

Analisis Transportasi Pengangkutan Sampah di Kecamatan Samarinda Ulu, Kota Samarinda

Dityo Eka Widodo¹, Muhammad Hadid^{1,*}

Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan¹

Koresponden*, Email: hadid@lecturer.itk.ac.id

Info Artikel		Abstract
Diajukan	12 September 2022	<i>Garbage is an urban problem that requires special transportation from temporary disposal sites to final disposal, especially in Samarinda Ulu, East Kalimantan. This research aims to increase the percentage value in the field of waste transportation by optimize the waste transportation system. The method used in this study is the Hauled Container System (HCS) and Stationary Container System (SCS). This method used to obtain the need for urban waste transportation modes based on the characteristics of the waste transportation pattern. Based on the analysis, the results of the collection pattern are in the form of indirect individual patterns and the most suitable transportation system, namely a system (HCS) with a trip ability of 6.05 per day and a system (SCS) with a trip ability of 2.45 per day for a working time of 8 hours per day. In 2022, 3 units of dump trucks and 7 units of arm roll trucks are needed. Furthermore, in 2027, 3 units of dump trucks and 8 units of arm roll trucks with a capacity of 8 m³ are needed.</i>
Diperbaiki	16 Februari 2023	
Disetujui	16 Februari 2023	

Keywords: garbage transport, waste management, waste production

Abstrak

Sampah merupakan permasalahan perkotaan yang membutuhkan penanganan khusus dari sisi pengangkutan dari tempat pembuangan sementara sampai pembuangan akhir, khususnya di Kecamatan Samarinda Ulu, Kalimantan Timur. Tujuan pada penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan sistem pengangkutan sampah sehingga nilai persentase dalam bidang terangkutnya sampah meningkat. Metode yang digunakan pada studi ini adalah dengan menggunakan *Hauled Container System (HCS)* dan *Stationary Container System (SCS)* untuk mendapatkan kebutuhan moda transportasi sampah perkotaan berdasarkan karakteristik pola pengangkutan sampah. Berdasarkan analisis didapatkan hasil pola pengumpulan berupa pola individual tidak langsung dan sistem pengangkutan yang paling sesuai yaitu berupa sistem (HCS) dengan kemampuan ritasi 6,05 perhari dan sistem (SCS) dengan kemampuan ritasi 2,45 perhari untuk waktu kerja 8 jam perhari. Pada tahun 2022 dibutuhkan sebanyak 3-unit kendaraan *dump truck* dan 7-unit kendaraan *armroll truck*. Lebih jauh, tahun 2027 dibutuhkan sebanyak 3-unit kendaraan *dump truck* dan 8-unit kendaraan *armroll truck* kapasitas 8 m³.

Kata kunci: pengangkutan sampah, pengelolaan sampah, timbulan sampah

1. Pendahuluan

Berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup (DLH) tahun 2019 Kota Samarinda, menyebutkan bahwa Kota Samarinda menghasilkan sampah sebesar 860 ton perhari, daya angkut sampah yang ada hanya sebesar 610 ton perhari dimana Kecamatan Samarinda Ulu memiliki daya angkut sampah sebesar 89,62 ton perhari [1]. Pengelolaan pengangkutan sampah yang ada saat ini masih bermasalah karena belum terangkutnya seluruh sampah oleh kendaraan pengangkut sampah. Hal ini tidak didukung dengan jumlah armada pengangkut yang memadai, berdasarkan dokumen Laporan Kinerja Instansi Pemerintah (LKjIP) Dinas Lingkungan Hidup tahun 2020 tidak sebandingnya jumlah armada pengangkut sampah dengan jumlah timbulan di Kota Samarinda dimana terdapat 37 armada *dump truck* dan 20 armada *armroll truck* yang tidak mampu mengangkut jumlah keseluruhan timbulan sampah setiap harinya [2]. Pengangkutan sampah menuju Tempat Pembuangan Akhir

(TPA) dilakukan dengan menggunakan dua jenis kendaraan, yaitu *armroll truck* volume bak sebesar 8 m³/rit dan *dump truck* volume bak sebesar 8 m³/rit [2].

Berdasarkan dokumen Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah (RPJPD) Kota Samarinda Tahun 2005 - 2025, permasalahan pembangunan belum berbasis lingkungan yaitu pengelolaan sampah yang belum memenuhi standar dikarenakan kurangnya armada pengangkutan sampah baik dari segi jumlah maupun kelayakan kendaraan [3]. Sebagaimana disebutkan bahwa pada Kota Samarinda, sampah tidak dapat terangkut semua dikarenakan keterbatasan sarana pengangkut sampah, dinas yang terkait hanya mampu mengangkut volume sampah sebesar 2.205,52 m³/hari dari jumlah perkiraan produksi sampah perhari sebesar 3.565,35 m³/hari atau dengan persentase sampah terangkut sebesar 61,86% perhari [1]. Kota Samarinda 2016-2021 telah menentukan target dalam bidang pengangkutan sampah yaitu sebesar 90%, artinya masih ada sampah yang

menjadi beban lingkungan setiap hari yang sewaktu-waktu dapat menimbulkan bencana apabila terakumulasi secara menerus [4].

Peningkatan pelayanan merupakan suatu yang penting dalam bidang pengangkutan sampah, maka perlu dilakukan upaya berupa optimasi disesuaikan dengan sarana prasarana yang dimiliki agar seluruh timbulan sampah yang dihasilkan dapat terangkut ke TPA setiap hari. Dalam kegiatan operasional pengangkutan sampah, ketersediaan armada pengangkut atau alat pengangkut merupakan faktor yang sangat penting dalam menunjang keberhasilan pengelolaan sampah kota [5]. Untuk mendukung dalam studi ini menggunakan metode karakteristik pola pengangkutan sampah untuk mengetahui sistem pengangkutan serta pola pengumpulan sampah, metode prediksi timbulan sampah untuk mengetahui kebutuhan transportasi pengangkutan sampah pada tahun ke- n mendatang, metode *Hauled Container System* (HCS) dan *Stationery Container System* (SCS) yang digunakan untuk mengetahui kebutuhan transportasi pengangkutan sampah perkotaan. Sehingga diharapkan studi ini dapat menjadi solusi bagi pemerintah Kota Samarinda dalam perancangan sistem operasional pada tahap pengumpulan dan tahap pengangkutan sampah, agar dapat mendapatkan hasil yang optimal, sehingga diharapkan dapat menjadi solusi dari permasalahan yang timbul.

2. Metode

Penelitian ini didahului dengan studi literatur untuk mendapatkan informasi. Hasil dari pengumpulan data dianalisa dengan metode *Hauled Container System* (HCS) dan *Stationery Container System* (SCS). Secara garis besar menjelaskan mengenai desain penelitian, sampel, dan Teknik pengambilan data.

Penentuan Pola Pengumpulan Sampah

Dalam proses penentuan pola pengumpulan sampah yang dilakukan sebagaimana dalam SNI 19-2454 Tahun 2002 tentang tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan dan pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 03/PRT/M/2013. Penentuan pola pengumpulan sampah pada Kecamatan Samarinda Ulu dilakukan dengan cara pengamatan lapangan lalu klasifikasi pola pengumpulan sampah dari sumber sampah menuju Tempat Pembuangan Sementara (TPS).

Analisa Komposisi Sampah

Selanjutnya dalam penentuan jumlah sampel, peneliti menggunakan berdasarkan SNI 19-3964-1994. Penentuan jumlah contoh jiwa < 1 juta jiwa (S) didapatkan dari nilai

koefisien perumahan (C_d) dengan jumlah populasi jiwa (P_s) [6] yang ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$S = C_d \sqrt{P_s} \quad (1)$$

Untuk nilai jumlah contoh kepala keluarga (K) diperoleh dari nilai jumlah contoh jiwa (S) dengan (N) yang merupakan jumlah jiwa/ KK (asumsi 5 jiwa/kepala keluarga) [6]. Nilai K dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.

$$K = \frac{S}{N} \quad (2)$$

Dari Persamaan 1 dan Persamaan 2 pada wilayah Kecamatan Samarinda Ulu didapatkan sampel sebesar seperti **Tabel 1**.

Tabel 1. Jumlah Sampel

Kelurahan	Penduduk BPS 2020 (jiwa)	Jumlah sampel (KK)
Teluk Lerong Ilir	12.234	12
Jawa	12.443	12
Dadi Mulya	12.288	12
Sidodadi	23.940	16
Gunung Kelua	14.382	12
Air Hitam	14.949	13
Air Putih	28.768	17
Bukit Pinang	9.024	10
Total Sampel		104

Tabel 1 merupakan hasil perhitungan dari Persamaan 1 dan Persamaan 2 pada wilayah Kecamatan Samarinda Ulu didapatkan sampel sebesar 104 Kepala Keluarga. Setelah jumlah sampel kepala keluarga diperoleh, selanjutnya adalah pemilahan sampah dilakukan dengan mengelompokan sampah sesuai dengan kategori sampah yang telah ditentukan. Adapun kategori terdiri dari komposisi sampah organik, kertas, plastic, kain, karet, logam, kaca dan lainnya yang didapat dari hasil survei sampel.

Analisis Pengangkutan Sampah Dengan *Hauled Container System* (HCS)

HCS ini merupakan sistem wadah angkut untuk daerah komersial [7]. Dalam menentukan waktu per trip sistem HCS (T_{HCS}) diperoleh dari penjumlahan dari nilai *pick up time* (P_{HCS}), waktu yang diperlukan menuju lokasi yang akan diangkut (h), dan waktu yang digunakan untuk menunggu

dilokasi (s) [8]. Nilai T_{HCS} dapat ditentukan yang ditunjukkan pada Persamaan 3.

$$T_{HCS} = P_{HCS} + h + s \quad (3)$$

Kemudian dilakukan perhitungan jumlah trip per hari sistem HCS (Nd) yang diperoleh dari nilai waktu kerja perhari (H), faktor off route (W), waktu dari garasi menuju lokasi pertama (t_1), dan waktu dari lokasi terakhir menuju garasi (t_2) [8]. Nd dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 4.

$$Nd = \frac{(H \times (1 - W)) - (t_1 + t_2)}{T_{HCS}} \quad (4)$$

Analisis Pengangkutan Sampah Dengan *Stationary Container System* (SCS)

SCS ini merupakan sistem wadah tinggal ditujukan untuk melayani daerah pemukiman [8]. Untuk mengetahui waktu per trip sistem SCS (T_{SCS}) merupakan hasil dari penjumlahan dari nilai *pick up time* (P_{SCS}), waktu yang diperlukan menuju lokasi yang akan diangkut (h), dan waktu yang digunakan untuk menunggu dilokasi (s) [7]. Persamaan 5 dapat digunakan untuk mendapatkan nilai T_{SCS} .

$$T_{SCS} = P_{SCS} + h + s \quad (5)$$

Selanjutnya, mendapatkan nilai waktu kerja perhari (H) yang diperoleh dari nilai waktu dari garasi ke lokasi pertama (t_1), waktu dari lokasi terakhir ke garasi (t_2), jumlah trip (Nd), waktu per trip sistem SCS (T_{SCS}), dan faktor off route (W) [8] yang ditunjukkan pada Persamaan 6.

$$H = \frac{t_1 + t_2 + Nd \times T_{SCS}}{(1 - W)} \quad (6)$$

Prediksi Timbulan Sampah

Dasar dari perencanaan sistem pengelolaan sampah adalah mengetahui jumlah timbulan sampah di wilayah tersebut. Dimana, jumlah penduduk pada tahun ke- n (P_n) merupakan hasil dari jumlah penduduk tahun dasar (P_0), rata-rata pertambahan penduduk tiap tahun (r), dan periode waktu proyeksi (n) [8]. Penentuan nilai P_n dapat dihitung dengan Persamaan 7.

$$P_n = P_0 \times (1 + r)^n \quad (7)$$

Target timbulan sampah per tahun dinyatakan dalam ton/hari, berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup

dan Kehutanan Nomor 6 Tahun 2022 untuk menghitung prediksi timbulan sampah 5 tahun kedepan didapatkan dari nilai jumlah penduduk tahun ke - n (JP_n), dan nilai faktor estimasi sebesar 3,25 liter/orang/hari [9]. Potensi jumlah timbulan sampah ditentukan dengan Persamaan 8.

$$\begin{aligned} \text{Potensi Jumlah} &= \frac{JP \times ETS}{3,845} \\ \text{Timbulan Sampah} & \end{aligned} \quad (8)$$

Kebutuhan Alat Pengangkut Sampah

Perhitungan kebutuhan alat pengumpul dan pengangkut sampah jumlah kebutuhan alat didapatkan dari jumlah timbulan sampah L/orang/hari (T_s), kapasitas alat pengumpul (Kk), nilai faktor pemadatan alat sebesar 1,2 (fp), dan ritasi alat pengumpul (Rk) [7]. Kebutuhan alat pengumpul sampah dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 9.

$$\text{kebutuhan alat} = \frac{T_s}{Kk \times fp \times Rk} \quad (9)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Pola Pengumpulan Sampah Pada Kecamatan Samarinda Ulu

Penentuan pola pengumpulan sampah pada Kecamatan Samarinda Ulu dilakukan dengan cara pengamatan lapangan lalu mengklasifikasikan pola pengumpulan sampah dari sumber sampah menuju TPS disajikan pada **Tabel 2**.

Dari **Tabel 2** dilakukan penentuan pola pengumpulan sampah yang paling sesuai. Penentuan pola pengumpulan sampah yang sesuai pada Kecamatan Samarinda Ulu dilakukan dengan cara mendapatkan nilai tertinggi atau persentase terbanyak dari pemilihan klasifikasi kriteria pola pengumpulan sampah yang ditunjukkan pada **Gambar 1**.

Gambar 1 menunjukkan nilai dan persentase klasifikasi kriteria pola pengumpulan sampah untuk wilayah Kecamatan Samarinda Ulu yang sesuai dengan klasifikasi kriteria pola yaitu pengumpulan sampah komunal tidak langsung dengan pengumpul sampah berupa gerobak sampah.

Analisa Komposisi dan Timbulan Sampah

Pelaksanaan survei dilakukan selama 7 hari pada 8 Kelurahan yang berada di Kecamatan Samarinda Ulu. Dari analisa komposisi sampah didapatkan prosentase timbulan sampah yang dihasilkan pada lapangan yang ditampilkan pada **Gambar 2**. Dari **Gambar 2** rata-rata persentase kategori timbulan sampah terbesar didominasi sampah organik dengan persentase sebesar 47%, sampah kertas dengan persentase 17%, sampah plastik dengan persentase 13% dan untuk persentase terendah terdapat pada kategori sampah logam dengan persentase sebesar 2%.

Pelaksanaan analisis densitas sampah dilakukan selama 8 hari survei dengan ukuran rata-rata gerobak pengumpul sampah sebesar 150×80×100 cm pada tempat pembuangan sementara (TPS) dan kendaraan pengumpulan sampah berupa gerobak sampah menuju TPS untuk mengetahui faktor kompaksi sampah. Adapun untuk pengukuran densitas sampah terdapat pada **Tabel 3**.

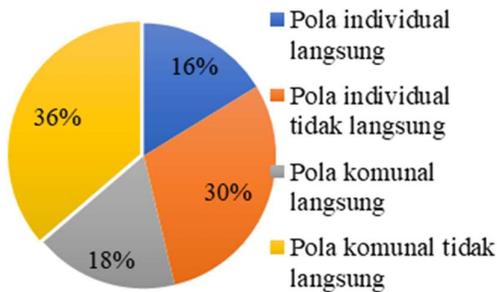
Berdasarkan **Tabel 3** rata-rata densitas sampah berdasarkan hasil survei yaitu sebesar 245,24 kg/m³ yang didapatkan dari berat tiap gerobak pengumpul sampah dibandingkan dengan volume sampah yang diukur pada gerobak pengumpul.

Tabel 2. Klasifikasi Pola Pengumpulan Sampah

Klasifi -kasi	Kelurahan							
	Teluk Lerong Bir	Jawa	Dadi Mulya	Sido- dadi	Gunung Kelua	Air Hitam	Air Putih	Bukit Pinang
Topo- grafi	B,D	B,D	B,D	A	B,D	B,D	B,D	A
Kondisi Jalan	A,B,D	A,B ,D	A,B, D	A,B ,D	A,B, ,D	A,B ,D	A,B, D	A,B, D
Posisi Bak TPS	B,C,D	B,C ,D	B,C, D	B,D	B,C, D	B,C ,D	B,C, D	B,C, D
Peran Warga	C,D	C,D	C,D	B,D	A,C, D	A,C ,D	A,B, C,D	A

Keterangan :

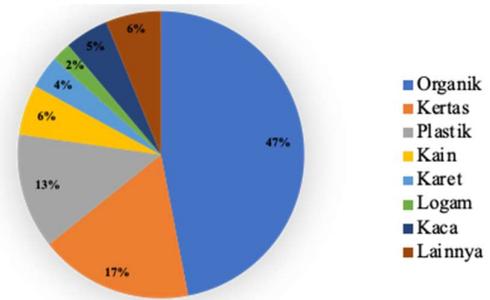
- A: klasifikasi sesuai dengan pola individual langsung
- B: klasifikasi sesuai dengan pola individual tidak langsung
- C: klasifikasi sesuai dengan pola komunal langsung
- D: klasifikasi sesuai dengan pola komunal tidak langsung



Gambar 1. Persentase Klasifikasi Kriteria Pola Pengumpulan Sampah

Kebutuhan desain awal densitas sampah digerobak yaitu antara 200 - 350 kg/m³[10]. Densitas sampah pada gerobak menggunakan asumsi 300 kg/m³. Maka faktor kompaksi Kecamatan Samarinda Ulu adalah:

$$\begin{aligned} \text{Faktor Kompaksi} &= 300 / 245,24 \\ &= 1,22 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$



Gambar 2. Persentase Timbulan Sampah Pada 104 Sampel

Tabel 3. Densitas Sampah Samarinda Ulu

Hari	Berat Tiap Gerobak (kg)	Volume Tiap Gerobak (m ³)	Densitas Tiap Gerobak (kg/m ³)
1	302	1,2	251,67
2	314	1,2	261,67
3	256	1,2	213,33
4	316	1,2	263,33
5	268	1,2	223,33
6	304	1,2	253,33
7	300	1,2	250,00
Densitas Sampah Rata-rata			245,24

Didapatkan nilai faktor kompaksi adalah 1,22 kg/m³ merupakan perbandingan volume akhir dan volume awal sampah, yang diperlukan untuk mengetahui total sampah terangkut menuju tempat pembuangan akhir (TPA).

Pencatatan dan pengamatan terhadap kendaraan yang masuk ke TPA Bukit Pinang Kota Samarinda dilakukan selama 7 hari berturut-turut dengan metode *load count analysis*. Jumlah timbulan sampah terangkut menuju TPA dapat dilihat pada **Tabel 4**.

Dari **Tabel 4** didapatkan Hasil dari total sampah terangkut berdasarkan pengamatan adalah sebesar 357,08 m³/hari atau 92,87 ton/hari, jika semua penduduk Kecamatan Samarinda Ulu menurut Badan Pusat Statistika (2020) sebesar 128.028 jiwa terlayani dengan asumsi 3,25 liter/orang/hari maka sampah terangkut menuju TPA sebesar 416.091 m³/hari atau 108.216 ton/hari [1]. Berdasarkan pendekatan tersebut, maka tingkat pelayanan pengangkutan sampah tahun 2022 adalah sebesar 85,8%. Menurut Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kota Samarinda 2016-2021 telah menentukan target dalam bidang pengangkutan sampah yaitu sebesar 90% [4], artinya masih ada sampah yang menjadi beban lingkungan setiap hari yang sewaktu-waktu dapat menimbulkan bencana apabila terakumulasi secara menerus.

Tabel 4. Total Sampah Terangkut Pada Samarinda Ulu

No	Kendaraan	Volume (m ³ /hari)
1	(Dump Truck) KT 8225 B	59,29
2	(Dump Truck) KT 8459 BZ	27,04
3	(Arm Roll Truck) KT 8782 B	103,29
4	(Arm Roll Truck) KT 8382 B	102,29
Sampah terangkut		291,90
Faktor Kompaksi		1,22
Total terangkut menuju TPA		357,08

Analisis Pengangkutan Sampah Dengan *Hauled Container System* (HCS)

Didapatkan nilai waktu dari garasi/lokasi kontainer menuju lokasi container pertama/lainnya (t_1), waktu dari lokasi (TPA) terakhir menuju garasi/lokasi container berikutnya (t_2), waktu kerja perhari (H) dan faktor *off route* (w) yang dapat dilihat pada **Tabel 5**. Dari **Tabel 5** didapatkan nilai w dengan asumsi sebesar 0,15 [11] menurut bahwa nilai *off route* (w) masih berada pada range wajar yaitu $< 0,15$ dan H sebesar 8 jam/hari dengan rata-rata kendaraan dengan nomor KT 8782 B untuk t_1 sebesar 0.17 jam, untuk t_2 sebesar 0.33 jam. Sedangkan kendaraan dengan nomor KT 8382 B untuk t_1 sebesar 0.22 jam, untuk t_2 sebesar 0.28 jam. Adanya variasi waktu pada t_2 dikarenakan pada TPS Kuburan Pasundan, TPS Simping 4 dan TPS Anggur dilakukan dalam satu ritasi pada waktu sore.

Dengan perhitungan menggunakan Persamaan 3 dan Persamaan 4 tersebut didapatkan hasil jumlah trip seperti pada **Tabel 6**.

Berdasarkan **Tabel 6** kemampuan rata-rata ritasi unit *arm roll truck* adalah sebesar $6,05 \approx 6$ ritasi perhari dengan 1,04 jam untuk rata-rata sekali ritasi dan kondisi ini berlaku untuk operasional jam kerja selama 8 jam.

Analisis Pengangkutan Sampah Dengan *Stationary Container System* (SCS)

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, didapatkan waktu pengangkutan sampah setiap satu trip kendaraan *dump truck* T_{SCS} dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7 menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan setiap satu trip adalah 2,92 jam/trip untuk KT 8225 B dan 2,39 jam/trip untuk KT 8459 BZ dengan rata-rata waktu yang dibutuhkan setiap satu trip adalah 2,66 jam/trip.

Tabel 5. Nilai Dari t_1 , t_2 , w dan H Berdasarkan Hasil Pengamatan Langsung

Truk	Lokasi TPS	t_1	t_2	W	H
		Jam	Jam		jam/hari
KT 8782 B	TPS Juanda 9	0,25	0,33	0,15	8
	TPS DLH	0,01	0,33	0,15	8
	TPS Graha Indah	0,25	0,33	0,15	8
	Rata-rata	0,17	0,33	0,15	8
	TPS Folder	0,28	0,33	0,15	8
KT 8382 B	TPS Trisari	0,31	0,33	0,15	8
	TPS Kuburan Pasundan	0,28	0,21	0,15	8
	TPS Simping 4	0,08	0,21	0,15	8
	TPS Anggur	0,13	0,33	0,15	8
	Rata-rata	0,22	0,28	0,15	8

Tabel 6. Hasil Analisa Jumlah Trip *Arm roll*

Kendaraan	Volume	Jam Kerja	PHCS	THCS	Nd
	m ³	(Jam/hari)		Jam/trip	Rit/hari
(Arm Roll Truck) KT 8782 B	8	8	0,139	1,03	6,12
(Arm Roll Truck) KT 8382 B	8	8	0,174	1,05	6,0
Rata-rata				1,04	6,05

Tabel 7. Waktu Pengangkutan Sampah Setiap Satu Trip Kendaraan

No	Kendaraan	Pick Up Time (Pscs) (jam/trip)	At Site Time (s) (jam/trip)	Hauling Time (h) (jam/trip)	Waktu Total (Tscs) (jam/trip)
1.	KT 8225 B	2,71	0,09	0,12	2,92
2.	KT 8459 BZ	2,08	0,08	0,24	2,39
	Rata-rata	2,39	0,08	0,18	2,66

Dengan menggunakan Persamaan 5 dan Persamaan 6 didapatkan hasil jumlah trip seperti pada **Tabel 8**. Berdasarkan **Tabel 8** maka kemampuan rata-rata ritasi unit *dump truck* adalah sebesar $2,45 \approx 3$ ritasi perhari dengan $2,65 \approx 3$ jam untuk rata-rata sekali ritasi dan kondisi ini berlaku untuk operasional jam kerja selama 8 jam.

Kebutuhan Alat Pengangkutan Sampah Kecamatan Samarinda Ulu

Pada tahun 2020 produksi sampah per hari 102.673 ton/hari dan pada tahun 2021 produksi sampah per hari 102.924 ton/hari. Untuk total timbulan sampah pada tahun 2022 adalah 103.176 ton/hari yang didapatkan dari perhitungan dengan persamaan metode geometrik dan untuk operasional jam kerja satu hari adalah 8 jam. Jumlah kendaraan pengangkut sampah tahun 2022 dapat dilihat pada **Tabel 9**. Pada **Tabel 9** dibutuhkan 3 unit *Dump Truck* dan 7 unit *Arm Roll Truck* untuk mengangkut sampah dari TPS menuju TPA pada hasil analisa dengan didukung 97 unit gerobak sampah agar sistem pengangkutan berjalan optimal.

Tabel 8. Waktu kerja dan Jumlah Trip Perhari

Kendaraan	Volume	Jam Kerja	W	TSCS	Nd
	m ³	(Jam/hari)		Jam/trip	
(Dump Truck) KT 8225 B	8	8	0,15	2,92	2,24
(Dump Truck) KT 8459 BZ	8	8	0,15	2,39	2,65
Rata-rata				2,66	2,45

Tabel 9. Perbandingan Jumlah Alat Angkut Sampah

Alat Angkut	Kondisi Eksisting	Hasil Analisis
Gerobak	87 unit	97 unit
<i>Dump Truck</i>	2 unit	3 unit
<i>Arm Roll</i>	2 unit	7 unit

Prediksi Timbulan Sampah

Perhitungan proyeksi penambahan penduduk menggunakan metode Geometrik [12]. Perhitungan selanjutnya sampai tahun 2027 dengan menggunakan Persamaan 7 yang sama dapat dilihat pada **Tabel 10**.

Tabel 10. Proyeksi Pertambahan Jumlah Penduduk Kecamatan Samarinda Ulu

Tahun	Jiwa (JP)
2020	128.341
2021	128.655
2022	128.970
2023	129.286
2024	129.603
2025	129.921
2026	130.239
2027	130.558

Dimana,

$$JP_{2027} : 130.558 \text{ jiwa}$$

$$\begin{aligned} \text{ETS} & : \text{Faktor estimasi timbulan sampah } 3,25 \\ & \text{liter/orang/hari untuk kota sedang [9]} \\ \text{PJTS} & : 130.558 \times 3,25 = 424.313 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan total potensi jumlah timbulan sampah sebesar 424.313 m³/hari untuk wilayah Kecamatan Samarinda Ulu dalam tahun 2027.

Prediksi Kebutuhan Alat Pengangkutan Sampah Kecamatan Samarinda Ulu Tahun 2027

Jumlah kendaraan pengangkut sampah tahun 2027 di Kecamatan Samarinda Ulu dapat dilihat pada **Tabel 11**.

Tabel 11. Perbandingan Jumlah Alat Angkut Sampah Untuk Tahun 2027

Alat Angkut	Tahun 2022	Tahun 2027
Gerobak	97 unit	98 unit
<i>Dump Truck</i>	3 unit	3 unit
<i>Arm Roll</i>	7 unit	8 unit

Berdasarkan **Tabel 11** dibutuhkan 3 unit *Dump Truck* dan 8 unit *Arm Roll Truck* untuk mengangkut sampah dari TPS menuju TPA pada hasil analisa agar dapat terangkut semua sampah menuju TPA perhari pada tahun 2027. Guna mendukung pengangkutan sampah kebutuhan gerobak sampah pada Tahun 2027 sebesar 98 unit.

Studi ini sejalan dengan studi mengenai optimasi angkutan sampah di District Nanshan [13]. Baik Studi ini maupun sebelumnya [13] melakukan perhitungan tonase sampah yang akan diangkut sebagai input dalam perhitungan. Namun, pada studi ini berfokus pada optimasi sistem angkutan sampah dari segi kebutuhan armada pengangkutan (truk dan gerobak) dan klasifikasi sampah, sedangkan studi sebelumnya [13] berfokus pada optimasi rute angkutan sampah dan tanpa membahas klasifikasi sampah yang akan diangkut. Studi mengenai perilaku masyarakat dalam membuang sampah ke tempat penimbunan sampah perlu dilakukan untuk dapat digunakan dalam pembuatan kebijakan terkait transportasi sampah [14], [15]. Lebih jauh, untuk mendukung *smart city*, pemerintah kota dapat menggunakan sistem *Internet of Thing* (IoT) dalam manajemen sampah dan pemilahan baik secara real time atau dalam basis data [16], [17].

4. Kesimpulan

Studi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sistem pengangkutan yang paling sesuai untuk Kota Samarinda adalah dengan menggunakan metode HCS (*Hauled Container System*) berupa *arm roll truck* dengan kemampuan

6 trip perhari perhari dan SCS (*Stationary Container System*) berupa *dump truck* dengan 2,45 trip perhari. Untuk pola pengumpulan sampah berdasarkan dari syarat parameter berupa kondisi topografi, kondisi jalan, penempatan bak container dan partisipasi masyarakat adalah sistem kontainer sampah dengan pola individual tidak langsung, yaitu dengan pengumpulan oleh petugas gerobak sampah dari sumber sampah lalu dikumpulkan pada bak kontainer sampah atau TPS (tempat pembuangan sementara) terlebih dahulu sebelum dibawa ke TPA (tempat pembuangan akhir).

Jumlah kebutuhan kendaraan pengangkut sampah yang dibutuhkan Kecamatan Samarinda Ulu pada tahun 2022 dengan volume sampah yang dihasilkan sebesar 416.091 m³/hari sesuai analisa adalah 3 unit untuk *dump truck* kapasitas 8 m³ dan 7 unit *arm roll truck* kapasitas 8 m³ yang didukung jumlah gerobak/becak sampah untuk kondisi yang ideal sebesar 97 unit.

Lebih Jauh, kebutuhan kendaraan pengangkut sampah pada tahun 2027 dengan perkiraan timbulan sampah sebesar 424.313 m³/hari berdasarkan analisa adalah 3 unit *dump truck* ukuran 8 m³ dan 8 unit *arm roll truck* ukuran 8 m³ yang didukung jumlah gerobak/becak sampah untuk kondisi yang ideal sebesar 98 unit.

Daftar Pustaka

- [1] Badan Pusat Statistik Kota Samarinda, *Kota Samarinda Dalam Angka 2020*. Samarinda: Badan Pusat Statistik Kota Samarinda, 2020.
- [2] "Laporan Kinerja Instansi Pemerintah (LKjIP)," Samarinda, 2020.
- [3] Bappeda Kota Samarinda, "Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah Kota Samarinda tahun 2005-2025," 2015.
- [4] Walikota Samarinda, "Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kota Samarinda Tahun 2016-2021." Peraturan Daerah Kota Samarinda Nomor, 2016.
- [5] I. Awaluddin, "Sistem Pengangkutan Sampah Di Kecamatan Polewali Kabupaten Polewali Mandar," *Plano Madani J. Perenc. Wil. dan Kota*, vol. 9, no. 2, pp. 37–48, 2020.
- [6] Badan Standarisasi Nasional, *Metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan*. 1994.
- [7] I. Pramatha, I. A. R. Widhiawati, and Y. Ciawi, "Analisis pengelolaan pengangkutan sampah di kecamatan Klungkung kabupaten Klungkung," *J. Ilm. Elektron. Infrastruktur Tek. Sipil*, vol. 2, no. 2, 2013.
- [8] Kementerian Pekerjaan Umum, *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum tentang Penyelenggaraan prasarana dan sarana persampahan dalam penanganan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga, Peraturan Meteri Pekerjaan Umum No 03*. 2013.
- [9] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan tentang Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional*. Indonesia, 2022.
- [10] E. Damanhuri and T. Padmi, "Pengelolaan sampah," *Diktat kuliah TL*, vol. 3104, pp. 5–10, 2010.
- [11] G. Tchobanoglous, "Solid waste management," *Environ. Eng. Environ. Heal. Saf. Munic. infrastructure, L. use planning, Ind. Wiley, New Jersey*, pp. 177–307, 2009.
- [12] R. A. Mahmudah and W. Herumurti, "Analisis Sistem Pengangkutan Sampah di Wilayah Surabaya Utara," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, pp. D103–D108, 2016.
- [13] C. X. Lou, J. Shuai, L. Luo, and H. Li, "Optimal transportation planning of classified domestic garbage based on map distance," *J. Environ. Manage.*, vol. 254, p. 109781, Jan. 2020.
- [14] H. Peng, N. Shen, H. Ying, and Q. Wang, "Factor analysis and policy simulation of domestic waste classification behavior based on a multiagent study—Taking Shanghai's garbage classification as an example," *Environ. Impact Assess. Rev.*, vol. 89, p. 106598, Jul. 2021.
- [15] R. Bai and B. Lin, "Are residents willing to pay for garbage recycling: Evidence from a survey in Chinese first-tier cities," *Environ. Impact Assess. Rev.*, vol. 95, p. 106789, Jul. 2022.
- [16] D. Abuga and N. S. Raghava, "Real-time smart garbage bin mechanism for solid waste management in smart cities," *Sustain. Cities Soc.*, vol. 75, p. 103347, Dec. 2021.
- [17] M. Rekha, E. Kodhai, S. Kuzhaloli, P. Sharma, A. Kumar, and N. Kumar, "IoT based garbage bin monitoring and decluttering system," *Mater. Today Proc.*, Feb. 2021.

Halaman ini sengaja dikosongkan