

DESAIN PENGELOLAAN PERSAMPAHAN DI LINGKUNGAN KAMPUS INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Vitha Rachmawati^{1*}, Hery Setyobudiarso¹, Lies K. Wulandari²

Magister Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang, Jl. Bendungan Sigura-gura
No. 2 Institut Teknologi Nasional, Malang 65145, Indonesia

ABSTRAK

Kampus merupakan salah satu tempat yang berpotensi tinggi penghasil sampah perkotaan. Institut Teknologi Nasional Malang sebagai institusi pendidikan dituntut untuk dapat menciptakan kondisi ideal baik sebagai tempat berlangsungnya proses pendidikan maupun sebagai bagian entitas sosial dan lingkungan di kawasan kampus. Adapun sampah yang dihasilkan berasal dari kegiatan civitas akademik. Komposisi sampah yang dihasilkan adalah sampah organik dan sampah anorganik. Pengelolaan sampah yang dijalankan saat ini masih menerapkan pola angkut kumpul dan buang. Menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah dijelaskan bahwa ada dua kegiatan pokok yaitu pengurangan sampah dan penanganan sampah. Dalam kegiatan pengurangan sampah ada tiga aktifitas yaitu pembatasan timbulan sampah, daur ulang sampah dan pemanfaatan kembali sampah. Sedangkan dalam kegiatan penanganan sampah adalah kegiatan yang diawali dengan pemilahan dalam bentuk pengelompokkan dan pemisahan sampah sesuai dengan jenis, jumlah dan sifat sampah. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa kondisi eksisting pengelolaan sampah di lingkungan kampus 1 ITN Malang sehingga diperoleh gambaran yang sesuai untuk merencanakan desain pengelolaan persampahan yang sesuai dengan Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tersebut. Teknik operasional pengelolaan sampah berdasarkan SNI 1924-2454-2002 adalah pemilahan, pewadahan dan pengolahan timbulan sampah di sumber. Untuk metode pengukuran jumlah timbulan sampah, komposisi dan volume sampah adalah dengan berpedoman pada SNI 19-3694-1994 sedangkan proyeksi timbulan sampah pada 10 tahun mendatang didasarkan pada proyeksi jumlah civitas akademik yang dihitung dengan metode Aritmatik, Geometrik dan Least Square untuk mendapatkan nilai koefisien korelasi yang mendekati angka 1. Maka proyeksi timbulan sampah yang dihasilkan pada tahun 2029 adalah 1460,48 liter/hari atau 1,46 m³/hari. Proyeksi tersebut direncanakan untuk mendesain bangunan pengolahan sampah terpadu. Dari hasil perhitungan diperoleh luas lahan yang dibutuhkan adalah 50,5 m² dengan nilai manfaat ekonomi yang didapatkan adalah Rp. 62.366.220,- per tahun.

Kata kunci: Timbulan Sampah; Komposisi Sampah; Pengolahan Sampah Terpadu

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Salah satu tempat yang berpotensi tinggi untuk menghasilkan sampah perkotaan adalah perguruan tinggi atau kampus atau universitas. Aktivitas dari civitas akademik selalu menghasilkan residu berbentuk padat yang biasa disebut sebagai limbah padat atau sampah. Meningkatnya jumlah civitas akademik dapat meningkatkan jumlah sampah yang dihasilkan dan juga tidak diimbangi dengan penyelesaian yang tepat. Sehingga permasalahan yang di timbulkan oleh sampah menjadi permasalahan yang harus diselesaikan.

Kewajiban dalam pelaksanaan pemilahan sampah diatur dalam Undang –Undang Nomor 18 Tahun 2008 pasal 13 tentang Pengelolaan Sampah. Pengelola kawasan

pemukiman, kawasan komersial, kawasan industri, kawasan khusus, fasilitas umum, fasilitas sosial, dan fasilitas lainnya wajib menyediakan fasilitas pemilahan sampah.

Sampah yang tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan berbagai permasalahan, diantaranya adalah gangguan terhadap lingkungan disekitarnya seperti pencemaran lingkungan, penyebab dan pembawa penyakit serta menurunnya etika lingkungan. Namun jika dikelola dengan baik maka sampah juga memiliki nilai manfaat ekonomi.

Oleh karena itu sudah saatnya mulai dipikirkan untuk merencanakan desain pengelolaan persampahan yang efektif dan efisien diterapkan di kampus 1 (satu) Institut Teknologi Nasional Malang melalui pendekatan aspek kelembagaan, teknis operasional, pembiayaan dan peran civitas akademik.

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 definisi sampah yaitu kegiatan sehari-hari manusia dan/proses alam yang berbentuk padat. Berdasarkan jenisnya, sampah padat dapat digolongkan sebagai sampah organik dan sampah anorganik (Suprihatin dkk, 1999). Sedangkan berdasarkan asalnya sampah padat dapat dikelompokkan sebagai berikut (Suprihatin dkk, 1999) yaitu sampah pemukiman, sampah dari pertanian dan perkebunan, sampah dari sisa bangunan dan konstruksi gedung, sampah dari perdagangan dan perkantoran serta sampah dari industri.

Menurut SNI 19-2452-2002 timbulan sampah adalah banyaknya sampah yang timbul dari masyarakat dalam satuan volume maupun per kapita perhari atau perluas bangunan atau perpanjang jalan. Metode pengukuran timbulan sampah ada beberapa cara yaitu berdasarkan SNI 19-3564-1994 dan Tchobanoglous dkk, 1993 terbagi menjadi 3 yaitu *loud count analysis*, *weigh volume analysis* dan *material balance analysis*.

Teknik Operasional Pengelolaan sampah meliputi sistem pemilahan, pewadahan dan pengolahan sampah di sumber dimana dalam SNI 19-2454-2002, sistem pewadahan yang dilakukan lebih baik dipisahkan berdasarkan jenis sampah yaitu

- a. Sampah organik, untuk sampah halaman, sisa makan, dan sampah dapur yang diletakkan di wadah berwarna gelap.
- b. Sampah anorganik, untuk gelas, plastik, logam, dan lainnya yang diletakkan di wadah berwarna terang.
- c. Sampah bahan berbahaya dan beracun, diletakkan di wadah dengan warna merah.

Sistem Pengumpulan Sampah

Sistem pengumpulan sampah adalah aktivitas penanganan yang tidak hanya mengumpulkan sampah dari wadah individual dan atau dari wadah komunal (bersama) melainkan juga mengangkutnya ke tempat terminal tertentu, baik dengan pengangkutan langsung maupun tidak langsung (SNI 19-2454-2002). Pengumpulan dapat dilakukan dengan pengumpulan dari masing-masing sumber sampah untuk diangkut ke tempat pembuangan sementara (TPS) atau langsung ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) tanpa melalui proses pemindahan terlebih dahulu.

Dalam penerapan pengelolaan sampah diperlukan anggaran biaya yang meliputi biaya investasi, operasi dan pemeliharaan, manajemen, dan biaya untuk pengembangan. Pengelolaan sampah yang dapat mengeluarkan anggaran biaya, juga dapat memberikan keuntungan dari segi ekonomi. Sampah memiliki harga tinggi apabila dikelola dengan baik. Untuk mendapatkan nilai jual atau harga sampah di pasar terbuka (open market), maka pemisahan sampah harus dilakukan diawal. Pemisahan sampah ini terdiri dari sampah sisa makanan/organik dan sampah yang dapat didaur ulang. Kemudian sampah organik akan diolah dengan pengomposan dan sampah yang dapat didaur ulang akan dijual, sehingga diperoleh harga sampah sebagai keuntungan (Krishna et al., 2013). Umumnya, sampah yang dapat didaur ulang akan dijual kepada pihak yang biasa mengolah sampah lebih lanjut.

METODOLOGI

Lokasi Penelitian ini adalah kampus 1 ITN , Jalan Bendungan Sigura-gura Nomor 2, Kecamatan Lowokwaru, Kelurahan Sumbersari, Kota Malang. Dengan tahapan perencanaan desain sebagai berikut :

1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi. Sedangkan data sekunder merupakan pelengkap data primer diperoleh dari instansi terkait melalui *interview* (wawancara), observasi (pengamatan), kuesioner dan gabungan ketiganya.

2. Metode Penentuan Karakteristik Sampah, Analisa Timbulan Sampah, Pengangkutan Sampah

Penentuan metode ini didasarkan pada SNI 19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan. Tujuan dari metode ini adalah untuk mendapatkan besaran timbulan sampah yang digunakan dalam perencanaan dan pengelolaan sampah.

3. Analisa Data

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan akan didapatkan data baik data primer dan sekunder. Data diperoleh selanjutnya dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif. Selanjutnya data yang telah terkumpul diolah dan dianalisa. Tahap ini memaparkan tentang analisa yang dilakukan sebagai dasar perencanaan desain pengelolaan sampah dengan suatu kegiatan pengumpulan, pemilahan, penggunaan ulang, daur ulang, pengolahan, dan pemrosesan yang bertujuan untuk mereduksi volume sampah (UU No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah).

4. Desain Pengelolaan Sampah

Desain pengelolaan sampah terdiri dari perhitungan volume dan timbulan sampah dan membuat desain pengelolaan sampah yang ditinjau dari aspek teknik operasional, aspek kelembagaan, aspek pembiayaan, aspek hukum dan peraturan serta peran civitas akademik.

5. Perencanaan Teknis Sistem Pengolahan Sampah Terpadu

Dalam perencanaan desain pewadahan dilakukan perhitungan kapasitas wadah yang sesuai dengan volume sampah yang dihasilkan oleh civitas akademik. Perencanaan desain pewadahan dibedakan jenis sampah yang akan dipilah dan akan dikelola. Serta membuat perencanaan bangunan pengolah sampah terpadu meliputi perencanaan kebutuhan luas lahan, jumlah pekerja dan Rencana Anggaran Biayanya. Dan juga dihitung nilai manfaat ekonomi sampah. Dimana hasil penjualan sampah merupakan hasil yang diperoleh dari penjualan sampah plastik, sampah kertas dan penjualan kompos. Besarnya keuntungan yang didapatkan dari penjualan sampah tersebut dihitung dengan rumus sebagai berikut :

- Timbulan sampah A = timbulan sampah per hari x % komposisi sampah
- Timbulan sampah layak jual = timbulan sampah A x *recovery factor* sampah A
- Hasil Penjualan sampah = timbulan sampah A layak jual x harga jual sampah A (Bank Sampah)
- Proyeksi hasil penjualan sampah pertahun = hasil penjualan sampah/bulan x 12 bulan

6. Perencanaan Non Teknis Sistem Pengolahan Sampah

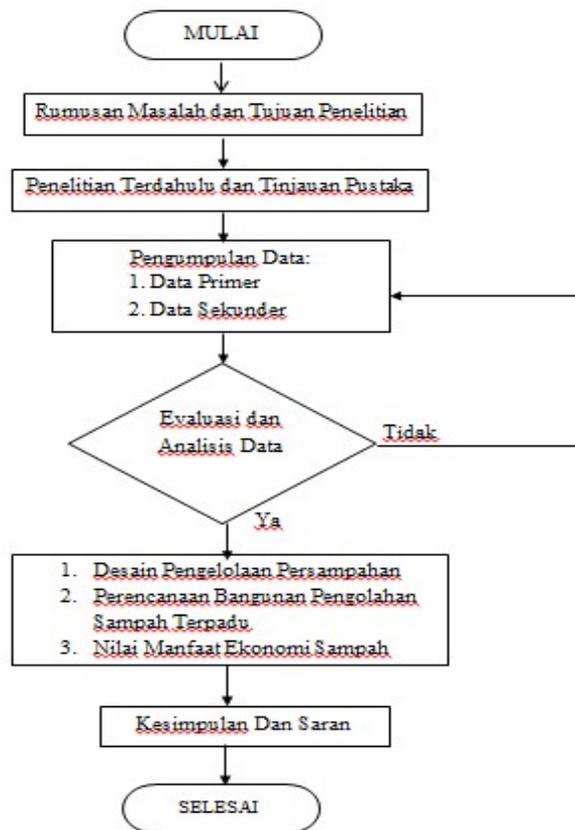
Meliputi :

1. Aspek Legal Kelembagaan

Dalam suatu sistem pengelolaan sampah terpadu, diperlukan unit kerja yang bertugas untuk mengelola dan memantau sistem agar bisa berjalan. Baik sebagai perencana, pelaksana maupun sebagai evaluator. Pada pengelolaan sampah terpadu di wilayah kampus 1 ITN Malang perlu dirancang juga tentang aturan pelaksanaan sistem tersebut. Kelembagaan mencakup dua aspek penting, yaitu aturan main dan organisasi. Kemudian yang menjadi fokus aransemen kelembagaan adalah peraturan perundangan yang berlaku, kebijakan teknis lembaga sampai pada aspek implementasi di tingkat lapangan, dengan menggunakan data sekunder dan

Prosedur Penelitian

Skema bagan alir metodologi dalam menyusun penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 1.. Prosedur Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Identifikasi Sampah Kampus 1 ITN Malang

Berdasarkan penelitian Walker I.M.S (2019), sumber sampah kampus 1 ITN Malang berasal dari aktifitas kegiatan civitas akademika, kantin, laboratorium dan sampah jalan. Adapun sumber sampah berasal dari gedung biro, lembaga dan rektorat, gedung Teknik Lingkungan, gedung Teknik Arsitektur, gedung Teknik Sipil, gedung Teknik Geodesi, gedung Perencanaan Wilayah dan Tata Kota, Gedung Pascasarjana, Perpustakaan, Kantin A, Kantin B, Taman/Jalan. Adapun jenis sampah yang dihasilkan adalah sampah organik dan anorganik diantaranya adalah dari sisa makanan, sampah kebun, plastik, kertas, diapers, kaca, karet, tissue, streofoam, kayu, dan lain-lain.

Timbulan Sampah

Hasil Timbulan Sampah sesuai kapasitas gedung disajikan dalam tabel berikut ini :

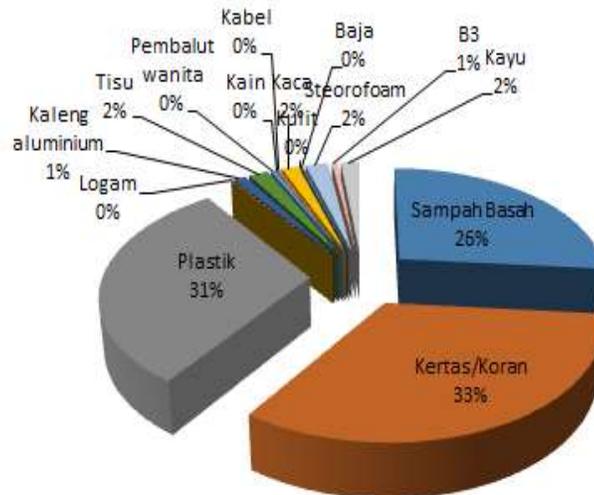
Tabel 1.. Timbulan Sampah Berdasarkan Kapasitas Gedung Kampus 1 ITN Malang

No	Sumber Sampah	Berat Timbulan Sampah (Kg/hari)	Volume Timbulan Sampah (m ³ /hari)	Berat Jenis Sampah (Kg/m ³)
1.	Gedung Biro Lembaga dan Rektorat	9,65	3,1075	89,76
2.	Gedung T. Lingkungan	5,05	1,48	50,5
3.	Gedung Perencanaan Wilayah Kota	7,6	1,0975	77,94
4.	Gedung T. Sipil	8,55	1,1075	79,53
5.	Gedung Arsitektur	7,75	2,0975	79,48
6.	Gedung T. Geodesi	6,85	1,11	68,5
7.	Pasca Sarjana	5,6	1,0925	60,54
8.	Perpustakaan	12,65	1,1175	107,65
9.	Kantin	20,18	1,2175	185,48
10.	Taman/Jalan	16,55	1,1225	135,1
Jumlah		101,29	14,65	69,38
Rata-rata		10,12	1,46	

Sumber... Data Sekunder, 2019

Komposisi Sampah Dan Karakteristik Sampah

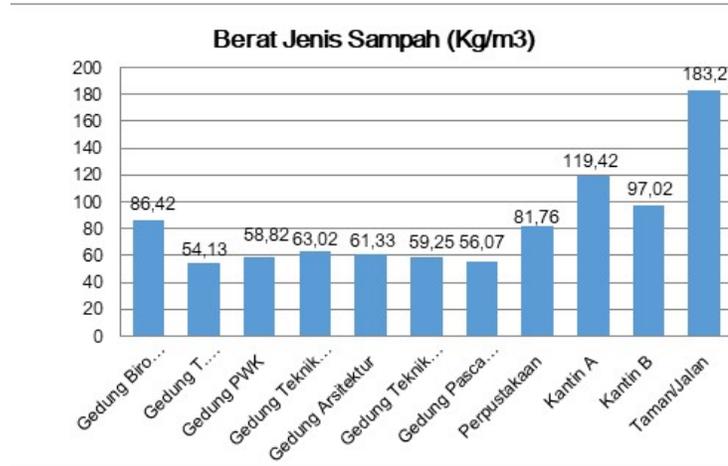
Komposisi sampah dari berbagai sumber sampah yang disampling dari kampus 1 ITN Malang adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik Komposisi Sampah

Dari grafik diatas dapat disimpulkan bahwa prosentase sampah kertas/Koran sebesar 33% berikutnya adalah sampah plastik 31% serta sampah basah sebesar 26%.

Karakteristik fisik sampah adalah berat jenis (*specific weight*). Adapun berat jenis sampah dari berbagai sumber sampah di kampus 1 ITN Malang digambarkan dalam sebuah grafik berikut ini :



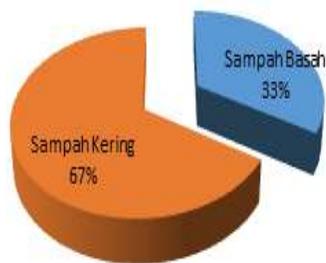
Gambar 3. Grafik Berat Jenis Sampah

Kesetimbangan Material Sampah Kampus 1 ITN Malang

Kesetimbangan masa sampah berdasarkan timbulan sampah dan komposisi sampah di kawasan kampus 1 ITN Malang agar dapat diketahui jumlah sampah yang akan masuk di reduksi dengan dilakukan pengolahan maupun daur ulang dan jumlah sampah yang menjadi reduksi untuk di buang ke TPA.

$$\begin{aligned} \text{Berat timbulan rata2} &= \text{Volume rata2} \times \text{Berat Jenis sampah} \\ &= 1,46 \text{ m}^3/\text{hari} \times 69,38 \text{ kg/m}^3 = 101,2948 \text{ kg/hari} \\ \text{Sampah basah} &= \text{Presentase komposisi} \times \text{timbunan rata-rata sampah basah} \\ &= 33,48 \% \times 101,2948 \text{ kg/hari} \\ &= 33,91 \text{ kg/hr} \\ \text{Sampah kering} &= \text{Presentase komposisi} \times \text{timbunan rata-rata sampah kering} \\ &= 66,52\% \times 101,2948 \text{ kg/hari} \\ &= 67,38 \text{ kg/hr} \end{aligned}$$

Rerata Komposisi Sampah Basah Vs Sampah Kering Kampus I ITN Malang



Gambar 4. Diagram Rerata Komposisi sampah Basah Vs Sampah Kering

Kondisi Eksisting Sistem Pengelolaan Sampah Kampus 1 ITN Malang

Desain pengelolaan sampah eksisting adalah sebagai berikut :



Gambar 5. Pengelolaan sampah eksisting

Dari gambar 5. dapat dilihat bahwa model pengelolaan sampah yang ada saat ini masih menerapkan pola pengelolaan sampah yang berorientasi pada upaya mengumpulkan sampah, mengangkut sampah, dan membuang sampah ke TPA. Model pengelolaan yang dijalankan saat ini tidak merujuk pada perundang-undangan yang berlaku yaitu menurut Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah dan Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012 tentang pengelolaan sampah rumah tangga dan sampah sejenis rumah tangga. Dalam peraturan tersebut dijelaskan bahwa pengelolaan sampah terdiri atas pengurangan sampah dan penanganan sampah. Adapun kegiatan pengurangan sampah meliputi :

1. Pembatasan timbulan sampah
2. Pendaur ulang sampah dan/atau
3. Pemanfaatan kembali sampah

Sedangkan kegiatan penanganan sampah meliputi :

1. Pemilahan dalam bentuk pengelompokkan dan pemisahan sampah sesuai dengan jenis, jumlah, dan/atau sifat sampah
2. Pengumpulan dalam bentuk pengambilan dan pemidahan sampah dari sumber sampah ke tempat Pengolahan sementara atau tempat pengolahan sampah terpadu
3. Pengangkutan dalam bentuk membawa sampah dari sumber dan/atau dari tempat Pengolahan sampah sementara atau dari tempat pengolahan sampah terpadu menuju ke tempat pemrosesan akhir.
4. Pengolahan dalam bentuk mengubah karakteristik, komposisi, dan jumlah sampah, dan/atau
5. Pemrosesan akhir sampah dalam bentuk pengembalian sampah dan/atau residu hasil pengolahan sebelumnya ke media lingkungan secara aman.

Analisa Desain Pengelolaan Sampah

Agar tercipta desain pengelolaan sampah yang sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 81 Tahun 2012 tentang pengelolaan sampah rumah tangga dan sampah sejenis rumah tangga, pada pasal 1 ayat 2 disebutkan bahwa pengelolaan sampah adalah kegiatan yang sistematis, menyeluruh dan berkesinambungan yang meliputi pengurangan dan penanganan sampah, maka hal yang harus kita lakukan adalah mengevaluasi sistem pengelolaan yang ada saat ini.

Sistem Pewadahan

Berdasarkan SNI 19-2454-1991 mengenai Tata Cara Pengelolaan Teknik Sampah Perkotaan, Teknis Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan dimulai dari pewadahan sampah, yaitu aktivitas menampung sampah sementara dalam suatu wadah individual atau komunal di tempat sumber sampah, pengumpulan sampah adalah aktivitas penanganan yang tidak hanya mengumpulkan sampah dari wadah individual

dan atau dari wadah komunal (bersama) melainkan juga mengangkutnya ke tempat terminal tertentu, baik dengan pengangkutan langsung maupun tidak langsung.

Adapun usulan sistem pewadahan di kampus 1 ITN Malang adalah sebagai berikut :

No	Kegiatan	Eksisting	Usulan
1.	Pewadahan di setiap ruangan	Tempat sampah tanpa pemilahan 	Model tempat sampah dengan pemilah 
2.	Pewadahan di setiap area luar gedung dan jalan utama	Tempat sampah tanpa pemilahan 	Model tempat sampah dengan pemilah 

(Sumber : Data peneliti, 2020)

Gambar 6. Usulan Sistem Pewadahan Kampus 2 ITN Malang

Sistem Pengumpulan dan Pengangkutan Sampah

Pengumpulan yang direncanakan secara manual mengambil sampah dari setiap wadah yang telah disediakan dengan cara mengumpulkan sampah yang telah terpilah dari sumbernya dikumpulkan sesuai jenis wadahnya langsung dikumpulkan. Proses pemindahan dari sumber sampah dilakukan secara manual tanpa ada bantuan alat dengan lokasi pemindahan sama dengan lokasi titik kumpul berupa kontainer. Wadah pengumpulan yang direncanakan untuk pengumpulan sampah adalah gerobak tarik/dorong. Berikut ini adalah gambar yang menunjukkan usulan jenis gerobak pengumpulan sampah dan penampung sampah

No	Kondisi Eksisting	Usulan
1.	<p>Gerobak sampah tanpa pemilahan</p>  <p>(Sumber : Dokumentasi Peneliti)</p>	<p>Model gerobak sampah dengan pemilah</p>  <p>Sumber: (Setiabudi, Jurnal ROTOR Volume 11 Nomor 1, April 2018)</p>
2.	 <ul style="list-style-type: none"> - Kontainer di TPS belum ada pemilahan masih tercampur antara sampah organik dan anorganik. - Belum ada pengolahan sampah di TPS padahal ada sampah yang bisa dimanfaatkan. - TPS tidak ada atapnya. 	 <p>Gambar 1 Disain Tempat Pembuangan Sementara 3</p> <ul style="list-style-type: none"> - Membuat TPS sesuai dengan sampah yang akan di <i>Recycle, Reuse dan Recovery</i> (3R). - Membuat perencanaan TPS terpadu di Kampus 1 ITN Malang.

Gambar 7. Usulan Alat Pengumpul Sampah dan Tempat Penampung Sampah

Desain Pengelolaan Sampah Kampus 1 ITN Malang

Sebagai dasar dari desain pengelolaan sampah di wilayah kampus 1 ITN Malang ini adalah

1. Proyeksi pertambahan jumlah civitas akademika ITN Malang Kampus 1
2. Proyeksi Timbulan sampah kampus 1 ITN Malang hingga 10 tahun perencanaan

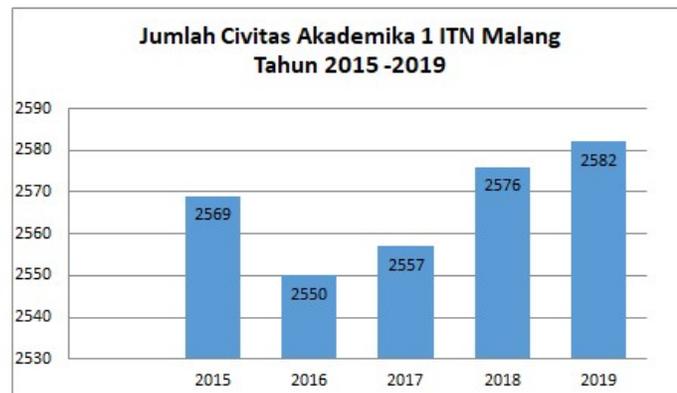
Proyeksi Civitas Akademik dan Timbulan Sampah Kampus 1 ITN Malang

Perhitungan proyeksi jumlah civitas akademik didasarkan pada jumlah civitas akademik pada 5 tahun terakhir. Adapun Jumlah civitas akademik dalam 5 tahun terakhir adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Jumlah Civitas Akademik Kampus 1 ITN Malang Tahun 2015 2019

Tahun	Jumlah			Total
	Mahasiswa	Dosen	Karyawan	
2015	2386	99	84	2569
2016	2369	96	85	2550
2017	2376	95	86	2557
2018	2398	94	84	2576
2019	2407	92	83	2582

Sumber : BAUK ITN Malang 2019



Grafik 4.8. Jumlah Civitas akademika 1 ITN Malang Tahun 2015-2019

Gambar 8. Grafik Jumlag Civitas Akademika Kampus 1 ITN Malang Tahun 2015 – 2019

Data jumlah penduduk 5 tahun terakhir bertujuan untuk menentukan koefisien korelasi metode yang tepat untuk memproyeksikan jumlah civitas akademika 10 tahun ke depan. Metode yang digunakan dalam memproyeksikan jumlah civitas akademika ada 3 yaitu metode aritmatik, geometrik dan least square. Hasil perhitungan koefisien metode aritmatik, geometrik dan least square disajikan pada tabel 3.dibawah ini :

Tabel 3. Koefisien dengan Metode Aritmatik

No	Tahun	Jumlah Civitas (jiwa)	X	Y	X ²	Y ²	XY
1	2015	2569	0	0	0	0	0
2	2016	2550	1	(19)	1	361	(19)
3	2017	2557	2	7	4	49	14
4	2018	2576	3	19	9	361	57
5	2019	2582	4	6	16	36	24
Jumlah		12.834	10	13	30	807	76

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020

Keterangan :

X = Urutan tahun

Y= Pertambahan penduduk

Rincian perhitungan koefisien korelasi metode aritmatik yaitu sebagai berikut:

$$r = \frac{((\sum xy) - (\sum x)(\sum y))}{\sqrt{[(\sum x^2) - (\sum x)^2] [(\sum y^2) - (\sum y)^2]}}^{0.5}$$

$$= \frac{5 ((76) - (10)(13))}{\sqrt{[(30) - (10)^2] [807 - (13)^2]}}$$

$$= \frac{\{[5(807) - (13)^2] \times [5(30) - (10)^2]\}^{0.5}}{0,568}$$

Jadi nilai koefisien korelasi dengan metode aritmatik adalah 0,568

Tabel 4. Koefisien Korelasi dengan Metode Geometrik

No	Tahun	Jumlah Civitas (jiwa)	X	Y	X ²	Y ²	XY
1	2015	2569	0	7,8512	0	61,6424	0
2	2016	2550	1	7,8438	1	61,5259	7,8438
3	2017	2557	2	7,8465	4	61,5689	15,693
4	2018	2576	3	7,8539	9	61,6852	23,5617
5	2019	2582	4	7,8563	16	61,7217	31,4252
Jumlah		12.834	10	39,2517	30	308,1444	78,5237

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020

Keterangan:

X= Urutan tahun

Y= Ln (Jumlah Penduduk)

Rincian perhitungan koefisien korelasi metode geometrik yaitu sebagai berikut:

$$r = \frac{((\sum xy) - (\sum x)(\sum y))}{\{[(\sum y^2) - (\sum y)^2] [n(\sum x^2) - (\sum x)^2]\}^{0.5}}$$

$$= \frac{5 ((78,5237) - (10) (39,2517))}{\{[5(308,1444) - (39,2517)^2] \times [5(30) - (10)^2]\}^{0.5}}$$

$$= 0,622$$

Jadi nilai koefisien korelasi dengan metode geometrik adalah 0,622.

Tabel 5. Koefisien Korelasi dengan Metode *Least Square*

No	Tahun	Jumlah Civitas (jiwa)	X	Y	X ²	Y ²	XY
1	2015	2569	1	2569	1	6.599.761	2569
2	2016	2550	2	2550	4	6.502.500	5100
3	2017	2557	3	2557	9	6.538.249	7671
4	2018	2576	4	2576	16	6.635.776	10.304
5	2019	2582	5	2582	25	6.666.724	12.910
Jumlah		12.834	15	12.834	55	32.943.010	38.554

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020

Keterangan:

X= Urutan tahun

Y= Jumlah Penduduk

Rincian perhitungan koefisien korelasi metode *Least Square* yaitu sebagai berikut:

$$r = \frac{((\sum xy) - (\sum x)(\sum y))}{\{[(\sum y^2) - (\sum y)^2] [n(\sum x^2) - (\sum x)^2]\}^{0.5}}$$

$$= \frac{5 ((38554) - (15) (12834))}{\{[5(329431010) - (12834)^2] \times [5(55) - (15)^2]\}^{0.5}} = 0,621$$

Jadi nilai koefisien korelasi dengan metode *Least Square* adalah 0,621.

Maka berdasarkan perhitungan nilai koefisien korelasi yang telah dianalisa tersebut yang mendekati angka 1 yaitu perhitungan dengan menggunakan metode Geometrik. Didapatkan proyeksi jumlah civitas akademik pada 10 tahun mendatang adalah sebagai berikut :

Tabel 6. Proyeksi Jumlah Civitas Akademik 2020 - 2029

No	Tahun	Proyeksi Jumlah Civitas (Jiwa)
1	2020	2585
2	2021	2587
3	2022	2590
4	2023	2592
5	2024	2595
6	2025	2598
7	2026	2600
8	2027	2603
9	2028	2606
10	2029	2608

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020

Dari hasil perhitungan sampling timbulan sampah, maka dapat dilakukan perkiraan jumlah timbulan sampah pada tahun 2020 – 2029 dengan perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 Q_t &= \text{Jumlah Timbulan per orang/hari} \times \text{jumlah penduduk} \\
 &= 0,56 \text{ liter/org/hari} \times 2608 \text{ orang} \\
 &= 1460,48 \text{ liter/hari} = 1,46 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Untuk proyeksi timbulan sampah dari tahun 2020 - 2029 disajikan pada tabel dibawah ini :

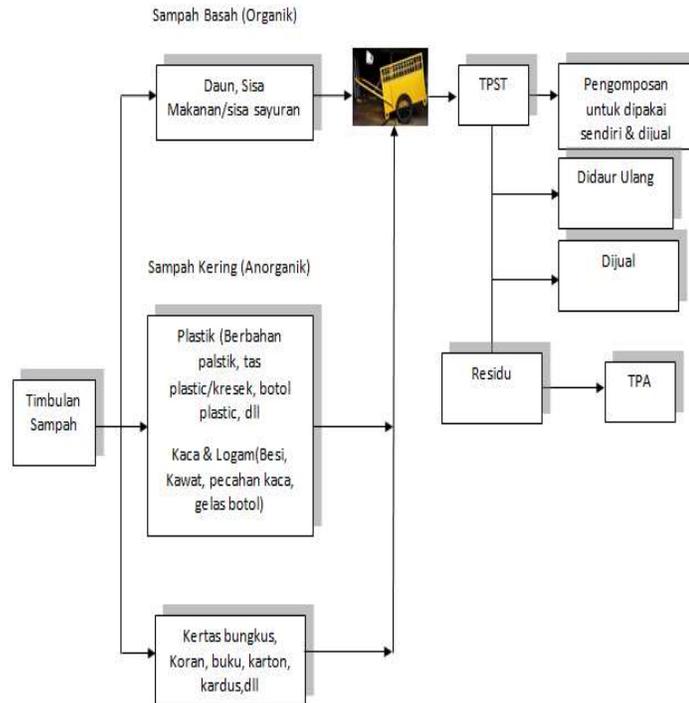
Tabel 7. Proyeksi Timbulan Sampah Tahun 2020 - 2029

No	Tahun	Proyeksi Jumlah Civitas (Jiwa)	Volume Timbulan Sampah		
			Timbulan Sampah Rata-rata (Liter/org/hari)	Jumlah Timbulan Sampah (Liter/hari) M3/hari)	
1	2020	2585	0,56	1447,38	1,45
2	2021	2587	0,56	1448,84	1,45
3	2022	2590	0,56	1450,30	1,45
4	2023	2592	0,56	1451,77	1,45
5	2024	2595	0,56	1453,23	1,45
6	2025	2598	0,56	1454,70	1,45
7	2026	2600	0,56	1456,17	1,46
8	2027	2603	0,56	1457,64	1,46
9	2028	2606	0,56	1459,11	1,46
10	2029	2608	0,56	1460,58	1,46

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020

Berdasarkan hasil perhitungan proyeksi timbulan sampah, maka dapat direncanakan presentase pelayanan pengelolaan sampah. Tingkat persentase pengelolaan sampah yang akan direncanakan dapat diketahui dari keadaan suatu wilayah dan besar timbulan sampah yang dihasilkan.

Unit Perencanaan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST)



Gambar 9. Usulan Alur Desain Pengolahan Sampah

Berdasarkan alur desain pengelolaan sampah tersebut di area Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) ada kegiatan *Reuse, Reduce, Recycle*. Perencanaan TPST memperhatikan potensi sampah yang ada. Adapun kriteria perencanaannya adalah sebagai berikut

1. Kapasitas Unit Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) direncanakan sesuai dengan ketersediaan lahan. Perencanaan ini dihitung berdasarkan jumlah timbulan sampah yang dihasilkan sebesar 1,46 m³/hari.
2. Area pemilahan dipergunakan untuk menerima sampah yang diangkut dengan pengambilan 1 ritasi sehari.
3. Pemilahan yang terjadi di Unit Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) dilakukan secara manual dengan tenaga manusia, lebih mudah dilaksanakan, tidak memerlukan keterampilan khusus serta lebih ekonomis secara biaya.
4. Pemilahan dilakukan satu kali

Adapun komponen dalam pengelolaan sampah pada tempat pengolahan sampah terpadu (TPST) di kampus 1 ITN Malang dapat dijelaskan dalam denah berikut ini :

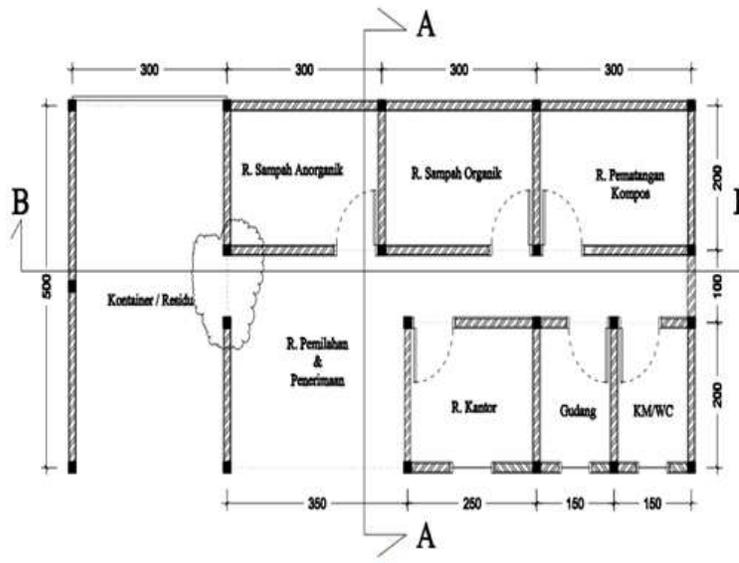
1. Luas lahan yang dibutuhkan dalam perencanaan

Tabel 8. Luas Lahan Yang Dibutuhkan

No	Keterangan	Luas (m ²)
1	Area Penerimaan dan Pemilahan	6,5
2	Ruang Pengolahan Sampah Anorganik	6
3	Ruang Pengolahan Sampah Organik	6
4	Ruang Pematangan Kompos	6
5	Area Parkir Kontainer Residu	15
6	Ruang Perkantoran	5
7	Ruang Penyimpanan Peralatan	3
8	Kamar Mandi	3
Jumlah		50,5

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2020)

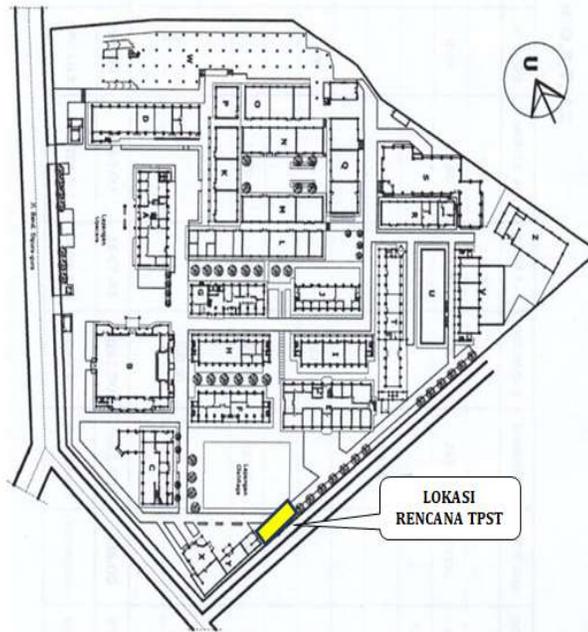
2. Denah rencana bangunan pengolahan sampah



Gambar 10. Denah Rencana

3. Lokasi Perencanaan

Adapun lokasi perencanaan TPST ini adalah di kampus 1 ITN Malang Jalan Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang. Direncanakan berada di area belakang kampus 1 ITN Malang. Pemilihan lokasi didasarkan pada kemudahan akses truk pengangkut sampah untuk mengambil sampah residu dan ketersediaan lahan yang terbatas. Adapun lokasi perencanaan disajikan dalam gambar berikut ini :



Gambar 11. Lokasi Perencanaan TPST

Nilai Manfaat Ekonomi Sampah

Sampah yang dikelola dengan baik akan memberikan nilai manfaat ekonomi dan menambah pemasukan bagi kampus 1 ITN Malang. Adapun manfaat ekonomi yang didapatkan dijelaskan dalam tabel berikut :

Tabel 9. Nilai Manfaat Ekonomi Sampah

No	Jenis Sampah Yang Dijual (per hari)	Berat Sampah (Kg)	Harga Jual/Kg	Total (Rp)
1	Kertas & Kardus	6,08	1850	11.248
2	Koran	2,72	3350	9.112
3	Majalah	2,40	400	960
4	Buku	1,98	1350	2.673
5	Papan Bahan Kardus	3,99	950	3.790,5
6	Kertas Campuran, dll	9,98	1200	11.976
7	Plastik HDPE	3,29	2700	8.883
8	Plastik LDPE	3,64	3300	12.012
9	Plastik PET	10,31	6000	61.860
10	Campuran	3,61	2500	9.025
11	Pupuk Kompos	4,17	10.000	41.700
Total				173.239,5

Sumber: Hasil Perhitungan, 2020

Dari tabel diatas. dapat dilihat manfaat ekonomi sampah perhariannya adalah sebesar Rp. 173.239,5. Jika dihitung dalam satu bulan nilai manfaat ekonomi sampah adalah Rp 5.197.185,-. Maka dapat dihitung nilai pemanfaatan sampah dalam 1 tahun adalah sebesar Rp. 62.366.200,-.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi eksisting pengelolaan sampah di lingkungan kampus Institut Teknologi Nasional Malang menunjukkan bahwa tidak ada kegiatan pengurangan dan penanganan sampah. Hal ini tidak sesuai dengan amanat Undang-undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah.
2. Desain pengelolaan sampah yang sesuai dengan amanat Undang-Undang Nomo18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah adalah melakukan kegiatan penanganan sampah meliputi kegiatan pewadahan dengan pemilahan pada sumber sampah serta penanganan sampah dengan prinsip 3R (*reduce, reuse, recycle*).
3. Bangunan Tempat Pengolahan Sampah Terpadu di kampus 1 ITN Malang adalah tempat dilaksanakannya kegiatan pengumpulan, pemilahan, komposting dan menjual sampah-sampah yang memiliki nilai jual kembali melalui bank sampah. Sebagai dasar perencanaan bangunan TPST ini adalah dengan memproyeksi jumlah civitas akademik dalam 10 tahun mendatang untuk mendapatkan proyeksi timbulan sampah yang dihasilkan. Adapun proyeksi pertumbuhan civitas akademik adalah 0,1% pertahun maka volume timbulan sampah yang dihasilkan pada tahun 2029 adalah sebesar 1460,48 liter/hari atau 1,46 m³/hari. Dari data tersebut dapat direncanakan luas lahan yang dibutuhkan adalah 50,5 m². Sedangkan Rancangan Anggaran Biaya (RAB) adalah Rp 182.971.100,-.
4. Potensi nilai manfaat ekonomi sampah yang dihasilkan di kampus 1 ITN Malang adalah Rp 62.366.220,- per tahun.

Saran

Berdasarkan hasil dan kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini, saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Penanganan sampah tidak hanya memperhatikan pembuangan sampah tetapi perlu adanya perhatian terhadap pewadahan, pemilahan, pengangkutan, pengelolaan hingga pemrosesan akhir sampah.
2. Perlu dibuat penyeragaman wadah pemilah sampah untuk memudahkan proses pemilahan sampah ke TPS.
3. Pengelolaan sampah ini akan dapat berjalan lebih maksimal apabila kerjasama antara masyarakat kampus baik mahasiswa, dosen, staf tenaga pendidik serta pihak stakeholder terjalin dengan baik. Masyarakat kampus dapat bekerja sama dalam melakukan pemilahan sampah, sedangkan *stakeholder* membentuk kebijakan dan membangun sarana prasarana yang memadai.

Daftar Pustaka

- Anonim, 2002. Lembaga Demografi UI. Metode Perhitungan Proyeksi Penduduk . Universitas Indonesia.
- Anonim, 2008. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Badan Standar Nasional, 1991. SK SNI 19-2454-1991 Tentang Tata Cara Pengelolaan Teknik Sampah Perkotaan. Jakarta : Balitbang DPU.
- Badan Standar Nasional, 1994. SK SNI 19-3694-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan. Jakarta : Balitbang DPU
- Badan Standar Nasional, 2002. SK SNI 19-2454-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan. Jakarta : Balitbang DPU

- Damanhuri, E. 2004. Diktat Pengelolaan Sampah. Bandung: Penerbit TL ITB. Jakarta.
- Nissankararao, S., Anil Kumar, A., Bhimavarapu, R. D., & Krishna Prasanna, V. (2013). *Estimation of Irbesartan in Bulk and Dosage Forms by New Simple UV Spectrophotometry Using Hydrotropic Technique. Pharm. Anal. Acta, 4, 3-4.*
- Peraturan Presiden Nomor 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sejenis Sampah Rumah Tangga.
- Suprihatin, dkk., 1999. Limbah Pertanian. Dikutip dalam tulisan Sulistyono, D. (2013). Analisis Sistem Pengelolaan Sampah Di Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang. *EXTRAPOLASI: Jurnal Teknik Sipil, 6(02).*
- Tchobanoglous, Thiesen and Vigil, 1993. *Integrated Solid Waste Management Engineering Principles and Management Issues*, McGraw-Hill, Inc.
- Waker, I. M. S. (2019). Perencanaan Pengelolaan Sampah Kampus I Institut Teknologi Nasional Malang (Doctoral dissertation, ITN Malang).