17 unit truk *compactor*. Kondisi ideal hasil optimasi skenario B pengangkutan sampah dapat diselesaikan dengan 14 unit truk *compactor*.
 7. Total biaya pengangkutan sampah kondisi ideal hasil optimasi skenario A dan B lebih rendah daripada total biaya pengangkutan sampah kondisi eksisting. Total biaya pengangkutan kondisi ideal hasil optimasi skenario A merupakan pengangkutan dengan biaya paling efisien dibanding dengan lainnya.

4.7 Upaya Perbaikan Pengaturan/Pemrograman Pengangkutan Sampah

Dari hasil perbandingan antara kondisi eksisting dan kondisi ideal pengangkutan sampah dengan menggunakan truk *compactor* pada sub bab 4.6, maka upaya perbaikan pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah Kota Surabaya adalah sebagai berikut :

1. Jumlah truk *compactor* pengangkut sampah kondisi ideal lebih kecil daripada kondisi eksisting. Oleh karena karena itu, untuk meningkatkan lagi pelayanan pengangkutan sampah dengan menggunakan jumlah asset truk *compactor* kondisi eksisting (19 unit) perlu dilakukan penambahan TPS/LPS baru yang pelayanan pengangkutan sampahnya ditingkatkan dari pengangkutan dengan menggunakan truk *armroll* menjadi truk *compactor*. Penambahan TPS/LPS yang pelayanan pengangkutannya dapat diubah dari pengangkutan menggunakan truk *armroll* menjadi truk *compactor* adalah TPS/LPS yang diangkut oleh kendaraan truk *armroll* yang sudah memasuki masa manfaat \geq

20 tahun. Karena pada saat kendaraan sudah memasuki masa manfaat 20 tahun depresiasi nilai asset kendaraan tersebut adalah 0 sehingga dapat dilakukan penghapusan asset atau tidak menggunakan kendaraan tersebut dalam operasional pekerjaan. Selain melihat usia manfaat truk *armroll* pengangkut sampahnya, penambahan TPS/LPS dengan layanan pengangkutan sampah menggunakan truk *compactor* juga memperhatikan volume sampah pada TPS/LPS tersebut. Dari data TPS/LPS dan kendaraan pengangkutan sampah yang menjadi asset Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya diperoleh TPS/LPS yang dapat ditingkatkan pelayanan pengangkutannya menggunakan truk *compactor* pada Tabel 4-70 sebagai berikut :

Tabel 4-70. Data TPS/LPS dengan Jumlah Sampah Cukup Besar yang Diangkut Oleh Truk *Armroll* yang Masa Manfaatnya ≥ 20 Tahun

Nama TPS/LPS	Alamat	Volume Sampah (m ³)	Nopol Truk <i>Armroll</i>	Tahun Perolehan Truk <i>Armroll</i>	Rayon
Demak (Kali Butuh)	Jl. Demak	28	L 8038 PP	1993	Pusat
Dupak Prau	Jl. Babatan Dupak	28	L 8061 SP	1995	Pusat
Pasar Kapasan	Jl.Pasar Kapasan	14	L 8075 QP	1995	Pusat
Tubanan	Jl. Simpang Darmo Permai	14	L 8038 RP	1993	Barat
Manukan Kulon	Jl. Manukan Kulon	28	L 8075 QP	1995	Barat
Tambak Deres	Jl. Tambak Deres	14	L 8042 RP	1993	Utara
Kalibokor	Jl. Kalibokor	28	L 8037 PP	1993	Timur
Depo Semolowaru	Jl. Semolowaru	28	L 8075 QP	1995	Timur

Sumber : Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Surabaya

Dengan asumsi jumlah tong sampah pada TPS/LPS diatas adalah ± 30 buah dan waktu bongkar adalah ± 45 menit, maka waktu yang dibutuhkan tiap truk *compactor* pada tiap TPS/LPS per ritase adalah ± 1 jam. Sedangkan asumsi

waktu yang dibutuhkan untuk Pool – TPS/LPS ditambah TPA – Pool adalah \pm 1 jam dan waktu tempuh TPS – TPA –TPS adalah 2 jam. Untuk penambahan TPS/LPS pada Tabel 4-70 dengan waktu hambatan ideal selama 1,12 jam atau nilai faktor *off route* adalah 1,5, maka dibutuhkan 6 trip pengangkutan sampah pada TPS/LPS tersebut.

2. Selain peningkatan jumlah TPS/LPS yang terlayani pengangkutannya dengan truk *compactor*, perlu juga dilakukan penambahan jumlah asset tong sampah pada TPS/LPS eksisting dengan jumlah sampah yang besar seperti pada LPS Pandegiling, TPS Tambak Rejo, dan TPS Jemur Wonosari. Dengan penambahan jumlah asset tong sampah, volume sampah yang dapat terangkut di setiap ritase pengangkutan pada ketiga TPS/LPS tersebut akan semakin besar sehingga waktu satu trip pengangkutan dapat lebih efektif dikarenakan waktu tunggu pengisian tong sampah juga semakin kecil.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Komponen aspek analisis pengaturan/pemrograman pengangkutan sampah Kota Surabaya adalah sebagai berikut :
 - 1) Waktu satu trip pengangkutan .
 - 2) Nilai faktor *Off Route* sebagai waktu hambatan pengangkutan sebagai friksi.
 - 3) Jumlah ritase dalam satu trip pengangkutan.
 - 4) Volume sampah terangkut per trip pengangkutan.
 - 5) Waktu tunggu per trip pengangkutan.
 - 6) Jumlah truk *compactor* pengangkut sampah.
 - 7) Total biaya keseluruhan pengangkutan sampah.
2. Pengangkutan sampah eksisting dari hasil pengamatan langsung di lapangan memiliki waktu satu trip pengangkutan yang berbeda-beda dengan waktu tercepat adalah 2,48 jam dengan faktor *off route* 0,66 dan waktu terlama adalah 7,45 jam dengan faktor *off route* 0,07. Hal ini menunjukkan beban kerja pada tiap truk *compactor* belum merata.
3. Pengangkutan sampah kondisi ideal telah dilakukan dengan dua skenario optimasi rute pengangkutan sampah, dengan hasil nilai faktor *off route W* yang lebih baik dari kondisi eksisting pengangkutan sampah. Hasil kedua optimasi adalah sebagai berikut :
 - Optimasi rute pengangkutan sampah skenario A masih ditemukan waktu satu trip pengangkutan dan volume sampah dalam satu ritasanya yang terlalu kecil, sehingga nilai tertinggi faktor *off route* pengangkutan adalah 0,67.
 - Optimasi rute pengangkutan sampah skenario B dinilai sebagai skenario optimasi yang paling baik dikarenakan beban kerja seluruh truk *compactor* adalah 2 ritase dalam satu trip pengangkutan, waktu satu trip pengangkutan seluruh truk *compactor* $\pm 6 - 7$ jam. Selain itu, diperoleh

faktor *off route* seluruh truk adalah antara 0,27 sampai dengan 0,13 yang dinilai telah mencapai nilai paling efektif dari optimasi pengangkutan dengan menggunakan truk *compactor* ini.

4. Perbandingan antara kondisi ideal hasil optimasi dengan kondisi eksisting telah dilakukan dengan 7 (tujuh) aspek komponen, dan disimpulkan bahwa kondisi ideal hasil optimasi lebih baik dari kondisi eksisting pengangkutan sampah dengan menggunakan truk *compactor*.
5. Upaya perbaikan untuk peningkatan pelayanan pengangkutan dengan menggunakan truk *compactor* adalah melakukan penambahan 8 (delapan) TPS/LPS baru atau ± 6 trip pengangkutan baru yang pengangkutannya menggunakan pola SCS dan penambahan jumlah asset tong sampah pada TPS/LPS eksisting yang memiliki jumlah volume sampah yang cukup besar seperti pada TPS Jemur Wonosari, TPS Tambak Rejo, dan LPS Pandegiling.

5.2 Saran

Saran dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengangkutan sampah dengan menggunakan truk *compactor* pada 2 atau 3 tahun mendatang dengan penambahan TPS/LPS yang terlayani pengangkutannya dengan pola pengangkutan *Stationary Container Systems* ini.
2. Penelitian yang dimaksud pada nomor 1 dapat dilakukan dengan menggunakan metode optimasi yang bersifat *heuristic solution* dengan penyiapan data teknis pengangkutan yang cukup untuk data training dan data testing, sehingga hasil optimasi yang dicapai dapat lebih akurat dan penjadwalan pengangkutan bisa lebih tepat. Hal ini perlu dilakukan dikarenakan total biaya satu trip pengangkutan yang cukup mahal, namun disisi lain anggaran operasional pengangkutan hanya $\pm 5\%$ dari total keseluruhan anggaran.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. Surabaya Dalam Angka. (2012). Surabaya: BPS Kota Surabaya.
- Anonim. (2011). *Permen PU No.19/PRT/M/2011*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Bakari, O. (2013). *Optimasi Sistem Pengangkutan Sampah Kota Bogor*. Surabaya: Program Pasca Sarjana Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS Manajemen Aset Infrastruktur ITS.
- Damanhuri, E., & Padmi, T. (1999). *Probleme de Dechets Urban en Indonesie TFE ENTPE (Perancis) E. Damanhuri (Editor) : Disiapkan untuk PT. Freeport Indonesia*. Bandung: Teknik Lingkungan ITB.
- Danang Bureau of Statistics. (2011). *Municipal solid waste management at Danang city (in Vietnamese)*. Danang.
- Dianbudiyanto, W. (2015). *Optimasi Pengangkutan Sampah Dengan Truk Kompaktor dan Truk Arm Roll di Surabaya*. Surabaya: Jurusan Teknik Lingkungan ITS.
- Fitria, L., Susanty, S., & Suprayogi. (2009). Penentuan Rute Truk Pengumpulan dan Pengangkutan Sampah di Bandung. *Jurnal Teknik Industri*, 51-60.
- Grossman, D., Hudson, J., & Mark, D. (1974). Waste generation methods for solid waste collection. *Journal of Enviromental Engineering, ASCE* 6, 1219-1230.
- Gunawan, MA, I. (2011). *Memorandum Program Sektor Sanitasi Kota Surabaya 2012-2016*. Surabaya: Pemerintah Kota Surabaya.
- Hadinata, A. (2011). *Bahan Ajar Manajemen Aset*. Jakarta: Sekolah Tinggi Administrasi Negara.
- Lampiran II. (2014). *Laporan Keuangan Tahun 2014*. Surabaya: Pemerintah Kota Surabaya.
- Marpaung, H. M. (2004). *Optimasi Kebutuhan Kendaraan Angkutan Sampah di Kota Surabaya*. Surabaya: Program Pasca Sarjana Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS Manajemen dan Rekayasa Transportasi ITS.

- Matsuto, T., & Tanaka, N. (1993). Data analysis of daily collection tonnage of residential solid waste in Japan. *Waste Management and Research* 11:4, 333-343.
- Mustika, R. (2008). *Usulan Rute Kendaraan dengan Menggunakan Algoritma Sequential Insertion di PT. Coca-cola Bottling Indonesia*. Bandung: Tugas Sarjana Teknik Industri Teknologi Nasional Bandung.
- OECD, O. f.-o. (2004). *Towards Waste Prevention Performance Indicators ENV/EPOC/WGWPR/SE(2004)1/FINAL*. Enviroment directorate: Paris, France.
- Pramono, S. S. (2005). Studi Pengangkutan Sampah Dari TPS hingga TPA di Kota Depok. *Seminar Nasional PESAT* (hal. T29 - T38). Jakarta: Universitas Gunadarma.
- Sugiharti, M.Si, I. (2015). *Surabaya Dalam Angka 2014*. Surabaya: Pemerintah Kota Surabaya.
- Sugiyanto, D. (t.thn.). *Biaya Operasional Kendaraan*. Purwokerto: Universitas Jendral Sudirman.
- Suharjanto, A. (2008). *Evaluasi Pengoperasian Kendaraan Pengangkut Sampah Sebagai Aset Daerah di Kota Bogor*. Surabaya: Program Pasca Sarjana Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Suprayitno, H. (2003). Optimasi Permasalahan Armada dan Trayek Angkutan. *Torsi*, 19 - 25.
- Thobanoglous, G. T. (1993). *Integrated Solid Waste Management*. Mc Graw-Hill International Edition.
- Toth, P., & Vigo, D. (2002). *The Vehicle Routing Problem*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Zaimudinnah. (2008). *Optimasi Rute Penyebrangan Feri di Provinsi Maluku Menggunakan Algoritma Genetika*. Bandung: ITB.
- Zsigraiova, Z., Semiao, V., & Beijoco, F. (2013). Operation costs and pollutant emissions reduction by definition of new collection scheduling and optimization of MSW collection routes using GIS. *The case study of Barreiro, Portugal. Waste Manag.* 33, 793-806.

LAMPIRAN I. REKAPITULASI PENGAMATAN LANGSUNG PENGANGKUTAN SAMPAH SCS

No	Supir Truk Compactor	Hari dan Tanggal Survey	Truk Compactor	Nama LPS/DEPO/ Kegiatan	Pool-Depo			Depo-Pool			Depo-TPA			TPA-Depo				
					awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi		
1.	SATRAWI	10 March 2016	L 9386 NP	LPS Pandegiling	05:49:00	06:15:00	00:26:00	13:25:00	13:46:00	00:21:00	09:35:00	10:25:00	00:50:00	10:53:00	11:46:00	00:53:00		
				Persiapan Berangkat														
		23 April 2016	L 9386 NP	Kantor														
				Persiapan Berangkat														
				LPS Pandegiling	06:31:00	06:51:00	00:20:00				10:16:00	11:05:00	00:47:00					
				Pengisian 1 Pengisian 2 TPA												11:38:00	12:58:00	01:20:00
LPS Pandegiling				13:02:00	13:29:00	00:27:00												
Kantor																		
2.	AJI	22 March 2016	L 9385 NP	Kantor														
				Santika	04:40:00	05:07:00	00:27:00											
				Ratulangi														
				Teuku Umar														
				Urip Sumoharjo 1														
				Urip Sumoharjo 2														
				Urip Sumoharjo 3														
				Urip Sumoharjo 4														
				Embong Malang														
				Teuku Umar														
				Jalan Karet														
				JMP														
				Jalan Kemayoran														
				TPA										07:45:00	08:30:00	00:45:00		
				Timbang (2x)														
				Jalan (2x)														
				Buang														
Antri Timbang (2x)																		
Antri Buang																		
Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah																		
Persiapan Berangkat																		
Teuku Umar							10:38:00	11:05:00	00:27:00				09:40:00	10:30:00	00:50:00			
07 May 2016	L 9385 NP	Kantor																
		Persiapan Berangkat																
		pandegiling 1	05:03:00	05:22:00	00:19:00													
		pandegiling 2 pandegiling 3																

Truk Compactor	Nama LPS/DEPO/ Kegiatan	Pool-TPA			TPA-Pool			Waktu Antar Depo			Waktu Menunggu			Waktu pengosongan tong		
		awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi
L 9386 NP	LPS Pandegiling										06:15:00	09:03:00	02:48:00	09:03:00	09:35:00	00:32:00
	Persiapan Berangkat										11:46:00	13:25:00	01:39:00	13:25:00	13:46:00	00:21:00
L 9386 NP	Kantor															
	Persiapan Berangkat															
	LPS Pandegiling															
	Pemisian 1										06:51:00	07:45:00	00:54:00	07:45:00	07:58:00	00:13:00
	Pemisian 2										08:00:00	09:37:00	01:37:00	09:37:00	10:15:00	00:38:00
	TPA															
	LPS Pandegiling													12:58:00	13:02:00	00:04:00
	Kantor															
L 9385 NP	Kantor															
	Santika													05:07:00	05:10:00	00:03:00
	Ratulangi										05:10:00	05:18:00	00:08:00	05:18:00	05:19:00	00:01:00
	Teuku Umar										05:19:00	05:22:00	00:03:00	05:22:00	05:35:00	00:13:00
	Urip Sumoharjo 1										05:35:00	05:38:00	00:03:00	05:38:00	05:39:00	00:01:00
	Urip Sumoharjo 2										05:39:00	05:40:00	00:01:00	05:40:00	05:41:00	00:01:00
	Urip Sumoharjo 3										05:41:00	05:45:00	00:04:00	05:45:00	05:45:00	00:00:00
	Urip Sumoharjo 4										05:45:00	05:51:00	00:06:00	05:51:00	05:53:00	00:02:00
	Embong Malang										05:53:00	05:58:00	00:05:00	05:58:00	06:00:00	00:02:00
	Teuku Umar										06:00:00	06:18:00	00:18:00	06:18:00	06:24:00	00:06:00
	Jalan Karet										06:24:00	07:05:00	00:41:00	07:05:00	07:20:00	00:15:00
	JMP										07:20:00	07:23:00	00:03:00	07:23:00	07:24:00	00:01:00
	Jalan Kemayoran										07:24:00	07:35:00	00:11:00	07:35:00	07:45:00	00:10:00
	TPA															
	Timbang (2x)															
	Jalan (2x)															
	Buang															
	Antri Timbang (2x)															
	Antri Buang															
	Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah															
	Persiapan Berangkat															
	Teuku Umar													10:30:00	10:38:00	00:08:00
L 9385 NP	Kantor															
	Persiapan Berangkat															
	pandegiling 1										05:10:00	05:23:00	00:13:00	05:23:00	05:24:00	00:01:00
	pandegiling 2										05:24:00	05:28:00	00:04:00	05:28:00	05:30:00	00:02:00
	pandegiling 3										05:30:00	05:31:00	00:01:00	05:31:00	05:34:00	00:03:00

Truk Compactor	Nama LPS/DEPO/ Kegiatan	Isi BBM			Waktu di TPA (s)			Waktu Lainnya			jarak tempuh	jml tong terangkut	jml tong total	jmlgero bak	v rata2	v maks	berat sampah terbuang
		awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	km	buah	buah	buah	km/jam	km/jam	kg
L 9386 NP	LPS Pandegiling				10:25:00	10:52:00	00:27:00				66.00	30	30.0	40.0	40	60	5220
	Persiapan Berangkat							05:27:00	05:49:00	00:22:00		13	30.0	40.0			stapel
L 9386 NP	Kantor										76905.00						
	Persiapan Berangkat														25	40	
	LPS Pandegiling										76913.00			40.0	20	55	
	Pengisian 1											8	30.0				
	Pengisian 2											30	30.0		26	60	
	TPA				11:03:00	11:38:00	00:35:00				76936.00				27	45	4670
	LPS Pandegiling										76963.00	4	30.0		17	40	stapel
	Kantor										76970.00						
L 9385 NP	Kantor																44
	Santika											2.0	2.0				10
	Ratulangi											3.0	3.0				7
	Teuku Umar											7.0	7.0				12
	Urip Sumoharjo 1											2.0	2.0				35
	Urip Sumoharjo 2											1.0	1.0				14
	Urip Sumoharjo 3											1.0	1.0		8		18
	Urip Sumoharjo 4											3.0	3.0				13
	Embong Malang											2.0	2.0				35
	Teuku Umar											4.0	7.0				40
	Jalan Karet											4.5	2.0				43
	JMP											2	2.0				38
	Jalan Kemayoran											3	1.0				60
	TPA				08:30:00	08:45:00	00:15:00										5560
	Timbang (2x)									00:02:00							
	Jalan (2x)									00:03:00							
	Buang									00:03:00							
	Antri Timbang (2x)									00:02:00							
	Antri Buang																
	Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah									00:02:00							
	Persiapan Berangkat							08:50:00	09:40:00	00:50:00							
	Teuku Umar											5					
L 9385 NP	Kantor										75523.00						
	Persiapan Berangkat						163	04:45:00	05:03:00	00:18:00							
	pandegiling 1										75530.00	1	1.0				43
	pandegiling 2										75531.00	2	2.0				25
	pandegiling 3										75531.00	3	3.0				20

Truk Compactor	Nama LPS/DEPO/ Kegiatan	Pool-TPA			TPA-Pool			Waktu Antar Depo			Waktu Menunggu			Waktu pengosongan tong				
		awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi		
L 9385 NP	pandegiling 4							05:34:00	05:35:00	00:01:00				05:35:00	05:55:00	00:20:00		
	urip sumoharjo 1							05:55:00	05:58:00	00:03:00				05:58:00	06:00:00	00:02:00		
	urip sumoharjo 2							06:00:00	06:00:00	00:00:00				06:00:00	06:00:00	00:00:00		
	urip sumoharjo 3							06:00:00	06:01:00	00:01:00				06:01:00	06:01:00	00:00:00		
	urip sumoharjo 4							06:01:00	06:03:00	00:02:00				06:03:00	06:05:00	00:02:00		
	urip sumoharjo 5							06:05:00	06:06:00	00:01:00				06:06:00	06:08:00	00:02:00		
	urip sumoharjo 6							06:08:00	06:10:00	00:02:00				06:10:00	06:12:00	00:02:00		
	urip sumoharjo 7							06:12:00	06:13:00	00:01:00				06:13:00	06:19:00	00:06:00		
	embong malang 1							06:19:00	06:23:00	00:04:00				06:23:00	06:28:00	00:05:00		
	kedungdoro 1							06:28:00	06:31:00	00:03:00				06:31:00	06:32:00	00:01:00		
	kedungdoro 2							06:32:00	06:34:00	00:02:00				06:34:00	06:36:00	00:02:00		
	kedungdoro 3							06:36:00	06:38:00	00:02:00				06:38:00	06:40:00	00:02:00		
	pandegiling 3							06:40:00	06:48:00	00:08:00				06:48:00	06:54:00	00:06:00		
	cokroaminoto							06:54:00	06:58:00	00:04:00				06:58:00	07:09:00	00:11:00		
	karet							07:09:00	07:42:00	00:33:00				07:42:00	07:53:00	00:11:00		
	kemayoran							07:53:00	07:58:00	00:05:00				07:58:00	08:16:00	00:18:00		
	isi bensin															01:36:00		
	tpa																	
		Timbang (2x)																
		Jalan (2x)																
		Buang																
		Antri Timbang (2x)																
		Antri Buang																
	Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah																	
	Persiapan Berangkat																	
	urip sumoharjo 7													11:44:00	11:45:00	00:01:00		
	kantor																	
L 9561 NP	Candipuro													05:52:00	06:08:00	00:16:00		
	tambak rejo							06:08:00	06:23:00	00:15:00				06:23:00	06:32:00	00:09:00		
	tpa																	
		Timbang (2x)																
		Jalan (2x)																
		Buang																
		Antri Timbang (2x)																
		Antri Buang																
		Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah																
		candipuro											08:20:00	08:30:00	00:10:00	08:30:00	08:45:00	00:15:00
		tambak rejo							08:45:00	09:45:00	01:00:00		08:58:00	09:45:00	00:47:00	09:45:00	10:03:00	00:18:00

Truk Compactor	Nama LPS/DEPO/ Kegiatan	Isi BBM			Waktu di TPA (s)			Waktu Lainnya			jarak tempuh km	jml tong terangkut buah	jml tong total buah	jmlge ro bak buah	v rata2 km/jam	v maks km/jam	berat sampah terbuang kg	
		awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi								
L 9385 NP	pandegiling 4										75531.00	7	7.0			10		
	urip sumoharjo 1										75531.00	2	2.0			10		
	urip sumoharjo 2										75531.00	1	1.0			10		
	urip sumoharjo 3										75531.00	1	1.0			10		
	urip sumoharjo 4										75531.00	1	1.0			10		
	urip sumoharjo 5										75531.00	2	2.0			5		
	urip sumoharjo 6										75532.00	1	1.0			10		
	urip sumoharjo 7										75532.00	4	4.0			5		
	embong malang 1										75534.00	2	2.0		17	51		
	kedunggoro 1										75539.00	2	2.0			54		
	kedunggoro 2										75539.00	1	1.0			10		
	kedunggoro 3										75539.00	1	1.0			10		
	pandegiling 3										75537.00	3	7.0			20		
	cokroaminoto										75537.00	1	1.0			20		
	karet										75544.00	2	2.0			50		
	kemayoran										75548.00	2	1.0			50		
	isi bensin		08:34:00	08:40:00	00:06:00						75551.00					40	5740	
	tpa					09:14:00	09:30:00	00:16:00				75569.00					60	
	Timbang (2x)									00:02:00								
	Jalan (2x)									00:02:00								
	Buang									00:02:00								
Antri Timbang (2x)																		
Antri Buang																		
Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah									00:02:00									
Persiapan Berangkat									09:38:00	10:53:00	01:15:00							
urip sumoharjo 7										75597.00	1	4.0			60			
kantor										75602.00								
L 9561 NP	Candipuro											20	20.0	20.0	34	40		
	tambak rejo											18	60.0	90.0	22	65		
	tpa					07:16:00	07:37:00	00:21:00							33	70	8120	
	Timbang (2x)									00:02:00								
	Jalan (2x)									00:03:00								
	Buang									00:03:00								
	Antri Timbang (2x)									00:02:00								
	Antri Buang																	
	Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah									00:02:00								
	candipuro										20	20.0	20.0	36	68			
	tambak rejo										15	70.0	90.0	22	45			

No	Supir Truk Compactor	Hari dan Tanggal Survey	Truk Compactor	Nama LPS/DEPO/ Kegiatan	Pool-Depo			Depo-Pool			Depo-TPA			TPA-Depo		
					awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi
	ARIF	04 April 2016	L 9561 NP	pecindilan isi bensin tpa							10:12:00	11:18:00	01:06:00			
				Timbang (2x) Jalan (2x) Buang Antri Timbang (2x) Antri Buang Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah												
				simpang dukuh Persiapan Berangkat candipuro				13:20:00	13:35:00	00:15:00				11:26:00	12:20:00	00:54:00
		29 April 2016	L 9561 NP	kantor kayoon tpa	05:33:00	05:45:00	00:12:00				06:18:00	07:05:00	00:47:00			
				Timbang (2x) Jalan (2x) Buang Antri Timbang (2x) Antri Buang Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah												
				isi BBM kayoon simpang dukuh kayoon tpa							11:20:00	13:22:00	02:02:00			
				Timbang (2x) Jalan (2x) Buang Antri Timbang (2x) Antri Buang Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah												
				kayoon kantor				13:34:00	13:46:00	00:12:00				12:34:00	13:22:00	00:48:00
167																
4.	ERWINSYA	06 April 2016	L 9448 NP	tpa pecindilan							10:36:00	11:35:00	00:59:00	06:45:00	07:40:00	00:55:00

Truk Compactor	Nama LPS/DEPO/ Kegiatan	Isi BBM			Waktu di TPA (s)			Waktu Lainnya			jarak tempuh km	jml tong terangkut buah	jml tong total buah	jmlgero bak buah	v rata2 km/jam	v maks km/jam	berat sampah terbuang kg
		awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi							
L 9561 NP	pecindilan										10	25.0	30.0	15	40		
	isi bensin	11:04:00	11:08:00	00:04:00										10			
	tpa				11:18:00	11:26:00	00:08:00							33		7710	
	Timbang (2x)								00:02:00								
	Jalan (2x)								00:02:00								
	Buang								00:03:00								
	Antri Timbang (2x)								00:01:00								
	Antri Buang																
	Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah								00:02:00								
	simpang dukuh										18	25.0	32.0	25			
	Persiapan Berangkat								12:20:00	12:53:00	00:33:00						
	candipuro										20	20.0	20.0	23			
L 9561 NP	kantor										37475.00			35	45		
	kayoon										37477.00	23	30.0	18.0	33	65	
	tpa				07:05:00	07:17:00	00:12:00				37501.00			40	83	7830	
	Timbang (2x)								00:01:00								
	Jalan (2x)								00:03:00								
	Buang								00:04:00								
	Antri Timbang (2x)								00:01:00								
	Antri Buang																
	Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah								00:02:00								
	isi BBM	07:50:00	07:57:00	00:07:00													
	kayoon										37527.00	30	30.0	18.0	25	50	
	simpang dukuh										37529.00	5	20.0	32.0	21	45	
	kayoon										37531.00	10	30.0	18.0	27	60	
	tpa				12:03:00	12:34:00	00:31:00				37559.00			27	82	7500	
	Timbang (2x)								00:02:00								
	Jalan (2x)								00:06:00								
	Buang								00:05:00								
	Antri Timbang (2x)								00:02:00								
	Antri Buang								00:01:00								
	Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah								00:05:00								
	kayoon										37581.00	6	30.0	18.0	21	80	
	kantor										37586.00						
L 9448 NP	tpa				06:25:00	06:45:00	00:20:00							23	55	4770	
	pecindilan											17	30.0	28			

No	Supir Truk Compactor	Hari dan Tanggal Survey	Truk Compactor	Nama LPS/DEPO/ Kegiatan	Pool-Depo			Depo-Pool			Depo-TPA			TPA-Depo		
					awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi
	ERWINSYA	06 April 2016	L 9448 NP	pengisian 1												
				pengisian 2												
				tpa												
				pecindilan				13:08:00	13:25:00	00:17:00				12:00:00	12:53:00	00:53:00
				kantor												
				tpa												
				Timbang (2x)												
		05 May 2016	L 9448 NP	Jalan												
				Buang												
				Antri Timbang (2x)												
				Antri Buang												
				Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah												
				semutkali				11:25:00	11:40:00	00:15:00				07:35:00	08:25:00	00:50:00
				kantor												
5.	FATHURO HMAN	12 April 2016	L 9555 NP	kantor												
				keputran	04:10:00	04:22:00	00:12:00									
				pengisian 1												
				pengisian 2												
				isi bensin												
				tpa							06:20:00	07:15:00	00:55:00			
				kantor												
		20 April 2016	L 9555 NP	kantor												
				keputran												
				pengisian 1	04:20:00	04:32:00	00:12:00									
				pengisian 2							06:12:00	07:04:00	00:52:00			
				isi bensin												
				tpa												
				keputran				11:35:00	11:53:00	00:18:00				07:32:00	08:56:00	01:24:00
				kantor												
6.	ERIK	18 April 2016	L 9452 NP	kantor												
				ngagel	05:12:00	05:35:00	00:23:00									
				gayung pring							09:05:00	10:24:00	01:19:00			
				isi bensin												
				tpa												
				Timbang (2x)												

Truk Compactor	Nama LPS/DEPO/ Kegiatan	Isi BBM			Waktu di TPA (s)			Waktu Lainnya			jarak tempuh	jml tong terangkut	jml tong total	jmlge ro bak	v rata2	v maks	berat sampah te rbuang
		awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	km	buah	buah	buah	km/jam	km/jam	kg
L 9448 NP	pengisian 1											20	20.0			65	
	pengisian 2																5345
	tpa				11:35:00	12:00:00	00:25:00									37	
	pecindilan											20	20.0	30.0	26		
	kantor										48281.00				24	48	
	tpa				07:12:00	07:35:00	00:23:00				48308.00				38	60	5770
	Timbang (2x)									00:03:00							
	Jalan									00:05:00							
L 9448 NP	Buang									00:03:00							
	Antri Timbang (2x)									00:02:00							
	Antri Buang									00:03:00							
	Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah																
	semutkali										48338.00	32	32.0	30.0	22	40	
	kantor										48344.00						
L 9555 NP	kantor																4376
	keputran																
	pengisian 1														39	57	
	pengisian 2																
	isi bensin																
	tpa				07:15:00	07:30:00	00:15:00									26	53
	kantor																
L 9555 NP	kantor										21551.00				20	43	
	keputran																
	pengisian 1										21556.10	15	22		32	55	
	pengisian 2										21556.30	15					
	isi bensin	06:30:00	06:40:00	00:10:00							21563.70						
	tpa				07:04:00	07:31:00	00:27:00				21581.00				30	56	4257
	keputran										21609.10				24	59	
	kantor										21614.00						
L 9452 NP	kantor										49941.00				26		
	ngagel										49953.00	23	28.0	25.0	32	40	
	gayung pring										49961.00	22	22.0	25.0	38	43	
	isi bensin	09:43:00	09:52:00	00:09:00													
	tpa				10:24:00	10:49:00	00:25:00				49992.00				37	71	6160
	Timbang (2x)									00:02:00							

No	Supir Truk Compactor	Hari dan Tanggal Survey	Truk Compactor	Nama LPS/DEPO/ Kegiatan	Pool-Depo			Depo-Pool			Depo-TPA			TPA-Depo			
					awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	
	ERIK	18 April 2016	L 9452 NP	Jalan (2x) Buang Antri Timbang (2x) Antri Buang Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah													
				ngagel kantor				13:30:00	13:50:00	00:20:00				10:49:00	12:10:00	01:21:00	
		06 May 2016	L 9452 NP	kantor boktong siwalankerto gayung pring tpa	05:27:00	05:34:00	00:07:00							12:08:00	13:09:00	01:01:00	
				Timbang (2x) Jalan Buang Antri Timbang (2x) Antri Buang Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah													
				istirahat kantor													
7.	WANDIK	22 April 2016	L 9454 NP	kantor isi bensin tpa jemur wonosari boktong tpa jemur wonosari kantor													
														06:10:00	07:25:00	01:15:00	
													09:18:00	10:38:00	01:20:00		
								13:30:00	13:57:00	00:27:00				10:58:00	12:23:00	01:25:00	
		30 April 2016	L 9454 NP	kantor jemur wonosari tpa	05:22:00	05:48:00	00:26:00							06:07:00	07:18:00	01:11:00	
				Timbang (2x) Jalan (2x) Buang													

Truk Compactor	Nama LPS/DEPO/ Kegiatan	Pool-TPA			TPA-Pool			Waktu Antar Depo			Waktu Menunggu			Waktu pengosongan tong		
		awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi
L 9452 NP	Jalan (2x) Buang Antri Timbang (2x) Antri Buang Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah															
	ngagel kantor										12:30:00	13:30:00	01:00:00	12:10:00	12:30:00	00:20:00
L 9452 NP	kantor boktong siwalankerto gayung pring tpa Timbang (2x) Jalan Buang Antri Timbang (2x) Antri Buang Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah							05:42:00	06:00:00	00:18:00	06:00:00	10:20:00	04:20:00	05:34:00	05:42:00	00:08:00
	istirahat kantor				13:48:00	15:15:00	01:27:00									
L 9454 NP	kantor isi bensin tpa jemur wonosari boktong tpa jemur wonosari kantor	04:50:00	05:50:00	01:00:00												
								08:50:00	09:13:00	00:23:00	07:25:00	08:24:00	00:59:00	08:25:00	08:50:00	00:25:00
											12:23:00	13:08:00	00:45:00	13:08:00	13:30:00	00:22:00
L 9454 NP	kantor jemur wonosari tpa Timbang (2x) Jalan (2x) Buang													05:48:00	06:07:00	00:19:00

Truk Compactor	Nama LPS/DEPO/ Kegiatan	Isi BBM			Waktu di TPA (s)			Waktu Lainnya			jarak tempuh	jml tong terangkut	jml tong total	jmlgero bak	v rata2	v maks	berat sampah terbuang
		awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	km	buah	buah	buah	km/jam	km/jam	kg
L 9452 NP	Jalan (2x)									00:03:00							
	Buang									00:03:00							
	Antri Timbang (2x)									00:02:00							
	Antri Buang																
	Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah									00:05:00							
	ngagel										50021.00	23	28.0	25.0	18	68	
	kantor										50027.00					35	
L 9452 NP	kantor										51355.00				16	37	
	boktong										51359.00	5	20.0	35.0	30	60	
	siwalankerto										51364.00	43	50.0	50.0	21	45	
	gayung pring										51367.00	10	22.0	25.0	29	55	
	tpa										51404.00				31	60	7900
	Timbang (2x)				13:09:00	13:48:00	00:39:00				00:03:00						
	Jalan									00:05:00							
	Buang									00:02:00							
	Antri Timbang (2x)																
	Antri Buang																
	Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah									00:29:00							
	istirahat								14:03:00	14:25:00	00:22:00						
	kantor										51426.00						
L 9454 NP	kantor										62571.90				22	60	
	isi bensin	05:15:00	05:20:00	00:05:00											34	70	
	tpa				05:50:00	06:08:00	00:18:00				62610.00						6780
	jemur wonosari										62636.00	35	40	40	22	35	
	boktong										62643.00	4.0	20.0	35.0	21	70	
	tpa				10:38:00	10:58:00	00:20:00				62671.00				35	45	7320
	jemur wonosari										62707.00	18.0	40.0	40.0	24	47	
	kantor										62715.00						
L 9454 NP	kantor										63600.00				20	60	
	jemur wonosari										63606.00	14.0	40.0	40.0	26	55	
	tpa				07:18:00	07:39:00	00:21:00				63640.00				30	65	7060
	Timbang (2x)									00:02:00							
	Jalan (2x)									00:03:00							
	Buang									00:05:00							

No	Supir Truk Compactor	Hari dan Tanggal Survey	Truk Compactor	Nama LPS/DEPO/ Kegiatan	Pool-Depo			Depo-Pool			Depo-TPA			TPA-Depo		
					awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi
	WANDIK	30 April 2016	L 9454 NP	Antri Timbang (2x)												
				Antri Buang												
				Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah												
				lps jemur wonosari				12:38:00	13:13:00	00:35:00				07:39:00	09:01:00	01:22:00
				pengisian 1												
				pengisian 2												
				kantor												
8.	PAK BEDI	27 May 2016	L 9704 NP	kantor												
				tpa										06:20:00	07:24:00	01:04:00
				bratang							10:48:00	12:25:00	01:37:00			
				solat jumat												
				tpa												
				kantor												
		30 May 2016	L 9704 NP	kantor	05:22:00	05:32:00	00:10:00									
				bratang												
				tpa							06:42:00	07:35:00	00:53:00	08:00:00	09:30:00	01:30:00
				di dalam TPA												
				bratang							12:00:00	13:10:00	01:10:00			
				tpa												
				kantor												

Truk Compactor	Nama LPS/DEPO/ Kegiatan	Pool-TPA			TPA-Pool			Waktu Antar Depo			Waktu Menunggu			Waktu pengosongan tong		
		awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi
L 9454 NP	Antri Timbang (2x)															
	Antri Buang															
	Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah															
	lps jemur wonosari															
	pengisian 1										09:01:00	09:20:00	00:19:00	09:20:00	09:45:00	00:25:00
	pengisian 2										09:45:00	12:29:00	02:44:00	12:29:00	12:38:00	00:09:00
	kantor															
L 9704 NP	kantor	05:05:00	06:03:00	00:58:00												
	tpa															
	bratang										07:24:00	10:10:00	02:46:00	10:10:00	10:45:00	00:35:00
	solat jumat															
	tpa				12:42:00	13:32:00	00:50:00									
	kantor															
L 9704 NP	kantor															
	bratang										05:33:00	06:04:00	00:31:00	06:05:00	06:15:00	00:10:00
	tpa															
	di dalam TPA															
	bratang										09:30:00	11:20:00	01:50:00	11:21:00	11:58:00	00:37:00
	tpa				13:29:00	15:00:00	01:31:00									
	kantor															

Truk Compactor	Nama LPS/DEPO/ Kegiatan	Isi BBM			Waktu di TPA (s)			Waktu Lainnya			jarak tempuh km	jml tong terangkut buah	jml tong total buah	jmlgero bak buah	v rata2 km/jam	v maks km/jam	berat sampah terbuang kg
		awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi	awal	akhir	durasi							
L 9454 NP	Antri Timbang (2x)									00:02:00							
	Antri Buang																
	Pembersihan Kendaraan/ Buang Air Sampah																
	lps jemur wonosari										63675.00		40.0	23	60		
	pengisian 1											15.0	40.0				
	pengisian 2											10.0					
	kantor										63683.00				50		
L 9704 NP	kantor										4385.00				27	60	
	tpa				06:05:00	06:14:00	00:09:00				4418.00				29	60	5290
	bratang										4447.00	40	75.0	77.0	13	60	
	solat jumat										4475.00						
	tpa	13:18:00	13:27:00	00:09:00	12:25:00	12:42:00	00:17:00			11:56:00	12:20:00	00:24:00			20	60	5300
	kantor										4509.00						
L 9704 NP	kantor										4768.00					43	
	bratang										4773.00	12	75.0	77.0	23	60	
	tpa				07:38:00	08:00:00	00:22:00				4800.00				30	55	5800
	di dalam TPA										4803.00						
	bratang										4834.00	36	75.0	77.0	30	53	
	tpa				13:10:00	13:29:00	00:19:00				4862.00				20	45	4830
	kantor										4894.00						

LAMPIRAN II. WAKTU DAN JARAK PERJALANAN ANTAR POOL, TPS/LPS, DAN TPA

JARAK TEMPUH (KM)

	SD	CP	KY	PG	GP	TK	JW	BT	TF	NG	SK	TR	SN	KP	Pool	TPA
SD	-	3.10	1.30	3.20	10.80	4.00	10.80	15.00	6.00	4.60	4.70	6.40	5.00	1.90	3.90	23.90
CP	3.20	-	3.30	6.10	13.00	7.90	10.50	6.60	5.80	6.70	7.50	3.50	2.90	4.30	3.20	25.60
KY	2.10	3.10	-	3.60	14.50	5.50	11.30	7.30	7.00	7.40	5.10	6.80	3.60	0.85	3.90	24.40
PG	4.70	5.40	3.10	-	10.00	2.60	9.70	5.90	5.30	3.20	8.00	9.40	5.50	1.30	6.80	26.10
GP	30.00	12.40	10.30	9.20	-	9.50	10.40	9.10	8.50	5.60	14.20	15.60	12.50	8.70	10.40	30.40
TK	5.10	6.40	4.50	3.50	8.00	-	10.00	6.20	5.60	3.00	7.30	9.70	6.50	3.90	7.20	25.50
JW	40.00	12.30	11.20	11.00	4.10	11.70	-	6.50	5.50	7.90	16.20	14.80	15.50	10.90	7.70	34.20
BT	9.70	7.90	6.50	6.30	11.30	7.50	5.70	-	1.30	4.10	10.70	10.50	10.80	7.80	1.10	31.70
TF	6.90	6.20	5.00	5.00	10.00	7.40	6.80	1.40	-	2.90	9.30	9.40	8.80	5.00	2.40	31.90
NG	5.50	7.10	3.30	3.70	7.20	3.90	6.80	3.20	4.50	-	8.30	10.00	6.90	3.00	4.50	28.30
SK	3.40	3.60	4.10	6.10	15.40	7.40	13.30	8.80	9.00	8.70	-	3.90	5.20	4.70	5.90	21.10
TR	4.70	2.60	4.70	7.50	15.30	9.30	11.90	8.00	7.50	9.30	3.50	-	4.30	5.60	5.10	24.10
SN	6.20	7.20	6.50	6.30	11.30	7.50	7.90	4.10	3.50	4.20	9.10	8.20	-	6.30	1.60	30.00
KP	3.00	4.10	0.85	1.20	10.20	2.70	8.90	5.10	4.50	3.00	5.90	7.20	4.40	-	5.20	24.30
Pool	5.10	5.00	3.90	6.50	11.80	7.30	6.60	1.20	3.70	4.40	8.10	7.30	3.40	4.60	-	62.00
TPA	23.60	25.60	24.60	26.00	33.00	24.80	34.20	28.70	28.80	28.20	23.20	27.10	26.50	25.90	72.00	-

WAKTU TEMPUH (JAM)

	SD	CP	KY	PG	GP	TK	JW	BT	TF	NG	SK	TR	SN	KP	Pool	TPA
SD	-	0.13	0.05	0.13	0.37	0.17	0.45	0.09	0.30	0.22	0.33	0.30	0.30	0.08	0.22	0.73
CP	0.18	-	0.18	0.30	0.57	0.38	0.48	0.35	0.32	0.35	0.43	0.27	0.18	0.20	0.17	0.85
KY	0.10	0.15	-	0.15	0.57	0.09	0.45	0.35	0.30	0.33	0.22	0.33	0.15	0.05	0.18	0.70
PG	0.20	0.25	0.17	-	0.37	0.13	0.50	0.35	0.33	0.20	0.43	0.55	0.38	0.13	0.37	1.00
GP	0.18	0.57	0.47	0.40	-	0.45	0.45	0.45	0.38	0.25	0.78	0.73	0.67	0.50	0.60	0.97
TK	0.23	0.30	0.27	0.18	0.27	-	0.48	0.33	0.32	0.15	0.35	0.42	0.25	0.15	0.37	0.85
JW	0.24	0.58	0.45	0.48	0.15	0.48	-	0.25	0.25	0.28	0.75	0.65	0.68	0.45	0.38	1.25
BT	0.52	0.42	0.28	0.32	0.45	0.37	0.20	-	0.05	0.20	0.53	0.52	0.52	0.38	0.12	1.07
TF	0.38	0.33	0.27	0.27	0.38	0.40	0.28	0.07	-	0.12	0.55	0.67	0.42	0.25	0.17	1.30
NG	0.35	0.38	0.17	0.22	0.37	0.20	0.25	0.15	0.20	-	0.43	0.50	0.33	0.17	0.25	0.92
SK	0.18	0.20	0.18	0.32	0.77	0.32	0.55	0.37	0.43	0.42	-	0.25	0.25	0.23	0.30	0.60
TR	0.27	0.15	0.25	0.43	0.73	0.43	0.53	0.40	0.42	0.57	0.27	-	0.23	0.33	0.27	0.83
SN	0.38	0.42	0.33	0.33	0.50	0.37	0.35	0.18	0.20	0.23	0.48	0.45	-	0.33	0.10	1.03
KP	0.18	0.25	0.05	0.10	0.45	0.13	0.38	0.23	0.22	0.13	0.32	0.38	0.22	-	0.30	0.75
Pool	0.30	0.25	0.23	0.37	0.55	0.37	0.28	0.08	0.25	0.25	0.43	0.43	0.18	0.28	-	0.49
TPA	0.78	0.90	0.80	0.75	1.10	0.83	1.38	1.15	1.10	0.93	0.75	0.95	0.90	0.98	0.53	-

Nama LPS/Depo	Kode	Koordinat Geografis	Koordinat (X,Y)	Alamat TPS/LPS
TPS Simpang Dukuh	SD	7°15'37.8"S 112°44'31.6"E	-7.260499, 112.742123	Jl. Simpang Dukuh No. 9
TPS Candipuro	CP	7°15'29.1"S 112°45'31.3"E	-7.258070, 112.758705	Jl. Candipuro No. 8/Gang II No. 47 Pacar Keling
TPS Kayun	KY	7°16'09.0"S 112°44'51.8"E	-7.269166, 112.747708	Jl. Kayun No. 112
LPS Pandegiling	PG	7°16'34.3"S 112°44'09.3"E	-7.276189, 112.735921	Jl. Pandegiling No. 216
TPS Gayung Pring	GP	7°20'16.4"S 112°43'41.2"E	-7.337988, 112.727935	Jl. Gayungan I No. 5
TPS Taman Ketampon	TK	7°17'15.9"S 112°44'13.4"E	-7.287765, 112.737055	Jl. Taman Ketampon No. 89
TPS Jemur Wonosari	JW	7°19'29.5"S 112°44'20.6"E	-7.324857, 112.739050	Jl. Raya Jemur Sari No. 44
LPS Boktong	BT	7°17'15.9"S 112°45'48.2"E	-7.287741, 112.76338	Jl. Raya Menur No. 131/Jl. Raya Manyar No.5B
TPS Taman Flora Bratang	TF	7°17'50.3"S 112°45'41.0"E	-7.297297, 112.761399	Taman Flora Bratang/Jl. Raya Manyar No. 80A
TPS Ngagel	NG	7°17'38.2"S 112°44'32.6"E	-7.293946, 112.74237	Jl. Raya Ngagel No. 156
TPS Semut Kali	SK	7°14'38.1"S 112°44'33.9"E	-7.243907, 112.742738	Komplek Semut Indah Blok A No. 15
TPS Tambak Rejo	TR	7°14'35.2"S 112°45'37.1"E	-7.243120, 112.76031	Jl. Kenjeran No. 118
TPS Srikana	SN	7°16'26.4"S 112°45'29.4"E	-7.274014, 112.758175	Jl. Srikana No. 63
TPS Keputran	KP	7°16'28.6"S 112°44'36.0"E	-7.274597, 112.743326	Pasar Keputran Jl. Keputran No. 12-20
DKP Kota Surabaya	Pool	7°16'42.3"S 112°45'45.4"E	-7.278417, 112.762608	Jl. Raya Menur No. 31, Manyar Sabrangan
TPSA Benowo	TPA	7°13'07.8"S 112°37'34.3"E	-7.218846, 112.626185	

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN III. PERHITUNGAN P_{scs} , T_{scs} DAN FAKTOR *OFF ROUTE* (W) SELURUH RUTE PENGANGKUTAN

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Jam Datang	Jam Berangkat	Waktu Perjalanan (jam)	Waktu Bongkar (jam)	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPA s (jam)	(N-1).dbc (jam)	Pscs (jam)	h (jam)	Tscs (jam)	t1 (jam)	t2 (jam)	W (jam)
REKAP PER TRUK EKSTING															
01		DKP		05:00:00											
L9561NP	1	Simpang Dukuh	05:18:00	07:20:00	0.30	1.46	0.56	0.00	0.00	0.56	1.52	4.08	0.30	0.53	0.39
		TPA	08:04:00	08:27:00	0.73	0.00	0.00	0.37							
	2	Simpang Dukuh	09:14:00	09:21:00	0.78	0.00	0.10	0.00	0.05	0.57	0.70				
		Kayun 2	09:24:00	09:50:00	0.05	0.00	0.42	0.00							
		TPA	10:32:00	10:55:00	0.70	0.00	0.00	0.37							
		DKP	11:27:00	11:27:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
05		DKP		05:00:00	0.00										
L9553NP	1	Kayun 1	05:14:00	07:16:00	0.23	1.50	0.52	0.00	0.00	0.52	1.60	4.16	0.23	0.53	0.38
		TPA	07:58:00	08:21:00	0.70	0.00	0.00	0.37							
	2	Candipuro	09:15:00	10:26:00	0.90	0.73	0.45	0.00	0.00	0.45	0.85				
		TPA	11:17:00	11:40:00	0.85	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:12:00	12:12:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
02		DKP		05:00:00	0.00										
L9386NP	1	Pandegiling 1	05:22:00	07:48:00	0.37	1.47	0.96	0.00	0.00	0.96	1.37	4.83	0.37	0.53	0.28
		TPA	08:48:00	09:11:00	1.00	0.00	0.00	0.37							
	2	Pandegiling 1	09:33:00	11:04:00	0.37	0.74	0.77	0.00	0.00	0.77	1.00				
		TPA	12:04:00	12:27:00	1.00	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:59:00	12:59:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
16		DKP		05:00:00	0.00										
L9557NP	1	Pandegiling 2	05:23:00	09:18:00	0.37	20.00	0.96	0.00	0.00	0.96	1.00	2.33	0.37	0.53	0.60
		TPA	10:18:00	10:41:00	1.00	0.00	0.00	0.37							
		DKP	11:13:00	11:13:00	0.53	0.00	0.00	0.00							

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Jam Datang	Jam Berangkat	Waktu Perjalanan (jam)	Waktu Bongkar (jam)	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPA s (jam)	(N-1).dbc (jam)	Pscs (jam)	h (jam)	Tscs (jam)	t1 (jam)	t2 (jam)	W (jam)
REKAP PER TRUK EKSTING															
06		DKP		05:00:00	0.00										
L9455NP	1	Taman Ketampon	05:22:00	07:23:00	0.37	1.44	0.57	0.00	0.00	0.57	1.68	4.03	0.37	0.53	0.38
		TPA	08:14:00	08:37:00	0.85	0.00	0.00	0.37							
	2	Taman Ketampon	09:27:00	09:38:00	0.83	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.85				
		TPA	10:29:00	10:52:00	0.85	0.00	0.00	0.37							
		DKP	11:24:00	11:24:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
08		DKP		05:00:00	0.00										
L9454NP	1	Jemur Wonosari	05:17:00	07:34:00	0.28	1.46	0.82	0.00	0.00	0.82	2.48	9.04	0.28	0.53	-0.23
		TPA	08:49:00	09:12:00	1.25	0.00	0.00	0.37							
	2	Jemur Wonosari	10:26:00	12:00:00	1.23	0.73	0.82	0.00	0.00	0.82	2.48				
		TPA	13:15:00	13:38:00	1.25	0.00	0.00	0.37							
	3	Jemur Wonosari	14:52:00	15:42:00	1.23	0.00	0.09	0.00	0.00	0.09	1.25				
		TPA	16:57:00	17:20:00	1.25	0.00	0.00	0.37							
		DKP	14:10:00	14:10:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
09		DKP		05:00:00	0.00										
L9453NP	1	Boktong	05:05:00	07:39:00	0.08	1.47	1.09	0.00	0.00	1.09	2.22	5.46	0.08	0.53	0.24
		TPA	08:44:00	09:07:00	1.07	0.00	0.00	0.37							
	2	Boktong	10:16:00	10:37:00	1.15	0.00	0.35	0.00	0.00	0.35	1.07				
		TPA	11:42:00	12:05:00	1.07	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:37:00	12:37:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
10		DKP		05:00:00	0.00										
L9451NP	1	Ngagel	05:56:00	07:55:00	0.93	1.40	0.57	0.00	0.00	0.57	1.85	4.26	0.93	0.53	0.28
		TPA	08:50:00	09:13:00	0.92	0.00	0.00	0.37							
	2	Ngagel	10:09:00	10:21:00	0.93	0.00	0.18	0.00	0.00	0.18	0.92				
		TPA	11:17:00	11:40:00	0.92	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:12:00	12:12:00	0.53	0.00	0.00	0.00							

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Jam Datang	Jam Berangkat	Waktu Perjalanan (jam)	Waktu Bongkar (jam)	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPAs (jam)	(N-1).dbc (jam)	Pscs (jam)	h (jam)	Tscs (jam)	t1 (jam)	t2 (jam)	W (jam)
REKAP PER TRUK EKSTING															
11		DKP		05:00:00	0.00										
L9448NP	1	Semut Kali	05:26:00	07:33:00	0.43	1.50	0.61	0.00	0.00	0.61	1.35	3.81	0.43	0.53	0.40
		TPA	08:09:00	08:32:00	0.60	0.00	0.00	0.37							
	2	Semut Kali	09:17:00	09:29:00	0.75	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	0.92				
		TPA	10:24:00	10:47:00	0.92	0.00	0.00	0.37							
		DKP	11:19:00	11:19:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
12		DKP		05:00:00	0.00										
L9554NP	1	Tambak Rejo 1	05:26:00	06:47:00	0.43	0.72	0.62	0.00	0.00	0.62	1.78	4.59	0.43	0.53	0.31
		TPA	07:37:00	08:00:00	0.83	0.00	0.00	0.37							
	2	Tambak Rejo 1	08:57:00	09:35:00	0.95	0.00	0.62	0.00	0.00	0.62	0.83				
		TPA	10:25:00	10:48:00	0.83	0.00	0.00	0.37							
		DKP	11:20:00	11:20:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
13		DKP		05:00:00	0.00										
L9560NP	1	Tambak Rejo 2	05:26:00	07:30:00	0.43	1.44	0.62	0.00	0.00	0.62	1.78	4.56	0.43	0.53	0.31
		TPA	08:20:00	08:43:00	0.83	0.00	0.00	0.37							
	2	Tambak Rejo 2	09:40:00	10:16:00	0.95	0.00	0.59	0.00	0.00	0.59	0.83				
		TPA	11:06:00	11:29:00	0.83	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:01:00	12:01:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
14		DKP		05:00:00	0.00										
L9384NP	1	Srikana 1	05:11:00	06:26:00	0.18	0.73	0.51	0.00	0.00	0.51	2.42	5.32	0.18	0.53	0.24
		TPA	07:28:00	07:51:00	1.03	0.00	0.00	0.37							
	2	Srikana 1	09:14:00	09:54:00	1.38	0.00	0.41	0.00	0.00	0.41	1.25				
		TPA	11:09:00	11:32:00	1.25	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:04:00	12:04:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
15		DKP		05:00:00	0.00										
L9389NP	1	Srikana 2	05:11:00	07:10:00	0.18	1.46	0.51	0.00	0.00	0.51	1.03	1.91	0.18	0.53	0.67
		TPA	08:12:00	08:35:00	1.03	0.00	0.00	0.37							
		DKP	09:07:00	09:07:00	0.53	0.00	0.00	0.00							

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Jam Datang	Jam Berangkat	Waktu Perjalanan (jam)	Waktu Bongkar (jam)	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPA s (jam)	(N-1).dbc (jam)	Pscs (jam)	h (jam)	Tscs (jam)	t1 (jam)	t2 (jam)	W (jam)
REKAP PER TRUK EKSIKTING															
18	1	DKP		05:00:00	0.00										
L9555NP	1	Keputran	05:17:00	07:35:00	0.28	1.50	0.79	0.00	0.00	0.79	0.75	1.91	0.28	0.53	0.66
		TPA	08:20:00	08:43:00	0.75	0.00	0.00	0.37							
		DKP	09:15:00	09:15:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
25		DKP		05:00:00	0.00										
L 9704 NP	1	Taman Flora 1	05:15:00	06:43:00	0.25	0.75	0.70	0.00	0.00	0.70	1.30	2.37	0.25	0.53	0.61
		TPA	08:01:00	08:24:00	1.30	0.00	0.00	0.37							
		DKP	08:56:00	08:56:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
24		DKP		05:00:00	0.00										
Kode Truk 24	1	Taman Flora 2	05:15:00	07:19:00	0.25	1.50	0.70	0.00	0.00	0.70	1.30	2.37	0.25	0.53	0.61
		TPA	08:37:00	09:00:00	1.30	0.00	0.00	0.37							
		DKP	09:32:00	09:32:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
23		DKP		05:00:00	0.00										
Kode Truk 03	1	Taman Flora 3	05:15:00	07:19:00	0.25	1.50	0.56	0.00	0.00	0.56	1.30	2.23	0.25	0.53	0.62
		TPA	08:37:00	09:00:00	1.30	0.00	0.00	0.37							
		DKP	09:32:00	09:32:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
07		DKP		05:00:00	0.00										
L9452NP	1	Gayung Pring	05:33:00	07:40:00	0.55	1.42	0.68	0.00	0.00	0.68	2.07	4.86	0.55	0.53	0.26
		TPA	08:38:00	09:01:00	0.97	0.00	0.00	0.37							
	2	Gayung Pring	10:07:00	10:40:00	1.10	0.00	0.07	0.00	0.00	0.07	1.30				
		TPA	11:58:00	12:21:00	1.30	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:53:00	12:53:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
03		DKP		05:00:00	0.00										
L9385NP	1	SCS Jalan	05:21:00	08:40:00	0.34		3.31			3.31	0.45	4.13	0.34	0.53	0.37
		TPA	09:07:00	09:30:00	0.45	0.00	0.00	0.37							
		DKP	10:02:00	10:02:00	0.53	0.00	0.00	0.00							

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Jam Datang	Jam Berangkat	Waktu Perjalanan (jam)	Waktu Bongkar (jam)	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPA s (jam)	(N-1).dbc (jam)	Pscs (jam)	h (jam)	Tscs (jam)	t1 (jam)	t2 (jam)	W (jam)
Optimasi Skenario A															
01		DKP		05:00:00	0.00										
L9561NP	1	Simpang Dukuh	05:18:00	07:20:00	0.30	1.46	0.56	0.00	0.00	0.56	1.52	4.08	0.30	0.53	0.39
		TPA	08:04:00	08:27:00	0.73	0.00	0.00	0.37							
	2	Simpang Dukuh	09:14:00	09:21:00	0.78	0.00	0.10	0.00	0.05	0.57	0.70				
		Kayun 2	09:24:00	09:50:00	0.05	0.00	0.42	0.00							
		TPA	10:32:00	10:55:00	0.70	0.00	0.00	0.37							
		DKP	11:27:00	11:27:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
05		DKP		05:00:00	0.00										
L9553NP	1	Kayun 1	05:14:00	07:16:00	0.23	1.50	0.52	0.00	0.00	0.52	1.60	4.16	0.23	0.53	0.38
		TPA	07:58:00	08:21:00	0.70	0.00	0.00	0.37							
	2	Candipuro	09:15:00	10:26:00	0.90	0.73	0.45	0.00	0.00	0.45	0.85				
		TPA	11:17:00	11:40:00	0.85	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:12:00	12:12:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
02		DKP		05:00:00	0.00										
L9386NP	1	Pandegiling 1	05:22:00	07:48:00	0.37	1.47	0.96	0.00	0.00	0.96	1.37	4.83	0.37	0.53	0.28
		TPA	08:48:00	09:11:00	1.00	0.00	0.00	0.37							
	2	Pandegiling 1	09:33:00	11:04:00	0.37	0.74	0.77	0.00	0.00	0.77	1.00				
		TPA	12:04:00	12:27:00	1.00	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:59:00	12:59:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
16		DKP		05:00:00	0.00										
L9557NP	1	Pandegiling 2	05:23:00	09:18:00	0.37	2.94	0.96	0.00	0.00	0.96	1.00	2.33	0.37	0.53	0.60
		TPA	10:18:00	10:41:00	1.00	0.00	0.00	0.37							
		DKP	11:13:00	11:13:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
06		DKP		05:00:00	0.00										
L9455NP	1	Taman Ketampon	05:22:00	07:23:00	0.37	1.44	0.57	0.00	0.00	0.57	0.85	1.79	0.37	0.53	0.66
		TPA	08:14:00	08:37:00	0.85	0.00	0.00	0.37							
		DKP	09:09:00	09:09:00	0.53	0.00	0.00	0.00							

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Jam Datang	Jam Berangkat	Waktu Perjalanan (jam)	Waktu Bongkar (jam)	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPAs (jam)	(N-1).dbc (jam)	Pscs (jam)	h (jam)	Tscs (jam)	t1 (jam)	t2 (jam)	W (jam)
Optimasi Skenario A															
08		DKP		05:00:00	0.00										
L9454NP	1	Jemur Wonosari	05:17:00	07:34:00	0.28	1.46	0.82	0.00	0.00	0.82	2.15	5.15	0.28	0.53	0.25
		TPA	08:49:00	09:12:00	1.25	0.00	0.00	0.37							
	2	Srikana 1	10:06:00	10:31:00	0.90	0.00	0.41	0.00	0.00	0.41	1.03				
		TPA	11:33:00	11:56:00	1.03	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:28:00	12:28:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
09		DKP		05:00:00	0.00										
L9453NP	1	Boktong	05:05:00	08:07:00	0.08	1.58	1.44	0.00	0.00	1.44	1.07	2.88	0.08	0.53	0.56
		TPA	09:12:00	09:35:00	1.07	0.00	0.00	0.37							
		DKP	10:07:00	10:07:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
10		DKP		05:00:00	0.00										
L9451NP	1	Ngagel	05:56:00	07:55:00	0.93	1.40	0.57	0.00	0.00	0.57	0.92	1.86	0.93	0.53	0.58
		TPA	08:50:00	09:13:00	0.92	0.00	0.00	0.37							
		DKP	09:45:00	09:45:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
11		DKP		05:00:00	0.00										
L9448NP	1	Semut Kali	05:26:00	07:33:00	0.43	1.50	0.61	0.00	0.00	0.61	1.35	4.41	0.43	0.53	0.33
		TPA	08:09:00	08:32:00	0.60	0.00	0.00	0.37							
	2	Semut Kali	09:17:00	09:29:00	0.75	0.00	0.20	0.00	0.42	0.80	0.92				
		Ngagel	09:54:00	10:06:00	0.42	0.00	0.18	0.00							
		TPA	11:01:00	11:24:00	0.92	0.00	0.00	0.37							
		DKP	11:56:00	11:56:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
12		DKP		05:00:00	0.00										
L9554NP	1	Tambak Rejo 1	05:26:00	06:47:00	0.43	0.72	0.62	0.00	0.00	0.62	1.78	4.59	0.43	0.53	0.31
		TPA	07:37:00	08:00:00	0.83	0.00	0.00	0.37							
	2	Tambak Rejo 1	08:57:00	09:35:00	0.95	0.00	0.62	0.00	0.00	0.62	0.83				
		TPA	10:25:00	10:48:00	0.83	0.00	0.00	0.37							
		DKP	11:20:00	11:20:00	0.53	0.00	0.00	0.00							

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Jam Datang	Jam Berangkat	Waktu Perjalanan (jam)	Waktu Bongkar (jam)	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPA s (jam)	(N-1).dbc (jam)	Pscs (jam)	h (jam)	Tscs (jam)	t1 (jam)	t2 (jam)	W (jam)
Optimasi Skenario A															
13		DKP		05:00:00	0.00										
L9560NP	1	Tambak Rejo 2	05:26:00	07:30:00	0.43	1.44	0.62	0.00	0.00	0.62	1.78	4.56	0.43	0.53	0.31
		TPA	08:20:00	08:43:00	0.83	0.00	0.00	0.37							
	2	Tambak Rejo 2	09:40:00	10:16:00	0.95	0.00	0.59	0.00	0.00	0.59	0.83				
		TPA	11:06:00	11:29:00	0.83	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:01:00	12:01:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
14		DKP		05:00:00	0.00										
L9384NP	1	Srikana 1	05:11:00	06:26:00	0.18	0.73	0.51	0.00	0.00	0.51	2.42	5.73	0.18	0.53	0.19
		TPA	07:28:00	07:51:00	1.03	0.00	0.00	0.37							
	2	Jemur Wonosari	09:14:00	10:47:00	1.38	0.73	0.82	0.00	0.00	0.82	1.25				
		TPA	12:02:00	12:25:00	1.25	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:57:00	12:57:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
15		DKP		05:00:00	0.00										
L9389NP	1	Srikana 2	05:11:00	07:10:00	0.18	1.46	0.51	0.00	0.00	0.51	2.13	5.38	0.18	0.53	0.24
		TPA	08:12:00	08:35:00	1.03	0.00	0.00	0.37							
	2	Taman Flora 2	09:41:00	10:24:00	1.10	0.00	0.70	0.00	0.00	0.70	1.30				
		TPA	11:42:00	12:05:00	1.30	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:37:00	12:37:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
18		DKP		05:00:00	0.00										
L9555NP	1	Keputran	05:17:00	07:35:00	0.28	1.50	0.79	0.00	0.00	0.79	1.85	5.24	0.28	0.53	0.24
		TPA	08:20:00	08:43:00	0.75	0.00	0.00	0.37							
	2	Gayung Pring	09:49:00	09:54:00	1.10	0.00	0.07	0.00	0.45	0.61	1.25				
		Jemur Wonosari	10:21:00	10:27:00	0.45	0.00	0.09	0.00							
		TPA	11:42:00	12:05:00	1.25	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:37:00	12:37:00	0.53	0.00	0.00	0.00							

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Jam Datang	Jam Berangkat	Waktu Perjalanan (jam)	Waktu Bongkar (jam)	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPA s (jam)	(N-1).dbc (jam)	Pscs (jam)	h (jam)	Tscs (jam)	t1 (jam)	t2 (jam)	W (jam)
Optimasi Skenario A															
25		DKP		05:00:00	0.00										
L 9704 NP	1	Taman Flora 1	05:15:00	06:43:00	0.25	0.75	0.70	0.00	0.00	0.70	2.45	5.75	0.25	0.53	0.18
		TPA	08:01:00	08:24:00	1.30	0.00	0.00	0.37							
	2	Boktong	09:33:00	10:01:00	1.15	0.00	0.46	0.00	0.37	1.01	0.85				
		Taman Ketampon	10:23:00	10:34:00	0.37	0.00	0.18	0.00							
		TPA	11:25:00	11:48:00	0.85	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:20:00	12:20:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
07		DKP		05:00:00	0.00										
L9452NP	1	Gayung Pring	05:33:00	07:40:00	0.55	1.42	0.68	0.00	0.00	0.68	2.07	5.35	0.55	0.53	0.20
		TPA	08:38:00	09:01:00	0.97	0.00	0.00	0.37							
	2	Taman Flora 3	10:07:00	10:41:00	1.10	0.00	0.56	0.00	0.00	0.56	1.30				
		TPA	11:59:00	12:22:00	1.30	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:54:00	12:54:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
03		DKP		05:00:00	0.00										
L9385NP	1	SCS Jalan	05:21:00	08:40:00	0.34		3.31			3.31	0.45	4.13	0.34	0.53	0.37
		TPA	09:07:00	09:30:00	0.45	0.00	0.00	0.37							
		DKP	10:02:00	10:02:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
Optimasi Skenario B															
		DKP		05:00:00	0.00										
A	1	Jemur Wonosari	05:17:00	06:28:00	0.28	0.73	0.72	0.00	0.25	1.04	2.22	6.00	0.28	0.53	0.15
		Boktong	06:43:00	06:47:00	0.25	0.00	0.06	0.00							
		TPA	07:52:00	08:15:00	1.07	0.00	0.00	0.37							
	2	Boktong	09:24:00	09:43:00	1.15	0.00	0.31	0.00	0.68	1.16	0.85				
		Simpang Dukuh	10:14:00	10:17:00	0.52	0.00	0.05	0.00							
		Taman Ketampon	10:27:00	10:35:00	0.17	0.00	0.12	0.00							
		TPA	11:26:00	11:49:00	0.85	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:21:00	12:21:00	0.53	0.00	0.00	0.00							

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Jam Datang	Jam Berangkat	Waktu Perjalanan (jam)	Waktu Bongkar (jam)	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPA s (jam)	(N-1).dbc (jam)	Pscs (jam)	h (jam)	Tscs (jam)	t1 (jam)	t2 (jam)	W (jam)
Optimasi Skenario B															
		DKP		05:00:00	0.00										
B	1	Boktong	05:05:00	06:00:00	0.08	0.73	0.25	0.00	0.45	1.08	2.07	5.96	0.08	0.53	0.18
		Gayung Pring	06:27:00	06:50:00	0.45	0.00	0.38	0.00							
		TPA	07:48:00	08:11:00	0.97	0.00	0.00	0.37							
	2	Gayung Pring	09:17:00	09:41:00	1.10	0.00	0.38	0.00	0.45	1.01	1.07				
		Boktong	10:08:00	10:19:00	0.45	0.00	0.18	0.00							
		TPA	11:24:00	11:47:00	1.07	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:19:00	12:19:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
		DKP		05:00:00	0.00										
C	1	Tambak Rejo	05:25:00	06:46:00	0.41	0.72	0.62	0.00	0.00	1.34	1.77	6.01	0.41	0.53	0.13
		TPA	07:36:00	07:59:00	0.82	0.00	0.00	0.37							
	2	Tambak Rejo	08:56:00	09:21:00	0.95	0.00	0.41	0.00	0.43	1.17	1.00				
		Pandegiling	09:47:00	10:51:00	0.43	0.74	0.33	0.00							
		TPA	11:51:00	12:14:00	1.00	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:46:00	12:46:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
		DKP		05:00:00	0.00										
D	1	Pandegiling	05:22:00	07:07:00	0.37	1.47	0.64	0.00	0.55	2.11	1.77	5.85	0.37	0.53	0.16
		Tambak Rejo	07:40:00	08:36:00	0.55	0.72	0.20	0.00							
		TPA	09:26:00	09:49:00	0.82	0.00	0.00	0.37							
	2	Tambak Rejo	10:46:00	11:12:00	0.95	0.00	0.42	0.00	0.00	0.42	0.82				
		TPA	12:02:00	12:25:00	0.82	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:57:00	12:57:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
		DKP		05:00:00	0.00										
E	1	Taman Flora	05:15:00	07:13:00	0.25	1.50	0.70	0.00	0.00	0.70	2.40	5.49	0.25	0.53	0.22
		TPA	08:31:00	08:54:00	1.30	0.00	0.00	0.37							
	2	Taman Flora 2	10:00:00	10:35:00	1.10	0.00	0.57	0.00	0.12	0.74	0.92				
		Ngagel	10:43:00	10:46:00	0.12	0.00	0.05	0.00							
		TPA	11:41:00	12:04:00	0.92	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:36:00	12:36:00	0.53	0.00	0.00	0.00							

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Jam Datang	Jam Berangkat	Waktu Perjalanan (jam)	Waktu Bongkar (jam)	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPAs (jam)	(N-1).dbc (jam)	Pscs (jam)	h (jam)	Tscs (jam)	t1 (jam)	t2 (jam)	W (jam)
Optimasi Skenario B															
F	1	DKP		05:00:00	0.00										
		Simpang Dukuh	05:18:00	06:21:00	0.30	0.73	0.31	0.00	0.30	1.27	1.82	5.64	0.30	0.53	0.19
		Srikana 2	06:39:00	07:37:00	0.30	0.73	0.23	0.00							
	2	TPA	08:39:00	09:02:00	1.03	0.00	0.00	0.37							
		Simpang Dukuh	09:49:00	10:08:00	0.78	0.00	0.31	0.00	0.30	0.79	1.03				
		Srikana 2	10:26:00	10:37:00	0.30	0.00	0.18	0.00							
		TPA	11:39:00	12:02:00	1.03	0.00	0.00	0.37							
DKP	12:34:00	12:34:00	0.53	0.00	0.00	0.00									
G	1	DKP		05:00:00	0.00										
		Ngagel	05:15:00	06:19:00	0.25	0.70	0.36	0.00	0.22	0.94	1.93	5.54	0.25	0.53	0.21
		Pandegiling	06:32:00	06:54:00	0.22	0.00	0.36	0.00							
	2	TPA	07:54:00	08:17:00	1.00	0.00	0.00	0.37							
		Ngagel	09:13:00	09:35:00	0.93	0.00	0.36	0.00	0.22	0.94	1.00				
		Pandegiling	09:48:00	10:10:00	0.22	0.00	0.36	0.00							
		TPA	11:10:00	11:33:00	1.00	0.00	0.00	0.37							
DKP	12:05:00	12:05:00	0.53	0.00	0.00	0.00									
H	1	DKP		05:00:00	0.00										
		Taman Ketampon	05:22:00	06:24:00	0.37	0.72	0.32	0.00	0.30	0.85	1.68	4.96	0.37	0.53	0.27
		Candipuro	06:42:00	06:56:00	0.30	0.00	0.23	0.00							
	2	TPA	07:47:00	08:10:00	0.85	0.00	0.00	0.37							
		Taman Ketampon	09:00:00	09:19:00	0.83	0.00	0.32	0.00	0.30	0.84	0.85				
		Candipuro	09:37:00	09:51:00	0.30	0.00	0.22	0.00							
		TPA	10:42:00	11:05:00	0.85	0.00	0.00	0.37							
DKP	11:37:00	11:37:00	0.53	0.00	0.00	0.00									
I	1	DKP		05:00:00	0.00										
		Srikana	05:11:00	06:26:00	0.18	0.73	0.51	0.00	0.00	1.06	2.26	6.03	0.18	0.53	0.16
	2	TPA	07:28:00	07:51:00	1.03	0.00	0.00	0.37							
		Jemur Wonosari	09:05:00	10:33:00	1.23	0.73	0.72	0.00	0.00	0.72	1.25				
		TPA	11:48:00	12:11:00	1.25	0.00	0.00	0.37							
DKP	12:43:00	12:43:00	0.53	0.00	0.00	0.00									

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Jam Datang	Jam Berangkat	Waktu Perjalanan (jam)	Waktu Bongkar (jam)	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPA s (jam)	(N-1).dbc (jam)	Pscs (jam)	h (jam)	Tscs (jam)	t1 (jam)	t2 (jam)	W (jam)
Optimasi Skenario B															
		DKP		05:00:00	0.00										
J	1	Semut Kali	05:26:01	06:36:01	0.43	0.72	0.43	0.00	0.25	0.86	1.72	5.60	0.43	0.53	0.18
		Tambak Rejo	06:51:03	07:02:03	0.25	0.00	0.18	0.00							
		TPA	07:52:03	08:15:03	0.82	0.00	0.00	0.37							
	2	Srikana	09:09:03	10:24:03	0.90	0.73	0.51	0.00	0.00	1.24	1.03				
		TPA	11:26:03	11:49:03	1.03	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:21:03	12:21:03	0.53	0.00	0.00	0.00							
		DKP		05:00:00	0.00										
K	1	Taman Flora	05:15:00	06:27:00	0.25	0.75	0.69	0.00	0.00	0.69	2.53	6.09	0.25	0.53	0.14
		TPA	07:45:00	08:08:00	1.30	0.00	0.00	0.37							
	2	Jemur Wonosari	09:22:00	09:39:00	1.23	0.00	0.28	0.00	0.65	1.44	0.70				
		Pandegiling	10:08:00	10:30:00	0.48	0.00	0.35	0.00							
		Kayun	10:40:00	10:50:00	0.17	0.00	0.15	0.00							
		TPA	11:32:00	11:55:00	0.70	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:27:00	12:27:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
		DKP		05:00:00	0.00										
L	1	Keputran	05:17:00	07:20:00	0.28	1.50	0.55	0.00	0.05	0.87	1.50	5.08	0.28	0.53	0.26
		Kayun	07:23:00	07:40:00	0.05	0.00	0.27	0.00							
		TPA	08:22:00	08:45:00	0.70	0.00	0.00	0.37							
	2	Kayun	09:33:00	10:50:00	0.80	0.75	0.52	0.00	0.00	1.27	0.70				
		TPA	11:32:00	11:55:00	0.70	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:27:00	12:27:00	0.53	0.00	0.00	0.00							
		DKP		05:00:00	0.00										
M	1	SCS Jalan	05:14:00	08:33:00	0.34		3.31			3.31	1.16	6.07	0.34	0.53	0.13
		TPA	09:07:00	09:30:00	0.45	0.00	0.00	0.37							
	2	Semut Kali	10:13:00	10:30:00	0.71	0.00	0.28	0.00	0.00	0.28	0.58				
		TPA	11:05:00	11:28:00	0.58	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:00:00	12:00:00	0.53	0.00	0.00	0.00							

Truk Compactor	Ritase ke	Rute	Jam Datang	Jam Berangkat	Waktu Perjalanan (jam)	Waktu Bongkar (jam)	Waktu Muat Ut.Ct (jam)	Waktu di TPA s (jam)	(N-1).dbc (jam)	Pscs (jam)	h (jam)	Tscs (jam)	t1 (jam)	t2 (jam)	W (jam)
Optimasi Skenario B															
		DKP		05:00:00	0.00										
N	1	Keputran	05:17:00	06:00:00	0.28	0.75	0.24	0.00	0.10	0.98	1.95	5.81	0.28	0.53	0.17
		Pandegiling	06:06:00	08:04:00	0.10	1.42	0.64	0.00							
		TPA	09:04:00	09:27:00	1.00	0.00	0.00	0.37							
	2	Tambak Rejo	10:24:00	11:14:00	0.95	0.71	0.62	0.00	0.00	1.33	0.82				
		TPA	12:04:00	12:27:00	0.82	0.00	0.00	0.37							
		DKP	12:59:00	12:59:00	0.53	0.00	0.00	0.00							

LAMPIRAN IV. PENGANGKUTAN SAMPAH PER TPS/LPS

Nama TPS/LPS	Volume Sampah (m3)	Jam Datang	Jam Berangkat	Truk Compactor	Volume (m3)
Rute Eksisting					
Simpang Dukuh	23.76	05:18:00	07:20:00	L9561NP	20.00
		09:14:00	09:21:00	L9561NP	3.76
Kayun	36	05:14:00	07:16:00	L9553NP	20.00
		09:24:00	09:50:00	L9561NP	16.00
Candipuro	17.6	09:15:00	10:26:00	L9553NP	17.60
Pandegiling	56	05:22:00	07:48:00	L9386NP	20.00
		05:23:00	09:18:00	L9557NP	20.00
		09:33:00	11:04:00	L9386NP	16.00
Taman Ketampon	26.4	05:22:00	07:23:00	L9455NP	20.00
		09:27:00	09:38:00	L9455NP	6.40
Jemur Wonosari	42.24	05:17:00	07:34:00	L9454NP	20.00
		10:26:00	11:59:00	L9454NP	20.00
		14:51:00	14:57:00	L9454NP	2.24
Boktong	26.4	05:05:00	07:39:00	L9453NP	20
		10:16:00	10:37:00	L9453NP	6.40
Ngagel	26.4	05:56:00	07:55:00	L9451NP	20
		10:09:00	10:21:00	L9451NP	6.40
Semut Kali	26.4	05:26:00	07:33:00	L9448NP	20.00
		09:17:00	09:29:00	L9448NP	6.40
Tambak Rejo	79.2	05:26:00	06:47:00	L9554NP	20.00
		05:26:00	07:30:00	L9560NP	20.00
		08:57:00	09:35:00	L9554NP	20.00
		09:40:00	10:16:00	L9560NP	19.20
Srikana	56	05:11:00	06:26:00	L9384NP	20.00
		05:11:00	07:10:00	L9389NP	20.00
		09:14:00	09:39:00	L9384NP	16.00
Keputran	14	05:17:00	07:35:00	L9555NP	14.00
Taman Flora	56	05:15:00	06:43:00	L 9704 NP	20.00
		05:15:00	07:28:00	Kode Truk 24	20.00
		05:15:00	07:19:00	Kode Truk 02	16.00
Gayung Pring	22	05:33:00	07:40:00	L9452NP	20.00
		10:07:00	10:12:00	L9452NP	2.00
SCS Jalan 03	15.92	05:21:00	08:40:00	L9385NP	15.92
Optimasi Skenario A					
Simpang Dukuh	23.76	05:18:00	07:20:00	L9561NP	20.00
		09:14:00	09:21:00	L9561NP	3.76
Kayun	36	05:14:00	07:16:00	L9553NP	20.00
		09:24:00	09:50:00	L9561NP	16.00
Candipuro	17.6	09:15:00	10:26:00	L9553NP	17.60

Nama TPS/LPS	Volume Sampah (m3)	Jam Datang	Jam Berangkat	Truk Compactor	Volume (m3)
Optimasi Skenario A					
Pandegiling	56	05:22:00	07:48:00	L9386NP	20.00
		05:23:00	09:18:00	L9557NP	20.00
		09:33:00	11:04:00	L9386NP	16.00
Taman Ketampon	26.4	05:22:00	07:23:00	L9455NP	20.00
		10:23:00	10:34:00	L9553NP	6.40
Jemur Wonosari	42.24	05:17:00	07:34:00	L9454NP	20.00
		09:14:00	10:47:00	L9384NP	20.00
		10:21:00	10:27:00	L9555NP	2.24
Boktong	26.4	05:05:00	08:07:00	L9453NP	20.00
		09:33:00	10:01:00	L 9704 NP	6.40
Ngagel	26.4	05:56:00	07:55:00	L9451NP	20.00
		09:54:00	10:06:00	L9448NP	6.40
Semut Kali	26.4	05:26:00	07:33:00	L9448NP	20.00
		09:17:00	09:29:00	L9448NP	6.40
Tambak Rejo	79.2	05:26:00	06:47:00	L9554NP	20.00
		05:26:00	07:30:00	L9560NP	20.00
		08:57:00	09:35:00	L9554NP	20.00
		09:40:00	10:16:00	L9560NP	19.20
Srikana	56	05:11:00	06:26:00	L9384NP	20.00
		05:11:00	07:10:00	L9389NP	20.00
		10:06:00	10:31:00	L9454NP	16.00
Keputran	14	05:17:00	07:35:00	L9384NP	14.00
Taman Flora	56	05:15:00	06:43:00	L 9704 NP	20.00
		09:41:00	10:24:00	L9389NP	20.00
		10:07:00	10:41:00	L9452NP	16.00
Gayung Pring	22	05:33:00	07:40:00	L9452NP	20.00
		09:49:00	09:54:00	L9555NP	2.00
SCS Jalan 03	15.92	05:21:00	08:40:00	L9385NP	15.92
Optimasi Skenario B					
Jemur Wonosari	42.24	05:17:00	06:28:00	A	17.69
		09:22:00	09:39:00	K	6.86
		09:29:03	10:57:03	J	17.69
Boktong	26.4	05:05:00	06:00:00	B	8.74
		06:43:00	06:47:00	A	2.31
		10:08:00	10:19:00	B	4.29
Gayung Pring	22	09:24:00	10:26:00	A	11.06
		06:27:00	06:50:00	B	11.06
Tambak Rejo	79.2	09:17:00	09:41:00	B	10.95
		05:25:00	06:46:00	C	20.00
		06:51:04	07:02:04	J	5.85
		07:40:00	08:36:00	D	6.53
		08:56:00	09:21:00	C	13.17
		10:46:00	11:12:00	D	13.65
		10:24:00	11:14:00	N	20.00

Nama TPS/LPS	Volume Sampah (m3)	Jam Datang	Jam Berangkat	Truk Compactor	Volume (m3)
Optimasi Skenario B					
Semut Kali	26.4	05:26:01	06:36:02	J	14.15
		10:13:00	10:30:00	M	12.25
Pandegiling	56	05:22:00	07:07:00	D	13.27
		06:32:00	06:54:00	G	7.62
		06:06:00	08:04:00	N	13.26
		09:48:00	10:10:00	G	7.62
		10:08:00	10:30:00	K	7.41
		09:47:00	10:51:00	C	6.83
Taman Flor	56	05:15:00	07:13:00	D	20.00
		05:15:00	06:27:00	K	19.63
		10:00:00	10:35:00	E	16.37
Simpang Dukuh	23.76	05:18:00	06:21:00	F	11.06
		09:49:00	10:08:00	F	11.06
		10:57:00	11:00:00	A	1.65
Srikana	56	05:11:00	06:26:00	I	20.00
		06:39:00	07:37:00	F	8.95
		09:09:03	10:24:03	J	20.00
		10:26:00	10:37:00	F	7.06
Taman Ketampon	26.4	05:22:00	06:24:00	H	11.06
		09:00:00	09:19:00	H	11.06
		10:27:00	10:35:00	A	4.29
Candipuro	17.6	06:42:00	06:56:00	H	8.95
		09:37:00	09:51:00	H	8.66
Ngagel	26.40	05:15:00	06:19:00	G	12.38
		09:13:00	09:35:00	G	12.38
		10:43:00	10:46:00	E	1.64
Kayun	36	07:23:00	07:40:00	L	10.27
		09:33:00	10:50:00	L	20.00
		10:40:00	10:50:00	K	5.73
Keputran	14	05:17:00	07:20:00	L	9.73
		05:17:00	06:00:00	N	4.27
SCS Jalan	15.92	05:14:00	08:33:00	M	15.92

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN V. NILAI VARIABEL-VARIABEL DALAM ALGORITMA VEHICLE ROUTING PROBLEMS WITH SEQUENTIAL INSERTION

Kode Truk	t	r	i	n	k	$L[t,r,k]$	$a[t,r,k]$	$\delta[t,r,k]$	$\tau[L[t,r,k], L[t,r,m]]$	q	s	h	$CT[t,r,k]$	$Q[L[t,r,k]]$	$CT[t,r]$	$w[t,r]$	$NL[t,r]$	$NR[t]$	
A	1	1	0	1	1	DKP		05:00:00	0.00				0.00		0.00	0.00	0	2	
			1	2	2	Jemur Wonosari	05:17:00	06:28:00	0.28	17.69	0.73	0.72	0.00	1.45	17.69	1.45	17.69	1	
			2	3	3	Boktong	06:43:00	06:47:00	0.25	2.31	0.00	0.06	0.00	0.31	2.31	1.77	20.00	2	
			3	4	4	TPA	07:52:00	08:15:00	1.07	0.00	0.00	0.00	0.37	1.43	0.00	3.20	0.00	3	
			1	2	2	Boktong	09:24:00	09:43:00	1.15	11.06	0.00	0.31	0.00	1.46	11.06	4.66	11.06	1	
			2	3	3	Simpang Dukuh	10:14:00	10:17:00	0.52	1.65	0.00	0.05	0.00	0.56	1.65	5.22	12.71	2	
			3	4	4	Taman Ketampon	10:27:00	10:35:00	0.17	4.29	0.00	0.12	0.00	0.29	4.29	5.51	17.00	3	
			4	5	5	TPA	11:26:00	11:49:00	0.85	0.00	0.00	0.00	0.37	1.22	0.00	6.73	0.00	4	
			0	1	1	DKP	12:21:00	12:21:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.00	7.26	0.00	0	
			B	2	1	0	1	1	DKP		05:00:00	0.00				0.00		0.00	0.00
1	2	2				Boktong	05:05:00	06:00:00	0.08	8.74	0.73	0.25	0.00	0.98	8.74	0.98	8.74	1	
2	3	3				Gayung Pring	06:27:00	06:50:00	0.45	11.06	0.00	0.38	0.00	0.83	11.06	1.81	19.80	2	
3	4	4				TPA	07:48:00	08:11:00	0.97	0.00	0.00	0.00	0.37	1.33	0.00	3.15	0.00	3	
1	2	2				Gayung Pring	09:17:00	09:41:00	1.10	10.95	0.00	0.38	0.00	1.48	10.95	4.63	10.95	1	
2	3	3				Boktong	10:08:00	10:19:00	0.45	4.29	0.00	0.18	0.00	0.63	4.29	5.26	15.24	2	
3	4	4				TPA	11:24:00	11:47:00	1.07	0.00	0.00	0.00	0.37	1.43	0.00	6.69	0.00	3	
0	1	1				DKP	12:19:00	12:19:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.00	7.22	0.00	0	
C	3	1	0	1	1	DKP		05:00:00	0.00				0.00		0.00	0.00	0	2	
			1	2	2	Tambak Rejo	05:25:00	06:46:00	0.41	20.00	0.72	0.62	0.00	1.34	20.00	1.34	20.00	1	
			2	3	3	TPA	07:36:00	07:59:00	0.82	0.00	0.00	0.00	0.37	1.19	0.00	2.53	0.00	2	
			1	2	2	Tambak Rejo	08:56:00	09:21:00	0.95	13.17	0.00	0.41	0.00	1.36	13.17	3.88	13.17	1	
			2	3	3	Pandegiling	09:47:00	10:51:00	0.43	6.83	0.74	0.33	0.00	1.50	6.83	5.38	20.00	2	
			3	4	4	TPA	11:51:00	12:14:00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.37	1.37	0.00	6.75	0.00	3	
			0	1	1	DKP	12:46:00	12:46:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.00	7.28	0.00	0	
D	4	1	0	1	1	DKP		05:00:00	0.00				0.00		0.00	0.00	0	2	
			1	2	2	Pandegiling	05:22:00	07:07:00	0.37	13.27	1.47	0.64	0.00	2.11	13.27	2.11	13.27	1	
			2	3	3	Tambak Rejo	07:40:00	08:36:00	0.55	6.53	0.72	0.20	0.00	0.92	6.53	3.03	19.80	2	
			3	4	4	TPA	09:26:00	09:49:00	0.82	0.00	0.00	0.00	0.37	1.19	0.00	4.22	0.00	3	
			1	2	2	Tambak Rejo	10:46:00	11:12:00	0.95	13.65	0.00	0.42	0.00	1.37	13.65	5.59	13.65	1	
			2	3	3	TPA	12:02:00	12:25:00	0.82	0.00	0.00	0.00	0.37	1.19	0.00	6.77	0.00	2	
			0	1	1	DKP	12:57:00	12:57:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.00	7.31	0.00	0	
E	5	1	0	1	1	DKP		05:00:00	0.00				0.00		0.00	0.00	0	2	
			1	2	2	Taman Flora	05:15:00	07:13:00	0.25	20.00	1.50	0.70	0.00	2.20	20.00	2.20	20.00	1	
			2	3	3	TPA	08:31:00	08:54:00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.37	1.67	0.00	3.87	0.00	2	
			1	2	2	Taman Flora	10:00:00	10:35:00	1.10	16.37	0.00	0.57	0.00	1.67	16.37	5.55	16.37	1	
			2	3	3	Ngagel	10:43:00	10:46:00	0.12	1.64	0.00	0.05	0.00	0.16	1.64	5.71	18.01	2	
			3	4	4	TPA	11:41:00	12:04:00	0.92	0.00	0.00	0.00	0.37	1.28	0.00	6.99	0.00	3	
0	1	1	DKP	12:36:00	12:36:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.00	7.53	0.00	0				

Kode Truk	t	r	i	n	k	$L[t,r,k]$	$a[t,r,k]$	$\delta[t,r,k]$	$\tau[L[t,r,k], L[t,r,m]]$	q	s		h	$CT[t,r,k]$	$Q[L[t,r,k]]$	$CT[t,r]$	$w[t,r]$	$NL[t,r]$	$NR[t]$	
F	6	1	0	1	1	DKP		05:00:00	0.00					0.00		0.00	0.00	0	2	
			1	2	2	Simpang Dukuh	05:18:00	06:21:00	0.30	11.06	0.73	0.31	0.00	1.04	11.06	1.04	11.06	1		
			2	3	3	Srikana	06:39:00	07:37:00	0.30	8.95	0.73	0.23	0.00	0.96	8.95	2.00	20.00	2		
			3	4	4	TPA	08:39:00	09:02:00	1.03	0.00	0.00	0.00	0.37	1.40	0.00	3.40	0.00	3		
			2	1	2	2	Simpang Dukuh	09:49:00	10:08:00	0.78	11.06	0.00	0.31	0.00	1.09	11.06	4.49	11.06	1	
			2	3	3	Srikana	10:26:00	10:37:00	0.30	7.06	0.00	0.18	0.00	0.48	7.06	4.97	18.11	2		
			3	4	4	TPA	11:39:00	12:02:00	1.03	0.00	0.00	0.00	0.37	1.40	0.00	6.37	0.00	3		
0	1	1	DKP	12:34:00	12:34:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.00	6.91	0.00	0					
G	7	1	0	1	1	DKP		05:00:00	0.00					0.00		0.00	0.00	0	2	
			1	2	2	Ngagel	05:15:00	06:19:00	0.25	12.38	0.70	0.36	0.00	1.06	12.38	1.06	12.38	1		
			2	3	3	Pandegiling	06:32:00	06:54:00	0.22	7.62	0.00	0.36	0.00	0.58	7.62	1.64	20.00	2		
			3	4	4	TPA	07:54:00	08:17:00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.37	1.37	0.00	3.00	0.00	3		
			2	1	2	2	Ngagel	09:13:00	09:35:00	0.93	12.38	0.00	0.36	0.00	1.29	12.38	4.29	12.38	1	
			2	3	3	Pandegiling	09:48:00	10:10:00	0.22	7.62	0.00	0.36	0.00	0.58	7.62	4.87	20.00	2		
			3	4	4	TPA	11:10:00	11:33:00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.37	1.37	0.00	6.24	0.00	3		
0	1	1	DKP	12:05:00	12:05:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.00	6.78	0.00	0					
H	8	1	0	1	1	DKP		05:00:00	0.00					0.00		0.00	0.00	0	2	
			1	2	2	Taman Ketampon	05:22:00	06:24:00	0.37	11.06	0.72	0.32	0.00	1.03	11.06	1.03	11.06	1		
			2	3	3	Candipuro	06:42:00	06:56:00	0.30	8.95	0.00	0.23	0.00	0.53	8.95	1.56	20.00	2		
			3	4	4	TPA	07:47:00	08:10:00	0.85	0.00	0.00	0.00	0.37	1.22	0.00	2.78	0.00	3		
			2	1	2	2	Taman Ketampon	09:00:00	09:19:00	0.83	11.06	0.00	0.32	0.00	1.15	11.06	3.93	11.06	1	
			2	3	3	Candipuro	09:37:00	09:51:00	0.30	8.66	0.00	0.22	0.00	0.52	8.66	4.45	19.71	2		
			3	4	4	TPA	10:42:00	11:05:00	0.85	0.00	0.00	0.00	0.37	1.22	0.00	5.67	0.00	3		
0	1	1	DKP	11:37:00	11:37:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.00	6.21	0.00	0					
I	9	1	0	1	1	DKP		05:00:00	0.00					0.00		0.00	0.00	0	2	
			1	2	2	Srikana	05:11:00	06:26:00	0.18	20.00	0.73	0.51	0.00	1.24	20.00	1.24	20.00	1		
			2	3	3	TPA	07:28:00	07:51:00	1.03	0.00	0.00	0.00	0.37	1.40	0.00	2.65	0.00	2		
			2	1	2	2	Jemur Wonosari	09:05:00	10:33:00	1.23	17.69	0.73	0.72	0.00	1.95	17.69	4.60	17.69	1	
			2	3	3	TPA	11:48:00	12:11:00	1.25	0.00	0.00	0.00	0.37	1.62	0.00	6.22	0.00	2		
0	1	1	DKP	12:43:00	12:43:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.00	6.75	0.00	0					
J	10	1	0	1	1	DKP		05:00:00	0.00					0.00		0.00	0.00	0	2	
			1	2	2	Semut Kali	05:26:01	06:36:01	0.43	14.15	0.72	0.43	0.00	1.15	14.15	1.15	14.15	1		
			2	3	3	Tambak Rejo	06:51:03	07:02:03	0.25	5.85	0.00	0.18	0.00	0.43	5.85	1.58	20.00	2		
			3	4	4	TPA	07:52:03	08:15:03	0.82	0.00	0.00	0.00	0.37	1.19	0.00	2.77	0.00	3		
			2	1	2	2	Srikana	09:09:03	10:24:03	0.90	20.00	0.73	0.51	0.00	1.41	17.69	4.18	17.69	1	
			2	3	3	TPA	11:26:03	11:49:03	1.03	0.00	0.00	0.00	0.37	1.40	0.00	5.59	0.00	2		
0	1	1	DKP	12:21:03	12:21:03	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.00	6.12	0.00	0					

Kode Truk	t	r	i	n	k	$L[t,r,k]$	$a[t,r,k]$	$\delta[t,r,k]$	$\tau[L[t,r,k], L[t,r,m]]$	q	s		h	$CT[t,r,k]$	$Q[L[t,r,k]]$	$CT[t,r]$	$w[t,r]$	$NL[t,r]$	$NR[t]$
K	11	1	0	1	1	DKP		05:00:00	0.00					0.00		0.00	0.00	0	2
			1	2	2	Taman Flora	05:15:00	06:27:00	0.25	19.63	0.75	0.69	0.00	1.44	19.63	1.44	19.63	1	
			2	3	3	TPA	07:45:00	08:08:00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.37	1.67	0.00	3.11	0.00	2	
		2	1	2	2	Jemur Wonosari	09:22:00	09:39:00	1.23	6.86	0.00	0.28	0.00	1.51	6.86	4.62	6.86	1	
			2	3	3	Pandegiling	10:08:00	10:30:00	0.48	7.41	0.00	0.35	0.00	0.84	7.41	5.46	14.27	2	
			3	4	4	Kayun	10:40:00	10:50:00	0.17	5.73	0.00	0.15	0.00	0.32	5.73	5.77	20.00	3	
			4	5	5	TPA	11:32:00	11:55:00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.37	1.07	0.00	6.84	0.00	4	
0	1	1	DKP	12:27:00	12:27:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.00	7.37	0.00	0				
L	12	1	0	1	1	DKP		05:00:00	0.00					0.00		0.00	0.00	0	2
			1	2	2	Keputran	05:17:00	07:20:00	0.28	9.73	1.50	0.55	0.00	2.05	9.73	2.05	9.73	1	
			2	3	3	Kayun	07:23:00	07:40:00	0.05	10.27	0.00	0.27	0.00	0.32	10.27	2.37	20.00	2	
		3	4	4	TPA	08:22:00	08:45:00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.37	1.07	0.00	3.44	0.00	3		
		2	1	2	2	Kayun	09:33:00	10:50:00	0.80	20.00	0.75	0.52	0.00	2.07	20.00	5.51	20.00	1	
			2	3	3	TPA	11:32:00	11:55:00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.37	1.07	0.00	6.58	0.00	2	
0	1		1	DKP	12:27:00	12:27:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.00	7.11	0.00	0			
M	13	1	0	1	1	DKP		05:00:00	0.00					0.00		0.00	0.00	0	2
			1	2	2	SCS Jalan	05:14:00	08:33:00	0.23	15.92		3.31		3.54	15.92	3.54	15.92	1	
			2	3	3	TPA	09:07:00	09:30:00	0.57	0.00	0.00	0.00	0.37	0.93	0.00	4.48	0.00	2	
		2	1	2	2	Semut Kali	10:13:00	10:30:00	0.71	12.25	0.00	0.28	0.00	0.99	12.25	5.46	12.25	1	
			2	3	3	TPA	11:05:00	11:28:00	0.58	0.00	0.00	0.00	0.37	0.95	0.00	6.41	0.00	2	
0	1	1	DKP	12:00:00	12:00:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.00	6.94	0.00	0				
N	14	1	0	1	1	DKP		05:00:00	0.00					0.00		0.00	0.00	0	2
			1	2	2	Keputran	05:17:00	06:00:00	0.28	4.27	0.75	0.24	0.00	0.99	4.27	0.99	4.27	1	
			2	3	3	Pandegiling	06:06:00	08:04:00	0.10	13.26	1.42	0.64	0.00	2.06	13.26	2.06	17.53	2	
		3	4	4	TPA	09:04:00	09:27:00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.37	1.37	0.00	3.42	0.00	3		
		2	1	2	2	Tambak Rejo	10:24:00	11:14:00	0.95	20.00	0.71	0.62	0.00	2.28	20.00	5.70	20.00	1	
			2	3	3	TPA	12:04:00	12:27:00	0.82	0.00	0.00	0.00	0.37	1.19	0.00	6.89	0.00	2	
0	1		1	DKP	12:59:00	12:59:00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.00	7.42	0.00	0			

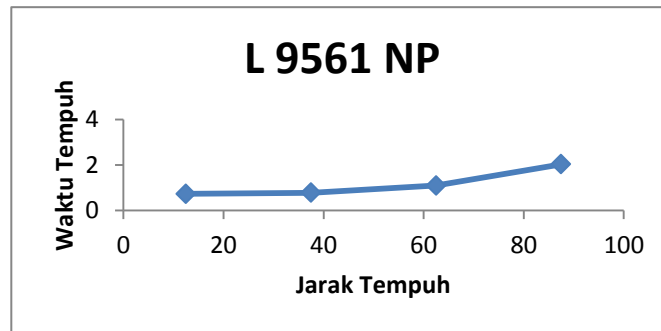
Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN VI.

KURVA REGRESI LINEAR *hauling time* $h = a + bx$, dimana x adalah jarak tempuh TPS/LPS menuju TPA dan/atau ditambah jarak tempuh TPA menuju TPS/LPS pada ritase selanjutnya.

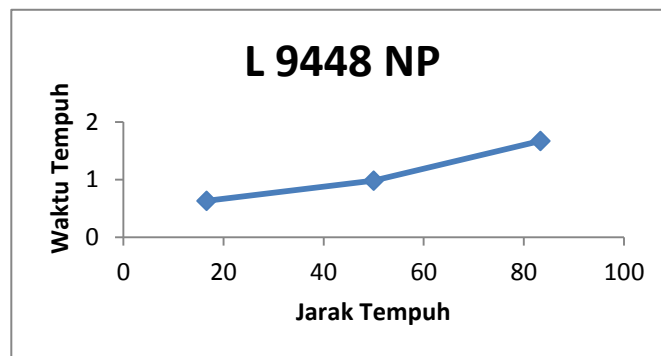
HASIL PENGAMATAN LANGSUNG

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.055629
R Square	0.003095
Adjusted R Square	-0.49536
Standard Error	0.727526
Observations	4



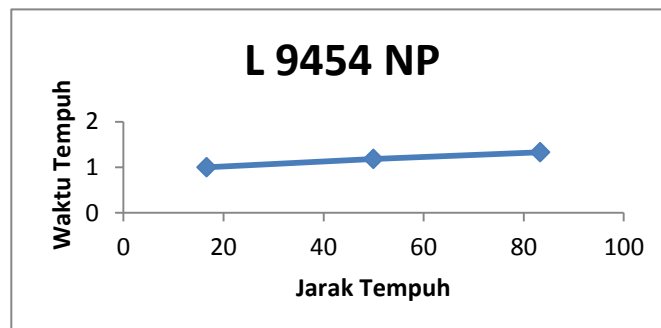
$$h = 1.328 + 0.014x$$

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.492009
R Square	0.242073
Adjusted R Square	-0.51585
Standard Error	0.595552
Observations	3



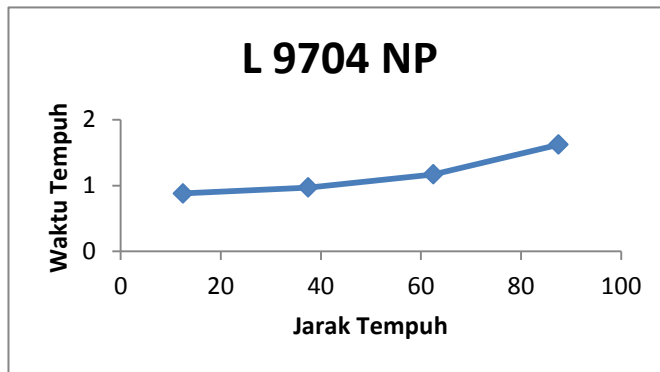
$$h = 2.682 - 0.0116x$$

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.075094
R Square	0.005639
Adjusted R Square	-0.98872
Standard Error	0.354898
Observations	3



$$h = 2.988 - 0.007x$$

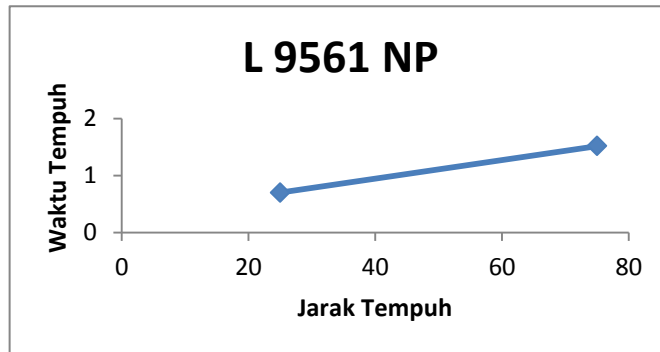
<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.85991
R Square	0.739446
Adjusted R Square	0.609169
Standard Error	0.328721
Observations	4



$$h = 0.641 + 0.025x$$

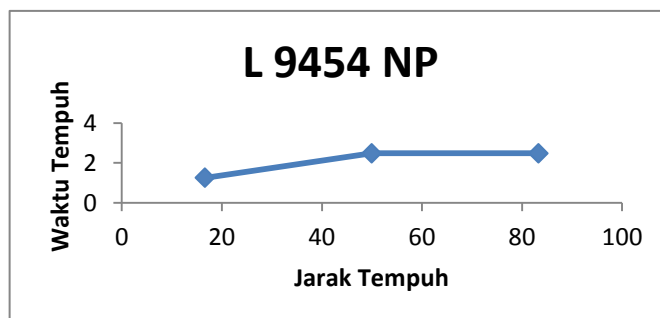
KONDISI EKSISTING

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	1
R Square	1
Adjusted R Square	0.65535
Standard Error	0
Observations	2



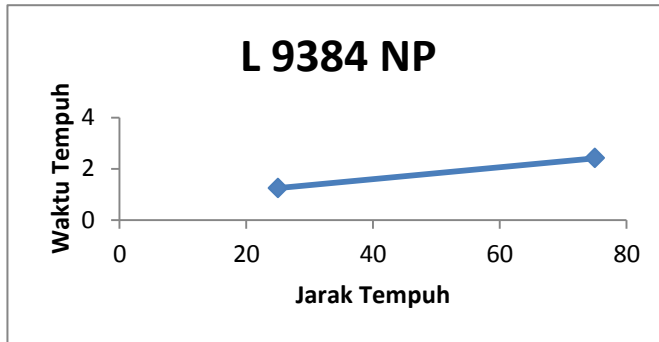
$$h = -0.163 + 0.035x$$

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	1
R Square	1
Adjusted R Square	1
Standard Error	0
Observations	3



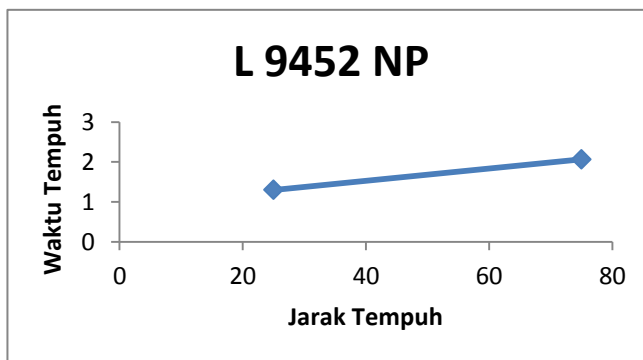
$$h = 0.02 + 0.036x$$

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	1
R Square	1
Adjusted R Square	65535
Standard Error	0
Observations	2



$$h = 0.219 + 0.039x$$

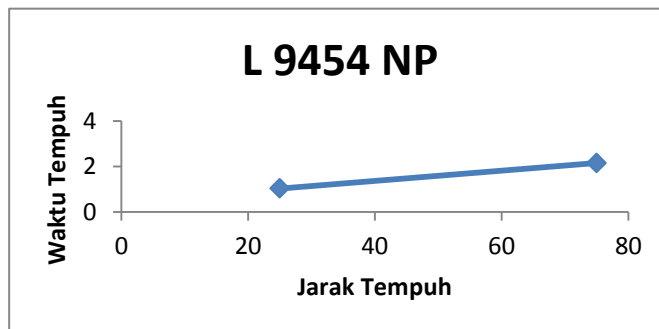
<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	1
R Square	1
Adjusted R Square	65535
Standard Error	0
Observations	2



$$h = 0.593 + 0.023x$$

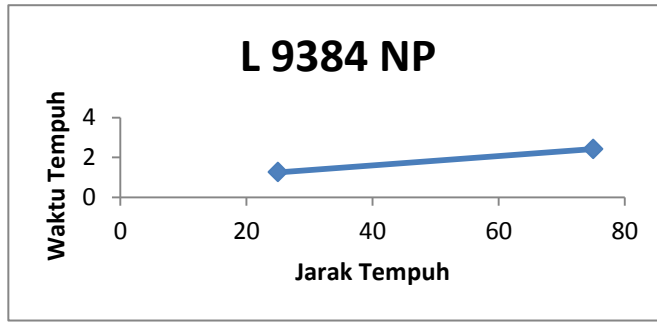
OPTIMASI SKENARIO A

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	1
R Square	1
Adjusted R Square	65535
Standard Error	0
Observations	2



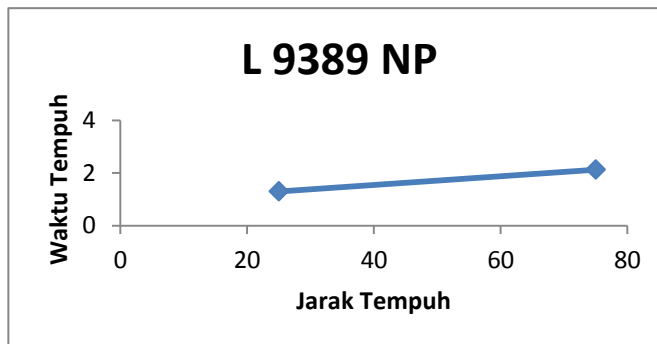
$$h = -0.058 + 0.036x$$

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	1
R Square	1
Adjusted R Square	1
Standard Error	0
Observations	3



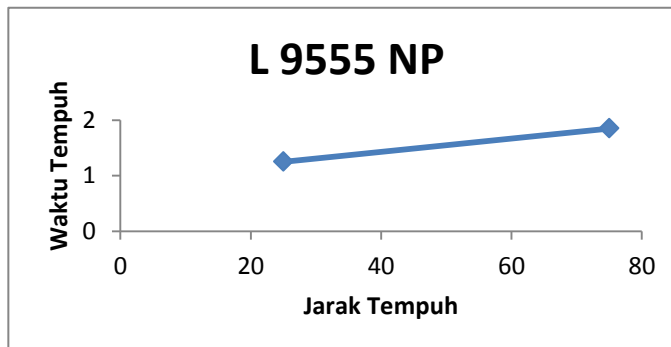
$$h = -0.08 + 0.039x$$

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	1
R Square	1
Adjusted R Square	R
Standard Error	65535
Observations	2



$$h = 0.316 + 0.031x$$

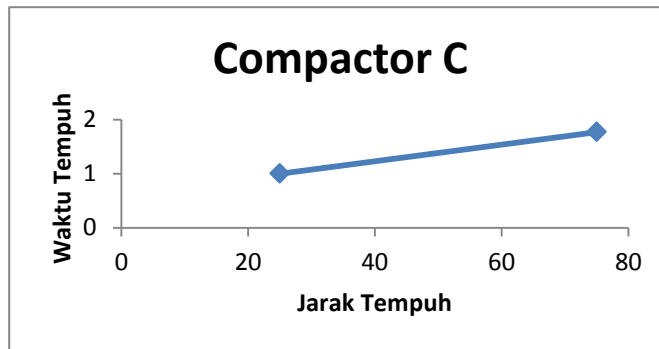
<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	1
R Square	1
Adjusted R Square	R
Standard Error	65535
Observations	2



$$h = 0.362 + 0.026x$$

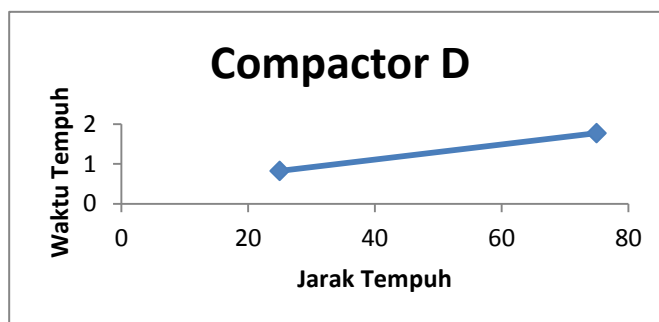
OPTIMASI SKENARIO B

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	1
R Square	1
Adjusted R Square	0.65535
Standard Error	0
Observations	2



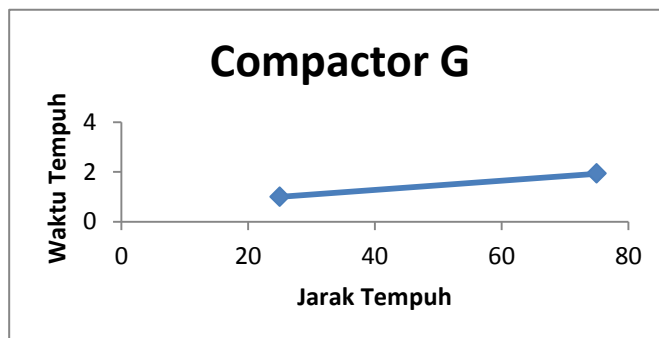
$$h = 0.199 + 0.031x$$

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	1
R Square	1
Adjusted R Square	1
Standard Error	0
Observations	3



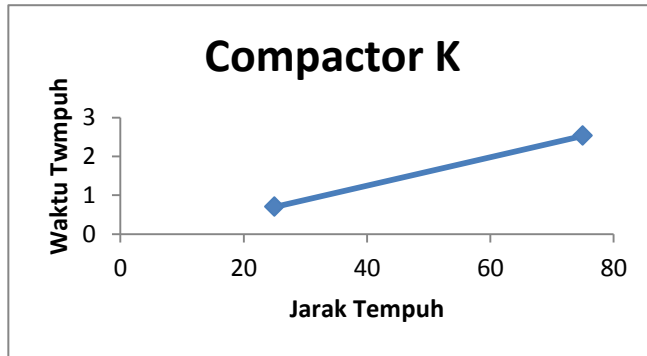
$$h = -0.025 + 0.035x$$

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	1
R Square	1
Adjusted R Square	0.65535
Standard Error	0
Observations	2



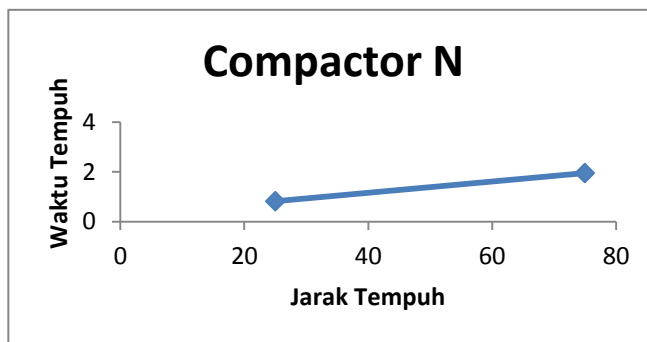
$$h = 0.136 + 0.033x$$

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	1
R Square	1
Adjusted R Square	65535
Standard Error	0
Observations	2



$$h = -0.371 + 0.044x$$

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	1
R Square	1
Adjusted R Square	65535
Standard Error	0
Observations	2



$$h = -116 + 0.039x$$

Halaman ini sengaja dikosongkan

**LAMPIRAN VII. LEMBAR WAWANCARA PRIORITAS PELAYANAN
PENGANGKUTAN SAMPAH POLA SCS DENGAN TRUK
COMPACTOR**

JUDUL THESIS

**ANALISIS PENGATURAN/PEMROGRAMAN PENGANGKUTAN SAMPAH KOTA
SURABAYA**

Wawancara dan kuisisioner ini dibuat sebagai bahan untuk menyelesaikan tesis Program Pascasarjana Jurusan Teknik Sipil Bidang Manajemen Aaset Infrastruktur Institut Teknologi Sepuluh November. Atas dasar tersebut kami mohon agar responden dapat memberikan detail informasi sesuai dengan kondisi sebenarnya dan objektif.

Tujuan Pelaksanaan Wawancara dan Pengisian Kuisisioner

Pelaksanaan wawancara dan pengisian kuisisioner ini bertujuan untuk memperoleh informasi terkait dengan pengangkutan sampah dari LPS/Depo menuju TPA yang akan kami kumpulkan untuk dapat dilakukan analisa dan evaluasi sehingga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat pada pengelolaan aset pengangkutan sampah Kota Surabaya.

Kami mengucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk memberikan detail informasi sesuai dengan kondisi sebenarnya dan objektif dalam rangka pengumpulan data penelitian ini. Kami sebagai peneliti berharap Bapak/Ibu tidak keberatan untuk dihungi kembali apabila terdapat kesalahan dan/atau kekurangan data guna penyelesaian penelitian ini.

Peneliti :

Oni Priasta Eka Risti

Mahasiswa Pascasarjana Jurusan Teknik Sipil

Bidang Keahlian Manajemen Aset Infrastruktur

Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya

Telp : 081381820868, email : onipriastaekaristi@yahoo.com

1. Berapa jumlah LPS/Depo yang telah terlayani pengangkutannya oleh truk compactor ?
2. Berapa jumlah LPS/Depo yang pengangkutan sampahnya akan berubah dari armroll menjadi compactor di tahun 2016 ini ?
3. Sejak pengadaan pertama di tahun 2013 sebanyak 5 compactor, kemudian 5 unit lagi di tahun 2014, dan 8 unit pada tahun 2015 sampai dengan tahun 2016 adalah \pm sebanyak 15 unit. Adakah standar atau prioritas penentuan LPS/Depo yang pelayanan pengangkutan sampah eksistingnya menggunakan armroll (*Hauled Container System*) kemudian ditingkatkan pola pengangkutannya dengan menggunakan compactor (*Stationary Container System*) ?
4. Bagaimana penentuan standar atau prioritas penentuan LPS/Depo yang pelayanan pengangkutan sampahnya ditingkatkan menjadi dengan menggunakan compactor (*Stationary Container System*) ?
5. Adakah studi kelayakan yang pernah dilakukan baik dilakukan sendiri atau dengan menunjuk pihak ketiga (rekanan) tentang nilai optimasi pelayanan pengangkutan sampah dengan menggunakan compactor ?
6. Berilah urutan prioritas faktor-faktor dibawah ini dimulai dari faktor yang paling mempengaruhi sampai dengan faktor yang kurang mempengaruhi dalam prioritas pelayanan pengangkutan sampah dengan menggunakan compactor ?
 - a. Jumlah Penduduk (.....)
 - b. Luas Wilayah (.....)
 - c. Jumlah Timbulan Sampah (.....)
 - d. Tata Guna Lahan (.....)
 - e. Potensi Wilayah (.....)
 - f. Jalan Akses Menuju LPS/Depo (.....)
 - g. Jarak Antara LPS/Depo menuju TPA (.....)
 - h. Permintaan / Ketersediaan Masyarakat (.....)

- i. Estetika (.....)
 - j. Peraturan Terkait Pengelolaan Sampah Perkotaan (.....)
7. Dari hasil pengamatan di lapangan oleh peneliti, terdapat 2 (dua) jenis metode pengumpulan sampah yang terlayani dengan compactor. Yang pertama adalah pengumpulan individu secara langsung di sepanjang jalan dan yang kedua adalah pengumpulan komunal langsung di LPS/Depo. Jika dilihat dari efisiensi pengangkutannya, pola pengumpulan mana yang lebih cocok untuk diterapkan di Kota Surabaya ?
8. Berapa jumlah penerimaan pemerintah Kota Surabaya yang berasal dari retribusi sampah yang dibayarkan masyarakat pada tahun 2015 ?
9. Bagaimana penilaian bapak/ibu tentang pelayanan pengangkutan sampah dengan menggunakan compactor sampai saat ini ?
- a. Sangat Baik
 - b. Baik
 - c. Cukup
 - d. Kurang
 - e. Sangat Kurang
- Penjelasan pendukung
10. Bagaimana penilaian bapak/ibu tentang penentuan lokasi LPS/Depo yang sudah dan/atau akan terlayani pengangkutan sampahnya dengan menggunakan compactor ?
- a. Sangat Baik
 - b. Baik
 - c. Cukup
 - d. Kurang
 - e. Sangat Kurang
- Penjelasan pendukung
11. Bagaimana penilaian bapak/ibu tentang operasional rute pengangkutan sampah dengan menggunakan compactor yang telah ada selama ini ?
- a. Sangat Baik
 - b. Baik
 - c. Cukup
 - d. Kurang
 - e. Sangat Kurang
- Penjelasan pendukung

12. Dikarenakan truk compactor memiliki sistem hidrolis pada lambung pengangkut sampahnya, dimana hal ini adalah sangat berbeda dengan truk armroll. Bagaimana penilaian bapak/ibu tentang pemeliharaan truk compactor yang telah ada selama ini ?

- a. Sangat Baik
- b. Baik
- c. Cukup
- d. Kurang
- e. Sangat Kurang

Penjelasan pendukung

BIOGRAFI PENULIS



Penulis dilahirkan di Kota Cepu pada tanggal 24 Mei 1985, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Nama lengkap penulis Oni Priasta Eka Risti, dan penulis telah menempuh jenjang pendidikan dasar di SDN Petukangan Utara 06 Pagi Jakarta Selatan, pendidikan menengah pertama di SMPN 110 Petukangan Selatan Jakarta Selatan, pendidikan menengah atas di SMUN 47 Tanah Kusir Jakarta Selatan, dan pendidikan Perguruan Tinggi Sarjana Jurusan Matematika FMIPA ITS

Surabaya. Kemudian pada tahun 2014, penulis melanjutkan pendidikan jenjang Magister dengan keahlian bidang Manajemen Aset Infrastruktur Jurusan Teknik Sipil FTSP ITS melalui program kerjasama vokasi dengan Kementerian Pekerjaan Umum. Penulis bekerja di Inspektorat Jenderal Kementerian Pekerjaan Umum sejak tahun 2009 dan selama masa studi Magister penulis menjalani cuti belajar.

Untuk melakukan korespondensi dengan penulis, dapat dilakukan melalui email penulis onipriastaekaristi@gmail.com.

Penulis