



Evaluasi Sistem Pengangkutan Sampah Di Kecamatan Tuminting Kota Manado

Tasya E. Sigala^{#a}, Hendra Riogilang^{#b}, Herawaty Riogilang^{#c}

[#]Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Sam Ratulangi, Mando, Indonesia

^atasyaeunike.id999@gmail.com, ^briogilanghendra@gmail.com, ^chera28115@gmail.com

Abstrak

Berdasarkan data dari tahun 2023, Kecamatan Tuminting dengan populasi 53.191 jiwa hanya memiliki 12 unit motor sampah dan 7 unit *dumptruck*. Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi sistem pengangkutan sampah di wilayah tersebut serta memberikan rekomendasi guna meningkatkan efektivitasnya. Metode penelitian yang digunakan mencakup pengumpulan data primer melalui observasi lapangan dan wawancara dengan pihak terkait, serta analisis data sekunder mengenai jumlah timbulan sampah, kapasitas armada, dan jalur pengangkutan sampah. Riset menunjukkan bahwa timbulan sampah di Kecamatan Tuminting mencapai 94,84 m³/hari, sementara kapasitas armada yang tersedia hanya mampu mengangkut sebagian kecil dari total sampah yang dihasilkan. Terdapat dua Stasiun Peralihan Angkutan (SPA) sebagai titik pengumpulan sebelum pengangkutan ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sumompo. Berdasarkan hasil evaluasi, penelitian ini merekomendasikan peningkatan jumlah armada, optimasi rute pengangkutan, serta penguatan sistem pengelolaan sampah berbasis masyarakat melalui TPS 3R dan bank sampah. Dengan penerapan strategi ini, diharapkan sistem pengangkutan sampah di Kecamatan Tuminting dapat lebih efektif, mengurangi pencemaran lingkungan, serta meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

Kata kunci: pengangkutan sampah, sistem pengelolaan sampah, Kecamatan Tuminting, Manado

1. Pendahuluan

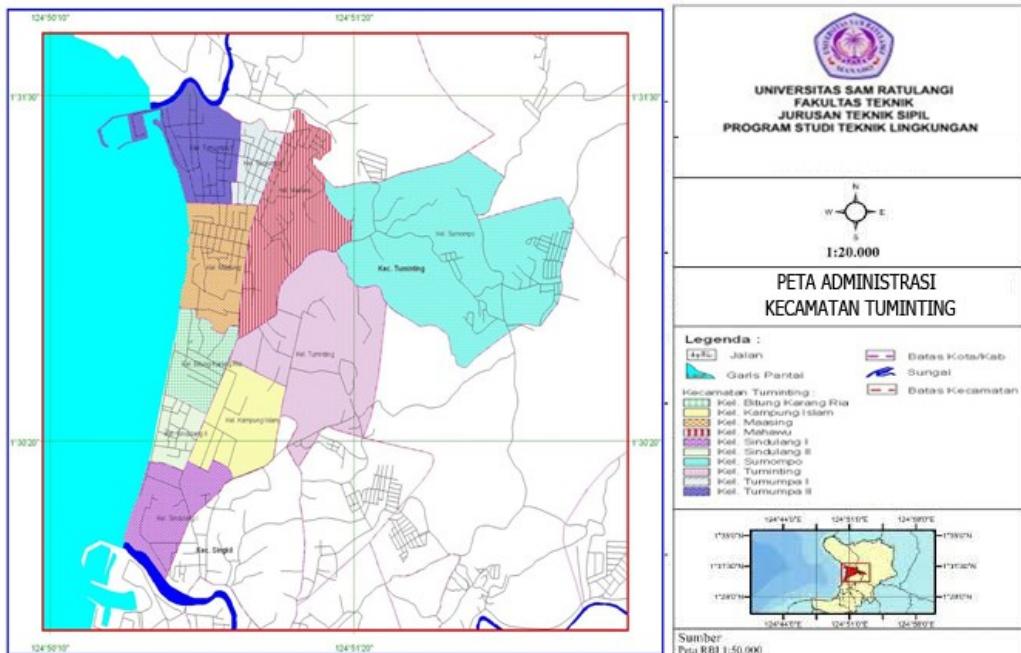
Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008, penanganan sampah mencakup pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pemrosesan akhir. Sistem pengangkutan sampah yang optimal menjadi indikator utama dalam pengelolaan sampah yang efektif. Sampah dapat menjadi masalah krusial dan kultural karena berdampak pada berbagai aspek kehidupan. Oleh karena itu, pengelolaannya harus melibatkan pemerintah dan swasta. Pengangkutan sampah sangat dipengaruhi oleh pertumbuhan industri, ekonomi, pertanian, dan perdagangan, yang meningkatkan kebutuhan armada pengangkut. Ketersediaan armada berdampak pada tingkat pelayanan pengelolaan sampah. Pemerintah wajib menyediakan alat pengangkut sampah yang sesuai standar agar tidak mencemari lingkungan.

Di Kecamatan Tuminting, Kota Manado, pengangkutan sampah menghadapi tantangan besar, terutama di daerah perbukitan yang sulit dijangkau truk sampah. Dengan jumlah penduduk 53.191 jiwa dan kepadatan tinggi, sistem pengangkutan sampah perlu dievaluasi. Saat ini, tersedia 12 unit motor sampah dan 7 unit dump truck, yang masih belum memadai. Penumpukan sampah di Tempat Penampungan Sementara menjadi masalah utama. Evaluasi pengangkutan sampah di Kecamatan Tuminting diperlukan untuk meningkatkan efektivitas sistem, mengoptimalkan rute transportasi, serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

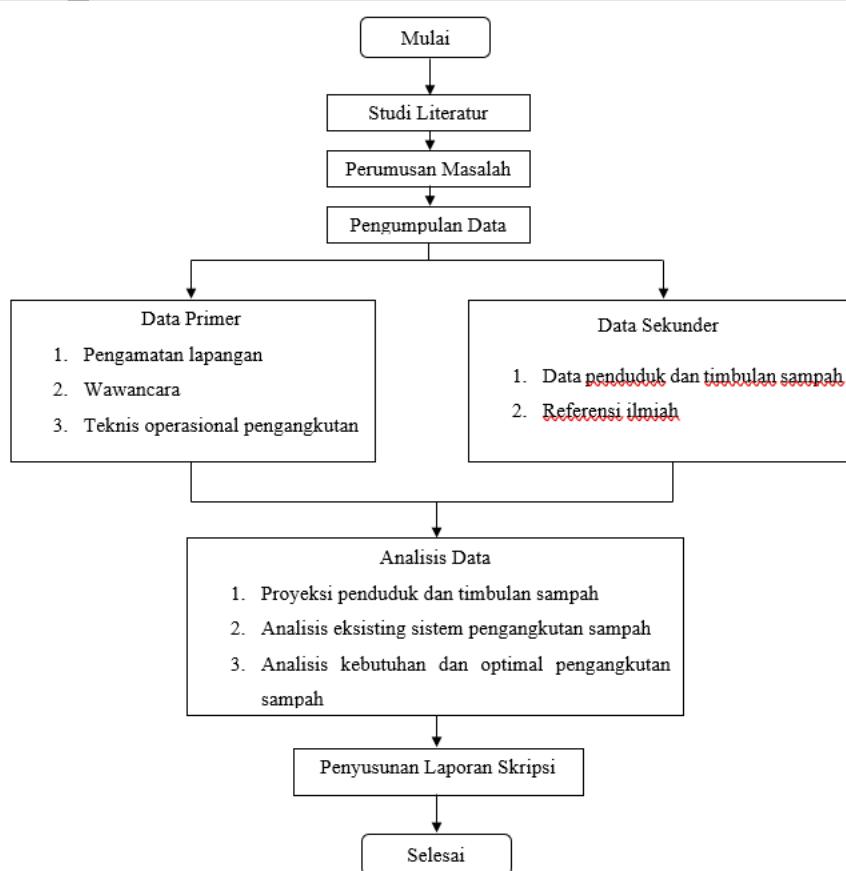
2. Metode

Penelitian ini berlokasi di Kecamatan Tuminting Kota Manado. Kecamatan Tuminting merupakan bagian Pemerintahan Kota Manado dengan luas wilayah Kecamatan Tuminting 4,31 Km² dan terdiri dari 10 Kelurahan dengan 48 Lingkungan. Adapun dalam penelitian ini akan digunakan alat dan bahan yaitu kamera, media penyimpanan dan alat tulis menulis untuk mencatat dan merekam data hasil pengamatan dan observasi, kuisioner wawancara, dan laptop/PC untuk

keperluan menghitung/menganalisis data.



Gambar 1. Lokasi penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan teknik observasi lapangan, wawancara dengan instansi terkait, dan analisis data sekunder dari laporan resmi pemerintah. Evaluasi dilakukan terhadap efektivitas rute pengangkutan sampah, kapasitas armada, serta integrasi dengan TPS dan TPA.

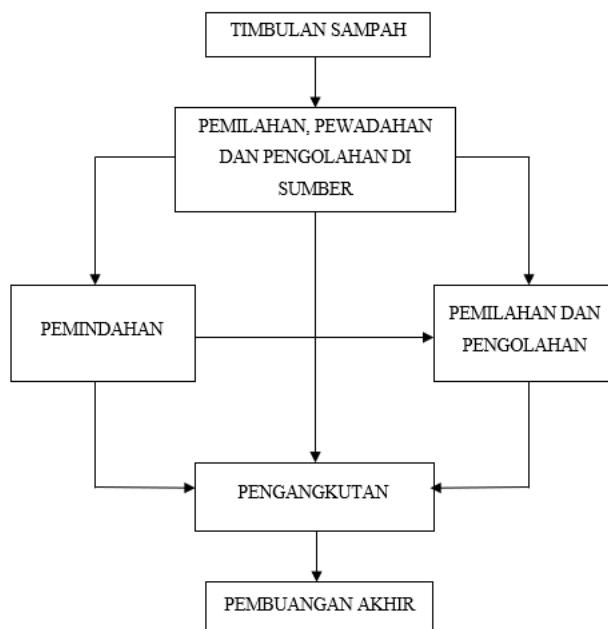
Data yang dianalisis dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh langsung di lapangan, sedangkan data sekunder adalah data referensi yang menunjang penelitian. Data primer dalam penelitian ini adalah pengamatan lapangan di lokasi penelitian dan wawancara kepada pemerintah desa dan warga setempat terkait pengangkutan sampah di lokasi tersebut. Data sekunder dalam penelitian ini adalah data jumlah penduduk, timbulan sampah, data jumlah armada dan referensi ilmiah dari jurnal bereputasi.

Data pengamatan lapangan dianalisis secara deskriptif melalui penjelasan atas hasil pengamatan di lapangan. Data wawancara dianalisis secara deskriptif dengan menjelaskan sistem pengolahan sampah di lokasi penelitian dan pemahaman warga setempat terkait pengangkutan sampah. Data hasil penduduk dan timbulan sampah dianalisis untuk menemukan proyeksi timbulan sampah di masa mendatang dan sistem pengangkutan sampah yang efektif untuk diterapkan.

3. Kajian Literatur

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, penanganan sampah mencakup kegiatan pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pemrosesan akhir sampah. Sistem pengangkutan sampah yang optimal merupakan salah satu indikator keberhasilan dalam pengelolaan sampah yang efektif (Zalukhu & Mirwan, 2018).

Sampah perkotaan yang dikenal sebagai Municipal Solid Waste (MSW) mencakup berbagai jenis limbah rumah tangga, komersial, dan institusi. Pengelolaan yang tidak efektif dapat menyebabkan berbagai dampak lingkungan, seperti pencemaran air, udara, dan tanah (EPA, 2020). Oleh karena itu, evaluasi sistem pengangkutan sampah menjadi langkah penting dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah di suatu wilayah.



Gambar 3. Skema pengelolaan persampahan
(Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2002)

Pengolahan sampah saat ini minimal dilakukan dengan 3R (*reduce, reuse, recycle*). Dengan menerapkan prinsip-prinsip tersebut maka diharapkan jumlah sampah akan berkurang sehingga dapat mengurangi beban lingkungan, kebersihan akan terjaga yang kemudian berdampak kepada kesehatan masyarakat umum. Prinsip ini juga menawarkan alternatif lain upaya pemanfaatan sampah agar menjadi berguna bahkan memberikan nilai tambah ekonomi untuk meningkatkan pendapatan (Arianti & Yuliarti, 2016).

Pengangkutan sampah merupakan bagian dari sistem pengelolaan yang bertujuan untuk membawa sampah dari TPS (Tempat Penampungan Sementara) ke TPA (Tempat Pemrosesan Akhir). Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 3 Tahun 2013, pemerintah daerah harus menyediakan alat pengangkutan sampah yang memadai serta melakukan pengangkutan

sampah secara terjadwal untuk menghindari penumpukan di TPS.

Sistem pengangkutan sampah yang efektif melibatkan optimasi rute dan jumlah armada yang memadai. Menurut penelitian Mardiani et al. (2013), penerapan metode optimasi rute dapat mengurangi jarak tempuh pengangkutan hingga 25% dan menurunkan biaya operasional secara signifikan.

Beberapa pola pengangkutan sampah yang umum digunakan meliputi:

- Pola *Door-to-Door* – Pengambilan sampah langsung dari rumah ke TPS atau TPA.
- Pola Transfer Depo – Sampah dikumpulkan di depo sebelum diangkut ke TPA menggunakan armada besar.
- Sistem Kontainer Angkat (Hauled Container System - HCS) – Menggunakan kontainer yang diangkut oleh truk khusus.
- Sistem Kontainer Tetap (Stationary Container System - SCS) – Sampah dikumpulkan dalam kontainer tetap dan diangkut secara berkala (Tchobanoglou et al., 1993).

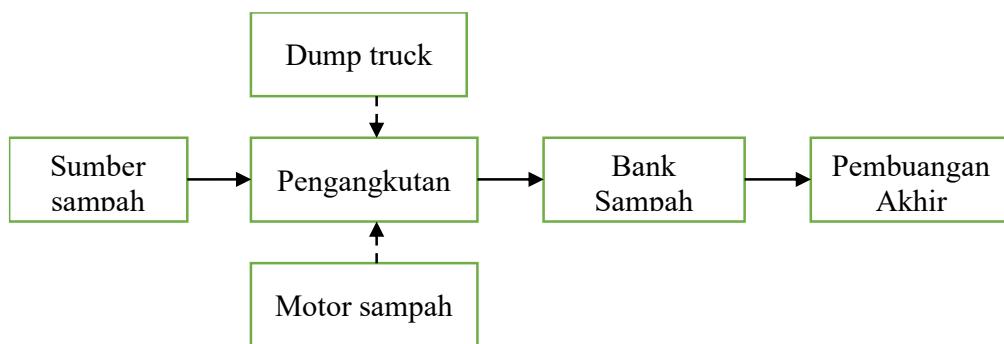
4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Kondisi Lokasi Penelitian

Kecamatan Tumiting merupakan salah satu kecamatan di Kota Manado. Berdasarkan BPS Manado (2023), jumlah penduduk Kecamatan Tumiting berdasarkan data Tahun 2023 berjumlah 53.191 jiwa dengan luas wilayah 4,31km². Kepadatan penduduknya mencapai 12.345 jiwa/km². Kecamatan Tumiting merupakan bagian Pemerintahan Kota Manado sebagai hasil pemekaran dari kecamatan Molas berdasarkan Perda Nomor 5 Tahun 2005 tanggal 17 Februari 2005 tentang Pembentukan Wilayah Kecamatan dan Kelurahan se Kota Manado. Luas wilayah Kecamatan Tumiting 4,31 km² terdiri dari 10 Kelurahan dengan 48 Lingkungan.

4.2. Pengolahan Sampah Eksisting

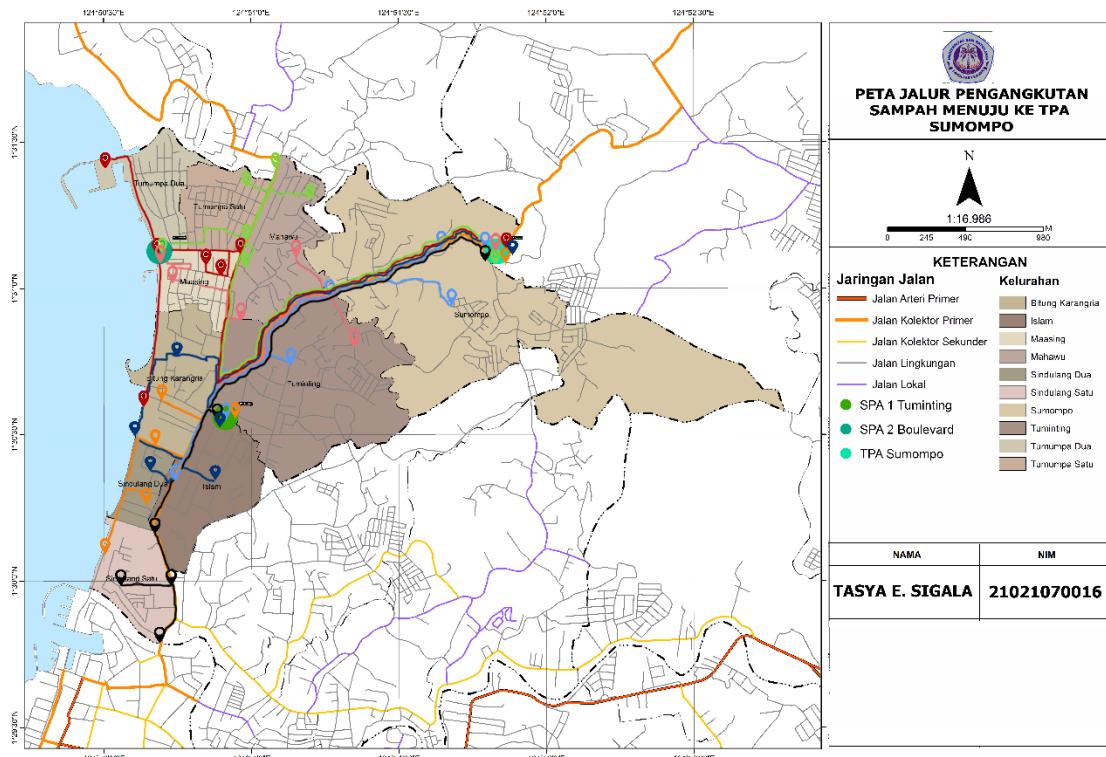
Pengolahan sampah di Tumiting mengikuti arahan dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Manado yang diimplementasikan untuk mengolah sampah di wilayah administrasi Kecamatan Tumiting. Pengolahan sampah di tingkat ini dilakukan untuk mengurangi timbulan sampah yang masuk ke tempat pemrosesan akhir (TPA) melalui serangkaian strategi pengolahan sampah. Secara umum pengolahan sampah di Kecamatan Tumiting dapat dilihat pada grafik.



Gambar 3. Skema pengolahan sampah di Kecamatan Tumiting

Peta jalur pengangkutan sampah merupakan representasi visual yang menunjukkan rute yang digunakan dalam proses pengangkutan sampah dari titik awal hingga tujuan akhir. Jalur ini biasanya dirancang untuk memastikan efisiensi dalam pengangkutan. Pada gambar dibawah menunjukkan peta jalur pengangkutan di Kecamatan Tumiting, lalu melintasi rute yang telah ditentukan menuju ke TPA Sumompo sebagai tujuan akhir.

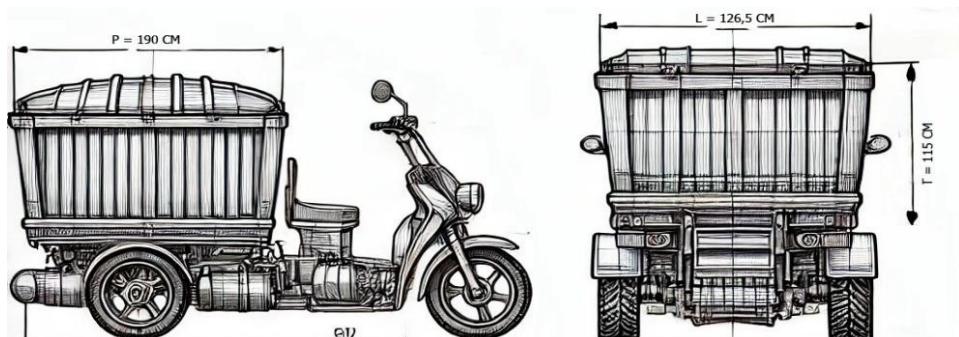
Pada umumnya berdasarkan SNI 3242-2008, berat jenis sampah adalah 200 kg/m³ untuk semua jenis sampah. Menurut, Sumarab (2021) yang lokasi penelitiannya masih dalam lingkup Sulawesi Utara, menuliskan berat jenis sampah adalah 169,44 kg/m³ untuk semua jenis sampah, Sampah yang dihasilkan oleh aktivitas penduduk di Kecamatan Tumiting di angkut menggunakan kendaraan motor sampah dan dump truck. Diketahui di Kecamatan Tumiting mempunyai 12 unit motor dan 7 unit dump truck.



Gambar 4. Peta Jalur Pengangkutan Sampah

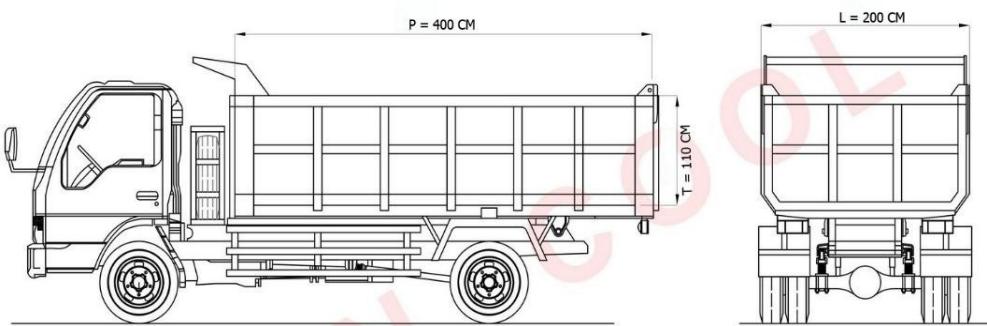
Untuk mengetahui volume sampah yang dihasilkan dalam 1 motor sampah dan 1 dump truck, dapat dihitung dengan cara berikut :

Langkah 1: Ukur Dimensi Armada Pengangkut Sampah



Diketahui 1 motor sampah mempunyai panjang 190 cm, lebar 126,5 cm, dan tinggi 115 cm. Sehingga hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Volume &= Panjang \times Lebar \times Tinggi \\
 Volume &= 190 \text{ cm} \times 126,5 \text{ cm} \times 115 \text{ cm} \\
 Volume &= 2.77 \text{ m}^3 / \text{motor sampah}
 \end{aligned}$$



Sedangkan untuk dump truck mempunyai panjang 400 cm, lebar 200 cm dan tinggi 110 cm, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \\ \text{Volume} &= 400 \text{ cm} \times 200 \text{ cm} \times 110 \text{ cm} \\ \text{Volume} &= 8.8 \text{ m}^3 / \text{mobil sampah} \end{aligned}$$

Jadi volume sampah yang dihasilkan 1 motor sampah adalah 2.77 m³ dan 1 mobil sampah 8.8 m³.

Langkah 2: Hitung Volume Sampah Berdasarkan Jumlah Armada Pengangkut

Untuk mencari total volume sampah dalam 1 kecamatan berdasarkan jumlah armada pengangkut, menggunakan rumus:

$$V_{total} = (Vmobil \times jumlah\ mobil) + (Vmotor \times jumlah\ motor)$$

Diketahui:

- Volume 1 mobil sampah = 8.8 m³
- Jumlah mobil sampah = 7 unit
- Volume 1 motor sampah = 2.77 m³
- Jumlah motor sampah = 12 unit

Hitung total volume sampah:

$$\begin{aligned} V_{mobil\ total} &= 8.8 \times 7 = 61.6 \text{ m}^3 \\ V_{motor\ total} &= 2.77 \times 12 = 33.24 \text{ m}^3 \\ V_{total} &= 61.6 + 33.24 = 94.84 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi, total volume sampah yang dihasilkan oleh penduduk kecamatan Tumiting pada tahun 2023 berdasarkan jumlah armada pengangkut adalah 94.84 m³ dengan jumlah penduduk kecamatan tumiting pada tahun 2023 adalah 53.191 jiwa. Jika dikonversi per orang menjadi 0,00178 m³/jiwa atau 1,78 liter per orang. Adapun jumlah sampah per kelurahan di Kecamatan Tumiting adalah sebagai berikut

Tabel 1. Timbulan Sampah per Kelurahan

No	Kelurahan	Penduduk	Timbulan Sampah (m ³)
1	Sindulang Satu	8.931	15,9
2	Kampung Islam	3.251	5,8
3	Sindulang Dua	1.972	3,5
4	Bitung Karangria	3.111	5,5
5	Maasing	5.776	10,3
6	Tumiting	8.361	14,9
7	Mahawu	9.445	16,8
8	Sumompo	6.696	11,9
9	Tumumpa Satu	2.309	4,1
10	Tumumpa Dua	3.339	5,9
Total		53.191	94,84

Tahap berikutnya adalah pengangkutan sampah. Sampah yang dihasilkan oleh aktivitas penduduk di kecamatan Tumiting. Pengangkutan menggunakan kendaraan motor sampah dan

dump truck. Kapasitas pengangkutan sampah dalam lingkup kecamatan Tumiting berdasarkan data diperoleh adalah $94,84 \text{ m}^3/\text{hari}$ yang terdiri dari 7 unit dump truk berkapasitas harian 8.8 m^3 dan 12 unit sampah berkapasitas harian 2.77 m^3 .

Sampah yang diproduksi oleh aktivitas warga sebagian diolah, sebagian lainnya ada yang menumpuk di jalanan dan ada yang diangkut ke TPA, tergantung pada kapasitas armada yang dimiliki. Saat ini Kecamatan Tumiting memiliki pengolahan sampah dan jumlah sampah yang dikelola terlihat pada tabel berikut

Tabel 2. Pengolahan Sampah Eksisting

Item	Hasil
Sampah dihasilkan	$94,84 \text{ m}^3/\text{hari}$
Sampah diolah	$13,18 \text{ m}^3/\text{hari}$
Sampah tidak diolah	$93,66 \text{ m}^3/\text{hari}$
Persentase sampah diolah	1,24%
Persentase sampah tidak diolah	98,76%

Berdasarkan tabel tersebut, dapat dilihat bahwa sampah yang dapat diolah di Kecamatan Tumiting masih sangat rendah dengan total keseluruhan sampah yang dihasilkan, yaitu 1,24%. Hal ini menunjukkan bahwa pengolahan sampah di Kecamatan Tumiting eksisting belum efektif dan perlu ditingkatkan agar dapat mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan dari tumpukan sampah dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat Kecamatan Tumiting. Pengembangan pengelolaan sampah direncanakan untuk mengolah sampah dari sumber hingga ke pemrosesan akhir.

4.3. Proyeksi Timbulan Sampah

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada tahun 2023, diperkirakan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sumompo di Kota Manado memiliki sisa umur sekitar 4 tahun tanpa adanya pengolahan sampah tambahan, namun jika diterapkan pengolahan sampah seperti TPS 3R dapat diperpanjang menjadi 8,7 tahun. Rencana pengembangan pengolahan sampah dilakukan untuk tahun 2032 sehingga terlebih dahulu dilakukan perhitungan proyeksi penduduk. Perhitungan proyeksi penduduk dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan metode eksponensial, geometri, aritmatika dan logaritma. Berdasarkan hasil perhitungan, proyeksi penduduk tahun 2032 adalah 58.296 jiwa. Timbulan sampah rata-rata perorang perhari di Kecamatan Tumiting adalah $0,00178 \text{ m}^3/\text{hari}$ sehingga proyeksi timbulan sampah pada tahun 2032 dengan jumlah penduduk Kecamatan Tumiting 58.296 jiwa adalah $103,7 \text{ m}^3/\text{hari}$.

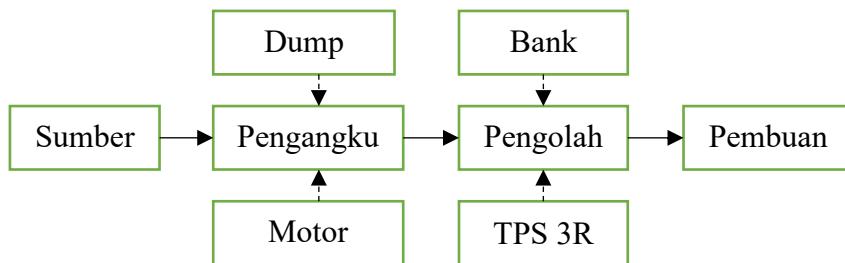
Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, komposisi sampah kota Manado secara umum, memiliki jumlah 57% sampah organik dan sisanya 43% sampah anorganik (plastik 20%, kertas 16%, kain, kayu, karet, logam, kaca, dan lainnya $\leq 2\%$). (Takaendengan, 2017). Berdasarkan data komposisi sampah diatas proyeksi jumlah sampah per jenis sampah selama 15 tahun kedepan di Kecamatan Tumiting dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Proyeksi Jumlah Timbulan Sampah per Jenisnya

No	Tahun	Penduduk (Jiwa)	Proyeksi Timbulan Sampah (m^3/hari)	Proyeksi Sampah Per Jenis		
				Organik (57%)	Plastik (20%)	Anorganik (23%)
1	2024	53.286	0.09484908	0.05406397	0.01896981	0.021815288
2	2025	53.888	0.09592064	0.05467476	0.01918412	0.022061747
3	2026	54.497	0.09700466	0.05529265	0.01940093	0.022311072
4	2027	55.112	0.09809936	0.05591663	0.01961987	0.022562853
5	2028	55.735	0.0992083	0.05654873	0.01984166	0.022817909
6	2029	56.364	0.10032792	0.05718691	0.02006558	0.023075422
7	2030	57.001	0.10146178	0.05783321	0.02029235	0.023336209
8	2031	57.645	0.1026081	0.05848661	0.02052162	0.023599863
9	2032	58.296	0.10376688	0.05914712	0.02075337	0.023866382

4.4. Rencana Pengembangan Pengolahan Sampah

Proses pengelolaan sampah yang dirancang untuk Kecamatan Tumiting secara garis besar adalah pemilahan sampah dari sumbernya, pengangkutan sampah dari sumber ke TPS 3R, pengolahan sampah di TPS 3R, pengangkutan disposal ke TPA Sumompo.



Gambar 4. Pengembangan pengolahan sampah di Kecamatan Tumiting

4.4.1. Pemilahan Sampah dari Sumbernya

Melalui pemerintah Kecamatan Tumiting, diarahkan untuk dapat melakukan edukasi dan sosialisasi kepada warganya untuk melakukan pemilahan sampah dari sumbernya. Pemilahan minimal yang dapat dilakukan adalah dengan memilah sampah menjadi 3 bagian, yaitu sampah organik, sampah anorganik, dan sampah jenis lainnya. Hal ini dilakukan untuk memudahkan dilakukan pengolahan di Tempat Pengolahan Sampah 3R (TPS 3R). Berikut contoh gambaran pemilahan/pewadahan sampah dari sumbernya.

4.4.2. Pengangkutan sampah ke TPS 3R

Berdasarkan pengamatan lapangan, Kecamatan Tumiting memiliki karakteristik wilayah yang beragam, termasuk jalan sempit di daerah padat penduduk dan jalan utama yang dapat dilalui kendaraan roda empat. Oleh karena itu, pengangkutan sampah dari sumber ke TPS 3R direncanakan menggunakan kombinasi motor sampah dan dumptruck untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengangkutan. Motor sampah akan digunakan di daerah dengan akses terbatas, sementara dump truck akan digunakan di wilayah dengan jalan yang lebih luas.

Jumlah armada eksisting	: 19 unit
Kapasitas eksisting	: 94,84 m ³ /hari
Waktu rotasi rencana	: 1 kali
Kapasitas eksisting total	: 94,84 m ³ /hari
Kapasitas dibutuhkan	: 103,7 m ³ /hari
Jumlah armada desain	: 23 unit
Kapasitas desain motor sampah	: 16-unit x 2,77 m ³ x 1 rit sehari = 44,32 m ³
Kapasitas desain <i>dump truck</i>	: 7-unit x 8,8 m ³ x 1 rit sehari = 61,6 m ³
Total kapasitas desain	: 44,32 m ³ + 61,6 m ³ = 105,92 m ³
Jumlah armada dibutuhkan	: 23 unit – 19 unit = 4 unit

Jadi, berdasarkan kondisi eksisting di Kecamatan Tumiting yang didominasi oleh jalan-jalan sempit yang kurang mendukung pergerakan kendaraan roda empat serta kepadatan penduduk yang tinggi di area permukiman yang sempit, maka perencanaan pengangkutan sampah dari sumber ke TPS 3R dilakukan pengembangan dengan menambah 4 unit motor sampah baru (kapasitas 2,77 m³/unit) sehingga total menjadi 16 unit motor sampah dan mempertahankan 7 unit dump truck. Dengan frekuensi 1 rit/hari, total kapasitas pengangkutan mencapai 105,92 m³/hari, yang telah memenuhi proyeksi timbulan sampah tahun 2032 sebesar 103,7 m³/hari.

4.4.3. Pengolahan sampah di TPS 3R

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan sebelumnya, Kecamatan Tumiting Kota Manado perlu dilakukan pengembangan pengolahan sampah agar seluruh timbulan sampah yang dihasilkan dapat diolah dengan baik dengan menggunakan prinsip 3R (reduce, reuse, dan recycle) diantaranya melalui daur ulang limbah, penggunaan kembali, dan pengolahan sampah organik.

Pengolahan sampah yang dikembangkan adalah dalam bentuk Tempat Pengolahan Sampah 3R (TPS 3R).

Tempat Pengolahan Sampah berbasis reduce, reuse dan recycle, bertujuan untuk mengurangi beban pengolahan yang ada di Tempat pembuangan akhir, sehingga dalam TPS 3R diperlukan efektifitas yang baik sehingga TPS 3R benar – benar berfungsi sebagaimana tujuan dibuat. Dalam perencanaan TPS 3R di kecamatan Tumiting, efektifitas yang rencanakan pada tiap – tiap pengolahan yang ada, dibuat sesuai dengan karakteristik komposisi sampah yang ada di kota Manado, dengan tujuan agar TPS 3R di kecamatan Tumiting dapat beroprasi dan mengolah sampah dengan maksimal. Perencanaan TPS 3R ini menyesuaikan tiap – tiap pengolahan menyesuaikan dengan persentasi komposisi sampah. Maka perencanaan untuk TPS 3R di kecamatan Tumiting adalah sebagai berikut :

Tabel 4. Persentase Pengolahan Sampah pada TPS 3R

No	Pengolahan	Presentase		
		Reduce	Reuse	Recycle
1	Sampah Organik	-	-	45 %
2	Sampah Plastik	-	-	45 %
3	Sampah Anorganik	-	10%	-
	Sampah Kertas	-	-	-
	Sampah Logam	-	-	-
	Sampah Kain	-	-	-

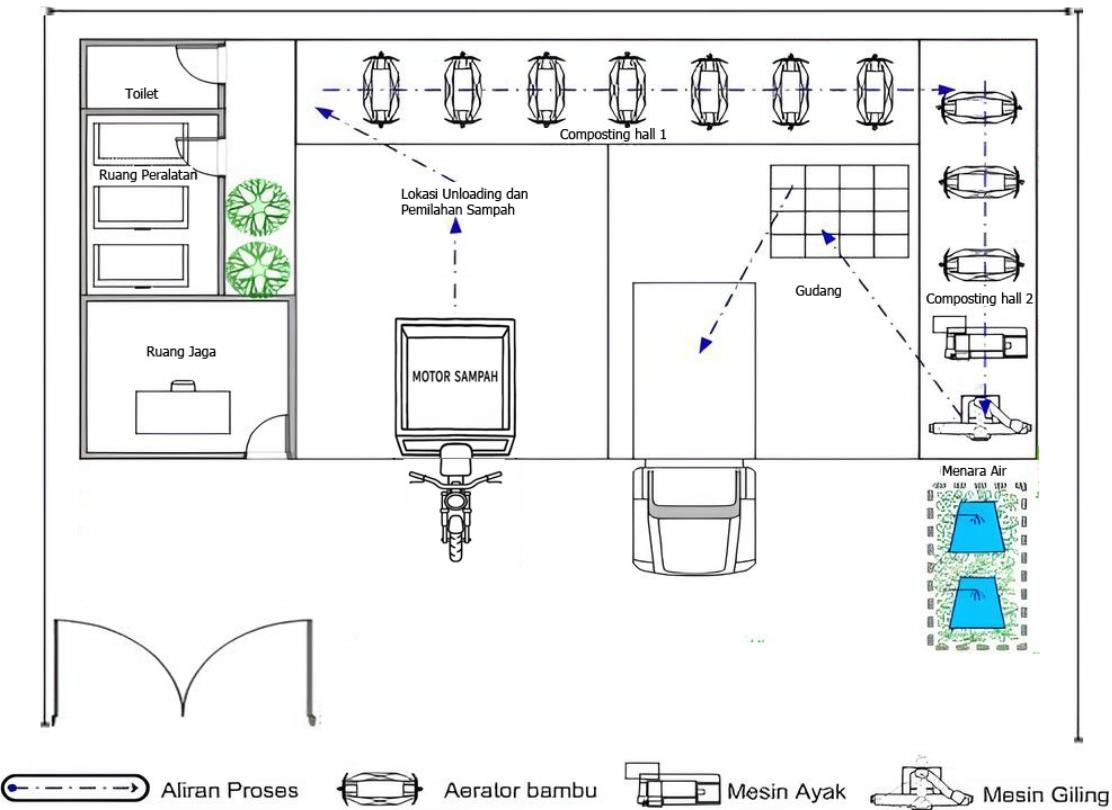
Pada perencanaan tempat pengolahan sampah berbasis 3R di kecamatan Tumiting ini, pengolahan dengan presentase tertinggi adalah sampah organik dan kertas. Jenis pengolahan yang digunakan pada TPS 3R di kecamatan Tumiting adalah pengolahan berbasis 3R yaitu reduce, reuse dan recycle. Tetapi pada perencanaan ini sampah pada TPS 3R di kecamatan Tumiting akan diolah dengan 2 jenis pengolahan saja, yaitu reuse dan recycle.

Jenis pengolahan sampah dengan metode reuse diterapkan pada pengolahan sampah anorganik seperti kertas, logam dan kain. Pada pengolahan sampah anorganik sampah – sampah akan dipilah dan dikumpulkan kemudian akan dijual atau diberikan kepada lembaga swadaya masyarakat (LSM) untuk digunakan. Pengolahan sampah dengan metode recycle adalah jenis pengolahan dengan presentase terbesar yang direncanakan digunakan pada TPS 3R kecamatan Tumiting, sistem ini digunakan pada pengolahan sampah organik menjadi kompos dan sampah plastik menjadi biji plastik, hal ini sesuai dengan presentase sampah di Kabupaten Minahasa Selatan yang memiliki presentase sampah organik dan anorganik jenis plastik yang besar, sehingga jenis pengolahan recycle dilihat menjadi pilihan paling baik untuk digunakan, karena dengan jumlah produksi sampah organik dan plastik yang besar setiap harinya, akan sulit untuk digunakan kembali oleh masyarakat atau LSM. TPS 3R ini direncanakan untuk desain dan ukuran sesuai dengan spesifikasi Dirjen Cipta Karya (2017) sehingga model desain referensinya ditunjukkan pada Gambar 5.

Adapun lokasi rencana merupakan usulan kepada pemerintah Kecamatan Tumiting untuk penempatan lokasi TPS 3R, untuk keputusan dan finalisasi lokasi diserahkan ke pemerintah setempat. Lokasi rencana TPS 3R berada di Lingkungan 6 Tumiting Kec. Tumiting dengan koordinat 1°30'36.56"N dan 124°51'21.24"E.

4.4.4. Pengangkutan sampah dari TPS 3R ke TPA Sumompo

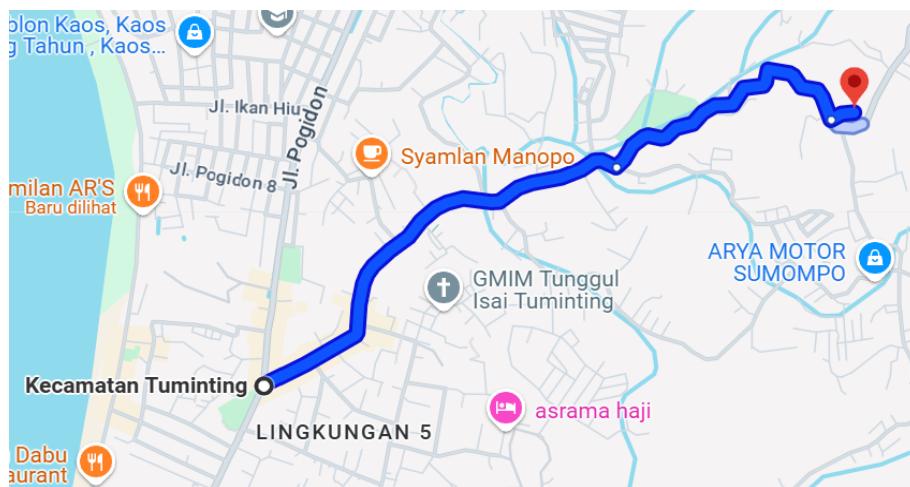
Setelah sampah diolah di TPS 3R, sisa residu sampah yang tidak dapat diolah kemudian diangkut ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sumompo di Kecamatan Mapanget, Kota Manado. Jarak dari pusat Kecamatan Tumiting dengan lokasi TPA adalah sekitar 2,3 km (Gambar 7).



Gambar 5. Desain sederhana TPS 3R
(Sumber: Ditjen Cipta Karya, 2017)



Gambar 6. Rencana lokasi TPS 3R
(Sumber: Google Earth, 2023)



Gambar 7. Peta jarak menuju TPA Sumompo
(Sumber: Google Maps, 2023)

Adapun perhitungan sampah yang diolah di TPS 3R, dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Jumlah Sampah Diangkut ke TPA Sumompo

Jenis Sampah	Total timbulan sampah (m ³)	Timbulan sampah yang masuk TPS 3R (m ³)	Diolah TPS 3R (%)	Sampah yang diolah (m ³)
Organik	59	29,57	45	13,27
Plastik	20,7	10,37	45	4,66
Anorganik	24	11,91	10	1,2
Total	103,7	51,85		19,12

Jumlah sampah yang diolah perhari di TPS 3R adalah 19,12 m³ dari total sampah yang masuk 51,78 m³. Adapun tabel rekapitulasi hasil pengolahan sampah di TPS 3R adalah sebagai berikut

Tabel 6. Rekapitulasi hasil pengolahan sampah

Item	Hasil
Sampah dihasilkan	103,7 m ³ /hari
Sampah yang masuk di TPS 3R	51,85 m ³ /hari
Sampah yang diolah di TPS 3R	19,12 m ³ /hari
Sampah sisa yang tidak diolah	51,85 m ³ /hari
Sampah residu TPS 3R	32,73 m ³ /hari
Sampah yang dibuang ke TPA	84,58 m ³ /hari
Persentase sampah diolah	18,43%
Persentase sampah tidak diolah	81,57%

Berdasarkan data timbulan sampah harian di Kecamatan Tumiting sebesar 103,7 m³/hari, diketahui bahwa hanya 51,85 m³/hari yang masuk ke TPS 3R, sementara sisanya sebesar 51,85 m³/hari tidak terangkut ke TPS 3R. Dari volume sampah yang masuk ke TPS 3R, hanya 19,12 m³/hari yang berhasil diolah, sehingga menyisakan 32,73 m³/hari sebagai residu. Jumlah total sampah yang harus dibuang ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sumompo adalah sebesar 84,58 m³/hari.

Oleh karena itu, direncanakan untuk pembuangan dari TPS 3 ke TPA bagi kendaraan dumptruck dilakukan sebanyak 2 rit per hari. Pola pengangkutan ini dilakukan secara sistem giliran, di mana sisa sampah yang tidak masuk ke TPS 3R akan langsung diangkut ke TPA pada rit pertama. Sementara itu, residu hasil pengolahan di TPS 3R akan diangkut pada rit kedua, yang pelaksanaannya dilakukan setelah proses pengolahan selesai.

5. Kesimpulan

1. Jumlah penduduk sekarang 53.191 jiwa dengan jumlah timbulan sampah 94,84 m³/hari dan jumlah angkutan sampah 19 unit. Jumlah armada angkutan sampah adalah 12 unit motor

- sampah dan 7 unit *dumptruck*
2. Proyeksi untuk 9 tahun ke depan, jumlah penduduk pada tahun 2032 diperkirakan mencapai 58.296 jiwa, dengan timbulan sampah meningkat menjadi 103,7 m³/hari. Pada tahun 2032 perlu penambahan 12 unit motor sampah agar sistem pengangkutan sampah tetap berjalan efektif dan tidak terjadi penumpukan sampah.

Referensi

- Ahmad, S., & Hendrasarie, N. (2023). Pelatihan Penerapan 5R (Reuse, Reduce, Recycle, Replace, Replant) dan Pengembangan Bank Sampah Pada Dusun Kembang, Desa Kembang Belor, Kecamatan Pacet Kabupaten Mojokerto Jawa Timur. *Jurnal Abdimas Madani dan Lestari (JAMALI)*.
- Aleluia, J., & Ferrão, P. (2016). Characterization of urban waste management practices in developing Asian countries: A new analytical framework based on waste characteristics and urban dimension. *Waste management*, 58, 415-429.
- Alfian, R., & Phelia, A. (2021). Evaluasi Efektifitas Sistem Pengangkutan Dan Pengolahan Sampah Di TPA Sarimukti Kota Bandung. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 2 (01), 16-22.
- Arianti, N. N., & Yuliarti, E. (2015). Penerapan Prinsip 5R (Reduce, Reuse, Recycle, Replant & Replace) Sebagai Upaya Efektif Menangani Masalah Sampah Rumah Tangga. *Dharma Raflesia: Jurnal Ilmiah Pengembangan dan Penerapan IPTEKS*, 13(1).
- Buol, R. A. (2019). Warga Manado Dianjurkan Memilah Sampah Sebelum Dibuang. <https://zonautara.com/>. Diakses tanggal 28 Mei 2023
- Cahyono, B. D., & Budi, K. S. (2021). Pelatihan Pengolahan Sampah Melalui Bank Sampah di Desa Madyopuro Malang. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 1(2), 401-406.
- Chatrin A. Toreh., Hendra Riogilang., & Steeva G. Rondonuwu (2023). Evaluasi Kapasitas Pengolahan Air Lindi TPA Tobelo Marahai Di Desa Gosoma Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara. *Tekno Unsrat*
- Christiawan, Putu Indra dan I Putu Ananda Citra. 2016. Studi Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan di Kelurahan Banyuning. ISSN 0216-8138 Vol. 17, Nomor 2, Desember 2016. Fakultas Hukum dan Ilmu Sosial Universitas Pendidikan Ganesha.
- Damanhuri, E., & Padmi, T. (2010). Pengelolaan sampah. Diktat kuliah TL, 3104, 5-10.
- Damanhuri, Enry. 2010. Diktat Kuliah TL Pengelolaan Sampah. Bandung: Institut Teknologi Bandung. DLH Kulonprogo. Laporan Antara - Kajian Timbulan Sampah Harian Permukiman Kulon Progo. <https://dlh.kulonprogokab.go.id/>. Diakses 28 Mei 2023.
- Doddy A., Suryanto & Jack Widjajakusuma (2005). Kajian Sistem Pengangkutan Sampah Kota Depok. ISSN 18582559. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Gunadarma.
- Environmental Protection Agency, 2011. Fact and Figures Municipal Solid Waste In The United States. United States Environmental Protection Agency.
- Fatmawati, K., Sabna, E., & Irawan, Y. (2020). Rancang Bangun Tempat Sampah Pintar Menggunakan Sensor Jarak Berbasis Mikrokontroler Arduino. *RJOCS (Riau Journal of Computer Science)*, 6(2), 124-134.
- Hadiwiyoto, S. 1983. Penanganan dan Pemanfaatan Sampah. Jakarta: Yayasan Idayu.
- Huang, S-H, Lin, P-C. Vehicle routing-scheduling for municipal waste collection systemunder the “Keep Trash off the Ground” policy. *Omega*, 55: 24-37.
- Immanuel M. Salindeho., Hendra Riogilang., & Isri R. Mangangka (2024). Evaluasi Pengangkutan Sampah Di Kecamatan Malalayang. *Tekno Unsrat*
- Lawa, Jonatan., Isri R. Mangangka & Herawaty Riogilang (2021). Perencanaan Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R di Kecamatan Mapanget Kota Manado. *TEKNO UNSRAT*
- Manik, J. R., & Kabeakan, N. T. M. B. (2021). Pengolahan sampah rumah tangga dalam peningkatan pendapatan pada kelompok Ibu-ibu Asiyiyah. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 48-54.
- Manenda, Melisa. (2023). Analisis Sisa Umur Tempat Pembuangan Akhir Sumompo di Kota Manado. *TEKNO UNSRAT*
- Mokodompis, Y., Kaunang, M., & Kasenda, V. (2019). Implementasi Kebijakan Pengolahan Sampah Di Kota Manado. *JURNAL EKSEKUTIF*, 3(3).
- Napitupulua, M. H., & Muhyidina, A. (2021). Tantangan Partisipasi Pemangku Kepentingan dalam Tata Kelola Sampah Kota Berkelanjutan. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 17(4), 385-397.
- Ragil A. P. Hartono., Hendra Riogilang., & Isri R. Mangangka (2022). Analisis Penyebaran Air Lindi TPA Mobongo Minahasa Selatan. *Tekno Unsrat*

- Riogilang, Hendra. (2020). Seminar Pengendalian Pencemaran Dan Penyebaran Air Lindi Dari Rembesan Kolam Lindi TPA Sumompo Manado. Tekno Unsrat
- Riogilang, Herawaty. 2020. Model Peningkatan Partisipasi Masyarakat dan Penguatan Sinergi Dalam Pengelolaan Sampah Perkotaan di Kelurahan Sumompo Kecamatan Tumiting Kota Manado.Tekno Unsrat
- Sinta Wijaya., Hendra Riogilang., & O. B. A. Sompie (2022). Analisis Kapasitas Pengolahan Air Lindi Di TPA Aertembaga Kota Bitung. Tekno Unsrat
- SNI 19-2454-2002. (2002), “Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan”, Standar Nasional Indonesia, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Sudirman, F. A., & Phradiansah, P. (2019). Tinjauan implementasi pembangunan berkelanjutan: pengolahan sampah kota kendari. Sospol: Jurnal Sosial Politik, 5(2), 291-305.
- Sugiarti, R., & Aliyah, I. (2015). Budaya Pengolahan Sampah berbasis masyarakat melalui metode 5R untuk mewujudkan lingkungan bersih dan sehat di Kabupaten Sukoharjo. Cakra Wisata, 16(2).
- Sumarab, Johana. (2022). Perencanaan Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R di Kecamatan Amurang Raya. TEKNO UNSRAT
- William Mawuntu., Hendra Riogilang., & Cindy J. Supit (2023). Analisis Kapasitas Air Lindi Dan Rancangan Instalasi Pengolahan Lindi Pada TPA Kulo. Tekno Unsrat
- Wulandarry D. Harundja., Hendra Riogilang., & Liany A. Hendratta (2023). Studi Penyebaran Kontaminan Pada Air Tanah TPA Airmadidi Terhadap Pemukiman. Tekno Unsrat
- Zalukhu, SA., dan Mirwan, M. (2018). Analisis Model Dinamik dalam Pengangkutan Sampah di Kota Bangkalan. Jurnal Envirotek, 10(1): 28-36