

# Perencanaan Infrastruktur Pengelolaan Sampah di Kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta

Syakir Maghfuri<sup>1</sup>, Budi Murdiyasa<sup>1</sup>, Sri Sunarjono<sup>1</sup> dan Nurul Hidayati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Magister Teknik Sipil, Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Surakarta, e-mail: [syakirmaghfuri@gmail.com](mailto:syakirmaghfuri@gmail.com)

## ABSTRAK

Tanggungjawab masyarakat yang rendah dan paradigma kumpul-angkut-buang sampah membuat kegiatan pengelolaan sampah kurang optimal. Masalah ini juga terjadi pada kawasan universitas, termasuk Universitas Muhammadiyah Surakarta. Penelitian ini bertujuan untuk membuat rencana desain infrastruktur pengolahan sampah Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS) dengan memperhatikan peraturan yang berlaku. Data yang digunakan berupa data eksisting kondisi sarana dan prasarana pengelolaan sampah beserta pola pelayanannya, serta jumlah mahasiswa, dosen dan tenaga pendidik. Perencanaan infrastruktur Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) didasarkan pada Permen PU No. 03/PRT/M/2013. Hasil penelitian didapatkan jenis sampah yang ada berupa plastik, organik, kardus dan kertas, kaca, konstruksi, laboratorium, balokan, elektronik, dan B3 non medis. Pola pelayanan pengelolaan sudah baik namun kegiatan pemilahan sampah dari sumber belum dikoordinasi oleh pihak UMS. Prioritas daerah layanan untuk semua kawasan menempati peringkat 1 kecuali Kampus 3. Proyeksi timbulan sampah Tahun 2031 didapatkan total 25,97 m<sup>3</sup>/hari dan digunakan untuk merencanakan sarana TPST mencakup pengadaan 263 tempat sampah ukuran 50 L, dan 78 buah ukuran 150 L, 1 kontainer 4 m<sup>3</sup>, dan 3 unit Arm Roll Truck kapasitas 6 m<sup>3</sup>. Jumlah tersebut juga untuk mendesain prasarana yang meliputi Bangunan Hanggar, Jembatan Timbang, Bengkel, Bank Sampah, Kantor, Musholla, Rumah *Genset*, Menara Air, dan Tempat Cuci Kendaraan. Pola pelayanan rencana mengikuti eksisting dengan menambahkan kegiatan pengolahan sampah di TPST.

**Kata kunci:** Infrastruktur, Pengelolaan sampah, TPST, UMS

## ABSTRACT

Low community responsibility and the paradigm of collecting-transporting-disposing of waste make waste management activities less than optimal. This problem also occurs in university areas, including the Muhammadiyah University of Surakarta. This study aims to make a design plan for UMS waste processing infrastructure by taking into account applicable regulations. The data used is in the form of existing data on the condition of waste management facilities and infrastructure along with their service patterns, as well as the number of students, lecturers and administration staff. Infrastructure planning for the Integrated Waste Management Site (TPST) is based on Permen PU No. 03/PRT/M/2013. The results show that the types of waste included plastic, organic, cardboard and paper, glass, construction, laboratories, blocks, electronics, and non-medical B3. The pattern of management services is good but the activities of segregating waste from sources have not been coordinated by the UMS. Priority for service areas for all areas is ranked 1st except for Campus 3. The projection of waste generation in 2031 is 25.97 m<sup>3</sup>/day and is used to plan TPST facilities including the procurement of 263 trash bins of 50 L, and 78 bins of 150 L, 1 container of 4 m<sup>3</sup>, and 3 units of Arm Roll Truck with a capacity of 6 m<sup>3</sup>. This amount is also used to design infrastructure which includes hangar buildings, weigh bridges, workshops, waste banks, offices, prayer rooms, generator houses, water towers and car washes. The planned service pattern follows the existing one by adding waste processing activities at TPST.

**Keywords:** Infrastructure, Waste Management, TPST, UMS

**Citation:** Maghfuri, S., Murdiyasa, B., Sunarjono, S., Hidayati, N. (2024). Perencanaan Infrastruktur Pengelolaan Sampah di Kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(2), 491-xx, doi:10.14710/jil.22.2.491-xx

## 1. Latar Belakang

Perkembangan dan pertumbuhan penduduk yang terus meningkat dapat berimbas pada meningkatnya volume sampah (Sulistiyorini, 2005). Hal ini sangat memperumit dalam kegiatan pengelolaan sampah yang sesuai (Debrah, Vidal, & Dinis, 2021). Tanggung

jawab masyarakat terhadap sampah yang mereka hasilkan masih lemah serta paradigma Kumpul-Angkut-Buang masih melekat kuat pada masyarakat. Hal ini juga diperparah dengan usaha untuk mengurangi dan mengolah sampah oleh masyarakat masih rendah (Purnaweni, 2017). Beberapa alasan

kurang maksimalnya kesadaran masyarakat dalam membuang sampah, yaitu malas, tempat sampah tidak tersedia, jauh, dan tidak menarik (Sanjaya, Yudhistira, & Saputro, 2017). Diperkirakan sampah yang terangkut oleh petugas ke TPA hanya sekitar 60-70%. Sebagian kecil sampah dapat ditangani oleh pemulung dan yang tidak tertangani biasanya dibakar atau dibuang ke sungai (Oktiawan, Istirokhatun, & Fajar, 2012). Kurangnya praktek penanganan sampah seperti pemilahan dari sumber dan daur ulang semakin meningkatkan volume sampah (Zikali, Chingoto, Utete, & Kunedzimwe, 2022). Potensi masalah yang ditimbulkan yaitu kerawanan kesehatan dan lingkungan hidup didalamnya (Saputra & Mulasari, 2017).

Masalah sampah juga terjadi pada kawasan kampus. Purnaini (2011) mengamati dengan adanya peningkatan warga kampus yang berimbas pada peningkatan produksi sampah di Universitas Tanjungpura (UNTAN) Pontianak. Pengamatan juga dilakukan oleh Fadhilah et. al. (2011) terhadap pola kehidupan mahasiswa yang masih dengan mudah memproduksi sampah pada Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Diponegoro (UNDIP). Penambahan volume sampah di kawasan kampus juga tidak bisa lepas dari pelaksanaan pengelolaan sampah. Raharjo et. al. (2014) serta Oktiawan, Istirokhatun, & Fajar (2012) menjelaskan penanganan sampah yang masih menggunakan cara konvensional berupa pola kumpul-angkut-buang membuat pengelolaan belum optimal. Permasalahan ini juga terjadi di Kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS).

Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 mendefinisikan Sampah sebagai sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. SNI 19-2454-2002 menyebutkan timbulan sampah sebagai banyaknya sampah yang timbul dari masyarakat. Pengelolaan sampah merupakan kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan untuk mengurangi dan menangani sampah. kegiatan dalam pengurangan sampah meliputi pembatasan timbunan sampah, daur ulang sampah, dan/atau pemanfaatan kembali sampah.

Instansi swasta dituntut untuk menciptakan potensi dan peluang demi tercapainya pengelolaan sampah yang berkelanjutan (Kumar & Agrawal, 2020). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 03/PRT/M/2013 mengatur sampah yang dihasilkan dari kegiatan sehari-hari atau biasa disebut timbulan sampah tidak boleh langsung dibuang. Sampah yang tidak terolah secara baik akan menimbulkan masalah lingkungan. Undang-Undang nomor 18 tahun 2008 menjelaskan pengelolaan sampah sebagai kegiatan yang sistematis, menyeluruh, dan berkesinambungan untuk mengurangi dan menangani sampah. Sistem yang terpadu memaksimalkan kegiatan pengelolaan sampah. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 03/PRT/M/2013 mengatur Pengelolaan sampah terpadu terdiri atas kegiatan pengumpulan,

pemisahan, pengolahan, dan pendaurulangan sampah, sehingga sampah menjadi produk bernilai ekonomis. Sistem dan infrastruktur pengelolaan sampah perlu diadaptasi sesuai dengan kondisi sosial ekonomi daerah sekitar (Olalo, Nakatani, & Fujita, 2022). Wardi (2011) meneliti tentang pola pengelolaan sampah berbasis sosial-budaya di Bali. Model pengelolaan sampah yang berbasis sosial budaya dapat dilaksanakan secara adaptif dengan mempertimbangkan karakteristik sosial dan budaya masyarakat, aspek lingkungan, jenis dan volume sampah yang dihasilkan. Pertama agar sistem pengelolaan sampah terpadu berhasil adalah melakukan studi karakteristik limbah (De Vega, Benitez, & Barreto, 2008). Arnadottir dkk (2018) menjabarkan faktor-faktor penentu perilaku pemisahan sampah dimulai dengan mengeksplorasi perilaku mahasiswa, kemudian mengintervensi atas perilaku tersebut, dan terakhir mengevaluasi atas intervensi yang dilakukan. Pengelolaan sampah yang baik menjadi salah satu upaya mengurangi emisi gas rumah kaca (Syafrudin, Budihardjo, Yuliastuti, & Ramadan, 2021).

Kampus mempunyai fasilitas infrastruktur fisik berupa bangunan/gedung, peralatan-peralatan, dan instalasi-instalasi untuk mendukung suatu tatanan kehidupan sosial ekonomi masyarakat agar tetap pada fungsinya (Ramdlani, Soekirno, & Giriwati, 2013). Pengaplikasian sistem ini pada kawasan kampus yaitu dengan membangun Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST). Ruslinda, Raharjo, & Susanti (2014) melakukan kajian aspek teknis operasional, finansial dan kelembagaan di Pusat Pengolahan Sampah Terpadu (PPST) Universitas Andalas (Unand). Hasilnya perlu diterapkan kegiatan pemisahan sampah mulai perwadhahan, pengumpulan hingga pengangkutan (teknis operasional), telaah kelayakan ekonomi (finansial) dan pembentukan Unit Pelayanan Teknis (kelembagaan). Purnaini (2011) merencanakan pembangunan TPST kawasan selatan Universitas Tanjungpura (UNTAN) guna mengoptimalkan kegiatan pengelolaan sampah. Kerangka kebijakan strategis dan keterlibatan total komunitas universitas sangat penting dalam kegiatan pengurangan sampah dari sumber (Ugwu, Ozoegwu, & Ozor, 2020).

Pengelolaan sampah pada skala individu sudah melakukan kegiatan pemilahan. Sampah yang masih memiliki nilai guna atau ekonomi dikumpulkan untuk kemudian digunakan kembali maupun dijual. Pada skala universitas pengelolaan masih menerapkan Sistem Kumpul-Angkut-Buang. Sampah yang sudah terkumpul kemudian diangkut dan dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Fasilitas pemilahan sampah berupa tempat sampah yang berbeda warna sudah disediakan, namun kurangnya kesadaran pengguna membuat kegiatan pemilahan sampah kurang maksimal. Berdasarkan uraian di atas diperlukan perencanaan infrastruktur pengolahan sampah UMS yang berlandaskan pada tempat pengolahan sampah terpadu (TPST) dengan

memperhatikan peraturan yang berlaku. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi sumber informasi dan referensi dalam merencanakan sarana dan prasarana/infrastruktur pengelolaan sampah di UMS.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September hingga Oktober 2022. Lokasi penelitian dibagi dalam 5 kawasan, yaitu Kampus 1, 2, 3, 4, dan Edutorium UMS yang tersaji pada Gambar 1. Penelitian menggunakan data primer dan sekunder. Data primer berupa data eksisting kondisi sarana dan prasarana pengelolaan sampah beserta pola pelayanannya. Data sekunder didapatkan dari Biro Akademik berupa data mahasiswa tahun 2017-2021 serta jumlah dosen dan tenaga pendidik (tendik) dari Biro Pengembangan Sumber Daya (BPSDM) UMS.

Hasil observasi digunakan untuk menentukan jenis sampah dan sebagai acuan rencana pola pelayanan. Data jumlah mahasiswa, dosen, dan tendik menjadi dasar rencana infrastruktur pengelolaan sampah sesuai dengan Permen PU No. 03/PRT/M/2013.

### 2.1 Pengelolaan Sampah

Sumber sampah berasal dari timbulan sampah yang dihasilkan oleh penghasil sampah, yaitu setiap orang dan/atau proses alam. *College and University Recycling Council (CURC)* dalam De Vega, Benitez, & Barreto (2008) mengkategorikan sampah menjadi 7 kategori yang disajikan dalam Tabel 1.

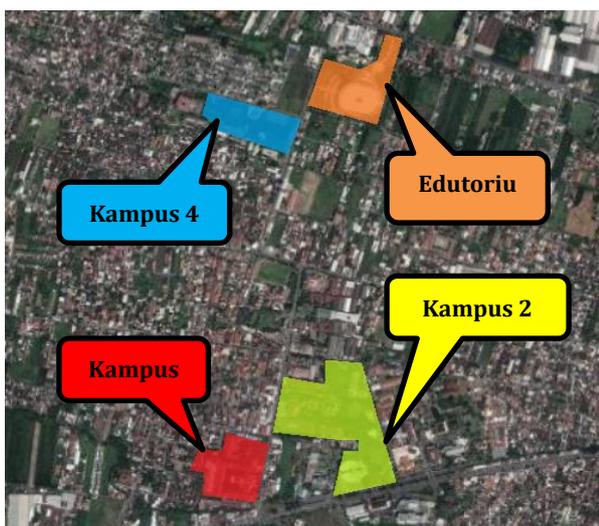
Kegiatan penanganan sampah menurut UU No. 18 Tahun 2008 meliputi pemilahan sesuai jenisnya, pengumpulan dalam bentuk pengambilan dan pemindahan, pengangkutan, pengolahan, dan pemrosesan akhir. Kegiatan ini juga tertuang pada SNI 19-2454-2002 dengan istilah operasional pengelolaan sampah serta Permen PU No. 03/PRT/M/2013 sebagai pola pelayanan. SNI 19-

2454-2002 menjelaskan skala kepentingan daerah Pelayanan pada pola pelayanan guna menilai tingkat kerawanan sanitasi dan potensi ekonomi rencana daerah pelayanan pengelolaan sampah ditinjau dari parameter fungsi dan nilai daerah, kepadatan penduduk, daerah pelayanan, kondisi lingkungan, tingkat pendapatan penduduk, dan topografi. Penilaian ini dilakukan dengan mengalikan skor nilai dengan bobot parameter pada tiap kawasan rencana pelayanan. Penilaian tertinggi menjadi pelayanan tingkat pertama, angka-angka di bawahnya merupakan pelayanan selanjutnya. Skala kepentingan daerah pelayanan disajikan pada Tabel 2.

### 2.2 Infrastruktur Pengelolaan Sampah

Permen PU No. 03/PRT/M/2013 memaparkan jenis infrastruktur pengelolaan sampah meliputi alat pengumpul, pengangkut, tempat pengolahan sampah 3R berbasis masyarakat (TPS 3R), stasiun peralihan antara (SPA), Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST), dan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).

Penelitian ini menambahkan adanya bank sampah sebagai salah satu alternatif pengelolaan. Suryani (2014) mendefinisikan bank sampah sebagai tempat pengumpulan, pemilahan, pengolahan, dan pendaurulangan sampah berbasis masyarakat sehingga sampah menjadi barang yang bernilai ekonomis. Hal ini didasarkan pada partisipasi aktif masyarakat sangat diperlukan dalam mengelola sampah, terutama sampah yang mereka hasilkan dari limbah rumah tangga sehari-hari (Subekti, 2010). Pemberian edukasi kepada Kontribusi juga dapat dilakukan dengan memberdayakan penduduk sebagai petugas atau karyawan di Tempat Pengolahan Sampah setempat (Azevedo, Scavarda, Caiado, & Fuss, 2021). Masyarakat menyetorkan sampah yang sudah ditentukan oleh pengelola, Setoran dihargai lalu didata pada buku tabungan dan hasil tabungan dapat diambil dalam jangka waktu tertentu.



Kampus 1, 2, 4, dan Edutorium di Kec. Kartasura, Kab. Sukoharjo



Kampus 3 di Kec. Laweyan, Kota Surakarta

**Gambar 1** Lokasi Penelitian

**Tabel 1.** Kategori sampah menurut CURC

Kategori Sampah	Contoh Sampah
Kertas dan kardus	Kertas, kertas warna, koran, majalah, kardus
Plastik	Wadah plastik, plastik, campuran, kantong plastik, busa
Organik	Sisa Makanan, daun dan rumput, ranting pohon, bahan organik lain
Metal	Aluminium, timah, aspal, jenis metal lain
Kaca	Kaca berwarna, kaca bening, jenis kaca lain
Konstruksi	Kerikil, pasir, batu, kayu, beton, dan lainnya
Sampah B3	Baterai, insektisida, dan lainnya
Lainnya	Limbah sanitasi dan lainnya

Sumber: De Vega, Benitez, & Barreto (2008)

**Tabel 2.** Skala Kepentingan Daerah Pelayanan

No.	Parameter	Bobot	Nilai	
			Kerawanan Sanitasi	Potensi Ekonomi
1	Fungsi dan nilai daerah	3		
	a. daerah di jalan protokol/pusat kota		3	4
	b. daerah komersil		3	5
	c. daerah perumahan teratur		4	4
	d. daerah industri		2	4
	e. jalan, taman, dan hutan kota		3	1
	f. daerah perumahan tidak teratur, selokan		5	1
2	Kepadatan penduduk	3		
	a. 50 - 100 jiwa/Ha (rendah)		1	4
	b. 100 - 300 jiwa/Ha (sedang)		3	3
	c. >300 jiwa/Ha (tinggi)		5	1
3	Daerah pelayanan	3		
	a. yang sudah dilayani		1	4
	b. yang dekat dengan yang sudah dilayani		3	3
	c. yang jauh dari daerah pelayanan		5	1
4	Kondisi lingkungan	2		
	a. baik (sampah dikelola, lingkungan bersih)		1	4
	b. sedang (sampah dikelola, lingkungan kotor)		2	3
	c. buruk (sampah tidak dikelola, lingkungan kotor)		3	2
	d. buruk sekali (sampah tidak dikelola, lingkungan sangat kotor), daerah endemis penyakit menular		4	1
5	Tingkat pendapatan penduduk	2		
	a. rendah		5	1
	b. sedang		3	3
	c. tinggi		1	5
6	Topografi	1		
	a. datar/rata		2	4
	b. bergelombang		3	3
	c. berbukit/curam		3	1

Sumber: SNI 19-2454-2002

### 2.3 Timbulan Sampah

Permen PU No. 03/PRT/M/2013 memproyeksikan pertumbuhan jumlah penduduk tahun rencana dengan menggunakan Metode Regresi Linier seperti terlihat pada Persamaan 1 sampai 3.

$$Y = a + b.X \quad (\text{Pers. 1})$$

$$a = \frac{\sum Y \sum X^2 - \sum X \sum XY}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (\text{Pers. 2})$$

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (\text{Pers. 3})$$

dengan:

Y : Variabel dependen berdasarkan garis regresi

X : Variabel independen

a : Konstanta

b : Koefisien arah regresi linier

Penelitian ini menggunakan variabel dependen untuk menyatakan proyeksi jumlah Mahasiswa UMS tiap program studi pada Tahun 2031, sedangkan variabel

independen menunjukkan analogi tahun awal rencana proyeksi yang dimulai pada 2017 bernilai 1, 2017 bernilai 2, hingga 2023 bernilai 15. Data awal jumlah yang digunakan adalah Tahun 2017-2021.

Prihatin (2020) memaparkan rata-rata sampah yang diproduksi penduduk Kota Surakarta mencapai 0,5 kg/orang/hari. Soesanto (2019) menyatakan Timbulan sampah bisa dinyatakan dengan satuan volume atau satuan berat. Jika digunakan satuan volume, derajat pewadahan (densitas sampah) harus dicantumkan. Perkalian antara jumlah penduduk dengan timbulan sampah per orang per hari dapat digunakan untuk memproyeksikan timbulan sampah.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Jenis Sampah

Hasil observasi didapatkan berbagai sampah ada di kawasan kampus UMS. Jenisnya dikelompokkan berdasarkan kategori sampah menurut CURC (De

Vega, Benitez, & Barreto, 2008) yang ditampilkan pada Tabel 3 dan Gambar 2.

### 3.2. Pola Pelayanan Eksisting

Hasil observasi menunjukkan Pengelola Sampah sudah melakukan pemilahan dari sumber. Kegiatan ini dilaksanakan secara individu maupun kelompok tanpa adanya koordinasi dari pihak UMS. Pola pelayanan pengelolaan sampah eksisting terdiri dari 6 alur sebagai berikut:

1. Timbulan Sampah  
Tahap ini sampah diproduksi secara langsung oleh Masyarakat UMS.
2. Pemilahan oleh Individu  
Masyarakat secara mandiri memilah sampah yang masih memiliki nilai guna, seperti kertas, kardus, botol dan *cup* plastik.
3. Perwadhahan  
Sampah yang tidak bernilai dibuang ke tempat yang sudah disediakan. Petugas kebersihan lalu mengumpulkan ke wadah yang lebih besar dan meletakkannya pada satu titik untuk selanjutnya diangkut oleh kendaraan bak sampah.
4. Pengumpulan  
Petugas sampah memungut sampah yang sudah dikumpulkan dengan kendaraan bak modifikasi. Pengumpulan dilakukan ke semua titik perwadhahan.
5. Pemilahan oleh Kelompok  
Petugas bak sampah secara kelompok memilah sampah kembali. Kardus, botol dan *cup* plastik dikumpulkan serta Sisa makanan dan botol air minum yang tersegel digunakan kembali sebagai pakan ternak.
6. Pengangkutan ke TPA  
Sisa akhir sampah dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dengan kendaraan bak sampah.  
Kampus UMS sebenarnya memiliki rumah kompos dan perapian sampah yang terletak di Kawasan Edutorium, namun fasilitas tersebut minim

difungsikan. Perapian masih digunakan sesekali untuk membakar sampah kering.

### 3.3. Prioritas Daerah Pelayanan

Penilaian dilakukan terhadap tingkat kerawanan sanitasi dan tingkat potensi ekonomi. Penilaian atas kategori dikalikan dengan bobot tiap kriteria yang ditabelkan pada Tabel 4 dan Gambar 3. Semua Kawasan kecuali Kampus 3 mendapatkan peringkat 1.

### 3.4. Proyeksi Jumlah Penduduk

Data jumlah penduduk meliputi mahasiswa, tenaga pendidik (tendik), dan dosen. Perhitungan proyeksi mahasiswa menggunakan data Tahun 2017-2021, sedangkan jumlah dosen dan tendik dihitung 1 walaupun bertugas pada lebih dari 1 program studi. Data yang digunakan adalah dosen dan tendik Tahun 2021 dengan dasar perubahannya selama 10 tahun tidak terjadi secara fluktuatif. Jumlah penduduk Kawasan Edutorium menggunakan kapasitas maksimal gedung Edutorium sebesar 7000 orang. Perhitungan menggunakan batas minimum dan maksimum dalam menentukan proyeksi mahasiswa.

Proyeksi mahasiswa hasil regresi menunjukkan adanya tren menurun beberapa program studi. Hal ini berarti mahasiswa berkurang secara terus menerus hingga jumlah mahasiswa di Tahun 2031 mendekati atau sama dengan nol. Kejadian tersebut dalam kenyataan kecil kemungkinan terjadi, karena pihak UMS akan memberikan program-program promosi sehingga program studi tetap terdapat mahasiswa. Batas minimum diambil dari kuota mahasiswa tiap program studi dikalikan dengan koefisien. Koefisien didapat dari masa studi ideal yang sudah direncanakan untuk menempuh Strata 1 (S1) yaitu 4 tahun, Strata 2 (S2) selama 2 tahun dan untuk Strata 3 (S3) 3 tahun. Program Profesi Dokter dan Dokter Gigi 2 tahun dan selain itu 1 tahun. Batas minimum proyeksi mahasiswa ditampilkan pada Persamaan 4 hingga 8.

**Tabel 3.** Kategori sampah menurut CURC

Kategori Sampah	Contoh Sampah
Kertas dan kardus	Kertas, kertas warna, koran, majalah, kardus.
Plastik	botol minum, <i>cup</i> minuman, sedotan, tempat makanan <i>styrofoam</i> , bungkus <i>snack</i> ringan, <i>styrofoam</i> , busa dan kantong kresek.
Organik	Sisa Makanan, daun dan rumput, dan ranting pohon.
Kaca	Kaca bening dan gelap, dan botol kaca.
Konstruksi	Batu, pasir, bambu, genteng, batu, plafond, dan pecahan ubin.
Sampah B3 non medis	Masker, lampu bohlam dan TL.
Lainnya:	
a. Laboratorium	Beton uji, benda uji aspal, <i>Split</i> , dan tanah.
b. Balokan	Meja, Kursi, Papan tulis, tembikar, <i>closet</i> duduk, kaleng cat, gerobak, Tandon aluminium dan bak cuci aluminium.
c. Elektronik	Kipas angin dan kulkas.

Sumber: hasil observasi



a. Batu dan Pasir



b. Cup Plastik



c. Kardus dan Busa



d. Kulkas bekas



e. Kaca



f. Ranting pohon



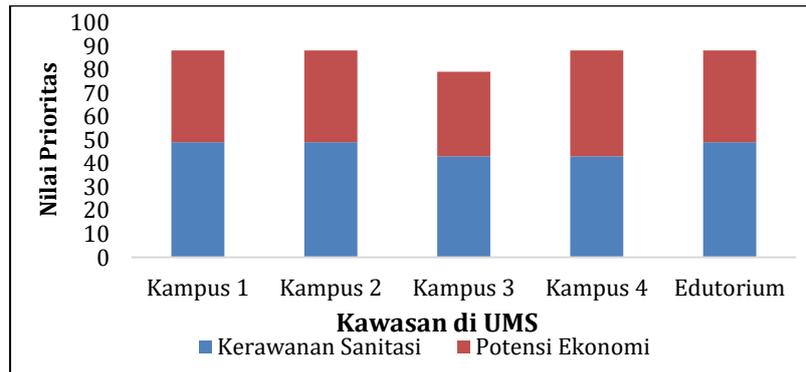
g. Lampu TL dan botol kaca

**Gambar 2** Contoh Sampah di Kampus UMS

**Tabel 4.** Penilaian Kategori Prioritas Pola Pelayanan

No.	Kawasan di UMS	Penilaian					Total	
		-1	-2	-3	-4	-5		-6
<b>Kerawanan Sanitasi</b>								
1	Kampus 1	9	15	15	2	6	2	49
2	Kampus 2	9	15	15	2	6	2	49
3	Kampus 3	9	15	9	2	6	2	43
4	Kampus 4	9	9	15	2	6	2	43
5	Edutorium	9	15	15	2	6	2	49
<b>Potensi Ekonomi</b>								
1	Kampus 1	12	3	12	2	6	4	39
2	Kampus 2	12	3	12	2	6	4	39
3	Kampus 3	12	3	9	2	6	4	36
4	Kampus 4	12	9	12	2	6	4	45
5	Edutorium	12	3	12	2	6	4	39

Sumber: hasil analisa berdasar SNI 19-2454-2002



**Gambar 3** Grafik Nilai Prioritas Daerah Pelayanan

- $Y_{min-S1} = 4 \times K_{m-i}$  untuk Strata 1 (S1) (Pers. 4)
- $Y_{min-S2} = 2 \times K_{m-i}$  untuk Strata 2 (S2) (Pers. 5)
- $Y_{min-S3} = 3 \times K_{m-i}$  untuk Strata 3 (S3) (Pers. 6)
- $Y_{min-PPD} = 2 \times K_{m-i}$  untuk Profesi Dokter (Pers. 7)
- $Y_{min-PP} = 1 \times K_{m-i}$  untuk Profesi lain (Pers. 8)

dengan:

$Y_{min}$  : Jumlah minimum mahasiswa

$K_{m-i}$  : Kuota mahasiswa program studi UMS ke-i

Batas maksimum diambil dari asumsi proyeksi mahasiswa yang terus bertumbuh menyebabkan fenomena kapasitas infrastruktur yang terlampaui (*over capacity*). Batas maksimum proyeksi mahasiswa diambil dari rerata pertumbuhan mahasiswa pada tahun 2017-2021 dikali dengan kuota tiap program studi. Rerata pertumbuhan ditampilkan pada Tabel 5. Batas maksimum proyeksi mahasiswa dirumuskan:

$$Y_{max} = Y_{n-1} + (0,033 \times K_{m-i}) \quad (\text{Pers. 9})$$

dengan:

$Y_{max}$  : Jumlah maksimum mahasiswa

$Y_{n-1}$  : Jumlah mahasiswa tahun ke n-1

Proses analisis dibantu dengan *formula MS. Excel* seperti *roundup* dan *if*. Proyeksi jumlah mahasiswa ( $Y$ , lihat Pers. 1) tersebut terdapat pada Persamaan 10.

$$f(x) = \text{Roundup}(\text{if}(Y < Y_{min}; Y_{min}; \text{if}(Y > Y_{max}; Y_{max}; Y))); 0 \quad (\text{Pers. 10})$$

### 3.5. Proyeksi Timbulan Sampah

Timbulan sampah dihitung berdasarkan Volume bak kendaraan yang berukuran 2,350 m x 1,585 m x

2,260 m dan proses pengangkutan satu kali sehari. Produksi sampah per orang per hari menggunakan asumsi Volume sampah dibagi dengan jumlah Masyarakat UMS aktif (Dosen, Tendik, dan Mahasiswa). Operasional kendaraan pada 2 kawasan, yaitu Kampus 1 dan Gabungan (Kampus 2, 4, dan Edutorium). Kondisi eksisting pengangkutan sampah Kampus 3 dilakukan oleh jasa pengelolaan daerah setempat, sehingga tidak diperhitungkan dalam analisis. Volume sampah sebesar 8,418 m<sup>3</sup>, sehingga didapatkan Volume sampah Kampus 1 dan kawasan gabungan berturut-turut sebesar 0,000562 dan 0,000555 m<sup>3</sup>/orang/hari. Volume timbulan sampah yang digunakan untuk keperluan perencanaan adalah 0,000562 m<sup>3</sup>/orang/hari. Proyeksi timbulan sampah dihitung dengan mengalikan Volume sampah dikali dengan tahun rencana. Kebutuhan sarana pengelolaan sampah (seperti jumlah tempat sampah, kendaraan pengangkut, dll) menggunakan data proyeksi timbulan sampah, sedangkan untuk perencanaan prasarana/infrastruktur (TPST) menggunakan 2 kali proyeksi timbulan sampah. Data tersebut didasarkan adanya 2 kali pengangkutan sampah jika ada Wisuda ataupun acara besar lain. Hasil proyeksi timbulan sampah ditampilkan pada Tabel 7.

### 3.6. Desain Rencana

Perencanaan sarana TPST meliputi tempat sampah 50 dan 150 liter, kontainer 4 m<sup>3</sup>, serta *arm roll truck* 6 m<sup>3</sup>. Pengangkutan sampah rencana dilakukan dalam 2 kali sehari. Pengangkutan dilakukan 2 kali sehari. Kebutuhan rencana sarana dihitung dari

timbulan sampah tiap kawasan dibagi dengan kapasitas tiap item sarana. Hasil kebutuhan rencana sarana pengelolaan sampah disajikan pada Tabel 8.

Perencanaan prasarana TPST meliputi Bangunan Hanggar, Jembatan Timbang, Bengkel, *Bank Sampah*, Kantor, Musholla, Rumah *Genset*, Menara Air, dan Tempat Cuci Kendaraan. Desain *Master Plan* ditampilkan pada Gambar 4.

Pola pelayanan rencana sebagai berikut:

1. Timbulan Sampah. Tahap ini produksi sampah dilakukan oleh masyarakat.
2. Pemilahan oleh individu secara mandiri. Sampah yang dianggap masih memiliki nilai guna dan ekonomi digunakan kembali ataupun didaur ulang.
3. Perwadahan, sampah yang sudah dipilah oleh individu dikumpulkan pada wadah 50 L atau 150 L yang sudah disediakan. Diharapkan masyarakat sudah membedakan jenis sampah dan membuangnya pada tempat yang sesuai.
4. Pengumpulan, tahap ini sampah dikumpulkan dari wadah 50 L ke 150 L atau kontainer 4 m<sup>3</sup> oleh Petugas. Pengumpulannya dipusatkan pada area yang mudah dijangkau oleh kendaraan.
5. Pengangkutan, sampah yang sudah terkumpul diangkut oleh petugas ke TPST. Pengangkutan sampah akan dilakukan 2 kali sehari dalam 3 skema sebagai berikut:

- a. Skenario pertama pengangkutan sampah di kampus 1
  - b. Skenario kedua untuk Kampus 2 dan 4.
  - c. Skenario ketiga di kampus 3 dan Edutorium.
6. Pemrosesan sampah di TPST. Sampah yang terangkut ditimbang di jembatan timbang, kemudian kendaraan sampah membongkar muatan di Hanggar. Petugas memilah kembali dan mengolah sesuai jenisnya dengan rincian sebagai berikut:
    - a. Sampah Organik dijadikan kompos
    - b. Sampah Plastik (PET, HDPE, PVC) secara terpisah dijadikan biji plastik. Jenis plastik bekas kemasan diolah menjadi kerajinan oleh petugas *Bank Sampah*. Jenis plastik lain dibuang.
    - c. Kertas dan kardus diolah menjadi kardus olahan.
    - d. Jenis sampah lain yang masih memiliki nilai guna dan ekonomi disortir untuk kemudian dijual/diberikan kepada pihak ketiga.
  7. Pengangkutan Residu ke TPA. Residu (sampah yang tidak terolah serta tidak memiliki nilai guna dan ekonomi) diangkut ke TPA.

Pola pelayanan rencana menambahkan kegiatan pengolahan sampah di TPST yang membedakan dengan eksisting seperti disajikan pada Gambar 5.

**Tabel 5.** Rerata Pertumbuhan Mahasiswa

No.	Tahun	Mahasiswa (Jiwa)	Pertumbuhan (Jiwa)	Pertumbuhan (%)	Rerata pertumbuhan (%)
1	2017	32004			
2	2018	32145	141	0,004	
3	2019	35475	3330	0,104	0,033
4	2020	35920	445	0,013	
5	2021	36365	445	0,012	

Sumber: hasil analisa

**Tabel 6.** Total Penduduk Tiap Kawasan

No.	Kawasan di UMS	Penduduk (Jiwa)			Total
		Mahasiswa	Dosen	Tendik	
1	Kampus 1	18367	362	35	18764
2	Kampus 2	18244	392	321	18857
3	Kampus 3	498	26	1	525
4	Kampus 4	1079	51	0	1130
5	Edutorium		7000		7000

Sumber: hasil analisa

**Tabel 7.** Proyeksi Timbulan Sampah

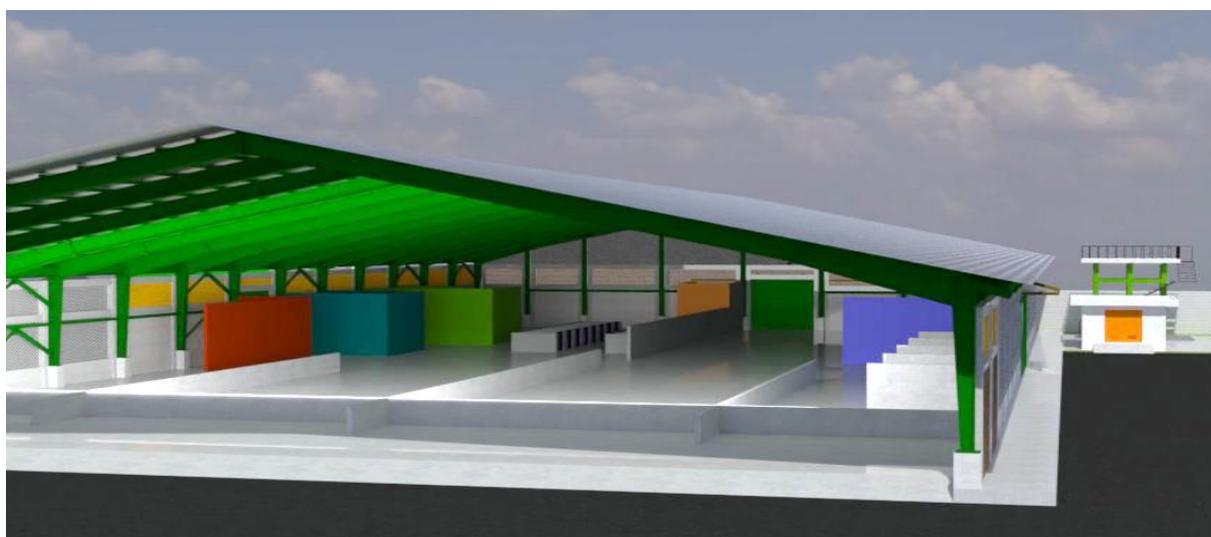
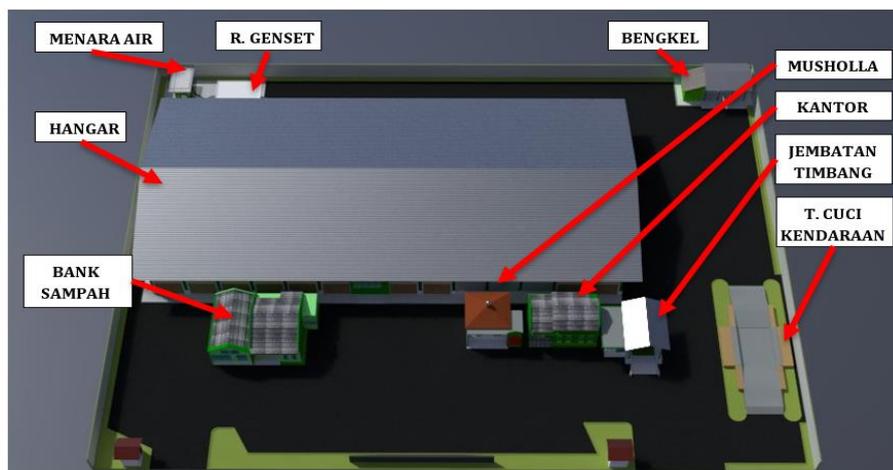
No	Kawasan di UMS	Jumlah penduduk	timbulan sampah (m <sup>3</sup> /orang/hari)	Proyeksi Timbulan Sampah (m <sup>3</sup> / hari)
1	Kampus 1	18764		10,55
2	Kampus 2	18857		10,60
3	Kampus 3	525	0,000562	0,30
4	Kampus 4	1130		0,64
5	Edutorium	7000		3,93
Total				26,01
Proyeksi untuk Perencanaan Infrastruktur				52,02

Sumber: hasil analisa

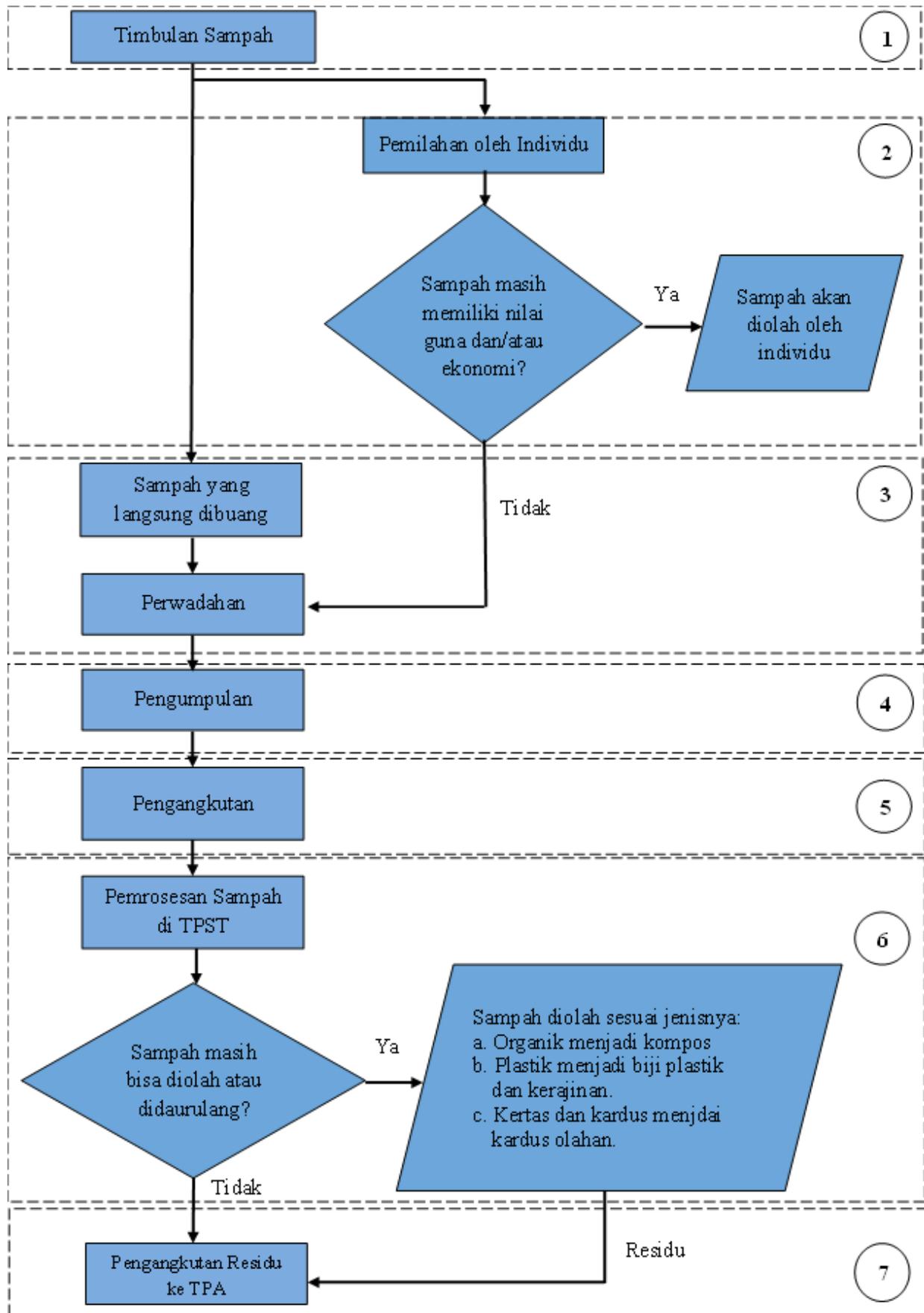
**Tabel 8.** Kebutuhan Rencana Sarana Sampah

No	Kawasan di UMS	Proyeksi Timbunan Sampah (m <sup>3</sup> / hari)	Timbunan Sampah dengan skema 2 kali pengangkutan (m <sup>2</sup> / hari)	Kebutuhan Prasarana			
				Tempat Sampah 50 L	Tempat Sampah 150 L	Kontainer 4 m <sup>3</sup>	Arm Roll Truck (Kap. 6 m <sup>3</sup> )
1	Kampus 1	10,55	5,27	106	36	-	1
2	Kampus 2	10,60	5,30	106	36	-	1
3	Kampus 3	0,30	0,15	3	3	-	-
4	Kampus 4	0,64	0,32	7	3	-	-
5	Edutorium	3,93	1,97	40	-	1	1
Total				262	78	1	3

Sumber: hasil analisa



**Gambar 4** Desain TPST UMS



Gambar 5 Rencana Pola Pelayanan Sampah UMS

#### 4. Kesimpulan

Jenis sampah area UMS berupa plastik, organik, kardus dan kertas, kaca, konstruksi, laboratorium, balokan, elektronik, dan B3 non medis. Pola pelayanan pengelolaan sudah baik namun kegiatan pemilahan sampah dari sumber belum dikoordinasi oleh pihak UMS. Prioritas daerah layanan untuk semua kawasan menempati peringkat 1 kecuali Kampus 3. Proyeksi timbulan sampah Tahun 2031 didapatkan total 25,97 m<sup>3</sup>/hari dan digunakan untuk merencanakan sarana TPST mencakup pengadaan 263 tempat sampah ukuran 50 L, dan 78 buah ukuran 150 L, 1 kontainer 4 m<sup>3</sup>, dan 3 unit *Arm Roll Truck* kapasitas 6 m<sup>3</sup>. Jumlah tersebut juga untuk mendesain prasarana yang meliputi Bangunan Hanggar, Jembatan Timbang, Bengkel, Bank Sampah, Kantor, Musholla, Rumah *Genset*, Menara Air, dan Tempat Cuci Kendaraan. Pola pelayanan sampah rencana memodifikasi kegiatan eksisting dengan menambahkan alur pengolahan sampah di TPST.

#### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada pihak UMS yang telah membantu penelitian ini dengan menyediakan data yang diperlukan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arnadottir, A. D., Kok, G., Gils, S. v., & Hoor, G. A. 2018. Waste Separation in Cafeterias: A Study Among University Students in The Netherlands. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 1-10. doi:10.3390/ijerph16010093.
- Azevedo, B. D., Scavarda, L. F., Caiado, R. G., & Fuss, M. 2021. Improving Urban Household Solid Waste Management in Developing Countries Based On The German Experience. *Waste Management Vol 120,1*, 772-783.
- BSN. 2002. SNI 19-2454-2002 mengenai Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan. Jakarta.
- De Vega, C. A., Benitez, S. O., & Barreto, M. E. 2008. Solid Waste Characterization And Recycling Potensial For A University Campus. *Elsevier: Waste Management 28*, S21-S26. doi: 10.1016/j.wasman.2008.03.022.
- Debrah, J. K., Vidal, D. G., & Dinis, M. A. 2021. Raising Awareness on SolidWaste Management through Formal Education for Sustainability: A Developing Countries Evidence Review. *Recycling*, 1-21. https://doi.org/10.3390/recycling6010006.
- Fadhilah, A., Sugianto, H., Kuncoro, H., Firmadhani, S. W., Murtini, T. W., & Pandelaki, E. E. 2011. Kajian Pengelolaan Sampah Kampus Jurusan Arsitektur Teknik Universitas Diponegoro. *MODUL Volume 11 Nomor 2*, 62-71. ISSN: 0853-2877.
- Kumar, A., & Agrawal, A. 2020. Recent Trends in Solid Waste Management status, Challenges, and Potential for The Future Indian Cities - A review. *Current Research in Environmental Sustainability 2 100011*, 1-19. doi:10.1088/1742-6596/1913/1/012084.
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 2013. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 03/PRT/M/ 2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan Dalam Penangan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga. Jakarta.
- Oktiawan, W., Istirokhatun, T., & Fajar, N. S. 2012. Optimalisasi Sistem Pengelolaan Sampah di Lingkungan Kampus Universitas Diponegoro: Upaya Menuju UNDIP Eco-campus. *TEKNIK Volume 33 Nomor 2*, 82-86. ISSN 0852-1697.
- Olalo, K. F., Nakatani, J., & Fujita, T. 2022. Optimal Process Network for Integrated Solid Waste Management in Davao City, Philippines. *Sustainability Vol. 14*, 1-18. https://doi.org/10.3390/su14042419.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2008. Undang-Undang nomor 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. Jakarta.
- Prihatin, R. B. 2020. Pengelolaan Sampah di Kota Bertipe Sedang: Studi Kasus di Kota Cirebon dan Kota Surakarta. *Aspirasi: Jurnal Masalah-Masalah Sosial Vol. 11 No. 1*, 1-16. doi: 10.22212/aspirasi.v11i1.1505.
- Purnaini, R. 2011. Perencanaan Pengelolaan Sampah di Kawasan Selatan Universitas Tanjungpura. *Jurnal Teknik Sipil Untan Volume 11 Nomor 1*, 1-18.
- Purnaweni, H. 2017. *Bom Waktu Sampah*. Semarang: Suara Merdeka. Diakses tanggal 8 September 2022.
- Raharjo, S., Zulfan, M., Ihsan, T., & Ruslinda, Y. 2014. Perencanaan Sistem Reduce, Reuse dan Recycle Pengelolaan Sampah di Kampus Universitas Andalas Limau Manis Padang. *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND 11 (2)*, 79-87.
- Ramdlani, S., Soekirno, A., & Giriwati, N. S. 2013. Karakter dan Pola Tata Ruang Kawasan Sekitar Kampus Universitas Brawijaya. *Jurnal RUAS Volume 11 Nomor 1*, 76-86. ISSN 1693-3702.
- Ruslinda, Y., Raharjo, S., & Susanti, L. 2014. Kajian Penerapan Konsep Pengolahan Sampah Terpadu di Lingkungan Kampus Universitas Andalas. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Lingkungan I (hal. 202-206)*. Padang: Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Andalas. ISSN: 2356-4938.
- Sanjaya, A. P., Yudhistira, B., & Saputro, S. 2017. IBM Introduksi Sistem Pengolahan Sampah Model Jepang dalam Rangka Mendukung Green Campus di LPPM. *Jurnal Kewirausahaan dan Bisnis Volume 20 Nomor XI*, 39-43. ISSN: 1979-861X.
- Saputra, S. N. A., & Mulasari, S. A. 2017. Pengetahuan, Sikap, dan Perilaku Pengelolaan Sampah pada Karyawan di Kampus. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Volume 11 Nomor 1*, 22-27. ISSN: 1978-0575.
- Soesanto, A. P. 2019. *Optimasi Perencanaan Infrastruktur Pengelolaan Sampah dengan Permodelan Program Linier (Studi Kasus Pengelolaan Sampah di Kabupaten Sragen)*. Surakarta, Indonesia: Tesis tidak dipublikasikan, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Somani, P., Navaneethan, R. D., & Thangaiyan, S. 2021. Integrated Solid Waste Management in Urban India: A Mini Review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1-6. doi:10.1088/1742-6596/1913/1/012084.
- Subekti, S. 2010. Pengelolaan Sampah Rumah Tangga 3R Berbasis Masyarakat. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi (hal. 24-30)*. Semarang: Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim.
- Sulistyorini, L. 2005. Pengelolaan Sampah dengan Cara Menjadikannya Kompos. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Volume 2 Nomor 1*, 77-84.
- Syafrudin, Budihardjo, M. A., Yuliasuti, N., & Ramadan, B. S. 2021. Assessment of Greenhouse Gases Emission

- from Integrated Solid Waste Management in Semarang City, Central Java, Indonesia. *EVERGREEN Vol. 8*, 23-25. <https://doi.org/10.5109/4372257>.
- Ugwu, C. O., Ozoegwu, C. G., & Ozor, P. A. 2020. Solid Waste Quantification and Characterization in University of Nigeria, Nsukka Campus, and Recommendations for Sustainable Management. *Heliyon* 6 , 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04255>.
- Wardi, I. N. 2011. Pengelolaan Sampah Berbasis Sosial Budaya: Upaya Mengatasi Masalah Lingkungan di Bali. *Jurnal Bumi Lestari Volume 11 Nomor 1*, 167-177.
- Zikali, N. M., Chingoto, R. M., Utete, B., & Kunedzimwe, F. (2022). Household Solid Waste Handling Practices and Recycling Value for Integrated Solid Waste Management in A Developing City in Zimbabwe. *Scientific African Vol. 16*, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01150>.