



**PERENCANAAN *DETAIL ENGINEERING DESIGN* (DED)
PENGEMBANGAN TEMPAT PEMROSESAN AKHIR (TPA) SUKOHARJO
KABUPATEN PATI**

Firman Rida Kurniawan^{*)}, Wiharyanto Oktiawan^{)}, Mochtar Hadiwidodo^{**)}**

Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Sudarto, S.H Tembalang, Semarang, Indonesia, 50275
email: rkfirman@gmail.com

Abstrak

Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Pati merupakan instansi pemerintah yang salah satu bidang kerjanya adalah menangani persampahan, mulai dari proses pewadahan hingga pemrosesan akhir di TPA. TPA Sukoharjo merupakan satu dari tiga Tempat Pemrosesan Akhir di Kabupaten Pati. Yang luasnya 12,2 Ha dan melayani 7 dari 21 Kecamatan, antara lain Kecamatan Sukolilo, Kayen, Tambakromo, Pati, Gabus, Margorejo, dan Kecamatan Gembong. Sejalan Dengan meningkatnya pelayanan dan kondisi zona eksisting yang akan habis pada awal tahun 2018 maka TPA Sukoharjo melakukan pengembangan dengan penambahan 2 zona baru seluas 2,2 Ha. Data yang diperlukan dalam pengembangan tersebut adalah data primer dan sekunder. Data yang terkumpul kemudian diolah dan dianalisis, setelah itu dilakukan evaluasi terhadap kondisi eksisting TPA, Sehingga didapatkan zona baru yang akan dibangun pada 2017 dan beroperasi pada awal 2018. Zona baru tersebut direncanakan menggunakan metode semi-aerobic landfill dengan 2 bagian zona dengan luas 0,84 Ha untuk Zona 1, 0,81 Ha untuk zona 2. Adapun volume sampah yang dapat dilayani adalah 149.633,66 m³ dengan umur pakai 2,82 tahun. Sementara itu, skenario pembukaan lahan urug dengan pematangan lahan dilanjutkan dengan cutting lahan dengan kemiringan 1:1. Kemudian dilakukan perataan dan pemadatan lapisan tanah dasar landfill, memberi lapisan perlindungan, dan terakhir penimbunan sampah. Adapun untuk mengatasi masalah bau dan estetika dilakukan dengan penambahan buffer zone di sekitar zona penimbunan, drainase berukuran b: 0,6 m, h: 0,4 m mengelilingi zona penimbunan, ada 6 pipa vertikal untuk ventilasi gas masing-masing 3 pipa vertikal untuk setiap zona. Biaya yang diperlukan untuk membangun zona tersebut adalah Rp.13.939.465.000,00.

Kata kunci: TPA, semi-aerobic landfill.

Abstract

[Detail Engineering Design of the Development of Sukoharjo Landfill in Pati Regency]. Department of Public Works Pati Regency is a government agency that work on waste handling from lug to the landfill. Sukoharjo landfill is one of three landfill in Pati regency, That has a total area 12.2 hectares, and serves 7 of 21 districts, which are Sukolilo, Kayen, Tambakromo, Pati, Gabus, Margorejo, and Gembong districts. In line with the increase of service as well as the condition of the existing zone that will be finished on early 2018, the Sukoharjo lanfill is going to expand by adding 2 new zones

with total area of 2.2 hectares. Based on primary and secondary dates, then the dates processed and analyze. after that, the condition of the existing zone evaluated and gained the new zone that will be built in 2017 and operated in early 2018. The new zone are going to use the method of semi-aerobic landfill method, with 0.84 ha for zone 1, And 0.81 ha for zone 2. The volume of waste that can be served is 149,633.66 m³ for 2.82 years lifetime meanwhile. The scenario used for the opening of a new landfill land with land maturation followed by cutting land with slope 1: 1. After that, the base layer of protection of the landfill should be flattened and impacted, give a layer of protection and landfilled the garbage. While to come and aesthetik problems, there will be some facility which are a buffer zone a drainage system sized b: 0.6 m, h: 0.4 m around landfill and 6 vertical pipe for venting the methane with 3 pipes in each zone. The cost required to build a new zone is Rp.13.939.465.000,00.

Keywords: Landfill, semi-aerobic landfill.

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Sampah adalah semua buangan padat yang dihasilkan dari seluruh kegiatan manusia dan hewan yang tidak berguna atau tidak diinginkan (Tchobanoglous *et. al.*, 1993). Meningkatnya jumlah volume sampah dipengaruhi dengan meningkatnya jumlah penduduk dan pola konsumsi dari penduduk itu sendiri (Khan dan Ahsan, 2013). Hal tersebut menunjukkan pertumbuhan penduduk mengakibatkan meningkatnya jumlah sampah yang tidak diikuti dengan kemampuan pengolahan dan pemrosesan sampah dengan baik di Tempat Pemrosesan Akhir sehingga sampah yang tidak diproses dengan baik menjadi salah satu penyumbang terjadinya pencemaran.

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) menjadi suatu kebutuhan mendasar bagi kota-kota di Indonesia guna merealisasikan Program Pemerintah “100 0 100” saat ini yang berarti 100% layanan sanitasi 0% kawasan kumuh dan 100% layanan air bersih target hingga 2019. Hal ini menjadi bukti keseriusan pemerintah

dalam menangani sanitasi masyarakat khususnya sarana dan prasarana persampahan. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 03 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, definisi TPA adalah tempat untuk memproses dan mengembalikan sampah ke media lingkungan. Adapun pemrosesan sampah yang dimaksud, menurut Darmasetiawan (2004), adalah proses pengembalian sampah dan/atau residu hasil pengolahan sampah sebelumnya ke media lingkungan secara aman.

Kabupaten Pati merupakan salah satu kabupaten yang memiliki TPA cukup baik. Terdapat tiga TPA yang beroperasi yaitu TPA Sukoharjo, TPA Sampok, dan TPA Plosojenar. Sedangkan untuk pemrosesan sampah Kota Pati secara umum berpusat di TPA Sukoharjo Desa Sukoharjo Kecamatan Margorejo dengan luas lebih kurang 12 Ha. TPA Sukoharjo merupakan TPA yang beroperasi menggunakan *controlled landfill*, dengan sarana penunjang

seperti kantor TPA, jembatan timbang, *mini zoo*, taman bermain, area komposting, instalasi gas metan, instalasi pengolahan lindi, dan instalasi pengolahan lumpur tinja. Terdapat 5 zona pasif dan 1 zona aktif, zona aktif berada diantara kolam IPL dan kolam IPLT yang ada di TPA Sukoharjo dengan luas lebih kurang 0,7 Ha.

Berdasarkan analisis lapangan penulis terdapat beberapa permasalahan pada zona pasif maupun zona aktif di TPA Sukoharjo. Kondisi zona pasif pada saat musim penghujan terjadi genangan air lindi yang tidak dapat mengalir sempurna menuju IPL hal ini mengurangi estetika, sedangkan pada zona aktif terdapat aktifitas pemulung mengambil sampah yang baru dibongkar, penutupan harian atau antara yang masih belum dilakukan, hal ini berdampak pada pertumbuhan vektor penyakit sehingga membahayakan pekerja dan masyarakat di sekitar TPA. Selain itu pada setiap zona tidak direncanakan dengan baik sehingga tidak dapat diketahui berapa timbulan sampah dan umur yang dapat di tampung pada zona tersebut. Selain itu dari hasil analisis Rencana Induk Persampahan Kota Pati memperkirakan TPA Sukoharjo memerlukan penambahan lahan untuk zona penimbunan sampah. Maka dari itu diperlukan perencanaan pengembangan TPA Sukoharjo untuk memenuhi kebutuhan lahan TPA eksisting dan salah satunya adalah penambahan zona baru, sehingga dapat melayani timbulan sampah secara maksimal.

2. Tujuan

Tujuan	Perencanaan	<i>Detail</i>
<i>Engineering</i>	<i>Design</i>	(DED)

pengembangan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sukoharjo ini adalah :

- a. Menghitung kapasitas timbulan sampah pada tahun akhir perencanaan.
- b. Membuat skenario penggunaan lahan urug pada pembangunan TPA.
- c. Membuat desain fasilitas TPA Sukoharjo di lahan baru dalam menangani masalah bau, estetika, drainase, dan gas yang ditimbulkan dari zona penimbunan.
- d. Menghitung besarnya biaya yang dibutuhkan untuk membangun zona baru TPA Sukoharjo.

METODOLOGI

Metodologi adalah prosedur atau cara yang ditempuh dalam mencapai suatu tujuan tertentu. Dalam perencanaan ini dilakukan beberapa tahapan yaitu :

1. Pengumpulan data

Data yang digunakan untuk analisis berupa data primer dan data sekunder sesuai dengan kebutuhan analisis studi. Untuk dapat mendukung kelengkapan data, maka diperlukan suatu instrumen observasi, survei instansional, dan wawancara. Adapun sumber-sumber data tersebut ialah instansi teknis yang terkait dengan pengelolaan sampah di Kabupaten Pati serta di lokasi TPA Sukoharjo. Pelaksanaan survei pengumpulan data dan informasi dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh pemahaman terhadap tiga hal yaitu kebijaksanaan pengembangan daerah di lapangan, kondisi realita di lapangan dan perkembangan ide, gagasan dan aspirasi dari seluruh pihak yang berkepentingan dengan pelaksanaan di lapangan.

2. Pengolahan Data

a. Analisa Zona Eksisting

Analisis zona eksisting dilakukan berdasarkan data-data sekunder yang telah diperoleh. Data sekunder tersebut

berupa data timbulan sampah yang masuk di TPA selama 5 tahun terakhir yaitu tahun 2010 sampai 2015, kemudian data tersebut diproyeksikan selama 15 tahun dari 2016-2031 sehingga akan diketahui umur zona eksisting tersebut. Dengan diketahuinya umur tersebut maka dapat diketahui juga pada tahun berapa perlu dilakukan pengembangan zona baru.

b. Analisis Prediksi Penduduk, PDRB dan Timbulan Sampah Kabupaten Pati

Analisis timbulan sampah Kabupaten Pati dilakukan dengan menganalisis data-data sekunder yang diperoleh. Analisis tersebut meliputi:

1. Analisis volume timbulan dan komposisi sampah Kabupaten Pati.

Analisis timbulan sampah Kabupaten Pati terkait dengan perencanaan TPA rencana selama 15 tahun ke depan mulai 2016 hingga tahun 2031, maka perlu dilakukan prediksi terhadap variabel-variabel sebagai berikut:

a. Perhitungan Prediksi Jumlah Penduduk

Prediksi penduduk dan PDRB Kabupaten Pati dianalisis untuk mengetahui hubungannya dengan timbulan sampah, Beberapa metode dalam menghitung prediksi penduduk dan PDRB Kabupaten Pati

b. Perhitungan Prediksi Timbulan Sampah

Besarnya timbulan sampah suatu kota ditentukan oleh beberapa antara lain pertambahan penduduk, dan pendapatan per kapita (Damanhuri, 2010).

Setelah data-data yang dibutuhkan untuk pelaksanaan studi terkumpul maka data tersebut perlu diolah. Hasil pengolahan data ini digunakan sebagai dasar perencanaan dan perancangan zona baru di TPA

Sukoharjo. Analisis yang dilakukan yaitu analisis sampah yang akan ditimbun di TPA serta analisis kebutuhan tanah penutup yang meliputi perhitungan berikut:

- a. Perhitungan berat jenis sampah
- b. Perhitungan tingkat pemadatan sampah
- c. Perhitungan volume sampah yang masuk ke TPA setelah pemadatan

2. Analisis Frekuensi Curah Hujan dan Perhitungan Drainase

Analisis frekuensi adalah prosedur memperkirakan frekuensi suatu kejadian pada masa lalu atau masa yang akan datang. Prosedur tersebut dapat digunakan untuk menentukan hujan rancangan dalam berbagai kala ulang berdasarkan distribusi yang paling sesuai antara distribusi hujan secara teoritik dengan distribusi hujan secara empirik. Hasil yang diperoleh dalam analisis frekuensi, tergantung pada kualitas dan panjang data. Makin pendek data yang tersedia, makin besar penyimpangan yang terjadi.

Prinsip perencanaan drainase di TPA sepenuhnya sama dengan prinsip drainase pada umumnya yaitu mencegah masuknya air hujan dari luar zona serta mengalirkan air hujan didalam zona secepat mungkin dengan saluran sependek mungkin.

c. Metode Perencanaan TPA Sukoharjo dengan *Sanitary landfill*

Perencanaan TPA Sukoharjo Kabupaten Pati dengan sanitary landfill meliputi:

- 1) Tapak Rencana Lokasi
- 2) Perencanaan jalan operasi

Pola jalan disesuaikan dengan kondisi eksisting, yaitu kontur lahan yang tidak rata, serta letak jalan yang

saat ini tidak digunakan (setapak). Perencanaan harus sesuai dengan sistem penimbunan, dimana setiap bagian lahan dapat dicapai dengan jarak yang dapat di tempuh truk ataupun alat berat. Pada akhir dari masa penimbunan jalan tersebut akan di tutup atau ditimbun dan pola jalan baru sesuai kebutuhan pada saat itu.

3) Perencanaan Zona Timbulan

Perencanaan zona timbulan ini sesuai konsep pengelolaan secara *Semi-aerobic landfill*.

4) Perencanaan Lapisan Urugan

Meliputi konstruksi dasar zona (liner), dinding zona dan tanah penutup

5) Perencanaan Sistem Drainase

Prinsip perencanaan sepenuhnya sama dengan prinsip drainase pada umumnya yaitu mencegah masuknya air hujan dari luar zona serta mengalirkan air hujan di dalam zona secepat mungkin dengan saluran sependek mungkin

6) Perencanaan Pengendalian Gas

Perencanaan pengendalian gas dilakukan dengan merancang pipa penyaluran gas keluar sel dan timbulan zona TPA.

7) Perencanaan Zona Penyangga

Perencanaan penanaman berbagai macam flora yang berfungsi sebagai air lindi dari zona timbulan sampah.

8) Perencanaan Tanah Penutup

Perencanaan terdiri dari tanah penutup harian dan tanah penutup akhir.

Perencanaan Pola Penimbunan Sampah

d. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dilakukan berdasarkan :

- 1) Daftar acuan harga satuan dinas pekerjaan umum

- 2) Daftar kebutuhan konstruksi dan peralatan

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Evaluasi Kondisi Eksisting di TPA Sukoharjo Kabupaten Pati

TPA Sukoharjo belum memiliki Prosedur Operasional Standar (SOP) sehingga digunakan standar lain untuk mengatur operasi dan pemeliharaan TPA *controlled landfill*. Standar lain yang digunakan sebagai pembanding adalah *Standart Operasional Procedure (SOP) TPA controlled landfill* Dirjen Cipta Karya tahun 2006.

Tabel 5.1 dan 5.2 dapat dilihat masih terdapat kekurangan dalam penerapan operasional dan pemeliharaan di TPA Sukoharjo berdasarkan SOP TPA *Controlled Landfill* Dirjen Cipta Karya tahun 2006. Nilai yang didapatkan yaitu 53 poin telah sesuai dengan SOP dari total 76 poin. Hal ini berarti sekitar 74% penerapan telah sesuai SOP Dirjen Cipta Karya. Presentase ini menunjukkan bahwa operasional dan pemeliharaan TPA Sukoharjo cukup baik. Walaupun begitu, perlu adanya penataan kembali terhadap operasional dan pemeliharaan TPA serta pembuatan SOP baru sehingga operasi dan pemeliharaan TPA dapat sesuai dengan SOP Dirjen Cipta Karya.

Tabel 5.3 dapat dilihat bahwa kelengkapan fasilitas di TPA Sukoharjo cukup lengkap, yaitu 32 fasilitas tersedia dari total 45 fasilitas yang disyaratkan (77%). Namun, masih perlu diadakan penambahan fasilitas untuk menunjang pengoperasian TPA, khususnya fasilitas pengoperasian dan fasilitas perlindungan lingkungan seperti penutup tanah, Tanah penutup rutin, penutup final, cadangan Insektisida, yang saat ini masih belum ada.

2. Pemilihan Alternative Metode Pemrosesan Sampah

Tabel 5.4 menyajikan perbedaan antara metode pemrosesan sampah, sehingga dapat di lihat metode dengan biaya operasional yang rendah, persentase sampah yang dapat terdekomposisi lebih besar, sehingga umur TPA semakin bertambah, dapat menstabilkan sampah dengan baik dan juga gas metan yang dihasilkan lebih sedikit atau tanpa produksi gas bio. sehingga penulis menggunakan metode *Semi-Aerobic Landfill* untuk perencanaan karena dianggap metode ini lebih baik daripada metode yang sudah ada.

Tabel 5. 1 Perbandingan Metode Pemrosesan Sampah

Item	Anaerobic Landfill	Semi-Aerobic Landfill
Biaya Investasi	Rp 660 juta – 2,64 milyar/ton sampah/hari	Rp 500 juta – 2,4 milyar/ton sampah/hari
Biaya Operasional, Pemeliharaan, Perawatan	Rp 125 ribu – 250 ribu/ton	\$6,79/ Ton (Rahim & Jamaluddin, 2014) Rp 80 ribu – 200 ribu/ton
Dekomposisi Sampah	30-50% (permen PU no 03 tahun 2013)	90 % (<i>Fukuoka City Environmental Bureau, 1999</i>) 40-60% (permen PU no

Item	Anaerobic Landfill	Semi-Aerobic Landfill
		03 tahun 2013)
Stabilisasi Sampah	Tidak stabil	Dapat menstabilkan sampah dengan baik
Gas Metan	1 Kg (berat kering) sampah organik menghasilkan 130 liter gas metana. (permen PU no 03 tahun 2013)	Sedikit menghasilkan gas metan atau tanpa produksi gas bio
Residu	Kompos cair (air lindi), kompos padat, dan gas bio	Kompos cair (air lindi), dan kompos padat

Sumber: Matsufuji, 2007

3. Rencana Volume Sampah yang Akan Ditimbun

Perhitungan timbulan sampah dipengaruhi oleh beberapa faktor, yang terdiri dari:

- Jumlah Penduduk
- Pertumbuhan Kabupaten/Kota

Pertumbuhan Kabupaten/Kota dipengaruhi oleh laju PDRB sektor industri, Laju PDRB sektor pertanian, dan Laju peningkatan pendapatan per kapita. Produk Domestik Regional bruto (PDRB) menunjukkan nilai tambah barang dan jasa yang dihasilkan dari seluruh kegiatan/unit perekonomian disuatu daerah. Nilai PDRB dapat menggambarkan pertumbuhan ekonomi suatu daerah dan juga dapat digunakan sebagai bahan acuan dalam mengevaluasi



dalam merencanakan pembangunan regional. Perhitungan PDRB akan memberikan gambaran ringkas tentang tingkat kemakmuran suatu negara, dengan cara membaginya dengan jumlah penduduk. Angka tersebut dikenal sebagai PDRB per kapita. Semakin tinggi angka PDRB per kapita, kemakmuran rakyat dianggap makin tinggi yang di tandai dengan daya beli masyarakat yang semakin tinggi, sehingga akan berbansing lurus dengan jumlah timbulan sampah yang dihasilkan masyarakat di suatu daerah.

Proyeksi jumlah penduduk dilakukan dilakukan untuk memperkirakan jumlah penduduk hingga tahun akhir perencanaan TPA, Data kependudukan yang didapat dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten didapat jumlah penduduk 10 tahun terakhir, kemudian dicari standar deviasi menggunakan metode *aritmatik*, *geometrik*, dan *last square* yang berpedoman pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 18 Tahun 2007. Ketiga Metode tersebut dipilih nilai standar deviasi yang terkecil. Besaran standar deviasi untuk masing-masing metode sebagai berikut:

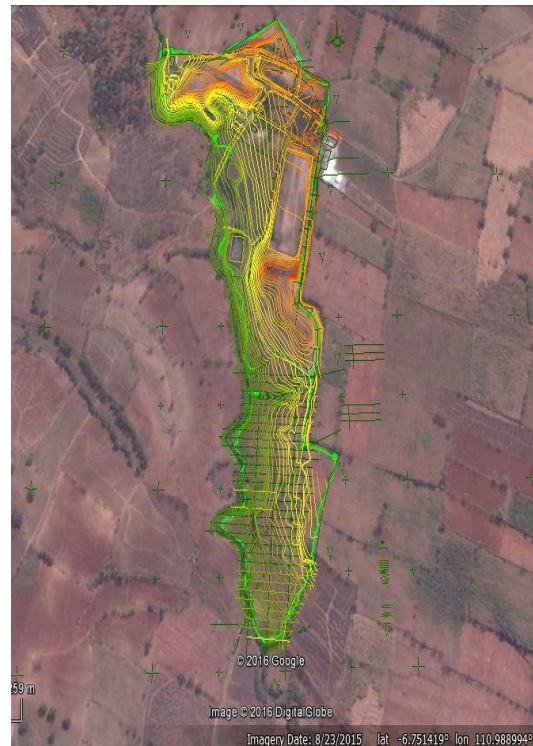
Tabel Rekapitulasi Timbulan Sampah yang Masuk ke TPA

No	Metode	Sukolilo	Kayen	Tambak Kromo	Pati	Gabus	Margorejo	Gembong
1	Aritmatik	2.346	1.604	781	1.645,9	1.272	2.389	945,12
2	Geometrik	2.354	1.602	786	1.645,5	1.287	2.376	945,07
3	Last Square	2.503	1.539	862	1.703,6	1.615	2.388	971,07

Sumber: Analisis Penulis, 2017

4. Perencanaan TPA Sukoharjo dengan Semi-Aerobic Sanitary Landfill

TPA Sukoharjo memiliki luas wilayah lebih kurang 12,5 Ha. Dari luasan tersebut dapat dirinci sebagai berikut: Luas area non aktif 2 Ha dan luas area aktif 0,7 Ha. Area komposting $\pm 98,5 \text{ m}^2$ kemudian luas area cuci kendaraan $\pm 26,9 \text{ m}^2$. Lokasi lapangan tembak di TPA sebesar 1,3 Ha. Luas area Hutan Jati di TPA sebesar 1,1 Ha. Luas lahan Bekas kuburan cina 0,33 Ha. Luas Landfill membran seluas 0,1 Ha. Luas IPL baru (geomembran) $\pm 80 \text{ m}^2$. Luas IPL sebelum masuk zona aktif 350 m^2 kantor dan luas lahan *green belt* seluas 0,5 Ha. Luas lahan pemukiman pemulung seluas 0,11 Ha. IPL zona aktif luas 440 m^2 . Kandang sapi 200 m^2 , IPLT $\pm 836 \text{ m}^2$. Luas area pemulung dekat IPLT seluas 678 m^2 . Luas area pengembangan TPA adalah sebesar 2,7 Ha. Berikut ini merupakan kondisi eksisting lokasi TPA Sukoharjo sebelum dilakukan pembangunan pengembangan zona baru.



Gambar Kondisi Eksisting TPA Sukoharjo

Dari perhitungan kapasitas masing-masing zona yaitu pada zona aktif total jumlah timbulan nya adalah $117.562,50 \text{ m}^3$, namun angka ini tidak semua masuk ke perhitungan untuk menentukan usia dari zona ini karena pada tahun 2017 di asumsikan sudah tertimbun $2/3$ dari total timbulan yang dapat tertampung sehingga total timbulan yang tersisa adalah $39.265,88 \text{ m}^3$. Sedangkan untuk zona baru didapatkan total timbulan nya adalah 5.865 m^3 .

Tabel 5.20 Umur Zona Aktif dan Zona Baru

Keterangan	Volume Sampah (m3)	Akumulasi Volume Sampah (m3)	Tahun Operasional	Jumlah Sel	Akumulasi Jumlah Sel
1	2	3	4	5	6
Zona Aktif	37.284,75	37.284,75	2017	365,00	365,00
	1.981,13	39.265,88	2018	15,96	380,96
Zona Baru	5.865,00	45.130,88	2018	47,25	428,21

Sumber: Analisis Penulis, 2017

Zona 1

a. Dimensi

Zona 1 Seluas 8474,76 m²



b. Ketinggian Timbunan

Timbunan sampah yang ada di zona 1 terdiri dari beberapa 4-3 lift, sedangkan di dalam satu lift terdapat 3 sel sampah yang dipisahkan dengan lapisan harian setebal 15 cm. Ukuran dari lift yang digunakan yaitu 4,8 m, untuk penutup antar lift menggunakan lapisan antara dengan ketebalan 30 cm jadi apabila di total tinggi satu lift bersama lapisan antarnya adalah 5,1 m. Sedangkan apabila di tambah dengan penutup akhir (*final cover*) maka lapisan kerikil sebagai jalur gas secara horisontal setebal 20 cm, lapisan tanah liat dengan permeabilitas 1×10^{-7} cm/detik setebal 20 cm, lapisan kerikil sebagai under drain dari air hujan setebal 20 cm, lapisan geotekstil, dan terakhir tanah humus setebal 60 cm. Jadi total ketinggian pada zona 1 adalah 21,6 m,

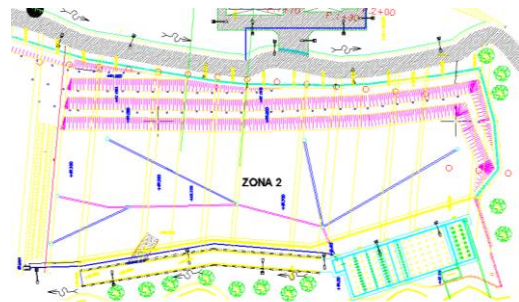
berikut adalah gambar potongan melintang dari zona 1.



Zona 2

a. Dimensi

Zona 1 Seluas 8163,15 m²



Perhitungan usia lahan urug rencana dengan pendekatan volume sampah tiap tahun yang masuk ke TPA Sukoharjo Kabupaten Pati dan tanah penutup adalah berikut:

Volume sampah pada tahun 2017

$$= 278,63 \text{ m}^3/\text{hari}$$

% Pemadatan

$$= \frac{Bj1}{Bj2} \times 100\%$$

$$= \frac{250}{700} \times 100\% = 35,71\%$$

Vol. Sampah dengan Pemdatan = 278,63 x 35,71% = 99,49 m³/hari

Jumlah volume sampah dengan tanah penutup sebagai berikut:

Volume sampah setelah dipadatkan = 99,51 m³/hari

Lebar sel harian = 3 m
 Tinggi sel harian = 4,8 m
 Panjang sel harian = $V / (L \times T)$
 = $99,51 \text{ m}^3/\text{hari} / (3 \times 4,8)$
 = 6,91 m

Luas sel harian = 3 x 6,91
 = 20,73 m²

Tinggi tanah penutup = 0,15 m
 Volume tanah penutup = Luas sel harian x tinggi x 0,85

$$= 20,73 \times 0,15 \times 0,85$$

$$= 2,64 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Volume sampah + tanah penutup = 99,51 + 2,64
 = 102,15 m³/hari

Perhitungan usia lahan urug dengan skenario dijelaskan sebagai berikut:

Kapasitas zona 1 = 80.875,02 m³
 Timbulan sampah yang dapat masuk tahun 2017 dan sebagian 2018, dengan menyisakan timbulan sampah 2018 sebesar:

$$= 45.303,24 - (80.875,02 - 37.286,33)$$

$$= 1.714,55 \text{ m}^3$$

Jumlah sel pada lift 1 (dasar TPA) zona 1:

Total sampah lift 1 = 21.794,92 m³

Volume sampah + Tanah penutup = 102,15 m³/hari

Jumlah sel = 21.794,92 / 102,15

$$= 213,36 \text{ sel}$$

Jadi lahan pada zona 1 dapat digunakan selama 602,32 hari atau 1,65 tahun.

5. Saluran Pengumpul Lindi

Zona baru TPA yang akan dikelola menggunakan metode semi aerobic landfill, pada metode ini terdapat perbedaan pada saluran pengumpul lindi nya yaitu menggunakan diameter yang lebih besar sehingga keberadaan saluran pengumpul lindi adalah hal yang tidak bisa ditinggalkan sebagai upaya meminimalisir pencemaran lingkungan dan dekomposisi sampah.

Saluran pengumpul lindi ini selain harus mampu mengalirkan lindi yang terbentuk pada saat musim kemarau juga harus mampu mengalirkan lindi dari bilasan air hujan pada saat musim penghujan. Berikut merupakan contoh perhitungan besaran diameter pipa jalur 1 di zona 1:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0,6 \times 0,18 \text{ mm/jam} \times 0,008474 \text{ km}^2$$

$$= 0,0002544 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$A = Q / V \text{ rencana}$$

$$= 0,0002544 \text{ m}^3/\text{det} : 2 \text{ m/det}$$

$$= 0,0001272 \text{ m}^2$$

$$\text{Dair} = ((4 \times A) / \pi)^{1/2}$$

$$= ((4 \times 0,0001272) / 3,14)^{1/2}$$

$$= 0,012 \text{ m}$$

$$d/D = 0,5$$

$$D \text{ teori} = (1 / (d/D)) \times \text{Dair}$$

$$= (1/0,5) \times 0,012$$

$$= 0,024 \text{ m}$$

$$R = A / P$$

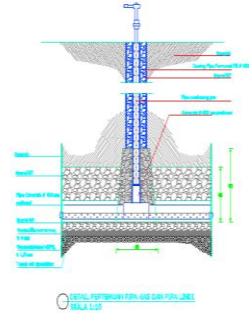
$$= (\pi \times D^2/4) / (\pi \times D)$$

$$= 0,1$$

$$V_{cek} = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,012} \times 0,1^{2/3} \times 0,01^{1/2}$$

$$= 1,82 \text{ m/det}$$



6. Perencanaan Ventilasi Gas

Pemasangan ventilasi gas pada zona penimbunan adalah mempertimbangkan kemampuan penangkapan gas pada area penimbunan. Menurut U.S. EPA, untuk satu 1 ventilasi gas dapat digunakan menangkap gas pada area timbulan sampah sebesar 1 acre atau 0,405 Ha. Maka pada zona baru ini diperlukan 5 ventilasi gas. Pemasangan ventilasi gas pada zona penimbunan adalah dengan menyatukan antara pipa gas dengan saluran pengumpul lindi sehingga terbentuk ventilasi vertikal. Beberapa kriteria desain sebagai berikut:

- Pipa Gas : 0,3 m (12 inchi)
- Casing pipa gas dari drum : 0,6 m
- Lubang bor berisi kerikil : 50 – 100 mm
- Perforasi : 8 – 15 mm
- Jarak antara ventilasi verikal : 50 – 75 m

Gambar Pipa Ventilasi Gas

7. Perencanaan Drainase

Perhitungan dimensi saluran drainase sekeliling sel sampah dapat dihitung sebagai berikut:

Besar debit air hujan jika dihitung dengan menggunakan rumus rasional, jika pada jalur A-B luas catchment area A = 0,008474 km², intensitas hujan Rata-rata = 0,18 mm/jam, maka:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$= 0,278 \times 0,6 \times 0,18 \times 0,008474$$

$$\text{km}^2$$

$$= 0,00025 \text{ m}^3/\text{det}$$

Direncanakan saluran berbentuk persegi panjang:

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$h = 30 \text{ cm}$$

$$\text{Luas penampang saluran (A)} = b \times h$$

$$= 0,3 \times 0,3$$

$$= 0,09 \text{ m}^2$$

$$\text{Keliling Basah saluran (P)} = b + 2h$$

$$= 0,3 + (2 \times 0,3)$$

$$= 0,9 \text{ m}$$

$$R = A/P = 0,09/0,9 = 0,1 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,025} \times 0,1^{2/3} \times 0,01^{1/2}$$

$$= 0,872 \text{ m/det}$$

8. Prasarana dan sarana TPA Sukoharjo

Tempat Pemrosesan Akhir pada dasarnya haruslah memenuhi prinsip teknis berwawasan lingkungan yaitu harus ada pengendalian lindi, gas, bau dan pengendalian vektor penyakit. Untuk mendukung prinsip tersebut, fasilitas yang harus ada di TPA tentulah harus lengkap sesuai Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 13 Tahun 2013 yaitu:

- Fasilitas umum (jalan masuk, pagar, dan pos jaga);
- Fasilitas pelindung lingkungan (lapisan kedap air, daerah penyangga, dan tanah penutup);
- Fasilitas penunjang (jembatan timbang, fasilitas air bersih, hangar dan bengkel); dan
- Fasilitas operasional (alat berat dan truk pengangkut tanah).

9. Rencana Anggaran Biaya Pengembangan TPA Sukoharjo

Rencana anggaran biaya dihitung untuk mengetahui besarnya anggaran yang diperlukan untuk merealisasikan rencana pengembangan TPA ini. Rencana Anggaran biaya ini meliputi beberapa pekerjaan. Dengan rincian sebagai berikut :

- Pekerjaan pendahuluan sebesar Rp. 194.412.984,00
- Pembuatan landfill zona 1 dan zona 2 sebesar Rp. 7.564.386.651,81
- Pembangunan jalan operasional, saluran drainase dan pju sebesar Rp. 3.220.773.847,17
- Pembangunan buffer lingkungan sebesar Rp. 27.594.921,88
- Pematangan lahan areal hanggar alat berat sebesar Rp. 362.988.431,89
- Pembangunan hanggar alat berat sebesar Rp. 330.528.693,60
- Pembangunan hanggar truk / bengkel sebesar Rp. 395.111.928,96

h. Pembangunan sumur monitoring sebesar Rp. 8.356.613,63

i. Penanganan tebing sungai sebesar Rp. 314.639.412,03

Total biaya keseluruhan sebesar Rp. 13.988.621.000,00.

KESIMPULAN SARAN

Kesimpulan

- Kapasitas sampah yang dapat di proses pada Zona aktif sebesar 45.130 m³ atau 428,21 sel dengan umur pakai 1,16 tahun. Sedangkan untuk Zona 1 sebesar 80.875,02 m³ atau 602,32 sel dengan umur pakai 1,65 tahun, Zona 2 sebesar 68.758,61 m³ atau 429,47 sel dengan umur pakai 1,176. Sehingga apabila di total jumlah timbulan sampah yang dapat terlayani untuk Zona aktif adalah 45.130 dengan umur pakai 1,16 tahun, sedangkan pada Zona perencanaan adalah 149.633,66 m³ dengan umur pakai 2,82 tahun.
- Skenario yang digunakan untuk pembukaan lahan urug baru dengan pematangan lahan, dilanjutkan dengan *cutting* lahan dengan kemiringan lahan 1:1. Setelah itu dilakukan perataan dan pemadatan sebagai lapisan tanah dasar *landfill*. Selanjutnya dilakukan lapisan perlindungan, terakhir dilakukan penimbunan sampah.
- Fasilitas lahan baru terkait masalah bau dan estetika dilakukan dengan penambahan buffer zone di sekitar zona penimbunan, drainase menggunakan ukuran b: 0,6 m, h: 0,4 m yang dipasang sekeliling zona penimbunan, sedangkan untuk penanganan gas metan yaitu dengan menempatkan 6

pipa vertikal untuk ventilasi gas dengan rincian 3 pipa vertikal setiap zona.

- d. Biaya yang diperlukan untuk membangun zona baru TPA Sukoharjo adalah Rp. 13.988.621.000,00.

Saran

- a. Sebaiknya dalam penanganan timbulan sampah yang masuk di zona baru sesuai SOP yang sudah di buat.
- b. Karena lahan yang di jadikan zona baru cukup kecil maka perlu dilakukan pemadatan pada timbunan sampah.
- c. Pada zona 2 yang masih belum melayani timbulan sampah, air hujan yang masuk ke landfill sebaiknya di bypass langsung menuju sungai agar tidak masuk Instalasi Pengolahan Lindi.

DAFTAR PUSTAKA

_____. 2013. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 3/PRT/M/2013 Tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan Dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*. Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia.

_____. 2010. *A practical guide to landfill management in Pacific island countries and territories : Volume 1 – Inland-based waste disposal*. Apia, Samoa: SREP

_____. 2008 Undang-undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah.

_____. 2007. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum*

T. L. Chong, Y. Matsufuji, M. N. Hasan, *Implementation of the semi-aerobic landfill system (Fukuoka method) in developing countries: A Malaysia cost analysis*, J. Waste Management 25 (2005) 702-711

Matsufuji, Y., Sinha, K., 1990. *Landfill site improvement in design for sanitary landfill in Malaysia*. In: Tong, S.L., Hamid, A.A., Lee, K. (Eds), Hazardous Waste Regulations and Management. Ensearch, Kuala Lumpur.

I.R. Rahim, A. Jamaludin, 2014. *Cost analysis of the fukuoka method landfill system in north kolaka regency southeast sulawesi indonesia*. Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Makassar.

Takeda., Eang., & Masaki. (2014). *Urban Environment 3. Solid Waste Management*. Edited by: Nbuo Takeda, Wie Eang, Masaki Takaoka. 2014

Cheremisnoff, Nicholas P. 2003. *Handbook of Solid Waste Management and Waste Minimization Technologies*. Butterworth Heinemann. USA.

Damanhuri, Enri. 1996. *Teknik Pembuangan Akhir*. Jurusan Teknik Lingkungan ITB. Bandung

Darmasetiawan, Martin. 2004. *Perencanaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA)*. Ekamitra Engineering. Jakarta.

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. ANDI. Yogyakarta.

Tchobanoglous, G., Burton, F.L., Stensel, H.D. 2003.

Wastewater Engineering: Treatment Disposal, Reuse third Edition. McGraw-Hill Companies. New York.



Tchobanoglous, G., Theisen, H., Vigel, S. *Integrated Solid Waste Management Engineering Principles and Management Issues*. McGraw-Hill Inc. New York.

Reed, Sherwood C. 1993. *Subsurface Flow Constructed Wetland for Wastewater Treatment*. USEPA. New Orleans.

Tasrial. 1999. *Sampah dan Pengelolaannya*. PPPGT/VEDC. Malang.