



**EVALUASI SISTEM PENGANGKUTAN SAMPAH
DI KABUPATEN BONDOWOSO**

*(EVALUATION OF WASTE COLLECTION SYSTEM
IN BONDOWOSO REGENCY)*

SKRIPSI

Oleh

**M. DAHIYAN LUCKY FATONY
NIM. 141910301065**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**EVALUASI SISTEM PENGANGKUTAN SAMPAH DI
KABUPATEN BONDOWOSO**

*(EVALUATION OF WASTE COLLECTION SYSTEM
IN BONDOWOSO REGENCY)*

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas seminar dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**M. DAHIYAN LUCKY FATONY
NIM. 141910301065**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirrobil'alamiin kalimat yang selalu kuhaturkan kepada yang Maha Kuasa atas rahmat-Nya diberikan izin untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Saya ucapkan terima kasih kepadamu Ya Allah, karena telah mengirimkan manusia – manusia istimewa dalam hidupku selama ini, yang memberiku pelajaran terbaik, dorongan semangat yang luar biasa dan juga doa yang tak henti dicurahkan mereka. Dengan bangga saya ingin mempersembahkan tugas akhir ini kepada :

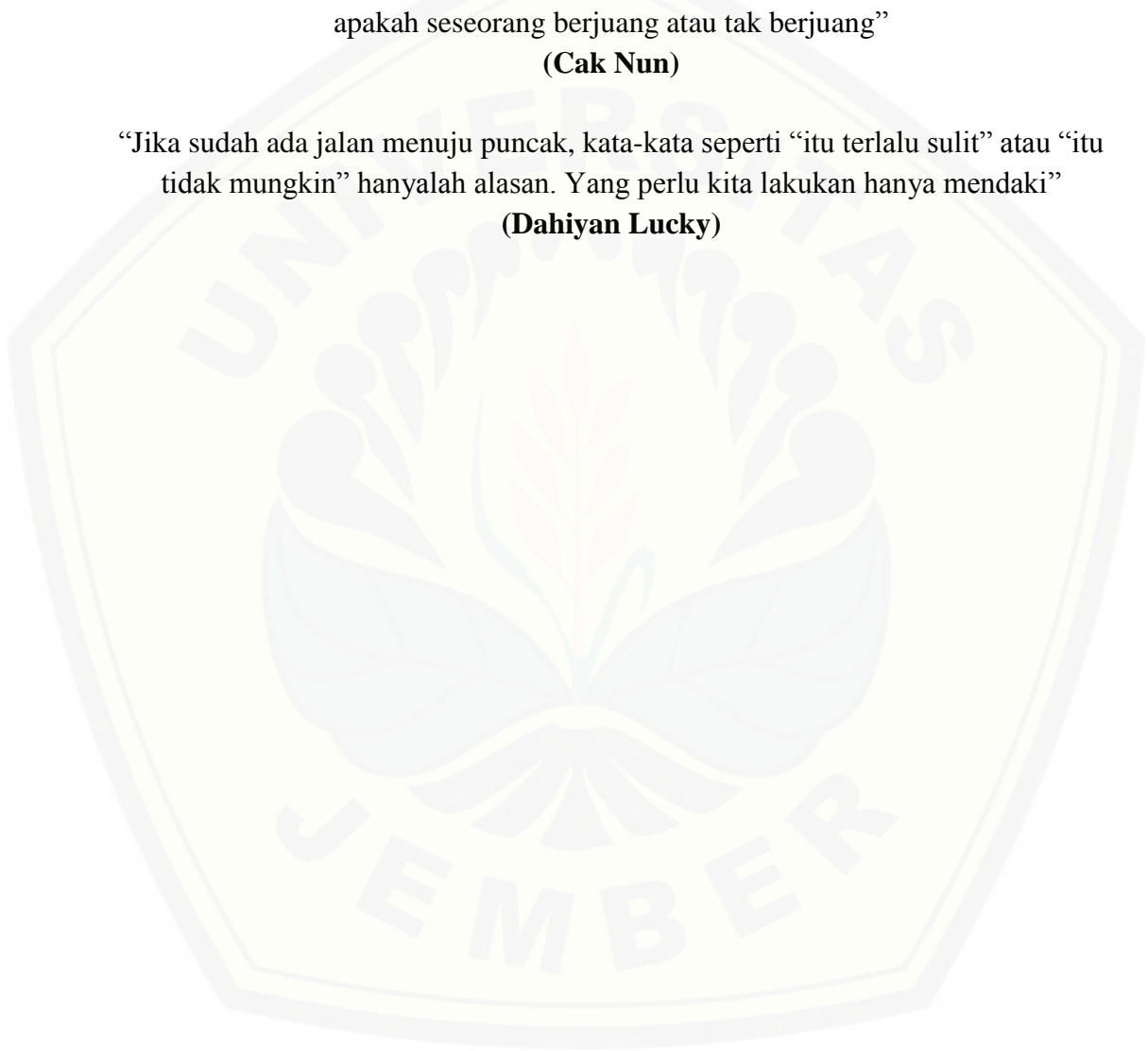
1. Orang Tua saya tercinta Ayah Ellys Mujaddidin dan Ibu Kasiati yang telah berjuang membesarkan dan mendidik dengan tak pernah lelah sepanjang hidupnya;
2. Adik-adik saya yang terbaik, Amru Azzaky Ramadhany dan Ahmad Fahry Ash-Shiddiqy yang selalu memberi semangat dan kujadikan motivasi untuk sukses;
3. Ibu Dr. Yeny Dhokhikah, S.T., M.T. dan Ibu Dr. Rr. Dewi Junita K, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang sangat sabar dan semangat membimbing pengerjaan tugas akhir dengan rentang waktu yang cukup lama;
4. Ibu Sri Sukmawati, S.T., M.T. selaku pembimbing akademik, terima kasih atas bantuan, pesan, dan pelajaran yang disampaikan;
5. Kamelia Rizqi Fauziyah yang selalu setia menemani dan mendukung dalam pengerjaan tugas akhir dan masa perkuliahan ini;
6. BLHP Kabupaten Bondowoso, khususnya Bapak Abdul Asis yang telah memberikan data dan informasi untuk penelitian skripsi ini;
7. Sahabat cerita dan keluh kesah yang mendukung dan saling memberi *support* Fahmi, Dedi, Rian, Yudhik, Wisnu, Fajar, Edo, Widy, Billy, Shofie, Yustiti, Deny, Lary, Fandy dan semuanya yang sudah menemani dan berbagi cerita pada masa perkuliahan;
8. Keluarga Besar Teknik Sipil Universitas Jember 2014 yang memberi rasa sayang seperti keluarga dalam masa perkuliahan ini;
9. Para Pendidik dari masa sekolah TK, SD, SMP dan SMA yang memberi pondasi keilmuan yang saya gunakan dalam masa perkuliahan dan masa depan;
10. Seluruh Civitas Akademik Teknik Sipil Universitas Jember dan pihak Fakultas Teknik Universitas Jember yang memberi ruang dan waktu dalam pembelajaran yang saya lakukan.

MOTTO

“Ketika jalanmu lurus, maka teruslah maju. Jangan takut bayangan”
(Bapak Ellys)

“Yang penting bukan apakah kita menang atau kalah, Tuhan tidak mewajibkan manusia untuk menang sehingga kalah pun bukan dosa, yang penting adalah apakah seseorang berjuang atau tak berjuang”
(Cak Nun)

“Jika sudah ada jalan menuju puncak, kata-kata seperti “itu terlalu sulit” atau “itu tidak mungkin” hanyalah alasan. Yang perlu kita lakukan hanya mendaki”
(Dahiyan Lucky)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M. Dahiyan Lucky Fatony

NIM : 141910301065

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “Evaluasi Sistem Pengangkutan Sampah di Kabupaten Bondowoso” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 10 Juli 2019

Yang menyatakan,

M. Dahiyan Lucky Fatony

NIM 141910301065

SKRIPSI

**EVALUASI SISTEM PENGANGKUTAN SAMPAH
DI KABUPATEN BONDOWOSO**

Oleh

M. Dahiyan Lucky Fatony

NIM 141910301065

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Yeny Dhokhikah, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Rr. Dewi Junita K., S.T., M.T.

PENGESAHAN

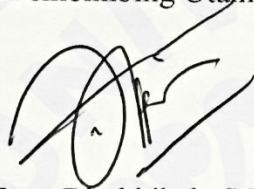
Skripsi berjudul “Evaluasi Sistem Pengangkutan Sampah di Kabupaten Bondowoso” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Senin, 17 Juni 2019

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji

Pembimbing Utama,



Dr. Yeny Dhokhikah, S.T., M.T.
NIP. 19730127 199903 2 002

Pembimbing Anggota,



Dr. Rr. Dewi Junita K., S.T., M.T.
NIP. 19710610 199903 2 001

Penguji I,



Ririn Endah Badriani, S.T., M.T.
NIP. 19720528 199802 2 001

Penguji II,

Akhmad Hasanuddin, S.T., M.T.
NIP. 19710327 199803 1 003

Mengesahkan

Dekan,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M.
NIP. 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Evaluasi Sistem Pengangkutan Sampah Di Kabupaten Bondowoso; M. Dahiyani Lucky Fatony, 141910301065; 2019: 83 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Timbulan sampah yang tinggi harus diimbangi dengan pelayanan pengangkutan sampah yang memadai. Kabupaten Bondowoso pada tahun 2018 memiliki timbulan sampah harian sebesar 1.922,28 m³. Pada kondisi eksisting, hanya 9 dari 23 kecamatan di Kabupaten Bondowoso yang mendapatkan pelayanan pengangkutan sampah. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi sistem pengangkutan sampah yang optimal dengan keterbatasan truk dan perkiraan Biaya Operasional Kendaraan (BOK).

Pengumpulan data berupa jumlah, lokasi, dan kapasitas TPS, karakteristik kendaraan pengangkut sampah, jadwal dan rute pengangkutan. Data tersebut diperoleh melalui survei lapangan dan wawancara kepada pihak terkait. Perhitungan laju timbulan sampah dihitung berdasarkan kapasitas kontainer dan jumlah penduduk terlayani. Perhitungan waktu operasional dan jumlah ritasi pengangkutan dilakukan dengan metode HCS/SCS.

Hasil penelitian diperoleh volume sampah terangkut eksisting harian sebesar 176,241 m³, dengan berat 43,07 ton. Persentase volume sampah terangkut sebesar 21,51 %. Pengoptimalan dilakukan dengan menambah frekuensi pengangkutan dan mengubah kombinasi TPS pada jadwal pengangkutan. Berdasarkan pengoptimalan didapatkan estimasi volume sampah terangkut harian sebesar 237,903 m³, dengan persentase volume sampah terangkut mencapai 29,03 %. BOK harian pada pengangkutan sampah di Kabupaten Bondowoso memiliki rata-rata sebesar Rp 176.281. BOK harian pada rute rencana sebesar Rp 232.104, dengan tambahan biaya untuk pengadaan kontainer sebanyak 13 unit sebesar Rp 325.000.000.

SUMMARY

Evaluation Of Solid Waste Collection System In Bondowoso Regency; M. Dahiyan Lucky Fatony, 141910301065; 2019: 83 pages; Department of Civil Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

The high waste generation rate must be balanced with a good waste collection service. Bondowoso Regency in 2018 had a daily waste generation rate of 1,922.28 m³. In existing conditions, only 9 of 23 sub-districts in Bondowoso Regency have received waste collection services. The purposes of this study were to evaluate an optimal waste collection system with limited truck, and estimate of Vehicle Operating Costs (VOC).

Collected data were the amount, location, and capacity of temporary disposal site, characteristics of waste collection vehicles, waste collection schedules and routes. Those data were obtained by field surveys and interviews with related persons. Calculation of waste generation rate was based on the capacity of container and the number of served population. Calculation of operational time and number of rotations was carried out by the HCS/SCS method.

The results of the study showed that the daily volume of existing transported waste was 176.241 m³, and weight of 43,07 tons. The percentage of transported waste volume was 21.51 %. Optimization was done by increasing the frequency of collection and changing the combination of temporary disposal site on the waste collection schedule. Based on the optimization, the daily volume estimation of transported waste was 237,903 m³, with the percentage of transported waste up to 29.03 %. The daily VOC on waste collection in Bondowoso Regency had an average of Rp 176.281. The daily VOC on the planned route was Rp 232,104, with an additional cost for procuring of 13 containers was Rp 325,000,000.

PRAKATA

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Evaluasi Sistem Pengangkutan Sampah di Kabupaten Bondowoso”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata 1 (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Ir. Hernu Suyoso, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Dr. Yeny Dhokhikah, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Rr. Dewi Junita K., S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah memberikan bimbingan, meluangkan waktu dan pikiran dalam penulisan skripsi ini;
4. Ririn Endah Badriani, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Utama dan Akhmad Hasanuddin, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah banyak memberikan saran dan pembelajaran untuk perbaikan skripsi ini;
5. Sri Sukmawati, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
6. Seluruh Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan pelajaran selama perkuliahan;
7. Semua pihak yang turut berperan serta dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Juli 2019

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
HALAMAN PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Pengelolaan dan Penanganan Sampah	4
2.2 Persyaratan Teknis Pengelolaan Sampah Perkotaan	4
2.3 Pemindahan Sampah	5
2.4 Pengangkutan Sampah	6
2.4.1 Pola Pengangkutan	7
2.4.2 Kendaraan Pengangkut Sampah	10
2.5 Data Daerah Pelayanan Sampah	11
2.6 Pemetaan Lokasi Penelitian	12

2.7 Produksi Sampah Domestik	13
2.7.1 Laju Timbulan Sampah	14
2.7.2 Komposisi Sampah	15
2.8 Perhitungan Jarak dan Waktu Tempuh	15
2.9 Metode HCS dan SCS	17
2.9.1 <i>Hauled Container System</i> (HCS)	17
2.9.2 <i>Stationary Container System</i> (SCS)	19
2.10 Biaya Operasional Kendaraan (BOK)	19
2.11 Penelitian Terdahulu	22
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	25
3.2 Metode Pengumpulan Data	26
3.2.1 Penelitian Kepustakaan	26
3.2.2 Penelitian Lapangan	27
3.3 Langkah-Langkah Penelitian	27
3.4 Diagram Alir Penelitian	29
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian Kondisi Eksisting	32
4.2 Deskripsi Pool Kendaraan, TPS, dan TPA	32
4.3 Kondisi Eksisting Timbulan Sampah	34
4.3.1 Volume Timbulan Sampah Terangkut	34
4.3.2 Berat Timbulan Sampah	35
4.3.3 Volume Timbulan Sampah per Hari	36
4.4 Kondisi Eksisting Sistem Pengangkutan Sampah	38
4.5 Pengangkutan Sampah Kendaraan <i>Armroll Truck</i>	39
4.5.1 Rute Pengangkutan Sampah Kendaraan <i>Armroll Truck</i>	41
4.5.2 Jarak Pengangkutan Sampah Kendaraan <i>Armroll Truck</i>	47
4.5.3 Waktu Tempuh Kendaraan <i>Armroll Truck</i>	48
4.5.4 Kecepatan Kendaraan <i>Armroll Truck</i>	49
4.5.5 Waktu Operasional Kendaraan <i>Armroll Truck</i>	50
4.5.6 Pengoptimalan Pengangkutan Sampah pada <i>Armroll</i>	

<i>Truck</i>	54
4.5.7 Perhitungan Jarak dan Waktu Tempuh Baru <i>Armroll Truck</i>	55
4.6 Pengangkutan Sampah Kendaraan <i>Dump Truck</i>	57
4.6.1 Rute Pengangkutan Sampah Kendaraan <i>Dump Truck</i>	58
4.6.2 Jarak dan Waktu Tempuh Kendaraan <i>Dump Truck</i>	60
4.6.3 Waktu Operasional Kendaraan <i>Dump Truck</i>	60
4.6.4 Pengoptimalan Pengangkutan Sampah pada <i>Dump Truck</i> ..	62
4.6.5 Perhitungan Jarak dan Waktu Tempuh Baru <i>Dump Truck</i> .	63
4.7 Perbandingan Kondisi Eksisting dan Kondisi Rencana	64
4.7.1 Perbandingan Volume Sampah Terangkut.....	64
4.7.2 Perbandingan Jarak dan Waktu Tempuh.....	66
4.8 Biaya Operasional Kendaraan (BOK)	71
4.8.1 Perhitungan BOK per Kendaraan.....	73
4.8.2 Perhitungan Biaya Angkut Sampah	77
4.8.3 Perhitungan BOK pada Kondisi Rencana	78
BAB 5. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	81
5.2 Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN	85

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tipe Pemindahan (Transfer)	5
Tabel 2.2 Daerah Terlayani Pengangkutan Sampah di Kabupaten Bondowoso	11
Tabel 2.3 Kode dan Koordinat Lokasi	13
Tabel 2.4 Kecamatan yang Terlayani Pengangkutan Sampah	14
Tabel 2.5 Laju Timbulan Sampah Berdasarkan Klasifikasi Kota	14
Tabel 2.6 Komposisi Sampah di TPA Paguan	15
Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu	23
Tabel 4.1 TPS di Kabupaten Bondowoso	33
Tabel 4.2 Volume Timbulan Sampah Terangkut Berdasarkan Asal TPS.....	34
Tabel 4.3 Berat Timbulan Sampah di Kabupaten Bondowoso	35
Tabel 4.4 Area Pelayanan Tiap TPS dan Jumlah Penduduk Terlayani	37
Tabel 4.5 Kondisi Eksisting Pengangkutan Sampah pada Daerah Terlayani ..	38
Tabel 4.6 Armada Pengangkut Sampah BLHP Kab. Bondowoso	39
Tabel 4.7 Kendaraan <i>Armroll Truck</i> dan Area Pelayanannya	40
Tabel 4.8 Jarak Antar Lokasi Pengangkutan Sampah di Kab. Bondowoso.....	47
Tabel 4.9 Jarak Tempuh Kendaraan <i>Armroll Truck</i>	48
Tabel 4.10 Pencatatan Waktu Tempuh <i>Armroll Truck</i>	49
Tabel 4.11 Waktu Tempuh Kendaraan <i>Armroll Truck</i>	49
Tabel 4.12 Kecepatan Kendaraan <i>Armroll Truck</i>	50
Tabel 4.13 Perhitungan Waktu Off Route Kendaraan <i>Armroll Truck</i>	51
Tabel 4.14 Pencatatan Waktu Operasional Kendaraan <i>Armroll Truck</i>	52
Tabel 4.15 Perhitungan Waktu Operasional Kendaraan <i>Armroll Truck</i>	52
Tabel 4.16 Perhitungan Jumlah Ritasi <i>Armroll Truck</i>	53
Tabel 4.17 Perhitungan Waktu Operasional Kendaraan <i>Armroll Truck</i>	54
Tabel 4.18 Perubahan Kombinasi TPS Kendaraan <i>Armroll Truck</i>	55
Tabel 4.19 Jarak dan Waktu Tempuh Baru Kendaraan <i>Armroll Truck</i>	56
Tabel 4.20 Daftar Ruas Jalan yang dilalui <i>Armroll Truck</i>	56
Tabel 4.21 Perubahan Rute Baru Kendaraan <i>Armroll Truck</i>	57
Tabel 4.22 Kendaraan <i>Dump Truck</i> dan Area Pelayanannya	58

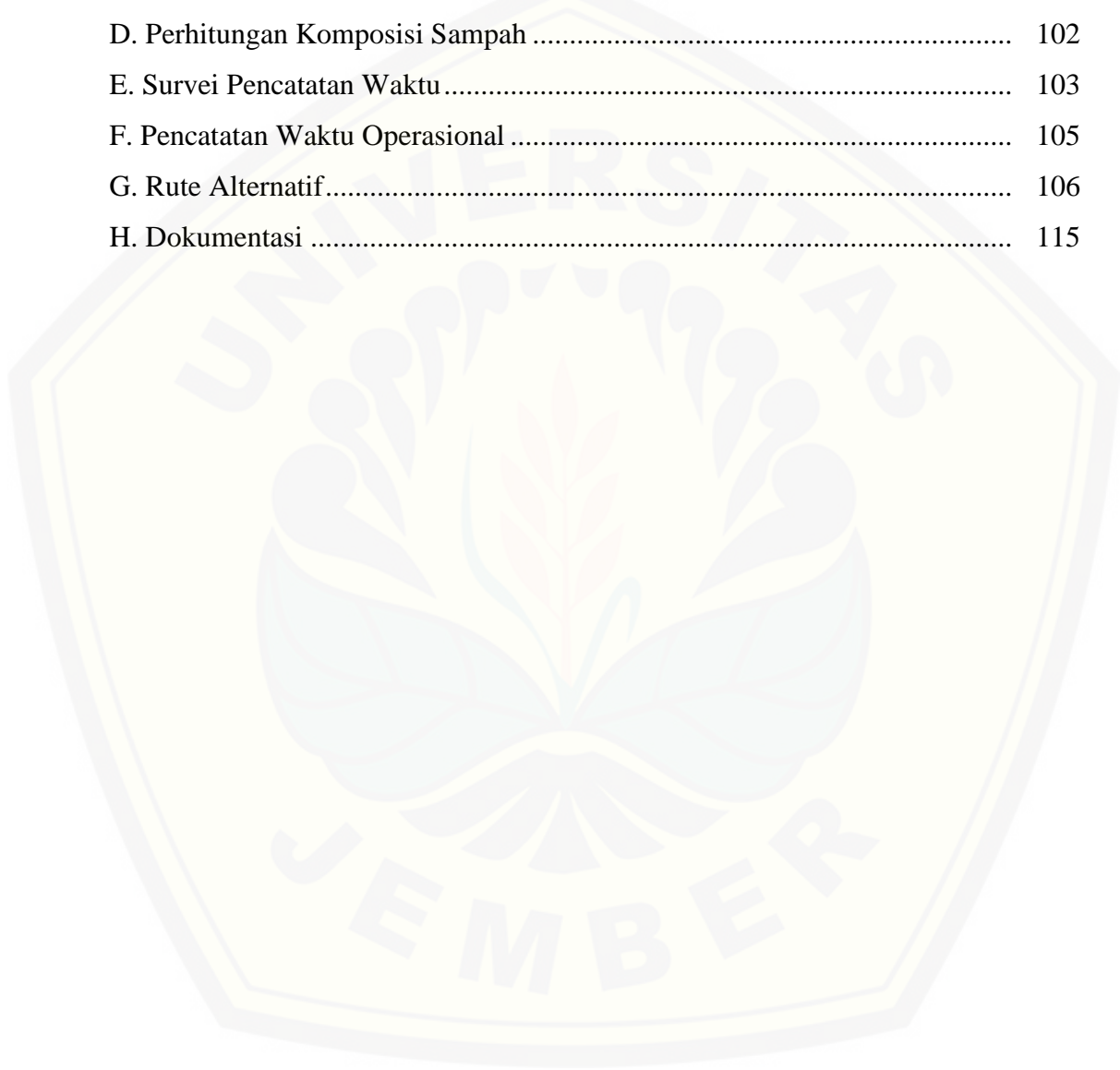
Tabel 4.23 Pencatatan Jarak dan Waktu Tempuh <i>Dump Truck</i> P 8005 AP.....	59
Tabel 4.24 Perhitungan Waktu <i>Off Route</i> Kendaraan <i>Dump Truck</i>	61
Tabel 4.25 Perhitungan Waktu Operasional Kendaraan <i>Dump Truck</i>	61
Tabel 4.26 Perhitungan Jumlah Ritasi <i>Dump Truck</i>	61
Tabel 4.27 Perhitungan Waktu Operasional Kendaraan <i>Dump Truck</i>	62
Tabel 4.28 Perubahan Kombinasi TPS Kendaraan <i>Dump Truck</i>	63
Tabel 4.29 Jarak dan Waktu Tempuh Baru Kendaraan <i>Dump Truck</i>	63
Tabel 4.30 Daftar Ruas Jalan yang dilalui <i>Dump Truck</i>	63
Tabel 4.31 Perubahan Rute Baru Kendaraan <i>Dump Truck</i>	64
Tabel 4.32 Volume Timbulan Sampah Terangkut setelah Pengoptimalan.....	64
Tabel 4.33 Perbandingan Timbulan Sampah Terangkut Kondisi Eksisting dan Rencana.....	65
Tabel 4.34 Perbandingan Jarak dan Waktu Tempuh Kendaraan Pengangkutan Sampah di Kab. Bondowoso.....	66
Tabel 4.35 Perhitungan BOK Masing-masing Kendaraan per 1000 km	75
Tabel 4.36 Persentase Tiap Biaya Terhadap Total BOK	76
Tabel 4.37 BOK Masing-masing Kendaraan per Hari.....	76
Tabel 4.38 Biaya Pengangkutan Sampah per m ³	77
Tabel 4.39 BOK Masing-masing Kendaraan pada Rute Rencana	79
Tabel 4.40 Biaya Pengangkutan Sampah per m ³ pada Rute Rencana	79

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Diagram Teknik Operasional Pengelolaan Persampahan	5
Gambar 2.2 Pola pengangkutan Individual Langsung (<i>door to door</i>)	7
Gambar 2.3 Pola pengumpulan sampah melalui sistem pemindahan di transfer depo tipe I dan II	8
Gambar 2.4 Pola Pengangkutan dengan Sistem Pengosongan Kontainer Cara 1	8
Gambar 2.5 Pola Pengangkutan dengan Sistem Pengosongan Kontainer Cara 2	9
Gambar 2.6 Pola Pengangkutan dengan Sistem Pengosongan Kontainer Cara 3	9
Gambar 2.7 Pola Pengangkutan dengan Sistem Kontainer Tetap	10
Gambar 3.1 Peta Kabupaten Bondowoso.....	25
Gambar 3.2 Peta persebaran TPS di Kabupaten Bondowoso	26
Gambar 3.3 Diagram Alur Penelitian	30
Gambar 4.1 Transfer Depo dengan kontainer (a) dan Transfer Depo berupa bangunan (b)	34
Gambar 4.2 <i>Armroll Truck</i> Nopol. P 8012 AP tampak depan (a) dan belakang (b)	40
Gambar 4.3 <i>Dump Truck</i> Saat <i>Loading</i> Sampah di TPS (a) dan Saat <i>Unloading</i> di TPA (b)	58
Gambar 4.4 Skema Rute Eksisting pada Hari ke-1	67
Gambar 4.5 Skema Rute Eksisting pada Hari ke-2	68
Gambar 4.6 Skema Rute Rencana pada Hari ke-1	69
Gambar 4.7 Skema Rute Rencana pada Hari ke-2	70

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Peta Persebaran TPS di Kabupaten Bondowoso	85
B. Detail Rute pada Masing-masing Truk	86
C. Pencatatan Volume Sampah Terangkut.....	95
D. Perhitungan Komposisi Sampah	102
E. Survei Pencatatan Waktu	103
F. Pencatatan Waktu Operasional	105
G. Rute Alternatif.....	106
H. Dokumentasi	115



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah masih menjadi masalah serius di berbagai kota di Indonesia. Pengelolaan sampah yang kurang efisien akan menyebabkan banyak permasalahan persampahan seperti menumpuknya timbunan sampah di TPS maupun TPA, yang tentunya akan berdampak buruk bagi lingkungan serta mengurangi estetika lingkungan di sekitarnya. Sistem pengelolaan sampah yang baik sangat diperlukan demi terwujudnya lingkungan yang sehat dan kondusif. Oleh sebab itu, penanganan sampah tidak boleh hanya dilihat sebagai beban finansial suatu daerah pemerintahan, melainkan harus ditekankan pada dampak dan manfaatnya bagi pariwisata dan bagi ekonomi daerah (Nadiasa dkk., 2009). Salah satu komponen penanganan sampah adalah pengangkutan atau transportasi sampah. Pengangkutan sampah adalah bagian dari pengelolaan sampah yang bertujuan membawa sampah dari lokasi pemindahan atau dari sumber sampah menuju TPA.

Kabupaten Bondowoso pada tahun 2017 berpenduduk 768.912 jiwa dengan kepadatan rata-rata 493 jiwa/km² (Badan Pusat Statistik, 2018). Produksi sampah yang dihasilkan masyarakat Kabupaten Bondowoso pada tahun 2017 mencapai 1.922,28 m³/hari, sedangkan daya angkut sampah yang ada hanya 169,5 m³/hari. Dengan demikian, persentase pelayanan pengangkutan sampah di Kabupaten Bondowoso hanya mencapai 8,82 %. Hal ini disebabkan jumlah armada pengangkut sampah tidak sebanding dengan jumlah sampah yang dihasilkan setiap harinya. Sampah di Kabupaten Bondowoso dikelola oleh Badan Lingkungan Hidup dan Perhubungan (BLHP) Kabupaten Bondowoso. Sampah yang dikelola akan diolah di TPA Paguan, Kecamatan Taman Krocok. Dari total 23 Kecamatan yang ada di Bondowoso, hanya 9 kecamatan yang mendapat pelayanan pengangkutan sampah (BLHP Bondowoso, 2018). Dari 9 kecamatan tersebut, terdapat 21 TPS yang tersebar pada masing-masing kecamatan. Jumlah TPS terbanyak ada di Kecamatan Bondowoso yakni sebanyak 10 TPS. Hal ini

menyebabkan beberapa kecamatan lain memiliki persentase pelayanan yang lebih rendah, sehingga jumlah timbulan sampah tidak dapat terangkut seluruhnya.

Pengoptimalan frekuensi pengangkutan sampah merupakan solusi untuk meningkatkan pelayanan pengangkutan sampah. Ketersediaan sarana dan jam kerja merupakan pertimbangan dalam penambahan frekuensi pengangkutan sampah. Penambahan frekuensi pengangkutan sampah diutamakan pada TPS di daerah yang memiliki persentase pelayanan rendah. Berdasarkan uraian dari permasalahan di atas, maka dilakukan penelitian dengan judul “Evaluasi Sistem Pengangkutan Sampah di Kabupaten Bondowoso”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana sistem pengangkutan sampah di Kabupaten Bondowoso saat ini?
2. Bagaimana sistem pengangkutan sampah yang efektif dan efisien?
3. Berapa perkiraan biaya operasional pengangkutan sampah di Kabupaten Bondowoso?

1.3 Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui sistem pengangkutan sampah di Kabupaten Bondowoso saat ini.
2. Mengetahui sistem pengangkutan sampah yang efektif dan efisien.
3. Mengetahui perkiraan biaya operasional pengangkutan sampah di Kabupaten Bondowoso.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Dapat mengetahui sistem pengangkutan sampah yang efektif dan efisien di Kabupaten Bondowoso.
2. Dapat dijadikan sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya terkait pengoptimalan sistem pengangkutan sampah.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di Kabupaten Bondowoso dengan daerah pelayanan pengangkutan sampah yang sudah ada.
2. Penelitian hanya dilakukan pada armada pengangkut sampah milik BLHP Bondowoso dan bukan milik pihak swasta.
3. Parameter kinerja pengangkutan sampah meliputi : volume sampah terangkut, waktu dan jumlah ritasi, dan biaya operasional pengangkutan.
4. Penelitian tidak berfokus pada minimalisasi jarak dan waktu tempuh pengangkutan sampah, namun pada volume sampah terangkut yang optimum.
5. Penelitian dilakukan dengan melihat aspek teknis pengumpulan sampah yang terkait dengan rute dan frekuensi pengumpulan serta jumlah dan kapasitas kendaraan pengangkut sampah.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Pengelolaan dan Penanganan Sampah

Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, pengelolaan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah. Sampah yang dikelola berdasarkan Undang-Undang ini terdiri atas sampah rumah tangga, sampah sejenis sampah rumah tangga, dan sampah spesifik. Pengelolaan sampah adalah usaha untuk mengatur atau mengelola sampah dari proses pengumpulan, pemisahan, pemindahan, pengangkutan, sampai pengolahan dan pembuangan akhir (Hadiwiyoto, 1983). Penanganan sampah sendiri merupakan perlakuan pada sampah untuk mengurangi atau menghilangkan dampak buruk pada lingkungan sekitar.

2.2 Persyaratan Teknis Pengelolaan Sampah Perkotaan

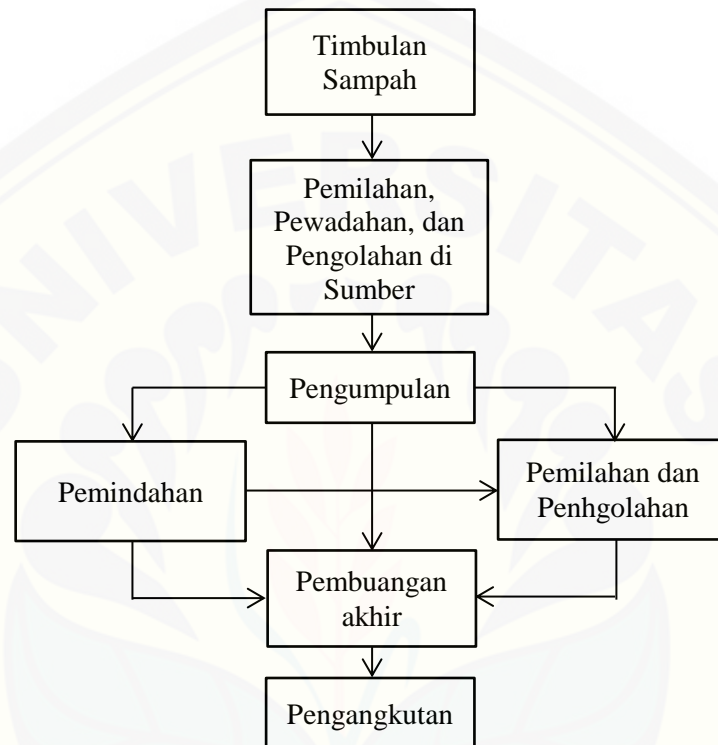
Sampah perkotaan adalah sampah yang timbul akibat segala kegiatan yang terjadi di suatu permukiman. Pengelolaan sampah perkotaan ini mengacu pada SNI 19-2454-2002 mengenai Tata Cara Teknik Operasional Sampah Perkotaan (Badan Standarisasi Nasional, 2002).

Teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan yang terdiri atas kegiatan pewadahan sampai dengan pembuangan akhir sampah harus bersifat terpadu dengan melakukan pemilahan sejak dari sumbernya. Skema teknik operasional pengelolaan persampahan dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Beberapa faktor yang mempengaruhi sistem pengelolaan sampah perkotaan diantaranya:

- a. Kepadatan dan penyebaran penduduk
- b. Karakteristik fisik lingkungan dan sosial ekonomi
- c. Timbulan dan karakteristik sampah
- d. Budaya sikap dan perilaku masyarakat
- e. Jarak dari sumber sampah ke tempat pembuangan akhir sampah

- f. Rencana tata ruang dan pengembangan kota
- g. Sarana pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pembuangan akhir sampah
- h. Biaya yang tersedia
- i. Peraturan daerah setempat



Gambar 2.1 Diagram Teknik Operasional Pengelolaan Persampahan

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2002)

2.3 Pemindahan Sampah

Proses pemindahan sampah adalah saat sampah dari berbagai titik sumber sampah dikumpulkan, dan disiapkan untuk diangkut ke truk sampah menuju TPA.

Tipe pemindahan sampah dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tipe Pemindahan (Transfer)

No	Uraian	Transfer Depo Tipe I	Transfer Depo Tipe II	Transfer Depo Tipe III
1	Luas lahan	> 200 m ²	60 m ² – 200 m ²	10 m ² – 20 m ²
2	Fungsi	- Tempat pertemuan Peralatan pengumpulan dan pengangkutan	- Tempat pertemuan peralatan pengumpul dan pengangkutan sebelum	- Tempat pertemuan gerobak dan kontainer (6 m ³ – 10 m ³)

No	Uraian	Transfer Depo Tipe I	Transfer Depo Tipe II	Transfer Depo Tipe III
		sebelum pemindahan - Tempat penyimpanan atau kebersihan - Bengkel sederhana - Kantor wilayah /pengendali - Tempat pemilahan - Tempat pengomposan	pemindahan - Tempat parkir gerobak -Tempat pemilahan	- Lokasi penempatan kontainer komunal (1 m ³ – 10 m ³)
3	Daerah pemakai	- Baik sekali untuk daerah yang mudah mendapat lahan		- Daerah yang sulit mendapat lahan yang kosong dan daerah protokol

Sumber: SNI 19-2454-2002.

Lokasi pemindahan harus memudahkan akses keluar masuk bagi sarana pengumpul dan pengangkut sampah. Lokasi pemindahan tidak boleh terlalu jauh dari sumber sampah. Berdasarkan tipe, lokasi pemindahan terdiri atas lokasi terpusat (transfer depo tipe I) dan lokasi tersebar (transfer depo tipe II dan III).

2.4 Pengangkutan Sampah

Pengangkutan sampah adalah bagian dari sistem pengelolaan sampah yang bertujuan membawa sampah dari lokasi pemindahan atau dari sumber sampah secara langsung menuju TPA. Pengangkutan sampah sendiri merupakan salah satu komponen penting dan membutuhkan perhitungan yang cukup teliti, dengan sasaran mengoptimalkan waktu angkut yang diperlukan dalam sistem tersebut, khususnya bila:

- a. Terdapat sarana pemindahan sampah dalam skala cukup besar yang harus menangani sampah
- b. Lokasi titik tujuan sampah relatif jauh
- c. Sarana pemindahan merupakan titik pertemuan masuknya sampah dari berbagai area
- d. Ritasi perlu diperhitungkan secara teliti Masalah lalu-lintas jalur menuju titik sasaran tujuan sampah

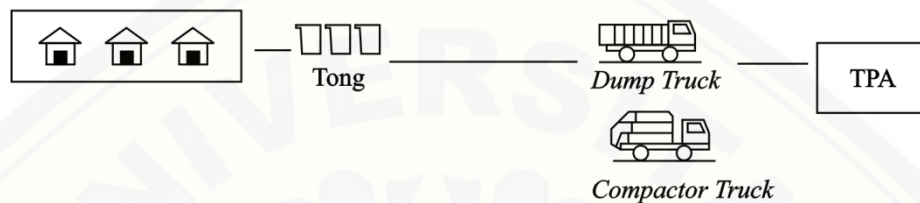
Berdasarkan optimasi subsistem ini diharapkan pengangkutan sampah menjadi mudah, cepat, dan biaya relatif murah.

2.4.1 Pola Pengangkutan

Terdapat beberapa pola pengangkutan sampah yang penerapannya bergantung pada beberapa aspek teknis pengangkutan sampah, yaitu:

a. Pola pengangkutan Individual Langsung (*door to door*)

Pengangkutan sampah dengan sistem pengangkutan individual langsung (*door to door*) dapat dilihat pada Gambar 2.2



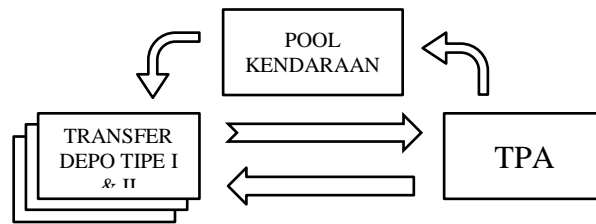
Gambar 2.2 Pola pengangkutan Individual Langsung (*door to door*)

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2002)

- 1.) Truk pengangkut sampah dari pool menuju ke titik sumber sampah pertama untuk mengambil sampah,
 - 2.) Dilanjutkan dengan mengambil sampah pada titik-titik sumber sampah berikutnya sampai truk penuh sesuai dengan kapasitasnya,
 - 3.) Selanjutnya sampah diangkut ke TPA,
 - 4.) Setelah pengosongan di TPA, truk menuju ke lokasi sumber sampah berikutnya, sampai terpenuhi ritasi yang telah ditetapkan.
- b. Pola pengangkutan sampah melalui sistem pemindahan di transfer depo tipe I dan II

Pengangkutan sampah dengan sistem pemindahan di transfer depo tipe I dan II dapat dilihat pada Gambar 2.3, dengan proses:

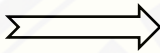
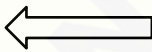
- 1.) Kendaraan pengangkut sampah keluar dari pool langsung menuju lokasi pemindahan di transfer depo untuk mengangkut sampah ke TPA,
- 2.) Dari TPA kendaraan tersebut kembali ke transfer depo untuk pengambilan pada rit berikutnya.



Gambar 2.3 Pola pengumpulan sampah melalui sistem pemindahan di transfer depo tipe I dan II

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2002)

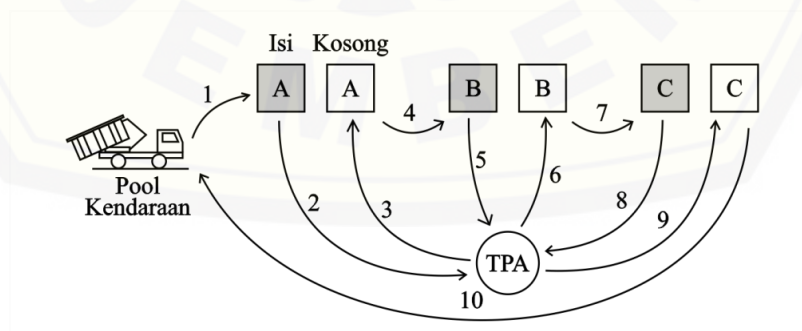
Keterangan:

-  Pengangkutan sampah menuju ke TPA
-  Kembali menuju Transfer Depo selanjutnya untuk pengangkutan sampah kembali

c. Pola pengangkutan sampah dengan sistem kontainer (transfer tipe III)

Pada pengangkutan sampah dengan sistem kontainer, terdapat beberapa pola pengangkutan, yaitu:

- 1.) Pola pengangkutan dengan sistem pengosongan kontainer cara 1 dapat dilihat pada Gambar 2.4, dengan proses:
 - a. Kendaraan dari pool menuju kontainer isi pertama untuk mengangkut sampah ke TPA,
 - b. Kontainer kosong dikembalikan ke tempat semula,
 - c. Menuju ke kontainer isi berikutnya untuk diangkut ke TPA,
 - d. Kontainer kosong dikembalikan ke tempat semula,
 - e. Demikian seterusnya sampai rit terakhir.

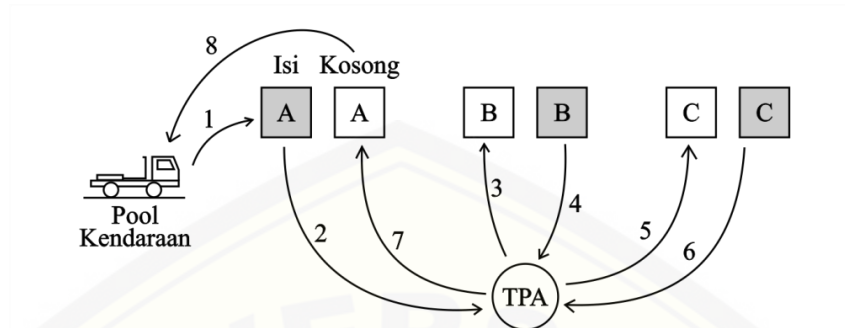


Gambar 2.4 Pola Pengangkutan dengan Sistem Pengosongan Kontainer Cara 1

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2002)

Keterangan: Angka 1, 2, 3,...10 adalah rute kendaraan pengangkut.

- 2.) Pola pengangkutan dengan sistem pengosongan kontainer cara 2 dapat dilihat pada Gambar 2.5, dengan proses:



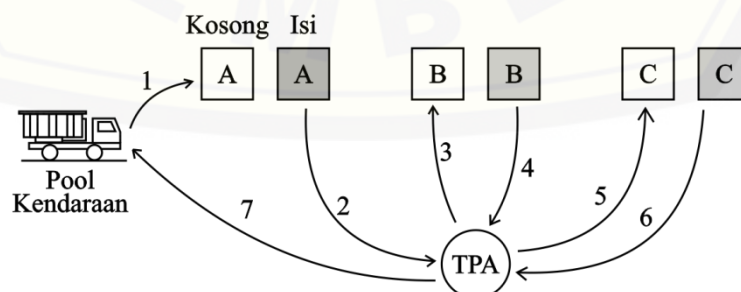
Gambar 2.5 Pola Pengangkutan dengan Sistem Pengosongan Kontainer Cara 2

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2002)

- Kendaraan dari pool menuju kontainer isi pertama untuk mengangkat sampah ke TPA
- Dari TPA kendaraan tersebut dengan kontainer kosong menuju lokasi kedua untuk menurunkan kontainer kosong dan membawa kontainer isi untuk diangkut ke TPA
- Demikian seterusnya sampai pada rit terakhir
- Pada rit terakhir dengan kontainer kosong, dari TPA menuju ke lokasi kontainer pertama, kemudian truk kembali ke pool tanpa kontainer.

Sistem ini diberlakukan pada kondisi tertentu (misalnya: pengambilan pada jam tertentu, atau mengurangi kemacetan lalu lintas).

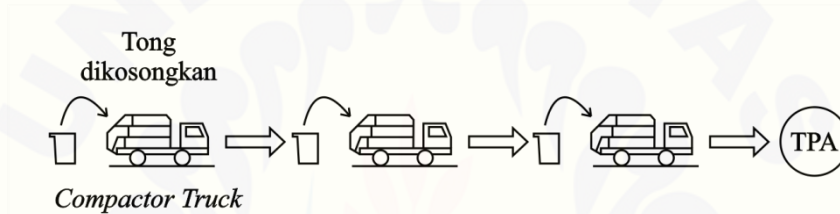
- 3.) Pola pengangkutan sampah dengan sistem pengosongan kontainer cara 3 dapat dilihat pada Gambar 2.6, dengan proses:



Gambar 2.6 Pola Pengangkutan dengan Sistem Pengosongan Kontainer Cara 3

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2002)

- a. Kendaraan dari pool dengan membawa kontainer kosong menuju ke lokasi kontainer isi untuk mengganti/mengambil dan langsung membawanya ke TPA
 - b. Kendaraan dengan membawa kontainer kosong dari TPA menuju ke container isi berikutnya
 - c. Demikian seterusnya sampai dengan rit terakhir.
- 4.) Pola pengangkutan sampah dengan sistem kontainer tetap biasanya untuk kontainer kecil serta alat angkut berupa truk pemadat (*compactor truck*) atau *dump truck* atau truk biasa dapat dilihat pada Gambar 2.7, dengan proses:



Gambar 2.7 Pola Pengangkutan dengan Sistem Kontainer Tetap

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2002)

- a. Kendaraan dari pool menuju kontainer pertama, sampah dituangkan ke dalam *compactor truck* dan meletakkan kembali kontainer yang kosong
- b. Kendaraan menuju ke kontainer berikutnya sehingga truk penuh, untuk kemudian langsung ke TPA
- c. Demikian seterusnya sampai dengan rit terakhir.

2.4.2 Kendaraan Pengangkut Sampah

- a. Persyaratan kendaraan pengangkut sampah antara lain adalah:
 - 1.) Alat pengangkut harus dilengkapi dengan penutup sampah, minimal dengan jaring. Tinggi bak maksimum 1,6 m.
 - 2.) Sebaiknya ada alat unkit.
 - 3.) Kapasitas disesuaikan dengan kondisi/kelas jalan yang akan dilalui.
 - 4.) Bak truk/dasar kontainer sebaiknya dilengkapi pengaman air sampah.

b. Jenis peralatan dapat berupa:

- 1.) Truk bak kayu (ukuran besar atau kecil)
- 2.) *Dump truck*
- 3.) *Armroll truck*
- 4.) Truk pemadat (*compactor truck*)
- 5.) Truk dengan *crane*
- 6.) Mobil penyapu jalan
- 7.) Truk gandeng.

2.5 Data Daerah Pelayanan Sampah

Data daerah pelayanan pengelolaan sampah tersebar berdasarkan beberapa lokasi TPS (Transfer Depo). Berdasarkan data yang diperoleh dari BLHP Bondowoso daerah yang terlayani dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Daerah Terlayani Pengangkutan Sampah di Kabupaten Bondowoso

No	Nama TPS (Transfer Depo)	Desa/Kelurahan	Kecamatan
1	TPS Pasar Induk	Dabasah	Bondowoso
2	TPS RSUD	Badean	Bondowoso
3	TPS Yonif 514	Curahpoh	Curahdami
4	TPS Pasar Kotakulon	Kotakulon	Bondowoso
5	TPS Pasar Nangkaan	Nangkaan	Bondowoso
6	TPS Tenggarang	Tenggarang	Tenggarang
7	TPS Perum. Bataan	Bataan	Tenggarang
8	TPS Bataan	Bataan	Tenggarang
9	TPS Pasar Pujer	Mangli	Pujer
10	TPS Pasar Maesan	Maesan	Maesan
11	TPS Pasar Tamanan	Tamanan	Tamanan
12	TPS Pasar Dadapan	Dadapan	Grujugan
13	TPS Pancoran	Pancoran	Bondowoso
14	TPS DPRD	Tenggarang	Tenggarang
15	TPS Pasar Wonosari	Wonosari	Wonosari
16	TPS Pasar Prajekan	Prajekan Kidul	Prajekan
17	TPS Pejaten	Pejaten	Bondowoso
18	TPS Stadion	Badean	Bondowoso
19	TPS Tamansari	Tamansari	Bondowoso
20	TPS Pasar Hewan	Kademangan	Bondowoso
21	TPS Arta Karya I	Kademangan	Bondowoso

Sumber: BLHP Kab. Bondowoso (2018).

Tabel 2.1 menunjukkan hanya 9 kecamatan yang mendapat pelayanan pengangkutan sampah dari total 23 kecamatan di Kabupaten Bondowoso (BLHP

Bondowoso, 2018). Penelitian ini akan berfokus pada daerah yang telah mendapat pelayanan pengangkutan sampah.

2.6 Pemetaan Lokasi Penelitian

Peta adalah pengecilan permukaan bumi atau benda angkasa yang di gambar pada bidang datar dengan menggunakan ukuran, simbol, dan generalisasi (penyederhanaan). Kegunaan peta antara lain sebagai alat yang diperlukan dalam proses perencanaan wilayah, alat yang membantu dalam penelitian, alat peraga untuk proses pembelajaran, dan sebagai media untuk belajar secara mandiri.

ArcView merupakan salah satu perangkat lunak *desktop* Sistem Informasi Geografis (SIG) dan pemetaan yang telah dikembangkan oleh ESRI (*Environmental System Research Institute, Inc.*). *ArcView* memiliki kemampuan-kemampuan untuk melakukan visualisasi, *mengexplore*, menjawab *query* (baik basis data spasial maupun non-spasial), menganalisis data secara geografis, dan sebagainya (Prahasta, 2002).

Pemetaan wilayah diperlukan untuk memudahkan pengilustrasian penelitian. Pemetaan dalam penelitian ini yaitu pada batas-batas wilayah penelitian, jaringan jalan, serta lokasi dari tempat-tempat yang akan menjadi titik asal sampai tujuan (Pool kendaraan, TPS, TPA). Pemetaan dalam penelitian ini menggunakan *software ArcView 3.3* serta *CorelDraw X7* untuk menggambar ulang komponen-komponen peta. Langkah-langkah untuk pembuatan peta penelitian yaitu:

1. Mendownload file SHP Kabupaten Bondowoso dan jaringan jalan Kabupaten Bondowoso untuk dimasukkan ke dalam *software ArcView*
2. Mendapatkan koordinat lokasi pool kendaraan, TPS, dan TPA dibantu dengan aplikasi *Google Map*
3. Memasukkan data koordinat lokasi-lokasi tersebut ke dalam *Microsoft Excel*
4. Mengkonversi file excel data koordinat dari .xlsx menjadi .dbf

5. Memasukkan file .dbf berisi data koordinat ke dalam *software ArcView 3.3*
6. Peta yang telah jadi dapat digambar lagi dengan *CorelDraw* untuk memperjelas komponen-komponen penting peta.

Hasil pemetaan lokasi penelitian dari *ArcView* dan *CorelDraw* dapat dilihat pada Lampiran. Pool kendaraan, TPA, dan tiap TPS diberikan kode pada peta untuk memudahkan pembacaan peta. Kode serta koordinat lokasi dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kode dan Koordinat Lokasi

No	Nama Lokasi	Koordinat	Kode
1	Pool Kendaraan	-7.9353965 LS, 113.8123254 BT	0
2	TPA Paguan	-7.8865667 LS, 113.8784338 BT	X
3	Pasar Induk	-7.9151384 LS, 113.8280398 BT	A
4	Pasar Kota Kulon	-7.9076303 LS, 113.8126034 BT	B
5	Stadion	-7.9158716 LS, 113.8108636 BT	C
6	RSUD	-7.9194474 LS, 113.8138274 BT	D
7	Pasar Nangkaan	-7.9314927 LS, 113.8124649 BT	E
8	Tamansari	-7.9312131 LS, 113.8246404 BT	F
9	Pasar Hewan	-7.9216614 LS, 113.8357458 BT	G
10	Arta Karya 1	-7.9163877 LS, 113.8377474 BT	H
11	Bataan	-7.9206655 LS, 113.8439322 BT	I
12	Perum. Bataan	-7.9289189 LS, 113.8416996 BT	J
13	DPRD	-7.9109166 LS, 113.8492001 BT	K
14	Tenggarang	-7.9090542 LS, 113.8525552 BT	L
15	Pejaten	-7.9036146 LS, 113.8438521 BT	M
16	Yonif 514	-7.9303295 LS, 113.7860039 BT	N
17	Pancoran	-7.9643330 LS, 113.8021639 BT	O
18	Pasar Dadapan	-7.9739841 LS, 113.7976531 BT	P
19	Pasar Wonosari	-7.8848912 LS, 113.8937797 BT	Q
20	Pasar Maesan	-8.0300748 LS, 113.7763352 BT	R
21	Pasar Tamanan	-8.0157289 LS, 113.8269820 BT	S
22	Pasar Pujer	-7.9770776 LS, 113.8929650 BT	T
23	Pasar Prajekan	-7.8039039 LS, 113.9769068 BT	U

Sumber: Hasil Survei dan Pemetaan (2018).

Tabel 2.3 menunjukkan lokasi-lokasi dalam penelitian ini diwakilkan oleh kode berupa huruf. Peta penelitian ini dapat dilihat pada lampiran.

2.7 Produksi Sampah Domestik

Pada penelitian ini, lokasi penelitian dibatasi hanya pada kecamatan-kecamatan yang terlayani pengangkutan sampah oleh BLHP Kabupaten

Bondowoso. Luas wilayah, jumlah desa dan kecamatan, dan jumlah penduduk di tiap kecamatan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kecamatan yang Terlayani Pengangkutan Sampah

No.	Kecamatan	Luas (Ha)	Jumlah		Jumlah Penduduk (2017) (Jiwa)
			Desa	Kelurahan	
1	Bondowoso	2315,8	4	7	72.891
2	Tenggarang	2579,5	11	1	42.382
3	Curahdami	5028,59	1	1	32.828
4	Tamanan	2815,1	9	-	37.769
5	Wonosari	4227,7	12	-	39.876
6	Grujugan	7444,7	11	-	36.602
7	Pujer	3988,9	11	-	39.223
8	Maesan	5608,3	12	-	48.810
9	Prajeakan	5664,55	7	-	25.524

Sumber: BPS Kab. Bondowoso (2018).

Tabel 2.4 menunjukkan Kecamatan Bondowoso memiliki jumlah penduduk terbanyak sebesar 72.891 jiwa. Kecamatan Prajeakan memiliki jumlah penduduk paling sedikit yakni 25.524 jiwa.

2.7.1 Laju Timbulan Sampah

Menurut SNI 3242-2008 tentang pengelolaan sampah di permukiman, laju timbulan sampah berdasarkan klasifikasi jumlah penduduk dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Laju Timbulan Sampah Berdasarkan Klasifikasi Kota

No	Klasifikasi Kota	Populasi (jiwa)	Volume
			(liter/orang/hari)
1	Kota Sedang	100.000 < p < 500.000	3
2	Kota Kecil	< 100.000	2,5

Sumber: SNI 3242-2008.

Berdasarkan klasifikasi pada Tabel 2.5, maka produksi sampah domestik dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$V_d = \sum P \times v \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan:

- V_d = Volume/produksi sampah domestik suatu kota (m^3)
- $\sum P$ = Jumlah populasi dalam area terlayani (jiwa)
- v = Laju timbulan sampah (liter/orang/hari)

2.7.2 Komposisi Sampah

Komposisi sampah didapatkan dari memilah dan menimbang hasil pilahan sesuai dengan jenisnya kemudian dinyatakan dalam persentase (%) (Ratya, 2017). Pada penelitian ini, BLHP Bondowoso telah melakukan perhitungan komposisi sampah di TPA Paguan. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Komposisi Sampah di TPA Paguan

No.	Jenis Sampah	Komposisi	
		Berat (kg)	Persentase (%)
1	Organik (daun, sisa makanan, sayuran, buah, d.l.l. yg mudah membusuk)	11,775	60,26
2	Plastik	5	25,59
3	Kertas	1,5	7,63
4	Kayu	0,45	2,32
5	kain	0,225	1,13
6	Kaca, kaleng, kawat, besi, abu	0,6	3,08
	Total	19,55	100,00
	Densitas (kg/m ³)		244,375

Sumber: BLHP Kabupaten Bondowoso (2015).

Tabel 2.6 menampilkan komposisi sampah di TPA Paguan dimana persentase sampah terbesar yaitu sampah organik. Densitas sampah di Kabupaten Bondowoso sebesar 244,375 kg/m³.

2.8 Perhitungan Jarak dan Waktu Tempuh

Pada sistem transportasi dapat dilihat bahwa kondisi keseimbangan dapat terjadi pada beberapa tingkat. Salah satu contoh yang paling sederhana adalah keseimbangan pada sistem jaringan jalan, setiap pelaku perjalanan mencoba mencari rute terbaik masing-masing yang meminimumkan biaya perjalanannya (misalnya waktu). Hasil yang diperoleh yakni mereka mencoba mencari beberapa rute alternatif yang akhirnya berakhir pada suatu pola rute yang stabil (kondisi keseimbangan) setelah beberapa kali mencoba-coba (Tamin, 2000).

Metode yang digunakan dalam menghitung jarak pada penelitian ini yaitu metode kuantitatif. Cara untuk menganalisis data yang ada perlu dilakukan perhitungan-perhitungan sebagai berikut:

- Menentukan karakteristik sampah, meliputi jumlah penduduk pada setiap daerah terlayani dan volume timbulan sampah;
- Menentukan karakteristik kendaraan meliputi jumlah, ukuran kontainer (m^3), kecepatan kendaraan (km/jam), dan rute pengangkutan sampah;
- Menentukan karakteristik transfer depo (TPS) meliputi lokasi, jarak (km), dan volume sampah (m^3);
- Menghitung jumlah timbulan sampah per hari;
- Menentukan karakteristik operasional pengangkutan sampah seperti jarak tempuh dan waktu tempuh antar lokasi, total jarak tempuh dan waktu jalan per trip;
- Menghitung jarak tempuh kendaraan sesuai dengan rute yang dilalui oleh masing-masing truk. Rumus untuk mengetahui jarak dari sistem pengangkutan sampah adalah:

$$s = s1_{TPS1} + (s2_{TPS1} + s3_{TPS1}) \times r + (s2_{TPS2} + s3_{TPS2}) \times r + \dots + (s2_{TPSn} + s3_{TPSn}) \times r + s4_{TPS1} \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan:

- s = Jarak yang ditempuh pada hari tersebut
- $s1_{TPS1}$ = Jarak dari pool ke TPS pertama
- $s2_{TPS1}$ = Jarak dari TPS pertama ke TPA
- $s3_{TPS1}$ = Jarak dari TPA ke TPS pertama
- $s2_{TPS2}$ = Jarak dari TPS kedua ke TPA
- $s3_{TPS2}$ = Jarak dari TPA ke TPS kedua
- $s2_{TPSn}$ = Jarak dari TPS ke-n ke TPA
- $s3_{TPSn}$ = Jarak dari TPA ke TPS ke-n
- $s4_{TPS1}$ = Jarak dari TPS pertama ke pool
- r = Jumlah Ritasi

Waktu tempuh didapatkan dengan perhitungan berdasarkan waktu tempuh antar lokasi dan mengikuti rute, sehingga didapatkan rumus:

$$t = t_{1_{TPS1}} + (t_{2_{TPS1}} + t_{3_{TPS1}}) \times r + (t_{2_{TPS2}} + t_{3_{TPS2}}) \times r + \dots + (t_{2_{TPSn}} + t_{3_{TPSn}}) \times r + t_{4_{TPS1}} \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

- t = Waktu jalan yang ditempuh pada hari tersebut
- t_{1_{TPS1}} = Waktu dari pool ke TPS pertama
- t_{2_{TPS1}} = Waktu dari TPS pertama ke TPA
- t_{3_{TPS1}} = Waktu dari TPA ke TPS pertama
- t_{2_{TPS2}} = Waktu dari TPS kedua ke TPA
- t_{3_{TPS2}} = Waktu dari TPA ke TPS kedua
- t_{2_{TPSn}} = Waktu dari TPS ke-n ke TPA
- t_{3_{TPSn}} = Waktu dari TPA ke TPS ke-n
- t_{4_{TPS1}} = Waktu dari TPS pertama ke pool
- r = Jumlah Ritasi

g. Data yang didapat dapat dioptimalkan dengan merubah urutan tujuan TPS awal dan mengubah kombinasi TPS pada truk dengan jadwal pengangkutan tiap dua hari sekali.

2.9 Metode HCS dan SCS

Berdasarkan pola pengambilan dan ketersediaan jenis kontainer di TPS, pengangkutan sampah memiliki 2 (dua) jenis sistem pengangkutan, yaitu sistem kontainer angkut (*Hauled Container System*) dan sistem kontainer tetap (*Stationary Container System*) (Tchobanoglous *et al.*, 1993).

2.9.1 *Hauled Container System* (HCS)

Hauled Container System (HCS) merupakan sistem pengumpulan sampah yang wadah pengumpulannya dapat dipindah-pindah dan ikut dibawa ke tempat pembuangan akhir. HCS ini merupakan sistem wadah angkut untuk daerah komersial. Perhitungan waktu ritasi dari TPS ke TPA:

$$T_{HCS} = (P_{HCS} + s + h) \dots \dots \dots (2.4)$$

$$P_{HCS} = (pc + uc) \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

- T_{HCS} = waktu per ritasi (jam/rit).
- P_{HCS} = waktu pengambilan (*pick up*) tiap ritasi (jam/rit).
- s = waktu bongkar-muat di TPA (*at site*) (jam/rit).
- h = waktu angkut dari TPS menuju TPA (jam/rit).
- pc = waktu menaikkan kontainer (*haul*) (jam/rit).
- uc = waktu menurunkan kontainer (*exhaul*) (jam/rit).

Waktu *pick up*, *at site*, *haul* dan *exhaul* didapatkan dari hasil pengamatan di lapangan.

Jumlah ritasi per kendaraan per hari untuk sistem HCS dapat dihitung dengan:

$$Nd = \frac{[H(1-w) - (t_1 + t_2)]}{T_{HCS}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

- Nd = jumlah ritasi/hari (rit/hari).
- H = waktu kerja (jam/hari).
- W = faktor *off route* (waktu hambatan sebagai friksi).
- t_1 = waktu dari pool kendaraan (garasi) ke kontainer pertama (jam).
- t_2 = waktu dari kontainer terakhir ke pool (jam).
- T_{HCS} = waktu pengambilan/ritasi (jam/rit).

Faktor *off route* dalam persamaan 2.5 bervariasi dari 0,1 – 0,15. Faktor *off route* dapat dicari dengan:

$$W = \frac{\sum t_{\text{variasi}}}{H} \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan:

- W = faktor *off route*.
- $\sum t_{\text{variasi}}$ = waktu terbuang di luar pengangkutan.
- H = waktu kerja (jam/hari).

2.9.2 Stationary Container System (SCS)

Sistem pengumpulan sampah yang wadah pengumpulannya tidak dibawa berpindah-pindah (tetap). Wadah pengumpulan ini dapat berupa wadah yang dapat diangkat atau yang tidak dapat diangkat. SCS merupakan sistem wadah tinggal ditujukan untuk melayani daerah permukiman. Perhitungan waktu ritasi dari TPS ke TPA dengan metode SCS, dapat menggunakan rumus berikut:

$$T_{SCS} = (P_{SCS} + s + h) \dots\dots\dots(2.8)$$

$$P_{SCS} = C_T (uc) + (np-1)(dbc) \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan:

- C_T = jumlah kontainer yang dikosongkan/rit (kontainer/rit).
- uc = waktu pengosongan kontainer (jam/rit).
- np = jumlah lokasi kontainer yang diambil per rit (lokasi/rit).
- dbc = waktu terbuang untuk bergerak dari TPS ke lokasi TPS lain (jam/lokasi).
- s = waktu bongkar-muat di TPA (*at site*) (jam/rit).
- h = waktu angkut dari TPS menuju TPA (jam/rit).

Jumlah ritasi yang dapat dilakukan per hari:

$$N_d = \frac{[H(1-w) - (t_1 + t_2)]}{T_{SCS}} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan:

- N_d = jumlah ritasi/hari (rit/hari).
- H = waktu kerja (jam/hari).
- W = faktor *off route* (waktu hambatan sebagai friksi).
- t_1 = waktu dari pool kendaraan (garasi) ke kontainer pertama (jam).
- t_2 = waktu dari kontainer terakhir ke pool (jam).
- T_{SCS} = waktu pengambilan/ritasi (jam/rit).

2.10 Biaya Operasional Kendaraan (BOK)

Biaya Operasional Kendaraan (BOK) adalah jumlah nilai yang menyatakan besarnya biaya yang harus dikeluarkan dalam pengoperasionalan suatu kendaraan. Jumlah nilai ini mencakup beberapa komponen, seperti

konsumsi BBM, konsumsi pelumas, penggunaan ban, pemeliharaan, depresiasi (nilai penyusutan), dan asuransi (Allo, 2017).

Perhitungan BOK pada penelitian ini menggunakan metode dari PCI (*Pacific Consultant International*) yang menitikberatkan pada kecepatan kendaraan dan jenis kendaraan dalam menghitung BOK. Terdapat beberapa golongan kendaraan yang membedakan perhitungan BOK yang satu dengan lainnya, namun pada penelitian ini hanya digunakan perhitungan BOK pada golongan 2 (truk 2 gandar dan 6 roda). Pada metode PCI terdapat komponen Biaya Operasional Kendaraan yang dibagi menjadi 2 (dua) kategori sebagai berikut:

1. Biaya Bergerak (*Running Cost*)

Biaya bergerak adalah biaya yang harus dikeluarkan sesuai dengan jarak tempuh dan tergantung pada pemakaian kendaraan sehingga dapat dirasakan secara langsung. Berikut adalah komponen-komponen dalam biaya bergerak:

a. Konsumsi Bahan Bakar

Persamaan konsumsi bahan bakar dengan metode PCI adalah sebagai berikut:

$$Y = (0,06427V^2 - 7,06130V + 318,3326) \times \text{harga BBM /liter} \dots (2.11)$$

Dimana:

- Y = Konsumsi Bahan Bakar (Rp/1000 km)
- V = Kecepatan (Km/Jam)

b. Konsumsi Pelumas

Persamaan konsumsi pelumas dengan metode PCI adalah sebagai berikut:

$$Y = (0,00048V^2 - 0,05608V + 3,07383) \times \text{harga pelumas /liter} \dots (2.12)$$

Dimana:

- Y = Konsumsi Pelumas (Rp /1000 km)
- V = Kecepatan (Km/Jam)

c. Penggunaan Ban

Persamaan biaya penggunaan ban dengan metode PCI adalah sebagai berikut:

$$Y = (0,0011553V + 0,0059333) \times \text{harga ban /buah} \times 6 \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana:

- Y = Penggunaan Ban (Rp /1000 km)
- V = Kecepatan (Km/Jam)

d. Pemeliharaan

Biaya biaya pemeliharaan terdiri atas biaya untuk pembelian suku cadang (*spare part*) dan upah mekanik:

1.) Suku Cadang

$$Y = (0,0000191V + 0,0015400) \times \text{harga jual kendaraan} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana:

- Y = Biaya suku cadang (Rp /1000 km)
- V = Kecepatan (Km/Jam)

2.) Upah Mekanik

$$Y = (0,01511V + 1,21200) \times \text{ongkos mekanik /jam} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana:

- Y = Upah mekanik (Rp /1000 km)
- V = Kecepatan (Km/Jam)

2. Biaya Tetap (*Fixed Cost*)

Biaya tetap adalah biaya yang harus dikeluarkan secara rutin untuk jangka waktu tertentu dan tidak terpengaruh oleh operasional kendaraan tersebut. Berikut adalah komponen-komponen dalam biaya tetap:

a. Depresiasi (penyusutan)

Persamaan biaya depresiasi dengan metode PCI adalah sebagai berikut:

$$Y = 1 / (6,129V + 245) \times \text{harga jual kendaraan} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana:

- Y = Depresiasi (Rp /1000 km)
- V = Kecepatan (Km/Jam)

b. Asuransi

Persamaan biaya asuransi dengan metode PCI adalah sebagai berikut:

$$Y = \{ (0,06 \times 1000 \times 0,5) / (1750V) \} \times \text{harga jual kendaraan} \dots (2.17)$$

Dimana:

- Y = Asuransi (Rp /1000 km)
- V = Kecepatan (Km/Jam)

c. Bunga Modal

Persamaan suku bunga modal (*Interest Cost*) dengan metode PCI adalah sebagai berikut:

$$Y = \{ (0,12 \times 1000) / (1750V) \} \times \text{harga jual kendaraan} \dots (2.18)$$

Dimana:

- Y = Bunga Modal (Rp /1000 km)
- V = Kecepatan (km/jam)

Berdasarkan kedua jenis biaya tersebut kemudian dihitung biaya *overhead*. Biaya *overhead* menurut metode PCI dihitung sebesar 10 % dari jumlah biaya bergerak dan biaya tetap. Biaya *overhead* yang telah didapatkan selanjutnya ditambahkan pada subtotal BOK maka akan didapatkan total BOK dalam satuan Rp/1000 km.

2.11 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu tentang pengoptimalan pengangkutan sampah dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Suryanto, dkk (2005)	<ul style="list-style-type: none"> a. Peningkatan efisiensi, efektifitas, dan produktifitas yang terkait pada sistem pengangkutan sampah, b. Mereduksi total biaya persampahan. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan menggunakan <i>software</i> Arcview 3.2 dengan ekstension <i>network analysis</i> untuk memecahkan masalah jaringan dengan menggunakan algoritma dijkstra. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Penyebab terjadinya penumpukan sampah di beberapa lokasi di Kota Depok adalah kecilnya volume sampah yang diangkut oleh DKP ke TPA, b. Dari beberapa alternatif kebijakan yang dapat dilakukan, didapat kebijakan dengan menggeser waktu pemberangkatan dari TPA, perubahan dari sistem <i>door to door</i> menjadi sistem kontainer, penambahan personel dan pembangunan SPA.
2.	Nadiasa, dkk. (2009)	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengetahui manajemen pengangkutan sampah yang berkaitan dengan jumlah armada dan waktu pengangkutan sampah, b. Menghitung jumlah TPS yang dibutuhkan sesuai dengan volume sampah yang dihasilkan di Kota Amlapura sampai tahun 2020, c. Mengetahui retribusi yang harus dibayarkan masyarakat dalam rangka pengangkutan sampah di Kota Amlapura. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Pengumpulan data primer dengan melakukan <i>depth interviews</i> dan observasi lapangan, b. Menentukan tarif layak guna operasional pengangkutan sampah dengan metode <i>Net Present Value</i> (NPV), <i>Benefit Cost Ratio</i> (BCR), dan <i>Internal Rate of Return</i> (IRR). 	<ul style="list-style-type: none"> a. Kebutuhan armada pengangkut sampah di Kota Amlapura adalah 7 buah <i>compactor truck</i> dan 1 unit <i>armroll truck</i>, b. Volume sampah permukiman adalah sebanyak 112,58 m³/hari sementara sampah non permukiman adalah sebesar 37,44 m³/hari, c. Jumlah TPS yang diperlukan di Kota Amlapura adalah 350 unit TPS jenis bin kontainer berkapasitas 0,36 m³ dan 8 unit TPS jenis kontainer berkapasitas 4 m³.
3.	Amin, dkk (2011)	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengkaji timbulan sampah dan memproyeksi kebutuhan prasarana pengangkutan sampah 15 tahun mendatang di pusat Kota Ternate, b. Mengoptimalkan pengangkutan sampah ke TPA, c. Mewujudkan salah satu dari 5 misi Pemerintah Kota Ternate yaitu "Ternate berwawasan lingkungan". 	<ul style="list-style-type: none"> a. Survei lapangan dan mewawancarai yang memahami tentang pelayanan persampahan (<i>Key persons</i>), b. Pendekatan <i>Mathematic Method</i> antara lain <i>Arithmetic Rate of Growth</i>, <i>Geometric Rate of Growth</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Proyeksi total timbulan sampah di pusat Kota Ternate pada tahun 2026 telah mengalami kenaikan sebesar 203.922.763 L, b. Penerapan pengangkutan sistem pengosongan kontainer dapat menekan pembebanan anggaran pemerintah sebesar Rp 3,6 milyar pada tahun 2012 dan Rp 5 milyar sampai tahun 2026.

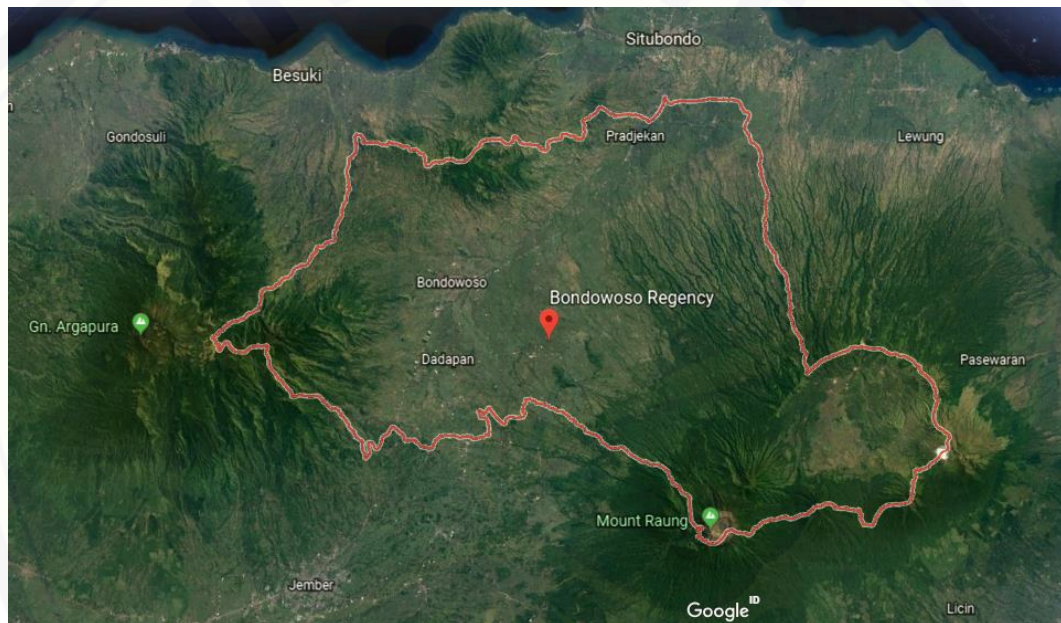
No	Nama Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
4.	Mardiani, dkk. (2013)	<ul style="list-style-type: none"> a. Pengkategorian daerah pelayanan pengangkutan sampah berdasarkan jumlah timbulan sampah sepanjang daerah pelayanan, b. Menghitung prediksi jumlah timbulan sampah berdasarkan pertumbuhan penduduk per-kecamatan di Kota Padang, c. Menentukan umur truk pengangkut sampah dan jumlah truk yang direkomendasikan untuk diganti sesuai umur layak operasional. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Efisiensi sistem <i>Stationary Container</i> menggunakan Algoritma <i>Nearest Neighbour</i>, b. Membuat 2 rencana rute untuk membandingkan rute mana yang lebih efisien dengan perbedaan lokasi SPBU, c. Memetakan daerah terlaya berdasarkan kategori jumlah timbulan sampah. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Rute rencana 2 memberikan solusi yang paling efisien dari segi jarak, biaya dan waktu dimana pengurangan yang terjadi terhadap Rute Eksisting untuk jarak adalah 57,352 km biaya adalah Rp. 45.355.837 adalah 2,33 jam/hari, b. Dari 91 daerah pelayanan didapatkan total panjang daerah pelayanan dengan kategori jumlah timbulan sampah 0 42,369 km (66%), kategori jumlah timbulan sampah >3,5-7,5 m³/km adalah 18,033 km (28%) dan kategori jumlah timbulan >7,5 m³/km adalah 4,175 km (6%)., c. Direkomendasikan kepada DKP Kota Padang untuk merubah rute truk dan lokasi pengisian BBM ke SPBU di By Pass (\pm 200 m dari Pool) sesuai dengan hasil penentuan Rute Rencana 2.
5.	Surli (2017)	<ul style="list-style-type: none"> a. Penjadwalan truk sampah kota Pontianak dengan model <i>Roll On Roll Off Vehicle Routing Problem</i>, b. Mengoptimalkan pengangkutan sampah yang mengefisienkan jarak, waktu, biaya, dan jumlah armada yang tersedia. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Analisis kondisi eksisting jumlah armada pengangkut sampah dan sistem pengangkutannya, b. Menentukan jenis tipe trip kemudian dilakukan perhitungan waktu pelayanan dengan model <i>Roll On Roll Off Vehicle Routing Problem</i> . 	<ul style="list-style-type: none"> a. Armada armroll truck yang terdiri dari 22 unit terdapat 8 kendaraan yang melebihi batas waktu pelayanan, b. Jadwal pengangkutan sampah yang semula memiliki 8 kendaraan yang melebihi batas waktu pelayanan berkurang menjadi 4 kendaraan, c. Waktu pelayanan yang melebihi batas berkurang dari 80,1398 jam menjadi 39,0832 jam.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Bondowoso. Batas-batas wilayah Kabupaten Bondowoso adalah sebagai berikut :

- a. Batas Utara : Kabupaten Situbondo
- b. Batas Timur : Kabupaten Situbondo dan Kabupaten Banyuwangi
- c. Batas Selatan : Kabupaten Jember
- d. Batas Barat : Kabupaten Situbondo dan Kabupaten Probolinggo

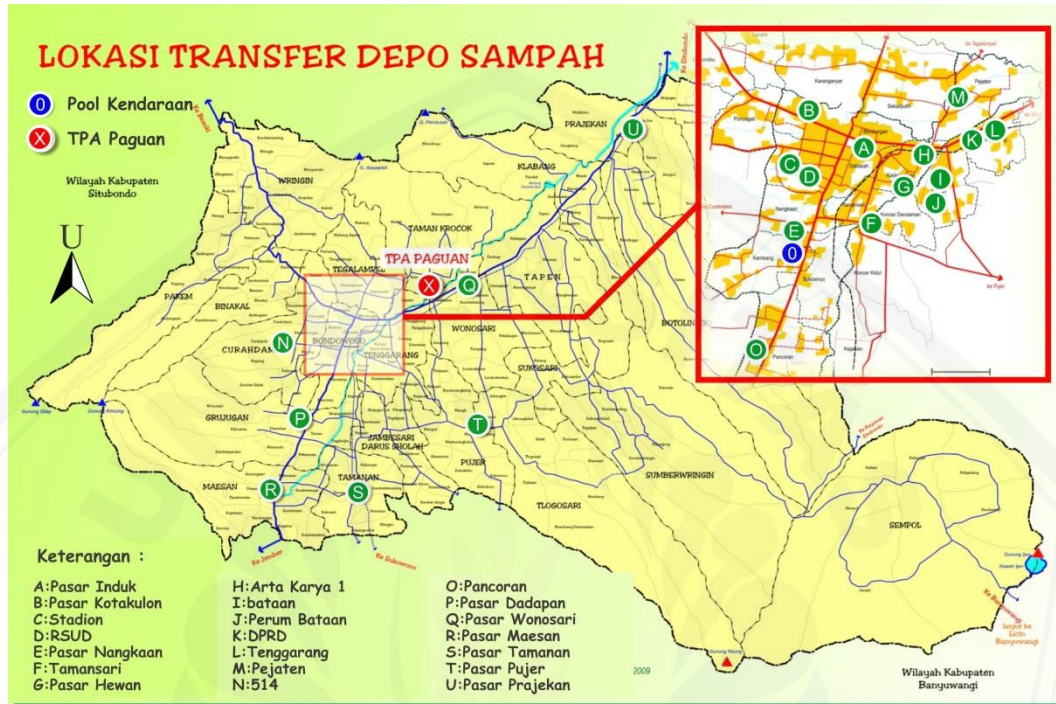


Gambar 3.1 Peta Kabupaten Bondowoso

Sumber : Google Earth (2018)

Waktu penelitian dilaksanakan mulai bulan Agustus sampai dengan November 2018.

Berikut adalah persebaran lokasi TPS yang ada di Kabupaten Bondowoso berdasarkan data yang diperoleh dari BLHP Kabupaten Bondowoso pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Peta persebaran TPS di Kabupaten Bondowoso

Sumber : BLHP Kab. Bondowoso

3.2 Metode Pengumpulan Data

Metode penelitian yang digunakan untuk memperoleh data adalah:

3.2.1 Penelitian Kepustakaan

Penelitian kepustakaan merupakan suatu metode yang dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan dan landasan teoritis dalam menganalisis data dan permasalahan melalui karya tulis dan sumber-sumber lainnya sebagai bahan pertimbangan dalam penelitian ini. Pada penelitian ini banyak didapatkan data dari pihak BLHP Kabupaten Bondowoso. Pengumpulan referensi melalui jurnal-jurnal dan penelitian terdahulu dilakukan sebagai pendukung penelitian.

3.2.2 Penelitian Lapangan

Penelitian lapangan yaitu penelitian yang dilakukan dengan tujuan langsung ke lapangan untuk memperoleh data melalui pengamatan langsung pada objek yang akan diteliti untuk memperoleh data primer dan data sekunder yang dibutuhkan. Data-data yang dibutuhkan diantaranya yaitu lokasi TPS, jadwal pengangkutan, jarak tempuh selama proses pengangkutan, dan waktu operasional pengangkutan sampah.

3.3 Langkah-Langkah Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam mengidentifikasi sistem pengangkutan sampah Kabupaten Bondowoso terbagi dalam beberapa tahapan.

a. Tahap pendahuluan

- 1.) Mengidentifikasi masalah yang dijadikan sebagai bahan penelitian. Hal tersebut didapatkan melalui survei pendahuluan terhadap objek yang diteliti, serta literatur tentang topik-topik yang berhubungan dengan permasalahan.
- 2.) Mengidentifikasi data yang dibutuhkan dalam penelitian, antara lain karakteristik armada pengangkut sampah, data daerah pelayanan pengangkutan sampah, volume sampah terangkut, data rute, dan jadwal pengangkutan sampah Kabupaten Bondowoso.

b. Pengambilan data

Pengumpulan data, yakni data primer dan data sekunder.

- 1.) Data primer berupa wawancara dan pengamatan langsung. Wawancara merupakan pengumpulan data dengan mengajukan pertanyaan secara langsung. Wawancara dilakukan untuk melengkapi data penelitian yang tidak terdapat pada dokumen dinas yang bersangkutan. Narasumber pada proses penelitian ini yaitu Bapak Abdul Asis selaku Kasie Pengelolaan Sampah dan Limbah BLHP Kabupaten Bondowoso, dan juga sopir-sopir dari truk pengangkut sampah. Pengamatan langsung dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung pada proses

kerja di lapangan. Data waktu yang diperlukan yaitu waktu jalan truk pengangkut sampah antar lokasi, waktu menaikkan dan menurunkan kontainer, waktu pembongkaran sampah di TPA, dan waktu *off route*.

2.) Data sekunder merupakan data eksisting yang didapatkan dari instansi terkait pengelolaan sampah yaitu Badan Lingkungan Hidup dan Perhubungan Kab. Bondowoso. Pengumpulan data yang diperlukan yaitu berupa jumlah dan lokasi TPS, karakteristik armada pengangkut sampah, volume sampah terangkut per hari, rute eksisting pengangkutan sampah, jadwal, jarak, dan waktu pelayanan pengangkutan sampah.

c. Pemetaan lokasi penelitian

Pemetaan dilakukan pada lokasi-lokasi komponen pengangkutan sampah. Hal ini dilakukan untuk mempermudah pengilustrasian penelitian.

d. Perhitungan timbulan sampah eksisting

Volume timbulan sampah per hari dihitung berdasarkan data jumlah penduduk pada daerah terlayani. Volume sampah terangkut didapatkan melalui pencatatan oleh BLHP Bondowoso. Berdasarkan data volume sampah yang tidak terangkut, kemudian direncanakan TPS yang memerlukan penambahan ritasi.

e. Analisis data dengan metode HCS/SCS

Hasil perhitungan waktu pada kondisi eksisting akan dianalisis dengan metode HCS untuk *armroll truck* dan SCS untuk *dump truck*. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui total waktu pengangkutan sampah per hari, dan jumlah ritasi yang dapat dilakukan dengan rute eksisting per hari.

f. Optimalisasi volume sampah terangkut

Optimalisasi volume sampah terangkut dilakukan dengan menambah ritasi pada TPS yang membutuhkan. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan jumlah ritasi yang dapat dilakukan truk per hari (Nd). Nilai (Nd) harus mendekati 1 untuk

mendapatkan sistem pengangkutan yang optimal. Perhitungan optimalisasi juga dilakukan dengan mengubah kombinasi TPS untuk mendapatkan kondisi yang seimbang.

g. Perhitungan Jarak dan Waktu Tempuh

Perhitungan jarak dan waktu tempuh dilakukan berdasarkan data survei. Perhitungan dilakukan pada kondisi sistem eksisting dan pada sistem optimal.

h. Perhitungan Biaya Operasional Pengangkutan Sampah

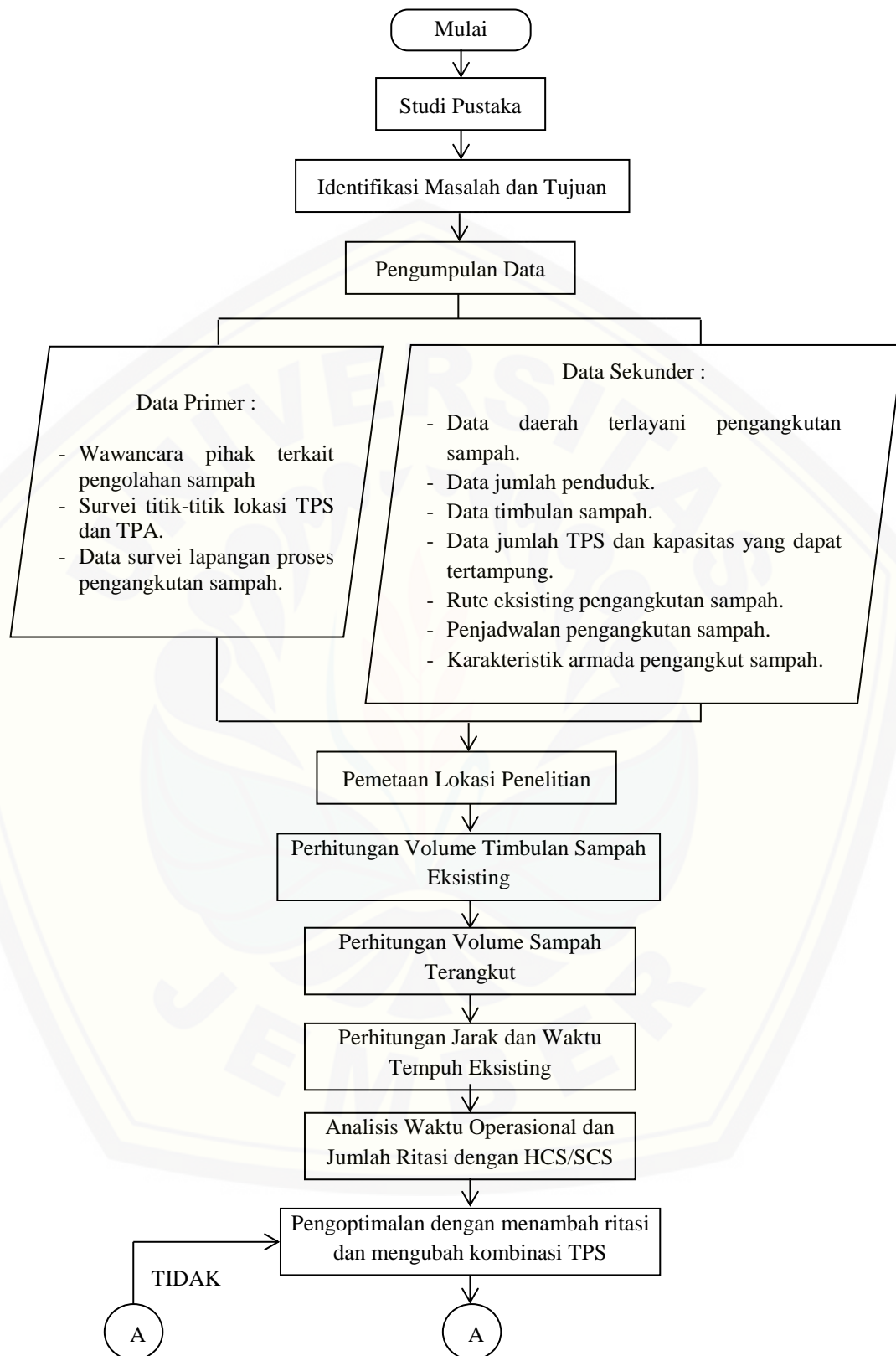
Pada tahap ini, akan dilakukan perhitungan mengenai biaya yang dibutuhkan dalam operasional pengangkutan sampah di Kabupaten Bondowoso. Biaya-biaya yang akan diperhitungkan antara lain yaitu konsumsi BBM, pelumas, ban, biaya pemeliharaan, biaya depresiasi, asuransi, bunga modal, biaya *overhead* dan kebutuhan kontainer.

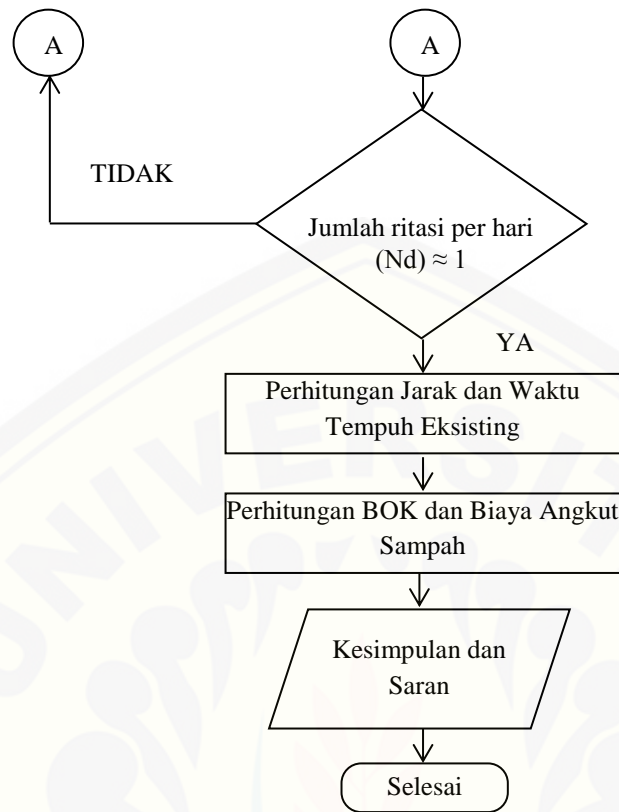
i. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis dan evaluasi yang telah dilakukan pada bab sebelumnya maka dapat diambil beberapa kesimpulan dan kemudian akan disajikan beberapa saran mengenai permasalahan yang ada dan penerapan solusi yang telah diperoleh

3.4 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir untuk penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.3.





Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab 4, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Kondisi eksisting pengangkutan sampah di Kabupaten Bondowoso menunjukkan bahwa persentase volume sampah terangkut sebesar 21,51 %. Persentase jumlah penduduk terlayani sebesar 20,46. Jarak tempuh rata-rata *armroll truck* sejauh 85,86 km/hari selama 2,88 jam. Jarak tempuh *dump truck* sejauh 81,2 km selama 3,06 jam.
2. Pengoptimalan sistem pengangkutan menghasilkan persentase volume sampah terangkut sebesar 29,03 %. Persentase jumlah penduduk terlayani sebesar 27,43. Jarak tempuh rata-rata *armroll truck* sejauh 120,86 km/hari selama 4,01 jam. Jarak tempuh rata-rata *dump truck* sejauh 87,85 km selama 3,26 jam.
3. Biaya Operasional Kendaraan (BOK) pada pengangkutan sampah di Kabupaten Bondowoso memiliki rata-rata sebesar Rp 176.281/hari. Biaya angkut sampah rata-rata pada kondisi eksisting adalah sebesar Rp 7.004/m³. Rata-rata BOK pada rute rencana sebesar Rp 232.104/hari dengan biaya angkut sampah rata-rata sebesar 6.477/m³. Berdasarkan rute rencana, diperlukan tambahan biaya untuk pengadaan kontainer sebanyak 13 unit sebesar Rp 325.000.000.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan untuk penelitian berikutnya sebagai berikut :

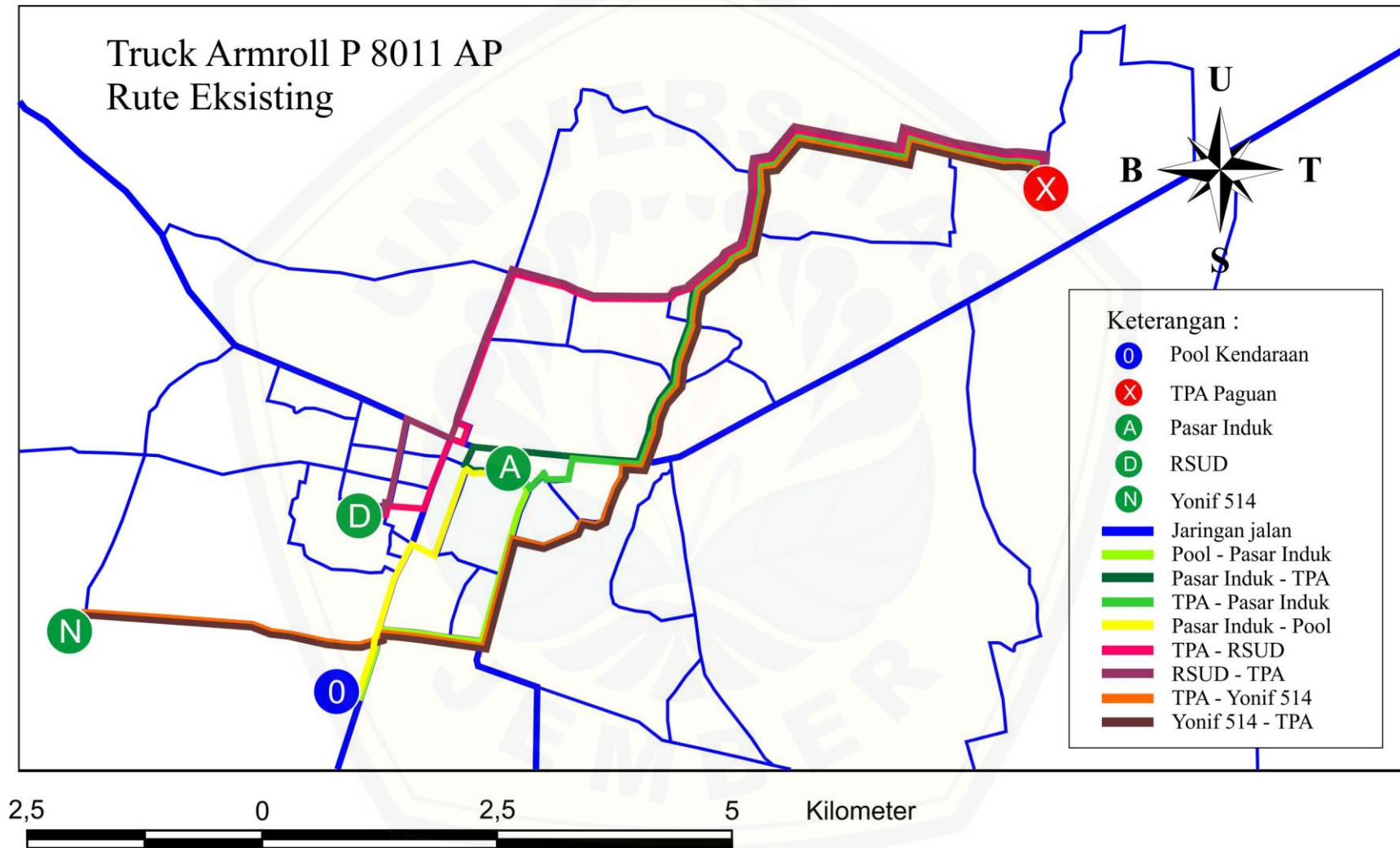
1. Perlu penambahan daerah pelayanan pengangkutan sampah dan armada truk sampah.
2. Perlu dilakukan analisis terkait waktu *off route* yang melebihi standar (waktu terbuang diluar rute pengangkutan).

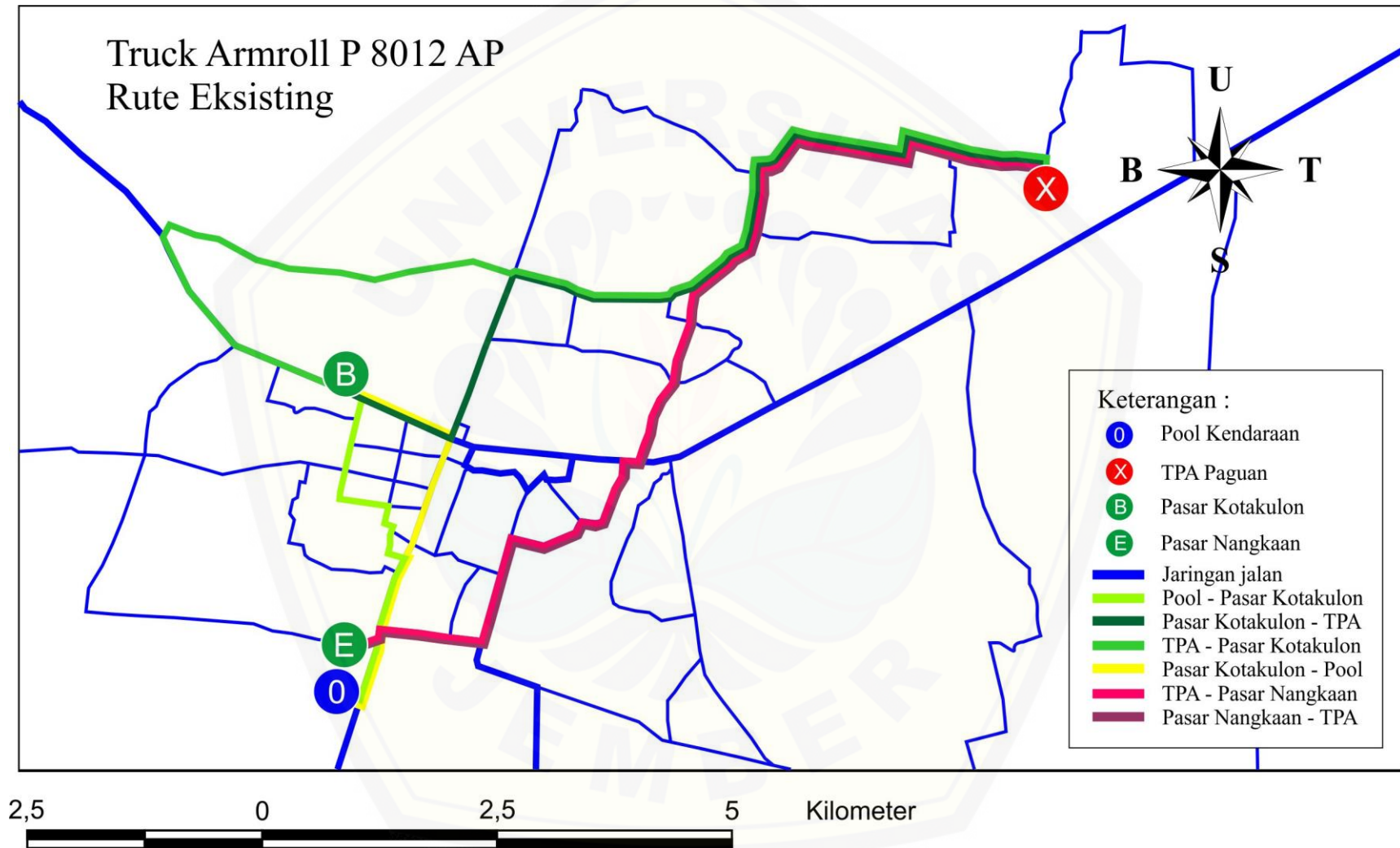
DAFTAR PUSTAKA

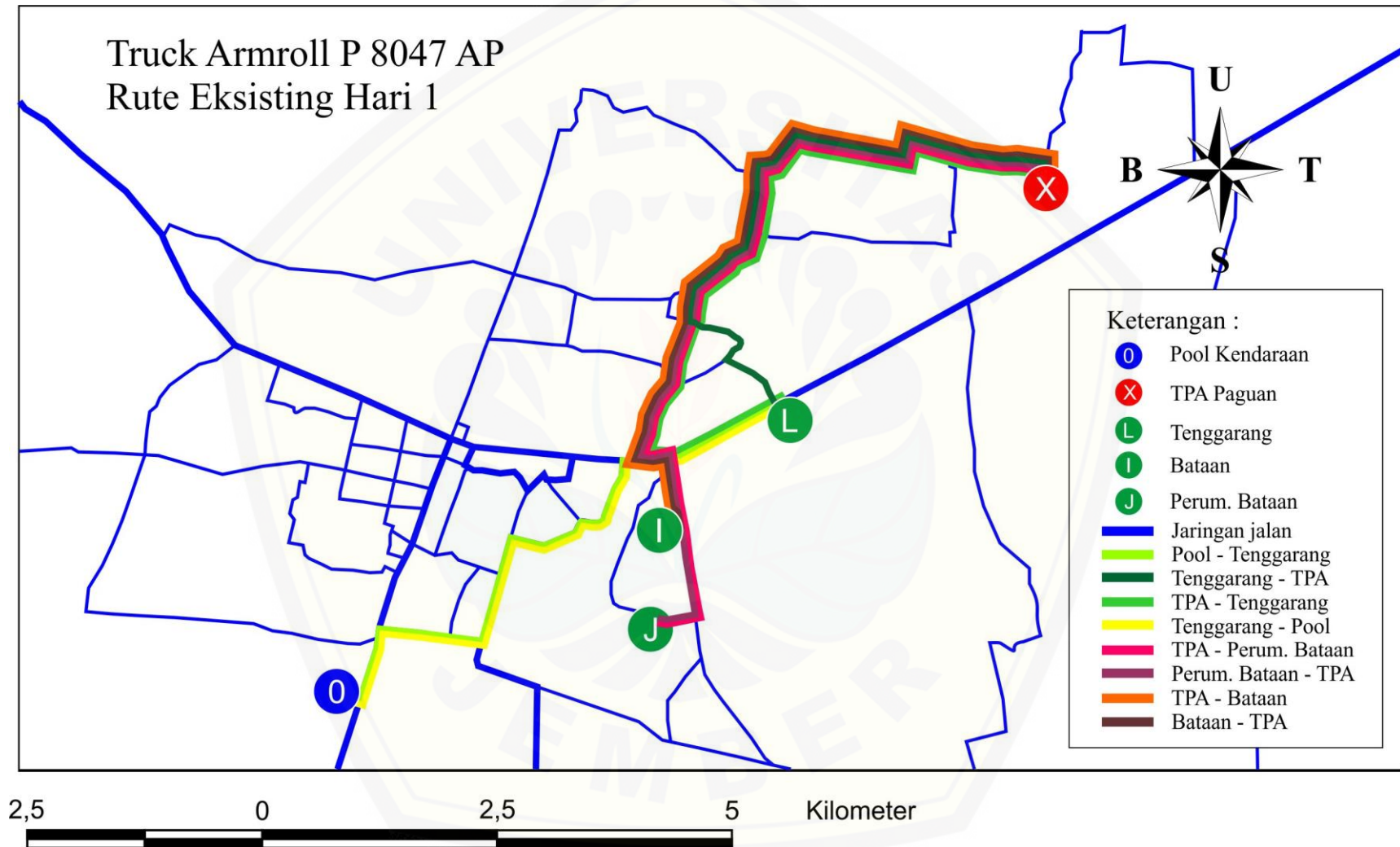
- Allo, B. T. T. 2017. *Studi Kelayakan Ekonomi dan Finansial Rencana Pelebaran Jalan Tol Waru-Sidoarjo*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Amin, A., A. Selintung, dan J. Latupeirissa. 2011. *Optimalisasi Pengangkutan Sampah di Pusat Kota Ternate*. Makassar: Universitas Hasanuddin Makassar.
- Anindita, D. 2014. *Optimalisasi Sistem Pengangkutan Sampah di wilayah Utara Kabupaten Sidoarjo*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Arnatha, I. M. 2012. *Studi Optimasi Teknis Operasional Pengumpulan dan Pengangkutan Sampah dengan Model Simulasi (Studi Kasus Kecamatan Mengwi, Kabupaten Badung Tahun 2004-2024)*. Denpasar: Universitas Gunadarma.
- Badan Pusat Statistik. 2018. *Kabupaten Bondowoso Dalam Angka 2018*. Bondowoso: Badan Pusat Statistik.
- Badan Standarisasi Nasional. 1994. *SNI 19-3964-1994 Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 1995. *SNI 19-3983-1995 Spesifikasi Timbulan Sampah untuk Kota Kecil dan Kota Sedang di Indonesia*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *SNI 19-2454-2002 Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *SNI 3242-2008 Pengelolaan Sampah di Permukiman*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Burhamtoro. 2016. *Biaya Angkut Stationary Container System (SCS) pada Pengangkutan Sampah*. Malang: Politeknik Negeri Malang.

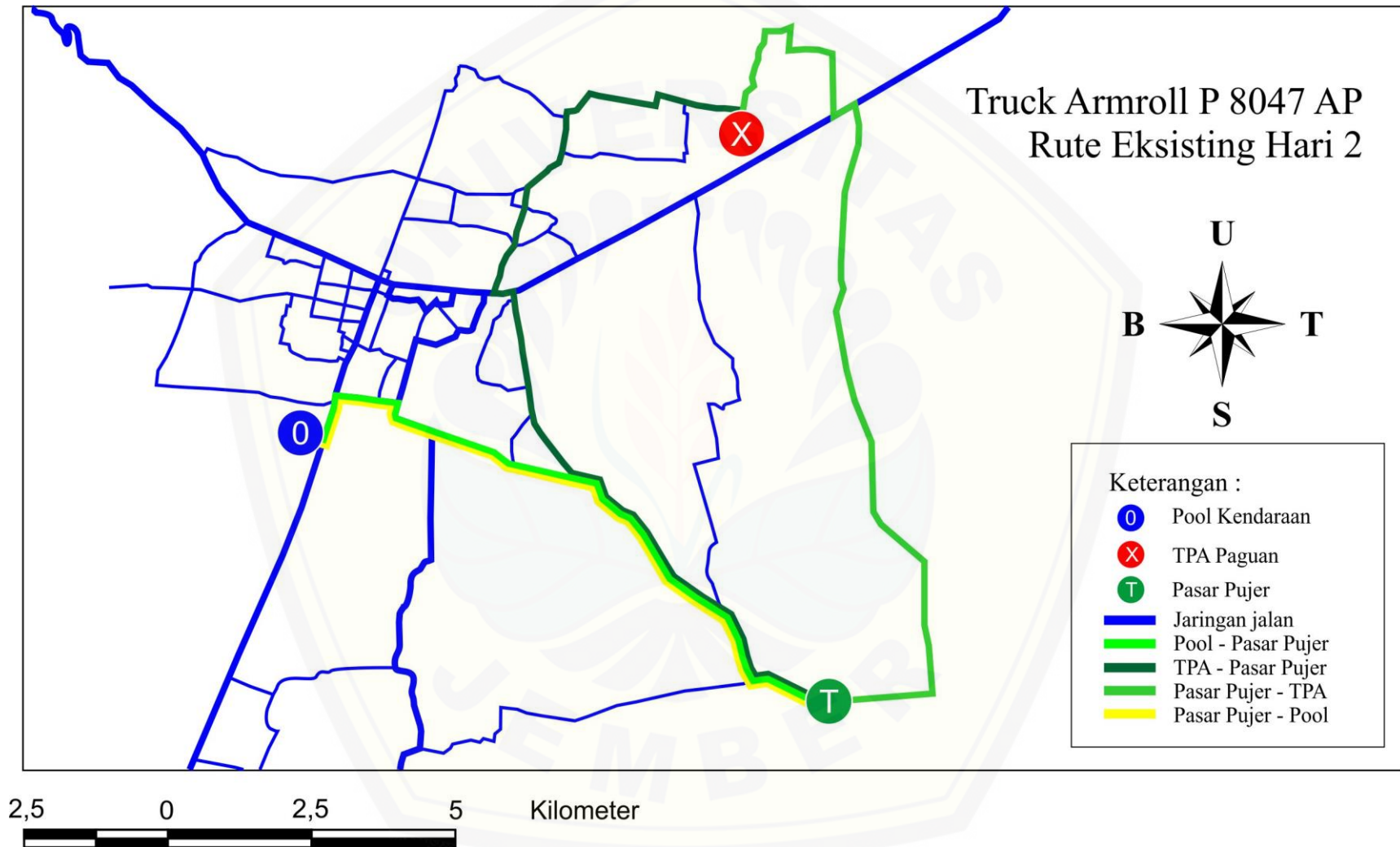
- Fahmi, R. H. 2013. *Analisis Rute Jalan Pengangkutan Sampah di Kota Makassar (Studi Kasus : Kecamatan Tamalanrea)*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Hadiwiyoto, S. 1983. *Penanganan dan Pemanfaatan Sampah*. Jakarta: Yayasan Idayu.
- Hapsari, D. S. A., dan W. Herumurti. 2017. *Laju Timbulan dan Komposisi Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Sukolilo Surabaya*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hendrawan, R. 2004. *Studi Sistem Pengangkutan Sampah di Kota Gianyar*. Denpasar: Universitas Gunadarma.
- Mahmudah, R. A., dan W. Herumurti. 2016. *Analisis Sistem Pengangkutan Sampah di Wilayah Surabaya Utara*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Mardiani, U., Yossyafra, dan G. Hendra. 2013. *Efisiensi Rute Truk Pengangkutan Sampah Sistem Stationary Container di Kota Padang dengan Menggunakan Algoritma Nearest Neighbour*. Padang: Universitas Andalas Padang.
- Nadiasa, M., D. K. Sudarsana, dan I. N. Yasmara. 2009. *Manajemen Pengangkutan Sampah di Kota Amlapura*. Denpasar: Universitas Udayana.
- Nurhayati, S. 2015. *Analisis Biaya Pengguna Jalan di Wilayah Jabodetabek*. Tangerang: Universitas Muhammadiyah Tangerang.
- O'Connor, D. L. 2013. *Solid Waste Collection Vehicle Route Optimization for the City of Redlands, California*. Redlands: University of Redlands.
- Prahasta, E. 2002. *Sistem Informasi Geografis: Tutorial Arcview*. Bandung: CV. Informatika.
- Prasetyo, E. 2011. *Manajemen Sains : Model Transportasi*. Gresik: Universitas Muhammadiyah Gresik.
- Ratya, H., dan W. Herimurti. 2017. *Timbulan dan Komposisi Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Rungkut Surabaya*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

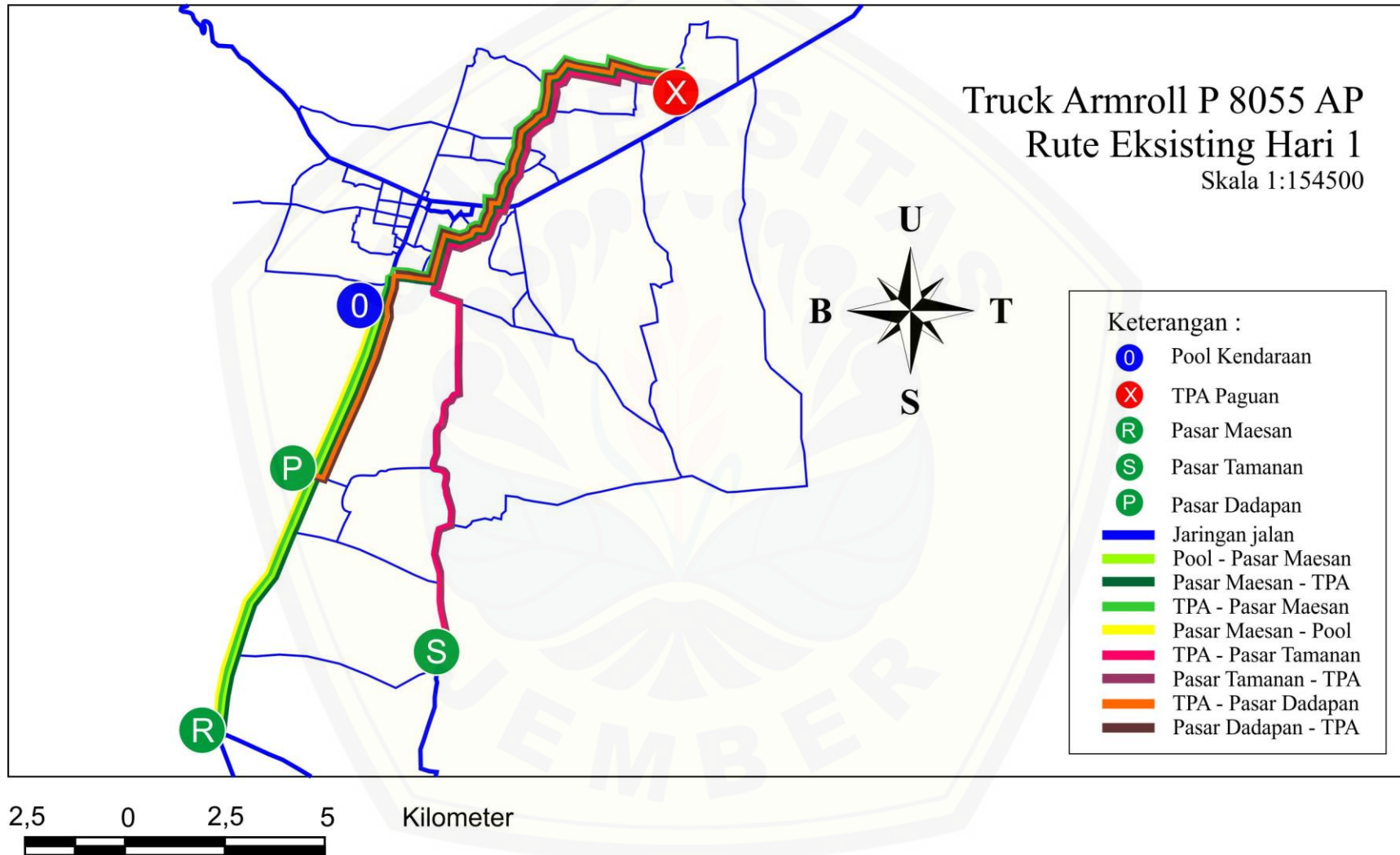
- Salipadang, J. C. 2011. *Analisis Sistem Pengangkutan Sampah Kota Makassar dengan Metode Penyelesaian Vehicle Routing Problem (VRP) (Studi Kasus: Kecamatan Mamajang)*. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Sarino, N. S. R. Putri, dan D. Astuti. 2017. *Analisis Truk Pengangkut Sampah di Wilayah Seberang Ulu Kota Palembang*. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Suprpto, A. 2002. *Pemanfaatan GIS untuk Penyusunan Sistem Informasi Irigasi*. Yogyakarta: Prosiding Seminar Tahunan Jurusan Teknik Pertanian 2003.
- Surli. 2017. *Penjadwalan Truk Sampah Kota Pontianak dengan Model Roll On Roll Off Vehicle Routing Problem*. Pontianak: Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Suryanto, D. A. dan J. Widjadjakusuma. 2005. *Kajian Sistem Pengangkutan Sampah Kota Depok*. Jakarta: Universitas Gunadarma.
- Susanto, F. X. Dwi, N. N. Hayati, dan J. Widodo. 2009. *Evaluasi Sistem Perangkutan Sampah Kota Jember*. Surabaya: Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Tamin, O. Z. 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Tchobanoglous, G. dan F. Kreith. 2002. *Handbook of Solid Waste Management, Second Edition*. New York: McGraw-Hill Handbooks.
- Tchobanoglous, G., H. Theisen, dan S. Virgil. 1993. *Integrated Solid Waste Management*. New York: McGraw-Hill International.
- Yunitasari, A. 2014. *Optimalisasi Rute Pengangkutan Sampah Di Kabupaten Sleman Menggunakan Metode Saving Matrix*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

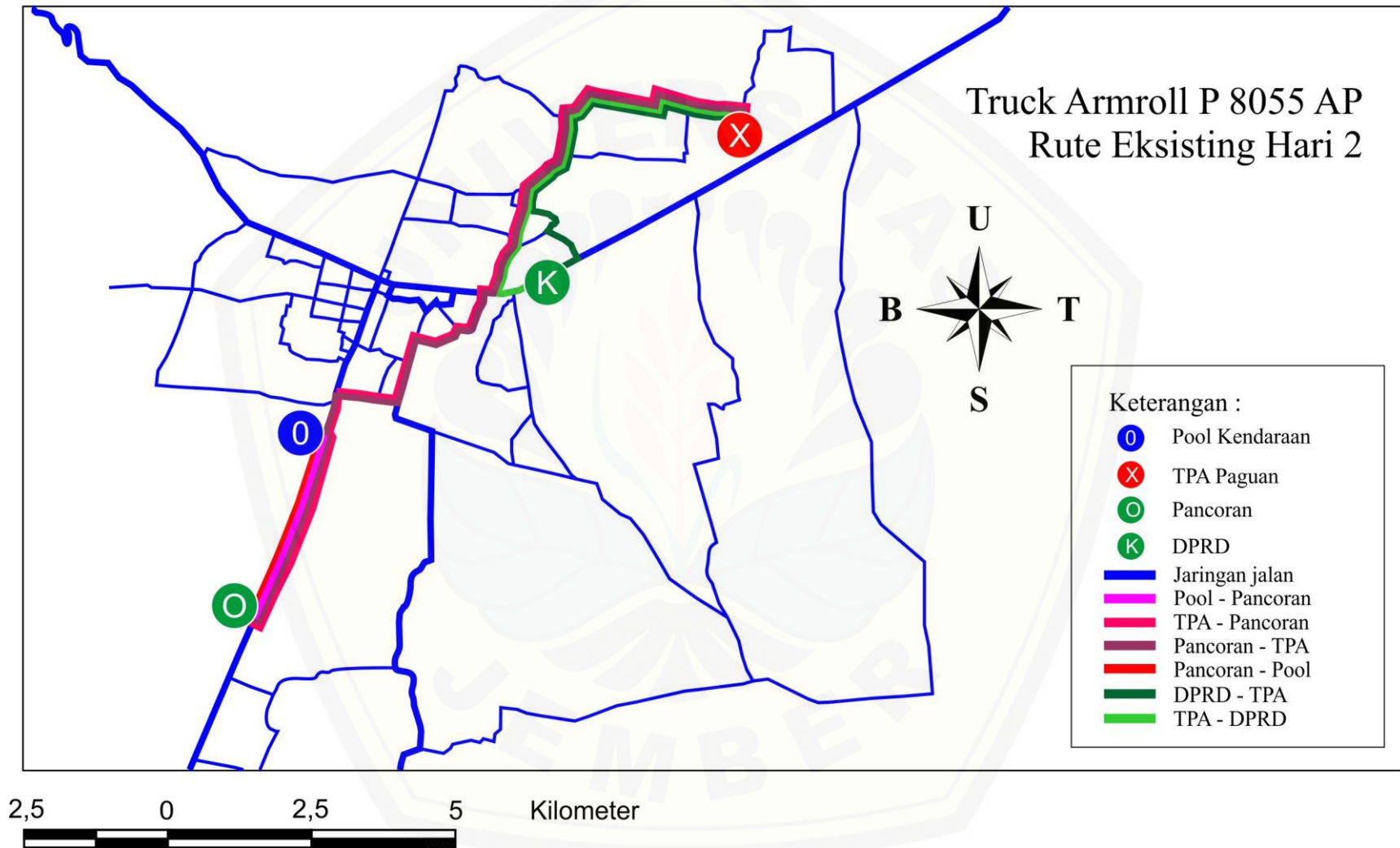


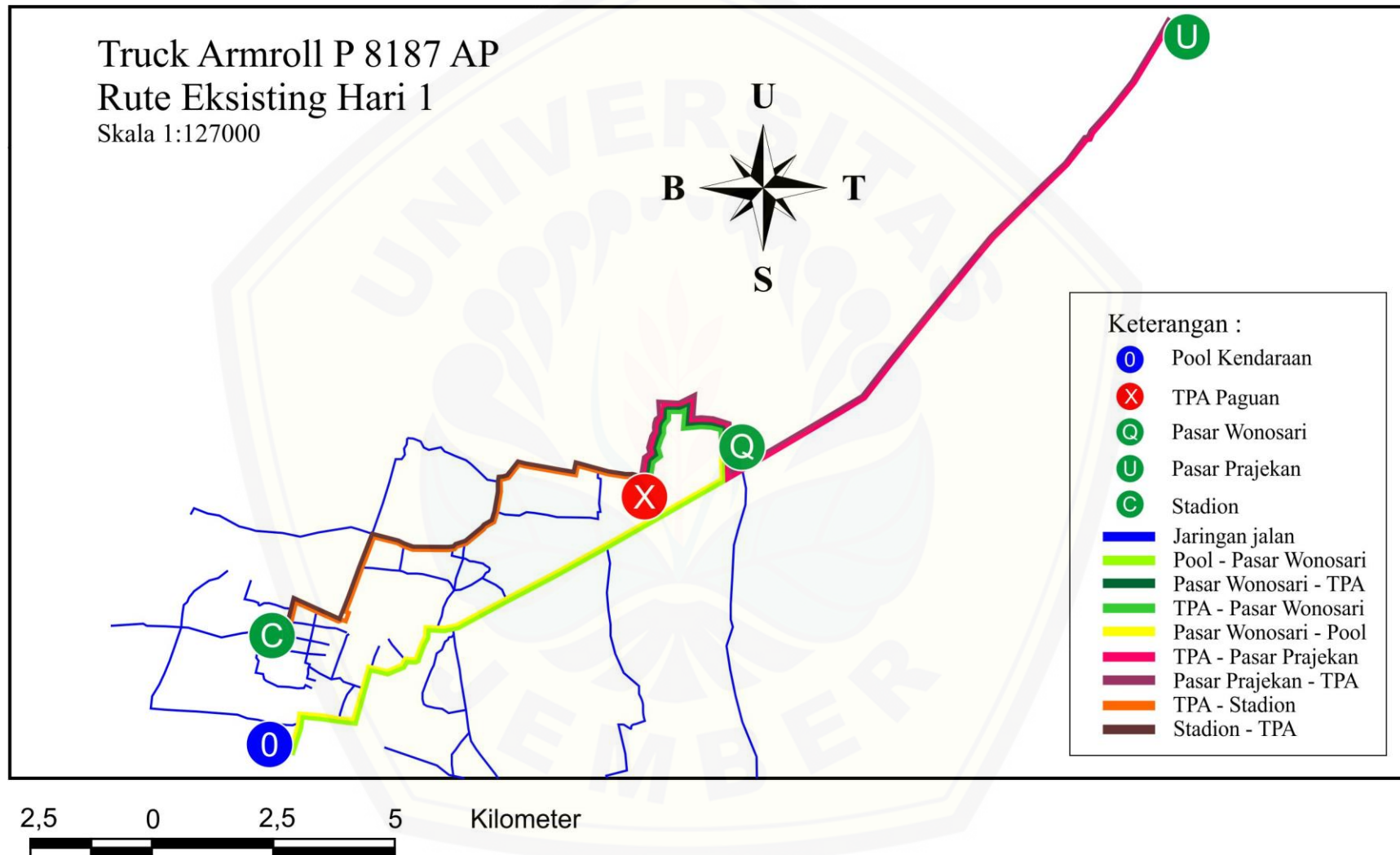


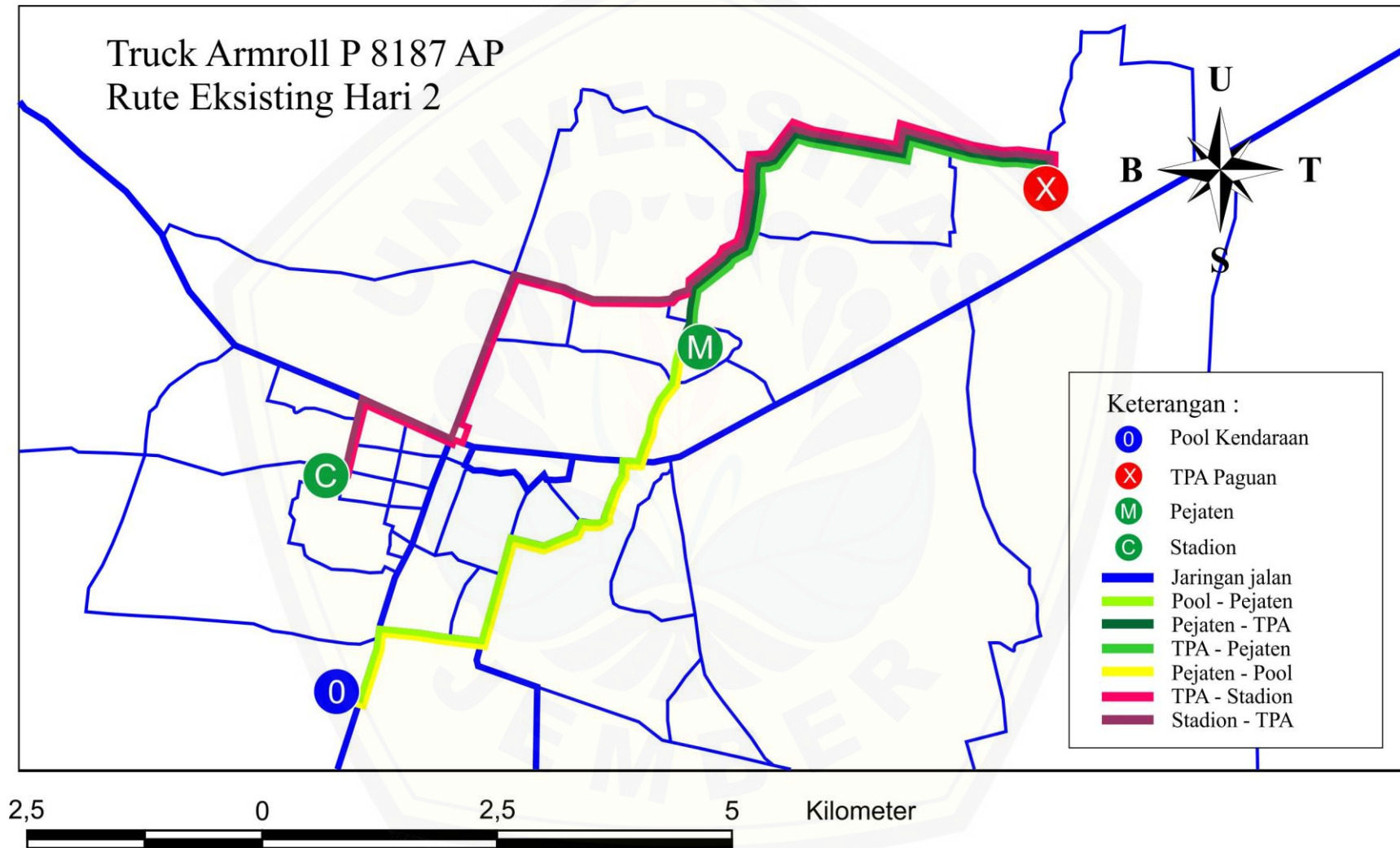


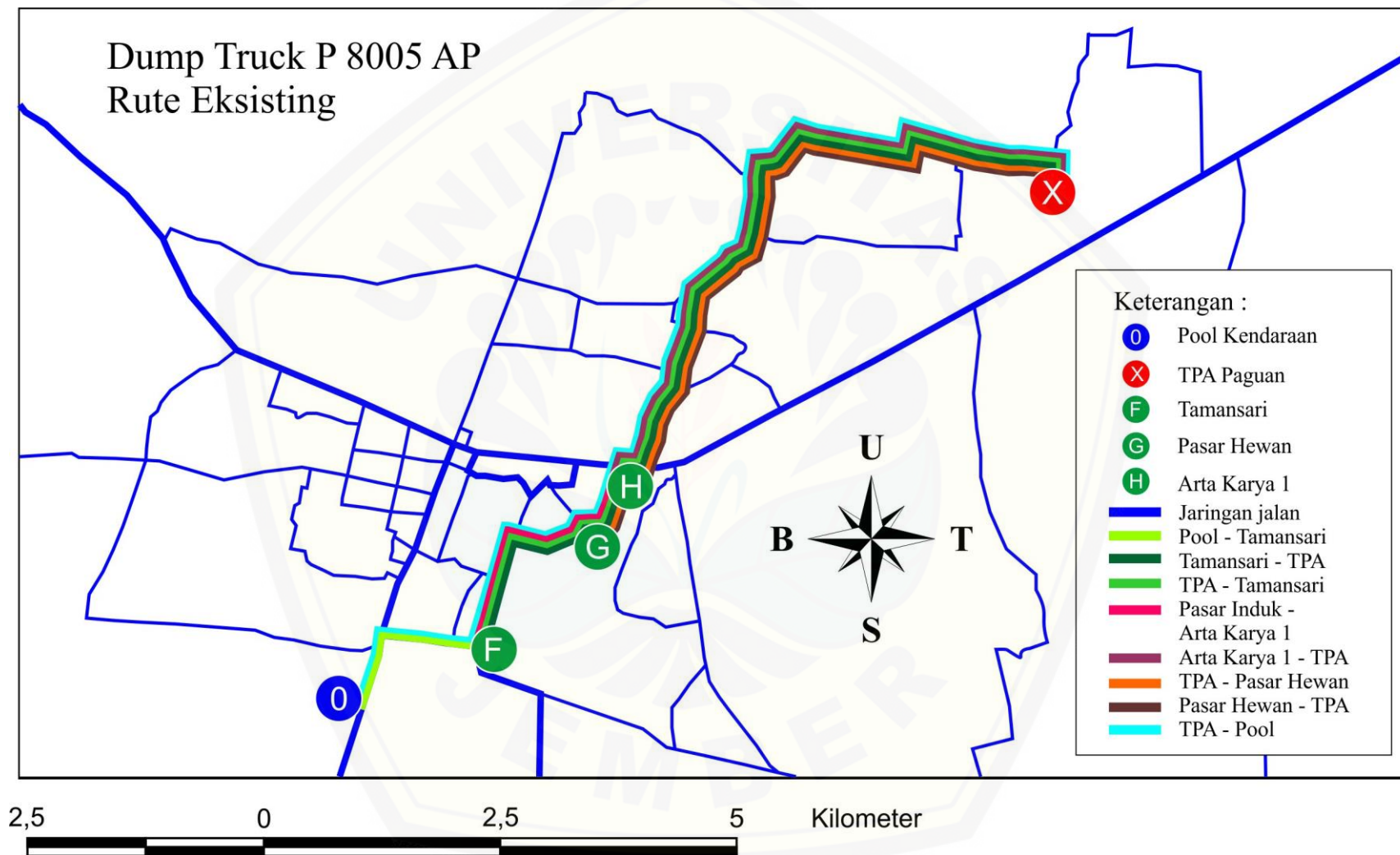












C. Pencatatan Volume Sampah Terangkut

20	September	2018	Kamis	
No	Asal Sampah	Volume (m3)	Jenis Kendaraan	No. Pol
1	Pasar Induk	25.7	Armroll Truck	P 8011 AP
2	RSUD	9.5	Armroll Truck	P 8011 AP
3	Yonif 514	9.02	Armroll Truck	P 8011 AP
4	Kotakulon	18.34	Armroll Truck	P 8012 AP
5	Nangkaan	8.75	Armroll Truck	P 8012 AP
6	Tenggarang	7.15	Armroll Truck	P 8047 AP
7	Perum. Bataan	8.15	Armroll Truck	P 8047 AP
8	Bataan	9.2	Armroll Truck	P 8047 AP
9	Pasar Maesan	9.05	Armroll Truck	P 8055 AP
10	Pasar Dadapan	8.85	Armroll Truck	P 8055 AP
11	Pasar Tamanan	9.05	Armroll Truck	P 8055 AP
12	Pasar Wonosari	9.12	Armroll Truck	P 8187 AP
13	Pasar Prajekan	8.9	Armroll Truck	P 8187 AP
14	Stadion	18.6	Armroll Truck	P 8187 AP
15	Tamansari	21.2	Dump Truck	P 8005 AP
16	Pasar Hewan	10.4	Dump Truck	P 8005 AP
17	Arta Karya 1	5.35	Dump Truck	P 8005 AP
	Total	196.33		
	Armroll	159.38		
	Dump	36.95		

21	September	2018	Jumat	
No	Asal Sampah	Volume (m3)	Jenis Kendaraan	No. Pol
1	Pasar Induk	24.3	Armroll Truck	P 8011 AP
2	RSUD	9.72	Armroll Truck	P 8011 AP
3	Yonif 514	9.65	Armroll Truck	P 8011 AP
4	Kotakulon	18.7	Armroll Truck	P 8012 AP
5	Nangkaan	9.4	Armroll Truck	P 8012 AP
6	Pasar Pujer	10.3	Armroll Truck	P 8047 AP
7	Pancoran	8.5	Armroll Truck	P 8055 AP
8	DPRD	6.32	Armroll Truck	P 8055 AP
9	Pejaten	5.78	Armroll Truck	P 8187 AP
10	Stadion	17.8	Armroll Truck	P 8187 AP
11	Tamansari	20.45	Dump Truck	P 8005 AP
12	Pasar Hewan	9.55	Dump Truck	P 8005 AP
13	Arta Karya 1	4.9	Dump Truck	P 8005 AP
	Total	155.37		
	Armroll	120.47		
	Dump	34.9		

22	September	2018	Sabtu	
No	Asal Sampah	Volume (m3)	Jenis Kendaraan	No. Pol
1	Pasar Induk	24.6	Armroll Truck	P 8011 AP
2	RSUD	10.2	Armroll Truck	P 8011 AP
3	Yonif 514	8.3	Armroll Truck	P 8011 AP
4	Kotakulon	17.4	Armroll Truck	P 8012 AP
5	Nangkaan	9.3	Armroll Truck	P 8012 AP
6	Tenggarang	5.6	Armroll Truck	P 8047 AP
7	Perum. Bataan	8.4	Armroll Truck	P 8047 AP
8	Bataan	8.3	Armroll Truck	P 8047 AP
9	Pasar Maesan	8.45	Armroll Truck	P 8055 AP
10	Pasar Dadapan	8.7	Armroll Truck	P 8055 AP
11	Pasar Tamanan	9.02	Armroll Truck	P 8055 AP
12	Pasar Wonosari	9.2	Armroll Truck	P 8187 AP
13	Pasar Prajekan	9.4	Armroll Truck	P 8187 AP
14	Stadion	17.6	Armroll Truck	P 8187 AP
15	Tamansari	20.8	Dump Truck	P 8005 AP
16	Pasar Hewan	9.75	Dump Truck	P 8005 AP
17	Arta Karya 1	5.1	Dump Truck	P 8005 AP
	Total	190.12		
	Armroll	154.47		
	Dump	35.65		

23	September	2018	Minggu	
No	Asal Sampah	Volume (m3)	Jenis Kendaraan	No. Pol
1	Pasar Induk	25.17	Armroll Truck	P 8011 AP
2	RSUD	9.7	Armroll Truck	P 8011 AP
3	Yonif 514	8.45	Armroll Truck	P 8011 AP
4	Kotakulon	18.15	Armroll Truck	P 8012 AP
5	Nangkaan	9.35	Armroll Truck	P 8012 AP
6	Pasar Pujer	10.4	Armroll Truck	P 8047 AP
7	Pancoran	8.16	Armroll Truck	P 8055 AP
8	DPRD	4.5	Armroll Truck	P 8055 AP
9	Pejaten	5.3	Armroll Truck	P 8187 AP
10	Stadion	18.4	Armroll Truck	P 8187 AP
11	Tamansari	21.2	Dump Truck	P 8005 AP
12	Pasar Hewan	11.4	Dump Truck	P 8005 AP
13	Arta Karya 1	4.3	Dump Truck	P 8005 AP
	Total	154.48		
	Armroll	117.58		
	Dump	36.9		

24	September	2018	Senin	
No	Asal Sampah	Volume (m3)	Jenis Kendaraan	No. Pol
1	Pasar Induk	26.5	Armroll Truck	P 8011 AP
2	RSUD	9.14	Armroll Truck	P 8011 AP
3	Yonif 514	8.55	Armroll Truck	P 8011 AP
4	Kotakulon	19.4	Armroll Truck	P 8012 AP
5	Nangkaan	9.7	Armroll Truck	P 8012 AP
6	Tenggarang	6.45	Armroll Truck	P 8047 AP
7	Perum. Bataan	8.6	Armroll Truck	P 8047 AP
8	Bataan	9.25	Armroll Truck	P 8047 AP
9	Pasar Maesan	9.7	Armroll Truck	P 8055 AP
10	Pasar Dadapan	9.15	Armroll Truck	P 8055 AP
11	Pasar Tamanan	10.3	Armroll Truck	P 8055 AP
12	Pasar Wonosari	9.05	Armroll Truck	P 8187 AP
13	Pasar Prajekan	8.7	Armroll Truck	P 8187 AP
14	Stadion	20.4	Armroll Truck	P 8187 AP
15	Tamansari	22.65	Dump Truck	P 8005 AP
16	Pasar Hewan	10.45	Dump Truck	P 8005 AP
17	Arta Karya 1	5.4	Dump Truck	P 8005 AP
	Total	203.39		
	Armroll	164.89		
	Dump	38.5		

25	September	2018	Selasa	
No	Asal Sampah	Volume (m3)	Jenis Kendaraan	No. Pol
1	Pasar Induk	25.9	Armroll Truck	P 8011 AP
2	RSUD	10.55	Armroll Truck	P 8011 AP
3	Yonif 514	9.4	Armroll Truck	P 8011 AP
4	Kotakulon	19.6	Armroll Truck	P 8012 AP
5	Nangkaan	9.45	Armroll Truck	P 8012 AP
6	Pasar Pujer	10.16	Armroll Truck	P 8047 AP
7	Pancoran	8.3	Armroll Truck	P 8055 AP
8	DPRD	7.5	Armroll Truck	P 8055 AP
9	Pejaten	5.7	Armroll Truck	P 8187 AP
10	Stadion	17.5	Armroll Truck	P 8187 AP
11	Tamansari	21.5	Dump Truck	P 8005 AP
12	Pasar Hewan	9.85	Dump Truck	P 8005 AP
13	Arta Karya 1	4.6	Dump Truck	P 8005 AP
	Total	160.01		
	Armroll	124.06		
	Dump	35.95		

26	September	2018	Rabu	
No	Asal Sampah	Volume (m3)	Jenis Kendaraan	No. Pol
1	Pasar Induk	25.52	Armroll Truck	P 8011 AP
2	RSUD	9.66	Armroll Truck	P 8011 AP
3	Yonif 514	10.2	Armroll Truck	P 8011 AP
4	Kotakulon	18.8	Armroll Truck	P 8012 AP
5	Nangkaan	8.9	Armroll Truck	P 8012 AP
6	Tenggarang	6.65	Armroll Truck	P 8047 AP
7	Perum. Bataan	10.6	Armroll Truck	P 8047 AP
8	Bataan	9.12	Armroll Truck	P 8047 AP
9	Pasar Maesan	9.7	Armroll Truck	P 8055 AP
10	Pasar Dadapan	9.35	Armroll Truck	P 8055 AP
11	Pasar Tamanan	10.4	Armroll Truck	P 8055 AP
12	Pasar Wonosari	8.75	Armroll Truck	P 8187 AP
13	Pasar Prajekan	9.42	Armroll Truck	P 8187 AP
14	Stadion	18.4	Armroll Truck	P 8187 AP
15	Tamansari	21.4	Dump Truck	P 8005 AP
16	Pasar Hewan	10.14	Dump Truck	P 8005 AP
17	Arta Karya 1	4.7	Dump Truck	P 8005 AP
	Total	201.71		
	Armroll	165.47		
	Dump	36.24		

27	September	2018	Kamis	
No	Asal Sampah	Volume (m3)	Jenis Kendaraan	No. Pol
1	Pasar Induk	24.74	Armroll Truck	P 8011 AP
2	RSUD	9.6	Armroll Truck	P 8011 AP
3	Yonif 514	9.12	Armroll Truck	P 8011 AP
4	Kotakulon	19.4	Armroll Truck	P 8012 AP
5	Nangkaan	9.25	Armroll Truck	P 8012 AP
6	Pasar Pujer	10.4	Armroll Truck	P 8047 AP
7	Pancoran	8.8	Armroll Truck	P 8055 AP
8	DPRD	6.21	Armroll Truck	P 8055 AP
9	Pejaten	6.03	Armroll Truck	P 8187 AP
10	Stadion	18.4	Armroll Truck	P 8187 AP
11	Tamansari	20.55	Dump Truck	P 8005 AP
12	Pasar Hewan	9.6	Dump Truck	P 8005 AP
13	Arta Karya 1	6.3	Dump Truck	P 8005 AP
Total		158.4		
Armroll		121.95		
Dump		36.45		

28	September	2018	Jumat	
No	Asal Sampah	Volume (m3)	Jenis Kendaraan	No. Pol
1	Pasar Induk	24.3	Armroll Truck	P 8011 AP
2	RSUD	9.77	Armroll Truck	P 8011 AP
3	Yonif 514	8.45	Armroll Truck	P 8011 AP
4	Kotakulon	17.3	Armroll Truck	P 8012 AP
5	Nangkaan	8.11	Armroll Truck	P 8012 AP
6	Tenggarang	6.3	Armroll Truck	P 8047 AP
7	Perum. Bataan	9.6	Armroll Truck	P 8047 AP
8	Bataan	8.14	Armroll Truck	P 8047 AP
9	Pasar Maesan	9.6	Armroll Truck	P 8055 AP
10	Pasar Dadapan	9.44	Armroll Truck	P 8055 AP
11	Pasar Tamanan	9.2	Armroll Truck	P 8055 AP
12	Pasar Wonosari	8.45	Armroll Truck	P 8187 AP
13	Pasar Prajekan	9.5	Armroll Truck	P 8187 AP
14	Stadion	17.4	Armroll Truck	P 8187 AP
15	Tamansari	21.2	Dump Truck	P 8005 AP
16	Pasar Hewan	11.6	Dump Truck	P 8005 AP
17	Arta Karya 1	4.5	Dump Truck	P 8005 AP
Total		192.86		
Armroll		155.56		
Dump		37.3		

29	September	2018	Sabtu	
No	Asal Sampah	Volume (m3)	Jenis Kendaraan	No. Pol
1	Pasar Induk	24.13	Armroll Truck	P 8011 AP
2	RSUD	8.45	Armroll Truck	P 8011 AP
3	Yonif 514	8.22	Armroll Truck	P 8011 AP
4	Kotakulon	17.06	Armroll Truck	P 8012 AP
5	Nangkaan	8.45	Armroll Truck	P 8012 AP
6	Pasar Pujer	8.7	Armroll Truck	P 8047 AP
7	Pancoran	8.21	Armroll Truck	P 8055 AP
8	DPRD	5.7	Armroll Truck	P 8055 AP
9	Pejaten	5.62	Armroll Truck	P 8187 AP
10	Stadion	16.5	Armroll Truck	P 8187 AP
11	Tamansari	22.4	Dump Truck	P 8005 AP
12	Pasar Hewan	11.5	Dump Truck	P 8005 AP
13	Arta Karya 1	4.8	Dump Truck	P 8005 AP
	Total	149.74		
	Armroll	111.04		
	Dump	38.7		

Total	September	2018			
No	Asal Sampah	Volume (m3)	Jenis Kendaraan	No. Pol	Persentase
1	Pasar Induk	250.86	Armroll Truck	P 8011 AP	14.23
2	RSUD	96.29	Armroll Truck	P 8011 AP	5.46
3	Yonif 514	89.36	Armroll Truck	P 8011 AP	5.07
4	Kotakulon	184.15	Armroll Truck	P 8012 AP	10.45
5	Nangkaan	90.66	Armroll Truck	P 8012 AP	5.14
6	Tenggarang	32.15	Armroll Truck	P 8047 AP	1.82
7	Perum. Bataan	45.35	Armroll Truck	P 8047 AP	2.57
8	Bataan	44.01	Armroll Truck	P 8047 AP	2.50
9	Pasar Maesan	46.5	Armroll Truck	P 8055 AP	2.64
10	Pasar Dadapan	45.49	Armroll Truck	P 8055 AP	2.58
11	Pasar Tamanan	47.97	Armroll Truck	P 8055 AP	2.72
12	Pasar Wonosari	44.57	Armroll Truck	P 8187 AP	2.53
13	Pasar Prajekan	45.92	Armroll Truck	P 8187 AP	2.61
14	Pasar Pujer	49.96	Armroll Truck	P 8047 AP	2.83
15	Pancoran	41.97	Armroll Truck	P 8055 AP	2.38
16	DPRD	30.23	Armroll Truck	P 8055 AP	1.72
17	Pejaten	28.43	Armroll Truck	P 8187 AP	1.61
18	Stadion	181	Armroll Truck	P 8187 AP	10.27
19	Tamansari	213.35	Dump Truck	P 8005 AP	12.11
20	Pasar Hewan	104.24	Dump Truck	P 8005 AP	5.91
21	Arta Karya 1	49.95	Dump Truck	P 8005 AP	2.83
	Total	1762.41			100

Rata-rata	September	2018			
No	Asal Sampah	Volume (m3)	Jenis Kendaraan	No. Pol	Persentase
1	Pasar Induk	25.086	Armroll Truck	P 8011 AP	11.08
2	RSUD	9.629	Armroll Truck	P 8011 AP	4.25
3	Yonif 514	8.936	Armroll Truck	P 8011 AP	3.95
4	Kotakulon	18.415	Armroll Truck	P 8012 AP	8.13
5	Nangkaan	9.066	Armroll Truck	P 8012 AP	4.00
6	Tenggarang	6.43	Armroll Truck	P 8047 AP	2.84
7	Perum. Bataan	9.07	Armroll Truck	P 8047 AP	4.00
8	Bataan	8.802	Armroll Truck	P 8047 AP	3.89
9	Pasar Maesan	9.3	Armroll Truck	P 8055 AP	4.11
10	Pasar Dadapan	9.098	Armroll Truck	P 8055 AP	4.02
11	Pasar Tamanan	9.594	Armroll Truck	P 8055 AP	4.24
12	Pasar Wonosari	8.914	Armroll Truck	P 8187 AP	3.94
13	Pasar Prajekan	9.184	Armroll Truck	P 8187 AP	4.05
14	Pasar Pujer	9.992	Armroll Truck	P 8047 AP	4.41
15	Pancoran	8.394	Armroll Truck	P 8055 AP	3.71
16	DPRD	6.046	Armroll Truck	P 8055 AP	2.67
17	Pejaten	5.686	Armroll Truck	P 8187 AP	2.51
18	Stadion	18.1	Armroll Truck	P 8187 AP	7.99
19	Tamansari	21.335	Dump Truck	P 8005 AP	9.42
20	Pasar Hewan	10.424	Dump Truck	P 8005 AP	4.60
21	Arta Karya 1	4.995	Dump Truck	P 8005 AP	2.21
	Total	226.496			100.00

D. Perhitungan Komposisi Sampah

NO	JENISSAMPAH	ZONA1				ZONA2				ZONA3				ZONA4				RATA-RATA	
		TOTAL TIMBANG		KOMPOSISI		TOTAL TIMBANG		KOMPOSISI		TOTAL TIMBANG		KOMPOSISI		TOTAL TIMBANG		KOMPOSISI		KOMPOSISI	
		VOL WADAH (m3)	BERAT (kg)	BERAT (Kg)	%	VOL WADAH (m3)	BERAT (kg)	BERAT (Kg)	%	VOL WADAH (m3)	BERAT (kg)	BERAT (Kg)	%	VOL WADAH (m3)	BERAT (kg)	BERAT (Kg)	%	BERAT (Kg)	%
1	Organik (daun, sisa makanan, sayuran, buah, dll yg mudah membusuk)	0.08	18.7	11.1	59.36	0.08	20	9	45.00	0.08	20	13.9	69.50	0.08	19.5	13.1	67.18	11.775	60.26
2	plastik			5.5	29.41			8	40.00			3.1	15.50			3.4	17.44	5	25.59
3	kertas			0.6	3.21			1	5.00			1.9	9.50			2.5	12.82	1.5	7.63
4	kayu			0.8	4.28			0.2	1.00			0.8	4.00			0	0.00	0.45	2.32
5	kain			0	0.00			0.8	4.00			0.1	0.50			0	0.00	0.225	1.13
6	kaca, kaleng, kawat, besi, abu			0.7	3.74			1	5.00			0.2	1.00			0.5	2.56	0.6	3.08
	TOTAL			18.7	100.00			20	100.00			20	100.00			19.5	100.00	19.55	100.00
	Densitas (kg/m3)	233.75				250				250				243.75				244.375	

E. Survei Pencatatan Waktu

No	Nomor Polisi	TPS	Survey	Hari 1				Hari 2				Hari 3			
				Pool - TPS	TPS - TPA	TPA-TPS	TPS-Pool	Pool - TPS	TPS - TPA	TPA-TPS	TPS-Pool	Pool - TPS	TPS - TPA	TPA-TPS	TPS-Pool
				Waktu (m)	Waktu (m)	Waktu (m)	Waktu (m)	Waktu (m)	Waktu (m)	Waktu (m)	Waktu (m)	Waktu (m)	Waktu (m)	Waktu (m)	Waktu (m)
1	P 8011 AP	Pasar Induk	2	9.55	18.44	16.52	11.44	10.59	25.52	18.52	11.54				
		RSUD		22.35	23.21			28.35	20.35						
		Yonif 514		32.02	31.49			30.18	27.07						
2	P 8012 AP	Pasar Kota Kulon	2	10.44	21.24	21.02	9.43	11.38	25.12	19.55	14.51				
		Pasar Nangkaan		26.30	25.30			26.00	19.40						
3	P 8047 AP	Tenggarang	4	14.37	19.10	15.20	16.35					16.17	15.06	13.02	13.35
		Perum. Bataan		18.40	18.05							22.12	18.69		
		Bataan		17.25	16.55							19.41	14.45		
		Pasar Pujer						19.58	32.38	29.35	18.48				
4	P 8055 AP	Pasar Maesan	4									17.15	47.03	41.21	16.02
		Pasar Dadapan											33.47	31.24	
		Pasar Tamanan											44.51	42.50	
		Pancoran													
5	P 8187 AP	Pasar Wonosari	4												
		Pasar Prajekan													
		Pejaten													
		Stadion													
6	P 8005 AP	Tamansari	2									4.58	23.58	21.05	
		Pasar Hewan											23.47	17.18	
		Arta Karya 1											17.21	15.10	

F. Pencatatan Waktu Operasional

Armroll truck

No	Nomor Polisi	TPS	menaikkan	menurunkan	Pool ke	TPS/TPA	Unloading	TPS ke TPA		Pemanasan	penyusunan	pencucian	Jam Kerja
			kontainer	kontainer	TPS	ke Pool	di TPA	TPA ke TPS		mesin	pasang terpal	kontainer	
			pc	uc	t1	t2	s	h					
1	P 8011 AP	Pasar Induk	4:52	2:40	10:27	11:49	11:40	22:18	17:52	16:01	30:10	6:00	7
		RSUD	3:40	1:55			18:00	25:35	21:58		22:21	5:00	7
		Yonif 514	3:22	1:42			14:40	31:10	29:28		25:45	6:00	7
2	P 8012 AP	Pasar Kota Kulon	2:48	4:03	11:11	12:17	12:30	23:18	20:28	11:46	28:09	5:00	7
		Pasar Nangkaan	2:50	3:30			10:30	26:15	22:35		22:30	5:00	7
3	P 8047 AP	Tenggarang	3:44	1:20	15:27	15:05	15:35	17:08	14:11	14:22	15:22	5:00	7
		Perum. Bataan	4:10	3:22			11:40	20:26	18:32		16:08	5:00	7
		Bataan	3:45	1:40			12:35	18:33	15:50		18:10	6:00	7
		Pasar Pujer	2:30	3:00			16:20	34:29	28:21		10:45	38:04	5:00
4	P 8055 AP	Pasar Maesan	4:20	2:20	16:21	15:15	12:00	45:22	39:00	15:36	18:35	5:00	7
		Pasar Dadapan	3:50	2:45			11:15	35:21	30:07		28:20	6:00	7
		Pasar Tamanan	2:20	1:36			14:05	45:50	42:15		31:13	5:00	7
		Pancoran	2:12	3:02			17:22	30:25	29:37		21:45	5:00	7
		DPRD	3:00	2:15			18:50	16:36	15:20		12:31	16:27	5:00
5	P 8187 AP	Pasar Wonosari	3:15	2:30	26:27	27:23	15:30	9:27	9:05	14:07	27:05	6:00	7
		Pasar Prajekan	4:22	1:55			14:25	35:06	31:30		37:25	5:00	7
		Pejaten	2:20	3:20			12:30	11:57	10:08		20:05	4:00	7
		Stadion	3:50	1:25			13:20	21:00	20:29		15:23	42:05	6:00

Dump truck

No	Nomor Polisi	TPS	kontainer	pembongkaran			Pool ke	TPS/TPA	Unloading	TPS ke TPA		Pemanasan	pemasangan	pencucian	Jam Kerja
			yg dikosongkan	kontainer	np	dbc	TPS	ke Pool	di TPA	TPA ke TPS		mesin	terpal	kontainer	
			CT	uc			t1	t2	s	h					
6	P 8005 AP	Tamansari	3	72:45	1	7:00	5:15	24:00	8:10	25:55	19:19	15:57	20:45	5:00	7
		Pasar Hewan	1	55:30	1	0:00			6:50	21:36	16:39		18:31	5:00	7
		Arta Karya 1	1	28:12	1	0:00			5:37	18:30	14:20		14:20	5:00	7

G. Rute Alternatif

1. Perencanaan Rute Alternatif dengan Jadwal Setiap Hari

Perhitungan rute rencana alternatif ini dilakukan dengan merubah jadwal pengangkutan. Truk dengan jadwal pengangkutan 2 hari sekali (*Armroll truck 3, 4, dan 5*) dirubah menjadi setiap hari.

a.) Perhitungan Waktu Operasional

No	Nomor Polisi	hari	pc (jam)	uc (jam)	t1 (jam)	t2 (jam)	s (jam)	h (jam)	1 (jam)	2 (jam)	3 (jam)	H (jam)	Phcs (jam)	Thcs (jam)	W (1+2+3)/H	Nd
1	P 8011 AP	1	0.361	0.194	0.174	0.197	1.128	3.811	0.267	1.304	0.283	7	0.554	5.493	0.265	0.869
2	P 8012 AP	1	0.141	0.193	0.186	0.205	0.592	2.273	0.196	0.844	0.167	7	0.334	3.198	0.172	1.689
3	P 8047 AP	1	0.236	0.156	0.258	0.251	0.936	2.792	0.209	1.462	0.350	7	0.392	4.120	0.289	1.085
4	P 8055 AP	1	0.262	0.199	0.126	0.094	1.226	5.498	0.234	1.939	0.433	7	0.461	7.185	0.372	0.581
5	P 8187 AP	1	0.294	0.176	0.256	0.239	1.151	3.170	0.246	2.111	0.350	7	0.470	4.791	0.387	0.793

No	Nomor Polisi	TPS	kontainer yg dikosongkan CT	pembongkaran kontainer uc	np	dbc	Pool ke TPS t1	TPS/TPA ke Pool t2	Unloading di TPA s	h	Pscs	Tscs	W	H	Nd
6	P 8005 AP	Tamansari	4	0.869	3	0.117	0.088	0.400	0.344	1.939	3.710	5.992	0.277	7	0.763

Pada tabel di atas dapat terlihat bahwa nilai Nd (jumlah ritasi yang dapat dilakukan sehari) pada beberapa truk (*Armroll truk 4 dan 5*) kurang dari 1. Hal ini berarti waktu operasional pada rute rencana alternatif ini melebihi jam kerja (7 jam).

b.) Perhitungan Jarak

Perhitungan jarak pada rute rencana alternatif ini dapat dilihat pada tabel di bawah.

No	Nomor Polisi	Urutan	TPS	Jumlah Ritasi	Pool - TPS Jarak (km)	TPS - TPA Jarak (km)	TPA-TPS Jarak (km)	TPS-Pool Jarak (km)	Total Jarak
1	P 8011 AP	1	Pasar Induk	3	3.7	9.6	8.8	3.6	115.5
		2	RSUD	1	2.5	11	11	2.5	113.2 terbaik
		3	Yonif 514	1	4.8	15	16	4.8	117.8
2	P 8012 AP	1	Pasar Kota Kulon	2	4.2	10	11	4.1	74.6
		2	Pasar Nangkaan	1	0.85	12	12.3	0.85	68 terbaik
3	P 8047 AP	1	Tenggarang	1	6.4	7.2	7.2	6.4	96.6
		2	Perum. Bataan	1	6.2	9.5	9.5	6.2	96.2 terbaik
		3	Bataan	1	6.7	8.2	8.2	6.6	97.1
		4	Pasar Pujer	1	11.8	17	17	11.8	107.4
4	P 8055 AP	1	Pasar Maesan	1	11.3	23	23	11.3	189.8
		2	Pasar Dadapan	1	4.6	16	16	4.6	176.4
		3	Pasar Tamanan	1	12.4	22	22	12.4	192
		4	Pancoran	1	3.5	15	15	3.5	174.2 terbaik
		5	DPRD	1	6	7.6	7.6	6	179.2
5	P 8187 AP	1	Pasar Wonosari	1	11.7	4.3	4.3	11.7	123.6
		2	Pasar Prajekan	1	24.8	18	18	24.8	149.8
		3	Pejaten	1	6.1	5.8	5.8	6.1	112.4
		4	Stadion	2	3.2	11	11	3.2	106.6 terbaik

No	Nomor Polisi	Rute Eksisting	Rute Rencana	Selisih Jarak (km)
		Jarak (km)	Jarak (km)	
1	P 8011 AP	115,5	113,2	2,3
2	P 8012 AP	74,6	68	6,6
3	P 8047 AP (hari 1)	60,1	96,2	-36,1
4	P 8047 AP (hari 2)	98,4	174,2	-75,8
5	P 8055 AP (hari 1)	89,9	106,6	-16,7

Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa rute rencana alternatif ini menyebabkan peningkatan pada jarak tempuh beberapa truk.

c.) Perhitungan Volume Sampah Terangkut

Perhitungan perkiraan volume sampah terangkut dapat dilihat pada tabel di bawah.

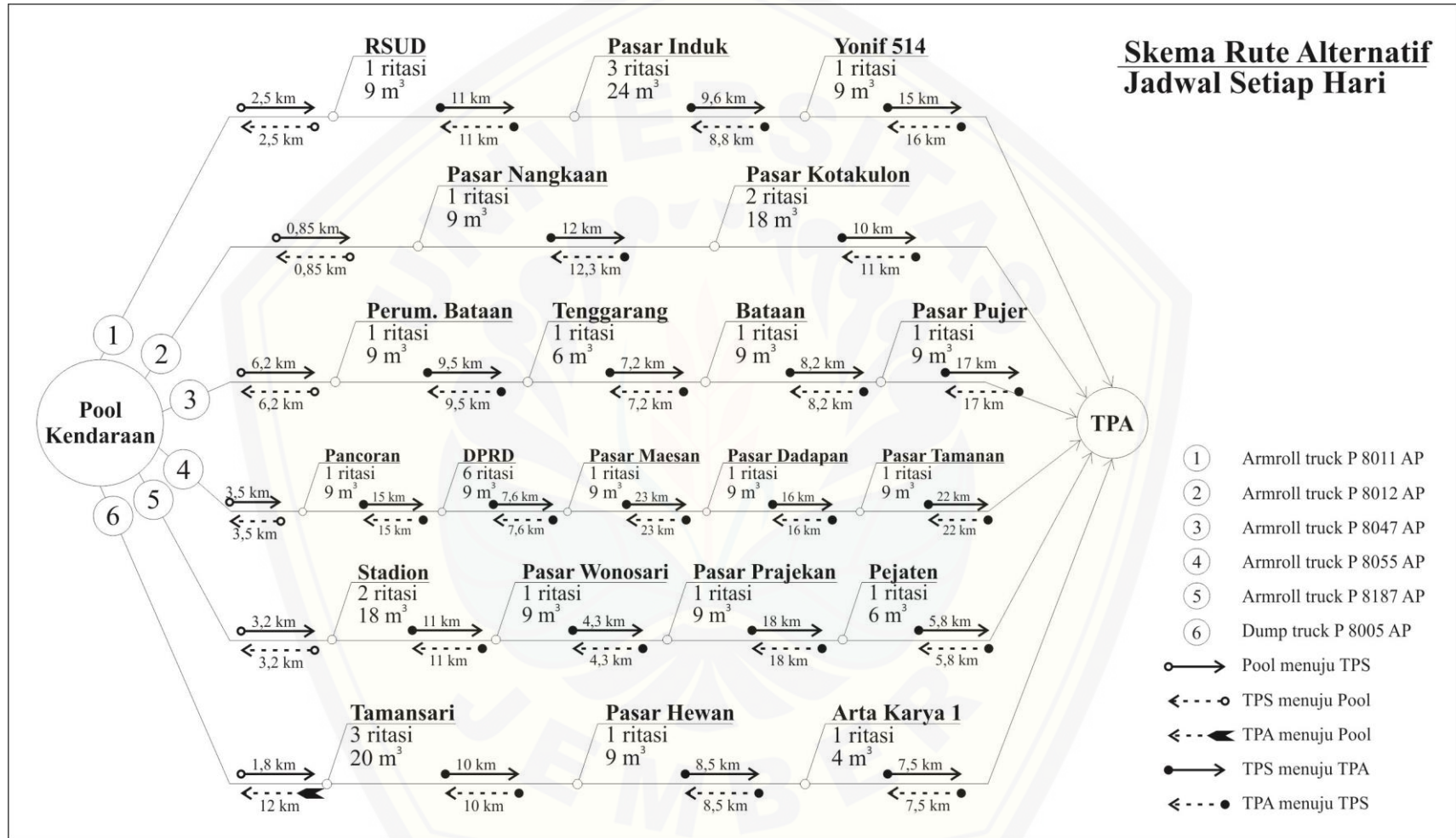
Kecamatan	Nama TPS	Volume Sampah Terangkut	
		Rute Eksisting	Rute Rencana
		(m ³ /hari)	(m ³ /hari)
Bondowoso	Pasar Induk	25,086	25,086
	Kotakulon	18,415	18,415
	Stadion	18,100	18,100
	RSUD	9,629	9,629
	Nangkaan	9,066	9,066

Kecamatan	Nama TPS	Volume Sampah Terangkut	
		Rute Eksisting	Rute Rencana
		(m ³ /hari)	(m ³ /hari)
Tenggarang	Tamansari	21,335	21,335
	Pasar Hewan	10,424	10,424
	Arta Karya 1	4,995	4,995
	Pejaten	2,843	5,686
	Pancoran	4,197	8,394
	Bataan	4,401	8,802
	Perum. Bataan	4,535	9,070
	DPRD	3,023	6,046
	Tenggarang	3,215	6,430
	Curahdami	Yonif 514	4,468
Grujugan	Pasar Dadapan	4,549	9,098
Wonosari	Pasar Wonosari	4,457	8,914
Maesan	Pasar Maesan	4,650	9,300
Tamanan	Pasar Tamanan	4,797	9,594
Pujer	Pasar Pujer	4,996	9,992
Prajekan	Pasar Prajekan	4,592	9,184
		176,241	226,496

Persentase volume sampah terangkut pada rute rencana alternatif ini dapat dilihat pada tabel di bawah.

Kecamatan	Perkiraan	Volume	Persentase
	Produksi	Sampah	Sampah
	Sampah	Terangkut	Terangkut
	(m ³ /hari)	(m ³ /hari)	(%)
Bondowoso	158,902	131.13	82.52
Tenggarang	92,393	30.348	32.85
Curahdami	71,565	8.936	12.49
Grujugan	79,792	9.098	11.40
Wonosari	86,930	8.914	10.25
Maesan	106,406	9.300	8.74
Tamanan	82,336	9.594	11.65
Pujer	85,506	9.992	11.69
Prajekan	55,642	9.184	16.51
Jumlah	819,473	226.496	27.64

Skema untuk rute rencana alternatif ini dapat dilihat pada gambar di bawah.



eksisting		alternatif 1		alternatif 2		alternatif 3		alternatif 4		alternatif 5		alternatif 6		alternatif 7		alternatif 8		alternatif 9	
Hari 1	Hari 2	Hari 1	Hari 2	Hari 1	Hari 2	Hari 1	Hari 2	Hari 1	Hari 2	Hari 1	Hari 2	Hari 1	Hari 2	Hari 1	Hari 2	Hari 1	Hari 2	Hari 1	Hari 2
123	4	12	34	14	23	13	24												
62.6		46.2		61.2		43.6													
62.2		45.8			47.8	65.4													
63.1			63.7		48.7	44.1													
	57.6		74	72			76.6												
119.8		109.5		109		109													
123	45	124	35	125	34	134	25	135	24	145	23	234	15	235	14	245	13	345	12
144.6		130.6		115.8		142.6		127.8		113.8		83.8		98.6		112.6		100.6	
131.2		117.2		102.4		56.4		71.2		85.2		115.2		100.4		86.4		87.2	
146.8			84		98.8	144.8		130		100.8		130.8		116		114.8		114	
	52.2	115			81	127			69	98.2		113			83	84.2		96.2	
	57.2		71.2	105.2			59.2	117.2		103.2			73.2	103.2		89.2		101.2	
183.4		186.2		183.4		183.4		186.2		183.4		186.2		183.4		196.8		183.4	
124	34	134	24	14	234														
112		87.6		76															
138.2			129.6		141.2														
	67.8	76.4			103.8														
95	62	70.6	86.4	59	98														
157		157		157															

b.) Dump Truck

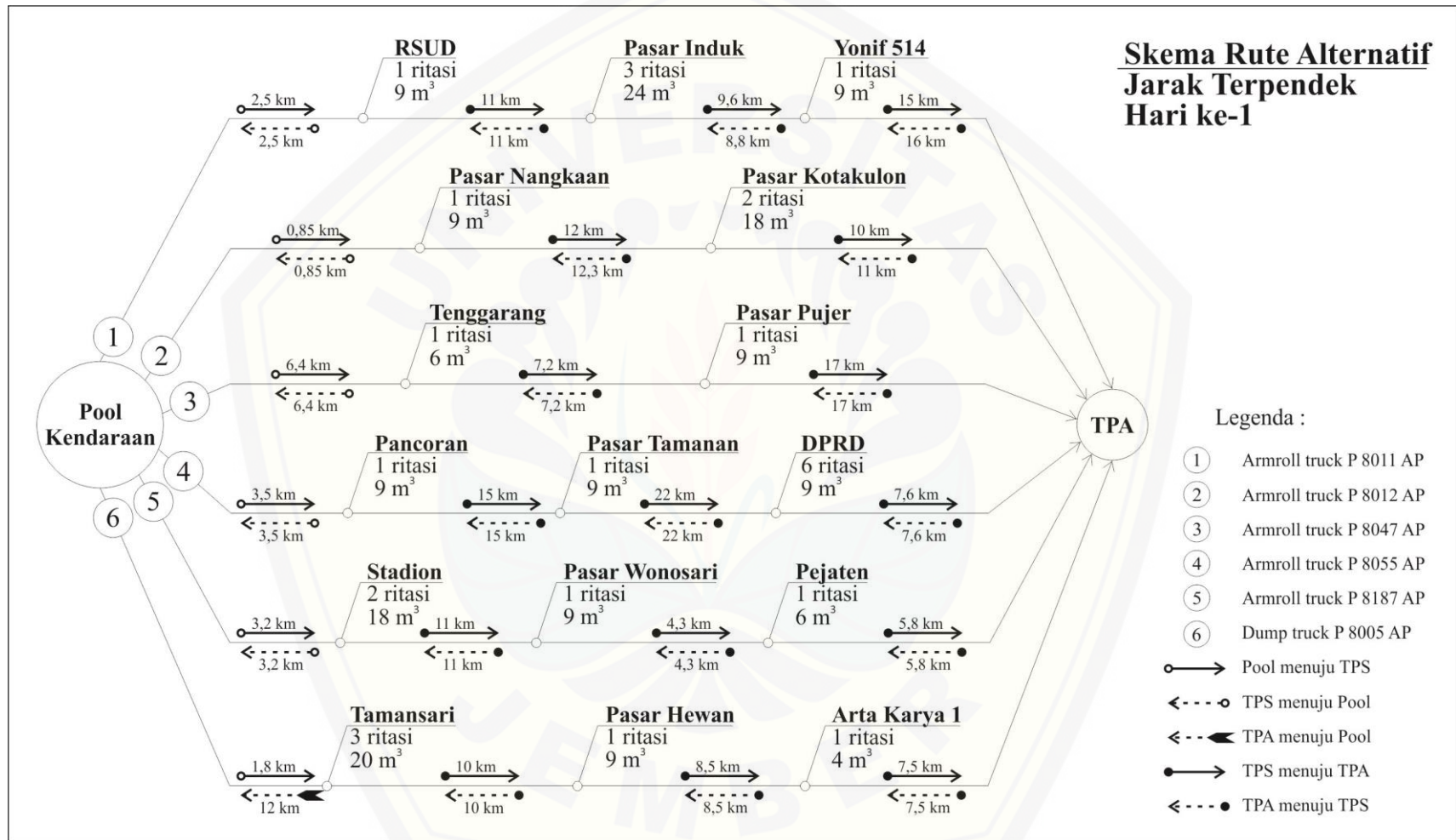
Nomor Polisi	Jumlah Ritasi	Rute Eksisting	
		TPS Awal	Jarak (km)
P 8005 AP	3	Tamansari	81,2
	1	Pasar Hewan	84,95
	1	Arta Karya 1	86,4

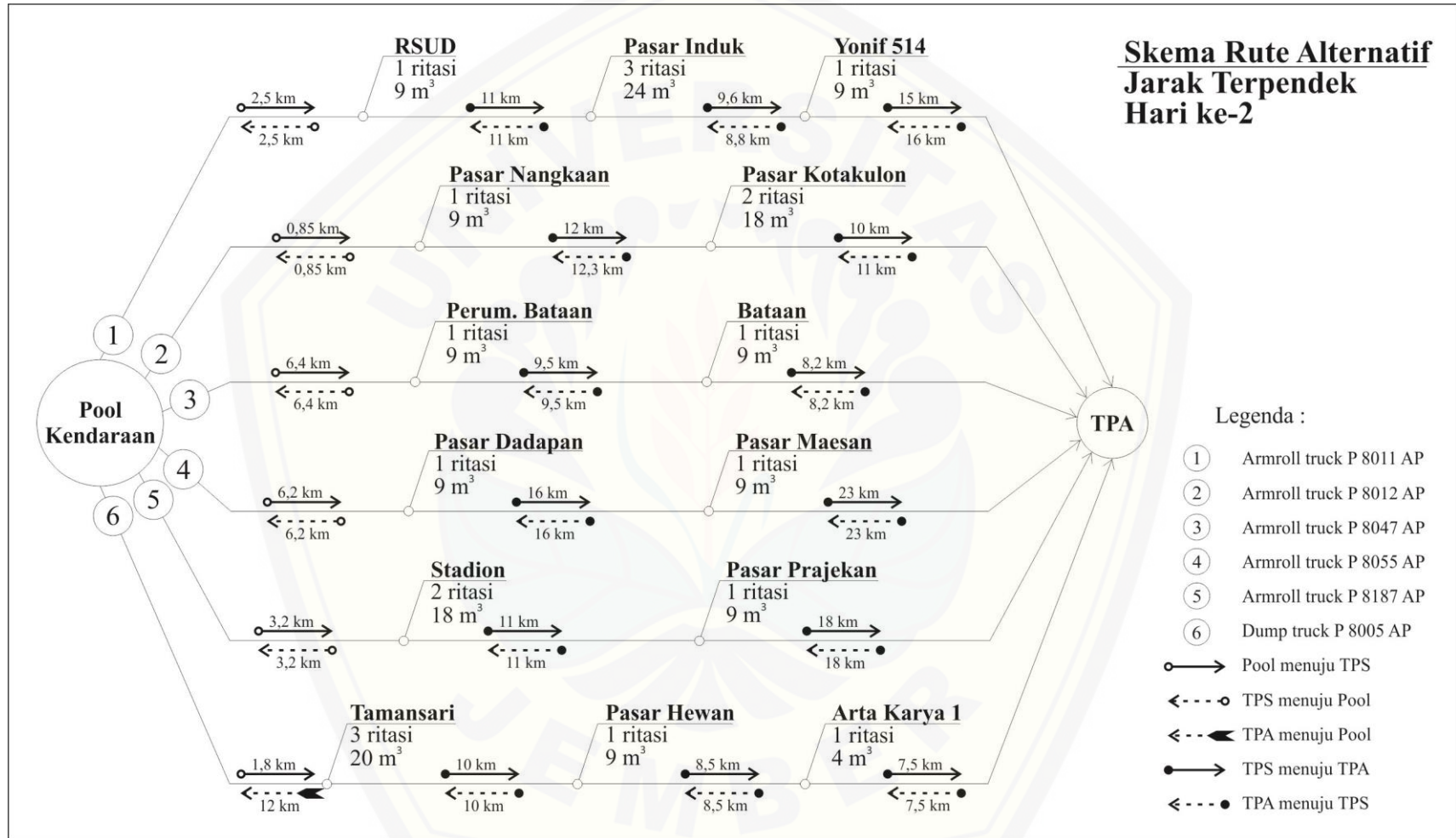
Pada kendaraan Dump truck, rute eksisting merupakan rute paling optimal.

Perbandingan jarak pada rute eksisting dan rute rencana alternatif (dengan jarak terpendek).

No	Nomor Polisi	Rute Eksisting		Rute Baru		Selisih Jarak (km)
		TPS Awal	Jarak (km)	TPS Awal	Jarak (km)	
1	P 8011 AP	Pasar Induk	115,5	RSUD	113,2	2,3
2	P 8012 AP	Pasar Kotakulon	74,6	Pasar Nangkaan	68	6,6
3	P 8047 AP (hari 1)	Tenggarang	62,6	Tenggarang	61,2	1,4
	P 8047 AP (hari 2)	Pasar Pujer	57,6	Perum. Bataan	47,8	9,8
4	P 8055 AP (hari 1)	Pasar Maesan	144,6	Pancoran	96,2	48,4
	P 8055 AP (hari 2)	Pancoran	52,2	Pasar Dadapan	87,2	-35
5	P 8187 AP (hari 1)	Pasar Wonosari	112	Stadion	70,6	41,4
	P 8187 AP (hari 2)	Pejaten	67,8	Stadion	86,4	-18,6
6	P 8005 AP	Tamansari	81,2	-	-	-

Pada tabel di atas dapat terlihat bahwa perencanaan rute rencana alternatif dapat memperpendek jarak tempuh pengangkutan sampah. Kekurangan dari rute rencana ini yakni jumlah ritasi, volume sampah terangkut, dan jumlah penduduk terlayani tidak memiliki peningkatan. Skema untuk rute rencana alternatif ini dapat dilihat pada gambar di bawah.





H. Dokumentasi



Armada pengangkut sampah



Amroll truck menaikkan kontainer



Pemasangan penutup kontainer



Truk menuju TPA



Unloading sampah di TPA



Pencucian kontainer



Unloading sampah pada dump truck



Wawancara dengan sopir truk