



Model Perencanaan Pengelolaan Sampah Sistem 3R di Lingkungan Universitas Bengkulu

3R System Waste Management Planning Model in Bengkulu University Environment

Pandu Imam Sudibyo Adib¹⁾; Rahmat Nursalim²⁾; Eko Sumartono³⁾

¹⁾ Program Studi Teknologi Ilmu Pertanian Universitas Bengkulu

²⁾ Program Studi Matematika Universitas Bengkulu

³⁾ Program Studi Agribisnis, Universitas Dehasen Bengkulu

Email: ¹⁾ pisadib@unib.ac.id; ³⁾ ekosumartono@unived.ac.id

How to Cite :

Adib, P. I. S., Nursalim, R., Sumartono, E. (2021). 3R System Waste Management Planning Model in Bengkulu University Environment. *Sinta Journal* ,2 (2), 1-10. DOI: <https://doi.org/10.37638/sinta.2.2.1-10>

ARTICLE HISTORY

Submitted [15 October 2021]

Revised [05 November 2021]

Accepted [15 November 2021]

Published [22 November 2021]

KEYWORDS

Modelling, Trash
Manajemen, 3R

This is an open access article under
the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



ABSTRAK

Permasalahan pengelolaan sampah di lingkungan kampus universitas Bengkulu (UNIB), hingga kini belum direncanakan secara baik dan benar. Salah satu cara merencanakan pengelolaan sampah yang baik adalah dengan menyusun model prediksinya sehingga penanganan sampah dimasa datangnya bisa diatasi dengan baik. Gerakan yang muncul sebagai solusi permasalahan pengelolaan sampah di lingkungan kampus adalah gerakan eco- campus. Sampah yang ada di lingkungan kampus masih menyimpan potensi sumber daya apabila dapat dikelola dengan baik. Sampah organik masih dapat digunakan untuk bahan baku kompos, sedangkan sampah anorganik dapat didaur ulang, dijual atau digunakan kembali untuk kegunaan lain. Sistem pengelolaan 3 R (reduce, reuse dan recycle), sudah sangat populer untuk diterapkan dalam suatu kawasan termasuk di lingkungan kampus UNIB. Untuk menerapkan sistem tersebut, diperlukan data jumlah timbulan sampah dan jenisnya diseluruh gedung yang ada (yang telah digunakan) di lingkungan kampus UNIB. Metode pengamatan terhadap timbulan sampah yang ada di lingkungan kampus UNIB, digunakan prosedur sebagaimana yang disajikan dalam SNI 3242-2008. Secara kolektif berdasarkan pengukuran yang dilakukan jumlah volume sampah yang ditimbulkan dari semua gedung yang ada di lingkungan Universitas Bengkulu rata-rata sebanyak 10.402,65 liter/ hari, sedangkan kapasitas tampung yang ada sebesar 25.185 liter/ hari. Rata-rata volume angkutan 5.250,00 liter/ hari. Jumlah sampah organik yang timbul sebanyak 193,48 kg/ hari dan sampah anorganiknya sebesar 175,60 kg/ hari. Estimasi nilai penjualan dari timbulan sampah yang masih dapat digunakan dan didaur ulang adalah Rp 5.226.225,- per bulan atau Rp 62.714.700,- per tahun.

ABSTRACT

Problems of management trash at campus environment of Bengkulu University (UNIB), up to now not yet been planned well and correctness. One of way planning management of trash is by compiling its model of it so that handling of trash a period to coming of can overcome better. Movement which emerge as solution problems of management of environmental trash on campus is movement of eco-campus. Existing trash at campus environment still of resource potency if can be managed better. Organic trash admit of to be used for the raw material of compost, while unorganic trash can be recycled, to be sold or re-used for other

usefulness. Management system 3 R (reduce, and reuse of recycle), have very popular to be applied in area campus environment of UNIB. To apply the system, needed data of amount of arising trash and its type in all existing building (which have been used) campus environment of UNIB. Method Perception to arising trash exist in campus environment of UNIB, used by procedure as which is presented in SNI 3242-2008. Collectively pursuant to measurement the amount of yielded trash volume from all building exist in University environment of Bengkulu equal to 10.402,65 litre/ day while existing accomodation capacities equal to 25.185 litre/ day.25.185,00 litre/ day. Volume mean of transportation 5.250,00 litre/ day. Amount of organic trash equal to 193, 48 kg/ day and unorganic trash equal to 175,60 kg/ day. Estimation assess sale from arising trash which admit of to be used and recycled is Rp 5.226.225,- per month or Rp 62.714.700,- per year.

PENDAHULUAN

Paradigma lama pengelolaan sampah yang menekankan pada Kumpul-Angkut-Buang (end of pipe solution), secepatnya harus ditinggalkan. Paradigma konvensional pengelolaan sampah menimbulkan berbagai masalah, yaitu : beban TPA sangat tinggi; luas lahan terbatas; operational cost tinggi; menimbulkan dampak lingkungan yang semakin berat (bau, air lindi tanah); boros sumber daya; kurang memberi ruang bagi peran masyarakat dan pelaku usaha; menciptakan stigma buruk, resistensi dan gerakan anti-TPA (Kementerian PUPR, 2010).

Permasalahan pengelolaan sampah merupakan hal yang pelik, bahkan dapat dikatakan sebagai masalah budaya karena dampak yang ditimbulkannya bisa mengenai berbagai lini kehidupan termasuk kampus beserta aktifitas yang berlangsung di dalamnya. Jumlah civitas akademika UNIB (mahasiswa, dosen dan tenaga kependidikan) kini ada sekitar 29.000 orang (Kepegawaian UNIB, November 2019). Menurut Sudrajat (2006), perkiraan banyaknya sampah yang ditimbulkan per orang sebesar 0,5 kg/hari, sehingga jika diasumsi jumlah civitas akademika yang melakukan kegiatan di kampus per hari sebanyak 20 persennya saja, maka jumlah sampah yang ditimbulkan akan sebanyak 2.900 kg atau sekitar 3 ton per hari, 18 ton per minggu atau 72 ton per bulan, jelas ini merupakan jumlah materi (sampah) yang cukup besar.

Perbaikan kondisi lingkungan dan peningkatan kualitas kehidupan menjadi tanggungjawab seluruh pihak, termasuk institusi perguruan tinggi. Keterlibatan perguruan tinggi dalam memperbaiki kondisi lingkungan diwujudkan melalui konsep kampus berkelanjutan. Konsep ini bertujuan untuk memperbaiki kesehatan manusia dan lingkungan alam, dengan mengefisiensikan penggunaan energi, mengurangi produksi sampah, polusi, dan degradasi lingkungan (Patel B, Patel P, 2012). Menurut Alshuwaikhat dkk (2008), kampus berkelanjutan harus direalisasikan di dalam lingkungan kampus yang sehat melalui pengurangan konsumsi energi dan sumberdaya alam, produksi sampah, pengelolaan lingkungan, menjunjung keadilan sosial di setiap bidang, yang keseluruhan nilainya harus direpresentasikan ditingkat masyarakat, kota, provinsi dan nasional.

Banyak universitas yang belum mengerti esensi dari kampus berkelanjutan ataupun membangun kampus yang berwawasan lingkungan. Beberapa kampus di Indonesia menyatakan sudah menerapkan konsep kampus hijau, tetapi ternyata program yang dilakukan hanya berupa penanaman pohon yang sifatnya hanya seremonial. Pendeklarasian diri sebagai kampus hijau seharusnya tidak hanya mencakup satu aspek, yaitu penyediaan ruang terbuka hijau (RTH). Menurut Humblet dkk (2010), untuk menjadi kampus hijau, suatu komunitas pendidikan tinggi harus meningkatkan efisiensi energi, melestarikan sumber daya dan meningkatkan kualitas lingkungan dengan mendidik keberlanjutan dan menciptakan lingkungan hidup dan belajar yang sehat. Selain itu, pelaksanaan konsep kampus hijau menekankan pada implementasi kebijakan dan program kampus kedalam suatu konsep yang ramah lingkungan, efisiensi energi, maupun konservasi yang bersifat menyeluruh (Fatmawati, 2015).

Permasalahan persampahan di lingkungan kampus dan solusinya menjadi isu yang menarik perhatian baik dari kalangan dosen dan mahasiswa maupun tenaga pendidik. Salah satu gerakan yang

muncul sebagai solusi permasalahan persampahan dilingkungan kampus adalah gerakan eco-campus. Eco-campus didefinisikan sebagai kampus yang telah peduli dan berbudaya lingkungan dan telah melakukan pengelolaan lingkungan secara sistematis dan berkesinambungan. Menurut Tangwanichagapong dkk (2017), beberapa indikator terciptanya eco-campus adalah kebijakan manajemen kampus yang berorientasi pada pengelolaan lingkungan, adanya upaya penghematan air, kertas, dan listrik, serta adanya penghijauan untuk mencapai proporsi ideal Ruang Terbuka Hijau (RTH), dan tersedianya pengelolaan sampah kampus dengan prinsip 3R (reduce, reuse dan recycle).

Universitas Bengkulu, salah satu dari 72 perguruan tinggi di Indonesia yang berpartisipasi dalam pemeringkatan kampus hijau tingkat nasional dan internasional yang dilakukan lembaga pemeringkat Universitas Indonesia (UI) Green Metric, pada tahun 2019 mendapat peringkat ke-23 Nasional dan ke-428 Dunia (UI GreenMetric, 2019). Pemeringkatan ini juga dipublikasikan pada laman resmi Universitas Bengkulu, artinya ini menunjukkan kepedulian UNIB terhadap terwujudnya kampus hijau. Sebagai kampus yang peduli dengan prinsip kampus hijau, Universitas Bengkulu telah peduli terhadap pengelolaan sampah di kampus. Hal ini dapat dibuktikan dengan pemeringkatan pengelolaan sampah oleh Green Metric Universitas Indonesia (UI) bahwa Universitas Bengkulu memperoleh skor 975 yang merupakan peringkat ke-15 dari institusi kampus yang berpartisipasi. Bentuk kepedulian Universitas Bengkulu juga dapat ditunjukkan dengan pengelolaan sampah yang tidak hanya menerapkan pola kumpul-angkut-buang, tapi juga ada pengomposan dan pensortiran.

Sayangnya hingga saat ini belum ada kajian model perencanaan pengelolaan sampah sistem 3R di Universitas Bengkulu. Beberapa penulis hanya membahas secara garis besar pengelolaan sampah di wilayah kota Bengkulu, bukan/ belum di universitas-universitas yang ada di Bengkulu. Misalnya, Wijaya dkk (2013) hanya membahas pengelolaan sampah di kota Bengkulu secara ekonomi, sedangkan Kosmanto dkk (2012) hanya membahas strategi pengelolaan sampah di TPA Bengkulu Selatan. Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui bagaimana model perencanaan pengelolaan sampah sistem 3R di Universitas Bengkulu, agar dimasa datang selalu dapat tertangani dengan baik.

METODE PENELITIAN

Untuk mendapatkan data jumlah/ banyaknya dan komposisi timbulan sampah yang ada dilingkungan kampus UNIB dilakukan dengan cara pengukuran langsung di semua gedung yang digunakan untuk aktifitas harian oleh mahasiswa, dosen maupun tenaga kependidikan. Hasil pendataan yang didapat kemudian dijadikan dasar untuk menyusun model perencanaan sistem *reduce*, *reuse*, dan *recycle* pengelolaan sampah di lingkungan kampus UNIB.

Prosedur Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan selama delapan hari mengikuti prosedur SNI 3242-2008. (SNI, 2008). Prosedur pengambilan data adalah sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan tim pencatat timbulan sampah dan volume tempat penampungan sementara (TPS) dari semua gedung yang ada di UNIB (yang telah dipergunakan sehari-harinya).
- 2) Anggota tim melakukan pencatatan timbulan sampah dan volumenya di setiap lokasi TPS selama delapan hari berturut-turut.
- 3) Data timbulan sampah untuk semua TPS selama delapan hari berturut-turut dikumpulkan dan dijadikan satu set data timbulan sampah di Universitas Bengkulu.

Pemodelan

Pemodelan matematika untuk pengelolaan sampah di Universitas Bengkulu dilakukan dengan dua tahapan yaitu :

- 1) Menyusun model kompartemen pengelolaan sampah dengan melibatkan alur pengelolaan sampah, waktu, asumsi-asumsi, dan rate dari alur tersebut.

- 2) Menyusun model matematika dengan notasi matematika sehingga berbentuk fungsi yang menunjukkan pola timbulan sampah di Universitas Bengkulu.

Analisis Data

Model matematika disimulasikan dengan komputer lalu datanya dicatat dalam bentuk tabel dan grafik. Tabel dan grafik tersebut secara langsung dapat menunjukkan pola timbulan sampah yang ada di Universitas Bengkulu pada saat ini dan masa datang. Sebagai batasan agar data tidak terlalu banyak, prediksi timbulan sampah hanya diberikan selama 45 hari. Prediksi timbulan sampah selama 45 hari dapat menunjukkan apakah di masa datang akan terjadi masalah sampah yang berupa sampah tidak tertampung atau tidak. Meskipun prediksi hanya 45 hari, prediksi ini tetap dapat mewakili prediksi timbulan sampah untuk masa datang kapanpun waktunya. Hal ini karena kestabilan timbulan sampah akan langsung terlihat dari grafik. Sedikit saja ada kenaikan pasti di masa datang akan terjadi tumpukan sampah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Timbulan sampah di Universitas Bengkulu dapat dideskripsikan dengan rata-rata timbulan sampah harian di Universitas Bengkulu. Data ini diperoleh dengan mencatat timbulan sampah selama delapan hari berturut-turut di setiap tempat pembuangan sementara (TPS) sampah Universitas Bengkulu, sesuai dengan prosedur SNI 3242-2008. Rata-rata Timbulan sampah selama delapan hari disajikan berdasarkan jenisnya ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Timbulan sampah di Universitas Bengkulu selama 8 hari

Tabel 1. Timbunan sampah di Universitas Bengkulu selama 6 hari				
No		Jenis Sampah	Berat (kg/hari)	Persentase
1	Organik	Sisa Makanan	22,65	5,51
		Daun dan Ranting	193,48	47,09
		HVS	28,70	6,98
2	Kertas	Kardus	37,13	9,04
		Campuran (Koran, Majalah, sampul)	18,60	4,52
		Kemasan PP/PET (gelas, botol, plastik)	56,69	13,79
3	Plastik	HD (kresek)	11,13	2,71
		PE (plastik gula)	0,68	0,17
		Bodong (campuran)	20,35	4,95
4	Logam	Kemasan Kaleng	2,18	0,53
		Logam Lain	0,10	0,02
		Kaca	1,07	0,26
5	Lainnya	Tekstil/ kain	0,58	0,14
		Karet	0	0
		Styrofom	17,47	4,25
T o t a l			410,87	100,00

Sumber: Data diolah tahun 2020

Tabel 1 menunjukkan bahwa sampah daun dan ranting merupakan sampah dominan di Universitas Bengkulu, yakni sebesar 47,09%. Hal ini wajar karena di kampus Universitas Bengkulu terdapat banyak pohon yang sejalan dengan publikasi diri sebagai kampus hijau (Universitas Bengkulu, 2019). Kategori sampah anorganik yang banyak ditemukan di Universitas Bengkulu secara berturut-turut adalah jenis plastik (18,04 %), kardus (11,82 %), dan styrofom (5,56 %). Kategori sampah yang tidak ada di kampus Universitas Bengkulu adalah karet. Data ini menjadi indikasi baik bahwa potensi pengomposan bahan organik di Universitas Bengkulu cukup tinggi.

Timbulan sampah, selain dikelompokkan dalam kategori jenis sampah, dikelompokkan juga berdasarkan lokasinya yang diukur berdasarkan berat dan volumenya. Data timbulan sampah berdasarkan lokasinya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah timbunan sampah di Universitas Bengkulu berdasarkan lokasinya

No	Lokasi	Volume (l/hari)	Berat (kg/hari)	No	Lokasi	Volume (l/hari)	Berat (kg/hari)
1	PKM	222,6	27,81	21	Gedung L	67,5	2,18
2	Dekanat FT	163,1	19,88	22	Gedung Diklat FP	85,9	2,97
3	Gedung FKIP	112,0	5,78	23	Gedung MPP	43,8	2,09
4	Dekanat FKIP	86,0	10,72	24	Gedung K	95,0	5,12
5	Dekanat MIPA	111,8	13,89	25	Dekanat FEBI	87,5	7,59
6	Dekanat FISIP	544,6	13,27	26	Gedung MM	73,8	3,78
7	Perpustakaan	232,8	3,91	27	Pasca FH	230,5	3,94
8	Lab. BASIC	269,0	10,81	28	Gedung B	150,8	3,14
9	Gedung LPTIK	246,9	6,57	29	Rektorat	445,8	15,85
10	Gedung V	161,1	3,62	30	Gedung J	174,1	11,16
11	Lab. Agronomi	120,5	9,71	31	Dekanat FH	453,4	11,38
12	Lab. Proteksi	9,3	5,56	32	Gedung B 1	142,4	13,34
13	Lab. Peternakan	52,7	3,46	33	Gedung B 2	168,9	15,59
14	Snelter	197,5	1,69	34	Gedung B 3 dan B 4	155,3	15,60
15	Lab. TIP	58,5	2,97	35	Gedung B 5	77,5	5,43
16	Lab. FH	7,3	0,33	36	Gedung A	145,1	16,03
17	UPT Bahasa	38,9	0,51	37	Gedung I	198,8	18,59
18	Masjid	49,3	5,40	38	Gedung Kedokteran	206,0	13,32
19	Gedung W	52,3	0,67	39	Taman	157,0	96,74
20	Pasca FISIP	33,5	0,47	T o t a l		10.402,65	410,88

Sumber: Data diolah tahun 2020

Tampak bahwa volume total harian sampah di UNIB adalah sebesar 10.402,65 liter/ hari.

Tempat Penampungan Sementara (TPS)

TPS di lingkungan kampus Universitas Bengkulu terdiri dari beberapa jenis dan bentuk tertentu. Berdasarkan bentuk dan jenis tersebut, TPS dikelompokkan menurut ukuran volumenya. Kelompok ukuran volume tersebut adalah 240 L, 160 L, 120 L, 100 L, 64 L, 50 L, 45 L, 42 L, 40 L, 20 L, dan 15 L. Data ini diperlukan untuk mengetahui bagaimana potensi masalah pengelolaan sampah di UNIB. Lokasi TPS dan kapasitas total volumenya, yang ada di Universitas Bengkulu, disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Lokasi persebaran TPS yang ada dan kapasitas tampungannya

No	Lokasi	Volume (liter)	No	Lokasi	Volume (L)
1	PKM	390	21	Gedung L	477
2	Dekanat FT	500	22	Gedung Diklat FP	214
3	Gedung FKIP	768	23	Gedung MPP	484
4	Dekanat FKIP	996	24	Gedung K	576
5	Dekanat MIPA	651	25	Dekanat FEBI	517
6	Dekanat FISIP	644	26	Gedung MM	641
7	Perpustakaan	726	27	Pasca FH	280
8	Lab. BASIC	450	28	Gedung B	3796
9	Gedung LPTIK	390	29	Rektorat	1028
10	Dekanat FP	425	30	Gedung J	1045
11	Lab. Agronomi	518	31	Dekanat FH	514
12	Lab. Kelautan	502	32	Gedung B 1	1050
13	Lab. Peternakan	651	33	Gedung B 2	782
14	GSG	910	34	Gedung B 3 dan B 4	2268
15	Laboratorium TIP	542	35	Gedung B 5	1348
16	Lab. FH	5184	36	Gedung A	948
17	UPT Bahasa	450	37	Gedung I	672
18	Masjid	144	38	Gedung Kedokteran + Taman	1199
19	Gedung W	276	T o t a l		25.185
20	Pasca FISIP	410			

Sumber: Data diolah tahun 2020

Tampak pada Tabel 3, kapasitas total volume tampung timbulan sampah di UNIB sebesar 25.1885 liter per hari.

Pengelolaan sampah di Universitas Bengkulu pada dasarnya sudah menerapkan model 3R. Reduce dilakukan dengan menetapkan peraturan untuk mengurangi sampah di lingkungan Universitas Bengkulu. Reuse dilakukan dengan mensortir sampah terkumpul dan selanjutnya menjualnya. Recycle atau daur ulang dilakukan pada sampah daun berupa pengomposan. Pola 3R ini mengurangi sampah yang harus diangkut dan dibuang dari Universitas Bengkulu menuju ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) kota Bengkulu di Air Sebakul. Pola angkut-buang-sortir-jual-kompos di Universitas Bengkulu disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pola angkut-buang-sortir-jual-kompos di Universitas Bengkulu

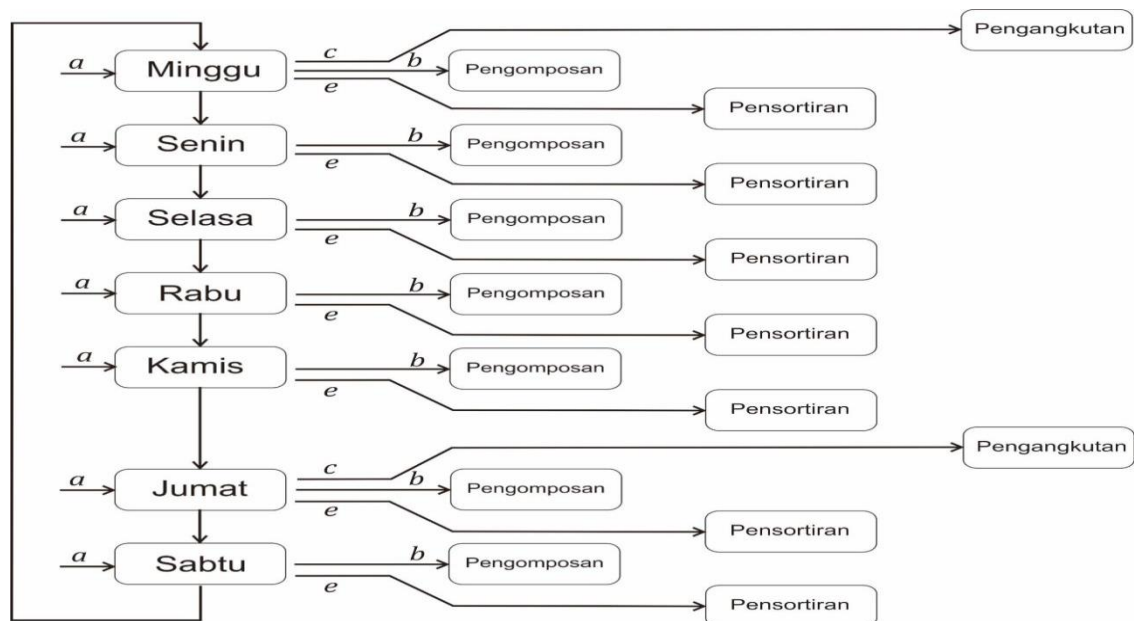
Pola	Volume (Liter)	Frekuensi
Angkut - Buang	7.087	2 kali per pekan
Sortir – Jual	2.592	Tiap hari kecuali minggu
Kompos	2.450	Tiap hari kecuali minggu

Tabel 4 menunjukkan bahwa tidak setiap hari sampah di Universitas Bengkulu diangkut dan dibuang. Pengangkutan hanya 2 kali per pekan, yaitu pada hari senin dan jumat. Pensortiran dan pengomposan meskipun tidak cukup besar kapasitasnya, tapi dilakukan setiap hari kecuali hari Minggu.

Model perencanaan pengelolaan sampah sistem 3R di Universitas Bengkulu disusun berdasarkan data pada Tabel 4 dan didukung oleh asumsi-asumsi berikut :

1. Tempat Pembuangan Akhir (TPA) selalu tersedia sehingga pengangkutan sampah tidak pernah terkendala bahwa TPA penuh.
2. Tidak terjadi kejadian luar biasa di sekitar Universitas Bengkulu, misalnya bencana alam, pandemi, atau kerusakan massa.
3. Timbulan sampah diukur dengan satuan volume, bukan massanya.
4. Potensi timbulan sampah harian di Universitas Bengkulu sama setiap harinya.

Berdasarkan pola angkut-buang-sortir-jual-kompos dan asumsi-asumsi di atas disusun model kompartemen sebagai berikut :



Gambar 1. Model 3R pengelolaan sampah di Universitas Bengkulu

Gambar 1 menunjukkan model 3R pengelolaan sampah di Universitas Bengkulu setiap minggu. Pola pengelolaan sampah dimulai hari minggu dan berakhir pada hari sabtu. Setiap hari ada sampah baru dengan rasio terhadap TPS a . Setiap hari kecuali minggu, dilakukan pengomposan dengan rasio terhadap TPS b . Pada hari senin dan jumat dilakukan pensortiran dengan rasio terhadap TPS e dan pengangkutan dengan rasio terhadap TPS c .

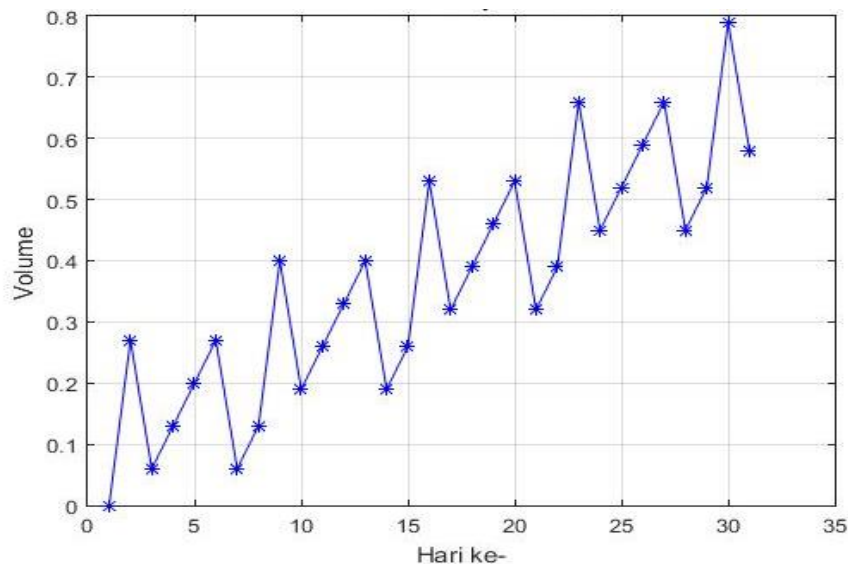
Jika $S(i)$ menunjukkan volume sampah di Universitas Bengkulu pada waktu ke- i , maka model tersebut selanjutnya dapat ditulis dalam notasi matematika sebagai berikut

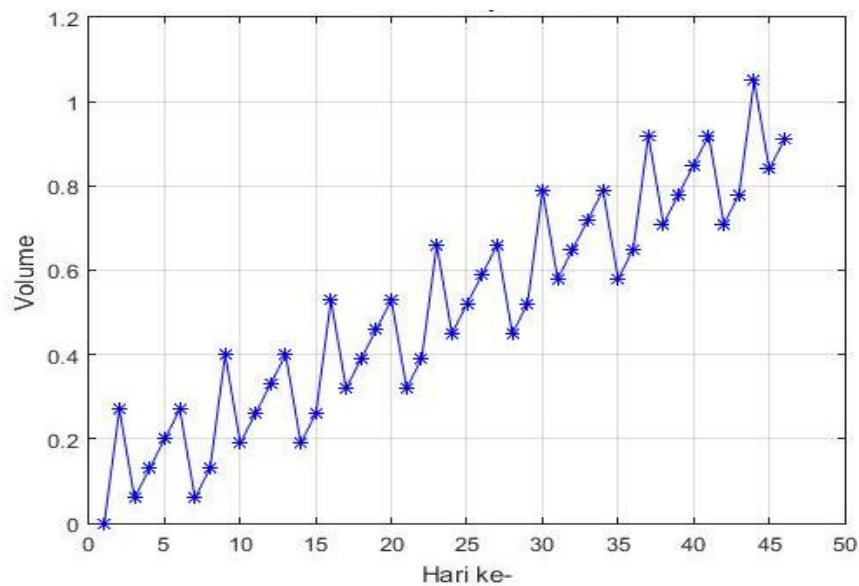
$$S(i+1) = \begin{cases} S(i) + a & \text{untuk } i \bmod 7 = 1 \\ S(i) + a - b - c - e & \text{untuk } i \bmod 7 = 2 \\ S(i) + a - b - e & \text{untuk } i \bmod 7 = 3 \\ S(i) + a - b - e & \text{untuk } i \bmod 7 = 4 \\ S(i) + a - b - e & \text{untuk } i \bmod 7 = 5 \\ S(i) + a - b - c - e & \text{untuk } i \bmod 7 = 6 \\ S(i) + a - b - e & \text{untuk } i \bmod 7 = 0 \end{cases}$$

$$S(i+1) = 0 \text{ jika } S(i+1) < 0$$

Perkiraan sampah dalam satu bulan dapat dilakukan dengan memberikan nilai i dari 1 sampai 30. Pada awal bulan, semua tempat pembuangan sementara telah dikosongkan, maka dapat ditulis kondisi awal model pengelolaan sampah dengan $S(0) = 0$.

Solusi model matematika yang telah disusun dapat ditentukan dengan melakukan simulasi komputer. Berdasarkan data pendukung telah diketahui bahwa rata-rata sampah harian 6.281,4 liter, kapasitas pengelolaan kompos 2.450 liter, kapasitas angkutan 7.097 liter, perkiraan sampah layak jual 2.592 liter dan dapat ditentukan rasionya masing-masing terhadap TPS, yaitu $a=0,27$; $b=0,1$; $c=0,28$; $e=0,10$. Solusi model matematika dapat dideskripsikan dengan Gambar 2

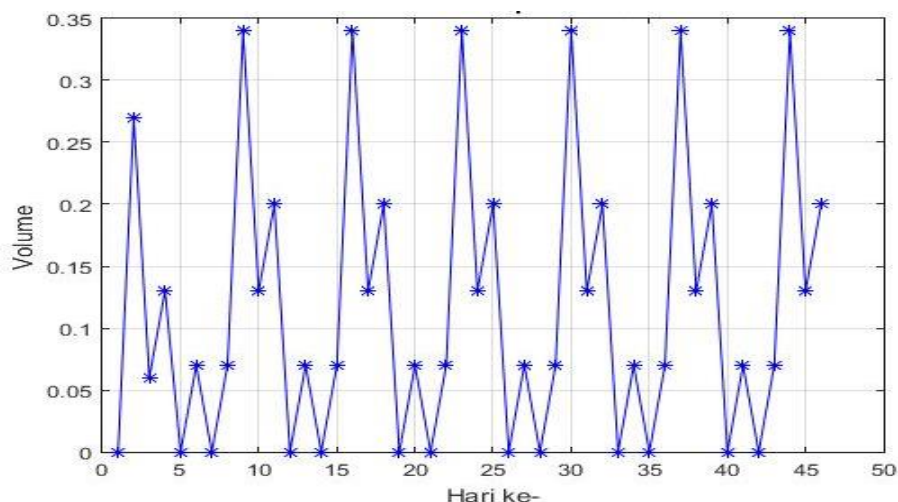




Gambar 2. Prediksi timbulan sampah di Universitas Bengkulu selama 30 hari dan 45 hari

Gambar 2 menunjukkan bahwa pengelolaan sampah dengan model 3R di Universitas Bengkulu selama 30 hari tidak ada masalah. Tetapi jika tren kurva ini diteruskan maka akan ada kondisi dimana sampah tidak tertampung. Pada hari ke-44 timbulan sampah sudah melampaui kapasitas TPS. Jika tren ini diteruskan lagi tanpa ada perubahan pengelolaan sampah maka sampah tidak akan tertampung lagi. Hal ini terkonfirmasi dari fakta bahwa pada hari-hari tertentu beberapa unit di Universitas Bengkulu melakukan pengangkutan sampah tambahan.

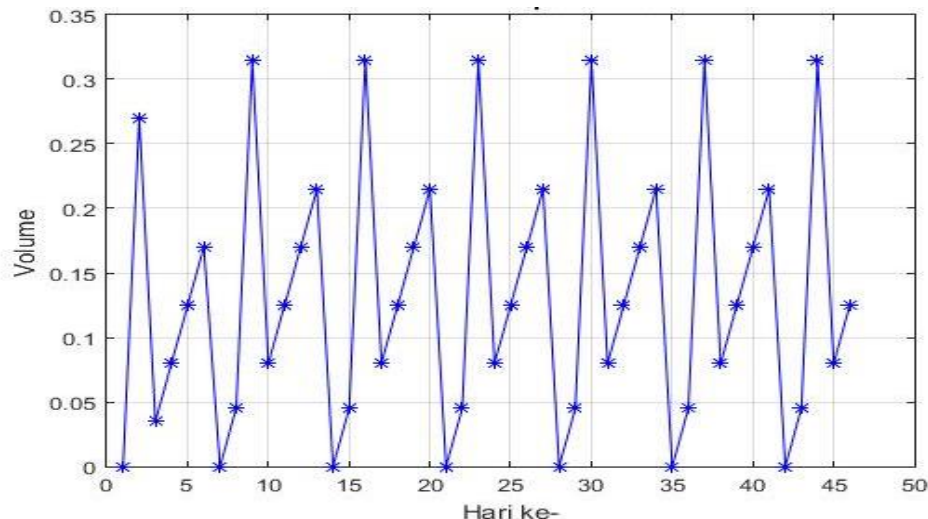
Gambar 2 juga memberikan gambaran bahwa pola kumpul-angkut-buang-sortir-jual-kompos di Universitas Bengkulu masih berpotensi menimbulkan masalah. Masalah tersebut bisa disebabkan oleh jadwal angkut yang tidak kurang atau kapasitas pengomposan yang kurang besar. Jika jadwal pengangkutan diganti menjadi tiga hari, yaitu senin, rabu dan jumat maka gambaran timbulan sampah akan seperti Gambar 3.



Gambar 3 Timbulan sampah selama 45 hari dengan penambahan hari pengangkutan sampah

Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui bahwa pola timbulan sampah sudah stabil, timbulan sampah maksimum adalah 0,3, yang artinya setiap minggu sampah tidak pernah lebih dari kapasitas TPS. Dapat

dikatakan bahwa penambahan jadwal angkut sampah adalah solusi permasalahan sampah di Universitas Bengkulu. Solusi ini mungkin saja tidak menarik karena pengoperasian mobil sampah dilakukan dengan cara bekerja sama dengan Pemerintah Kota Bengkulu, yang artinya perlu birokrasi untuk mengaturnya. Solusi lain yang dapat dipilih adalah menaikkan kapasitas pengomposan. Seandainya pengomposan dinaikkan kapasitasnya menjadi $b = 0.125$ maka gambaran timbulan sampah akan seperti Gambar 4.



Gambar 4 Timbulan sampah selama 45 hari dengan penambahan kapasitas pengomposan

Gambar 4 menunjukkan bahwa masalah pada pola pengelolaan sampah di Universitas Bengkulu dapat diatasi dengan penambahan kapasitas pengomposan. Penambahan kapasitas pengomposan dari 0,1 menjadi sebesar 0,125 sudah cukup untuk mengatasi masalah sampah. Terlihat pada gambar, kurva timbulan sampah stabil dengan pola yang tetap. Jika kurva diteruskan maka tidak akan ada masalah pada hari-hari berikutnya. Mengingat potensi sampah daun yang banyak di Universitas Bengkulu, yaitu sebesar 47,09%, maka solusi masalah sampah ini sangat efektif jika kapasitas pengomposan ditingkatkan. Peningkatan kapasitas pengomposan bukan saja efektif mengurangi sampah, tetapi juga dapat menjadi sumber pendapatan tambahan bagi institusi. Pada akhirnya penyelesaian masalah sampah ini dapat mengangkat peringkat Universitas Bengkulu pada peringkat kampus hijau di tingkat Nasional maupun Dunia.

KESIMPULAN DAN SARAN

Sampah yang dominan di Universitas Bengkulu adalah jenis daun dan ranting, yaitu 193,48 kg/ hari atau 47,09% dari total sampah yang ada di kampus. Sampah anorganik yang bisa didaur ulang sebanyak 175,60 kg/ hari atau 42,74 %. Kondisi ini menunjukkan adanya potensi untuk pengolahannya menjadi kompos cukup tinggi, dan juga penggunaan kembali sampah anorganiknya sehingga menjadi potensi pendapatan bagi institusi setelah hasil komposnya maupun pengumpulan sampah anorganiknya dijual ke masyarakat.

Model 3R pada pengelolaan sampah di Universitas Bengkulu adalah kumpul-sortir-jual-kompos-angkut-buang. Model 3R ini masih berpotensi menimbulkan masalah penumpukan sampah di kemudian hari. Masalah penumpukan sampah ini dapat diatasi dengan penambahan jadwal angkut menjadi tiga hari atau peningkatan kapasitas pengomposan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alshuwaikhat HM, Ismail A. 2008. An Integrated Approach to Achieving Campus, Sustainability: Assessment of The Current Campus Environmental Management Practices, *Journal of Cleaner Production*. 15: 1777-1785.
- Fatmawati, Safrida. 2015. Penerapan Kebijakan Pembangunan Berkelanjutan di Lingkungan Kampus (Studi Perbandingan antara Kampus Tembalang dan Kampus Tertre Universitas Nantes). *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*. 11 (4): 484-497.
- UI GreenMetric. 2019. List of Universities in Each Country (2019). [Internet]. Tersedia pada <http://greenmetric.ui.ac.id/country-list2019/?country=Indonesia>
- Humblet EM, Owens R, Roy LP. 2010. *Roadmap to a Green Campus*. Washington, D.C. US Green Building Council.
- Kementerian PUPR, 2010. *Pedoman Umum Penyelenggaraan TPS 3R*. www.pu.go.id.
- Kosmanto Y, Mersyah R, Brata B. 2012. Strategi Pengelolaan Sampah Di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Kabupaten Bengkulu Selatan. *Naturalis Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. 01 (01).
- Patel B, Patel P. 2012. Sustainable campus of Claris lifesciences through green initiatives. *Renew Sustain Energy Rev*. 16(7): 4901-4907
- Standar Nasional Indonesia. 2008. *Pengelolaan Sampah di Pemukiman (SNI 3242-2008)*
- Sudradjat. 2006. *Mengelola Sampah Kota*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Tangwanichagapong S, Nitivattananon V, Mohanty B, Visvanathan C. 2017. Greening of a campus through waste management initiatives: Experience from a higher education institution in Thailand. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. 18:203-217.
- Universitas Bengkulu. 2019. UNIB Kampus Hijau Ranking 23 Nasional dan 423 Dunia. [Internet]. Tersedia pada <https://www.unib.ac.id/2019/12/ui-greenmetric-unib-ranking-23-nasional-dan-423-dunia-kampus-hijau/>
- Wijaya A, Alfansi L., Benardin, 2013. Pengelolaan Sampah Di Kota Bengkulu. *Jurnal Ekonomi Dan Perencanaan Pembangunan*. 05(2).