



PERENCANAAN *DETAIL ENGINEERING DESIGN* (DED) PENINGKATAN TEMPAT  
PEMROSESAN AKHIR (TPA) JATIBARANG KOTA SEMARANG

Mahfud Afandi<sup>\*</sup>, Wiharyanto Oktawan<sup>\*\*</sup>, Adi Jatmiko<sup>\*\*</sup>)

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

JL. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia, 50275

email: [afandimahfud@gmail.com](mailto:afandimahfud@gmail.com)

**Abstrak**

*Dalam masa pengoperasiannya, Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Jatibarang kerap menimbulkan masalah terutama karena pencemaran yang diakibatkan. TPA Jatibarang saat ini akan diperluas sebesar 29,7 Ha untuk menambah umur TPA. Penerapan metode Sanitary Landfill pada lahan pengembangan ini merupakan solusi terbaik untuk menangani masalah yang sering timbul di TPA.*

*Dalam perencanaan ini dihitung volume sampah yang masuk TPA. Setelah itu dihitung kapasitas tampung dari jumlah sampah yang masuk. Dengan menggunakan persamaan metode rasional dapat dihitung timbulan lindi sehingga bisa direncanakan dimensi dan peletakan pipa pengumpul lindi. Timbulan gas dihitung menggunakan program pemodelan LFGcost-Web Version 3.0 sehingga dapat diketahui estimasi biaya yang dibutuhkan untuk fasilitas unit pengolahan gas TPA. Saluran drainase dihitung berdasarkan besarnya limpasan air hujan yang tergantung pada besarnya intensitas hujan.*

*Volume sampah yang masuk TPA Jatibarang rata-rata setiap harinya sebesar 508,62 m<sup>3</sup> per hari. Timbulan lindi maksimum landfill adalah sebesar 0,028 m<sup>3</sup>/detik. Pada Pengelolaan gas TPA, gas yang dihasilkan dimanfaatkan sebagai bahan bakar unit pembangkit listrik tenaga gas TPA. Total timbulan gas CH<sub>4</sub> yang dihasilkan selama operasional 15 tahun adalah 2.502.000.000 m<sup>3</sup> dan energi listrik sebesar 10.313.056 kWh/Tahun, dengan unit pembangkit listrik yang terdiri dari Kondensator, Chiller, Blower, Gas Engine, Transformator. Saluran drainase yang digunakan adalah U-Ditch Type 300x300x1200 dengan dimensi saluran 0,3m x 0,3m. Berdasarkan perencanaan diketahui bahwa umur TPA bila digunakan Sanitary Landfill adalah 4.008,78 hari atau 10,98 Tahun.*

**Kata kunci :** Sanitary Landfill, pengelolaan lindi dan gas, Tempat Pembuangan Akhir.

**Abstract**

*In times of operations, Jatibarang landfill often cause problems, especially because of the pollution. Jatibarang landfill will be expanded by 29,7 hectares to add the age of landfill. Application of the Sanitary Landfill method on this expansion land is the best solution to resolve the problem that often arise in the landfill.*

*In this plan calculated the volume of waste that enter to landfill. After that, the capacities calculated from the amount of incoming waste. Using the equation rational methods can be calculated leachate generation, so it can be planned dimensions and placement of leachate collection pipes. Gas generation is calculated using a modeling program LFG cost-Web Version 3.0 so that can know the estimated costs required for landfill gas processing facility unit. The drainage channel is calculated based on the amount of rain water runoff depends on the rainfall.*

*The volume of incoming waste Jatibarang Landfill daily average of 508,62 m<sup>3</sup> per day. The maximum landfill leachate generation amounted to 0,028 m<sup>3</sup>/sec. In the management of gas landfill, the gas produced is used as fuel for power plants gas landfill. Total generation CH<sub>4</sub> produced during the 15 years operation is 2.502.000.000 m<sup>3</sup> and electricity amounting to 10.313.056 kWh/year, with a power generation unit that consists of Capacitors, Chiller, Blower, Gas Engine, Transformer. Drainage channel is used U-Ditch Type 300x300x1200 with channel dimensions 0.3m x 0.3m. Based on the planning, it is known that the the age of landfill when used Sanitary Landfill is 4.008,78 day or 10.98 Year.*

**Keywords:** Sanitary Landfill, leachate and gas management, Landfill.



## PENDAHULUAN

Kota Semarang memiliki kendala dalam pengelolaan sampah perkotaan khususnya kondisi TPA eksisting yang beroperasi tidak optimal. Keberadaan TPA Jatibarang menimbulkan aktivitas lain yang terkait dengan pengelolaan sampah. Sampah yang masuk ke TPA pada umumnya masih tercampur antara sampah organik dan anorganik. Kondisi ini memberi peluang kepada pemulung melakukan pemilahan untuk mengambil sampah-sampah anorganik yang bernilai ekonomis. Akibat kegiatan ini pemulung membuat gubug sebagai tempat tinggal. Selain itu, penduduk memilih beternak sapi di TPA. Kegiatan penggembalaan sapi di area penimbunan juga sangat mengganggu aktivitas TPA. Beberapa fasilitas TPA dirusak sapi-sapi yang memakan sampah di TPA Jatibarang.

Dari hasil analisis Rencana Induk Persampahan Kota Semarang diperkirakan TPA Jatibarang memerlukan penambahan lahan untuk zona penimbunan sampah. Maka dari itu diperlukan perencanaan peningkatan TPA Jatibarang untuk memenuhi kebutuhan lahan TPA eksisting. Peningkatan TPA Jatibarang direncanakan terpisah dari TPA eksisting agar tidak menimbulkan permasalahan yang sama yaitu adanya pemukiman pemulung dan peternakan sapi pada TPA yang mengganggu kegiatan operasional TPA.

Tempat Pemrosesan Akhir sampah yang selanjutnya disingkat TPA pada dasarnya merupakan akhir dari proses penanganan sampah yang aman dan ramah bagi lingkungan. Undang-Undang Republik Indonesia No.18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah menjelaskan bahwa TPA harus memproses dan mengembalikan sampah ke media lingkungan secara aman bagi manusia dan lingkungan. Selain itu, mengacu pada PP No.16 Tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum yang didalamnya juga mengatur masalah persampahan, bahwa penanganan sampah yang memadai perlu dilakukan untuk perlindungan air baku air minum dan dijelaskan secara tegas bahwa TPA wajib dilengkapi dengan zona penyangga dan metode pembuangan akhirnya dilakukan secara sanitary landfill atau controlled landfill.

Oleh karena itu, melihat kondisi TPA yang ada sekarang ini, dapat direncanakan perluasan TPA yang terpisah dan berbasis sanitary landfill dengan tujuan mengurangi emisi dari gas dan lindi yang dihasilkan TPA agar tidak meninggalkan masalah lingkungan untuk generasi selanjutnya (Bilgili et al., 2006).

## METODOLOGI PENELITIAN

### Ide Perencanaan

Ide Perencanaan pada tugas akhir ini adalah Perencanaan Pemrosesan Akhir Jatibarang di Kecamatan Mijen, Kota Semarang. Direncanakan TPA Jatibarang berbasis *Sanitary Landfill*.

### Tahapan Perencanaan

Tahapan perencanaan Detail Engineering Design (DED) peningkatan TPA Jatibarang Kota Semarang meliputi :

1. Tahap Persiapan

Dalam tahap ini dilakukan proses administrasi hingga diperoleh persetujuan pelaksanaan tugas akhir yang dipilih, berikut merupakan objek dari tugas akhir saya yaitu perencanaan Detail Engineering Design peningkatan TPA Jatibarang Kota Semarang. Pada tahap ini juga sudah dimulai melakukan studi literatur

2. Tahap Survey dan Pengumpulan Data

Survey yang dilakukan meliputi pengamatan langsung ke daerah perencanaan untuk memperoleh data-data primer dan ke instansi terkait untuk memperoleh data-data sekunder.

3. Tahap Analisis Data

Tahap selanjutnya adalah menganalisis data-data yang telah diperoleh baik data primer maupun data sekunder. Serta menyesuaikannya dengan literatur (pustaka) yang ada.

4. Tahap Perencanaan

Tahap ini memaparkan tentang perencanaan desain TPA baru sesuai kondisi eksisting TPA dan literatur (pustaka) yang ada.

### Desain dan Pembahasan

Hasil dari perencanaan sebagai berikut :

- Perencanaan tapak TPA
- Perencanaan konstruksi dasar TPA
- Perencanaan metode pembuangan akhir
- Perencanaan kapasitas lahan
- Perencanaan sarana/prasarana TPA

Dalam perencanaan ini juga diikuti sertakan hasil perkiraan Rancangan Anggaran Biaya (RAB).

## ANALISIS DAN PERHITUNGAN PERENCANAAN

### Komposisi dan Densitas Sampah

Dalam merencanakan suatu TPA perlu diketahui komposisi sampah agar dapat ditentukan sampah jenis apa saja yang dapat masuk ke TPA. Komposisi dan densitas sampah diambil dari Rencana Induk





### Kapasitas dan Umur Pakai Tiap Sel

Melihat dari kondisi jarak pemukiman terdekat dengan TPA Jatibarang Kota Semarang maka dikonsepsikan penggunaan zona 1 terlebih dahulu yang terletak dibagian belakang TPA sehingga mengurangi kesan negatif pada tahun pertama pembangunan. Zona 1 dengan luasan sebesar 25.000 m<sup>2</sup> dan dengan rencana penimbunan seperti dibahas sebelumnya, akan dapat dipakai menimbun sampah dengan lama penggunaan sekitar 1,89 tahun. Sehingga pada tahun 2016 ketika penggunaan zona 1 mencapai 90%, maka proses pembukaan lahan untuk zona 2 dimulai. Zona 2 dengan luasan sebesar 25.000 m<sup>2</sup> dan dengan rencana penimbunan seperti dibahas sebelumnya, akan dapat dipakai menimbun sampah dengan lama penggunaan sekitar 2,51 tahun. Sehingga pada tahun 2019 ketika penggunaan zona 2 mencapai 90%, maka proses pembukaan lahan untuk zona 3 dimulai. Zona 3 dengan luasan sebesar 25.000 m<sup>2</sup> dan dengan rencana penimbunan seperti dibahas sebelumnya, akan dapat dipakai menimbun sampah dengan lama penggunaan sekitar 2,65 tahun. Sehingga pada tahun 2022 ketika penggunaan zona 3 mencapai 90%, maka proses pembukaan lahan untuk zona 4 dimulai. Zona 4 dengan luasan sebesar 34.000 m<sup>2</sup> dan dengan rencana penimbunan seperti dibahas sebelumnya, akan dapat dipakai menimbun sampah dengan lama penggunaan sekitar 3,93 tahun. Sehingga pada tahun 2025 masa pakai TPA Jatibarang Kota Semarang telah habis. Penggunaan zona 1 TPA akan berjalan sampai batas maksimal pada pertengahan tahun 2016, kemudian pemakaian lahan zona 2 hingga pertengahan tahun 2019, dilanjutkan pada zona 3 hingga pertengahan tahun 2022 dan terakhir pada zona 4 hingga tahun 2025.

### Perencanaan Pengendalian Lindi

Pemasangan pipa drainase untuk lindi dilengkapi dengan konstruksi pemerata beban seperti kerikil, pasir dan slab beton untuk mengurangi tumpuan beban langsung ke pipa. Jaringan pipa dipasang menuju ke elevasi yang lebih rendah atau secara gravitasi, dengan pemasangan kemiringan pipa 2% untuk memudahkan pengaliran lindi yang terbentuk keluar sel sampah.

Dari hasil perhitungan dari pendekatan rasional, maka didapatkan debit maksimum air lindi yaitu sebesar 32,65 m<sup>3</sup>/hari. Hasil debit ini akan dialirkan melalui saluran pengumpul dan jaringan pipa air lindi yang ada didalam TPA Jatibarang Kota Semarang.

#### a) Saluran Pengumpul Utama Lindi

Untuk perencanaan saluran primer ditetapkan menggunakan pipa Ø 12"

#### b) Saluran Lindi antara dalam Blok

Untuk perencanaan saluran sekunder ditetapkan menggunakan pipa Ø 8"

#### c) Saluran Lindi dalam Blok

Untuk perencanaan saluran sekunder ditetapkan menggunakan pipa Ø 6"

### Perencanaan Pengolahan Gas

Pemasangan ventilasi gas pada zona penimbunan adalah mempertimbangkan kemampuan penangkapan gas pada area penimbunan. Menurut U.S. EPA, untuk 1 ventilasi gas dapat digunakan menangkap gas pada area timbulan sampah sebesar 1 acre atau 0,405 Ha. Maka pada TPA Jatibarang Kota Semarang diperlukan 27 ventilasi gas dilengkapi dengan pipa penyalur gasnya. Untuk unit pengolahan gas digunakan sytem pengolahan gas "Mariannahill Landfill" yang berada di Afrika Selatan karena kapasitas penampungan sampah yang kurang lebih sama dengan TPA Jatibarang Kota Semarang yaitu sebesar 550 ton/hari.

Unit pengolahan gas terdiri dari beberapa komponen sebagai berikut :

#### - Kondensator

Kondensator adalah alat yang digunakan untuk memisahkan antara gas-gas yang telah dihasilkan oleh TPA dengan air atau uap air. Karena yang dibutuhkan adalah gas hasil dari TPA dan dengan adanya air yang tercampur dari TPA maka gas tersebut tidak dapat digunakan untuk bahan bakar listrik.

#### - Chiller

Chiller adalah suatu alat yang digunakan untuk mendinginkan suhu gas landfill yang telah dipisahkan dari air yang terkandung dari landfill. Hal ini dilakukan agar gas tersebut menjadi stabil dan tidak berbahaya, karena gas yang terkandung adalah gas metana yang dapat meledak apabila memiliki suhu dan tekanan yang tinggi.

#### - Blower (pengubah tekanan)

Blower adalah alat yang berfungsi untuk memberikan tekanan kepada gas hasil pembusukan sampah pada sanitary landfill. Blower menjadi sangat penting karena dengan sistem pemipaan yang sangat panjang, jalur yang sangat rumit, dan juga beberapa material yang ikut tercampur dengan gas-gas yang lainnya. Dengan begitu, blower akan mampu



untuk menyedot atau menarik gas dan material-material lainnya masuk kedalam sistem pemipaan dan untuk kemudian dialirkan menuju sistem pembangkit.

– Gas Engine

Prinsip kerja gas engine sama dengan motor bakar berbahan bakar bensin, pada gas engine bahan bakar yang digunakan adalah gas. Perbedaan dengan motor bensin adalah sistem pengkabutan pada karburator, pada gas engine karburator tidak berfungsi sebagai pengkabutan karena bahan bakarnya sudah berbentuk fase gas. Udara yang bercampur dengan gas didalam karburator masuk melalui saluran intake ke ruang pembakaran, pada saat bersamaan melalui percikan bunga api spark plug (busi) terjadilah pembakaran yang menghasilkan tenaga listrik. Gas engine yang digunakan adalah tipe Jenbacher J320 GS. Gas engine ini adalah mesin yang di impor dari Austria.

– Transformator (Trafo)

Transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik yang lain, melalui suatu gandingan magnet dan berdasarkan prinsip induksi-elektromagnetik.

Dengan pemanfaatan gas TPA untuk pembangkit listrik pada TPA Jatibarang memiliki nilai ekonomi yang tinggi, artinya dengan memanfaatkan gas menjadi listrik memberi keuntungan 50% dari biaya investasi dan O&M. Dengan menggunakan penetapan “Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik Bulan Juni 2015 PT. PLN (PERSERO)” yaitu sebesar Rp 1.524,00 /kWh dan energi listrik yang dihasilkan 10.313.056 kWh/Tahun, didapat nilai yang dihasilkan dari energi listrik dalam rupiah sebesar Rp 234.756.460.160,00 selama 15 Tahun operasional.

Dikutip dari media CNN Indonesia, tercatat konsumsi listrik Indonesia sebesar 800 kWh per kapita per tahun. Maka selain untuk operasional TPA, produksi listrik dari pembangkit listrik di TPA Jatibarang dapat dimanfaatkan untuk melayani penduduk di sekitar lokasi TPA yaitu kelurahan Kedungpane dan sekitarnya dengan jumlah penduduk terlayani 12.891 Jiwa. Melihat data jumlah penduduk di setiap kelurahan di sekitar lokasi TPA, Pembangkit Listrik di TPA Jatibarang dapat melayani 3 Kelurahan

yaitu, Kelurahan Jatibarang, Kelurahan Kedungpane dan Kelurahan Pesantren dengan Jumlah penduduk total sekitar 9.099 Jiwa.

**Perencanaan Drainase**

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

**Tabel 2**  
**Dimensi Saluran Drainase**

Saluran	Lebar (cm)	Tinggi (cm)
A-B	20	13
C-B	21	13
B-D	23	15
D-E	27	17
F-G	17	11
G-H	22	14
I-K	32	20
J-K	21	13
L-M	64	40
M-K	65	41

**Prasarana dan Sarana TPA Jatibarang**

Tempat Pemrosesan Akhir (Sanitary Landfill) 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 dengan yang pada peraturan pemerintah no 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).



## PENUTUP

### Kesimpulan

Kesimpulan perencanaan ini adalah :

1. Masa Pakai TPA jika dilakukan pembebasan lahan seluas 10,9 Ha mencapai 10,98 tahun. Terdapat 3 zona penimbunan yaitu zona 1, zona 2, dan zona 3 mempunyai luas 25.000 m<sup>2</sup> dan zona 4 mempunyai luas 34.000 m<sup>2</sup>.
2. Dari hasil perhitungan dari pendekatan rasional, maka didapatkan debit maksimum air lindi yaitu sebesar 0,028 m<sup>3</sup>/detik. Pada Pengelolaan gas TPA, gas yang dihasilkan dimanfaatkan sebagai bahan bakar unit pembangkit listrik tenaga gas TPA. Total timbulan gas CH<sub>4</sub> yang dihasilkan selama operasional 15 tahun adalah 2.502.000.000 m<sup>3</sup> dan energi listrik sebesar 10.313.056 kWh/Tahun, dengan unit pembangkit listrik yang terdiri dari Kondensator, Chiller, Blower, Gas Engine, Transformator. Saluran drainase yang digunakan adalah U-Ditch Type 300x300x1200 dengan dimensi saluran 0,3m x 0,3m.
2. Kebutuhan investasi untuk pembangunan TPA Jatibarang Baru Kota Semarang adalah sebesar Rp. 170.330.995.000

Republik Indonesia. 2008. Undang–Undang 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. Sekretariat Negara. Jakarta

Suripin, M.Eng. Dr. Ir. 2004. Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta : ANDI.

Tasrial, Drs. 1999. Sampah dan Pengelolaannya. Malang: PPPGT/VEDC Malang

Tchobanoglous, Theisen, Samuel. 1993. Integrated Solid Waste Management. New York : McGraw Hill Book Company Inc

U.S. Environmental Protection Agency. 2014. Landfill Methane Outreach Program (LMOP) : LFGcost-Web Version 3.0. Washington, DC.

Surat Keputusan Penyesuaian Tarif Tenaga Listrik Bulan Juni 2015 PT. PLN (PERSERO)

Jenbacher gas engines Technical Specification, Jenbacher Energy

<http://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20150918190057-85-79647/pln-ingin-kapasitas-listrik-bertambah-70-ribu-mw-sampai-2025/>; diakses pada 27 November 2015

## DAFTAR PUSTAKA

(JICA, 2003). (Damanhuri, 2010).

Damanhuri, Enri. 1995. Teknik Pembuangan Akhir. Bandung : ITB

Damanhuri, Enri. 2006. Teknis Operasional secara Umum Pedoman Pengelolaan TPA. Bandung : ITB

Damanhuri, Enri. 2008. Diktat Landfilling. Bandung : ITB

Darmasetiawan, Ir Martin. 2004. Daur Ulang Sampah dan Pembuatan Kompos. Jakarta : Ekamitra Engineering

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

Darmasetiawan, Ir Martin. 2004. Sampah dan Sistem Pengelolaannya. Jakarta : Ekamitra Engineering

Departemen Pekerjaan Umum. 2013. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Rumah Tangga. Permen PU Nomor 3 Tahun 2013