



Perencanaan Pengolahan Sampah Di Kelurahan Paal II Kota Manado

Kezia Muaja^{#a}, Herawaty Riogilang^{#b}, Agnes T. Mandagi^{#c}

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

^akeziamuaja17@gmail.com, ^bhera28115@gmail.com, ^catmandagi@gmail.com

Abstrak

Sampah menjadi salah satu permasalahan serius yang dihadapi Indonesia, termasuk di dalamnya kota Manado. Peningkatan volume sampah yang tidak diiringi dengan adanya pengolahan sampah merupakan salah satu penyebab terjadinya pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang tempat pengolahan sampah yang optimal dengan menerapkan prinsip 3R (Reduce, Reuse, Recycle) di Kelurahan Paal II, Kota Manado. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan pengambilan sampel timbunan dan komposisi sampah berdasarkan SNI 19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Timbunan Sampah Perkotaan dan Non-Perkotaan. Pengambilan sampel dilakukan selama delapan hari berturut-turut, dan hasilnya menunjukkan bahwa rata-rata timbunan sampah di Kelurahan Paal II adalah sebesar 2,13 liter/orang/hari atau 0,51 kg/orang/hari. Komposisi sampah didominasi oleh sampah organik sebesar 74,06%, sedangkan sampah anorganik sebesar 25,94%, dan residu sebesar 2,55%. Berdasarkan hasil analisis, direncanakan pembangunan Tempat Pengolahan Sampah 3R (TPS 3R) seluas 388,75 m² yang mencakup tahapan pewadahan, pemilahan, pengolahan, dan pengangkutan sampah menuju Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Perencanaan ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pengolahan sampah di wilayah tersebut serta mendukung program pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

Kata kunci: TPS 3R, pengolahan sampah, timbunan sampah, komposisi sampah, prinsip 3R

1. Pendahuluan

Sampah merupakan semua buangan yang berbentuk padat maupun semi padat yang dihasilkan dari kegiatan manusia maupun hewan, dimana keberadaannya sudah tidak digunakan dan dimanfaatkan lagi (Tchobanoglous, 1993). Produksi sampah yang semakin meningkat tanpa adanya pengolahan akan memicu terjadinya kerusakan lingkungan.

Kelurahan Paal II dihadapkan pada tantangan serupa, dengan pertumbuhan penduduk yang menyebabkan peningkatan volume sampah. Sistem pengelolaan yang saat ini dilakukan, yakni sampah dikumpul dan diangkut tanpa proses pengolahan. Hal tersebut hanya akan menambah beban pada TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) dan berkontribusi pada berbagai masalah lingkungan, seperti penumpukan sampah, banjir, serta pencemaran udara dari hasil pembakaran sampah. Kurangnya kesadaran masyarakat serta minimnya fasilitas pengolahan menjadi masalah utama dalam penanganan sampah.

Upaya pengurangan timbunan sampah dari sumbernya melalui pendekatan 3R (Reduce, Reuse, Recycle) menjadi strategi penting dalam meningkatkan efektivitas pengelolaan sampah. Penerapan prinsip TPS 3R diharapkan dapat mengurangi volume sampah menuju TPA serta meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya pengelolaan sampah yang berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang tempat pengolahan sampah 3R di Kelurahan Paal II, untuk mendukung penurunan angka timbunan sampah, serta memperbaiki kualitas lingkungan.

2. Landasan Teori

Definisi sampah dalam Undang-undang No 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, dituliskan bahwa sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia atau proses alam yang berbentuk padat atau semi padat berupa zat organik atau anorganik bersifat dapat terurai atau tidak dapat terurai yang dianggap sudah tidak berguna lagi dan dibuang ke lingkungan.

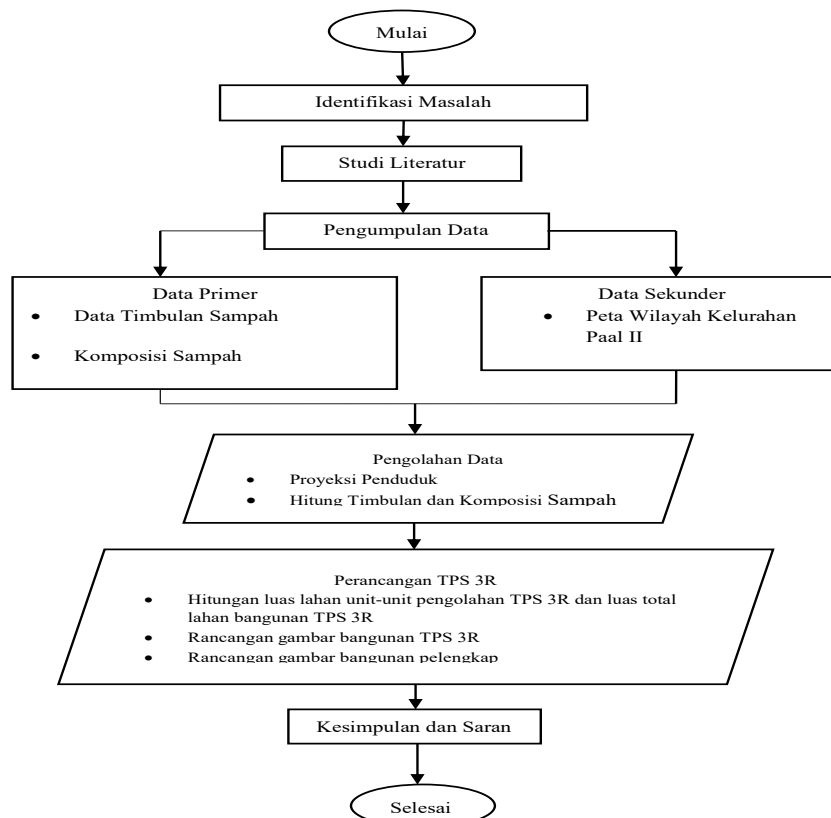
Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008, pengelolaan sampah adalah kinerja meminimalisir sampah secara menyeluruh, sistematis, dan berkelanjutan termasuk pengelolaan dan pengurangan sampah. Salah satu pengolahan sampah yang dilakukan untuk pengurangan sampah se dari sumbernya, yaitu dengan menggunakan prinsip 3R (reduce, reuse, recycle).

TPS 3R adalah tempat dilakukannya kegiatan pengelolaan sampah mulai dari pengumpulan, pemilahan, penggunaan ulang, dan pendaur ulang, sampai menghasilkan suatu produk yang bernilai.

Sesuai Petunjuk Teknis TPS 3R (2017) karakteristik TPS 3R, meliputi: Pelayanan minimum TPS 3R adalah 200 – 400 KK atau 1000-2000 jiwa yaitu dengan jumlah sampah yang dihasilkan 3-6 m³/hari, sampah yang masuk dalam TPS 3R bisa dalam kondisi tercampur maupun sudah terpilah, luas lahan yang digunakan minimal 200 m, pengumpulan sampah menggunakan gerobak manual atau motor berkapasitas 1 m² dengan 3 kali ritasi perhari, terdapat unit penampungan sampah, unit pemilahan sampah, unit pengolahan sampah organik, dan unit pengolahan atau penampungan sampah anorganik (daur ulang), dan unit penampungan residu sampah anorganik, gerobak/motor pengumpul sampah.

3. Metode Penelitian

Lokasi penelitian bertempat di Kelurahan Paal II, Kota Manado, dengan luas wilayah sebesar 220 ha. Data diperoleh melalui studi literatur, pengumpulan data primer dan sekunder. Pengambilan sampel timbulan dan komposisi sampah dilakukan berdasarkan SNI 19-3964-1994, dengan waktu pengambilan sampel selama 8 hari berturut-turut. Data-data yang diperoleh selanjutnya dianalisis untuk perencanaan desain TPS 3R.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Sampling Timbulan Sampah

Dalam perencanaan tempat pengolahan sampah di butuhkan data jumlah timbulan sampah dari lokasi perencanaan. Sampling timbulan sampah bertujuan untuk memperoleh nilai produksi sampah rumah tangga.

4.2.1 Jumlah Sampling Jiwa

Untuk menghitung jumlah sampling jiwa dapat dihitung menggunakan persamaan berdasarkan SNI 19-3964-1994.

$$\begin{aligned} S &= Cd \sqrt{Ps} \\ &= 0,5 \sqrt{8.532} \\ &= 0,5 (92,36) \\ &= 46,1 = 46 \text{ Jiwa} \end{aligned}$$

Jadi banyaknya jiwa yang akan di sampling di Kelurahan Paal II adalah sebanyak 46 Jiwa.

4.2.2 Jumlah Sampling Rumah

Untuk menentukan jumlah sampling rumah dapat menggunakan persamaan.

$$\begin{aligned} K &= \frac{S}{N} \\ &= \frac{46}{5} \\ &= 9,2 = 9 \text{ Rumah} \end{aligned}$$

Jadi jumlah sampling timbulan sampah dilakukan di 9 rumah masyarakat Kelurahan Paal II. Penyamplingan dibagi berdasarkan jumlah pendapatan yaitu, High Income, Medium Income, dan Low Income.

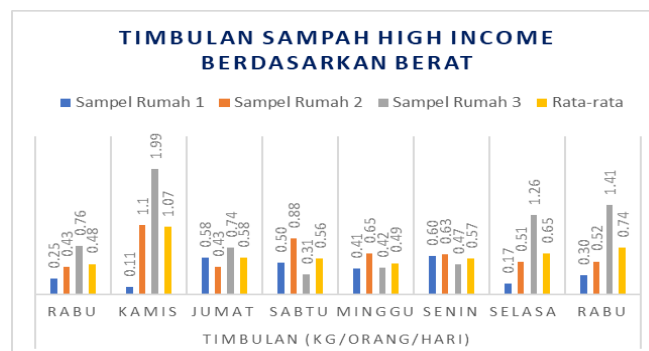
4.2 Analisis Timbulan Sampah di Kelurahan Paal II

Analisis timbulan sampah Kelurahan Paal II dilaksanakan dengan mengacu pada SNI 19-3964-1994. Dari hasil pengukuran timbulan sampah maka di hasilkan data timbulan sampah Kelurahan Paal II.

4.2.1 Timbulan Sampah High Income

Tabel 1. Timbulan Sampah High Income Berdasarkan Berat Sampah

Rumah High Income	Timbulan (Kg/orang/hari)							
	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu
Sampel Rumah 1	0.25	0.11	0.58	0.50	0.41	0.60	0.17	0.30
Sampel Rumah 2	0.43	1.1	0.43	0.88	0.65	0.63	0.51	0.52
Sampel Rumah 3	0.76	1.99	0.74	0.31	0.42	0.47	1.26	1.41
Rata-rata	0.48	1.07	0.58	0.56	0.49	0.57	0.65	0.74

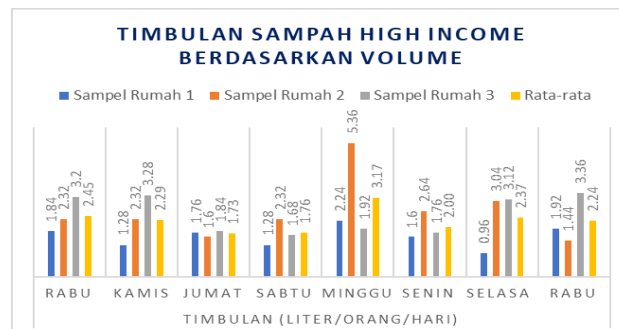


Gambar 2. Timbulan Sampah High Income Berdasarkan Berat Sampah

Dari data timbulan sampah yang ada di ketahui jumlah penghasil sampah terbanyak pada sampel rumah 3 di hari kamis dengan berat timbulan sampah sebanyak 1.99 kg/hari/orang. Dan untuk penghasil sampah paling rendah pada sampel rumah 1 di hari kamis dengan berat sampah 0.11 kg/orang/hari.

Tabel 2. Timbulan Sampah High Income Berdasarkan Volume Sampah

Rumah High Income	Timbulan (Liter/orang/hari)							
	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu
Sampel Rumah 1	1.84	1.28	1.76	1.28	2.24	1.6	0.96	1.92
Sampel Rumah 2	2.32	2.32	1.6	2.32	5.36	2.64	3.04	1.44
Sampel Rumah 3	3.2	3.28	1.84	1.68	1.92	1.76	3.12	3.36
Rata-rata	2.45	2.29	1.73	1.76	3.17	2.00	2.37	2.24



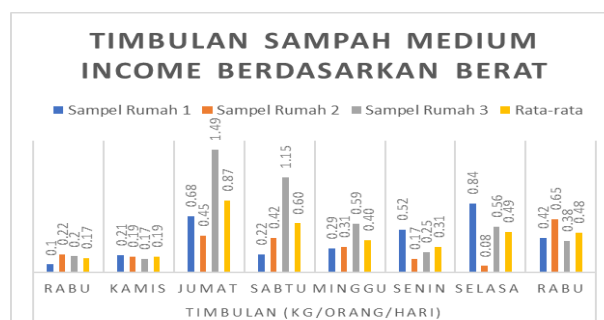
Gambar 3. Timbulan Sampah High Income Berdasarkan Volume Sampah

Dari data yang ada, diketahui penghasil sampah terbanyak berdasarkan volume dimiliki oleh sampel rumah 2 pada hari minggu dengan volume sampah sebesar 5.35 liter/orang/hari. Sedangkan untuk penghasil sampah paling sedikit dihasilkan pada hari selasa oleh sampel rumah 1 dengan volume sampah sebesar 0.96 liter/orang/hari.

4.2.2 Timbulan Sampah Medium Income

Tabel 3. Timbulan Sampah Medium Income Berdasarkan Berat Sampah

Rumah Medium Income	Timbulan (Kg/orang/hari)							
	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu
Sampel Rumah 1	0.1	0.21	0.68	0.22	0.29	0.52	0.84	0.42
Sampel Rumah 2	0.22	0.19	0.45	0.42	0.31	0.17	0.08	0.65
Sampel Rumah 3	0.2	0.17	1.49	1.15	0.59	0.25	0.56	0.38
Rata-rata	0.17	0.19	0.87	0.60	0.40	0.31	0.49	0.48

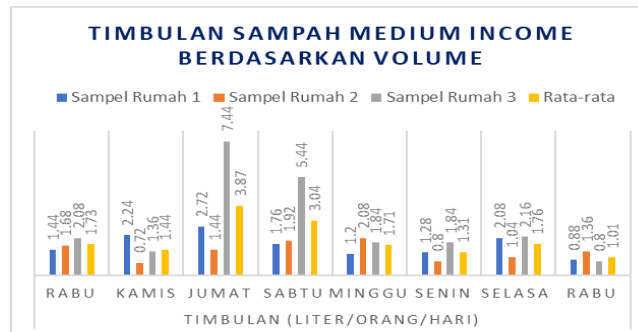


Gambar 4. Timbulan Sampah Medium Income Berdasarkan Berat Sampah

Dari data yang ada pada Tabel 3 dan Gambar 4, diketahui penghasil sampah terbanyak berdasarkan berat dimiliki oleh sampel rumah 3 dengan berat sampah sebanyak 1.49 kg/orang/hari pada hari jumat. Penghasil sampah terendah dimiliki oleh sampel rumah 1 pada hari rabu dengan jumlah sampah sebesar 0.10 kg/orang/hari.

Tabel 4. Timbulan Sampah Medium Income Berdasarkan Volume Sampah

Rumah Medium Income	Timbulan (Liter/orang/hari)							
	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu
Sampel Rumah 1	1.44	2.24	2.72	1.76	1.2	1.28	2.08	0.88
Sampel Rumah 2	1.68	0.72	1.44	1.92	2.08	0.8	1.04	1.36
Sampel Rumah 3	2.08	1.36	7.44	5.44	1.84	1.84	2.16	0.8
Rata-rata	1.73	1.44	3.87	3.04	1.71	1.31	1.76	1.01

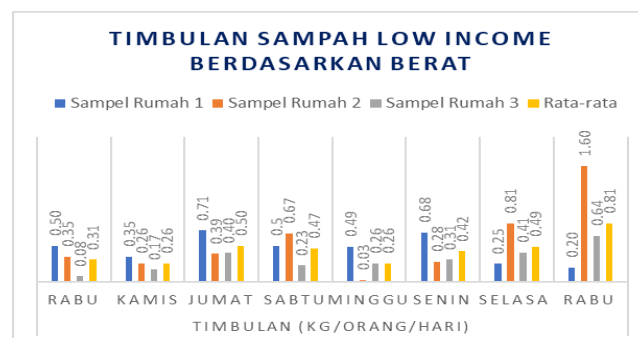
**Gambar 5.** Timbulan Sampah Medium Income Berdasarkan Volume Sampah

Dari data yang ada pada Tabel 4 dan Gambar 5, diketahui penghasil sampah terbanyak berdasarkan volume dimiliki oleh sampel rumah 3 pada hari jumat dengan volume sampah sebesar 7.44 liter/orang/hari. Sedangkan untuk penghasil sampah terendah dimiliki oleh sampel rumah 2 pada hari kamis dengan volume 0.72 liter/orang/hari.

4.2.3 Timbulan Sampah Low Income

Tabel 5. Timbulan Sampah Low Income Berdasarkan Berat Sampah

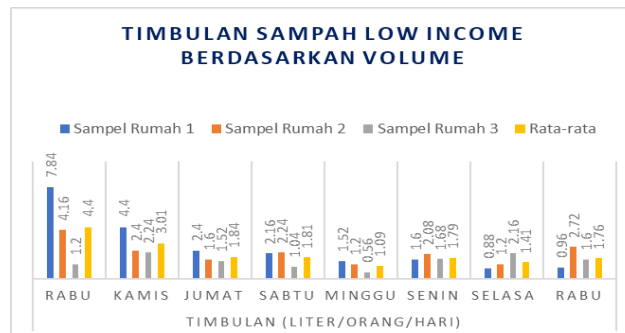
Rumah Low Income	Timbulan (Kg/orang/hari)							
	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu
Sampel Rumah 1	0.50	0.35	0.71	0.5	0.49	0.68	0.25	0.20
Sampel Rumah 2	0.35	0.26	0.39	0.67	0.03	0.28	0.81	1.60
Sampel Rumah 3	0.08	0.17	0.40	0.23	0.26	0.31	0.41	0.64
Rata-rata	0.31	0.26	0.50	0.47	0.26	0.42	0.49	0.81

**Gambar 6.** Timbulan Sampah Low Income Berdasarkan Berat Sampah

Dari data yang ada pada Tabel 5 dan Gambar 6, maka diketahui penghasil sampah terbanyak berdasarkan berat dimiliki oleh sampel rumah 2 pada hari rabu ke-2 dengan berat 1.60 kg/orang/hari. Dan untuk penghasil sampah terendah juga dimiliki oleh sampel rumah 2 pada hari minggu dengan berat sampah 0.03 kg/orang/hari.

Tabel 6. Timbulan Sampah Low Income Berdasarkan Volume Sampah

Rumah Low Income	Timbulan (Liter/orang/hari)							
	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	Selasa	Rabu
Sampel Rumah 1	7.84	4.4	2.4	2.16	1.52	1.6	0.88	0.96
Sampel Rumah 2	4.16	2.4	1.6	2.24	1.2	2.08	1.2	2.72
Sampel Rumah 3	1.2	2.24	1.52	1.04	0.56	1.68	2.16	1.6
Rata-rata	4.4	3.01	1.84	1.81	1.09	1.79	1.41	1.76

**Gambar 7.** Timbulan Sampah Low Income Berdasarkan Volume Sampah

Dari data yang ada pada Tabel 6, maka diketahui penghasil sampah terbanyak berdasarkan volume dimiliki oleh sampel rumah 1 pada hari rabu sebesar 7.84 kg/orang/hari dan timbulan sampah terendah untuk kelompok low income dimiliki oleh sampel rumah 3 pada hari minggu sebesar 0.56 kg/orang/hari.

4.3 Komposisi Timbulan Sampah Kelurahan Paal II

Sampah yang terkumpul, selanjutnya dipilah dan ditimbang agar dapat diketahui presentase nilai komposisi sampah yang ada di Kelurahan Paal II.

Tabel 7. Komposisi Sampah (kg) Kelurahan Paal II

Jenis Sampah	Komposisi Sampah % Dari Kg							
	High Income		Medium Income		Low Income		Rata-rata	
	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
Sisa Makanan	0.25	66.67%	0.21	70.02%	0.19	71.56%	0.217	69.12%
Sampah Halaman	0.001	0.27%	0	0.00%	0.03	11.30%	0.01	3.30%
Kertas	0.01	2.67%	0.005	1.67%	0.0005	0.19%	0.01	1.65%
Total Organik	0.26	69.60%	0.215	71.69%	0.2205	83.05%	0.23	74.06%
Tekstil	0.002	0.53%	0	0.00%	0.007	2.64%	0.00	0.96%
Kaca	0.015	4.00%	0.0009	0.30%	0	0.00%	0.01	1.69%
Karet	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
Logam	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
Residu	0.017	4.53%	0.005	1.67%	0.002	0.75%	0.01	2.55%
Plastik	0.06	15.73%	0.069	23.01%	0.032	12.05%	0.05	17.01%
Kardus	0.021	5.60%	0.01	3.33%	0.004	1.51%	0.01	3.72%
Total An-Organik	0.114	30.40%	0.0849	28.31%	0.045	16.95%	0.08	25.94%
TOTAL	0.38	100.00%	0.2999	100.00%	0.2655	100.00%	0.31	100.00%

4.4 Proyeksi Penduduk Kelurahan Paal II

Proyeksi penduduk dibutuhkan dalam perencanaan lahan TPS 3R di Kelurahan Paal II. Proyeksi penduduk Kelurahan Paal II di proyeksikan untuk 10 tahun ke depan. Dari tahun proyeksi 2024 maka akan di proyeksikan sampai pada tahun 2034.

Tabel 8. Proyeksi Penduduk

Proyeksi	Tahun	Penduduk
	2025	8540
	2026	8529
	2027	8519
	2028	8509
	2029	8498
	2030	8488
	2031	8477
	2032	8467
	2033	8457
	2034	8446

4.5 *Proyeksi Jumlah Timbulan Sampah Kelurahan Paal II*

Proyeksi timbulan sampah dilakukan untuk mengetahui jumlah timbulan sampah yang akan dihasilkan untuk 10 tahun ke depan.

Tabel 9. *Proyeksi Timbulan Sampah Kelurahan Paal II*

Tahun	Jumlah Penduduk	Timbulan Sampah		Volume Sampah		Berat Sampah
		Volume(L/org/hari)	Berat (Kg/org/hari)	L/hari	m3/hari	Kg/hari
2025	8540	2.13	0.51	18189.58	18.19	4355
2026	8529	2.13	0.51	18167.4	18.17	4350
2027	8519	2.13	0.51	18145.25	18.15	4345
2028	8509	2.13	0.51	18123.13	18.12	4339
2029	8498	2.13	0.51	18101.03	18.10	4334
2030	8488	2.13	0.51	18078.97	18.08	4329
2031	8477	2.13	0.51	18056.92	18.06	4323
2032	8467	2.13	0.51	18034.91	18.03	4318
2033	8457	2.13	0.51	18012.92	18.01	4313
2034	8446	2.13	0.51	17990.96	17.99	4308

4.6 *Recovery Factor*

Recovery faktor (RF) merupakan nilai presentase jumlah sampah yang dapat dimanfaatkan kembali atau di daur ulang dari total sampah yang dikelola.

Tabel 10. Nilai Recovery Factor

Jenis Sampah	Liter	Recovery Factor (%)	Volume Recovery (Liter)	Residu (%)	Volume Residu (Liter)
Sisa Makanan	58.36	80%	46.69	20%	11.67
Sampah Halaman	8.453	80%	6.76	20%	1.69
Kertas	4	50%	2.00	50%	2
Tekstil	4.31	65%	2.80	35%	1.51
Kaca	0.35	0%	0.00	100%	0.35
Karet	0	0%	0.00	100%	0
Logam	0	0%	0.00	100%	0
Plastik	82.64	50%	41.32	50%	41.32
Kardus	8.64	50%	4.32	50%	4.32
Residu	5.21	0%	0.00	100%	5.21
Total	171.96	60.42%	103.89	39.58%	68.07

4.7 *Perencanaan Tempat Pengolahan Sampah 3R (Reduce Reuse Recycle)*

Pada perencanaan pengolahan sampah di Kelurahan Paal II, terdapat perhitungan unit-unit pengolahan sampah diantaranya:

1. Loading Rate

Loading Rate adalah volume sampah yang dijadwalkan untuk diproses di tempat pengolahan sampah (TPS) 3R.

a. Timbulan sampah
$$= \text{Proyeksi volume sampah} \div 1000$$

- $= 17990.96 \text{ Liter/hari} \div 1000$
 $= 17.99 \text{ m}^3/\text{hari}$
 $= 7 \text{ jam/hari}$
 $= 1 \text{ m}$
 $= \frac{\text{Volume Sampah}}{\frac{\text{Waktu Proses}}{17.99 \text{ m}^3/\text{hari}}}$
 $= \frac{17.99 \text{ m}^3/\text{hari}}{7 \text{ jam/hari}}$
 $= 2.57 \text{ m}^3/\text{jam}$
- b. Waktu operasional
 c. Tinggi tumpukan sampah
 d. Loading rate
2. Area Penerimaan Sampah
- Area penerimaan sampah di TPS 3R dirancang sebagai tahap awal untuk menerima dan memilah sampah sebelum menuju pada pemrosesan berikutnya. Luas area ini ditentukan berdasarkan volume timbunan sampah harian rata-rata yang diukur selama penelitian, dibagi dengan perkiraan tinggi tumpukan sampah. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan volume sampah yang akan masuk sebanyak 17990.96 liter/hari atau 17.99 m³/hari. Tumpukan sampah diasumsikan setinggi 1.5 m.

Tabel 11. Kebutuhan Lahan Penerimaan

Spesifikasi	Kebutuhan Lahan	Satuan
Volume Sampah Masuk	17.99	m ³ /hari
Tinggi Tumpukan Sampah	1.5	m
Panjang x Lebar	4 x 4	m
Luas Lahan	16	m²

3. Ruang Pawadahan Sampah Organik
- Ruang pawadahan adalah area penerimaan sampah pertama kali yang mampu menampung timbunan sampah organik dari rumah warga sebelum masuk pada tahap pemrosesan. Perhitungan luas lahan ruang pawadahan sampah organik sebagai berikut.
- a. Volume sampah organik = Komposisi sampah organik x
 Volume total sampah
 $= 53.37\% \times 17.99 \text{ m}^3$
 $= 9.60 \text{ m}^3$
- b. Berat sampah organik = Proyeksi berat sampah x komposisi
 sampah organik
 $= 4308 \times 53.37\%$
 $= 2299 \text{ kg/hari}$
- c. Waktu operasional = 7 jam/hari
 d. Tinggi tumpukan = 1,5 m

Tabel 12. Kebutuhan Lahan Pawadahan

Spesifikasi	Kebutuhan Lahan	Satuan
Volume Sampah Masuk	9.60	m ³ /hari
Tinggi Tumpukan Sampah	1	m
Panjang x Lebar	4 x 3	m
Luas Lahan	12	m²

4. Ruang Pencacahan dan Mesin Pencacah
- Perhitungan untuk mesin pencacah dilakukan sesuai dengan Peraturan Menteri Perencanaan Umum No.3 Tahun 2013
- a. Jumlah mesin yang dibutuhkan
 $= \frac{\text{berat sampah organik/jam operasional}}{\text{kapasitas kerja}}$
 $= \frac{4308 \frac{\text{Kg}}{\text{hari}} / 7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}}}{700}$
 $= 0.87 \text{ kg/jam} \approx 1 \text{ buah mesin}$
- b. Dimensi mesin pencacah
 $= p \times l \times t$

- $= 1,1 \text{ m} \times 0,68 \text{ m} \times 1,35 \text{ m}$
 $= 1 \text{ m}^2$
 c. Luas lahan mesin pencacah
 $= 1,1 \text{ m} \times 0,68 \text{ m}$
 $= 0,75 \text{ m}^2$

Tabel 13. Ruang Pencacahan dan Mesin Pencacah

Spesifikasi	Kebutuhan Lahan	Satuan
Dimensi mesin pencacah	$1,1 \times 0,68 = 0,75$	m ³ /hari
Asumsi penambahan area pencacahan	$2 \times 1 = 2$	m
Luas Lahan	3	m²

5. Ruang Pengomposan

Dalam proses pengomposan akan menggunakan metode bata berongga.

a. Kriteria Desain

Dimensi lebar boks = 2,5 m

Tinggi boks = 1,4 m

Panjang boks = 4 m

b. Total Volume Pengomposan

- Volume sampah organik = 9.60 m³/hari

- Waktu pengomposan = 30 hari

- Nilai recovery = 80%

- Recovery factor = $80\% \times 9.60 \text{ m}^3/\text{hari}$
 $= 7.68 \text{ m}^3/\text{hari}$

- Penentuan volume boks

Volume tiap boks = $p \times l$ (t boks – t pipa alas)
 $= 4 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} (1,4 - 0,2 \text{ m})$
 $= 12 \text{ m}^3$

- Jumlah boks yang dibutuhkan

Boks sehari di isi = $0,2 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}$
 $= \text{total V pengomposan} \div \text{V timbunan dalam boks/hari}$
 $= 7.68 \text{ m}^3/\text{hari} \div 2 \text{ m}^3$
 $= 3,84 \approx 4 \text{ unit}$

- Penentuan luas kebutuhan ruang

▪ Ruang untuk satu unit box

= panjang x lebar
 $= 4 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}$
 $= 10 \text{ m}^2$

▪ Panjang ruangan

= $(p \text{ boks} \times \text{baris}) + (\text{jarak antar boks} \times \text{jumlah lorong})$
 $= (4 \text{ m} \times 2 \text{ baris}) + (1 \text{ m} \times 2 \text{ lorong}) + 2$
 $= 12 \text{ m}^2$

▪ Lebar ruangan

= $(L \text{ boks} \times \text{baris}) + (\text{jarak antar boks} \times \text{jumlah lorong})$
 $= (2,5 \text{ m} \times 4 \text{ baris}) + (1 \text{ m} \times 5 \text{ lorong})$
 $= 15 \text{ m}^2$

Tabel 14. Kebutuhan Lahan Area Pengomposan

Spesifikasi	Kebutuhan Lahan	Satuan
Boks bata berongga	$4 \text{ unit} \times 10 = 40$	m ²
Area boks bata berongga	$12 \times 15 = 180$	m ²
Luas Lahan	180	m²

6. Ruang Pengayakan dan Pengemasan Kompos

Penyusutan sampah organik dapat mencapai sekitar 40% - 50% pada saat pengomposan (Nafis, 2023). Pada perencanaan ini digunakan presentase 50%, maka perhitungan kompos yang akan dihasilkan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas kompos} &= \text{presentase penyusutan} \times \text{total V pengomposan} \\
 &= 50\% \times 7.68 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 3,84 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 0.54 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Berat kompos} &= \text{presentase penyusutan} \times \text{berat sampah organik} \\
 &= 50\% \times 4308 \text{ kg}/\text{hari} \\
 &= 2154 \text{ kg}/\text{hari} \\
 &= 307 \text{ kg}/\text{jam} \approx 1 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Tabel 15. Kebutuhan Lahan Area Pengayakan dan Pengemasan Kompos

Spesifikasi	Kebutuhan Lahan	Satuan
Jumlah alat pengayak	(1 buah) 4,5 x 1	m
Dimensi ruang rencana	5 x 5	m
Luas Lahan	25	m²

7. Ruang Pewadahan Sampah Anorganik

Sampah yang masuk akan dilakukan pemilahan mandiri oleh pekerja TPS untuk memisahkan sampah yang masih memiliki potensi untuk di daur ulang dan sampah yang akan menjadi residu yang selanjutnya akan dibuang di TPA. Area pewadahan sampah organik dirancang dengan panjang 6 m dan, lebar 5 m, dan tinggi 1,5 m, sehingga total kebutuhan lahan yang diperlukan adalah 30 m².

8. Ruang Pencucian dan Pengeringan Sampah Plastik

Tabel 16. Kebutuhan Luas Area Pencucian dan Pengeringan Sampah

Spesifikasi	Kebutuhan Lahan	Satuan
Area pencucian	5 x 4 = 20	m ²
Area pengeringan	5 x 4 = 20	m ²
Luas Lahan	40	m²

9. Ruang Pencacahan Sampah Plastik

Sampah plastik yang sudah melalui area pencucian dan pengeringan selanjutnya akan diolah menggunakan mesin pencacah sampah merek Agrowindo untuk menghasilkan produk biji plastik (pellet).

Tabel 17. Kebutuhan Lahan Pencacahan Sampah Plastik

Spesifikasi	Kebutuhan Lahan	Satuan
Dimensi mesin	1,25 x 1 x 1,5	m ³ /hari
Luas area mesin	1,25 x 1 = 1,25	m
Asumsi penambahan area	3 x 1 = 3	m
Luas Lahan	4,25	m²

10. Gudang

Kebutuhan area gudang dirancang dengan panjang 3 m, dengan lebar 3 m dan tinggi 3 m. Sehingga total luas lahan untuk tempat penyimpanan barang adalah 9 m².

11. Kantor

Kebutuhan area kantor dirancang dengan panjang 5 m, dengan lebar 6 m dan tinggi 3 m. Sehingga total luas lahan untuk kantor adalah 30 m².

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai perencanaan tempat pengolahan sampah yang dilakukan di Kelurahan Paal II Kota Manado, maka dapat disimpulkan bahwa: Kelurahan Paal II memiliki rata-rata volume timbulan sampah sebesar 2.13 liter/org/hari, besar timbulan sampah adalah 0.51 kg/org/hari. Komposisi sampah organik sebesar 74.06%, sampah anorganik 25.94%, dan residu 2.55%. Tempat pengolahan sampah 3R (TPS 3R) direncanakan di Kelurahan Paal II, Kota Manado. Di mulai dari proses pewadahan, pemilahan, pengolahan, serta pengangkutan sampah sampai menuju ke TPA (Tempat Pemrosesan Akhir). Total kebutuhan lahan TPS 3R sebesar 388,75 m². Dengan area perencanaan pada TPS, ruang penerimaan sampah seluas 16 m², ruang pewadahan sampah organik 12 m², ruang pencacahan dan mesin pencacah 3 m², ruang pengomposan 180 m², ruang pengayakan dan pengemasan kompos 25 m², ruang penyimpanan sampah anorganik 30 m², ruang pencucian sampah plastik 20 m², ruang pengeringan sampah plastik 20 m², serta ruang pencacahan sampah plastik 4.25 m². Untuk bangunan penunjang, 9 m² untuk area gudang, 30 m² untuk area kantor, 4 m² untuk area pos jaga, 3 m² untuk toilet, dan 32,5 m² untuk tempat parkir.

Referensi

- Aryenti, T. Kustiasih (2013). Kajian Peningkatan Tempat Pembuangan Sampah Sementara sebagai Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu. *Jurnal Permukiman* Volume 8 Nomor 2 Agustus Tahun 2013 : 89-97.
- Agnes T. Mandagi (2023). *Pengelolaan Sampah*. Kota Manado. Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Jl. Kampus Unsrat, Bahu.
- Angeli F. Lumi, Agnes T. Mandagi, J. E. R. Sumampouw (2019). Studi Eksperimental Pengaruh Sampah Plastik Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung. *TEKNO*. Vol 19 No. 79.
- Agnes T. Mandagi & Y Purukan (2023). Peran Pemerintah Dan Masyarakat Dalam Mengelola Sampah Dengan Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST) Di Kelurahan Kairagi Dua Kecamatan Mapanget Kota Manado. *Jurnal TEKNO*. Volume 21, nomor 86, tahun 2023.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya (2017). *Petunjuk Teknis Tempat Pengolahan Sampah 3R (TPS 3R)* Tahun 2017.
- HerawatyRiogilang (2020). Model Peningkatan Partisipasi Masyarakat dan Penguatan Sinergi dalam Pengelolaan Sampah Perkotaan di Kelurahan Sumompo Kecamatan Tuminting Kota Manado. Vol. 17 No. 2.
- Hendra Riogilang (2015). Tantangan Manado Menuju Kota Hijau. *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*. Volume 2. Nomor 2. Oktober 2015.
- Hendra Riogilang. Implementasi Manado Kota Hijau (2017). *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*. Volume 4. Nomor 1. September 2017.
- Hendra Riogilang (2021). Seminar Pengendalian Pencemaran dan Penyebaran Air Lindi dari Rembesan Kolam Lindi TPA Sumompo Manado. *MEDIA MATRASAIN*. Volume 18, No.2.
- Jonatan I. J. L, I. R. Mangangka, H. Riogilang. (2021). Perencanaan Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R Di Kecamatan Mapanget Kota Manado. *Jurnal TEKNO* Volume 19 Nomor 78 Tahun 2021.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 3 Tahun 2013. Tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga. Jakarta.
- Presiden Republik Indonesia. 2008. Undang-Undang RI Nomor 18 Tahun 2008, Tentang Pengelolaan Sampah. Jakarta: Skretaris Negara Republik Indonesia.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-2454-2002. Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Ragil Hartono, Hendra Riogilang, & I Mangangka (2022). Analisis Penyebaran Air Lindi TPA Mobongo Minahasa Selatan. *Jurnal TEKNO*. Volume 20, Nomor 82.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-3964-1994. Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan Dan Komposisi Sampah Perkotaan. Serpong.
- Standar Nasional Indonesia 19-3983-1995. Spesifikasi Timulan Sampah Untuk Kota Kecil Dan Kota Sedang Di Indonesia. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Tchobanoglous G. (1993). *Integrated Solid Waste Management*. McGraw - Hill International. New York.
- William Mawuntu, Hendra Riogilang, & C Supit (2023). Analisis Kapasitas Air Lindi Dan Rancangan Instalasi Pengolahan Lindi Pada TPA Kulo. Vol. 21 No. 85.