

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian TPA

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) merupakan tempat dimana sampah mencapai tahap terakhir dalam pengelolaannya sejak mulai timbul di sumber, pengumpulan, pemindahan/pengangkutan, pengolahan dan Pemrosesan. TPA merupakan tempat dimana sampah diisolasi secara aman agar tidak menimbulkan gangguan terhadap lingkungan sekitarnya. Karenanya diperlukan penyediaan fasilitas dan perlakuan yang benar agar keamanan tersebut dapat dicapai dengan baik (Jujubandung 2017)

2.2 Manfaat TPA

Sampah merupakan sisa material yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses. Sampah berasal dari material sisa buangan kotoran hewan, tumbuhan, maupun manusia yang sudah tidak terpakai lagi dan dilepaskan ke alam dalam bentuk padatan, cair dan gas. Bertambahnya jumlah kapasitas volume sampah diiringi dengan meningkatnya jumlah penduduk, meningkatnya permukiman, bertambahnya kegiatan perekonomian, serta kegiatan/aktivitas sosial masyarakat. (Djoka 2015)

Keberadaan sampah ini jika tidak terselesaikan dengan baik maka menimbulkan berbagai dampak antara lain menimbulkan masalah bagi kesehatan manusia, banjir, menimbulkan sarang penyakit, pencemaran air bersih, pencemaran tanah, tersumbatnya saluran air, lingkungan menjadi kumuh serta bau yang tidak sedap dan merusak keindahan visual bagi kota itu sendiri.

Untuk menanggulangi permasalahan ini, Pemerintah melakukan inisiatif yaitu dengan membangun Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) yang mampu menciptakan sampah menjadi energi baru terbarukan (EBT) dengan menghasilkan gas metana (CH₄). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persebaran distribusi pemanfaatan gas metan kepada masyarakat dan mengetahui manfaat yang diperoleh dari segi lingkungan, sosial dan ekonomi dengan adanya pembangunan TPA penghasil gas metan dan mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Dari segi lingkungan, TPA sampah penghasil gas metan mengurangi polusi udara, menjauhkan bibit penyakit agar tidak menjangkit masyarakat dan menciptakan TPA sebagai nilai seni visual yang baik dengan adanya tanaman-tanaman TPA (buffer zone) yang dapat mereduksi bau sampah yang berasal dari TPA. Dari segi sosial, masyarakat mempunyai rasa memiliki TPA sehingga masyarakat mau menjaga kebersihan serta keamanan TPA yang digerakkan oleh Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM). Dari segi ekonomi, masyarakat memperoleh pekerjaan, dapat memanfaatkan sampah organik untuk dijual kembali, memperoleh gas metan yang dapat digunakan untuk memasak (kompor), menghasilkan energi listrik dan mampu memperoleh Bahan Bakar Minyak (BBM) mixed gas elpiji yang ramah lingkungan dan murah dari segi pembiayaannya.

Manfaat lain dari TPA adalah Dapat mengkonversi sampah menjadi barang yang berguna bagi masyarakat seperti pupuk kompos, pupuk cair dan bio gas, dengan pengelolaan yang profesional konversi diharapkan bisa mendatangkan keuntungan ekonomi dari hasil penjualan pupuk kompos, pupuk cair dan bio gas. Pupuk kompos yang di hasilkan oleh Unit Pengolahan Sampah Pasar Bunder dapat memperbaiki struktur tanah pertanian yang mulai rusak akibat penggunaan pupuk kimia yang overdosis. Setiap unit pengolahan sampah pasar mampu menyerap sedikitnya 5 orang pekerja sehingga sedikit banyak membantu mengatasi masalah pengangguran. (Jurnal Unit Pengolahan Sampah Pasar 2008)

2.3 Konstruksi TPA

2.3.1 Open Dumping

Open dumping atau Pemrosesan terbuka merupakan cara Pemrosesan sederhana dimana sampah hanya dihamparkan pada suatu lokasi dibiarkan terbuka tanpa pengamanan dan ditinggalkan setelah lokasi tersebut penuh. (Jujubandung 2017).

Cara ini tidak direkomendasikan lagi mengingat banyaknya potensi pencemaran lingkungan yang dapat ditimbulkannya seperti:

1. Perkembangan vektor penyakit seperti lalat, tikus, kecoa dan lain lain.
2. Polusi udara oleh bau dan gas yang dihasilkan.
3. Polusi air akibat banyaknya lindi (cairan sampah) yang timbul.
4. Estetika lingkungan yang buruk karena pemandangan yang kotor.

Metoda Control Landfill merupakan peningkatan dari open dumping dimana secara periodik sampah yang telah tertimbun ditutup dengan lapisan tanah untuk

mengurangi potensi gangguan lingkungan yang ditimbulkan. Dalam operasionalnya juga dilakukan perataan dan pemadatan sampah untuk meningkatkan efisiensi pemanfaatan lahan dan kestabilan permukaan TPA.



Gambar 2. 1 Dumping area sebelum ditimbun sampah TPA Larantuka

2.3.2 Perhitungan Kebutuhan Unit Pengolahan Sampah

Timbunan sampah yang dihasilkan di suatu kota perlu dikelola dengan baik agar kota dapat tetap bersih dan sehat, sementara sampah dapat diamankan di tempat pemrosesan agar tidak menimbulkan masalah baru pada lingkungan sekitarnya. Dalam kondisi sederhana semua sampah yang dihasilkan akan dikumpulkan, diangkut dan dibuang ke TPA. Namun, saat ini telah banyak kota yang mengembangkan sistem pengelolaan dengan menerapkan prinsip minimasi limbah dengan pengurangan, pemanfaatan kembali, pendaurulangan sampah dan kegiatan lainnya yang secara langsung berakibat pada menurunnya jumlah sampah yang harus dibuang. Hal ini terutama disebabkan oleh semakin sulitnya mendapatkan lahan Pemrosesan sampah.

Besarnya kebutuhan lahan TPA yang diperlukan akan tergantung pada besarnya sampah yang akan dibuang. Semakin besar yang dihasilkan suatu kota, maka semakin luas pula TPA yang diperlukan untuk menampungnya.

Ditinjau dan daya tampung lokasi yang digunakan untuk TPA sebaiknya dapat menampung Pemrosesan sampah minimum selama 5 tahun operasi untuk setiap sel. Sementara untuk operasional secara keseluruhan

diperhitungkan minimal 20 tahun. Perhitungan awal kebutuhan lahan TPA per tahun adalah sebagai berikut:

$$L = \frac{V}{T} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

L = Luas lahan yang dibutuhkan setiap tahun (m²)

V = Volume sampah yang telah dipadatkan (m³/hari)

T = Ketinggian timbunan yang direncanakan (m) 15 % rasio tanah penutup

Kebutuhan luas lahan adalah:

$$H = L \times I \times J \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

H = Luas total lahan (m²)

L = Luas lahan setahun

I = umur lahan (tahun)

J = ratio luas lahan total dengan luas lahan efektif 1,2

2.3.3 Geomembran dan Geotekstil

a) Geomembran

Geomembran adalah Bahan yang berfungsi sebagai penahan air atau rembesan yang terbuat dari HDPE (*Hight Density Polyethylene*) atau LDPE (*Low Density Polyethylene*). Geomembran terbuat dari bahan tahan air, Dan bahan polimer yang menghasilkan lembaran fleksibel yang kuat dan terdiri dari berbagai jenis ketebalan. (Geotextil Asia, 2017)

Geomembran adalah jenis geosintetis dari bahan polimer yang dibuat kedap. Sedangkan geotekstil merupakan jenis geosintetis yang dibuat agar *permeable*, dengan sifat-sifat utama filtrasi atau mampu menyaring materi tersuspensi dari limbah cair, dan drainase yang memungkinkan aliran cairan melalui lapisan ini. (Kementrian Pekerjaan Umum Dirjen cipta karya, Tata Cara Pembuatan TPA Tahun 2017).

Geomembran adalah salah satu jenis material Geosintetik yang berfungsi sebagai lapis kedap air yang terbuat dari bahan sintetik semacam plastik. Geomembran diproduksi dengan menggunakan lembaran polimer konsisten tipis umumnya, namun diproduksi juga dengan menggunakan impregnasi geotekstil dengan shower hitam-atas, elastomer atau polimer, atau sebagai geocomposites aspal berlapis-lapis. Geomembran lembaran

tanpa asap tanpa henti, oleh tembakan panjang, yang paling banyak dikenal. (Isparmo,2017)

Perakitan geomembran dimulai dengan pembuatan bahan mentah, yang menggabungkan karet polimer, dan zat tambahan yang berbeda, misalnya agen pencegahan kanker, peliat, pengisi, karbon gelap, dan gemuk (sebagai bantuan penanganan). Bahan mentah ini (yaitu "rencana") kemudian ditangani ke dalam lembaran dengan lebar dan ketebalan yang berbeda dengan cara pengusiran, penyetelan, dan penutup yang menyebar.

Penyambungan antar panel Geomembran dilakukan dengan cara pengelasan. Geomembran memiliki daya tahan terhadap cuaca, sinar ultraviolet, bahan kimia serta tahan terhadap korosi, minyak, asam, dan panas jamur yang biasanya terkandung dalam tanah sehingga sangat efektif bila digunakan untuk menahan rembesan.

1. Sejarah pembuatan geomembrane

Lembaran HDPE (*High density polyethylene*) mula – mula digunakan oleh Jerman pada tahun 1960, dan di bawa ke seluruh Eropa, Kemudian tersebar ke Afrika, Australia, Amerika Utara. Pada tahun yang sama geomembrane dengan Bahan PVC (*Polyvinyl Chloride*) juga telah digunakan di Amerika Serikat dan kemudiannya menyebar ke Kanada, bekas Kesatuan Soviet, Taiwan dan Eropa pada awal tahun 1980. Dari kedua bahan dasar pembuatan tersebut, lembaran geomembrane dari bahan HDPE memiliki daya tahan yang tinggi, dan dikembangkan hingga diperkenalkan ke China pada tahun 1992. Selepas hampir 20 tahun pembangunan, digunakan secara meluas dalam Berbagai proyek anti-rembesan utama seperti pada TPA dan pelapis anti rembesan yang banyak berhubungan dengan sat cair. (shendun waterproofing, 2017)

2. HDPE

Polietilena berdensitas tinggi (*High density polyethylene*, HDPE) adalah polietilena termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. Membutuhkan 1,75 kg minyak bumi (sebagai energi dan bahan baku) untuk membuat 1 kg HDPE. HDPE dapat didaur ulang, dan memiliki nomor 2 pada simbol daur ulang. Pada tahun 2007, volume produksi HDPE mencapai 30 ton. HDPE memiliki percabangan yang sangat sedikit, hal ini dikarenakan pemilihan

jenis katalis dalam produksinya (katalis Ziegler-Natta) dan kondisi reaksi. Karena percabangan yang sedikit, pipa HDPE memiliki kekuatan tensil dan gaya antar molekul yang tinggi. HDPE juga lebih keras dan bisa bertahan pada temperatur tinggi (120 °C). HDPE sangat tahan terhadap bahan kimia sehingga memiliki aplikasi yang luas, diantaranya. (Wikipedia).

HDPE adalah plastik PE yang molekulnya lebih padat. HDPE lebih keras, kuat dan sedikit lebih berat dibandingkan LDPE (low density polyethylene), tapi kurang lentur. Kepadatan massa-density polyethylene tinggi dapat berkisar 0,93-0,97 g/cm³. Meskipun kepadatan HDPE adalah hanya sedikit lebih tinggi dari low density polyethylene, HDPE memiliki sedikit percabangan, memberikan kekuatan tarik antar molekul yang jauh lebih kuat dari LDPE. Perbedaan dalam kekuatan melebihi perbedaan dalam kepadatan, memberikan kekuatan yang lebih tinggi HDPE tertentu. Hal ini juga lebih sulit dan lebih buram dan dapat menahan suhu agak lebih tinggi (120 ° C / 248 ° F untuk jangka pendek, 110 ° C / 230 ° F terus menerus). HDPE mengandung unsur-unsur kimia karbon dan hidrogen. (Permadi, 2010)

HDPE lebih ringan dari air, dan dapat dibentuk dengan mesin, dan disambung dengan pemanasan bertekanan tapi tidak mempergunakan lem. Bentuk HDPE seperti lilin, biji dan berwarna buram. Penggunaan UV-stabilizators (karbon hitam) meningkatkan ketahanan cuaca, tetapi mengubahnya hitam. Saat ini dikenal dengan istilah BODY COUTE. Beberapa jenis dapat digunakan dalam kontak dengan makanan (FOOD GRADE).

High-density polyethylene (HDPE) adalah termoplastik polietilena terbuat dari minyak bumi. Dibutuhkan 1,75 kilogram minyak (dalam hal energi dan bahan baku) untuk membuat satu kilogram HDPE. HDPE umumnya didaur ulang, dan memiliki nomor "2" sebagai simbol daur ulang. Pada tahun 2007, pasar HDPE global mencapai volume lebih dari 30 juta ton.

HDPE juga digunakan dalam bentuk lembaran untuk sanitasi landfill, dimana lembaran besar HDPE di sambung (las) untuk membentuk penghalang tahan kimia homogen, dengan maksud mencegah pencemaran tanah dan air tanah oleh Limbah cair dan limbah padat. Lembar HDPE sering disebut juga GEO MEMBRANE HDPE.

3. Fungsi Geomembran pada TPA

Manfaat dari pemasangan geomembran dan geotekstil sebagai pelapis dasar adalah untuk mengurangi mobilitas lindi ke dalam air tanah sehingga mencegah migrasi cemaran ke lingkungan, khususnya ke dalam air tanah. (Kementrian Pekerjaan Umum Dirjen cipta karya, Tata Cara Pembuatan TPA Buku 2. Tahun 2017).

4. Keuntungan Geomembran

- a. Biaya Epektif
- b. Ketahanan terhadap bahan kimia sangat baik
- c. Lapisan sangat kedap
- d. Ketahanan terhadap sinar ultraviolet dan terhadap kondisi cuaca
- e. Ketersediaan material dan kecepatan pengiriman
- f. Performa jangka panjang
- g. Kestabilan dimensi
- h. Kuat dan fleksibel
- i. Ketahanan terhadap mikro organisme
- j. Instalasi cepat dan mudah



Gambar 2. 2 Geomembran Dari Bahan HDPE

5. Aplikasi Geomembran

- a. Tempat Pemrosesan limbah industri
- b. Tempat Pemrosesan akhir sampah
- c. Kolam pengolahan air industri
- d. Penampungan air buangan
- e. Kolam buatan
- f. Secondary containment
- g. Kontrol air pada tanah ekspansif
- h. Lapis kedap pada danau
- i. Waduk agrikultur
- j. Terowongan
- k. Kanal irigasi dan drainase.

b) Geotekstil

Adalah produk Geotextile yang digunakan untuk aplikasi separator atau lapisan pemisah material timbunan tanah dan timbunan badan jalan. Digunakan pula untuk aplikasi stabilisasi jalan kereta api, silt fence, kontrol erosi, lapisan filtrasi system sub-drainase, untuk system proteksi material Geomembrane dan system proteksi material kedap air. Geobag digunakan pada aplikasi penahan gelombang lepas pantai, konstruksi groin, penampung dan dewatering material yang terkontaminasi. (Rekamata 2012).

Perbedaan antara Geotekstil dan Geomembran jelas terlihat dari bahan pembuatannya. Geomembran terbuat dari Bahan HDPE yang bersifat kedap air sedangkan geotekstil terbuat dari bahan kain dan bersifat menyerap air dengan kuat tarik tinggi yang juga berfungsi sebagai penyaring dan perlindungan pada geomembran.



Gambar 2. 3 Lapisan Geomembran dan Geotekstil TPA Larantuka

2.3.4 Kerikil/Kerakal

Dari Jurnal Geologi umum, Kerakal (cobble) adalah suatu massa batuan lepas yang agak membundar karena terabrasi selama terangkut dan memiliki diameter 64–256 mm. Kerakal hasil pelapukan in situ disebut kerakal exfoliasi (cobble of exfoliation). Kerikil (pebble) adalah suatu fragmen batuan yang lebih besar dari pasir kasar atau granul dan lebih kecil dari kerakal serta membundar atau agak membundar karena terabrasi oleh aksi air, angin, atau es. Jadi, diameter kerikil adalah 4–64 mm. (Lutfi, 2010)

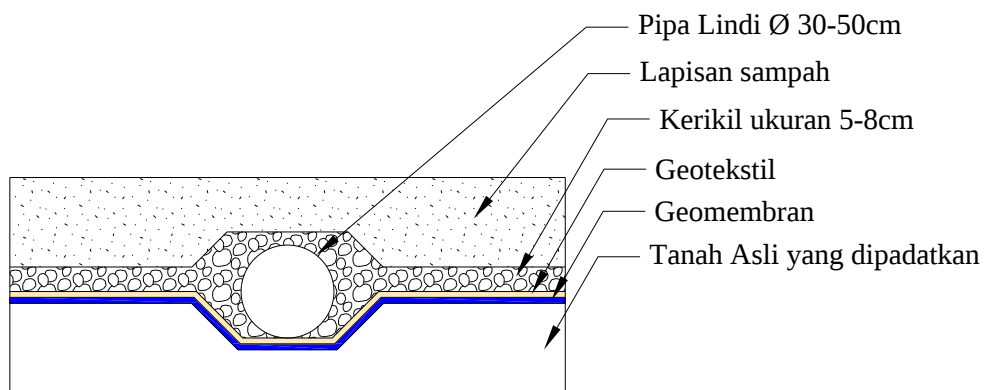
Akumulasi bongkah, kerakal, kerikil, atau kombinasi ketiganya dan tidak terkonsolidasi disebut gravel. Berdasarkan besar butir partikel dominannya, suatu gravel dapat disebut gravel bongkah (boulder gravel), gravel kerakal (cobble gravel), atau gravel kerikil (pebble gravel). Bentuk ekuivalen dari gravel, namun sudah terkonsolidasi, disebut konglomerat (conglomerate). Seperti juga gravel, konglomerat dapat berupa konglomerat bongkah (boulder conglomerate), konglomerat kerakal (cobble conglomerate), atau konglomerat kerikil (pebble conglomerate). (Lutfi, 2010)

Rubble adalah akumulasi fragmen batuan yang lebih kasar dari pasir, menyudut, dan belum terkonsolidasi. Bentuk ekuivalen dari rubble, namun telah terkonsolidasi, disebut breksi (breccia).

2.3.5 Pengolahan Lindi

Lindi (Lachate) cairan yang timbul sebagai limbah akibat masuknya air eksternal ke dalam urugan atau timbunan sampah, melarutkan dan membilas materi terlarut, termasuk juga materi organik hasil proses dekomposisi biologis. (Kementrian Pekerjaan Umum Dirjen cipta karya, Tata Cara Pembuatan TPA Buku 2. Dr.Ir.Andreas Suhono, M.Sc Desember 2015).

Kemiringan saluran pengumpul lindi antara 1 - 2 % dengan pengaliran secara gravitasi menuju instalasi pengolah lindi (IPL). Sistem penangkap lindi diarahkan menuju pipa berdiameter 200 mm untuk pipa lateral dan 300 mm untuk pipa manifold. Pertemuan antar pipa penangkap dengan pipa pengumpul dihubungkan sistem ventilisasi vertikal penangkap atau pengumpul gas.



Gambar 2. 4 Potongan Penempatan Pipa Lindi

Sistem Pengelolaan lindi untuk TPA terdiri atas:

1. Sistem pengumpul dan penyalur lindi
2. Sistem pengolahan lindi
3. Sistem resirkulasi lindi

Ketiga sistem ini dapat dikatakan saling berhubungan, seperti ditunjukkan dalam gambar 2.4

Sistem pengumpul dan pengolah lindi terdiri dari sub sistem perpipaan yaitu:

1. Pengumpul lindi: menangkap dan mengumpulkan lindi yang berada di daerah tangkapannya menuju penyalur lindi.

2. Penyalur lindi: menyalurkan lindi yang terkumpul menuju unit pengolah lindi perpipaan ini dapat pula berfungsi sebagai pengumpul lindi.

Sistem pengolah lindi terdiri dari sub sistem pengolahan, yaitu:

1. Kolam penyeimbang yang menangkap dan sebagai kolam stabilisasi sekaligus kolam anaerob dengan input mikroorganisme dari kolam seeding
2. Kolam Fakultatif atau dapat juga difungsikan sebagai Kolam Aerasi mekanis dengan pemasangan aerator
3. Kolam maturasi
4. Kolam kontrol/ lahan sanitasi.

Sistem resirkulasi lindi terdiri dari:

1. Bak penampung lindi
2. Pompa resirkulasi
3. Pipa fleksibel resirkulasi lindi.



Gambar 2. 5 Pipa Lindi TPA Larantuka

2.3.6 Bak IPL

Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) adalah sarana pengolahan lindi baik secara biologis, maupun secara fisika, atau kimia ataupun gabungan, yang harus dioperasikan secara konsisten sesuai SOP agar efluen dari sarana ini memenuhi baku-mutu yang berlaku. Tempat pengumpulan lindi umumnya berupa kolam penampung yang ukurannya dihitung berdasarkan debit lindi dan kemampuan unit pengolahannya. Aliran lindi ke dan dari kolam pengumpul secara gravitasi sangat

menguntungkan; namun bila topografi TPA tidak memungkinkan, dapat dilakukan dengan cara pemompaan. (Kementrian Pekerjaan Umum Dirjen cipta karya, Tata Cara Pembuatan TPA Buku 2. Dr.Ir.Andreas Suhono, M.Sc Desember 2015).

Unit pengolah lindi dilakukan perhitungan dengan pendekatan empiris. Unit pengolah lindi terdiri dari beberapa unit pengolah. Pada umumnya terdiri dari unit anaerobik, fakultatif, maturasi, wetland. Luas masing masing unit dapat menggunakan pendekatan berikut.

Tabel 2. 1 Pendekatan luas masing - masing unit pengolahan lindi

Unit Operasi Bangunan Pengolah Leachate	Luas Formula	Area Unit
Tangki anerobik	$1.232 \times 10^{-1} \times CH \times L_{UPS}$	m^2
Tangki fakultatif	$1.643 \times 10^{-1} \times CH \times L_{UPS}$	m^2
Tangki Aerobik	$1.643 \times 10^{-1} \times CH \times L_{UPS}$	m^2
Tangki Adsorbtion/wetland	$3.583 \times 10^{-1} \times CH \times L_{UPS}$	m^2
Total	$4.876 \times 10^{-1} \times CH \times L_{UPS}$	m^2

Catatan:

CH = Intensitas Curah Hujan (mm/tahun)

LUPS = luas sel (ha)

Waktu detensi dan kedalaman tangki : Anaerobik 30 hari dan 4 m, fakultatif (20 hari dan 2 m); aerobik (10 hari dan 1 m)

Sebagai ilustrasi dengan debit tersebut maka dimensi unit pengolahan limbah sebagai berikut.

$$a. \text{ Anaerobik : } \frac{65.753 \frac{m^3}{hari} \times 30 \text{ hari}}{4m} = 493.15m^2$$

$$b. \text{ Fakultatif : } \frac{65.753 \frac{m^3}{hari} \times 20 \text{ hari}}{2m} = 657.5m^2$$

$$c. \text{ Aerobik : } \frac{65.753 \frac{m^3}{hari} \times 10 \text{ hari}}{1m} = 657.5m^2$$

$$d. \text{ Wetland : } 2.18 \times \text{luas berdasarkan perhitungan beban hidraulik} \\ = 2.18 \times 65.753m^2 = 143.335m^2$$

Perhitungan Wetland :

Asumsi :

Konsentrasi COD leachate = 10.000 mg/liter ;

COD ke Wetland = 218,75 mg COD/liter

Luas wilayah atas dasar hydraulic loading (sand = 1 m/hari) :

$$= \frac{Q \text{ lindi}}{1 \text{ m/hari}} \frac{0.761 \frac{\text{liter}}{\text{detik}} \times 86.400 \frac{\text{detik}}{\text{hari}}}{1 \frac{\text{m}}{\text{hari}} \times 1.000 \frac{\text{m}^3}{\text{liter}}} = 65.750 \text{ m}^2$$

Total COD ke wetland = 218,75 mg COD/liter x Q lindi

= 218,75 mg COD/liter x 0,761 liter/det

= 166,468 mg COD/det

COD organic loading

$$\begin{aligned} & \frac{166.468 \frac{\text{COD}}{\text{Dtk}} \times 86.400 \frac{\text{detik}}{\text{hari}}}{1000.000 \frac{\text{m}^2}{\text{kg}}} \\ &= 0.218 \frac{\text{kg} \frac{\text{COD}}{\text{m}^2}}{\text{hari}} = \frac{0.218 \text{kg} \frac{\text{COD}}{\text{m}^2}}{0.1 \text{kg} \frac{\text{COD}}{\text{m}^2} / \text{hari}} \\ &= 2.18 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

Luas Wetland :

= 2.18 x Luas wetland berdasarkan perhitungan beban hidraulik

= 2.18 x 65.750 m² = 143.335m²

Apabila diketahui laju air 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 liter/detik dengan menggunakan rumus seperti langkah perhitungan sebelumnya, maka kebutuhan luas tiap unitnya dapat dilihat pada tabel 2.2 berikut:

Tabel 2. 2 Perhitungan luas unit IPL dengan variasi laju air

no	Laju air l/dt	Q harian m ³ /hari	Luas IPL unit (m ²)			
			Bak Anaerobik	Bak Fakultatif	Bak aerobik	Bak Wetland
1	0,2	17.28	129.6	172.8	172.8	37.67
2	0,4	34.56	259.2	345.6	345.6	75.34
3	0,6	51.84	388.8	518.4	518.4	113.01
4	0,8	69.12	518.4	691.2	691.2	150.68
5	1,0	86.40	648.0	864.0	864.0	188.25

Dari hasil perhitungan yang disajikan pada Tabel 2.2 menunjukkan bahwa semakin tinggi laju aliran lindi yang berpengaruh pada debit lindi harian maka semakin besar pula luas yang dibutuhkan setiap unit pengolahan untuk menampung lindi dari hasil pemrosesan akhir sampah.

2.3.7 Zona Penyangga

Zona penyangga adalah zona yang berfungsi sebagai penahan untuk mencegah dan mengurangi dampak keberadaan dan kegiatan-kegiatan TPA terhadap masyarakat yang melakukan kegiatan sehari-hari di kawasan sekitar TPA, dalam segi keselamatan, kesehatan, dan kenyamanan. Dimana hanya kegiatan-kegiatan yang sesuai dengan tujuan konservasi yang dapat dilakukan. Zona penyangga ini dapat berupa jalur hijau atau pagar tanaman di sekeliling TPA. Sedangkan zona budi daya terbatas adalah wilayah yang ditetapkan dengan fungsi utama untuk dibudidayakan atas dasar kondisi dan potensi sumber daya alam, sumber daya manusia, dan sumber daya buatan dengan batasan tertentu. (Kementrian Pekerjaan Umum Dirjen cipta karya, Tata Cara Pembuatan TPA Buku 2. Dr.Ir.Andreas Suhono, M.Sc Desember 2015).

Zona penyangga berfungsi untuk mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh kegiatan di lokasi TPA sampah terhadap lingkungan di sekitarnya. Selain itu penghijauan lahan TPA dengan zona penyangga juga dapat mencegah bau dan lalat di sekitar timbunan sampah yang berlebihan. Manfaat zona budi daya terbatas adalah memberikan ruang untuk kegiatan budi daya yang terbatas, yakni kegiatan budi daya yang berkaitan dengan TPA. Namun, zona budi daya terbatas dipersyaratkan untuk TPA dengan sistem selain pengurugan berlapis bersih/lahan urug saniter (*sanitary landfill*).

Daerah penyangga ini dapat berupa jalur hijau atau pagar tanaman disekeliling TPA, dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Jenis tanaman adalah tanaman tinggi dikombinasi dengan tanaman perdu yang mudah tumbuh dan rimbun.
2. Kerapatan pohon adalah 2–5 m untuk tanaman keras.
3. Lebar jalur hijau minimal 100m.

2.4 Efisiensi

Efisiensi merupakan suatu ukuran dalam membandingkan rencana penggunaan masukan dengan penggunaan yang direalisasikan atau perkataan lain penggunaan yang sebenarnya (Mulyamah 1987).

Efisiensi adalah perbandingan yang terbaik antara input (masukan) dan output (hasil antara keuntungan dengan sumber-sumber yang dipergunakan), seperti halnya juga hasil optimal yang dicapai dengan penggunaan sumber yang terbatas. Dengan kata lain hubungan antara apa yang telah diselesaikan SP (Hasibuan 1984).

Efisiensi adalah tingkat pengendalian biaya atau pengorbanan sumberdaya ekonomi yang diukur dalam satuan uang yang telah terjadi untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan (Mulyadi 1998).

Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) memberikan pengertian ketepatan cara (usaha, kerja) dalam menjalankan sesuatu (dengan tidak membuang waktu, tenaga, biaya); kedayagunaan; ketepatgunaan; kesangkilan, atau kemampuan menjalankan tugas dengan baik dan tepat (dengan tidak membuang waktu, tenaga, biaya) energi bagian energi yang disalurkan menjadi proses yang berguna.

2.4.1 Efisiensi Biaya

Efisiensi biaya produksi adalah hubungan perbandingan antara anggaran biaya produksi (input) dengan realisasi biaya produksi (output) (Syahu sugian 2006). Untuk mengetahui efisien atau tidaknya biaya produksi dilakukan dengan cara menghitung selisih antara anggaran dan realisasi.

Efisiensi merupakan suatu hal yang penting yang harus dilakukan oleh perusahaan untuk mencapai laba yang optimal. Konsep efisiensi berkaitan dengan seberapa jauh suatu proses mengkonsumsi masukan dibandingkan dengan standar atau sesuatu yang bisa dijadikan pembanding (Ulfah Fauziah Kompasiana 2013).

2.4.2 Efisiensi waktu

Efisiensi adalah tingkat kehematan dalam menggunakan sumber daya yang ada dalam rangka mencapai tujuan yang diinginkan. Efisiensi terbagi menjadi dua, yaitu efisiensi waktu dan efisiensi biaya. Efisiensi waktu adalah tingkat kehematan dalam hal waktu saat pelaksanaan hingga kapan proyek itu selesai. Sedangkan

efisiensi biaya adalah tingkat kehematan dan pengorbanan ekonomi yang dilakukan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan (Muchdoro 1997).

2.5 Analisa SWOT (*Strengths Weaknesses Opportunities Threats*)

SWOT adalah singkatan dari lingkungan internal *Strengthss* dan *Weaknessesses* serta lingkungan eksternal *Opportunities* dan *Threats* yang dihadapi dunia bisnis. Analisis SWOT membandingkan antara faktor eksternal Peluang (*Opportunities*) dan Ancaman (*Threats*) dengan faktor internal Kekuatan (*Strengths*) dan Kelemahan (*Weaknesses*) (Rangkuti 1997).

Menurut Robinson dan Pearce (1997) analisis SWOT merupakan salah satu komponen penting dalam manajemen strategik. Analisis SWOT ini mencakup faktor intern perusahaan. Dimana nantinya akan menghasilkan profil perusahaan sekaligus memahami dan mengidentifikasi kelemahan dan kekuatan organisasi. Kelemahan dan kekuatan ini kemudian akan dibandingkan dengan ancaman ekstern dan peluang sebagai dasar untuk menghasilkan opsi atau alternatif strategi lain.

Pendapat lain dikemukakan Rangkuti (1997) yang menyatakan bahwa pengertian swot adalah proses identifikasi berbagai faktor yang dilakukan secara sistematis agar bisa merumuskan strategi organisasi dengan tepat. Analisis dilakukan berdasarkan logika yang bisa mengoptimalkan kekuatan atau *Strengthss* serta peluang atau *Opportunities*. Tapi secara beriringan, analisis ini juga harus bisa meminimalkan ancaman atau *Threats* dan kelemahan atau *Weaknessesses*. Proses dalam pengambilan keputusan strategis diketahui memang selalu berhubungan langsung dengan kebijakan perusahaan, strategi, tujuan dan pengembangan misi. Artinya, perencanaan strategis harus menganalisa berbagai faktor strategis organisasi atau perusahaan mulai dari kekuatan, peluang, ancaman dan kelemahan. Tidak mengherankan jika analisa swot juga disebut dengan nama Analisis Situasi.

Pengertian analisis SWOT menurut Jogiyanto (2005) adalah suatu penilaian atas kelemahan-kelemahan dan kekuatan-kekuatan dari semua sumber daya yang dimiliki oleh organisasi. Hal ini juga mencakup tantangan yang akan dihadapi dan kesempatan eksternal ke depannya. Armstrong dan Kotler (2008) berpendapat bahwa pengertian analisis swot merupakan penilaian menyeluruh yang dilakukan terhadap kekuatan, peluang, kelemahan, dan juga ancaman suatu perusahaan. Kegiatan analisis ini sangat diperlukan agar perusahaan bisa

menentukan strategi yang akan dilakukan perusahaan. Baik strategi promosi, strategi penjualan dan lain sebagainya.

Model yang dipakai dalam tahap ini terdiri atas dua yaitu faktor strategi eksternal dan internal melalui pembobotan dan rating yang akan dilakukan dalam analisa SWOT dapat ditarik suatu kesimpulan menyangkut efisiensi dan efektivitas penggunaan material geomembran dan tanah lempung. Berikut adalah cara-cara penentuan skor dari faktor strategi eksternal dan internal.

2.5.1 Faktor Strategis Eksternal / EFAS (Eksternal Strategis Factor Analysis Summary).

Yang termasuk dalam faktor strategis eksternal adalah Peluang (*Oppurtunities*) dan ancaman (*Threats*). Faktor – faktor strategis eksternal dan internal meliputi sifat-sifat material dan waktu pelaksanaan yang telah diuraikan dalam analisa SWOT dibuat pembobotan penilaian dan scor yang akan di tampilkan dalam tabel berikut.

Tabel 2. 3 EFAS (Eksternal Strategic Factors Analysis Summary) Geomembran (sumber Analisis SWOT Freddy Rangkuti hal. 26)

No	Faktor - faktor strategis eksternal	Bobot (A)	Rating (B)	(AxB)	Keterangan
1	Peluang :				
a	Pemilihan lokasi/ penyesuaian kondisi tanah	0.1	4	0.4	Geomembran cocok untuk semua kondisi tanah
b	Kondisi cuaca saat pelaksanaan	0.1	4	0.4	Kondisi cuaca cukup berpengaruh namun pelaksanaan fisik masih bisa berjalan
c	Bahan pengganti beton dan tanah liat	0.1	3	0.3	Lebih praktis dalam fungsi kedap air jika dibanding tanah liat atau beton
d	Pemanfaatan sumberdaya	0.11	4	0.44	Tidak tergantung pada penggunaan alat berat hanya membutuhkan alat bantu dan tenaga kerja
e	Waktu penyelesaian pekerjaan	0.11	4	0.44	Waktu pelaksanaan lebih singkat, cepat selesai
f	Produksi perhari	0.11	3	0.33	Produksi per hari lebih tinggi sehingga waktu penyelesaian lebih singkat
g	Aplikasi material	0.1	3	0.3	Untuk konstruksi bidang pengairan dan berkaitan dengan rembesan

					geomembran merupakan pilihan yang tepat
2	Ancaman :				
a	Jarak angkut ke lokasi	0.09	2	0.18	Jarak angkut ke lokasi memberikan peluang pemilihan bahan lain terkait waktu dan biaya konstruksi
b	Kemungkinan muncul produk baru	0.09	3	0.27	Sejauh perkembangan dunia konstruksi belum ada produk baru penahan rembesan. Namun peluang muncul produk baru dengan kuat tarik yang lebih tinggi dan harga yang lebih terjangkau bisa terjadi
c	Stok material	0.09	1	0.09	Hanya tersedia pada distributor resmi di beberapa kota besar Indonesia
Total		1		3.15	

Tabel 2. 4 EFAS (Eksternal Strategic Factors Analysis Summary) Tanah Lempung
(sumber Analisis SWOT Freddy Rangkuti hal. 27)

No	Faktor - faktor strategis eksternal	Bobot (A)	Rating (B)	(AxB)	Keterangan
1	Peluang :				
a	Pemilihan lokasi/ penyesuaian kondisi tanah	0.1	1	0.1	Lokasi yang memiliki sifat lempung sangat cocok untuk pekerjaan konstruksi (embung dan waduk)
b	Kondisi cuaca saat pelaksanaan	0.1	1	0.1	Kondisi cuaca cukup berpengaruh pada saat pelaksanaan pemadatan
c	Bahan pengganti geomembran	0.1	2	0.2	Kemampuan menahan rembesan tergantung kualitas pemadatan dan kondisi material
d	Pemanfaatan sumberdaya	0.1	2	0.2	Banyak menggunakan alat berat dan tenaga kerja
e	Waktu penyelesaian pekerjaan	0.11	2	0.22	Waktu pelaksanaan lebih lama
f	Produksi perhari	0.11	3	0.33	Produksi per hari tergantung alat berat dan lebih kecil dibanding geomembran
g	Aplikasi material	0.1	2	0.2	Terbatas pada pekerjaan tanah seperti embung dan saluran tanah
2	Ancaman :				
a	Jarak angkut ke lokasi	0.09	2	0.18	Tidak semua lokasi memiliki sifat lempung sehingga ada kemungkinan mendatangkan tanah lempung dari lokasi lain

b	Kemungkinan muncul produk baru	0.09	1	0.09	Dengan adanya geomembran yang mampu menahan rembesan bisa menjadi peluang pengganti tanah lempung
c	Stok material	0.1	2	0.2	Terbatas tergantung pada kondisi tanah karena tercampur bahan organik lain seperti pasir dan bahan lapuk atau humus tanah tapi bisa diperoleh di lokasi
Total		1		1.82	

2.5.2 Penjelasan tabel EFAS

- A. Bobot pada kolom ke tiga dari masing masing faktor penilaian dimulai dari angka 1,0 (sangat penting) sampai dengan angka 0,0 (tidak penting) dengan total penjumlahan tidak melebihi angka 1. Faktor – faktor tersebut akan memberikan dampak terhadap faktor strategis.
- B. Hitungan rating dalam kolom ke empat untuk masing masing faktor dengan memberikan skala mulai dari 4 (*Outstanding*) sampai dengan angka 1 (*Poor*) berdasarkan pengaruh faktor tersebut pada kondisi material. Faktor dengan nilai peluang yang besar diberi rating 4 dan peluang kecil diberi rating 1. Pemberian rating pada ancaman adalah kebalikannya yaitu jika ancamannya besar diberi rating 1 dan jika ancamannya kecil ratingnya 4.
- C. Perkalian antara kolom ke 3 dan ke 4 (AXB) untuk memperoleh faktor pembobotan. Hasil dari perkalian merupakan skor pembobotan untuk masing masing faktor yang nilainya bervariasi mulai dari :
 - 3,0 - 4,0 (Sangat baik).
 - 2,0 – 3,0 (cukup).
 - 1,0 – 2,0 (kurang).
 - 0,0 – 1,0 (buruk).
- D. Kolom ke enam adalah komentar terhadap skor yang diberikan untuk masing masing faktor penilaian.
- E. Jumlah skor pembobotan pada kolom 5 menunjukkan total skor untuk masing masing material, sehingga menjadi angka perbandingan kedua material dari segi ancaman dan peluang. Pada total skor diatas geomembran memperoleh skor 3,15 dengan kategori sangat baik, sedangkan tanah lempung mendapat skor 1.82 dengan kategori kurang.

2.5.3 Faktor Strategis Internal / IFAS (Internal Strategis Factor Analysis Summary).

Tabel 2. 5 IFAS (Internal Strategic Factors Analysis Summary) Geomembran (sumber Analisis SWOT Freddy Rangkuti hal. 26)

no	Faktor - faktor strategis internal	Bobot (A)	Rating (B)	(AxB)	Keterangan
1	Kekuatan :				
a	Kemampuan menahan rembesan	0.2	4	0.8	Fungsi utama geomembran adalah menahan rembesan
b	Kemampuan menahan zat yang dihasilkan dari sampah	0.2	4	0.8	penahan rembesan pada TPA yang bisa menghasilkan zat - zat yang mencemari tanah
c	Daya tahan terhadap sinar UV (<i>Ultra violet</i>)	0.05	3	0.15	Mampu menahan sinar UV (<i>Ultra violet</i>) dengan terpapar secara langsung dalam jangka waktu lama
d	Proses Instalasi	0.12	4	0.48	Tidak tergantung pada penggunaan alat berat hanya membutuhkan alat bantu dan tenaga kerja
e	Perbaikan bahan yang rusak/sobek	0.05	4	0.2	Mudah dikerjakan dengan alat bantu penyambungan
f	Fleksibel	0.1	3	0.3	Mudah dibentuk pada berbagai dimensi
g	Mengandung polimer yang tidak mudah lapuk	0.11	3	0.33	Berbahan plastik yang tidak mudah hancur dan memiliki daya tahan puluhan tahun bahkan ratusan tahun
2	Kelemahan :				
a	Bahan fabrikasi	0.04	2	0.08	Tidak langsung tersedia di lokasi, bahan harus dipesan dari distributor
b	Bisa terbakar	0.03	1	0.03	Kemampuan menahan suhu tinggi namun bisa terbakar
c	harga bahan	0.1	3	0.3	Karena merupakan bahan fabrikasi maka harga lebih mahal dibanding material lokal seperti tanah liat
Total		1		3.47	

Tabel 2. 6 IFAS (Internal Strategic Factors Analysis Summary) Tanah Lempung (sumber Analisis SWOT Freddy Rangkuti hal. 27)

no	Faktor - faktor strategis internal	Bobot (A)	Rating (B)	(AxB)	Keterangan
1	Kekuatan :				
a	Kemampuan menahan rembesan	0.2	2	0.4	Tergantung pada kualitas pemadatan dan kondisi material

b	Kemampuan menahan zat yang dihasilkan dari sampah	0.2	2	0.4	Memiliki nilai permeabilitas rendah namun terbelah saat kondisi kering
c	Daya tahan terhadap sinar UV (<i>Ultra violet</i>)	0.05	3	0.15	Mampu menahan sinar UV (<i>Ultra violet</i>) dan terbelah pada saat kering
d	Proses Instalasi	0.12	1	0.12	Sangat tergantung pada penggunaan alat berat dan membutuhkan alat bantu dan tenaga kerja
e	Perbaikan bahan yang rusak	0.05	1	0.05	Pada saat retak rehabilitasi melibatkan banyak sumberdaya dan biaya perbaikan yang mahal
f	Fleksibel	0.1	3	0.3	Mudah dibentuk pada berbagai dimensi untuk perabotan rumah tangga
g	Manfaat lain dalam dunia konstruksi	0.11	3	0.33	untuk pembuatan batu bata dan perabot rumah tangga
2	Kelemahan :				
a	Kuat geser menurun saat basah	0.04	1	0.04	Kondisi tanah akan sangat licin dan dibutuhkan waktu untuk pengeringan kembali
b	Terbelah	0.03	1	0.03	Pada saat kering akan terbelah
c	harga bahan	0.1	3	0.3	Bahan mudah diperoleh di lokasi karena bukan merupakan bahan fabrikasi
Total		1		2.12	

2.5.4 Penjelasan tabel IFAS

- A. Bobot pada kolom ke tiga dari masing masing faktor penilaian dimulai dari angka 1,0 (sangat penting) sampai dengan angka 0,0 (tidak penting) dengan total penjumlahan tidak melebihi angka 1. Faktor – faktor tersebut akan memberikan dampak terhadap faktor strategis.
- B. Hitungan rating dalam kolom ke empat untuk masing masing faktor dengan memberikan skala mulai dari 4 (*Outstanding*) sampai dengan angka 1 (*Poor*) berdasarkan pengaruh faktor tersebut pada kondisi material. Faktor dengan nilai peluang yang besar diberi rating 4 dan peluang kecil diberi rating 1. Pemberian rating pada ancaman adalah kebalikannya yaitu jika ancamannya besar diberi rating 1 dan jika ancamannya kecil ratingnya 4.
- C. Perkalian antara kolom ke 3 dan ke 4 (AXB) untuk memperoleh faktor pembobotan. Hasil dari perkalian merupakan skor pembobotan untuk masing masing faktor yang nilainya bervariasi mulai dari :
 - 3,0 - 4,0 (Sangat baik).
 - 2,0 – 3,0 (cukup).
 - 1,0 – 2,0 (kurang).

0,0 – 1.0 (buruk).

- D. Kolom ke enam adalah komentar terhadap skor yang diberikan untuk masing masing faktor penilaian.
- E. Jumlah skor pembobotan pada kolom 5 menunjukkan total skor untuk masing masing material, sehingga menjadi angka perbandingan kedua material dari segi kekuatan dan kelemahan. Pada total skor diatas geomembran memperoleh skor 3,47 dengan kategori sangat baik, sedangkan tanah lempung mendapat skor 2.12 dengan kategori cukup.

2.6 Gambar

2.6.1 Gambar perencanaan

Gambar perencanaan Adalah gambar yang dihasilkan dari pemikiran dari para perencana seperti arsitek, engineerstruktur, mekanikal dan elektrikal. Gambar perencanaan merupakan imajinasi dari para perencana yang digunakan sebagai alat komunikasi dengan pemilik pekerjaan sehingga pemilik pekerjaan dapat mengetahui sejauh mana bangunan yang direncanakan tersebut memenuhi keinginan dan kebutuhannya. karena itu gambar perencanaan akan mengalami banyak perubahan hingga pada tahap yang sudah disepakati bersama atau bahkan hingga pemilik menemukan keinginannya. Gambar perencanaan belum memiliki detil yang cukup hingga layak untuk dijadikan acuan dalam proses pembangunan. Joko santoso 2016.

2.6.2 Gambar Tender

Gambar tender adalah gambar yang digunakan sebagai acuan dalam perhitungan Volume pekerjaan dalam proses pemilihan kontraktor. Gambar ini sudah lebih detil dari gambar perencanaan. kuran-ukuran penting sudah tertera dengan jelas, gambar-gambar pelengkap sudah tersedia, acuan-acuan untuk pembangunan juga sudah diberikan. Tujuannya adalah menunjang perhitungan yang cermat sesuai dengan spesifikasi yang diminta. Gambar ini mengikat terhadap penawaran yang sudah diberikan dan menjadi acuan terhadap klaim dalam tahap selanjutnya. Joko santoso 2016.

2.6.3 Gambar Konstruksi

Tahap selanjutnya setelah pemilihan kontraktor adalah memulai pembangunan (konstruksi) ntuk itu gambar ini diluncurkan, yang isinya

adalah penyempurnaan dari gambar tender. Penyempurnaan ini terjadi karena pada masa tender adakalanya antara uraian pekerjaan, spesifikasi teknis dan gambar terdapat perbedaan. Setelah disepakati pada saat tender (terangkum dalam berita acara rapat klarifikasi) maka perubahan yang terjadi dituangkan dalam gambar konstruksi ini. Gambar ini kemudian menjadi acuan bagi kontraktor untuk melaksanakan pekerjaan dan menjadi dasar juga untuk pelaksanaan yang dilimpahkan pada pihak ketiga. Joko santoso 2016.

2.6.4 Gambar kerja (shop drawing)

Shop drawing adalah Gambar teknik yang dibuat oleh kontraktor dalam pelaksanaan teknik konstruksi bangunan sebagai acuan dalam melaksanakan pekerjaan, pembuatanya mengacu pada gambar kontrak yang dibuat oleh konsultan perencanaan. Gambar dibuat dalam ukuran A3 atau lebih oleh drafter yang tertera dalam struktur organisasi Kontraktor. Ahadi – ilmusipil.com Mei 2017.

2.7 Data Lapangan

Data adalah keterangan yang benar dan nyata atau bahan nyata yang dapat dijadikan dasar kajian. Data Lapangan adalah kumpulan data yang diperoleh dengan cara melakukan pengukuran langsung (tidak menggunakan satelit). Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI).

Data hitung (*enumeration/counting data*) adalah hasil dari penghitungan atau jumlah perhitungan tertentu. Yang termasuk data hitung adalah persentase dari suatu jumlah pada data tertentu. Mencatat jumlah karyawan dalam suatu ruang kantor atau persentase dari karyawan dalam rang kantor akan memperoleh suatu data hitung. Ayoksinau Desember 2016.

Data ukur adalah data yang menunjukkan ukuran mengenai nilai sesuatu. Angka tertentu atau huruf tertentu yang diberikan oleh seorang pimpinan kepada seorang karyawab setelah memeriksa hasil pekerjaannya merupakan data ukur. Angka yang ditunjukan alat barometer atau thermometer adalah hasil proses pengukuran . Ayoksinau Desember 2016.

2.8 Jenis tanah dan pengertian

2.8.1 Pengertian

Tanah adalah suatu benda alami heterogen yang terdiri atas komponen - komponen padat, cair dan gas yang mempunyai sifat serta perilaku dinamis.

Tanah merupakan bagian penting dalam kehidupan manusia karena tanah merupakan sumber daya alam yang dapat memenuhi kebutuhan hidup yang diperlukan manusia dalam mempertahankan dan melangsungkan kehidupannya. Tanah dapat diartikan sebagai bagian teratas permukaan bumi yang merupakan tempat tumbuhnya tumbuh-tumbuhan dan tempat bermukimnya manusia dan makhluk hidup lainnya. (Arsyad, ditulis oleh Ensikloblogia 2016).

Dapat juga kita katakan bahwa definisi tanah adalah lapisan kulit bumi terluar yang merupakan hasil pelapukan dan pengendapan batuan yang banyak mengandung bahan organik maupun anorganik. Keadaan tanah pada umumnya berkenaan dengan nilai sumber dayanya terutama dari segi pemberdayaan tanah. (Ensikloblogia 2016).

2.8.2 Jenis – jenis tanah

Ada beragam jenis tanah yang ada di Indonesia dengan jenis yang berbeda – beda, karena perbedaan itu, maka berikut ini adalah penjelasan mengenai jenis-jenis tanah di Indonesia, persebarannya dan pemanfaatannya.

1. Tanah vulkanis/endosol

Jenis tanah ini banyak terdapat di daerah yang dekat dengan gunung api. Tanah ini terbentuk dari abu vulkanis yang telah mengalami pelapukan. Cirinya antara lain adalah sifatnya yang berbutir halus, mudah tertiup angin, dan jika terkena hujan, maka lapisan atas tanah menutup tanah sehingga tidak mudah terjadi erosi. Jenis tanah ini sangat subur sehingga dimanfaatkan sebagai lahan pertanian dan perkebunan. Tanah ini tersebar di wilayah Pulau Jawa bagian utara, Bali, Lombok, Kalimantan selatan dan Sumatera.

2. Tanah aluvial

Tanah alluvial sering pula disebut sebagai tanah endapan, yaitu berupa lumpur dan pasir halus yang terbawa oleh arus sungai, lalu diendapkan di dataran rendah, lembah, dan cekungan sepanjang daerah aliran sungai. Tanah jenis ini banyak dimanfaatkan sebagai lahan pertanian atau persawahan karena kondisi keasamannya yang sesuai dan letaknya di dataran rendah. Jenis tanah alluvial banyak

tersebar di wilayah Jawa bagian utara, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan dan Sumatera bagian timur.

3. Tanah laterit

Tanah laterit biasanya berwarna merah atau kekuningan. Tanah ini tergolong tidak subur dan miskin unsur hara. Jenis tanah ini tidak boleh dibiarkan begitu saja, melainkan dilakukan proses reboisasi agar bisa subur kembali. Jenis tanah ini tersebar di daerah Kalimantan Barat, Gunung Kidul, Pacitan, dan Banten. Jenis tanah ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri gerabah atau keramik.

4. Tanah latosol

Tanah litosol disebut juga tanah berbatu. Tanah ini terbentuk karena proses pelapukan batuan yang belum sempurna sehingga jenis tanah ini miskin unsur hara. Jenis tanah ini tersebar merata di seluruh wilayah Indonesia. Hanya sebagian dari tanah litosol yang bisa dimanfaatkan sebagai tempat untuk menanam tanaman keras, tegalan, palawija, dan padang rumput untuk makanan ternak.

5. Tanah gambut atau tanah organosol

Tanah gambut adalah tanah yang berasal dari bahan organik yang terbentuk karena genangan air, karena itu peredara udara di dalamnya sangat kurang dan proses penghancurannya menjadi tidak sempurna karena kekurangan unsur hara. Tanah gambut banyak digunakan sebagai persawahan pasang surut. Tanah ini tersebar di wilayah pantai timur Sumatera, Papua bagian selatan, Kalimantan Barat dan Kalimantan Selatan.

6. Tanah margel

Tanah mergel adalah jenis tanah yang mengandung bermacam-macam batuan karena proses penghancuran oleh air hujan yang tidak merata. Tanah ini terdiri atas batu kapur, pasir, dan tanah liat. Tanah ini subur dan terdapat di lereng-lereng pegunungan. Tanah ini banyak dimanfaatkan untuk menanam pohon jati dan banyak terdapat di daerah Kediri, Madiun, serta Nusa Tenggara.

7. Tanah Regosol

Tanah regosol merupakan jenis tanah yang berasal dari endapan abu vulkanis baru yang memiliki butiran-butiran kasar. Jenis tanah regosol banyak dijumpai di daerah Pulau Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Sumatera Bagian Timur dan Sumatera Bagian barat. Tanah regosol sangat sesuai untuk ditanami padi, palawija, tebu dan kelapa.

8. Tanah mediteran

Tanah kapur adalah jenis tanah yang batu induknya berasal dari gamping, abu gunung berapi, dan batuan endapan yang mengalami pelapukan. Pada umumnya jenis tanah ini kurang subur. Namun demikian, jenis tanah ini sangat cocok untuk ditanami pohon jati, palawija, dan lain-lain. Tanah kapur atau mediteran tersebar di wilayah Jawa Timur, Jawa Tengah, Sulawesi Tenggara, Nusa Tenggara, dan Sumatera Selatan.

9. Tanah grumusol atau tanah margalit

Tanah grumusol terbentuk dari batuan kapur dan batuan gunung api. Jenis tanah ini banyak terdapat di daerah yang memiliki curah hujan antara 1.000 mm sampai dengan 2.000 mm pertahun. Sifat tanah ini sangat berat sehingga mudah erosi dan longsor. Jenis tanah grumusol banyak terdapat di daerah Jawa Timur, Jawa Tengah, Sulawesi Selatan, Madura, dan Nusa Tenggara. Tanah grumusol banyak dimanfaatkan untuk ditanami kapas, jagung, kedelai, tebu, bahkan padi.

10. Tanah podzolit

Jenis tanah podzolit terbentuk di daerah yang memiliki curang hujan tinggi dengan suhu yang rendah. Warna tanah kuning kelabu. Di Indonesia jenis tanah ini tersebar di daerah pegunungan yang curah hujannya tinggi. Tanah podzolit tergolong tanah yang subur.

11. Tanah pasir

Tanah pasir terbentuk dari batuan beku dan batuan sedimen yang mengalami pelapukan. Ciri tanah pasir adalah berpasir, berkerikil dan

butirannya kasar. Tanahnya kurang subur sehingga tidak baik untuk pertanian. Di Indonesia jenis tanah ini banyak terdapat di pantai barat Sumatera, Sulawesi, dan Jawa Timur.

12. Tanah Humus

Tanah humus berasal dari tumbuh-tumbuhan yang telah mengalami pembusukan. Daun-daun yang jatuh ke tanah serta pohon-pohon yang telah mati mengalami pembusukan, sehingga akhirnya menjadi tanah. Pada hutan-hutan yang masih sangat lebat, bagian atas tanah terdiri dari tanah humus. Sifat tanah ini sangat subur. (Ensikloblogia 2016).

2.8.3 Tanah Lempung sebagai Lapisan Kedap

Dalam terminologi ilmiah, lempung adalah mineral asli yang mempunyai sifat plastis saat basah, dengan ukuran butir yang sangat halus dan mempunyai komposisi berupa hydrous aluminium dan magnesium silikat dalam jumlah yang besar. Batas atas ukuran butir untuk lempung umumnya adalah kurang dari 2 μm ($1\mu\text{m} = 0,000001\text{ m}$), meskipun ada klasifikasi yang menyatakan bahwa batas atas lempung adalah 0,005 m (ASTM).

Menurut Das. Braja (1988), satuan struktur dasar dari mineral lempung terdiri dari silika tetrahedron dan aluminium oktahedron. Satuan-satuan dasar tersebut bersatu membentuk struktur lembaran. Jenis-jenis mineral lempung tergantung dari komposisi susunan satuan struktur dasar atau tumpuan lembaran serta macam ikatan antara masing-masing lembaran. Jika ditinjau dari mineraloginya, lempung terdiri dari berbagai mineral penyusun, antara lain mineral lempung (kaolinite, montmorillonite dan illite group) dan mineral-mineral lain yang mempunyai ukuran sesuai dengan batasan yang ada (mika group, serpentine group)

Air sangat mempengaruhi sifat tanah lempung, karena butiran dari tanah lempung sangat halus, sehingga luas permukaan spesifikasinya menjadi lebih besar. Dalam suatu partikel lempung yang ideal, muatan positif dan negatif berada dalam posisi seimbang, selanjutnya terjadi substitusi isomorf dan kontinuitas perpecahan susunannya, sehingga terjadi muatan negatif pada permukaan

partikel kristal lempung. Salah satu cara untuk mengimbangi muatan negatif, partikel

tanah lempung menarik muatan positif (kation) dari garam yang ada di dalam air porinya. Hal ini disebut dengan pertukaran ion-ion.

Pertemuan antar molekul air dan partikel lempung akan menimbulkan lekatan yang sangat kuat, sebab air akan tertarik secara elektrik dan air akan berada disekitar partikel lempung yang disebut air lapisan ganda, yaitu air yang berada pada lapisan air resapan (lihat Gambar 1.8). Lapisan air inilah yang menimbulkan gaya tarik menarik antar partikel lempung yang disebut *unhindered moisture film*. Molekul bersifat dipolar, yang berarti memiliki muatan positif dan negatif pada ujung yang berlawanan, sehingga dapat tertarik oleh permukaan lempung secara elektrik dalam 3 kasus, yaitu :

1. Tarikan antar permukaan negatif dan partikel lempung dengan ujung positif dipolar.
2. Tarikan antara kation-kation dalam lapisan ganda dengan muatan negatif dari ujung dipolar. Kation-kation ini tertarik oleh permukaan partikel lempung yang bermuatan negatif.
3. Andil atom-atom hidrogen dalam molekul air, yaitu ikatan hidrogen antara atom oksigen dalam molekul-molekul air.

2.9 Sondir

Sondir merupakan kegiatan untuk uji tanah, guna mengetahui karakteristik tanah, rencana lokasi TPA, terutama untuk mengetahui tanah keras. Sondir ada dua jenis yaitu sondir ringan dengan kapasitas 0-250 kg/cm² dan sondir berat dengan kapasitas 0-600 kg/cm². Uji sondir digunakan untuk menentukan daya dukung tanah agar bangunan pada rencana TPA tidak mengalami amblesan atau pergeseran. (Kementrian Pekerjaan Umum Dirjen cipta karya, Tata Cara Pembuatan TPA Buku 1. Dr.Ir.Andreas Suhono, M.Sc Desember 2015).

Manfaat dilakukannya uji sondir adalah informasi tentang daya dukung tanah pada setiap lapisan, ketebalan lapisan tanah dan daya dukungnya, kedudukan tanah keras sesuai dengan kebutuhan daya dukung. Hasil sondir juga akan menentukan perlu tidaknya rekayasa teknologi untuk meningkatkan daya dukung tanah, sesuai dengan kebutuhan konstruksi.

2.9.1 Tata Cara penentuan Titik Sondir

Penentuan jumlah titik sondir ditentukan berdasarkan karakteristik lahan yang menjadi lokasi rencana TPA. Pertimbangan yang digunakan sebagai dasar dalam penentuan titik pengambilan sampel adalah keterwakilan dan efisiensi. Beberapa lokasi yang harus dilakukan uji sondir dan boring adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 7 Tabel Penentuan Titik Sampling Sondir

no	Titik Pengambilan Sampel	Jumlah Titik Sampling	Keperluan	Keterangan
1	Rencana Landfill	Minimal 3 titik	Menentukan tinggi penumpukan sampah di sel	Agar dapat dilakukan interpolasi
		Tiap Ha 1 titik	Mengantisipasi luas lahan yang cukup besar	
2	Bangunan Pengolah Lindi	Minimal 1 titik	Menentukan perlu tidaknya rekayasa daya dukung	
3	Bangunan pendukung	Minimal 1 titik	Menentukan perlu tidaknya rekayasa daya dukung	
4	Rencana Jalan	Minimal 1 titik setiap 150 m	Menentukan perlu tidaknya rekayasa daya dukung	
Jumlah		Minimal 6 titik		

2.9.2 Tata cara sondir

1. Persiapkan rencana lokasi untuk sondir dalam peta situasi hasil pengukuran.
2. Tentukan minimal 6 (enam) titik pengambilan yang mewakili karakteristik rencana lokasi TPA.
3. Lakukan intepretasi hasil sondir dengan interpolasi titik triangulasi
4. Persiapkan Peralatan Sondir.

- a. Sondir ringan (1,5 ton).
 - b. Seperangkat pipa sondir lengkap dengan batang dalam, sesuai kebutuhan dengan panjang masing-masing 1 meter.
 - c. Bikonus Dua buah angker dan ambang besi sebagai pedal.
 - d. Dua buah manometer pengukur dengan tahanan masing-masing 0-50 kg/cm² dan 0-150 kg/cm².
 - e. Kunci-kunci pipa, alat-alat pembersih, oli, minyak hidrolik (SAE 10).
5. Ikuti Prosedur Penelitian Sondir.
- a) Bersihkan tanah tempat penelitian dari rumput, kayu dan material lain yang mengganggu lalu datarkan.
 - b) Tanamkan kedua angker kedalam tanah secara kuat dengan jarak kira-kira 1 s.d. 1,5 meter satu sama lain, di tempat yang akan diselidiki. Letakkan mesin sondir dan atur kedudukannya pada pelat penahan sedemikian rupa sehingga vertical terhadap tanah.
 - c) Isikan oli SAE 10 ke tabung minyak hidrolik pada mesin sondir sampai penuh, sehingga bebas dari gelembung udara, baut penutup tangki minyak hidrolik harus diberi lapisan pengedap (dapat digunakan TBA).
 - d) Bikonus dipasang pada ujung pipa sondir, kemudian dihubungkan dengan mesin sondir.
 - e) Lakukan penetrasi sondir dengan memutar engkol pemutar sampai kedalaman 20 cm dan titik nol sondir harus diikat terhadap suatu titik tetap. Karenanya pada pipa sondir terlebih dahulu ditandai setiap 20 cm.
 - f) Dari titik tetap, engkol diputar secara konstan, pada saat ujung konus turun ke dalam tanah kira-kira 4 cm (diperkirakan dengan melihat batang dalam pipa sandir kira-kira 4 cm) lakukan pembacaan manometer. Catat sebagai pembacaan penetrasi konus (**qc**).
 - g) Penekanan selanjutnya akan menggerakakan konus beserta selubung sedalam 8cm, bacalah manometer sebagai hasil dari jumlah perlawanan (**qt**) yaitu perlawanan penetrasi konus (**qc**) dan hambatan lekat (**qt**).
 - h) Turunkan pipa sampai kedalaman berikutnya sesuai dengan yang telah ditandai pada pipa sondir (biasanya dilakukan setiap kedalaman (20 cm). Lakukan pembacaan manometer seperti prosedur percobaan diatas.

- i) Percobaan dihentikan sampai ditemukannya lapisan tanah keras (tekanan manometer tiga kali berturut-berturut melebihi 150 kg/cm atau (kedalaman maksimum 30 m).

2.10 Boring

Boring adalah kegiatan untuk penyelidikan material penyusun lapisan tanah, jenis dan sifat-sifat tanah. Boring dilakukan dengan melakukan pengeboran dengan metode *hand auger* (manual) yang mampu mencapai kedalaman sampai 5-6 meter. Kedalaman lebih dari 5-6 meter dilakukan dengan sistem mekanik. Pada umumnya bila akan direncanakan dengan pemasangan pile foundation, dibutuhkan kedalaman lebih dari 6 meter, digunakan sistem mekanik. (Kementrian Pekerjaan Umum Dirjen cipta karya, Tata Cara Pembuatan TPA Buku 1, Dr.Ir.Andreas Suhono, M.Sc Desember 2015).

Manfaat dilakukan uji boring adalah didapatkannya informasi tentang material penyusun lapisan tanah, spesifik gravity (berat jenis), porositas tanah, jenis material tanah. Informasi tersebut sangat dibutuhkan dalam menentukan perlu tidaknya rekayasa teknologi untuk meningkatkan permeabilitas tanah, dengan penambahan lapisan penutup (geomembran).

Penentuan jumlah titik boring ditentukan berdasarkan karakteristik lahan yang menjadi lokasi rencana TPA. Pertimbangan yang digunakan sebagai dasar dalam penentuan titik pengambilan sampel adalah keterwakilan dan efisiensi. Beberapa lokasi yang harus dilakukan uji sondir dan boring adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 8 Penentuan Titik Sampling Boring

no	Titik Pengambilan Sampel	Jumlah Titik Sampling	Keperluan	Keterangan
1	Rencana Landfill	Menentukan laju infiltrasi lindi dan perlu tidaknya rekasa lingkungan untuk penanggulangan lindi	Agar dapat dilakukan interpolasi	Agar dapat dilakukan interpolasi
		Tiap Ha 1 titik	Mengantisipasi luas	

			lahan yang cukup besar	
	Jumlah	Minimal 3 titik		

2.10.1 Tata Cara Boring

1. Persiapkan rencana lokasi untuk boring dalam peta situasi hasil pengukuran
2. Tentukan minimal 3 (tiga) titik pengambilan yang mewakili karakteristik rencana lokasi TPA
3. Lakukan intepretasi hasil sondir dengan interpolasi titik triangulasi
4. Ambil Contoh tanah asli dapat diperoleh dengan menggunakan tabung sampel (tube sampler), tabung belah (split spoon sampler), ataupun contoh tanah berbentuk kubus (block samples).
5. Tetapkan metode pengambilan contoh tanah, yaitu melalui pembuatan sumur uji (Test Pit) dan pemboran dangkal/tangan (Shallow/Hand Boring). Tidak termasuk dalam kegiatan ini yaitu pengambilan contoh tanah melalui pemboran dalam (Deep Boring) dengan menggunakan bor mesin (Boring Machine).
6. Persiapkan Peralatan pendukung:
 - a. Mata bor (Posthol Auger) dan pipa-pipa bor dengan panjang satu meter yang dapat disambung satu sama lain.
 - b. Tabung silinder (Shelby) untuk pengambilan contoh/sampel dengan perlengkapannya (Stick Apparatus).
 - c. Kunci Inggris, kunci pipa dan kunci-kunci bantu lainnya.
 - d. Hammer dengan massa 5 kg
 - e. Perlengkapan lain seperti stiker label, formulir profil bor, lilin, kantong sampel
7. Lakukan Prosedur Penelitian Boring
 - a. Titik pengeboran harus dekat dengan lokasi penyondiran.
 - b. Bersihkan lokasi dari rumput-rumputan dan drad-drad pada stang bor.
 - c. Pasang mata bor pada pipa (stang bor) dengan kuat.

- d. Tanamkan bor pada titik pengeboran yang telah ditentukan, dengan memutar tangkai pemutar sambil member pemberat agar mata bor masuk ke dalam tanah.
- e. Pengeboran dilakukan pada setiap kedalaman 20 cm atau kira-kira mata bor sudah terisi tanah. Kemudian mata bor dicabut dan tanah dikeluarkan untuk dideskripsikan secara visual.
- f. Ulangi pengeboran sampai tercapai kedalaman maksimum yang dikendaki.
- g. Jika menggunakan casing, casing dibenamkan tidak boleh melebihi permukaan tanah yang telah di bor.

2.11 Bangunan Penunjang TPA

Tata cara perencanaan bangunan pendukung merupakan penunjang yang digunakan untuk operasional TPA. Bangunan penunjang terdiri dari unit sebagai berikut :

- a) Pagar
- b) Gapura
- c) Kantor
- d) Sarana air bersih-listrik-sanitasi
- e) Tempat cuci alat berat/truk sampah
- f) Hanggar alat berat
- g) Laboratorium

Bangunan penunjang direncanakan dengan pendekatan sebagai berikut :

1. Kearifan lokal, artinya bangunan pendukung memiliki bentuk dan arsitektural sesuai dengan tata arsitektural local.
2. Memiliki fungsi yang optimal sebagai ruang pendukung operasional
3. Kantor sedapat mungkin bisa mengakomodasi kebutuhan jumlah orang yang akan bekerja pada TPA tersebut.
4. Sarana air bersih, listrik dan sanitasi, sedapat mungkin mampu memenuhi kebutuhan operasional kantor. Bila sumber air bersih jauh dari jaringan perpipaan PDAM maka dapat menggunakan sumber air sekitar TPA, berupa mata air maupun air tanah. Listrik dapat berasal dari PLN atau bila sudah ada pemanfaatan gas, dapat dipenuhi dari listrik yang dihasilkan.

Sarana sanitasi terutama untuk mendukung bila pegawai yang operasional di TPA tersebut.

5. Hanggar alat berat dan tempat cuci alat berat ditenpatkan pada zone perkantoran, dengan mempertimbangkan jumlah dan jenis alat berat yang akan diadakan untuk menunjang TPA.
6. Unit Laboratorium pada lokasi TPA merupakan salah satu alternatif. Bila tidak efisien maka unit laboratorium bisa menggunakan jasa lab yang merupakan laboratorium rujukan dan terakreditasi.