

PERENCANAAN DAN PENGELOLAAN TPS 3R DI KELURAHAN KARANG PULE *Planning and 3R Waste Management in Karang Pule Village*

Krisnanda Faundra Putra*, Lalu Wirahman W**, Agustono Setiawan**

* Alumni Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

** Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

Email: laluwir@gmail.com, agustonos@gmail.com

Abstrak

Di daerah perkotaan, dimana jumlah penduduk semakin besar dan kepadatan semakin tinggi, perlu dikembangkan pengelolaan sampah dengan konsep pengelolaan sampah secara terpadu untuk mengurangi laju timbulan sampah dari sumber.

Penelitian ini dimaksudkan untuk memperoleh data jumlah timbulan sampah serta komposisi sampah di Kelurahan Karang Pule. Data ini digunakan untuk merencanakan tempat pengolahan sampah dengan konsep berbasis 3R.

Dari hasil penelitian diperoleh rata – rata volume timbulan sampah yang ada di Kelurahan Karang Pule adalah sebesar 0,0045 m³/orang/hari dan 0,0262 m³/warung/hari besar timbulan sampah adalah sebesar 66,81 m³/hari dengan komposisi sampah di Karang Pule ialah 62,72% sampah organik, 15,33% sampah anorganik daurulang, 18,32% sampah anorganik tidak didaurulang, dan 3,14% sampah Bahan Beracun Berbahaya (B3). Luas lahan yang digunakan sebagai TPS3R sebesar 805 m². metode pengomposan yang digunakan adalah metode Aerator bambu dengan jumlah Aerator sebanyak 34 unit. Pengumpulan dan pengangkutan menggunakan 9 unit gerobak motor dan 1 Dump Truck 2 rit/hari.

Kata kunci : Timbulan, Komposisi sampah, TPS 3R.

PENDAHULUAN

Sampah merupakan masalah yang tidak dapat diabaikan, karena di dalam semua aspek kehidupan selalu dihasilkan sampah. Sampah akan terus bertambah seiring dengan banyaknya aktifitas manusia yang disertai semakin besarnya jumlah penduduk di Indonesia. Di daerah perkotaan, dimana jumlah penduduk semakin besar dan kepadatan semakin tinggi, sampah tidak dapat diolah lagi oleh alam. sehingga perlu dikembangkan pengelolaan sampah dengan konsep pengelolaan sampah secara terpadu.

Pengolahan sampah yang umumnya dilakukan di Kota Mataram adalah menggunakan sistem *open dumping* (penimbunan secara terbuka) serta tidak memenuhi standar yang memadai. Sampah-sampah yang diangkut menuju tempat pembuangan akhir (TPA) tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu di TPS akan memperpendek umur TPA dan berdampak negatif bagi lingkungan sekitar.

Salah satu TPS yang menjadi sorotan Pemerintah di Kota Mataram adalah TPS yang ada di Kelurahan Karang Pule, Kecamatan Sekarbela. Sampah di TPS Karang Pule tersebut sudah *overload* oleh sampah pasar dan rumah tangga. Hal tersebut disebabkan karena minimnya lahan dan ada beberapa keluarahan di Kecamatan Sekarbela yang membuang sampahnya ke TPS di Kelurahan Karang Pule. Sampah-sampah itu menumpuk dan keluar dari TPS sehingga membuat bau busuk dan merusak pemandangan dan mencemari sungai yang ada disekitarnya.

Pengolahan sampah di lapangan Karang Pule saat ini, masih menggunakan paradigma lama yaitu menggunakan metode 3P (Pengumpulan, Pengangkutan, Pembuangan). Pertama sampah diambil dari lingkungan di Kecamatan Sekarbela yang langsung di kumpulkan di depo transfer yang berada di Lapangan Karang Pule. Disini sampah anorganik yang memiliki nilai jual dipilih oleh pemulung untuk

dijual ke pelapak. Sedangkan sisa sampah berupa sampah anorganik tak bernilai jual, sampah organik, dan sampah B3 diangkut menuju TPA Kebon Kongok yang berada di Lombok Barat.

Menurut Undang-undang no 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah, salah satu cara yang efektif dalam mengurangi jumlah timbulan sampah dari sumbernya diantaranya dengan memanfaatkan kembali sampah organik menjadi kompos. Untuk mengurangi jumlah timbulan sampah yang dihasilkan dari aktifitas masyarakat di Kelurahan Karang Pule, perlu dibangun tempat pengeloaan sampah terpadu dengan konsep 3R yang berprinsip mengurangi, menggunakan kembali, dan mendaur ulang sampah sehingga dapat mereduksi timbulan sampah. Dengan diterapkannya sistem pengolahan sampah berbasis 3R diharapkan dapat menjaga kebersihan dan keindahan lingkungan, menjaga kesehatan penduduk, serta meningkatka perekonomian penduduk melalui penjualan daur ulang sampah. Untuk itu, perlu diadakannya sarana pengolahan dan pengelolaan sampah dengan konsep 3R di kelurahan Karang Pule.

Menurut Damanhuri (2010) Prakiraan timbulan sampah baik untuk sekarang maupun di masa mendatang merupakan dasar dari perencanaan, perancangan, dan pengkajian sistem pengelolaan persampahan. Satuan timbulan sampah ini biasanya dinyatakan sebagai satuan skala kuantitas per orang atau per unit bangunan, misalnya adalah satuan timbulan dalam satuan berat (kg/orang/hari) dan satuan volume (m³/orang/hari). Dengan mengetahui timbulan dan komposisi sampah yang berasal dari sumbernya diharapkan permasalahan dalam pengelolaan persampahan dapat dicegah dan diantisipasi sedini mungkin. Metode penentuan dan jumlah sampel timbulan dan komposisi sampah kota di Indonesia telah diatur berdasarkan SNI-19-3964-1994.

Pengelolaan sampah adalah suatu bidang yang berhubungan dengan pengendalian bagaimana sampah dihasilkan, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan dan pembuangan sampah yang menggunakan suatu cara yang sesuai dengan prinsip-prinsip pewadahan, pengumpulan, TPS. Bila salah satu kegiatan tersebut terputus atau tidak tertangani dengan baik, maka akan menimbulkan masalah kesehatan, banjir/genangan, pencemaran air tanah, dan estetika. (Purnaini, 2011).

TINJAUAN PUSTAKA

Timbulan sampah adalah sejumlah sampah yang dihasilkan oleh suatu aktifitas dalam kurun waktu tertentu atau dengan kata lain banyaknya sampah yang dihasilkan dalam satuan berat (kilogram) atau volume (m³)

Survey timbulan dan komposisi merupakan cara memperoleh timbulan sampah yang diperoleh dari lokasi pengambilan terpilih, untuk diukur volumenya dan ditimbang beratnya serta komposisinya. Untuk menentukan banyaknya sampel dapat menggunakan persamaan berikut (SNI 19-3964-1994)

$$S = C_d \sqrt{P_s} \dots\dots\dots (1)$$

dimana: S = jumlah contoh (jiwa), C_d = koefisien Kota, P_s = populasi (jiwa)

$$K = \frac{S}{N} \dots\dots\dots (2)$$

dimana: K = Jumlah Contoh (Kepala Keluarga), N = Jumlah jiwa per keluarga = 5

Komposisi sampah merupakan penggambaran dari masing-masing komponen yang terdapat dalam buangan padat dan distribusinya. Biasanya dinyatakan dalam persen berat (%).

Densitas adalah satuan berat dibagi volume (kg/m³). digunakan untuk merubah satuan timbulan sampah dari satuan berat menjadi satuan timbulan volume. Densitas sampah diperlukan untuk menentukan jumlah timbulan sampah dan menentukan luas lahan TPS. (SNI M-36-1991-03)

Pengukuran jumlah timbulan sampah dalam sistem dengan cara laju masuk bahan ke dalam sistem dikurangi laju keluar bahan dari sistem ditambahkan dengan timbulan atau tertahan dalam sistem. Perhitungan dapat diselesaikan dengan persamaan (3):

$$dM/dt = M_{in} - M_{out} + r_w \dots\dots\dots (3)$$

dimana: dM/dt = laju perubahan berat bahan dalam sistem (m³/h), M_{in} = jumlah bahan yang masuk ke system (m³/h), M_{out} = jumlah bahan yang keluar dari system (m³/h), r_w = laju timbulan sampah (m³/h), t = waktu (h)

Pertumbuhan Penduduk

Cara menghitung proyeksi pertumbuhan penduduk dapat menggunakan tiga cara yaitu :

1. Metode Arithmatik

$$P_n \times P_o + K_a (T_n - T_o) \dots\dots\dots (4)$$

$$K_a = \frac{P_1 - P_2}{T_2 - T_1} \dots\dots\dots (5)$$

dimana: P_n = jumlah penduduk pada tahun ke n, P_o = jumlah penduduk pada tahun dasar, T_n = tahun ke n, T_o = tahun dasar, K_a = konstanta arithmatik, P_1 = jumlah penduduk yang diketahui pada tahun ke 1, P_2 = jumlah penduduk yang diketahui pada tahun terakhir, T_1 = tahun ke 1 yang diketahui, T_2 = tahun ke 2 yang diketahui

2. Metode Geometri

$$P_n = P_o (1 + r)^n \dots\dots\dots (6)$$

dimana: P_n = jumlah penduduk pada tahun ke n, P_o = jumlah penduduk pada tahun dasar, r = laju pertumbuhan penduduk, n = jumlah interval

3. Metode *Least Square*

$$Y = a + bX \dots\dots\dots (7)$$

$$a = \frac{\sum y \sum x^2 - \sum y \sum x}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \dots\dots\dots (8)$$

$$b = \frac{n \sum xy - \sum y \sum x}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \dots\dots\dots (9)$$

Dimana: Y = nilai variable berdasarkan garis regresi, X = nilai variabel independen, a = konstanta, b = koefisien arah regresi linear

Perencanaan Lokasi TPS 3R

Keberhasilan penyelenggaraan TPS 3R berbasis masyarakat tergantung kepada hal pemilihan lokasi yang harus memenuhi kriteria utama dan kriteria pendukung.

Pengumpulan sampah adalah kegiatan penanganan sampah yang tidak hanya mengumpulkan sampah dari wadah individual (sumber sampah) dan atau dari wadah komunal melainkan juga mengangkutnya ke tempat terminal tertentu, baik dengan pengangkutan langsung maupun tidak langsung.

Pengangkutan sampah merupakan suatu kegiatan yang dilaksanakan mulai dari titik pengumpulan sampah terakhir dari suatu siklus pengumpulan sampah ke Tempat Pembuangan Akhir atau ke Tempat Pembuangan Sampah Sementara yang tergantung pada pola pengumpulan yang dipergunakan.

Pewadahan kompos berguna sebagai tempat pengomposan sampah organik. Dalam penelitian ini digunakan wadah kompos aerator bambu. Adapun cara mengetahui kebutuhan ruang pembuatan pewadahan kompos ini dengan melihat data-data sesuai Petunjuk Teknis TPS3R 2017

Bank sampah adalah tempat pemilihan dan pengumpulan sampah yang dapat didaur ulang dan/atau digunakan ulang yang mempunyai nilai ekonomi. Selain itu Bank sampah adalah strategi penerapan 3R dalam pengelolaan sampah berbasis masyarakat dengan memberi nilai nominal pada sampah yang akan ditabung (Odist, 2014)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Karang Pule dan pengukuran langsung timbulan sampah dari sumber sampah secara random selama 8 hari berturut-turut. Tahapan pengambilan sampel yaitu :

1. Menentukan lokasi pengambilan sampah,
2. Menentukan jumlah tenaga pelaksana dan mempersiapkan peralatan,
3. Membagikan kantong plastik yang sudah diberi tanda kepada sumber sampah 1 hari sebelum dikumpulkan,
4. Mencatat jumlah unit masing-masing penghasil sampah,
5. Mengumpulkan kantong plastik yang sudah terisi sampah,
6. Mengangkut seluruh kantong plastik ke tempat pengukuran,
7. Menimbang kotak pengukur,
8. Menuang secara bergiliran sampah ke kotak pengukur $0,125 \text{ m}^3$
9. Menghentak 3 kali kotak pengukur dengan mengangkat kotaksetinggi 20 cm,
10. Mengukur dan catat volume sampah,
11. Menimbang dan catat berat sampah,
12. Menimbang kotak pengukur $0,125 \text{ m}^3$
13. Mendapatkan volume dan berat timbulan sampah per rumah),
14. Mencampur seluruh sampah dari setiap lokasi pengambilan ke kotak pengukur $0,125 \text{ m}^3$,
15. Menimbang dan mencatat berat sampah, (mendapatkan volume dan berat timbulan sampah total keseluruhan rumah),
16. Memilah sampah berdasarkan komponen komposisi sampah,
17. Menimbang dan mencatat berat sampah,
18. Mencatat volume sampah organik per hari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah contoh jiwa sebanyak 53 contoh jiwa dan 14 contoh kepala keluarga dan 7 Warung. Di setiap lingkungan diambil 2 contoh sampel kepala keluarga (KK) dan 1 warung di setiap lingkungan yang disurvei.

Timbulan Sampah

Data timbulan sampah digunakan untuk mengetahui rata-rata timbulan sampah keseluruhan Kelurahan Karang Pule dalam kg/hari/jiwa dan m³/hari/jiwa. Timbulan sampah di Kelurahan Karang Pule dari rumah tangga dan warung dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Timbulan Sampah Rumah Tangga

Lingkungan	Jumlah Jiwa	Jumlah Timbulan Sampah		Timbulan Sampah	
		Volume (m ³)	Berat (kg)	Volume (m ³)	Berat (kg)
Karang Pule	8	0,3170	23,5190	0,0050	0,3675
Pande Besi	8	0,3220	28,3680	0,0050	0,4433
Pande Mas Barat	11	0,2930	19,7630	0,0033	0,2246
Mas Mutiara	9	0,2880	18,8470	0,0040	0,2618
Pande Mas Timur	9	0,2880	21,4650	0,0040	0,2981
Karang Seme	8	0,3040	25,8150	0,0048	0,4034
BTN Kekalik	7	0,2980	20,6180	0,0053	0,3682
	Jumlah			0,0314	2,3667
	Rata-rata			0,0045	0,3380

Dari hasil analisa timbulan sampah rumah tangga di Kelurahan Karang Pule diperoleh rata-rata volume timbulan sebesar 0,0045 m³/orang/hari dan rata-rata berat timbulan sampah rumah tangga di Kelurahan Karang Pule sebesar 0,338 kg/orang/hari.

Tabel 2. Timbulan Sampah Warung

Lingkungan	Jumlah Timbulan Sampah		Timbulan Sampah	
	Volume (m ³)	Berat (kg)	Volume (m ³ /warung/hari)	Berat (kg/warung/hari)
Karang Pule	0,2100	27,6710	0,0263	3,4589
Pande Besi	0,1940	25,6100	0,0243	3,2013
Pande Mas Barat	0,2130	30,4240	0,0266	3,8030
Mas Mutiara	0,2150	26,2740	0,0269	3,2843
Pande Mas Timur	0,2110	29,8460	0,0274	3,7308
Karang Seme	0,2190	27,6540	0,0259	3,4568
BTN Kekalik	0,2070	24,6570	0,1836	3,0821
	Jumlah		0,1836	24,0170
	Rata-rata		0,0262	3,4310

Dari hasil analisa timbulan sampah Warung di Kelurahan Karang Pule diperoleh rata-rata volume timbulan sebesar 0,0262 m³/warung/hari. Dan rata-rata berat timbulan sampah warung di Kelurahan Karang Pule sebesar 3,431 kg/warung/hari.

Komposisi Sampah

Data komposisi sampah digunakan untuk mengetahui persen berat komposisi sampah disetiap lingkungan dan sampah di kelurahan Karang Pule. Komposisi sampah disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Berat Komposisi Sampah di Kelurahan Karang Pule

Lingkungan	Berat Timbulan Sampah (kg)	Organik	Anorganik (%)		B3 (%)
			Dapat didaur ulang (<i>recycle</i>)	Tidak dapat didaur ulang (<i>residu</i>)	
Karang Pule	51.190	61,02	15,43	19,07	4,22
Pande Besi	53.978	67,03	14,63	14,73	2,05
Pande Mas Barat	50.187	65,16	13,98	15,95	4,20
Mas Mutiara	45.121	61,60	12,93	21,26	3,99
Pande Mas Timur	51.311	59,58	16,89	19,87	3,39
Karang Seme	53.469	59,25	18,93	19,68	2,06
BIN Kerkalik	45.275	65,39	14,50	17,65	2,09
	Jumlah	439,02	107,28	128,21	22,00
	Rata-rata	62,72	15,33	18,32	3,14

Densitas Sampah

Densitas sampah diperoleh dari survey bersamaan dari survey timbulan sampah. Survey timbulan sampah diukur menggunakan kotak ukur berukuran 0,5m x 0,5m x 0,5m. Sampah yang diukur adalah sampah dari satu lingkungan per hari. Data densitas ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Densitas Sampah di Kelurahan Karang Pule

Lingkungan	Jumlah Timbulan		Jumlah Densitas (kg/m ³)	Rerata Timbulan		Rerata Densitas (kg/m ³)
	Volume (m ³)	Berat (kg)		Volume (m ³)	Berat (kg)	
Karang Pule	0,527	51,19	774,471	0,066	6,399	96,809
Pande Besi	0,516	53,978	832,204	0,065	6,747	104,026
Pande Mas Barat	0,506	50,187	788,647	0,063	6,173	98,581
Mas Mutiara	0,503	45,121	716,020	0,063	5,640	89,502
Pande Mas Timur	0,499	51,311	821,452	0,062	6,414	102,682
Karang Seme	0,523	53,469	816,362	0,065	6,684	102,045
BTN Kekalik	0,505	45,275	712,856	0,063	5,659	89,107
Jumlah						682,752
Rata-rata						97,536

Rata-rata densitas timbulan sampah di Kelurahan Karang Pule adalah sebesar **97,536 kg/m³**. Dari hasil rata-rata densitas timbulan sampah di Kelurahan Karang Pule ini dapat dilihat berapa luas lahan untuk membangun TPS 3R. Untuk mengetahui jumlah Aerator Bambu yang akan digunakan dalam pengomposan, dilakukan analisa rata-rata densitas sampah organik. Densitas sampah organik disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Densitas Sampah Organik di Kelurahan Karang Pule

Lingkungan	Sampah Organik			Jumlah	Rata-rata
	Berat (kg)	Volume (m ³)	Densitas (kg/m ³)		
Karang Pule	31,24	0,437	71,429	482,180	68,882
Pande Besi	36,18	0,579	62,500		
Pande Mas Barat	32,70	0,392	83,333		
Mas Mutiara	27,80	0,473	58,824		
Pande Mas Timur	30,57	0,489	62,500		
Karang Seme	31,68	0,475	66,667		
BTN Kekalik	29,60	0,385	76,923		

Dari Tabel 5 diperoleh rata-rata densitas timbulan sampah organik di Kelurahan Karang Pule sebesar **68,882 kg/m³**. Rata-rata Densitas timbulan sampah organik di Kelurahan Karang Pule ini dapat digunakan untuk menentukan berapa banyak kebutuhan Aerator Bambu untuk pengomposan di TPS 3R Kelurahan Karang Pule.

Pengelolaan Sampah di Kelurahan Karang Pule Saat Ini

Pengelolaan sampah di Kelurahan Karang Pule diketahui dari hasil wawancara langsung dengan warga sekitar, staf kelurahan, serta petugas sampah yang ada di Kelurahan Karang Pule.

a. Wadah Sampah

Setiap rumah dan warung menyediakan wadah pengumpulan yang diletakkan di depan untuk mengumpulkan sampah yang dihasilkan. Petugas sampah setiap hari mengambil sampah pada wadah tersebut dan dibawa ke TPS (Tempat Penampungan Sementara) atau depo transfer yang berada di Lapangan Karang Pule. Ada juga sebagian warga sekitar yang rumahnya dekat dengan depo transfer langsung membuangnya ke depo transfer.

b. Alat Pengangkut

Alat yang digunakan untuk mengangkut sampah di Kelurahan Karang Pule berupa gerobak motor dengan kapasitas bak penampung berukuran 1,40 m x 1,30 m x 0,50 m (0,91 m³) yang ada di setiap lingkungan di Kelurahan Karang Pule. Selain itu ada yang menggunakan gerobak dorong dengan kapasitas bak pengangkut 1,5 m x 1 m x 0,7 m (1,05 m³).

c. Depo Transfer

Saat ini ada satu depo transfer di Kelurahan Karang Pule yang berada di sebelah Lapangan Karang Pule (Jl.TGH Moh Rafli Hamdani). Depo tranfer ini berkapasitas 200 m³ dan sudah overload karena menampung sampah dari seluruh Lingkungan di Kelurahan Karang Pule dan beberapa Kecamatan di sekitarnya.

Analisa Proyeksi Pertumbuhan Penduduk

Proyeksi penduduk Kelurahan Karang Pule 5 tahun mendatang dilakukan dengan mendapatkan tingkat pertumbuhan penduduk pertahunnya. Jumlah dan pertumbuhan penduduk tahun 2013-2017 disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Jumlah dan Pertumbuhan Penduduk Tahun 2013-2017

Tahun (x)	Jumlah Penduduk (y) (jiwa)	Pertumbuhan penduduk		Rata-rata
		Jiwa	Persen (%)	
2013	11487	-	-	2,04
2014	11749	262	2,23	
2015	12016	267	2,22	
2016	12245	229	1,87	
2017	12475	230	1,84	

Proyeksi Pertumbuhan Penduduk (n) = 5 tahun ; Persentase Pertumbuhan Penduduk (r) = 0,0204
Tahun Dasar (To) = 2013 ; Tahun Ke-n (Tn) = 2017

a. Metode Aritmatik

$$Ka = \frac{P_1 - P_2}{T_2 - T_1} = \frac{12475 - 11487}{2017 - 2013} = 247 \text{ Jiwa/tahun}$$

$$P_{2014} = P_0 + Ka (T_n - T_0) = 11.487 + 247 (2014 - 2013) = 11734 \text{ Jiwa}$$

b. Metode Geometrik

$$P_{2014} = P_0 (1+r)^n = 11487 (1+0,0204)^1 = 11722 \text{ Jiwa}$$

c. Metode Least Square

$$a = \frac{\sum y \cdot \sum x^2 - \sum x \cdot \sum xy}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2} = \frac{59972 \times 55 - 15 \times 182388}{5 \times 55 - (15)^2} = 11253$$

$$b = \frac{n \cdot \sum xy - \sum y \cdot \sum x}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2} = \frac{5 \times 196539 - 63307 \times 15}{5 \times 55 - (15)^2} = 247$$

$$Y_{2013} = a + bX = 11253 + 247 (1) = 11500 \text{ Jiwa}$$

Tabel 7. Hasil Perhitungan Penduduk Kelurahan Karang Pule

Tahun (x)	Jumlah Penduduk (y)	Hasil Perhitungan		
		Aritmatik (jiwa)	Geometrik (jiwa)	Least square (jiwa)
2013	11487	11487	11487	11253
2014	11749	11734	11722	11500
2015	12016	11981	11961	11747
2016	12245	12228	12205	11994
2017	12475	12475	12454	12242

Tabel 8. Standar Deviasi dari Hasil Perhitungan Aritmatik

Tahun	Tahun ke	Jumlah Penduduk	Hasil Perhitungan Aritmatik (Yi)	Yi – Ymean (Xi)	(Yi – Ymean) ² (Xi) ²	Ymean	Standar Deviasi
2013	1	11487	11487	-494	244036	11981	188,6
2014	2	11749	11734	-247	61009		
2015	3	12016	11981	0	0		
2016	4	12245	12228	247	61009		
2017	5	12475	12475	494	244036		
Jumlah	15			1482	610090		

Tabel 9. Standar Deviasi dari Hasil Perhitungan Geometrik

Tahun	Tahun ke	Jumlah Penduduk	Hasil Perhitungan Geometrik (Yi)	Yi – Ymean (Xi)	(Yi – Ymean) ² (Xi) ²	Ymean	Standar Deviasi
2013	1	11487	11487	-479	229133	11966	183,1
2014	2	11749	11722	-244	59622		
2015	3	12016	11961	-5	24		
2016	4	12245	12205	239	57260		
2017	5	12475	12454	488	238583		
Jumlah	15			1455	584621		

Tabel 10. Standar Deviasi dari Hasil Perhitungan Least Square

Tahun	Tahun ke	Jumlah Penduduk	Hasil Perhitungan Least square (Yi)	Yi – Ymean (Xi)	(Yi – Ymean) ² (Xi) ²	Ymean	Standar Deviasi
2013	1	11487	11253	-494	244431	11966	188,8
2014	2	11749	11500	-247	61108		
2015	3	12016	11747	0	0		
2016	4	12245	11994	247	61108		
2017	5	12475	12242	494	244431		
Jumlah	15			1483	611078		

Metode proyeksi yang digunakan adalah metode dengan angka standar deviasi (simpangan baku) terkecil yaitu metode **Geometrik**. Proyeksi jumlah penduduk dengan metode Geometrik disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Perhitungan Proyeksi jumlah penduduk dengan Metode Geometrik

Tahun	Hasil Perhitungan Geometrik (jiwa)
2017	12454
2018	12708
2019	12968
2020	13233
2021	13503
2022	13778

Timbulan sampah rumah tangga tahun 2022 di Kelurahan Karang pule sebesar :

$$= \text{Rata-rata volume timbulan sampah} \times \text{jumlah penduduk tahun 2022} = 0,0045 \times 13778 = 62 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Analisa Proyeksi Pertumbuhan Warung

Proyeksi pertumbuhan warung di Kelurahan Karang Pule untuk 5 tahun mendatang dengan data sebagai berikut:

Tabel 12. Jumlah dan Pertumbuhan Penduduk Tahun 2013-2017

Tahun (x)	Jumlah Warung (y)	Pertumbuhan Warung		Rata-rata
		buah	Persen (%)	
2013	125	-	-	4,46
2014	144	19	13,19	
2015	144	0	0	
2016	151	7	4,64	
2017	151	0	0	

Proyeksi Pertumbuhan Warung (n) = 5 tahun ; Persentase Pertumbuhan Warung (r) = 0,044

Tahun Dasar (To) = 2013 ; Tahun Ke-n (Tn) = 2017

a. Metode Aritmatik

$$Ka = \frac{P_1 - P_2}{T_2 - T_1} = \frac{151 - 125}{2017 - 2013} = 6,5 \text{ buah/tahun}$$

$$P_{2014} = P_0 + Ka (T_n - T_0) = 125 + 6,5 (2014 - 2013) = 132 \text{ buah}$$

b. Metode Geometrik

$$P_{2014} = P_0 (1+r)^n = 125 (1+0,044)^1 = 131 \text{ buah}$$

c. Metode Least Square

$$a = \frac{\sum y_i \cdot \sum x_i^2 - \sum x_i \cdot \sum y_i}{n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} = \frac{715 \times 55 - 15 \times 2204}{5 \times 55 - (15)^2} = 125$$

$$b = \frac{n \cdot \sum x_i y_i - \sum y_i \cdot \sum x_i}{n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} = \frac{5 \times 2204 - 714 \times 15}{5 \times 55 - (15)^2} = 6$$

$$Y_{2014} = a + bX = 125 + 6 (1) = 131 \text{ Jiwa}$$

Tabel 13. Hasil Perhitungan Warung di Kelurahan Karang Pule

Tahun	Jumlah Warung (buah)	Hasil Perhitungan		
		Aritmatik (buah)	Geometrik (buah)	Least square (buah)
2013	125	125	125	125
2014	144	132	131	131
2015	144	138	136	137
2016	151	145	142	143
2017	151	151	149	149

Tabel 14. Standar Deviasi dari Hasil Perhitungan Aritmatik

Tahun	Tahun ke	Jumlah Warung	Hasil Perhitungan Aritmatik (Yi)	Yi - Ymean (Xi)	(Yi - Ymean) ² (Xi) ²	Ymean	Standar Deviasi
2013	1	125	125	-13	169	138	4,96
2014	2	144	132	-7	42		
2015	3	144	138	0	0		
2016	4	151	145	7	42		
2017	5	151	151	13	169		
Jumlah	15			39	423		

Tabel 15. Standar Deviasi dari Hasil Perhitungan Geometrik

Tahun	Tahun ke	Jumlah Warung	Hasil Perhitungan Geometrik (Yi)	Yi - Ymean (Xi)	(Yi - Ymean) ² (Xi) ²	Ymean	Standar Deviasi
2013	1	125	125	-12	136	137	4,47
2014	2	144	131	-6	37		
2015	3	144	136	0	0		
2016	4	151	142	6	34		
2017	5	151	149	12	148		
Jumlah	15			36	355		

Tabel 16. Standar Deviasi dari Hasil Perhitungan Least Square

Tahun	Tahun ke	Jumlah Warung	Hasil Perhitungan Least square (Yi)	Yi - Ymean (Xi)	(Yi - Ymean) ² (Xi) ²	Ymean	Standar Deviasi
2013	1	125	125	-12	139	137	4,51
2014	2	144	131	-6	35		
2015	3	144	137	0	0		
2016	4	151	143	6	35		
2017	5	151	149	12	139		
Jumlah	15			36	348		

Metode proyeksi yang digunakan adalah metode dengan angka standar deviasi (simpangan baku) terkecil yaitu metode **Geometrik**. Proyeksi jumlah warung dengan metode Geometrik disajikan pada Tabel 17.

Tabel 17. Hasil Perhitungan Proyeksi jumlah warung dengan Metode Geometrik

Tahun	Hasil Perhitungan Geometrik (buah)
2017	149
2018	155
2019	162
2020	170
2021	177
2022	185

Timbulan sampah warung di Kelurahan Karang pule sebesar:

$$= \text{Rata-rata volume timbulan sampah} \times \text{jumlah warung tahun 2022} = 0,026 \times 185 = 4,81 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Total volume timbulan sampah di Kelurahan Karang Pule dijumlahkan rata-rata timbulan sampah warung dan rata-rata timbulan sampah rumah tangga.

Maka timbulan sampah di Kelurahan Karang Pule tahun 2022 mendatang sebesar :

$$= \text{Timbulan sampah rumah tangga} + \text{timbulan sampah warung} = 62 + 4,81 = 66,81 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Dengan komposisi sampah di Kelurahan Karang Pule sebagai berikut:

- Organik = $62,7\% \times 66,81 = 41,88 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Anorganik Recycle = $15,3\% \times 66,81 = 10,22 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Anorganik Residu = $18,3\% \times 66,81 = 12,26 \text{ m}^3/\text{hari}$
- B3 = $3,1\% \times 66,81 = 2,07 \text{ m}^3/\text{hari}$

Material Balance Analysis

Dari data analisa timbulan dan komposisi sampah diperoleh besar sampah yang akan masuk, keluar, dan tertahan di area TPS 3R. Sampah yang tertahan dapat diperoleh dari persentase sampah organik dan untuk sampah yang keluar dapat diperoleh dari persentase sampah anorganik tidak dapat didaurulang dan sampah B3. Sampah anorganik yang dapat didaur ulang dihitung sebagai sampah keluar, tetapi bukan sebagai residu yang di angkut ke TPA. Sehingga dalam perhitungan akan digunakan sebagai pengurang. Sampah yang akan diangkut ke TPA adalah sebagai berikut:

$$\text{Sampah keluar} = \text{Sampah di TPS 3R} - \text{sampah tertahan (organik)} - \text{sampah anorganik yang dapat didaur ulang (Recycle)} = 66,81 \text{ m}^3/\text{hari} - 41,88 \text{ m}^3/\text{hari} - 10,22 \text{ m}^3/\text{hari} = 14,67 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, volume sampah di Kelurahan Karang Pule sebesar $66,81 \text{ m}^3/\text{hari}$. Namun dengan adanya TPS 3R maka volume sampah yang terangkut ke TPA menjadi $14,67 \text{ m}^3/\text{hari}$. Sehingga terjadi pengurangan volume sampah sebesar 78%.

Perencanaan Lokasi TPS 3R

Lokasi yang paling tepat direncanakan terletak di Jl.TGH Moh Raffli Hamdani sebelah selatan depo transfer yang ada di Lapangan Karang Pule. Luas lahan 1400 m^2 , merupakan Lokasi Tanah kosong yang jauh dari area persawahan. Batasan lahan : sebelah Utara : depo transfer (lapangan), Selatan : SMPN 21 Mataram, Barat : Tanah kosong dan Timur : Perumahan Royal Kenari. Pemilihan lokasi karena lokasi ini terletak jauh dari padatnya rumah warga, hanya ada beberapa rumah yang terdekat saja, selain itu lokasi ini tidak berbatasan langsung dengan area persawahan warga dan memiliki lokasi strategis dipinggir JL. TGH Moh Raffli Hamdani yang sudah berupa jalan aspal sehingga memudahkan akses menuju lokasi ini.

Perencanaan Sistem Pengumpulan dan Pengangkutan

Dalam perencanaan sistem pengumpulan dipakai data yang diperoleh dari wawancara dengan tukang angkut sampah. Data yang diperoleh antara lain jumlah gerobak sampah yang digunakan dan berapa ritasi untuk mengambil sampah di Kelurahan Karang Pule. Ada dua jenis gerobak yang digunakan yaitu gerobak motor dan manual. Dalam perencanaan ini digunakan gerobak motor karena memiliki kelebihan jarak tempuh yang jauh serta lebih efisien waktu.

Jumlah alat pengumpul dihitung per lingkungan, karena perkiraan jumlah timbulan setiap lingkungan berbeda. Kebutuhan alat dapat disajikan pada tabel 18.

Tabel 18. Kebutuhan Gerobak Motor per Lingkungan

Lingkungan	Persentase Jumlah Penduduk satu kelurahan (%)	Volume Timbulan Sampah (m ³ /hari)	Rencana Ritasi (rit/hari)	Kapasitas Gerobak Motor (m ³)	Kebutuhan Gerobak Motor (unit)
Karang Pule	33	21,78	8	0,910	2
Pande Besi	21	13,77	8		2
Pande Mas Barat	12	7,71	5		1
Mas Mutiara	10	6,71	5		1
Pande Mas Timur	13	8,42	6		1
Karang Seme	9	5,82	4		1
BTN Kekalik	4	2,59	2		1
Jumlah	100	66,81	38		9

Total gerobak motor yang diperlukan sebagai sarana pengumpulan dan pengangkutan ke TPS 3R untuk 5 tahun mendatang sebanyak 9 unit. Jumlah gerobak motor di kelurahan Karang Pule saat ini sebanyak 7 unit gerobak motor, sehingga diperlukan penambahan sebanyak 2 unit gerobak motor. Untuk jadwal pengumpulan dan pengangkutan per lingkungan dapat dilihat pada tabel

Data untuk pengangkutan sampah ke TPA dari TPS 3R yang akan dibangun, diperoleh dari hasil perhitungan *Material balance analysis* dengan besar residu yang akan diangkut ke TPA sebesar, **14,67 m³/hari**.

Untuk menentukan ritasi truk sampah yang datang ke TPS 3R dapat dihitung sebagai berikut :

Timbulan sampah residu (Ts) = 14,67 m³/hari

Kapasitas alat pengumpul (Kk) = 6,8 m³

Jumlah alat pengumpul (Jap) = 1 unit

Ritasi truk sampah = $\frac{Ts}{Kk \times Jap} = \frac{14,67}{6,8 \times 1} = 2,15 = 2$ rit/hari

Perencanaan Wadah Pengomposan Sampah

Perencanaan wadah kompos digunakan mengikuti tatacara pembuatan kompos metode Aerator Bambu dalam Petunjuk Teknis TPS 3R 2017 dengan tata cara perhitungan sebagai berikut :

Data-data yang diperlukan :

Jumlah jiwa / KK yang dilayani = 14.754 Jiwa

Produksi sampah per orang per hari = 0,338 kg/hari

Total berat sampah dari wilayah yang dilayani = 350,53 kg/hari

Kepadatan sampah Organik m= 68,88 kg/m³

Total Berat Sampah Organik perhari = 219,78 kg

Lama pengomposan = 30 hari

Ukuran aerator bambu : Panjang 2,5 m ; Lebar 0,6 m ; Tinggi 0,52 m

Ukuran timbunan kompos : Panjang 2,5 m ; Lebar 1,6 m ; Tinggi 1 m

Perhitungan Kebutuhan Ruang untuk Aerator Bambu

Volume aerator bambu : $(P \times L \times T/2) = 2,5 \times 0,6 \times 0,52 = 0,39 \text{ m}^3$

Volume timbunan kompos (tanpa aerator) = $(P \times (L+1) \times T) : 2 - (\text{volume aerator bambu})$

= $(2,5 \times (1,6+1) \times 1) : 2 - 0,39 = 2,86 \text{ m}^3$

Panjang per unit pengomposan = jarak kanan + panjang aerator + jarak kiri = $0,5 + 2,5 + 0,5 = 3,5 \text{ m}$

Lebar per unit pengomposan = jarak kanan + lebar timbunan + jarak kiri = $0,25 + 1,6 + 0,25 = 2,1 \text{ m}$

Luasan untuk 1 unit : = $3,5 \times 2,1 \text{ m} = 7,35 \text{ m}^2$

Berat sampah per unit timbunan = volume timbunan x kepadatan sampah = $2,86 \times 68,88 = 197 \text{ kg}$

Jumlah aerator yang dibutuhkan :

= $(\text{sampah organik perhari} \times \text{umur pengomposan})/\text{berat per unit} = 219,78 \times 30 : 197 = 33,48 = 34 \text{ unit}$

Space untuk 1 unit = Total panjang unit x total lebar unit = $3,5 \times 2,1 = 7,35 \text{ m}^2 = 7,4 \text{ m}^2$

Luasan yang dibutuhkan = jumlah unit yang diperlukan x space 1 unit = $34 \times 7,35 = 249 \text{ m}^2 = 250 \text{ m}^2$

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Rata – rata volume timbunan sampah yang ada di Kelurahan Karang Pule adalah sebesar **0,0045 m³/orang/hari** untuk sampah Rumah Tangga dan **0,0262 m³/warung/hari** untuk sampah Warung. Besar timbunan sampah adalah sebesar **66,81 m³/hari** dengan komposisi sampah di Karang Pule ialah **62,72%** sampah organik, **15,33%** sampah anorganik daurulang, **18,32%** sampah anorganik tidak didaurulang, dan **3,14%** sampah Bahan Berbahaya Beracun (B3).
2. Pengelolaan sampah di Kelurahan Karang Pule saat ini, menggunakan sistem kumpul-angkut-buang. Jadi sampah yang dikumpulkan dari 7 lingkungan di Kelurahan Karang Pule diangkut menuju depo tranfer, kemudian di buang ke TPA menggunakan dump truck dengan ritasi sebanyak 1 *dumptruck* 3 kali dalam seminggu. Jumlah alat pengumpul sampah ke depo transfer adalah 3 unit gerobak dorong dan 7 unit gerobak motor.
3. Dari hasil penelitian direncanakan pengelolaan dan desain TPS 3R di Kelurahan Karang Pule sebagai berikut:
 - Volume sampah yang masuk ke TPS 3R sebesar **66,81 m³/hari** dan volume sampah diangkut ke TPA (Residu) sebesar **14,67 m³/hari**. Besar volume penurunan sampah yang diangkut ke TPA sebesar **52,14 m³/hari** atau **78%**.
 - Jumlah alat pengumpul sampah sebanyak 9 unit gerobak motor dan ritasi *dumptruck* pengangkut sampah ke TPA sebanyak 2 rit/hari.
 - Lokasi TPS3R terletak di Jl. TGH Raffli Hamdani Kelurahan Karang Pule.
 - Metode pengomposan yang digunakan di TPS3R adalah metode aerator bambu, dengan jumlah aerator sebanyak **34 unit**.

Saran

Penelitian selanjutnya diharapkan objek penelitian tidak hanya bersumber dari perumahan saja namun juga non perumahan. Perencanaan TPS 3R selanjutnya diharapkan dapat menghitung nilai ekonomi dari hasil penjualan bank sampah serta pembagian keuntungan kepada masyarakat. Penelitian

selanjutnya diharapkan jumlah contoh sampel yang diambil diusahakan lebih banyak dari jumlah perhitungan contoh sampel minimal, untuk memperkuat prakiraan jumlah timbulan sampah.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (1991). SK SNI-M-36-1991-03 Tentang metoda pengambilan dan pengukuran contoh timbulan komposisi sampah perkotaan. Jakarta : Standar Nasional Indonesia.
- Badan Standardisasi Nasional. (1994). SNI 19-3965-1994 Metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah perkotaan Jakarta : Standar Nasional Indonesia.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 19-2454-2002 Tata Cara Pengelolaan Sampah Perkotaan. Jakarta : Standar Nasional Indonesia.
- Anonim. (2008). Undang-undang No. 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah. Jakarta.
- Anonim. (2012). Peraturan Pemerintah No. 81 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga. Jakarta.
- Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman. (2014). Tata Cara Perencanaan Tempat Pengolahan Sampah (TPS) 3R Berbasis Masyarakat. Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya. Jakarta Selatan.
- Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman. (2017). Petunjuk Teknis TPS 3R. Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya. Jakarta Selatan.
- Damanhuri, E., & Padmi, T. (2010). Diktat Kuliah (versi 2010). ITB. Bandung
- Odist, A. (2014). Mengelola Bank Sampah Bersistem Konvensional Berbasis Rumah Tangga. Bee Media Nusantara. Mataram.
- Pranoto, S. (2017). Perencanaan dan pengelolaan persampahan berbasis 3R di Universitas Mataram. Tugas Akhir : Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram. Mataram.
- Purnaini, R. (2011). Perencanaan Pengelolaan Sampah di Kawasan Selatan Universitas Tanjungpura. Jurnal Teknik Sipil Untan, 11(1), p 1-18.
- Susanta, G. (2013). Menghitung Anggaran Membangun Rumah. Griya Kreasi, Bogor.
- Tarigan, M. (2016). Perencanaan TPS 3R di Kelurahan Dayan Peken. Tugas Akhir : Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram. Mataram.
- Utami, R., Nur. (2011). Pengelolaan Sampah di Kompleks Perumahan Galmas Residence. DIII Teknik Sipil Infrastruktur Perkotaan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.