



Evaluasi Pengangkutan Sampah Di Kecamatan Malalayang

Immanuel M. Salindeho^{#a}, Hendra Riogilang^{#b}, Isri R. Mangangka^{#c}

[#]Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^aimmanuelmarsel26@gmail.com, ^briogilanghendra@gmail.com, ^cisri.mangangka@unsrat.ac.id

Abstrak

Pengolahan sampah kota memiliki tantangan tersendiri, khususnya pada daerah padat penduduk dimana timbulan sampah tidak sebanding dengan jumlah penduduk yang tercatat. Penelitian ini berfokus untuk meninjau dan mengevaluasi mengenai kinerja pengolahan sampah di Kecamatan Malalayang. Pada pengamatan langsung di lapangan, masih terdapat beberapa titik tumpukan sampah yang dihasilkan oleh masyarakat setempat. Oleh karena itu, diperlukan peninjauan kembali mengenai sistem pengolahan sampah di Kecamatan Malalayang Kota Manado. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengangkutan dan pengolahan sampah saat ini dan memberikan rekomendasi sistem pengolahan sampah yang dapat diterapkan di Kecamatan Malalayang Kota Manado. Rekomendasi pengembangan sistem pengelolaan sampah yang dirancang untuk Kecamatan Malalayang adalah dengan penambahan armada pengangkutan sampah untuk mengantisipasi pertambahan jumlah penduduk sesuai proyeksi pertumbuhan penduduk yang telah terdata saat ini.

Kata Kunci: pengangkutan sampah, proyeksi penduduk, Malalayang

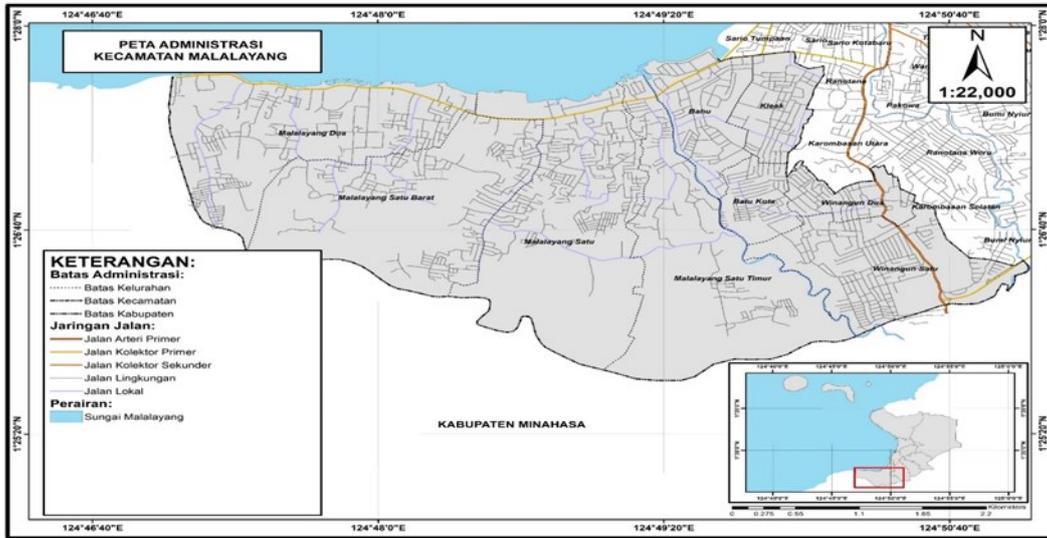
1. Pendahuluan

Sampah merupakan ancaman serius bagi manusia, karena sampah dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Sampai saat ini masih banyak orang yang malas membuang sampah karena rasa malas yang timbul saat membuang sampah harus membuka tutup tempat sampah yang kotor dan bau meskipun sudah tersedianya tempat sampah sesuai dengan jenisnya, tetapi masih ada yang membuang sampah tidak sesuai dengan jenisnya (Fatmawati dkk, 2020). Konsep kumpul angkut buang atau bakar, ternyata tidak efektif, terlebih jika pelaksanaannya tidak disiplin dan diikuti kebiasaan buruk masyarakat yang sering membuang sampah sembarangan. Akibatnya, sampah terimbun dan menumpuk di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir Sampah).

Besarnya jumlah penduduk dan keragaman aktivitas di kota-kota besar di Indonesia, mengakibatkan munculnya persoalan umum dalam pelayanan prasarana perkotaan, seperti masalah persampahan. Sampah yang masuk kedalam saluran atau wadah air dapat mempengaruhi kualitas air tersebut. Sampai saat ini paradigma pengelolaan sampah yang digunakan adalah: Kumpul – Angkut – Buang. Namun, diperkirakan hanya sekitar 60% sampah di kota-kota besar di Indonesia yang dapat terangkut ke TPA (Alfian & Phelia, 2021). Untuk dapat mengatasi permasalahan lingkungan akibat sampah diantaranya dengan mengelola sampah dengan baik dan benar, seperti sampah organik dan anorganik, keduanya dapat dimanfaatkan atau didaur ulang dengan memisahkan sesuai tempatnya terlebih dahulu. Pengelolaan sampah kota memiliki tantangan tersendiri, khususnya pada daerah perbukitan dimana akses truk pengangkut sampah sering tidak didapatkan. Penelitian ini berfokus untuk meninjau dan mengevaluasi mengenai kinerja pengelolaan sampah di Kecamatan Malayang. Pada pengamatan langsung di lapangan, masih terdapat beberapa titik tumpukan sampah yang dihasilkan oleh masyarakat setempat. Oleh karena itu, diperlukan peninjauan kembali mengenai sistem pengelolaan sampah di Kecamatan Malalayang Kota Manado.

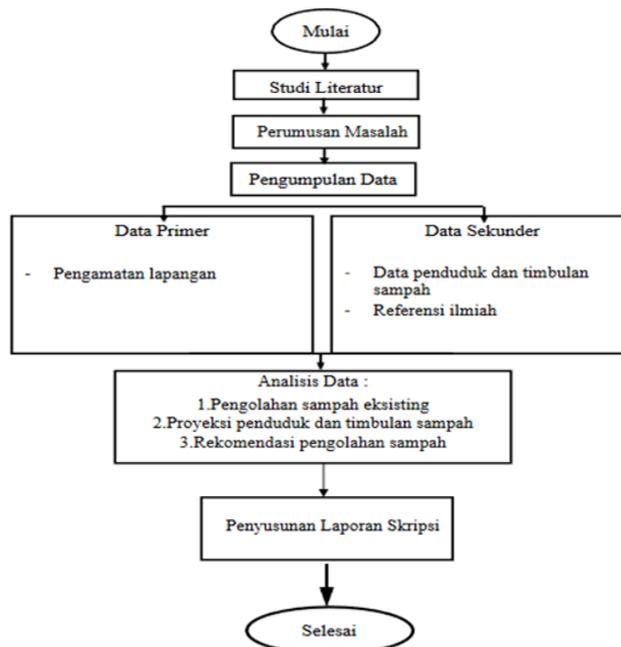
2. Metode

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah Kecamatan Malalayang, Kota Manado provinsi Sulawesi Utara dengan titik koordinat GPS (1°27'41" N) & (124°49'19" E).



Gambar 1. Peta Kecamatan Malalayang

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 pengelolaan sampah di lokasi tersebut. Data sekunder dalam penelitian ini adalah data jumlah penduduk, timbulan sampah, 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 pengelolaan sampah di lokasi penelitian dan pemahaman warga setempat terkait pengelolaan sampah. Data hasil penduduk dan timbulan sampah dianalisis untuk menemukan proyeksi timbulan sampah di masa mendatang dan sistem pengolahan sampah yang efektif untuk diterapkan. Adapun tahap enelitian secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 2.

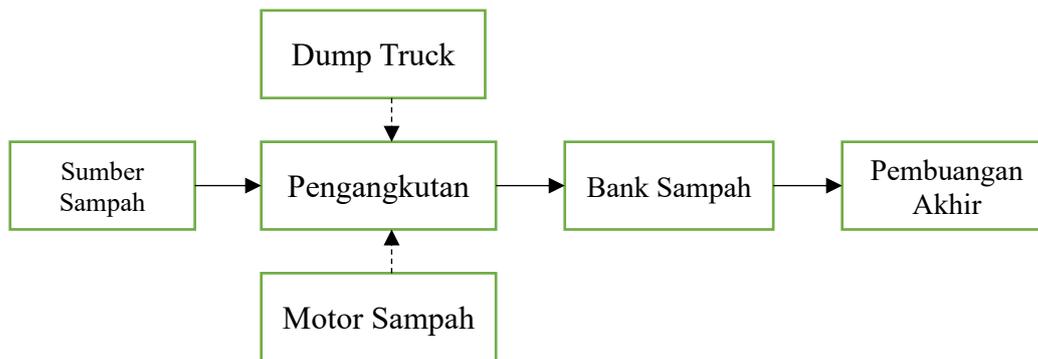


Gambar 2.. Bagan Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Gambaran Umum dan Kondisi Eksisting Pengangkutan Sampah

Kecamatan Malalayang adalah salah satu kecamatan yang ada di kota Manado, dengan luas wilayah 1768 Ha, dan memiliki 9 kelurahan. Pengolahan sampah di Malalayang mengikuti arahan dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Manado yang diimplementasikan untuk mengolah sampah di wilayah administrasi Kecamatan Malalayang. Pengolahan sampah di tingkat ini dilakukan untuk mengurangi timbulan sampah yang masuk ke tempat pemrosesan akhir (TPA) melalui serangkaian strategi pengolahan sampah. Secara umum sistem pengolahan sampah di Kecamatan Malalayang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Sistem Pengolahan Sampah Kecamatan Malalayang

Sampah umumnya berasal dari aktivitas domestik dan komersil. Adapun untuk komposisi sampah yang dihasilkan di Kecamatan Malalayang tidak ditemukan sehingga perhitungannya menagcu pada data komposisi sampah Kota Manado menurut perhitunagn terdahulu. Berdasarkan Takaendengan (2017), komposisi sampah di kota Manado secara umum 57% sampah organik dan sisanya 43% sampah anorganik (plastik 20%, kertas 16%, kain, kayu, karet, logam, kaca, dan lainnya $\leq 2\%$).



Gambar 4. Tumpukan Sampah di Kecamatan Malalayang

Timbulan sampah adalah volume sampah atau berat sampah yang dihasilkan dari jenis sumber sampah di wilayah tertentu per satuan waktu. Menurut Tchobanoglous timbulan sampah adalah sejumlah sampah yang dihasilkan oleh suatu aktivitas dalam kurun waktu tertentu, atau dengan kata lain banyaknya sampah yang dihasilkan dalam satuan berat (kilogram) gravimetri atau volume (liter) volumetri. Pendapat lain juga mengatakan bahwa timbulan sampah merupakan ukuran kuantitatif dari keberadaan sampah (Christiawan, 2016).

Sampah yang dihasilkan oleh aktivitas penduduk di Kecamatan Malalayang dengan

pengangkutan menggunakan kendaraan motor sampah dan dump truck. Kapasitas pengangkutan sampah dalam lingkup Kecamatan Malalayang berdasarkan data dirangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Armada Pengangkutan Sampah

Jenis Kendaraan	Jumlah Unit	Volume	Total Volume (Frekuensi 2x)	Total Volume Angkut
Dump Truck	9	12,144 m ³	109,296 m ³ x 2	218,592 m ³
Motor Sampah	28	3,458 m ³	96,768 m ³ x 2	193,536 m ³
			Total	412,128 m³

Berdasarkan Tabel 1, jumlah sampah yang dapat diangkut menuju tempat pengolahan sementara adalah 412,128 m³/hari.

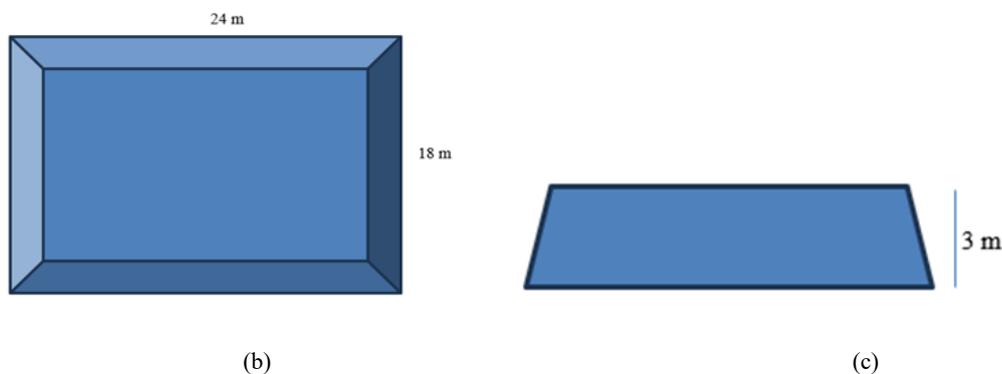
3.2. Pengolahan Sampah Sementara

Kecamatan malalayang memiliki TPS tepatnya dikantor kecamatan untuk mengolah sampah sebelum diangkut di TPA, untuk mengetahui kapasitas volume TPS dapat dihitung dengan cara berikut :

- Langkah 1: Mengukur dimensi TPS



(a)



(b)

(c)

Gambar 5. (a) Lahan TPS; (b) Luas lahan TPS, (c) Luas Trapesium

- Langkah 2 : Hitung Luas Trapesium

$$A_{\text{alas}} = \frac{1}{2} \times (a + c) \times h \quad (1)$$

- Langkah 3 : Hitung Volume Timbulan Sampah, dengan tinggi (h) = 3

$$A = \frac{1}{2} \times (22 + 16) \times 18 = \frac{1}{2} \times 38 \times 18 = 342 \text{ meter persegi}$$

Volume timbulan sampah di TPS :

$$V = \frac{1}{2} \times h \times (A_{\text{alas}} + A_{\text{atas}}) \quad (2)$$

$$V = A \times t = 342 \times 3 = 1026 \text{ meter kubik}$$

Volume timbulan sampah di Tempat Pembuangan Sementara Kecamatan Malalayang adalah sebesar 1026 m³. Kapasitas Bank Sampah berdasarkan hasil wawancara dengan pengelola bank sampah adalah 100 – 200 kg/hari tetapi kecamatan malalayang sudah tidak memberlakukan bank sampah lagi mulai dari tahun 2023, diasumsikan pengolahan terbesar perhari 200 kg sehingga mengacu pada perhitungan berat jenis sampah yang dibahas sebelumnya, maka volume sampah yang diolah di Bank Sampah adalah:

$$\text{Volume} = \frac{\text{berat sampah perhari (kg)}}{\text{berat jenis sampah}} \quad (3)$$

$$\text{Volume} = \frac{200}{169,44} = 1,18 \text{ m}^3$$

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 Malalayang memiliki pengolahan sampah dan jumlah sampah yang dikelola terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengolahan Sampah Kecamatan Malalayang. (Kecamatan Malalayang, 2023)

No	Column A (t)	Jumlah	Kapasitas Harian	Status
1	Bak Sampah	0	-	Tidak Jalan
2	TPS	1	1023 m ³	Berjalan
3	TPS 3R	0	-	Tidak Jalan

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa pengolahan sampah yang dilakukan di Kecamatan Malalayang dilakukan hanya di tempat pengolahan sampah di kantor kecamatan malalayang (TPS), saat ini pengolahan sampah mempunyai kapasitas TPS sebesar 1026 meter³. Hal ini menunjukkan bahwa pengolahan sampah masih di TPS Kecamatan Malalayang masih layak digunakan.

3.3. Proyeksi Penduduk dan Timbulan Sampah

Pengembangan pengolahan sampah dilakukan dengan menghitung terlebih dahulu proyeksi penduduk untuk mengetahui jumlah penduduk rencana yang akan dilakukan. Kemudian proyeksi timbulan sampah dilakukan untuk mengetahui gambaran jumlah sampah yang dihasilkan beserta komposisi sampah untuk memudahkan dalam pengembangan pengolahan sampah.

Proyeksi penduduk dilakukan selama 15 tahun kedepan yaitu pada tahun 2035 terhitung pada tahun 2020. Untuk menghitung proyeksi jumlah penduduk di tahun yang akan datang, diperlukan data jumlah penduduk dan perlu diketahui juga persentasi pertumbuhan penduduknya. Hasil perhitungan proyeksi metode aritmatika penduduk ditunjukkan pada Tabel 3. Berdasarkan hasil perhitungan proyeksi penduduk metode aritmatika, diperoleh jumlah penduduk proyeksi pada tahun 2039 adalah 72.729 jiwa dengan rerata pertumbuhan stagnan 1% pertahun.

Tabel 3. Proyeksi Penduduk Kecamatan Malalayang

Tahun	Penduduk	Pertumbuhan
2024	63448	0,01
2025	64072	0,01
2026	64695	0,01
2027	65318	0,01
2028	65941	0,01
2029	66564	0,01
2030	67188	0,01
2031	67811	0,01
2032	68434	0,01
2033	69057	0,01
2034	69680	0,01
2035	70303	0,01
2036	70927	0,01
2037	71550	0,01
2038	72173	0,01
2039	72796	0,01

Proyeksi timbulan sampah diperlukan untuk mengetahui jumlah sampah yang ada di Kecamatan Malalayang pada tahun 2039, hal ini juga digunakan untuk mengetahui jumlah sampah yang akan dikeloloma. Berdasarkan perhitungan sebelumnya, timbulan sampah rata-rata perorang perhari di Kecamatan Malalayang adalah $6.4591/\text{hari/jiwa} = 0,006495 \text{ m}^3/\text{hari/jiwa}$ sehingga proyeksi timbulan sampah pada tahun 2039 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Proyeksi timbulan} &= \text{jumlah penduduk} \times \text{timbulan perorang} & (4) \\ &= 72.796 \times 0,006495 = 472,8 = 473 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Sehingga volume sampah yang akan dikelola di Kecamatan Malalayang pada proyeksi penduduk tahun 2039 dengan jumlah penduduk Kecamatan Malalayang 72.796 jiwa adalah $473 \text{ m}^3/\text{hari}$. Penanganan angkutan terhadap selisih timbulan sampah untuk proyeksi 15 tahun sampai tahun 2039 dari tahun 2024 adalah:

$$472,8 \text{ m}^3 - 412,128 \text{ m}^3 = 60,672 \text{ m}^3$$

Untuk tiap truk sampah dapat mengangkut $12,144 \text{ m}^3$, dan motor pengangkut sebesar $3,456 \text{ m}^3$ volume sampah maka penambahan armada dihitung sebesar:

- Untuk 4 Truk sampah dapat mengangkut $= 4 \times 12,144 \text{ m}^3 = 48,576 \text{ m}^3$
 - Jumlah penambahan armada motor sampah untuk sisa volume yang ada adalah :
- Volume sisa / Volume Motor sampah (5)

$$= \frac{60,672 \text{ m}^3 - 48,576 \text{ m}^3}{3,456 \text{ m}^3} = \frac{12,096 \text{ m}^3}{3,456 \text{ m}^3} = 3,5 \approx 4 \text{ Motor}$$

Jumlah penambahan armada adalah sebesar 4 Truk Sampah dan 4 Motor Sampah.

Berdasarkan data komposisi sampah di atas proyeksi jumlah sampah per jenis sampah selama 15 tahun kedepan di Kecamatan Malalayang dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa komposisi sampah pada akhir tahun proyeksi di Kecamatan Malalayang adalah $472,8 \text{ m}^3/\text{hari}$, yang terdiri atas sampah organik $181 \text{ m}^3/\text{hari}$, sampah plastik $64,6 \text{ m}^3/\text{hari}$, dan sampah anorganik lainnya $136,8 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Tabel 4. Proyeksi Jumlah Timbulan Sampah per Jenisnya

Tahun	Penduduk	Proyeksi Timbulan Sampah (m ³ /hari)	Proyeksi Sampah Per Jenisnya		
			Organik	Plastik	Anorganik
2024	63448	412.1	234.9	82.4	177.2
2025	64072	416.1	237.2	83.2	178.9
2026	64695	420.2	239.5	84.0	180.7
2027	65318	424.2	241.8	84.8	182.4
2028	65941	428.3	244.1	85.7	184.2
2029	66564	432.3	246.4	86.5	185.9
2030	67188	436.4	248.7	87.3	187.6
2031	67811	440.4	251.0	88.1	189.4
2032	68434	444.5	253.4	88.9	191.1
2033	69057	448.5	255.7	89.7	192.9
2034	69680	452.6	258.0	90.5	194.6
2035	70303	456.6	260.3	91.3	196.3
2036	70927	460.7	262.6	92.1	198.1
2037	71550	464.7	264.9	92.9	199.8
2038	72173	468.8	267.2	93.8	201.6
2039	72796	472.8	269.5	94.6	203.3

3.4. Evaluasi Pengolahan Sampah

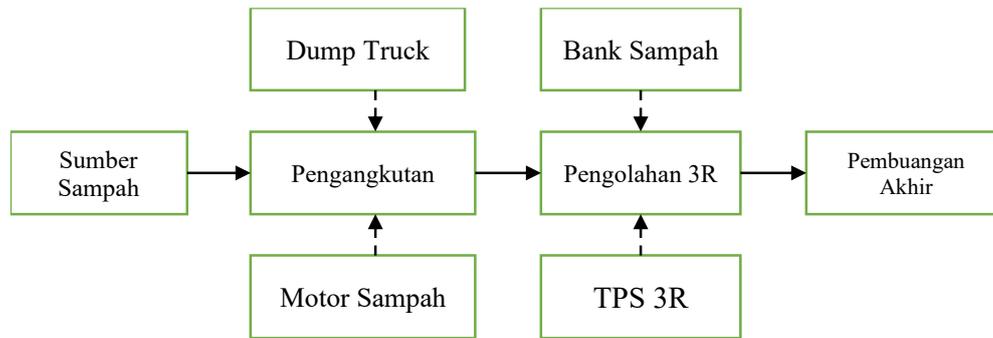
Berdasarkan hasil penelusuran dan analisis pengolahan sampah eksisting di Kecamatan Malalayang Kota Manado, dapat dilihat bahwa sampah yang terkelola sangat sedikit dibanding sampah yang dihasilkan. Sampah yang tidak terkelola kemudian diangkut menuju tempat pemrosesan akhir sampah (TPA) yang berada di TPA Sumompo. Rekapitulasi hasil pengolahan sampah ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Pengolahan Sampah

Item	Hasil
Sampah dihasilkan	412,128 m ³ /hari
Sampah diolah	82,4 m ³ /hari
Sampah tidak diolah	329,728, m ³ /hari
Persentase sampah diolah	20%
Persentase sampah tidak diolah	80%

Berdasarkan Tabel 5, dapat dilihat bahwa sampah yang dapat diolah di Kecamatan Malalayang masih rendah dan hanya sekitar 20% dari total keseluruhan sampah yang dihasilkan, yaitu 412,128 m³/a. Hal ini menunjukkan bahwa pengolahan sampah di Kecamatan Malalayang eksisting belum efektif dan perlu ditingkatkan agar dapat mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan dari tumpukan sampah dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat Kecamatan Malalayang. Pengembangan pengelolaan sampah yang efektif direncanakan untuk mengelola sampah dari sumber hingga ke pemrosesan akhir. Proses pengelolaan sampah yang dirancang untuk Kecamatan Malalayang secara garis besar adalah sebagai berikut :

1. Pemilahan sampah dari sumbernya
2. Pengangkutan sampah dari sumber ke TPS 3R
3. Pengolahan sampah di TPS 3R
4. Pengangkutan disposal ke TPA



Gambar 6. Pengembangan Pengolahan Sampah Malalayang

4. Kesimpulan

Evaluasi pengangkutan sampah di kecamatan malalayang dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi Existing (2024):
 - a. Jumlah Timbulan sampah untuk kondisi eksisting di Kecamatan malalayang pada tahun 2024 menghasilkan 412,128 m³ angkutan sampah setiap harinya;
 - b. Kapasitas TPS sampah pada tahun 2024 dikecamatan malalayang dengan panjang 22 meter dan lebar 18 meter menampung sebesar 1026 m³ sehingga dapat disimpulkan bahwa TPS kecamatan malalayang masih layak untuk digunakan.
2. Proyeksi 15 tahun kedepan (2039):
 - a. Jumlah Timbulan sampah kecamatan malalayang untuk proyeksi 15 tahun yaitu pada tahun 2039 adalah 472.8 m³/hari. Terdapat selisih 60.672 m³ dari kondisi existing tahun 2024. Maka untuk menanggulangi kelebihan timbulan sampah yang dihasilkan pada tahun 2039 maka di rekomendasikan penambahan 4 truk sampah dengan kapasitas angkut 12.144m³/truk dan penambahan 4 motor sampah dengan kapasitas angkut 3.456 m³;
 - b. Kapasitas TPS sampah pada tahun 2039 dikecamatan malalayang dengan panjang 22 meter dan lebar 18 meter menampung sebesar 1026 m³ masih dapat menampung jumlah timbulan sampah 472.8 m³.

Referensi

- Alfian, R., & Phelia, A. (2021). Evaluasi Efektifitas Sistem Pengangkutan Dan Pengelolaan Sampah Di TPA Sarimukti Kota Bandung. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 2(01), 16-22.
- 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.
- Manik, J. R., & Kabeakan, N. T. M. B. (2021). Pengelolaan sampah rumah tangga dalam peningkatan pendapatan pada kelompok Ibu-ibu Asyiyah. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 48-54.
- 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.
- Sudirman, F. A., & Phradiansah, P. (2019). Tinjauan implementasi pembangunan berkelanjutan: pengelolaan sampah kota kendari. *Sospol: Jurnal Sosial Politik*, 5(2), 291-305.
- 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. *JurnalAbdimas 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., & Yulianti, E. (2015). PENERAPAN PRINSIP 5R (REDUCE, REUSE, RECYCLE, REPLANT DAN REPLACE) SEBAGAI UPAYA EFEKTIF MENANGANI MASALAH SAMPAH RUMAHTANGGA. *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.
- 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.
- DLH Kulonprogo. Laporan Antara - Kajian Timbulan Sampah Harian Permukiman Kulon Progo. <https://dlh.kulonprogokab.go.id/>. Diakses 28 Mei 2023.
- W Mawuntu, H Riogilang, CJ Supit Analisis Kapasitas Air Lindi Dan Rancangan Instalasi Pengolahan Lindi Pada TPA Kulo , *TEKNO* 21 (85), 1569-1588
- H Riogilang, Seminar Pengendalian Pencemaran dan Penyebaran Air Lindi Dari Rembesan Kolam Lindi Tpa Sumompo Manado, *Media Matrasain* 18 (2), 67-74
- MR Sondang, H Riogilang, H Riogilang, Analisis Aplikasi Eco-Enzyme Terhadap Kandungan Logam Berat Pada Air Lindi di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sumompo, *TEKNO* 21 (85), 1377-1385
- WD Harundja, H Riogilang, LA Hendratta, Studi Penyebaran Kontaminan Pada Air Tanah TPA Airmadidi Terhadap Pemukiman, *TEKNO* 21 (85), 1387-1397
- FLT Polii, H Riogilang, OBA Sompie, Analisis Stabilitas Timbunan Pada Perencanaan Landfill Site di TPA Kota Tomohon, *TEKNO* 20 (81)
- RAP Hartono, H Riogilang, IR Mangangka, Analisis Penyebaran Air Lindi TPA Mobongo Minahasa Selatan, *TEKNO* 20 (82), 1285-1294
- CJS Arfansyah Abdulfattah Alamtaha, Hendra Riogilang, ANALISIS PENYEBARAN KONTAMINAN ATAU POLUTAN PADA AIR TANAH TPA AERTEMBAGA BITUNG, *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* 1, 10