

Optimalisasi Reduksi Sampah di TPS 3R Tenggilis dan Super Depo Sutorejo, Kota Surabaya

Habib Dwi Putro Priambodo¹, Arseto Yekti Bagastyo²

^{1,2}Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Perencanaan dan Kebumihan,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Jawa Timur

Koresponden email: habibdwiputro@gmail.com, bagastyo@enviro.its.ac.id

Diterima: 22 Januari 2024

Disetujui: 29 Januari 2024

Abstract

Surabaya is a major city with a population reaching 2,88 million in 2022, with waste production rate about 0,729 kg/person/day. Waste management in Surabaya involves TPS, TPS 3R, and compost houses before the waste is sent to the Benowo Landfill. The increasing waste generation rate is causing the estimated lifespan of the landfill to be insufficient in the next 10 years. To answers this issue, efforts are needed to reduce waste to 1.000 tons/day towards the landfill, and an evaluation of the TPS 3R in Surabaya is necessary to achieve this goal. The selected study areas are TPS 3R Tenggilis and Super Depo Sutorejo as they still have 53% and 57% residual. The research is conducted by analyzing technical aspects and institutional analysis. The research results indicate the potential reduction based on scenario 1 in Tenggilis and Super Depo Sutorejo 3R TPS of 50,77% and 55,75%. Meanwhile, the potential reduction based on scenario 2 in Tenggilis 3R TPS is 60,62%, and Super Depo Sutorejo is 60,74%. In the institutional analysis, TPS 3R Tenggilis and Super Depo Sutorejo are in quadrant 1 of the SWOT quadrant position map. The applicable strategy from both 3R TPS is an expansion strategy.

Keywords: *institutional analysis, technical analysis, waste management, waste reduction potential, 3R waste collection points*

Abstrak

Surabaya merupakan kota besar dengan jumlah populasi mencapai 2,88 juta pada tahun 2022, timbulan sampah yang dihasilkan mencapai 0,729 kg/orang/hari. Pengelolaan sampah di Surabaya melibatkan TPS, TPS 3R, dan rumah kompos sebelum sampah dikirimkan menuju TPA Benowo. Tingkat timbulan sampah yang meningkat menyebabkan umur TPA diperkirakan tidak mencukupi setelah 10 tahun mendatang. Untuk mengatasi hal tersebut maka diperlukan upaya reduksi sampah menjadi 1.000 ton/hari menuju TPA, selain itu untuk mewujudkan hal tersebut maka diperlukan evaluasi terhadap TPS 3R di Kota Surabaya. Daerah studi yang dipilih adalah TPS 3R Tenggilis dan Super Depo Sutorejo karena jumlah residu timbulan sampah masih 53% dan 57%. Penelitian dilakukan dengan menganalisis aspek teknis (timbulan, densitas, komposisi, *mass balance*, dan pembuatan skenario) dan analisis kelembagaan dengan metode SWOT. Hasil penelitian menunjukkan potensi reduksi berdasarkan skenario 1 di TPS 3R Tenggilis dan Super Depo Sutorejo sebesar 50,77% untuk TPS 3R Tenggilis dan 55,75% untuk Super Depo Sutorejo. Sedangkan potensi reduksi sampah berdasarkan skenario 2 di TPS 3R Tenggilis adalah 60,62% dan untuk Super Depo Sutorejo sebesar 60,74%. Dalam analisis kelembagaan, TPS 3R Tenggilis dan Super Depo Sutorejo berada pada kuadran 1 dari peta kuadran SWOT. Strategi yang dapat diterapkan dari kedua TPS 3R adalah strategi ekspansi.

Kata Kunci: *analisis teknis, analisis kelembagaan, pengelolaan sampah, potensi reduksi sampah, TPS 3R*

1. Pendahuluan

Surabaya adalah salah satu kota dengan tingkat populasi yang tinggi, pada tahun 2022 jumlah penduduk Kota Surabaya mencapai 2,88 juta penduduk, rata-rata pertumbuhan penduduk di Kota Surabaya mencapai 0,45 persen [1]. Seiring bertambahnya jumlah penduduk di Kota Surabaya maka pola konsumsi dari penduduk juga akan bertambah. Hal ini menyebabkan sampah yang dihasilkan oleh penduduk semakin meningkat. Sampah merupakan barang yang tidak digunakan dan berasal dari kegiatan manusia serta tidak terjadi dengan sendirinya [2]. Tahun 2021, jumlah timbulan sampah di Kota Surabaya mencapai 2.079,52 ton per hari, rata-rata timbulan per orang setiap hari sebesar 0,729 kg/orang/hari [3].

Pengelolaan sampah merupakan suatu kontrol terhadap jumlah timbulan sampah yang dihasilkan, pewadahan, pengumpulan, pengangkutan, dan proses pembuangan akhir dari sampah yang hal ini selalu dikaitkan dengan nilai dan prinsip ekonomi, konservasi, kesehatan, teknik, lingkungan, estetika, dan respon

masyarakat [4]. Pada pengelolaan sampah, di Kota Surabaya terdapat total 9 TPS 3R, 26 tempat rumah kompos, dan 331 TPS dalam upaya mereduksi timbulan sampah yang dihasilkan oleh penduduk. Penimbunan akhir dari sampah di Kota Surabaya dilakukan di TPA Benowo. Berdasarkan kondisi eksisting di Kota Surabaya, timbulan sampah yang menuju ke TPA pada tahun 2023 mencapai 1.600-2.000 ton setiap harinya. Timbulan sampah yang semakin meningkat diperkirakan membuat umur TPA Benowo tidak dapat menampung timbulan sampah setelah mencapai 10 tahun mendatang. Dengan adanya kondisi tersebut, maka dinas terkait memiliki perencanaan jangka menengah untuk dapat mengurangi jumlah timbulan sampah menjadi 1.000 ton per hari. Salah satu cara untuk mengurangi timbulan tersebut adalah dengan melakukan evaluasi di TPS 3R Kota Surabaya. TPS 3R merupakan TPS yang menerapkan prinsip *reduce* (reduksi sampah), *reuse* (menggunakan kembali), dan *recycle* (daur ulang dari sampah yang dihasilkan). Wilayah studi pada penelitian ini dilakukan di TPS 3R Tenggilis dan Super Depo Sutorejo. Hal ini karena jumlah residu timbulan sampah di TPS 3R Tenggilis masih 57% dan Super Depo Sutorejo sebesar 53%.

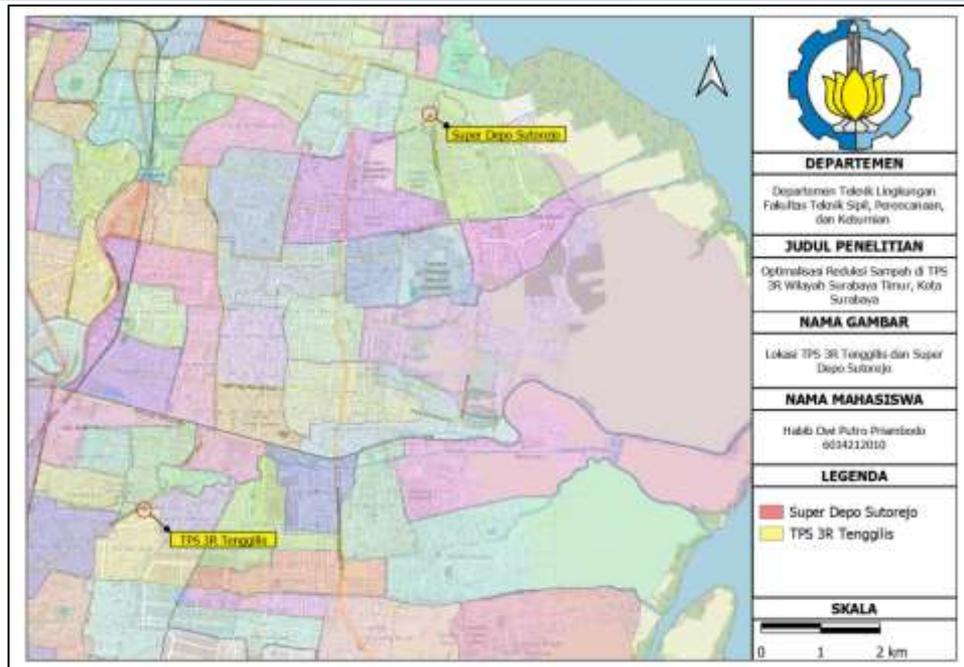
Penelitian ini dilakukan untuk dapat mengevaluasi pengelolaan sampah di TPS 3R Tenggilis dan Super Depo Sutorejo dengan penerapan potensi reduksi sampah melalui skenario yang akan diterapkan. Disamping itu penelitian ini juga berfokus pada penerapan strategi kebijakan yang tepat untuk jangka menengah dengan analisis kelembagaan. Berdasarkan Suryani (2014), pengelolaan sampah merupakan suatu proses dalam mengelola persampahan yang di dalamnya terdiri dari 5 aspek, diantaranya aspek teknik operasional, finansial, kelembagaan, hukum, dan peran serta masyarakat [5]. Dengan adanya penelitian ini maka diharapkan timbulan sampah yang dibawa menuju ke TPA Benowo dapat direduksi, lebih efisien, dan periode desain TPA dapat berlangsung lebih lama.

2. Metode Penelitian

Jenis data yang digunakan pada penelitian adalah data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan berdasarkan hasil survei lapangan, sampling, dan wawancara. Sedangkan data sekunder didapatkan dari jurnal, buku, dan data dari dinas terkait. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan analisis teknis dan analisis kelembagaan. Analisis teknis yang dilakukan adalah dengan melakukan analisis timbulan sampah, densitas sampah, komposisi sampah, *mass balance*, dan pembuatan skenario pengembangan TPS 3R. Sampling timbulan sampah, densitas, dan komposisi sampah dilakukan sesuai dengan SNI 19-3964-1994. Sampling timbulan sampah, densitas, dan komposisi sampah dilakukan selama 8 hari di masing-masing TPS 3R.

Setelah dilakukan analisis, langkah selanjutnya membuat *mass balance* dari hasil sampling yang telah dilakukan berdasarkan dari data *recovery factor* yang telah diperoleh. Hasil *mass balance* selanjutnya dibandingkan dengan literatur yang lain dan dapat diketahui potensi reduksi sampah di masing-masing TPS 3R. Setelah mengetahui *mass balance* yang telah dianalisis, selanjutnya membuat skenario dari masing-masing TPS 3R dalam pengembangan pengelolaan sampah dalam 10 tahun mendatang. *Mass balance* atau keseimbangan massa merupakan suatu perhitungan yang akurat dari timbulan sampah yang masuk untuk dapat dilakukan kalkulasi dan hasilnya dapat dilihat pada jangka waktu yang ditentukan. Dasar keseimbangan massa yaitu massa yang masuk harus sama dengan massa yang keluar [6].

Sedangkan dalam analisis kelembagaan, metode analisis yang dilakukan pada TPS 3R Tenggilis dan Super Depo Sutorejo adalah metode SWOT. Metode analisis SWOT terdapat empat manfaat bagi pengambil kebijakan dalam pembuatan strategi antara lain *simplicity*, *flexibility*, *integration*, dan *collaboration*. *Simplicity* yaitu analisis tidak memerlukan pelatihan khusus dalam pengambilan keputusan, *flexibility* yaitu analisis dapat memberikan kualitas yang lebih baik terhadap perencanaan strategi walau tanpa informasi pemasaran, *integration* yaitu analisis dapat memiliki hubungan dengan berbagai macam informasi yang tersedia, dan *collaboration* yaitu analisis mendorong kerjasama dan *sharing information* antara satu pihak dengan pihak yang lain [7]. Lokasi studi TPS 3R Tenggilis dan Super Depo Sutorejo terdapat di Surabaya Timur. TPS 3R Tenggilis berada di Kecamatan Tenggilis Mejoyo, sedangkan Super Depo Sutorejo berada di Kecamatan Mulyorejo. Lokasi TPS 3R Tenggilis dan Super Depo Sutorejo dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Lokasi TPS 3R Tenggilis dan Super Depo Sutorejo di Wilayah Surabaya Timur

3. Hasil dan Pembahasan

A. Analisis Aspek Teknis

Timbulan Sampah

Sampling timbulan sampah dilakukan selama 8 hari di masing-masing lokasi. Sampling dilakukan terhadap tiga gerobak sampah yang sudah dilakukan koordinasi sebelumnya dan telah dipetakan terhadap jumlah KK yang dilayani. Hasil dari sampling timbulan sampah di TPS 3R Tenggilis adalah rata-rata timbulan sampah yang dihasilkan penduduk sebesar 0,434 kg/orang/hari. Sedangkan rata-rata timbulan sampah yang dihasilkan penduduk di Super Depo Sutorejo sebesar 0,378 kg/orang/hari. Berdasarkan studi yang pernah dilakukan di Kecamatan Tenggilis Mejoyo, jumlah timbulan sampah yang dihasilkan per orang setiap harinya adalah 0,307 kg/orang/hari [8]. Sehingga nilai timbulan yang digunakan sebagai acuan penelitian adalah 0,434 kg/orang/hari karena dianggap lebih representatif dan mendekati standar. Sedangkan berdasarkan studi yang pernah dilakukan di Kecamatan Mulyorejo, jumlah timbulan sampah yang dihasilkan setiap harinya sebesar 0,23 kg/orang/hari [9]. Nilai timbulan yang digunakan sebagai acuan perhitungan adalah 0,378 kg/orang/hari karena dianggap lebih representatif dan mendekati standar. Besaran timbulan sampah ini dapat bervariasi setiap harinya karena dipengaruhi beberapa faktor, diantara adalah faktor tingkat pertumbuhan penduduk, jumlah penduduk, pola hidup penduduk, mobilitas penduduk, dan cara penanganan terhadap makanan [10].

Densitas Sampah

Sampling densitas sampah dilakukan selama 8 hari di TPS 3R Tenggilis dan Super Depo Sutorejo. Metode yang digunakan adalah *random sampling* pada ketiga gerobak yang sudah dipilih. Densitas sampah diperlukan sebagai parameter yang dapat terintegrasi dengan sistem perencanaan pengelolaan sampah. Dalam mengukur densitas sampah dapat dilakukan dengan perbandingan berat sampah dengan volume sampah [11]. Hasil dari sampling densitas sampah yang telah dilakukan yaitu densitas rata-rata sampah di TPS 3R Tenggilis sebesar 157,93 kg/m³. Sedangkan densitas rata-rata di Super Depo Sutorejo sebesar 137,35 kg/m³.

Komposisi Sampah

Sampling komposisi sampah di TPS 3R Tenggilis dan Super Depo Sutorejo dilakukan selama 8 hari dengan metode *random sampling* dari gerobak yang telah dipilih sebelumnya. Berdasarkan SNI 19-3964-1994, komposisi sampah dapat terdiri dari sampah sisa makanan dan daun, kertas, kain/tekstil, karet/kulit, kayu, logam, plastik, gelas/kaca, dan lain-lain [12]. Akan tetapi, komposisi sampah yang dilakukan pemilahan di penelitian ini adalah sampah makanan, sampah kebun, plastik (PET, HDPE, PP, LDPE, plastik lainnya), kertas/kardus, kaca/gelas, kain/tekstil, kayu, logam, sampah B3, sampah elektronik, diapers/popok dan lainnya. Hasil sampling komposisi sampah dapat dilihat di **Tabel 1** dan **Tabel 2**.

Tabel 1. Komposisi Sampah di TPS 3R Tenggilis

Jenis	Berat Rata-Rata (kg)	Komposisi Rata-Rata (%)
Sampah Makanan	38,92	38,92%
Sampah Kebun	14,12	14,12%
Plastik PET	3,19	3,19%
Plastik HDPE	1,00	1,00%
Plastik PP	1,61	1,61%
Plastik LDPE	4,83	4,83%
Plastik Lainnya	3,45	3,45%
Kertas/Kardus	5,44	5,44%
Kaca/Gelas	0,67	0,67%
Kain/Tekstil	5,27	5,27%
Kayu	0,69	0,69%
Logam	0,55	0,55%
Sampah B3	0,47	0,47%
Elektronik	0,24	0,24%
Popok	12,40	12,40%
Sampah Lainnya	7,14	7,14%

Tabel 2. Komposisi Sampah di Super Depo Sutorejo

Jenis	Berat Rata-Rata (kg)	Komposisi Rata-Rata (%)
Sampah Makanan	29,53	29,53%
Sampah Kebun	17,62	17,62%
Plastik PET	1,17	1,17%
Plastik HDPE	1,05	1,05%
Plastik PP	2,51	2,51%
Plastik LDPE	10,87	10,87%
Plastik Lainnya	10,93	10,93%
Kertas/Kardus	10,96	10,96%
Kaca/Gelas	0,84	0,84%
Kain/Tekstil	4,51	4,51%
Kayu	2,84	2,84%
Logam	1,04	1,04%
Sampah B3	0,10	0,10%
Popok	3,04	3,04%
Lainnya	2,99	2,99%

Berdasarkan hasil sampling di kedua TPS 3R, komposisi sampah yang dominan rata-rata adalah sampah makanan (38,92% di TPS 3R Tenggilis dan 29,53% di Super Depo Sutorejo) serta sampah kebun (14,12% di TPS 3R Tenggilis dan 17,62% di Super Depo Sutorejo).

Recovery Factor

Kegiatan di TPS 3R Tenggilis terdiri dari kegiatan pengomposan dan pemilahan. Sedangkan di Super Depo Sutorejo terdiri dari kegiatan pemilahan dan BSF. Proses pengomposan menggunakan sampah organik (sampah makanan dan sampah kebun), sedangkan pada penelitian ini proses pemilahan dilakukan untuk komposisi sampah kertas, plastik (PET, HDPE, PP, LDPE, dan plastik lainnya), kaca/gelas, kain/tekstil, kayu, logam, sampah B3, popok, dan sampah lainnya. Sampah hasil pemilahan dilakukan penjualan ke pihak pengepul dua sampai tiga kali dalam satu bulan. Berdasarkan dari hasil pemilahan dan penjualan tersebut, jumlah sampah yang dapat direduksi tiap jenisnya dapat diketahui dan nilai *recovery factor* yang merupakan perbandingan berat sampah terpilah dengan timbulan sampah tiap jenisnya dapat diketahui. Faktor pemulihan atau *recovery factor* merupakan persentase dari setiap komponen sampah yang dapat dimanfaatkan kembali, dipulihkan atau didaur ulang [13]. Nilai *recovery factor* di TPS 3R Tenggilis dan Super Depo Sutorejo terdapat pada **Tabel 3** dan **Tabel 4**.

Tabel 3. *Recovery Factor* di TPS 3R Tenggilis

Jenis	Timbulan Sampah (kg/hari)	Reduksi sampah (kg/hari)	% RF Eksisting	Residu	% Residu
Sampah Makanan	3011,25	1.677	55,69%	1334,2	44,31%
Sampah Kebun					
Plastik PET	181,32	16,57	9,14%	164,75	90,86%
Plastik HDPE	56,78	8,27	14,56%	48,51	85,44%
Plastik PP	91,38	36,63	40,09%	54,75	59,91%
Plastik LDPE	274,15	157,73	57,54%	116,41	42,46%
Plastik Lainnya	195,83	27,37	13,97%	168,46	86,03%
Kertas/Kardus	308,95	86,033	27,85%	222,92	72,15%
Kaca/Gelas	38,29	25,63	66,94%	12,66	33,06%
Kain/Tekstil	299,05	0	0,00%	299,05	100%
Kayu	39,20	0	0,00%	39,20	100%
Logam	31,08	4,77	15,34%	26,32	84,66%
Sampah B3	26,87	0	0,00%	26,87	100%
Sampah Elektronik	13,49	0	0,00%	13,49	100%
Popok	703,86	0	0,00%	703,86	100%
Lainnya	405,20	0	0,00%	405,20	100%
Total	5676,7	2.040,10	35,94%	3636,62	64,06%

Tabel 4. *Recovery Factor* di Super Depo Sutorejo

Jenis	Timbulan Sampah (kg/hari)	Reduksi sampah (kg/hari)	% RF Eksisting	Residu	% Residu
Sampah Makanan	6.021,63	4.172,58	69,29%	1.849,05	30,71%
Sampah Kebun					
Plastik PET	282,37	160,53	56,85%	121,83	43,15%
Plastik HDPE					
Plastik PP	321,13	1,124	0,35%	320,01	99,65%
Plastik LDPE	1.388,33	178,04	12,82%	1.210,29	87,18%
Plastik Lainnya	1.396,04	30,66	2,20%	1.365,37	97,8%
Kertas/Kardus	1.399,32	166,73	11,92%	1.232,59	88,08%
Kaca/Gelas	107,72	28,40	26,37%	79,32	73,63%
Kain/Tekstil	575,98	0	0,00%	575,98	100%
Kayu	362,79	0	0,00%	362,79	100%
Logam	132,38	9,76	7,37%	122,62	92,63%
Sampah B3	13,02	0	0,00%	13,02	100%
Popok	388,00	0	0,00%	388,00	100%
Lainnya	382,36	0	0,00%	382,36	100%
TOTAL	12.771,05	4.747,83	37,18%	8.023,22	62,82%

Berdasarkan nilai *recovery factor* di kedua TPS 3R, pada kondisi eksisting total residu sampah yang dikirimkan menuju TPA di TPS 3R Tenggilis sebesar 64,06% dengan reduksi sampah sebesar 35,94%, sedangkan total residu sampah di Super Depo Sutorejo sebesar 62,82% dengan reduksi sebesar 37,18%.

Proyeksi Timbulan Sampah

Proyeksi timbulan sampah dilakukan selama 10 tahun mendatang di kedua TPS 3R. Dalam memproyeksikan timbulan sampah juga memperhatikan peningkatan pelayanan dari masing-masing TPS 3R. Pada kondisi eksisting, TPS 3R Tenggilis melayani 20 RT dari total 35 RT (57,14%) di Kelurahan Tenggilis, dan 14 RT dari total 34 RT (41,18%) di Kelurahan Kendangsari. Sedangkan Super Depo Sutorejo melayani 35 RT dari total 53 RT (66,04%) di Kelurahan Dukuh Sutorejo, 41 dari 61 (67,21%) di Kelurahan Kalisari, dan 30 RT dari total 117 RT (25,64%) di Kelurahan Mojo. Persentase pelayanan ditargetkan mencapai 100% pada tahun 2033 untuk semua kelurahan, kecuali Kelurahan Mojo. Hal ini dikarenakan wilayah Mojo termasuk wilayah tambahan dari pelayanan di Super Depo Sutorejo. Hasil dari proyeksi timbulan sampah tahun 2033 di TPS 3R Tenggilis adalah 13.567,71 kg/hari. Sedangkan di Super Depo Sutorejo sebesar 19.599,33 kg. Hasil dari proyeksi timbulan sampah tahun 2033 tersebut selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam pengembangan di skenario pengelolaan sampah.

Skenario 1 (Optimalisasi Pola Operasi Pengelolaan Eksisting)

Skenario 1 pada penelitian ini merupakan skenario yang difokuskan pada pengoptimalan pengelolaan sampah secara eksisting. Potensi reduksi skenario ini mengacu pada penambahan tenaga kerja dan jam

operasional (TPS 3R Tenggilis), dan penambahan jam kerja serta penggunaan kembali mesin pencuci plastik (Super Depo Sutorejo). Pada skenario ini tidak terdapat penambahan lahan, hanya melakukan optimalisasi lahan yang tersedia. Hasil potensi reduksi sampah berdasarkan skenario 1 di TPS 3R Tenggilis terdapat pada **Tabel 5** dan potensi reduksi sampah skenario 1 di Super Depo Sutorejo terdapat di **Tabel 6**.

Tabel 5. *Recovery Factor* Hasil Optimalisasi Skenario 1 Tahun 2033 di TPS 3R Tenggilis

Jenis	Timbulan Sampah (kg/hari)	Potensi %RF	Reduksi sampah (kg/hari)	Residu	%Residu
Sampah Makanan	7.197,07	78,69%	5.663,11	1.533,96	21,3%
Sampah Kebun					
Plastik PET	433,36	12,91%	55,94	377,42	87,1%
Plastik HDPE	135,71	20,57%	27,91	107,80	79,4%
Plastik PP	218,41	56,64%	123,70	94,71	43,4%
Plastik LDPE	655,23	81,29%	532,62	122,61	18,7%
Plastik Lainnya	468,05	19,74%	92,41	375,64	80,3%
Kertas/Kardus	738,42	39,34%	290,51	447,91	60,7%
Kaca/Gelas	91,52	94,58%	86,56	4,96	5,4%
Kain/Tekstil	714,75	0%	0	714,75	100%
Kayu	93,69	0%	0	93,69	100%
Logam	74,29	21,67%	16,10	58,19	78,3%
Sampah B3	64,23	0%	0	64,23	100%
Sampah Elektronik	32,25	0%	0	32,25	100%
Popok	1.682,27	0%	0	1.682,27	100%
Lainnya	968,46	0%	0	968,46	100%
TOTAL	13.567,71	50,77%	6.888,86	6.678,85	49,23%

Tabel 6. *Recovery Factor* Hasil Optimalisasi Skenario 1 Tahun 2033 di Super Depo Sutorejo

Jenis	Timbulan Sampah (kg/hari)	Potensi %RF	Reduksi sampah (kg/hari)	Residu	%Residu
Sampah Makanan	9.241,20	69,29%	6.403,53	2.837,68	30,7%
Sampah Kebun					
Plastik PET	228,45	76,93%	333,39	99,95	23,1%
Plastik HDPE	204,88				
Plastik PP	492,83	76,93%	379,15	113,67	23,1%
Plastik LDPE	2.130,63	76,93%	1.639,18	491,45	23,1%
Plastik Lainnya	2.142,46	76,93%	1.648,28	494,17	23,1%
Kertas/Kardus	2.147,49	19,86%	426,46	1.721,03	80,1%
Kaca/Gelas	165,32	43,94%	72,65	92,67	56,1%
Kain/Tekstil	883,94	0%	0	883,94	100,0%
Kayu	556,76	0%	0	556,76	100,0%
Logam	203,16	12,28%	24,96	178,20	87,7%
Sampah B3	19,97	0%	0	19,97	100%
Popok	595,45	0%	0	595,45	100%
Lainnya	586,79	0%	0	586,79	100%
TOTAL	19.599,33	55,75%	10.927,59	8.671,74	44,25%

Berdasarkan analisis protensi reduksi di skenario 1 yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa potensi reduksi di TPS 3R Tenggilis dapat mencapai 50,77% dengan residu 49,23%. Sedangkan potensi reduksi di Super Depo Sutorejo berdasarkan skenario 1 dapat mencapai 55,75% dengan residu 44,25%. Setelah potensi reduksi diketahui, selanjutnya melakukan analisis terkait optimalisasi lahan tersedia berdasarkan potensi yang telah didapatkan dari masing-masing TPS 3R. Hasil evaluasi terhadap optimalisasi lahan di TPS 3R Tenggilis dan Super Depo Sutorejo terdapat pada **Tabel 7** dan **Tabel 8**.

Tabel 7. Evaluasi Optimalisasi Lahan Berdasarkan Skenario 1 di TPS 3R Tenggilis

No.	Penggunaan Lahan	Luas (m ²)	Evaluasi Berdasarkan Timbulan Skenario 1
1.	Lahan Pemilahan	120	Masih dapat menampung sampai 2033
2.	Penyimpanan Sampah Lapak	97,08	Masih dapat menampung sampai 2033 jika penyimpanan sampah lapak hanya 2 hari
3.	Lahan Parkir Gerobak	107,8	Masih dapat mencukupi sampai 2033 dengan perubahan sistem ritasi menjadi 2 kali per per hari

No.	Penggunaan Lahan	Luas (m ²)	Evaluasi Berdasarkan Timbulan Skenario 1
4.	Lahan Residu	93	Masih dapat menampung sampai 2033
5.	Lahan Pengomposan	90	Jika dengan proses pengomposan yang ada dengan pematangan 30 hari, lahan hanya dapat menampung sampai tahun 2025. Setelah tahun 2025 dapat mencukupi jika sampah organik dikirimkan ke rumah kompos terdekat apabila proses pengomposan belum selesai
6.	Lahan Pengayakan	6,90	Lahan pengayakan sesuai dengan desain mesin pengayak dan masih bisa dioptimalkan sampai 2033
7.	Lantai Timbang	10	Tidak mengalami perubahan
8.	Kantor Administrasi	21	Tidak mengalami perubahan
9.	Lahan Parkir Kendaraan Karyawan	75	Tidak mengalami perubahan
10.	Gudang	6	Tidak mengalami perubahan
11.	Toilet	4,5	Tidak mengalami perubahan

Tabel 7. Evaluasi Optimalisasi Lahan Berdasarkan Skenario 1 di Super Depo Sutorejo

No.	Penggunaan Lahan	Luas (m ²)	Evaluasi Berdasarkan Timbulan Skenario 1
1.	Lahan Parkir Gerobak	172,24	Dapat mencukupi dengan perubahan ritasi menjadi 2 kali
2.	Lahan Penerimaan	29,16	Tidak mengalami perubahan
3.	Lahan Pemilahan	155,8	Masih dapat mencukupi sampai 2033
4.	Lahan Penyimpanan Lapak	152,96	Masih dapat menampung sampai 2033 jika penyimpanan sampah lapak hanya 1 hari
5.	Lahan Residu	80	Masih dapat menampung sampai 2033
6.	Lantai Timbang	10	Tidak mengalami perubahan
7.	Kantor Administrasi	28	Tidak mengalami perubahan
8.	Lahan Parkir Kendaraan Karyawan	36	Tidak mengalami perubahan
9.	Gudang	25	Tidak mengalami perubahan
10.	Toilet	8,76	Tidak mengalami perubahan

Skenario 2 (Pengembangan Fasilitas dan Lahan)

Skenario 2 pada penelitian ini merupakan skenario yang difokuskan pada pengembangan fasilitas dan lahan. Pada skenario ini, dilakukan pengembangan fasilitas yang dapat diterapkan serta merencanakan kebutuhan lahan sesuai potensi reduksi ideal dari kondisi eksisting. Berdasarkan hasil analisis, untuk dapat mencapai potensi reduksi yang ideal, maka di TPS 3R Tenggilis diperlukan penambahan lahan untuk pengomposan dan pematangan kompos pada tahun 2033, disamping itu perlu penambahan panjang *belt conveyor*, mesin pencacahan sampah plastik, dan mesin pencucian sampah plastik. Sedangkan di Super Depo Sutorejo diperlukan penambahan lahan menjadi dua lantai, penambahan panjang *belt conveyor* dan mesin pencacah plastik. Hasil terhadap potensi reduksi sampah di TPS 3R Tenggilis dan Super Depo Sutorejo terdapat pada **Tabel 8** dan **Tabel 9**.

Tabel 8. Potensi Reduksi Sampah Berdasarkan Skenario 2 di TPS 3R Tenggilis

Jenis	Komposisi Rata-Rata	Timbulan Sampah 2033 (kg)	Potensi %RF	Reduksi Sampah (kg)	Residu (kg)	%Residu
Sampah Makanan	38,92%	5.280,78	80%	5.757,66	1.439,41	20%
Sampah Kebun	14,12%	1.916,29				
Plastik PET	3,19%	433,36	61,79%	267,77	165,59	38,21%
Plastik HDPE	1,00%	135,71	80%	108,57	27,14	20%
Plastik PP	1,61%	218,41	69,13%	150,99	67,42	30,87%
Plastik LDPE	4,83%	655,23	77,41%	507,21	148,02	22,59%
Plastik Lainnya	3,45%	468,05	80%	374,44	93,61	20%
Kertas/Kardus	5,44%	738,42	60%	443,05	295,37	40%
Kaca/Gelas	0,67%	91,52	80%	73,22	18,30	20%
Kain/Tekstil	5,27%	714,75	58,67%	419,35	295,41	41,33%
Kayu	0,69%	93,69	30%	28,11	65,58	70%
Logam	0,55%	74,29	83,63%	62,13	12,16	16,37%
Sampah B3	0,47%	64,23	0%	0	64,23	100%
Sampah Elektronik	0,24%	32,25	100%	32,25	0	0%
Popok	12,40%	1.682,27	0%	0	1.682,27	100%
Lainnya	7,14%	968,46	0%	0	968,46	100%

Jenis	Komposisi Rata-Rata	Timbulan Sampah 2033 (kg)	Potensi %RF	Reduksi Sampah (kg)	Residu (kg)	%Residu
Total		13.567,71	60,62%	8.224,74	5.342,97	39,38%

Tabel 9. Potensi Reduksi Sampah Berdasarkan Skenario 2 di Super Depo Sutorejo

Jenis Sampah	Komposisi Rata-Rata	Timbulan Sampah 2033 (kg)	Potensi %RF	Reduksi Sampah (kg)	Residu (kg)	%Residu
Sampah Makanan	29,53%	5.787,59	80%	7.392,96	1.848,24	20%
Sampah Kebun	17,62%	3.453,61				
Plastik PET	1,17%	228,45	61,79%	141,16	87,29	38,21%
Plastik HDPE	1,05%	204,88	80%	163,91	40,98	20%
Plastik PP	2,51%	492,83	21,04%	103,69	389,14	78,96%
Plastik LDPE	10,87%	2.130,63	77,41%	1.649,32	481,31	22,59%
Plastik Lainnya	10,93%	2.142,46	6,57%	140,76	2.001,7	93,43%
Kertas/Kardus	10,96%	2.147,49	64,42%	1.383,41	764,08	35,58%
Kaca/Gelas	0,84%	165,32	45,10%	74,56	90,76	54,9%
Kain/Tekstil	4,51%	883,94	58,67%	518,61	365,33	41,33%
Kayu	2,84%	556,76	30%	167,03	389,73	70%
Logam	1,04%	203,16	83,63%	169,9	33,26	16,37%
Sampah B3	0,10%	19,97	0%	0	19,97	100%
Popok	3,04%	595,45	0%	0	595,45	100%
Lainnya	2,99%	586,79	0%	0	586,79	100%
Total		19.599,33	60,74%	11.905,31	7.694,02	39,26%

Berdasarkan analisis potensi reduksi di skenario 2 yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa potensi reduksi di TPS 3R Tenggilis dapat mencapai 60,62% dengan residu 39,38%. Sedangkan potensi reduksi di Super Depo Sutorejo berdasarkan skenario 2 dapat mencapai 60,74% dengan residu 39,26%. Setelah potensi reduksi diketahui, selanjutnya melakukan analisis terkait kebutuhan lahan yang dibutuhkan terhadap potensi reduksi yang telah dianalisis. Hasil kebutuhan luas lahan di TPS 3R Tenggilis dan Super Depo Sutorejo terdapat pada **Tabel 10** dan **Tabel 11**.

Tabel 10. Kebutuhan Luas Lahan Berdasarkan Skenario 2 di TPS 3R Tenggilis

No.	Penggunaan Lahan	Luas Eksising (m ²)	Kebutuhan Lahan (m ²)
1.	Lahan Parkir Gerobak	107,80	89,9
2.	Lahan Penerimaan	-	20
3.	Lahan <i>Belt Conveyor</i>	81,54	214,60
4.	Penyimpanan Sampah Lapak	97,08	121,45
5.	Lahan Pencacahan Sampah Plastik	-	4,62
6.	Lahan Pencacahan Sampah Organik	14	10,04
7.	Lahan Pencucian Sampah Plastik	-	6
8.	Lahan Pematatan Sampah	2,4	2,4
9.	Lahan Residu	93	11,28
10.	Lahan Pengomposan	90	420,75
	Lahan Pematangan Kompos		123,69
	Gudang Penyimpanan Kompos		30,25
11.	Lahan Pengayakan	14	18,75
12.	Lantai Timbang	10	10
13.	Kantor Administrasi	21	21
14.	Lahan Parkir Kendaraan Karyawan	75	75
15.	Gudang	6	6
16.	Toilet	4,5	4,5
	Luas Total	616,32	1.190,23

Tabel 11. Kebutuhan Luas Lahan Berdasarkan Skenario 2 di Super Depo Sutorejo

No.	Penggunaan Lahan	Luas Eksising (m ²)	Kebutuhan Lahan (m ²)
1.	Lahan Parkir Gerobak	172,24	98,6
2.	Lahan Penerimaan	29,16	29,16
3.	Lahan Belt Conveyor	151,473	281,6
4.	Penyimpanan Sampah Lapak	152,96	241,26
5.	Lahan Pencacahan Sampah Plastik	-	6,9
6.	Lahan Pencacahan Sampah Organik	24,78	10,40

No.	Penggunaan Lahan	Luas Eksising (m ²)	Kebutuhan Lahan (m ²)
7.	Lahan Pencucian Sampah Plastik	2,1	6
8.	Lahan Pemadatan Sampah	1,21	6
9.	Lahan Residu	80,00	18,67
10.	Lahan BSF	6,25	4,24
11.	Lantai Timbang	10	10
12.	Kantor Administrasi	28	28
13.	Lahan Parkir Kendaraan Karyawan	36	36
14.	Gudang	25	25
15.	Toilet	8,76	8,76
Luas Total		727,93	810,6

B. Analisis Aspek Kelembagaan

Analisis kelembagaan yang dilakukan di TPS 3R Tenggilis dan Super Depo Sutorejo menggunakan metode SWOT. SWOT merupakan singkatan dari lingkungan dari faktor internal yaitu *strengths* (S) dan *weaknesses* (W), serta faktor eksternal yaitu *opportunities* (O) dan *threats* (T) [14]. Faktor internal yang dilakukan evaluasi pada kedua TPS 3R ini adalah manajemen SDM di TPS 3R, fasilitas mesin dan alat, koordinasi antar petugas, dan kegiatan lain yang berada di lingkup internal TPS 3R. Sedangkan faktor eksternal antara lain pihak-pihak yang berada di luar kegiatan internal TPS 3R, seperti pengepul, dinas terkait, kondisi masyarakat sekitar, dan lain-lain. Berdasarkan hasil wawancara dengan pihak TPS 3R Tenggilis dan Super Depo Sutorejo, maka hasil pemetaan terkait SWOT dapat dilihat pada **Tabel 12** dan **Tabel 13**.

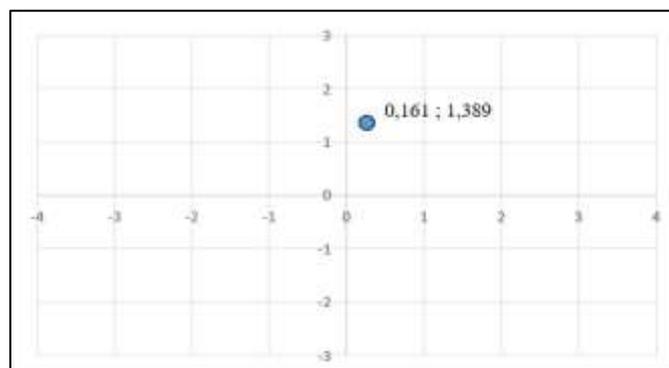
Tabel 12. Hasil Pemetaan SWOT di TPS 3R Tenggilis
Identifikasi SWOT TPS 3R Tenggilis

Kekuatan (S)	Kelemahan (W)
1. Koordinasi antar petugas cukup kooperatif dan dapat berbagi tugas satu sama lain	1. Kondisi mesin sering rusak khususnya konveyor dan konveyor dinilai kurang panjang oleh petugas
2. Pengawas tegas dalam memberikan teguran kepada petugas	2. Lahan khususnya untuk bangunan kerja kurang luas
3. Sumber dana TPS 3R berasal dari DLH	3. Bagian struktur organisasi tidak ada
4. Pengawas dan Petugas dapat menyiasati dan mengatur strategi apabila sampah yang dipilah sudah menumpuk di lokasi	4. Pencatatan penjualan setiap bulan tidak terdapat rekapan
5. Petugas menjaga kebersihan di lokasi setiap hari setelah selesai bekerja	5. Pencatatan pemilahan sampah yang dilaporkan ke DLH tidak lengkap sesuai dengan hasil penjualan
6. Petugas patuh terhadap SOP waktu bekerja. Tidak terdapat jam kerja di malam hari	6. Pengawas kurang diberi kebebasan berpendapat dalam wewenang
7. Petugas diberikan evaluasi setiap bulan dari pengawas terkait kinerja sekaligus pembagian bonus pemilahan	7. Terdapat beberapa petugas yang seringkali tidak mendengarkan teguran pengawas
8. Pembersihan mesin rutin dilakukan setiap seminggu sekali	8. Hasil residu sampah dinilai masih belum maksimal oleh petugas. Terlebih jika kompos tidak segera diambil maka residu sampah akan meningkat
	9. Suara mesin pencacah seringkali mengganggu masyarakat yang melewati lokasi TPS 3R
Peluang (O)	Ancaman (T)
1. Dinas Lingkungan Hidup berperan aktif dalam memberikan dukungan dana	1. Harga dari pengepul cenderung fluktuatif
2. Jika harga lapak sedang naik di pengepul, bonus petugas bertambah sesuai hasil penjualan	2. Ketergantungan terhadap pihak luar dalam pengambilan kompos. Selain itu kompos tidak menambah nilai ekonomi di TPS 3R
3. Adanya kebutuhan kompos pada taman kota di Surabaya sehingga kompos di lokasi dapat berkurang	3. Pencairan dana dari DLH cenderung lama. Sehingga seringkali petugas menggunakan uang kas pribadi untuk menutup biaya perawatan
	4. Jika terdapat event atau kegiatan olahraga di dekat TPA, maka pengambilan sampah residu ke TPS 3R sedikit terlambat

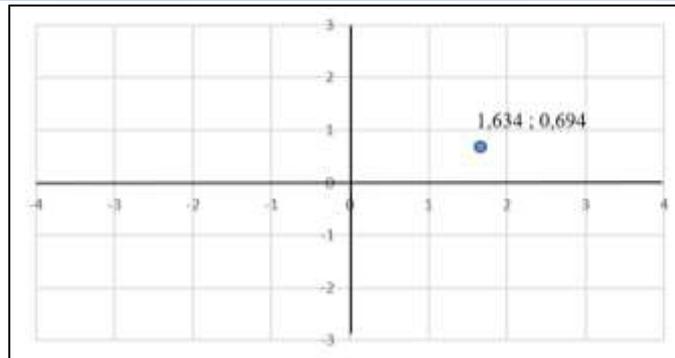
Tabel 13. Hasil Pemetaan SWOT di Super Depo Sutorejo
Identifikasi SWOT Super Depo Sutorejo

Kekuatan (S)	Kelemahan (W)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Koordinasi antar petugas cukup kooperatif dan dapat berbagi tugas satu sama lain 2. Pengawas tegas dalam memberikan teguran kepada petugas dan pengangkut gerobak 3. Gaji petugas terjamin 4. Pengawas dan Petugas dapat menyiasati dan mengatur strategi apabila sampah yang dipilah sudah menumpuk di lokasi 5. Petugas menjaga kebersihan di lokasi setiap hari setelah selesai bekerja 6. Terdapat rekap hasil penjualan setiap bulan 7. Petugas diberikan evaluasi setiap bulan dari pengawas terkait kinerja sekaligus pembagian bonus pemilahan 8. Pembersihan mesin rutin dilakukan setiap seminggu sekali 9. Pengawas dan petugas operasional antusias untuk menuntut adanya inovasi teknologi dari DLH 10. Terdapat petugas admin yang membantu dalam rekapitulasi data serta pencatatan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peralatan sering mengalami kerusakan terutama jembatan timbang 2. Lahan kurang luas. Khususnya lahan untuk halaman parkir gerobak. 3. Aktivitas kerja di lokasi berlangsung 24 jam 4. Pencatatan pemilahan sampah yang dilaporkan ke DLH tidak lengkap sesuai dengan hasil penjualan 5. Hasil residu sampah belum mencapai hasil terbaik (target residu 60%). 6. Suara aktivitas kegiatan seringkali mengganggu masyarakat yang melewati lokasi Super Depo 7. Proses BSF di lokasi tidak terdata dengan baik. Data penggunaan bahan organik tidak ada dan dalam proses cenderung tidak tersistem dengan baik 8. Pemanfaatan hibah mesin kadang tidak dimanfaatkan dengan baik karena keterbatasan lahan dan SDM
Peluang (O)	Ancaman (T)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dinas Lingkungan Hidup berperan aktif dalam memberikan dukungan dana 2. Terdapat kerjasama secara tidak tertulis dengan pihak perguruan tinggi terkait penelitian 3. Super Depo kadang kala mendapatkan hibah mesin dari pihak eksternal 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Harga dari pengepul relatif kecil daripada TPS 3R yang lain 2. Anggaran dana dari DLH untuk perawatan mesin seringkali dialihkan untuk anggaran TPS 3R yang lain. 3. Pencairan dana dari DLH cenderung lama. Sehingga seringkali petugas menggunakan uang kas pribadi untuk menutup biaya perawatan 4. Ketergantungan dengan pihak pengangkut residu, jika residu di lokasi penuh dan belum diangkut maka operasional berhenti sementara

Setelah hasil pemetaan masing-masing di kedua TPS 3R diketahui, selanjutnya melakukan penilaian urgensi antar faktor, pembobotan faktor, keterkaitan antar faktor, dan sampai menghasilkan TNB (Total Nilai Bobot) dari faktor internal dan eksternal. Hasil nilai TNB selanjutnya digunakan untuk melakukan ploting pada peta posisi kekuatan dari masing-masing TPS 3R. Hasil dari peta posisi kuadran di TPS 3R Tenggilis dan Super Depo Sutorejo terdapat pada **Gambar 2** dan **Gambar 3**.



Gambar 2. Peta Posisi Kuadran TPS 3R Tenggilis



Gambar 3. Peta Posisi Kuadran Super Depo Sutorejo

Berdasarkan hasil analisis SWOT, kedua TPS 3R berada pada kuadran 1 di peta posisi kuadran. Dengan adanya hasil tersebut, maka strategi dalam pengelolaan kedepannya difokuskan pada strategi SO (*strenght* dan *opportunities*) atau dikenal dengan strategi ekspansi. Analisis SWOT merupakan salah satu alat yang sangat baik untuk melakukan eksplorasi kemungkinan dan cara untuk memulai dan berhasil melaksanakan program pengelolaan sampah, dengan model analisis SWOT rencana strategi dapat dikembangkan untuk dapat meningkatkan pengelolaan sampah [15].

Strategi yang dapat diterapkan untuk TPS 3R Tenggilis antara lain membangun komunikasi dan hubungan yang baik antara pengawas dan pekerja operasional di lokasi, penyesuaian jam kerja dan gaji pekerja, menjalin hubungan yang baik antara pengawas dan pihak dinas, menjalin kerjasama dengan lebih dari dua pengepul, dan melakukan pencatatan penjualan dan pembukuan yang lebih baik. Sedangkan strategi yang dapat diterapkan untuk Super Depo Sutorejo antara lain membangun komunikasi yang baik antara pengawas dan petugas operasional, menjalin hubungan yang baik dengan pihak dinas, mendorong pihak dinas terkait untuk menerapkan inovasi dalam pengelolaan sampah, dan meningkatkan kerjasama dengan lebih banyak perguruan tinggi.

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dari analisis aspek teknis yaitu potensi reduksi berdasarkan skenario 1 di TPS 3R Tenggilis dan Super Depo Sutorejo masing-masing sebesar 50,77% untuk TPS 3R Tenggilis dan 55,75% untuk Super Depo Sutorejo. Sedangkan potensi reduksi sampah berdasarkan skenario 2 di TPS 3R Tenggilis adalah 60,62% dan untuk Super Depo Sutorejo sebesar 60,74%. Sedangkan dalam analisis kelembagaan, baik TPS 3R Tenggilis dan Super Depo Sutorejo masing-masing berada pada kuadran 1 dari peta posisi kuadran SWOT. Strategi yang dapat diterapkan untuk kedepannya dari kedua TPS 3R ini adalah strategi SO (*strenght* dan *opportunities*) atau dikenal dengan strategi ekspansi.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, dosen pengarah, dan teman-teman di Departemen Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Dilain sisi penulis juga mengucapkan kepada pihak TPS 3R Tenggilis dan Super Depo Sutorejo yang telah mendukung dan membantu proses kegiatan selama penelitian berlangsung.

6. Singkatan

TPS	Tempat Penampungan Sementara
%	Persentase
3R	<i>Reduce, Reuse, dan Recycle</i>
SWOT	<i>Strenghts, Weaknesses, Opportunities dan Threats</i>

7. Referensi

- [1] Badan Pusat Statistika, *Kota Surabaya Dalam Angka 2023*. Surabaya, 2023.
- [2] L. Novany, V. Kumurur, dan I. Moniaga, "Analisis Pengelolaan Persampahan Di Kelurahan Sindulang Satu Kecamatan Tuminting Kota Manado," *Sabua J. Lingkung. Binaan Dan Arsit.*, vol. 6, no. 3, Art. no. 3, 2014, doi: 10.35793/sabua.v6i3.6057.

- [3] Dinas Lingkungan Hidup Kota Surabaya, "Data Rekapitulasi Timbulan Sampah." 2022.
- [4] Tchobanoglous, G., Theisen, H., dan Vigil, S., *Integrated Solid Waste Management, Engineering Principels and Management*. New York: McGraw-Hill, 1993.
- [5] A. Suryani S., "Peran Bank Sampah Dalam Efektivitas Pengelolaan Sampah (Studi Kasus Bank Sampah Malang).," *Aspir. J. Masal.-Masal. Sos.*, vol. 5, no. 1, hlm. 71–84, 2014.
- [6] S. V. Rori, S. G. Rondonuwu, dan F. J. Manoppo, "Optimalisasi Kebutuhan Pengangkutan Sampah Dan Potensi Reduksi Timbulan Sampah Dengan Metode Mass Balance Di Kecamatan Malalayang Kota Manado," *J. Tek.*, vol. 20, no. 2, Art. no. 2, Des 2022, doi: 10.37031/jt.v20i2.244.
- [7] M. Mas'adi, A. A. Priyanto, dan A. Nurhadi, "Analisis SWOT Sebagai Dasar Menentukan Strategi Pengolahan Sampah Pada TPST Se- Kecamatan Pamulang Tangerang Selatan," *J. Ilm. Manaj. Ekon. Akunt. MEA*, vol. 4, no. 3, Art. no. 3, Sep 2020, doi: 10.31955/mea.v4i3.572.
- [8] F. Rachmawati, "Kajian Potensi Reduksi Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Tenggilis Mejoyo, Kota Surabaya," other, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2023. Diakses: 17 November 2023. [Daring]. Tersedia pada: <https://repository.its.ac.id/100090/>
- [9] L. Ulisfah, "Pengaruh Super Depo Terhadap Pengelolaan Sampah Permukiman di Kecamatan Mulyorejo Surabaya," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [10] E. Damanhuri dan T. Padmi, *Diktat Kuliah TL-3104 Pengelolaan Sampah*, vol. 3104. Institut Teknologi Bandung, 2010.
- [11] D. S. A. Hapsari dan W. Herumurti, "Laju Timbulan dan Komposisi Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Sukolilo Surabaya," *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 2, Art. no. 2, Sep 2017, doi: 10.12962/j23373539.v6i2.24623.
- [12] Badan Standarisasi Nasional, "SNI 19-3964-1994 Tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan." BSN, Jakarta, 1994.
- [13] M. Tohri, "Studi Potensi Reduksi Sampah Dengan Analisis Komposisi Sistem 3R (Reduce, Reuse, Recycle) di TPA Kebon Kongok Kabupaten Lombok Barat," Universitas Mataram, Mataram, 2016.
- [14] I. Hendarsih, "Analisis SWOT Matriks IFE Dan EFE Untuk Menentukan Strategi Pengembangan Pasar Pada Jasa CV Zigzag Laserwork Semarang," *J. Ekon. Pembang. STIE Muhammadiyah Palopo*, vol. 8, no. 2, hlm. 278, Des 2022, doi: 10.35906/jep.v8i2.1263.
- [15] D. Rimantho dan M. Tamba, "Usulan strategi pengelolaan sampah padat di TPA Burangkeng Bekasi dengan pendekatan SWOT dan AHP," *J. Ilmu Lingkungan.*, vol. 19, no. 2, hlm. 383–391, Agu 2021, doi: 10.14710/jil.19.2.383-391.