

DESAIN SANITARY LANDFILL PADA TOPOGRAFI EXTREM DI DESADONOWARIH KECAMATAN KARANGPLOSO KABUPATEN MALANG

Zamzami Septiropa

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang
Alamat Korespondensi : Pond. Bestari Indah D4/182 Landungsari Dau Malang
Hp: 08123073824, Email: zamseptiropa_umm.ac.id

ABSTRACT

Village Donowarih Karangploso District of Malang Regency is one of the areas that have trouble and waste management in the central (dumped in landfills / TPA) where the existing landfill is very far from the village Donowarih with a distance of approximately more than 1.5 miles by road up contour conditions down so it can be concluded is not likely to be transported to a landfill. So that the Village Donowarih require a landfill area (TPA) that is close and be able to serve the community in the surrounding area.

With topography at the foot of the mountain Arjuno the Landfill to be built so the potential to pollute the environment, especially water and soil in areas that have a height below the surface Donowarih village, so it becomes very important that a comprehensive landfill design which focuses on health aspects of the environment.

With reference to kaedah comprehensive planning Landfill is expected to have Donowarih Village Landfill that meet environmental health standards are accompanied by a simple application of waste regulations for the village community Donowarih so it will get additional revenue through the recycling process that accumulates.

Key words: Design, Landfill, extreme topography, Regulation

PENDAHULUAN

Sampah merupakan konsekuensi dari adanya aktifitas manusia. Setiap aktifitas manusia pasti menghasilkan buangan atau sampah. Jumlah atau volume sampah sebanding dengan tingkat konsumsi kita terhadap barang/material yang kita gunakan sehari-hari. Demikian juga dengan jenis sampah, sangat tergantung dari jenis material yang kita konsumsi. Oleh karena itu pengelolaan sampah tidak bisa lepas juga dari ‘pengelolaan’ gaya hidup masyarakat.

Peningkatan jumlah penduduk dan gaya hidup sangat berpengaruh pada volume sampah. Misalnya saja, kota Malang pada tahun 2006 menghasilkan sampah sejumlah 1039 m³ perhari (*Kantor Bapeko-Malang 2006*) dan pada tahun 2008 meningkat menjadi kurang lebih 1250 m³ perhari. Jika dihitung dalam setahun, maka volume sampah tahun 2008 mencapai 85 kali besar Candi Borobudur (volume Candi Borobudur = 55.000 m³). Sehingga dapat

dibayangkan betapa besarnya dampak lingkungan yang terjadi terhadap pencemaran lingkungan dan kesehatan masyarakat.

Pada umumnya, sebagian besar sampah yang dihasilkan di Indonesia merupakan sampah basah, yaitu mencakup 60-70% dari total volume sampah. Oleh karena itu pengelolaan sampah basah yang terdesentralisasi sangat membantu dalam meminimasi sampah yang harus dibuang ke tempat pembuangan akhir. Pada prinsipnya pengelolaan sampah haruslah dilakukan sedekat mungkin dengan sumbernya. Selama ini pengelolaan persampahan, terutama di perkotaan, tidak berjalan dengan efisien dan efektif karena pengelolaan sampah bersifat terpusat (*Walhi, 2008*). Misalnya saja, seluruh sampah dari kota Jakarta harus dibuang di Tempat Pembuangan Akhir di daerah Bantar Gebang Bekasi. Dapat dibayangkan berapa ongkos yang harus dikeluarkan untuk ini. Belum lagi, sampah yang dibuang masih tercampur antara sampah basah dan sampah kering. Padahal, dengan mengelola sampah besar di

tingkat lingkungan terkecil, seperti RT atau RW, dengan membuatnya menjadi kompos maka paling tidak volume sampah dapat diturunkan/dikurangi.

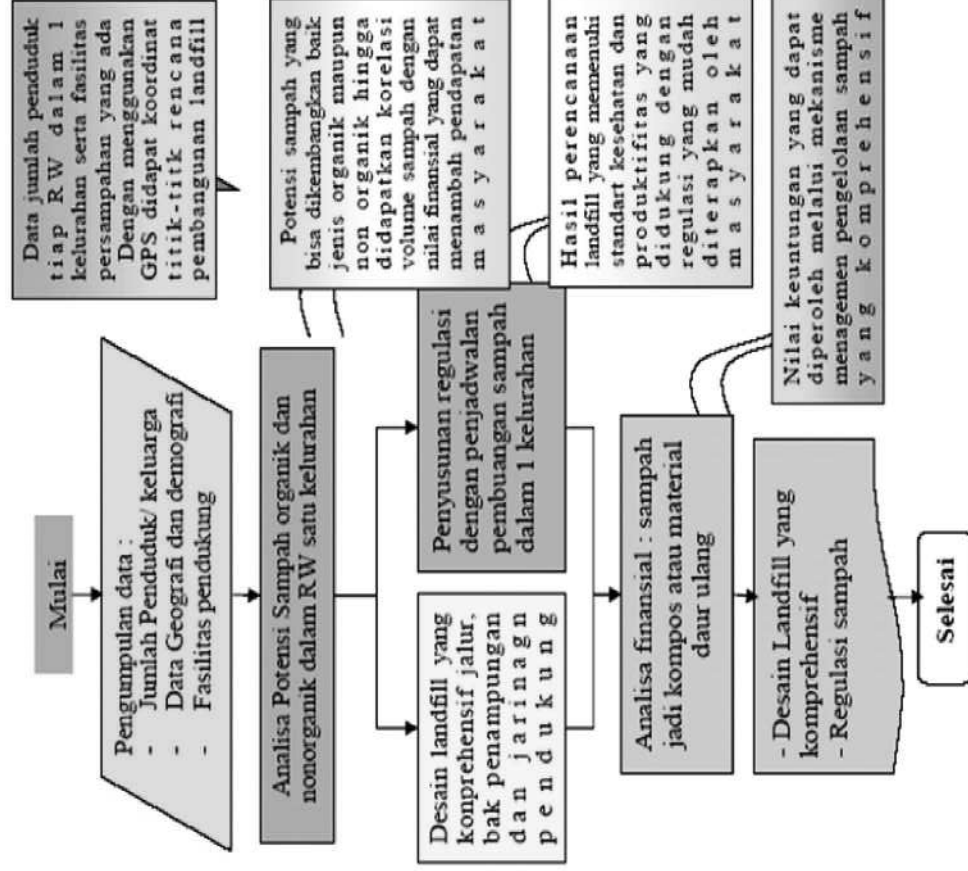
Desa Donowarih Kecamatan Karangloso Kabupaten Malang dengan jumlah penduduk 7.306 jiwa adalah salah satu daerah yang mengalami kesulitan dan pengelolaan sampah secara sentral (dibuang di tempat pembuangan akhir/TPA) karena letaknya sangat jauh dari desa Donowarih tersebut kira-kira lebih dari 15 km dengan kondisi kontour jalan yang naik turun sehingga dapat disimpulkan tidak mungkin untuk diangkut ke TPA. Disamping itu pula dengan kondisi topografi yang berkontur sangat memungkinkan desa Donowarih memiliki Landfill mandiri untuk memenuhi kebutuhan warga Desa Donowarih dan sekitarnya. Dengan kondisi topografi di bawah kaki gunung Arjuno maka Landfill yang akan dibangun sangat berpotensi mencemari air tanah daerah-daerah yang memiliki ketinggian permukaan

dibawah desa Donowarih, sehingga menjadi sangat penting desain landfill yang komprehensif yang menitikberatkan pada aspek kesehatan lingkungan sekitar.

METODELOGI PENELITIAN

Penelitian ini bagian dari penelitian utama berupa **”Program Kecerdasan Buatan dalam Pengelolaan Sampah Padat untuk Masyarakat Perkotaan”** yaitu sebuah penelitian yang kompleks dari suatu sistem persampahan yang meliputi pengelolaan sampah dari rumah tangga hingga pembuangan akhir (*Landfill*) yang terangkum dalam sebuah program komputer dengan menggunakan logika-logika kemungkinan yang terjadi dalam pengelolaan sampah yang lebih dikenal dengan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*).

Adapun gambaran secara umum dapat ditunjukkan dalam diagram alir berikut :



Gambar 1. Diagram Alir

Dan selanjutnya urutan penelitian yang akan dilakukan mengacu pada urutan/ tahapan proses sebagai berikut :

- Pengumpulan data perencanaan berupa data jumlah penduduk yang berpotensi menimbulkan sampah, data geografi lahan yang akan dijadikan landfill serta fasilitasfasilitas pendukung lainnya.
- Analisa potensi timbulan sampah dari sejumlah penduduk tiap RW dalam 1 Kelurahan berupa potensi sampah organik dan nonorganik, serta potensinya dari masing-masing jenis sampah baik untuk penghasil kompos ataupun daur ulang.
- Desain sanitary landfill yang komprehensif meliputi desain struktur/ konstruksi landfill beserta jaringan-jaringan pendukungnya : Jalan akses, bak penampungan sampah, jaringan irigasi air lindi, ventilasi udara untuk komposting dan juga jaringan penangkapan gas methan untuk landfill skala besar.

- Penyusunan regulasi sederhana berupa penjadwalan pembungan sampah yang melibatkan seluruh elemen masyarakat.
- Analisa finansial dari sampah yang menjadi kompos dan dari sampah yang masuk dalam kategori daur ulang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Topografi Lokasi Studi

Desa Donowarih memiliki luas wilayah seluas 2271,188 Ha. Dimana spesifikasi pembagian fungsi lahan Desa Donowarih seperti yang terdapat pada Tabel 1. Tanah yang terletak di Desa Donowarih ini juga terbilang cukup subur, dari luas wilayah Desa Donowarih yang mencapai 2271,188 Ha, tanah yang memiliki tingkat kesuburan rendah hanya mencapai 2 Ha, sedangkan tanah yang memiliki tingkat kesuburan sangat tinggi mencapai 580 Ha. Desa Donowarih terletak pada 720 meter di atas permukaan laut, dengan topografi dataran seluas 370,25 Ha dan topografi perbukitan atau pegunungan seluas 927,83 Ha.

Tabel 1 : Fungsi Lahan

| NO | FUNGSI LAHAN | LUAS (Ha) |
|----|--|-----------|
| 1. | Permukiman | 146.600 |
| 2. | Pertanian Sawah | 156.627 |
| 3. | Ladang/Tegalan | 289.990 |
| 4. | Perkebunan | 24.771 |
| 5. | Hutan | 660.100 |
| 6. | Bangunan(ruko, sekolah, pasar, terminal, jalan, kantor, dll) | 983.000 |
| 7. | Rekreasi dan Olahraga | 1.800 |
| 8. | Makam | 3.000 |
| 9. | Sungai | 5.300 |

Sumber : Kelurahan Desa Donowarih

Data Lingkungan dan Iklim Lokasi Studi

Desa Donowarih memiliki curah hujan 250 mm/ tahun. Suhu udara pada Desa Donowarih terbilang konstan dalam satu tahunnya, suhu pada Desa Donowarih bervariasi antara 230 – 250 C ketika siang hari dan 120-170 C ketika malam hari. Data cuaca pada Desa Donowarih sangat penting untuk diketahui agar potensi formasi lindian dapat ditentukan, mengingat

lindian adalah media utama migrasi kontaminan dari landfill ke badan air permukaan terdekat. Estimasi kasar terhadap potensi pembentukan lindian dapat dibuat satu keseimbangan dengan menggunakan persamaan berikut :

Perkolasi = Hujan – Evapotranspirasi – Run Off permukaan
 Nilai evapotranspirasi didapatkan dengan perkalian antara evapotranspirasi dengan faktor evapotranspirasi sebesar 0,7. Sedangkan Runoff

permukaan bisa didapat dengan mengalikan data curah hujan dengan koefisien runoff 0,35.

Desa donowarih memiliki jumlah penduduk sebanyak 7.250 orang dengan rincian pada Tabel 2. Adapun struktur mata pencaharian penduduk di Desa Donowarih sebagian besar terdapat pada sektor jasa atau perdagangan, kemudian sektor pertanian.

Data Demografi

Tabel 2: Data Demografi

| NO | STATUS | KETERANGAN |
|----|-----------------|-------------|
| 1. | Perempuan | 3.618 Orang |
| 2. | Laki-laki | 3.632 Orang |
| 3. | Kepala Keluarga | 2.099 KK |

Tabel 2: Data Demografi

Sampah

Desa Donowarih mengalami pertumbuhan populasi yang cukup pesat, dimana akan memunculkan

tekanan cukup besar untuk layanan publik serta penyediaan infrastruktur di Desa Donowarih. Pada Desa Donowarih, produksi sampah di estimasikan sebesar 1-1,5 kg/orang/hari. Dari nilai ini, tidak ada

Tabel 3. Timbunan Sampah Per tahun Periode 15 tahun

| No Tahun | Rata-rata pertumbuhan penduduk | | Rata-rata pertumbuhan ekonomi | | Total Timbunan sampah | |
|----------|--------------------------------|----------------------|-------------------------------|----------|-----------------------|---------------------------------------|
| | r ₁ (%) | P _n (org) | r ₂ (%) | (60.05%) | (m ³ /thn) | Timbunan Sampah (m ³ /thn) |
| 1 2009 | - | 7250 | - | 556.066 | 369.939 | 926.005 |
| 2 2010 | 0.75 | 7304 | 1.50 | 560.236 | 375.488 | 935.725 |
| 3 2011 | 0.75 | 7359 | 1.50 | 564.438 | 381.120 | 945.559 |
| 4 2012 | 0.75 | 7414 | 1.50 | 568.672 | 386.837 | 955.509 |
| 5 2013 | 0.75 | 7470 | 1.50 | 572.937 | 392.640 | 965.576 |
| 6 2014 | 0.75 | 7526 | 1.50 | 577.234 | 398.529 | 975.763 |
| 7 2015 | 0.75 | 7582 | 1.50 | 581.563 | 404.507 | 986.070 |
| 8 2016 | 0.75 | 7639 | 1.50 | 585.925 | 410.575 | 996.500 |
| 9 2017 | 0.75 | 7697 | 1.50 | 590.319 | 416.734 | 1007.053 |
| 10 2018 | 0.75 | 7754 | 1.50 | 594.746 | 422.985 | 1017.731 |
| 11 2019 | 0.75 | 7812 | 1.50 | 599.207 | 429.329 | 1028.536 |
| 12 2020 | 0.75 | 7871 | 1.50 | 603.701 | 435.769 | 1039.470 |
| 13 2021 | 0.75 | 7930 | 1.50 | 608.229 | 442.306 | 1050.535 |
| 14 2022 | 0.75 | 7990 | 1.50 | 612.791 | 448.940 | 1061.731 |
| 15 2023 | 0.75 | 8049 | 1.50 | 617.386 | 455.674 | 1073.061 |

Sumber : Pengolahan Data Dari Kelurahan Donowarih

Penentuan Lokasi

Pemilihan lokasi untuk pembangunan TPA pada Desa Donowarih Kecamatan Karang Ploso Kabupaten Donowarih harus memenuhi standard lokasi pembangunan TPASNI No.03-3241-1997, yaitu diantaranya :

- Jarak dari perumahan terdekat 500 m
- Jarak dari lokasi muka perencanaan TPA Donowarih ke perumahan terdekat di Desa

Donowarih sejauh ± 650 m. Jarak ini diketahui melalui perhitungan berdasarkan GPS

- Jarak dari badan air 100 m
- Jarak badan air terdekat ke lokasi perencanaan TPA Donowarih adalah sejauh ± 500 m. Jarak ini diketahui melalui perhitungan menggunakan GPS. Badan air yang terdekat adalah sungai.
- Jarak dari airport 1500 m (untuk pesawat baling-baling) dan 3000 m (pesawat jet).
- Jarak dari lokasi perencanaan TPA Donowarih ke airport terdekat berjarak lebih dari 3000 m.

Lapangan udara terdekat adalah Lanud Aburahman Saleh.

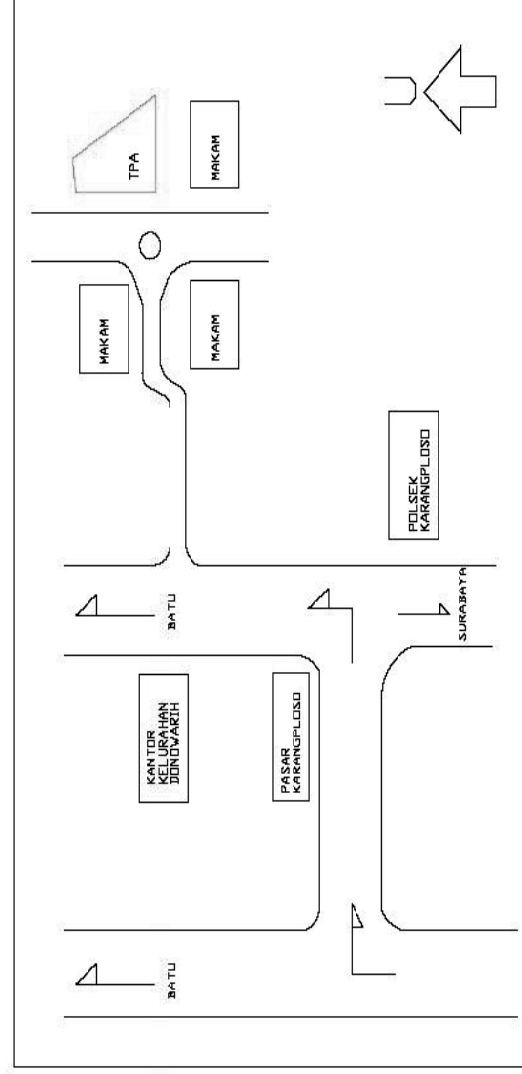
- Muka air tanah lebih dari 3 m
- Lokasi perencanaan TPA Donowarih ini memiliki muka air tanah lebih dari 3 m. hal ini dapat diketahui dari sumur-sumur penduduk yang memiliki kedalaman dengan kisaran rata-rata 3 – 4 m.
- Jenis tanah lempung dengan konduktivitas hidrolis 10-6 cm/det
- Jenis tanah pada lokasi perencanaan TPA Donowarih tidak memiliki konduktivitas hidrolis 10-6 cm/det, namun hal ini dapat disiasati dengan penggunaan geomembran sebagai lapisan dasar, karena geomembran merupakan lapisan sintesis yang kedap air.
- Bebas banjir minimal periode 25 tahun
- Berdasarkan pada data kelurahan setempat, lokasi perencanaan merupakan kawasan bebas banjir.

Dari syarat-syarat yang telah dipenuhi tersebut, maka dapat diinterpretasikan bahwa lokasi studi perencanaan yang bertempat di Desa Donowarih Kecamatan Karang Ploso Kabupaten Malang

merupakan lokasi yang memenuhi syarat sebagai lokasi TPA.

Perencanaan TPA berupa *Detali Engineering Design (DED)* berguna dalam perencanaan TPA untuk mengantisipasi pencemaran lingkungan. Data DED yang harus disiapkan adalah :

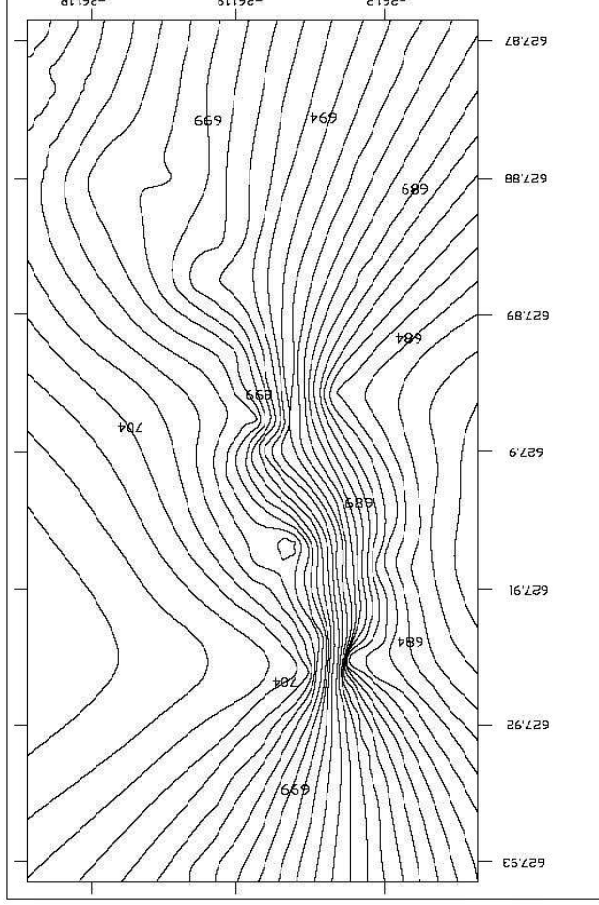
- Volume timbulan sampah
- Kabupaten Malang termasuk ke dalam jenis kategori kota sedang atau kota kecil, maka volume timbulan sampahnya adalah : $0.3 - 0.4$ kg/orang/hari atau $0.0003 - 0.0005$ m³/orang/hari
- Jumlah sampah yang akan dibuang
- Jumlah sampah yang dibuang per harinya dapat dihitung dengan menggunakan rumus : $V_s = V \times P = 0.00035 \times 7250 = 2.5375$ m³/hari
- dimana : V = volume timbulan sampah/orang/hari (m³/orang/hari); P = jumlah penduduk
- Komposisi dan karakteristik sampah
- Komposisi sampah pada Desa Donowarih terdiri dari sampah basah, kertas, plastik, kain logam, kayu, karet, kaca atau gelas.
- Data jaringan jalan ke lokasi TPA
- Akses jalan menuju lokasi perencanaan TPA Donowarih terdapat pada Gambar 2.



Gambar 1. Jaringan jalan menuju TPA

Topografi lokasi

Kontur yang menunjukkan kondisi topografi lokasi studi perencanaan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kontur Dimensi Dan Daya Tampung Cell Landfill

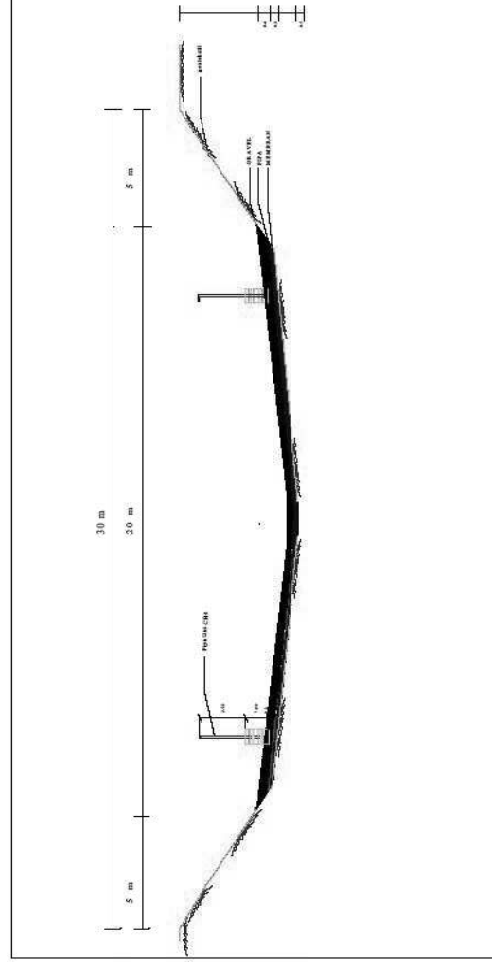
Untuk menghitung daya tampung *cell landfill*, maka dibutuhkan data dimensi perencanaan *landfill* seperti tersebut dibawah ini :

- Panjang kolam Cell (P) : 23 m
- Lebar Atas kolam Cell (La) : 30 m
- Lebar Bawah kolam Cell (Lb) : 20 m
- Kedalaman kolam Cell (H) : 4.5 m
- Kemiringan Tepi kolam Cell () : 1 : 1 dan 1 : 0.8
- Kemiringan Dasar kolam Cell () : 5%

$$\begin{aligned}
 L_1 &= \frac{30 + 20}{2} \times 4.5 \\
 &= 112.5 \text{ m}^2 \\
 L_2 &= L_1 = 0.5a \times t \\
 &= 5 \times 0.5 \\
 &= 5.50 \text{ m}^2 \\
 L_{\text{tot}} &= L_1 + L_2 + L_3 \\
 &= 112.5 \text{ m}^2 + 5.5 \text{ m}^2 + 5.5 \text{ m}^2 \\
 &= 123.5 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan besar luasan *cell*, maka untuk mengetahui daya tampungnya, kita bisa mendapatkan nilai volume *cell* dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

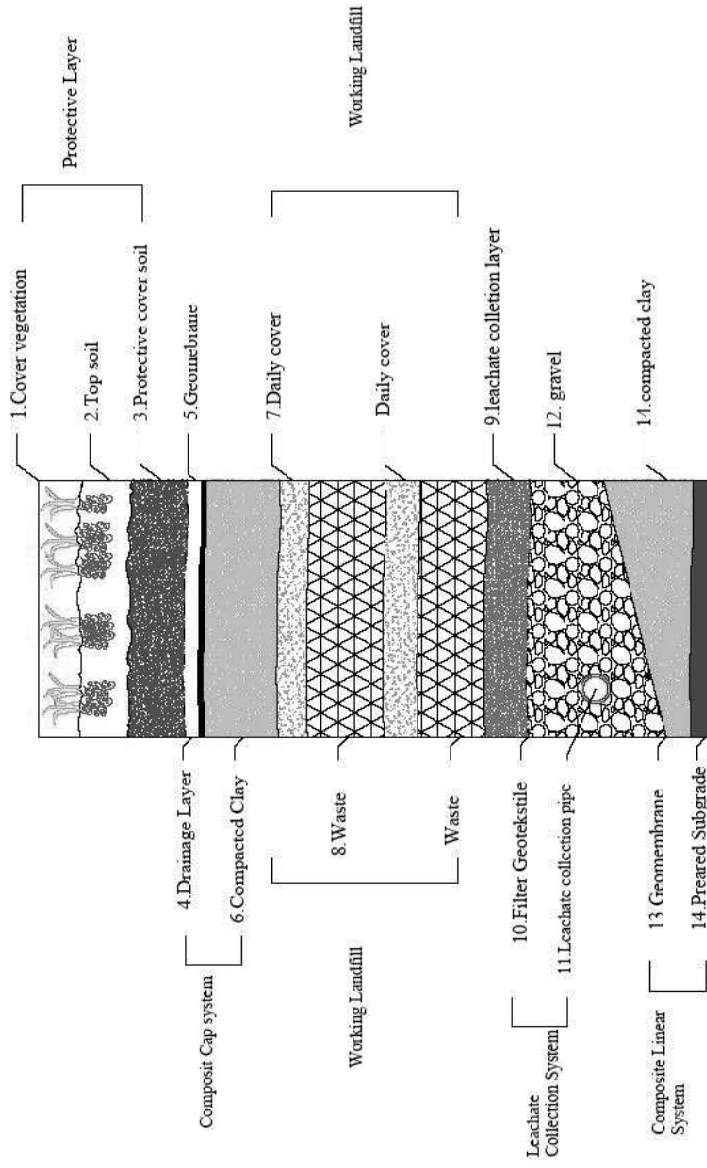
$$\begin{aligned}
 V &= \text{Luas} \times p \\
 &= 123.5 \text{ m}^2 \times 20 \text{ m}
 \end{aligned}$$



Gambar 4. Potongan Melintang Cell Landfill

Secara detail, lapisan-lapisan struktur *landfill* dan covernya dapat digambarkan seperti yang terdapat pada Gambar 5., termasuk bagian-bagian apa saja

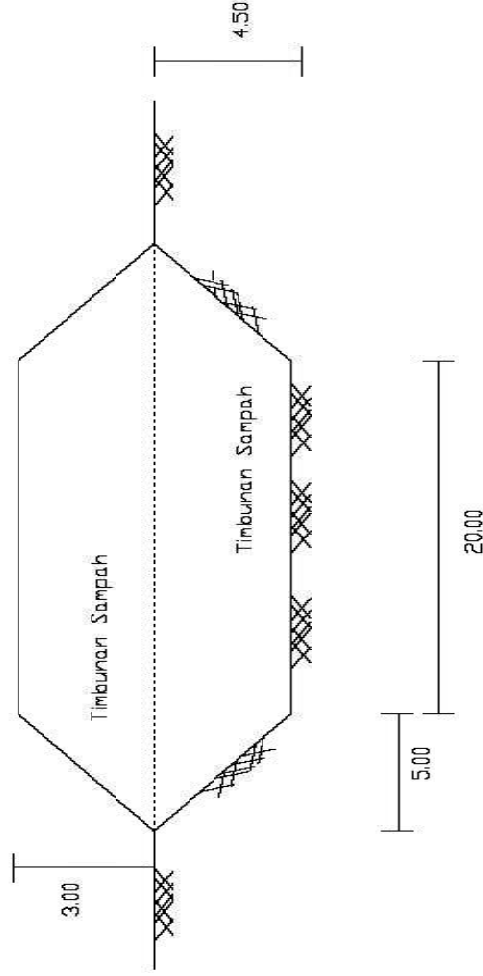
yang termasuk dalam *protective layer*, *composite cap system*, *working landfill*, *leachate collection system*, dan *composite linear system*.



Gambar 5. Detail Lapisan Struktur Landfil Perencanaan Tinggi Timbunan Sampah

Perencanaan tinggi timbunan dilakukan, guna meningkatkan kapasitas tampungan dari *cell* tanpa menyampingkan keamanan dari tumpukan sampah tersebut. Keamanan dari merencanakan tinggi timbunan sampah harus memenuhi syarat yaitu derajat kemiringan minimum 1 V : 2H. Adapun rencana tinggi timbunan pada kolam *cell* di TPA Donowarih, dapat dilihat pada Gambar 6. sebagai berikut:

- Tinggi timbunan sampah
- Timbunan pertama : 3 m
- Timbunan kedua : 2 m
- Perbandingan sudut kemiringan : 1 V : 2H
- Berat Volume Sampah (ρ) : 0.8 t/m³
- Sudut Geser Dalam (ϕ) : 300
- Kohesi (c) : 0.56 t/m

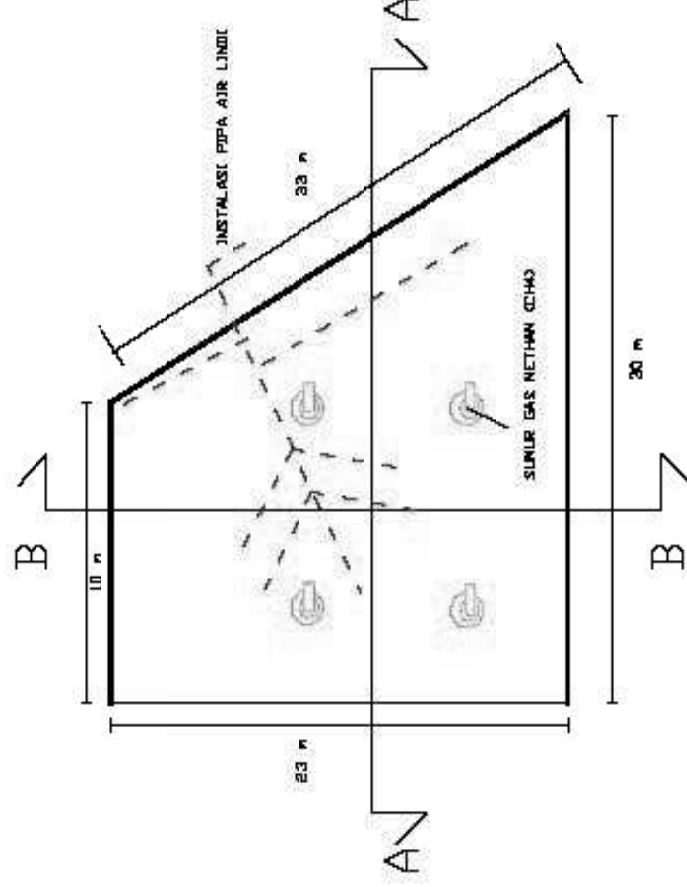


Gambar 6. Perencanaan timbunan sampah Analisa Stabilitas Timbunan Sampah

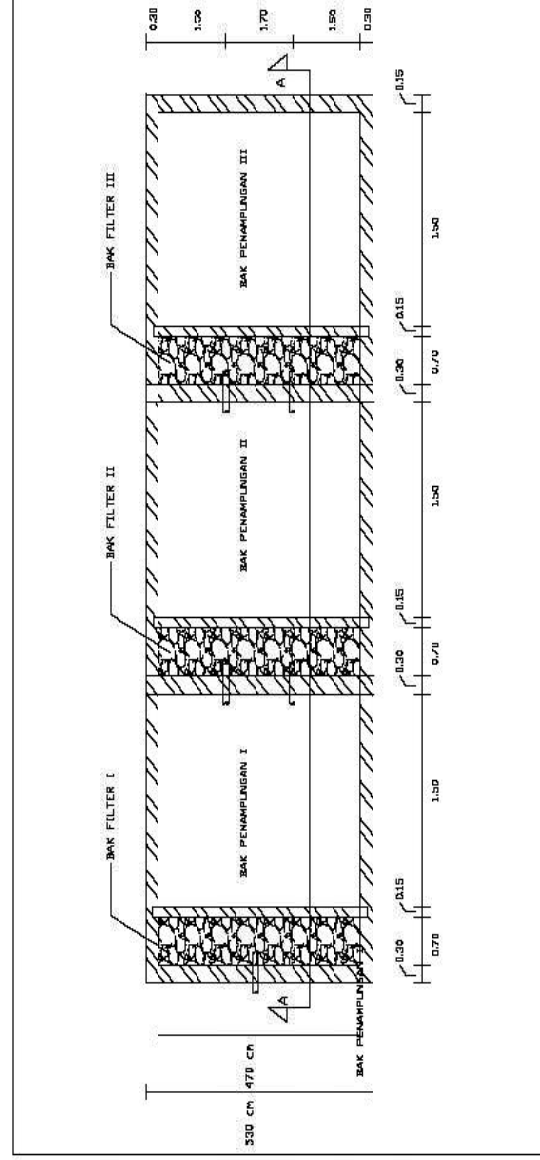
Untuk pengolahan air lindi, TPA Donowarih menggunakan satu buah instalasi pengolahan air lindi yang terdiri dari tiga buah bak pengendap (*settling pond*). Sistem bak pengendap (*settling pond*) ini digunakan karena selain ekonomis, perawatannya pun tidak memerlukan keahlian khusus, sehingga setiap petugas TPA dapat melakukan perawatan secara berkala. Bak pengendap (*settling pond*) ini terhubung dengan *cell landfill* melalui instalasi pipa air lindi yang menggunakan pipa pvc 6", adapun letak instalasi pipa air lindi dapat dilihat pada Gambar 8.

Bak pengendap (*settling pond*) ini menggunakan media yang biasa ditemui dan digunakan untuk proses penjernihan air yaitu kerikil, ijuk, dan pasir, yang untuk detailnya bisa dilihat pada Gambar 9. Sedangkan untuk detail dimensi dari bak pengendap (*settling pond*) dapat dilihat pada Gambar 10. dan Gambar 11.

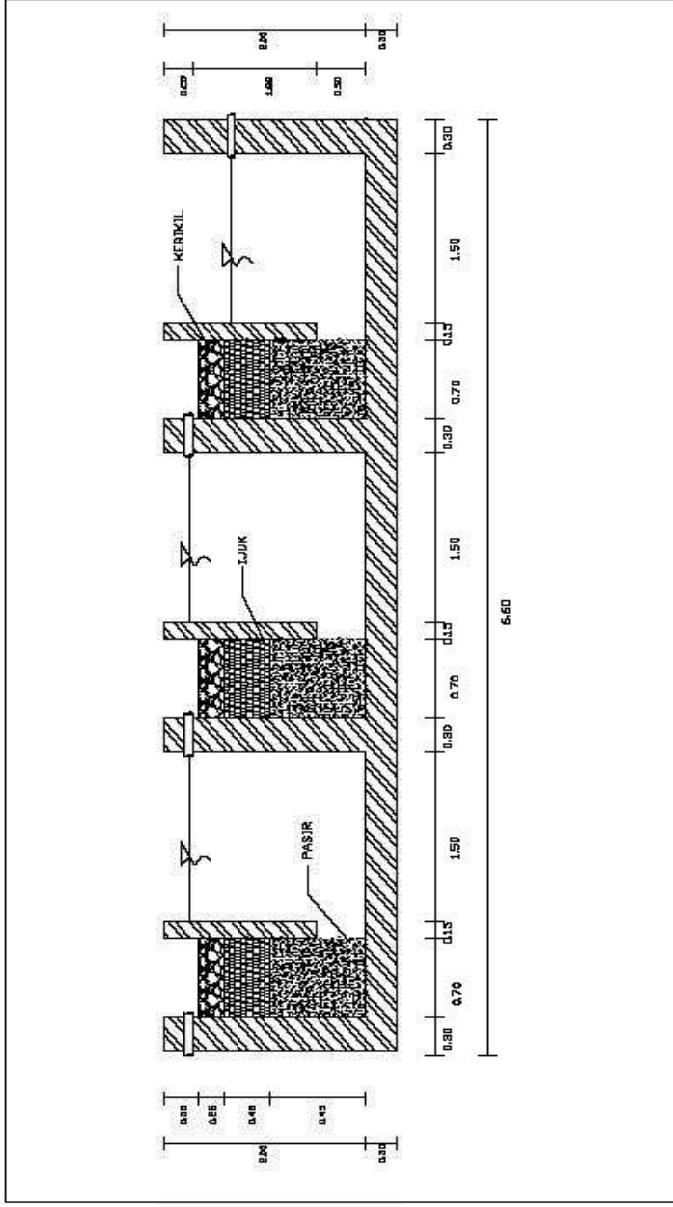
Khusus untuk bak pengendap (*settling pond*) yang paling akhir, air lindi dalam bak ini diolah dalam unit pengolahan secara anaerobik. Dimana pengolahan secara anaerob adalah proses pengolahan air lindi tanpa kehadiran oksigen sebagai oksidator untuk mereduksi kandungan COD dalam air lindi.



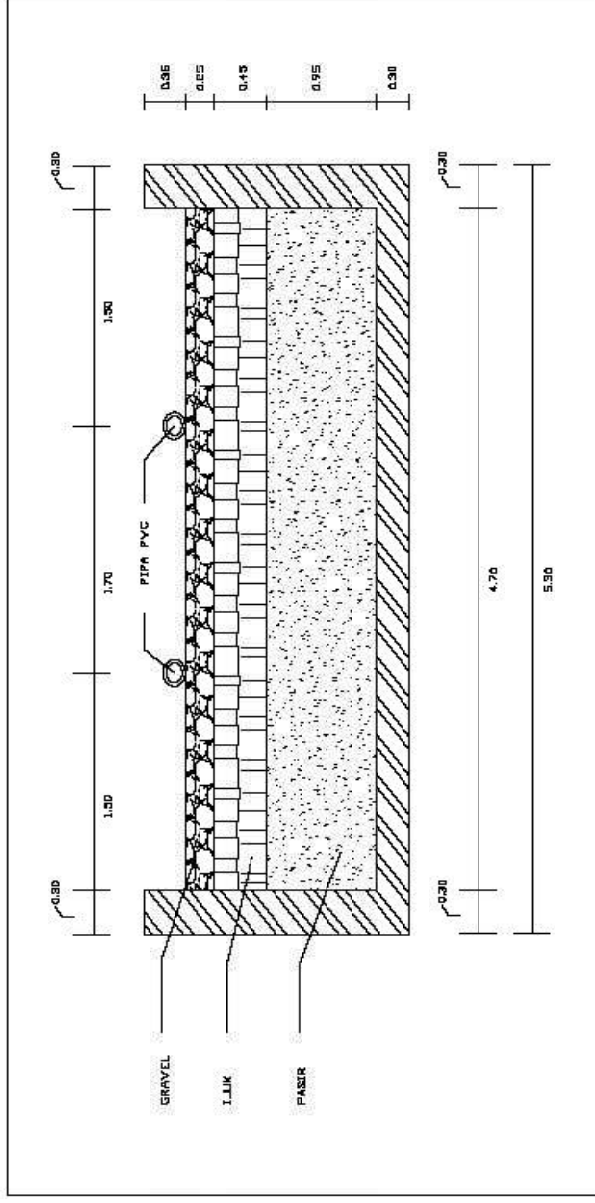
Gambar 8. Instalasi Pipa Air Lindi



Gambar 9. Tampak Atas Bak Pengendap (*Settling Pond*)



Gambar 10. Potongan Melintang Bak Pengendap (Settling Pond)



Gambar 11. Detail Bak Pengendap (Settling Pond)

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil perencanaan, maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan timbunan sampah, maka diperoleh total timbunan sampah sebesar 2.5375 m³/hari. Untuk daya tampung *cell* didapat nilai volume sebesar 2470 m³
2. Metode pengelolaan yang digunakan adalah metode *controlled landfill*, dimana :
 - Didapat umur rencana *cell* selama 15 tahun.

- Geomembrane yang dibutuhkan untuk lapisan penutup atas dan bawah landfill sebanyak 2 rol dimana untuk masing-masing rol, panjang geomembrane = 100 m dan lebar geomembrane = 4 m.
- Sistem ekstraksi gas yang dipakai dalam perencanaan ini adalah sistem ekstraksi pasif-vertikal karena potensi gas yang ada relatif kecil. Dimana sumur yang dibangun sebanyak empat buah dengan koneksi sumur gas yang digunakan adalah satu pemipaan

utama, diameter sumur 60 cm, kedalaman sumur 60 % dari total kedalaman penutup akhir, jenis pipa HDPE 6” .

3. Fasilitas pengumpul lindi terbuat dari perpipaan berlubang, saluran pengumpul maupun pengaturan kemiringan dasar TPA sehingga lindi secara otomatis mencapai dasar TPA dan akan bergerak sesuai kemiringan yang ada mengarah pada titik pengumpulan. Untuk pengolahan air lindi digunakan satu buah instalasi pengolahan air lindi yang terdiri dari tiga buah bak pengendap (*settling pond*) karena sistem ini ekonomis dan perawatannya tidak memerlukan keahlian khusus. Panjang keseluruhan bak pengendap (*settling pond*) adalah 6.60 m dimana panjang masing-masing bak adalah 2.20 m dengan lebar 5.30 m. Sedangkan kedalaman bak pengendap (*settling pond*) adalah sebesar 2 m.
4. Dari hasil perencanaan terhadap stabilitas talud, didapat nilai FS sebesar 3.020 dimana apabila nilai FS = 2.00, maka talud aman terhadap kelongsoran, sedangkan dari hasil perencanaan terhadap dinding penahan, maka didapatkan nilai :

 - FS guling = 4.04, dimana apabila nilai FS = 2.00, desain memenuhi syarat
 - FS geser = 1.81, dimana apabila nilai FS = 1.50, desain memenuhi syarat.
 - $q_{all} = 26.453$ qtoe = 21.543, maka desain memenuhi syarat

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Malang melalui Lembaga Penelitian DPPM-UJMM yang telah memberikan segala fasilitas atas penyelesaian penelitian ini, Kantor Kelurahan Desa Donowarih Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang atas kerjasamanya dalam penyediaan data dan semua pihak yang telah memberikan segala masukan untuk penyempurnaan penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi semua

DAFTAR PUSTAKA

Undang-Undang Republik Indonesia. 2008. *Pengelolaan Sampah*. Jakarta : Direktorat Jendral Peraturan Perundang-undangan.

Cedergen, H. R. 1977. *Seepage, Drainage and Flow Nets*. Terjemahan oleh Tim SWM Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.

Hermann, D. J. dan S. B. Tuttle. 1981. *Performance Studies of Various Landfill and Impoundment Liners*. Terjemahan oleh Tim SWM Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.

Lutton, R. J. et al. 1979. *Design and construction of Covers for Solid Wastes Landfills*.

Terjemahan oleh Tim SWM Universitas Muhammadiyah Malang. Malang

SK SNI T-11-1991-03. 2002. *Metode, Spesifikasi, dan Tata Cara Lalu Lintas, Lengkungan Jalan, Sanitasi dan Persampahan* : DPU.

Susanto, Joko Prayitno. 2001. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia : Pengolahan Lindian*. Jakarta : BPPT.

Terzaghi, Karl. 1993. *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa*. Jakarta : Erlangga.

WDOE. 1985. *Criteria for Sewage Works Design*. Terjemahan oleh Tim SWM Universitas Muhammadiyah Malang. Malang