

PERENCANAAN REAKTOR LUMPUR IPAL DOMESTIK MOJOSONGO SURAKARTA

Dian Anggraeni¹, Sri Hapsari Budisulistiorini², dan Endro Sutrisno²

¹ Alumni Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang

² Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang
Email: die_cwit@yahoo.com

ABSTRACT

Increasing of the number of society and development for the residential facilities has resulted problem such as domestic wastewater. One of Domestic WWTP in Surakarta is Mojosoongo WWTP. It serves house connections which lies in northern of Surakarta. It includes some units, those are inlet, first settling, aerated lagoon I, aerated lagoon II, second sedimentation, and sludge drying bed. The treatment represents for the environmental treatment and to avoids the presence of pollution. It will result effluent where has required standard regulation for wastewater and sludge. The sludge there becomes problem because it is just thrown to the final disposal. Therefore, one of the right treatment is to recycle sludge using composting. Recycling the sludge will also give benefit to PDAM as the stakeholder of WWTP. Sludge resulted in a month is 20,54 m³. Raw materials used for composting are sludge, organic garbage, and saw invade with ratio 0,05: 1: 0,025. Product composting resulted is 7,3 m³/day and using 1200 m³ area. Units of composting there includes receiving space, composting reactor, filtering and packaging, warehouse, and garage.

Key words: Domestic waste, sludge, Mojosoongo Domestic WWTP, composting

PENDAHULUAN

Setiap kegiatan/aktivitas manusia akan menghasilkan produk samping berupa limbah yang akan di buang ke lingkungan. Misalnya saja dalam aktivitas rumah tangga sering menghasilkan limbah cair yang berasal dari sisa penggunaan air yang tidak terpakai. Limbah cair ini akan terakumulasi dalam jumlah besar dan jika pembuangannya melampaui daya dukung lingkungan akan menyebabkan terjadinya pencemaran. Pencegahan pencemaran ini perlu dilakukan sedini mungkin dengan menerapkan pengelolaan limbah rumah tangga (domestik).

Salah satu instalasi pengolahan air limbah (IPAL) domestik di kota Surakarta adalah IPAL Mojosoongo. Instalasi ini melayani jaringan perpipaan yang terletak di daerah utara kota Surakarta. Terdiri dari beberapa unit pengolahan, diantaranya inlet, bak pengendap I, kolam aerasi I, kolam aerasi II, bak sedimentasi II, dan sludge drying bed. Pengolahan limbah ini sebagai wujud pengelolaan lingkungan hidup serta mencegah terjadinya pencemaran. Dari hasil pengolahan limbah tersebut akan dihasilkan effluen yang memenuhi standar baku mutu limbah cair. Permasalahan yang dihadapi oleh IPAL

Domestik Mojosoongo dalam mengolah limbah cairnya adalah dihasilkannya lumpur yang volumenya cukup besar sedangkan unit pengolahan lumpurnya yaitu sludge drying bed belum dioperasikan dengan baik. Sehingga lumpur langsung dibuang ke lingkungan. Padahal pembuangan lumpur dengan cara seperti ini memerlukan lahan yang cukup luas. Selain itu juga diperlukan biaya transportasi yang cukup besar untuk mengangkut lumpur ke luar IPAL.

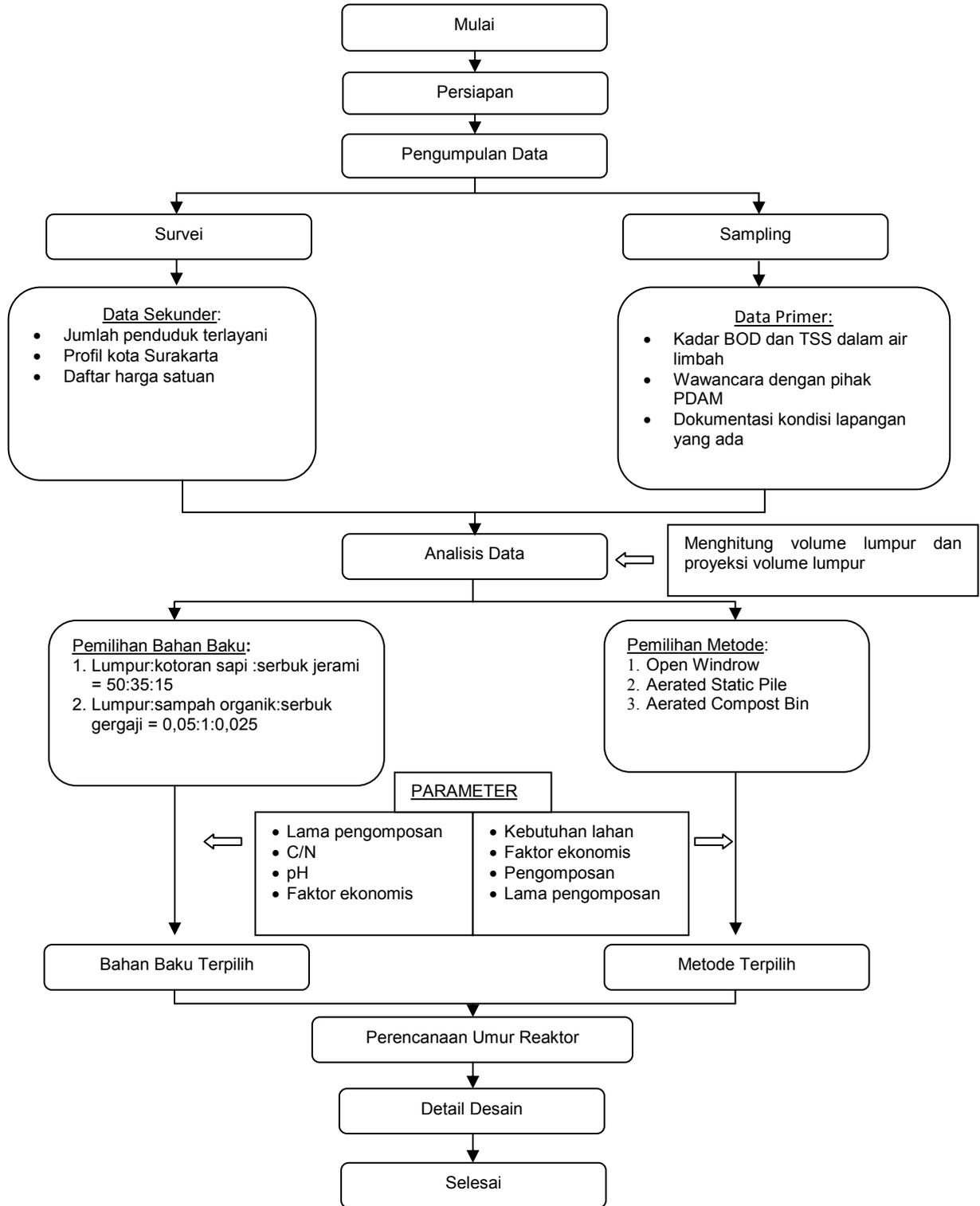
Oleh karena itu perlu diterapkan suatu pengolahan lumpur lanjutan. Salah satu alternatifnya adalah dengan pemanfaatan lumpur sebagai kompos. Kompos bermanfaat sebagai alternatif untuk mengurangi timbulan lumpur yang dibuang ke lingkungan serta memberi nilai ekonomis pada lumpur dari limbah domestik karena kompos dapat dijual sebagai pupuk organik, yang dapat mempertahankan dan meningkatkan kesuburan tanah melalui perbaikan sifat kimia, fisika, dan biologis tanah (Engelstad, 1997).

Sehingga tujuan yang ingin dicapai pada perencanaan ini, yaitu: mendapatkan metode pengomposan yang cocok diterapkan di IPAL Domestik Mojosoongo, dan merencanakan desain bangunan komposting dari lumpur IPAL

Domestik Mojosoongo Kota Surakarta, sehingga menghasilkan produk yang bermanfaat dan bernilai ekonomis.

Metodologi yang digunakan dalam perencanaan reaktor pengomposan ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Metodologi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proyeksi Pelanggan IPAL Domestik Mojosongo

Dari data jumlah pelanggan IPAL Domestik Mojosongo lima tahun terakhir, dapat diproyeksikan jumlah pelanggan hingga 10 tahun kedepan seperti pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Proyeksi Pelanggan IPAL Domestik Mojosongo

No.	Data Ke-	Tahun	Jumlah Pelanggan (Jiwa)
1	1	2004	17564
2	2	2005	17656
3	3	2006	17824
4	4	2007	18028
5	5	2008	18160
6	6	2009	18,315
7	7	2010	18,472
8	8	2011	18,628
9	9	2012	18,785
10	10	2013	18,941
11	11	2014	19,097
12	12	2015	19,254
13	13	2016	19,410
14	14	2017	19,567
15	15	2018	19,723

Data Karakteristik Air Limbah IPAL Mojosongo

Karakteristik air limbah domestik di IPAL Mojosongo pada tiap unit berbeda-beda nilainya. Salah satunya adalah kandungan BOD dan TSS yang mempengaruhi produksi lumpur dalam air limbah. Berikut adalah data kandungan BOD dan TSS air limbah IPAL Mojosongo yang diambil dari beberapa titik sampel.

Volume bahan baku kompos terdiri dari volume lumpur, sampah organik dan serbuk jerami. Perbandingan sampah organik : lumpur tinja : serbuk gergaji adalah 1 : 0,05 : 0,025. Lumpur yang dihasilkan tiap hari adalah 855,8 kg/hari atau sama dengan 684,64 liter/hari. Sedangkan waktu yang dibutuhkan untuk proses pengomposan adalah 1 bulan. Jadi lumpur yang dihasilkan dalam waktu 1 bulan adalah 684,64 liter/hari x 30 hari = 20539,2 liter/bulan atau 20,54 m³. Sedangkan sampah organik yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Lumpur} &= 20539,2 \text{ liter} \\ \text{Sampah organik} &= 1/0,05 \times 20539,2 \\ &= 410784 \text{ liter} \\ \text{Serbuk gergaji} &= 0,025/0,05 \times 20539,2 \\ &= 10.269,6 \text{ liter} \\ \text{JUMLAH} &= 441592,8 \text{ liter} \\ &= \mathbf{441,59 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

Tabel 2. Karakteristik Air Limbah IPAL Mojosongo

Lokasi Pengambilan	Satuan	BOD ₅	TSS
BP I	mg/l	106,04	71
Fakultatif I	mg/l	98,12	59,3
Fakultatif II	mg/l	78,3	62,1
BP II	mg/l	57,33	63,4
Outlet	mg/l	54,89	56

Tabel 3. Perbandingan Komposisi Terpilih

No.	Parameter	Komposisi I	Komposisi II	SNI No. 19-7030-2004
1	Waktu	30 hari	27 hari	-
2	C/N	11,08	14,06	10 - 20
3	pH	6,3	7,2	6.8 - 7.49
4	Biaya	Rp 3.941.220,86	Rp 1.624.290,41	-

Tabel 4. Perkiraan Jumlah Lumpur

Tahun	Jumlah Pelanggan (Jiwa)	Produksi lumpur (Liter/org/bulan)	Perkiraan lumpur (Liter/bln)	Sampah Organik (Liter)	Serbuk Gergaji (Liter)	Total Volume Bahan Baku (Liter)
2009	18.315	1,12	20.539,20	410.784,00	10.269,60	441.592,80
2010	18.472	1,12	20.688,42	413.768,32	10.344,21	444.800,94
2011	18.628	1,12	20.863,58	417.271,68	10.431,79	448.567,06
2012	18.785	1,12	21.038,75	420.775,04	10.519,38	452.333,17
2013	18.941	1,12	21.213,92	424.278,40	10.606,96	456.099,28
2014	19.097	1,12	21.389,09	427.781,76	10.694,54	459.865,39
2015	19.254	1,12	21.564,26	431.285,12	10.782,13	463.631,50
2016	19.410	1,12	21.739,42	434.788,48	10.869,71	467.397,62
2017	19.567	1,12	21.914,59	438.291,84	10.957,30	471.163,73
2018	19.723	1,12	22.089,76	441.795,20	11.044,88	474.929,84

Perbandingan Metode Pengomposan

Metode yang akan dipilih untuk perencanaan ini adalah *open windrow*, *aerated static pile*, dan *aerated compost bin*. Parameter yang digunakan untuk perbandingan adalah:

- Kebutuhan lahan
- Faktor ekonomis
- Proses pengomposan
- Lama pengomposan

1. Open Windrow

Sistem ini memerlukan lahan yang cukup luas. Biaya relatif rendah karena alat yang dibutuhkan juga sederhana. Material yang dikomposkan ditumpuk memanjang di tempat terbuka beratap atau tanpa atap. Material tersebut secara reguler dibalik untuk mengoptimalkan aerasi yang berlangsung secara alamiah. Harus dilakukan pembalikan minimal 5 (lima) kali. Sehingga metode ini banyak membutuhkan tenaga kerja. Lama pengomposan berkisar antara 3 hingga 6 bulan, yang tergantung pada karakteristik bahan yang dikomposkan.

2. Aerated Static Pile

Dapat meminimalkan kebutuhan lahan, karena tumpukan kompos dapat dibuat lebih tinggi. Biaya cukup rendah tetapi lebih mahal jika dibandingkan dengan sistem *open windrow* karena sistem ini menggunakan pipa udara yang dialirkan pada masing-masing tumpukan. Tumpukan/gundukan kompos (seperti *windrow system*) diberi aerasi dengan menggunakan blower mekanik. Tidak perlu dilakukan pembalikan, sehingga tenaga kerja yang diperlukan tidak terlalu banyak. Teknik ini dapat mempersingkat waktu pengomposan hingga 3 – 5 minggu.

3. Aerated Compost Bin

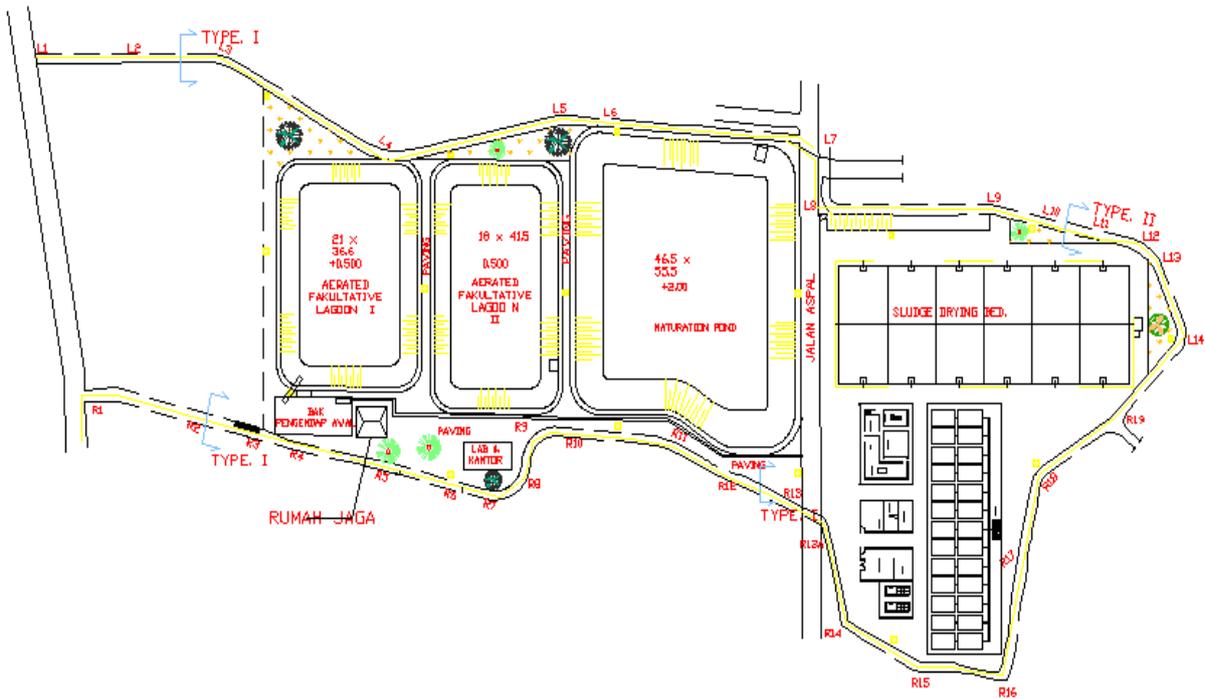
Dapat meminimalkan kebutuhan lahan, karena tumpukan kompos dapat dibuat lebih tinggi. Biaya relatif mahal karena membutuhkan bangunan permanen dan menggunakan blower/pompa udara untuk aerasinya. Pengomposan dilakukan di dalam bak - bak yang di bawahnya diberi aerasi. Aerasi juga dilakukan dengan menggunakan blower/pompa udara. Seringkali ditambahkan pula cacing (vermikompos). Lama pengomposan kurang lebih 2 – 3 minggu dan kompos akan matang dalam waktu 2 bulan.

Selain menganalisis ketiga metode pengomposan ini, untuk memilih metode pengomposan yang tepat digunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Dan berdasarkan perhitungan AHP metode *Aerated Static Pile* merupakan alternatif terpenting pertama dengan perhitungan hasil matrik terbesar yaitu 0,411. sedangkan alternatif terpenting kedua adalah *aerated compost bin* dengan 0,363 dan terakhir metode *open windrow* dengan hasil matriks 0,227.

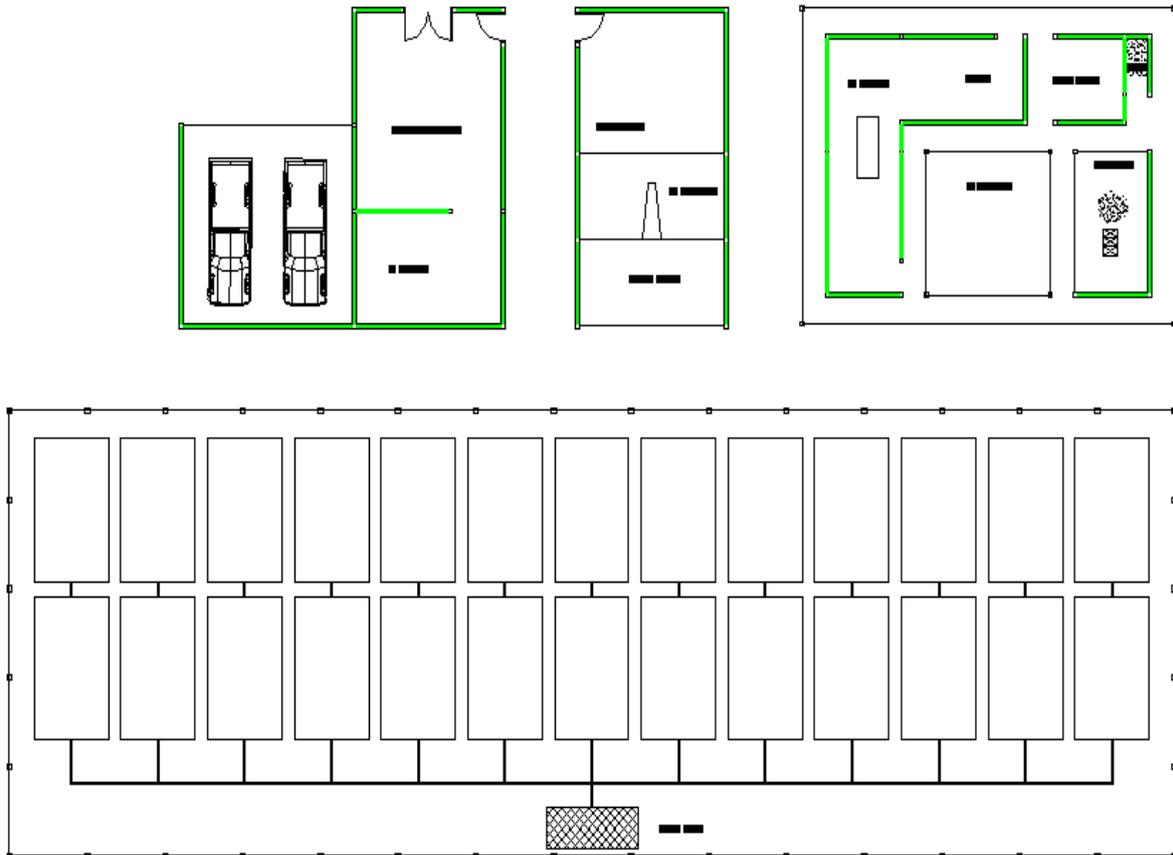
Berdasarkan hasil analisis perbandingan metode pengkomposan dan metode AHP, maka metode *Aerated Static Pile* menjadi alternatif yang paling sesuai diterapkan di IPAL Domestik Mojosoongo.

Perencanaan Plant Pengomposan

Plant pengomposan dalam perencanaan ini terdiri dari ruang penerimaan, ruang pencacahan, reaktor kompos, ruang pengayakan, pengemasan, gudang, kantor, dan garasi. Luas lahan yang akan digunakan untuk rencana ini adalah 1.200 m². Yang letaknya di IPAL Mojosoongo tepatnya di sebelah *sludge drying bed*.



Gambar 2. Denah Letak Plant Pengomposan

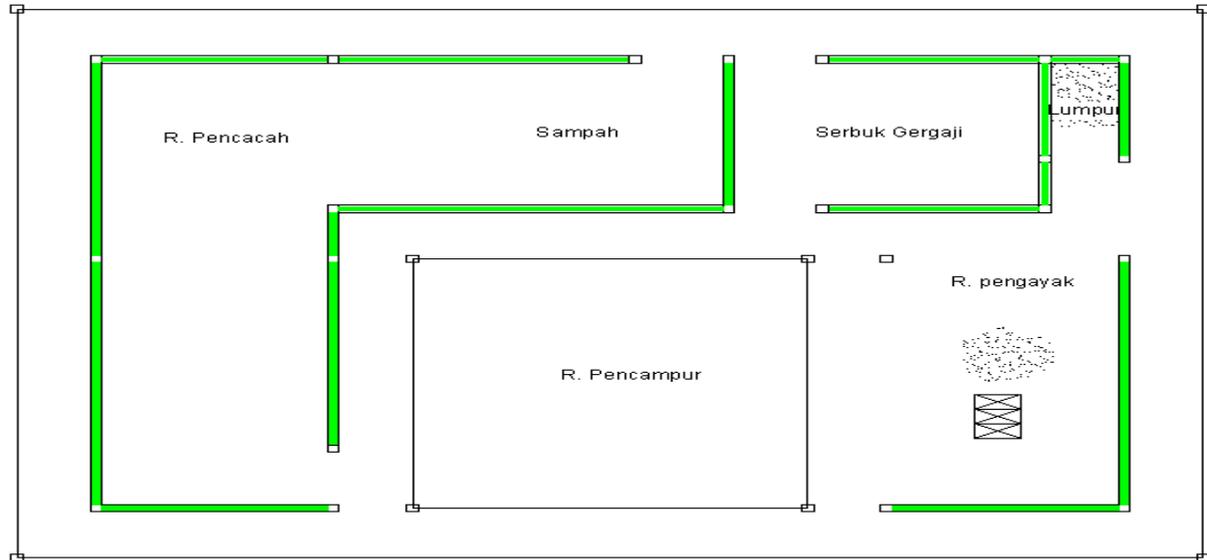


Gambar 3. Denah Plant Pengomposan

1. Ruang Penerimaan dan Pencacah

Ruang penerimaan dan pencacahan dalam perencanaan ini merupakan tempat pertama kali bahan baku masuk yaitu sampah organik, lumpur, dan serbuk gergaji. Ruang penerimaan harus mampu menampung semua

bahan dasar kompos. Sedangkan pencacahan dilakukan untuk menghaluskan sampah organik agar mempercepat proses penguraian. Di ruangan ini terdapat ruang penampung serbuk gergaji, lumpur, dan sampah organik serta alat pencacah.

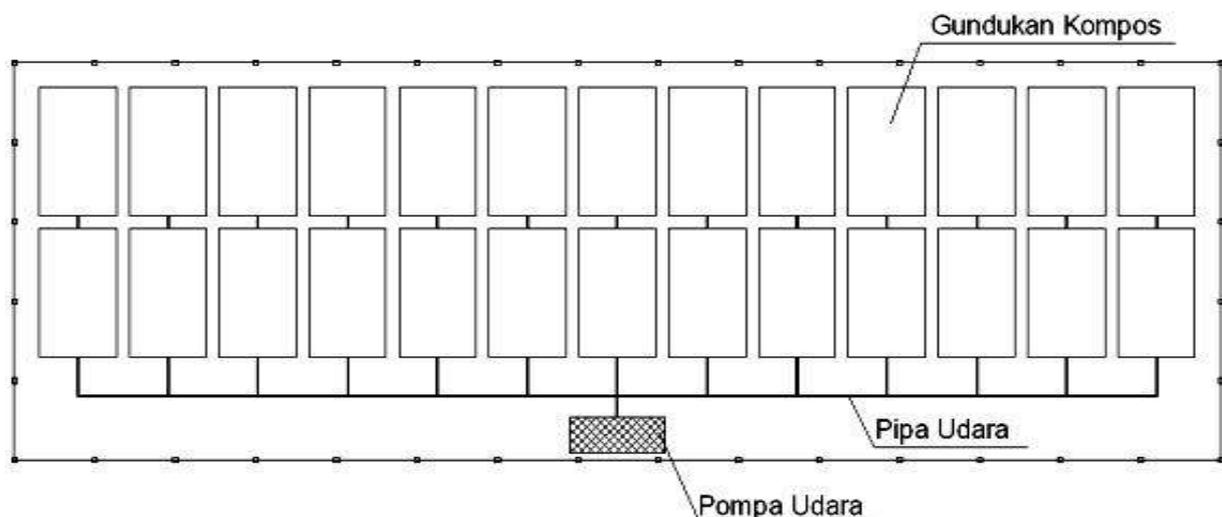


Gambar 4. Denah Ruang Penerimaan dan Pencacah

2. Reaktor Kompos

Metode yang digunakan dalam perencanaan ini adalah *aerated static pile*. Dengan menggunakan metode *aerated static pile* pada kegiatan pengomposan di IPAL Domestik Mojosongo ini tidak memakan banyak tempat dibandingkan dengan metode *windrow* yang memerlukan lahan yang cukup luas. Pengomposan dilakukan dengan cara membuat tumpukan (*pile*) bahan baku kompos dengan ketinggian 2,5 meter. Di bawah

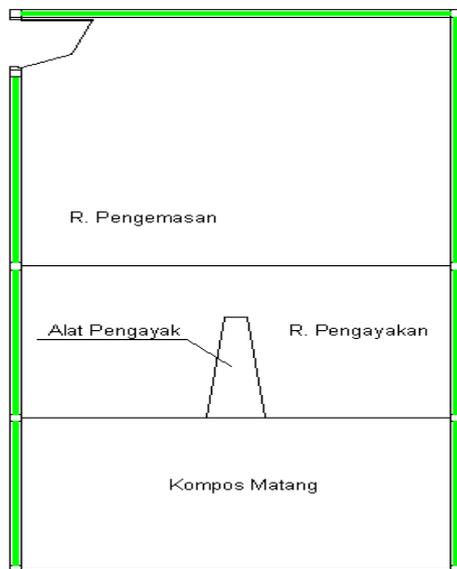
tumpukan diberi aerasi menggunakan blower/pompa udara. Udara akan dialirkan melalui pipa-pipa berlubang dan dalam metode ini tidak dilakukan pembalikan kompos. Lama pengomposan kurang lebih 1 bulan. Selama proses pengomposan dilakukan pengukuran suhu dan pH. Apabila suhu terlalu tinggi, aliran oksigen dihentikan, sementara apabila suhu turun aliran oksigen ditambah. Kadar air juga dipertahankan dalam kondisi 50 – 75 % dengan melihat bentuk fisik kompos.



Gambar 5. Denah Reaktor Pengomposan

3. Ruang Pengayakan dan Pengemasan

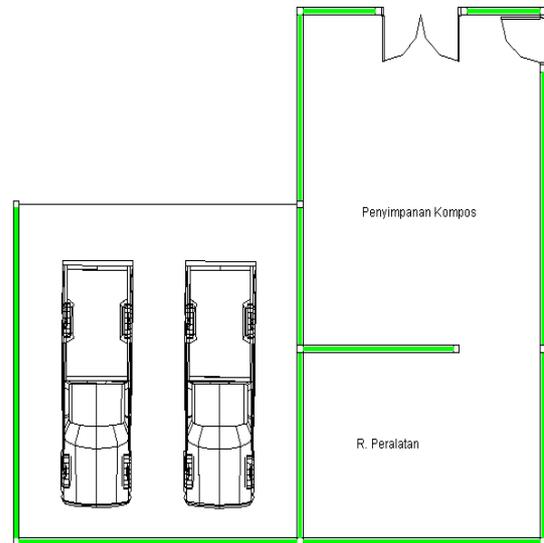
Setelah kompos matang, perlu dilakukan pengayakan yang bertujuan memperoleh ukuran partikel kompos yang diinginkan dan untuk memisahkan bahan-bahan yang belum terkomposkan dengan sempurna. Kemudian kompos yang telah diayak dikemas ke dalam kantong plastik atau karung dan siap untuk dipasarkan. Dalam proses pengomposan sampah kota, bahan organik yang susut mencapai 60% sehingga kompos yang dihasilkan sekitar 40% dari bahan awal yang dikomposkan (Wahyono, 2003). Ruang ini terdiri dari tempat penampungan kompos matang, tempat pengayakan, dan tempat pengemasan.



Gambar 6. Denah Ruang Pengayakan dan Pengemasan

4. Gudang dan Garasi

Gudang berfungsi untuk tempat penyimpanan kompos yang telah dikemas dan peralatan pengomposan. Untuk tempat parkir kendaraan direncanakan sebuah garasi dengan luas 49 m² yaitu dengan panjang 7 meter x 7 meter



Gambar 7. Denah Gudang dan Garasi

5. Kantor

Kantor berfungsi untuk pertemuan dan kegiatan administrasi. Dalam perencanaan ini tidak dilakukan pembangunan kantor karena di lokasi IPAL sendiri sudah ada kantor yang cukup luas sehingga selain untuk pos jaga IPAL juga dapat dimanfaatkan untuk kegiatan administrasi kegiatan pengomposan. Memanfaatkan kantor lama dapat meminimalkan biaya.

Tabel 5. Dimensi Plan Pengomposan

No.	Ruang	Panjang (m)	Lebar (m)	Tinggi (m)	Luas (m ²)
1	Ruang Penerimaan	15	11	4	165
	• Penampung serbuk jerami	4	3	2	
	• Penampung lumpur	2	1	2	
	• Penampung sampah organik	5	3	2	
	• Pencampur	5	5	-	
	• Pencacah	9	3	2	
	• Pengayak	4	3	2	
2	Reaktor Kompos	47	15	4	705
	• Tumpukan (<i>pile</i>)	5	3	2,5	
3	Ruang Pengayakan	11	6	4	66
	• Kompos Matang	6	3	4	
	• Pengayakan	6	3	4	
	• Pengemasan	6	5	4	
4	Gudang	11	6	4	66
	• Penyimpanan Kompos	7	6	4	
	• Penyimpanan Alat	6	4	4	
5	Garasi	7	7	4	49

Tabel 6. Analisis Kebutuhan Tenaga Kerja

No	Ruangan	Kebutuhan Tenaga Kerja (orang)
1	Penerimaan dan pencacahan	11
2	Reaktor Pengomposan	3
3	Pengayakan, Pengemasan dan Pengangkutan	7
4	Kantor	1
5	Pengangkutan Bahan Baku	4
Total		26

Tabel 7. Analisis Kebutuhan Alat

No	Ruangan	Peralatan	Kebutuhan Alat (unit)
1	Penerimaan dan pencacahan	Sekop	11
		Gerobak	1
		Masker	11
		Sarung Tangan	11
		Sepatu Boot	11
2	Reaktor Pengomposan	Sekop	3
		Gerobak	1
		Termometer	3
		pH meter	3
		Sarung Tangan	3
		Sepatu Boot	3
		Masker	3
3	Pengayakan, Pengemasan dan Pengangkutan	Sekop	7
		Gerobak	1
		Sarung Tangan	7
		Sepatu Boot	7
		Masker	7
4	Pengangkutan Bahan Baku	truk	2

KESIMPULAN

Reaktor pengomposan di IPAL Domestik Mojosongo ini menggunakan metode *Aerated Static Pile*, yaitu membuat tumpukan/gundukan (*pile*) kompos yang diberi aerasi dengan menggunakan blower mekanik. Karena keterbatasan lahan yang ada di IPAL metode ini sangat cocok diterapkan karena tidak membutuhkan lahan yang luas dan biayanya relatif rendah karena tidak membutuhkan bangunan primer.

Bangunan pengomposan ini meliputi ruang penerimaan dan pencacahan, reaktor, ruang pengemasan dan pengayakan, gudang, serta garasi. Kompos yang dihasilkan tiap harinya adalah 7,3 m³ dan pemasaran dilakukan tiap minggu di pasar-pasar tradisional dalam Kota Surakarta.

DAFTAR PUSTAKA

American Public Health Assosiation (APHA). 1985. *Standard Methods, for The Examination of Water and Waste Water*. Water Pollution Control of Federation: New York.

Deffi Agustin. 2006. *Pemanfaatan Lumpur (Sludge) Dari Sludge Drying Bed pada*

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik Sewon Bantul Jogjakarta, Serbuk Jerami dan Kotoran Sapi untuk Proses Pengomposan. UII: Yogyakarta.

Djuarnani, Nan. Kristian. Setiawan, Budi Susilo. 2005. *Cara Cepat Membuat Kompos*. PT Agro Media Pustaka: Tangerang.

Engelstad, O.P. 1997. *Teknologi dan Penggunaan Pupuk*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.

Nan Djuarnani, 2004, *cara cepat membuat kompos*, PT agromedia pustaka, jakarta.

Iwan Bisanto. 2007. *Pengaruh Pencampuran Lumpur Tinja Pada Pengomposan Sampah Organik (Studi Kasus Tpa Gunung Tugel Kota Purwokerto)*. Universitas Diponegoro: Semarang.

Metcalf, Eddy (2001). *Wastewater engineering treatment disposal, reuse*. 3rd. ed, McGraw. Hill.

Murbandono HS, L . 1998 . "Membuat Kompos" . Penebar Swadaya : Jakarta.

Musnawar, E.I. 2006. *Pembuatan dan Aplikasi Pupuk Organik Padat*. Penebar Swadaya: Jakarta.

- Saaty, T.L. 1990. *How to mark a decision: the analytic hierarchy process*. European Journal of Operational Research: New York.
- Soetopo. S, Rina. 1992. *Pemanfaatan Limbah Padat Industri Pulp dan Kertas Sebagai Kompos*. Berita Selulosa No. 2. Volume XXVIII. Balai Besar Selulosa: Bandung.
- _____. 1999. *Pemanfaatan Limbah Padat untuk Kompos, Jamur, dan Cacing*. Pelatihan Production Supervisor dalam Implementasi Teknologi Lingkungan Lanjut pada Industri Pulp dan Kertas: Bandung.
- Tchobanoglous and Burton. 1991. *Waste Water Engineering, Treatment, Disposal and Reuse*; Metcalf & Eddy Mc. Graw-Hill Book Co, Inc. Singapore.
- Wahyono, Sri, Firman L. Sahwan dan Feddy Suryanto . 2003 . *"Mengolah Sampah Menjadi Kompos Sistem Open Windrow Bergulir Skala Kawasan"* . Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi :Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta.
- Wignjosoebroto, Sritomo. 1996. *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Surabaya: ITS.