

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perencanaan Terdahulu

Perencanaan yang sudah ada digunakan penulis sebagai bahan kajian dan pembandingan di dalam perencanaan tempat pemrosesan akhir regional menggunakan metode sanitary landfill ini disajikan hasil dibawah ini sebagai berikut:

Perencanaan TPA secara Sanitary Landfill dengan judul “ Perencanaan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah Dengan Menggunakan Metode *Sanitary Landfill* (Studi kasus : TPA Randuagung Kabupaten Malang)” yang diteliti oleh M Rijalurrahman dari Universitas Muhammadiyah Malang pada tahun 2017, diketahui bahwa TPA Randuagung merupakan tempat pembuangan akhir yang masih beroperasi. Teknik pengoperasian pada tempat pembuangan ini masih menggunakan sistem open dumping atau membuang secara langsung ke lokasi tanpa adanya penutup sampah. daerah yang terlayani dari pengoperasian tpa tersebut meliputi 4 kecamatan yang terdiri dari Kecamatan Karangploso, Lawang, Singosari serta Kecamatan Dau. Sistem yang digunakan dalam pengoperasian tempat pembuangan akhir tersebut, saat ini sudah tidak layak karena memiliki banyak kekurangan dan dampak buruk terhadap lingkungan sekitar TPA. Dengan luas lahan sebesar 17,65 Ha, maka perencanaan untuk mengembangkan tpa ini menuju ke sistem lahan urug saniter perlu direncanakan. Pengembangan TPA randuagung terdiri dari rencana fase berjumlah 3 dengan luas masing – masing sebesar 60, fase yang direncanakan tersebut diasumsikan dapat mengkondisikan permasalahan sampah pada daerah yang terlayani selama 10 tahun periode yang direncanakan. Kondisi kestabilan sampah terhadap lereng dinilai amaa, hal tersebut diketahui dari perhitungan yang dilakukan dan didapatkan nilai stabilitas sebesar 1,6. Sistem jaringan pipa gas dibuat vertikal dan horizontal. Pada perencanaan sistem jaringan pipa air lindi, digunakan metode tulang ikan dengan menaruh pipa sekunde di kanan dan kiri serta ditengahnya diletakan pipa sekunder. Terdapat kolam penampung sementara dengan dimensi panjang 25 m lebar 21 m dengan kedalaman kolam 5 m dengan debit leachate yang mengalir sebesar $0,00984 \text{ m}^3/\text{dt}$. Setelahnya air lindi dialirkan

menuju kolam stabilisasi yang menetralkan air limbah yang nantinya dapat dialirkan menuju sungai terdekat. Kolam IPAL yang direncanakan antara lain kolam stabilisasi, kolam aerasi dan kolam maturasi.

2.2 Pengertian Sampah

Mengacu pada UU NO.18 Tahun 2008 Sampah merupakan sesuatu berbentuk padat yang sudah digunakan oleh manusia yang karena memiliki nilai guna. Sampah merupakan limbah padat yang dikategorikan dalam dua jenis organik dan non organik yang sudah tidak memiliki nilai guna. Dengan demikian perlu adanya pengelolaan dengan baik, hal tersebut berlandaskan pada SNI 19-2454-2002 tentang tata cara teknik pengelolaan sampah diperkotaan.

Sampah harus dikelola dengan terstruktur, eksploratif serta berkelanjutan. Kegiatan tersebut bertujuan agar volume sampah yang ada dapat berkurang dan tertangani dengan baik pengertian tersebut berlandaskan pada UU NO.18 Tahun 2008. Pengelolaan sampah dikategorikan berdasarkan kriteria yang meliputi :

a. Limbah rumah tangga

Limbah yang berasal dari aktivitas yang dikerjakan didalam rumah. Tidak meliputi sampah spesifik dan kotoran manusia.

b. Sampah spesifik

Limbah tersebut terbagi kedalam sejumlah kategori seperti dibawah ini :

- Memiliki kandungan racun dan membahayakan
- Terjadi dari pengaruh bencana
- Sisa material pembangunan
- Sampah residu
- Periodic sampah yang tidak teratur

2.3 Timbulan Sampah

Berdasarkan Badan Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-2454-2002 definisi timbulan sampah yaitu nilai kuantitas jumlah limbah tertimbun, berasal dari populasi penduduk yang memiliki kapasitas dalam hitungan perkapita dalam satu hari. Data timbulan sampah digunakan sebagai menentukan fasilitas unit tempat pemrosesan akhir sampah secara *sanitary landfill* yang terdiri dari luas lahan urug saniter, kolam air lindi, pemipaan gas *methane* dan saluran drainase. Besaran-

besaran timbulan sampah yang ditentukan berdasarkan komponen sumber sampah tersaji pada Tabel 2.1, sedangkan untuk besaran-besaran timbulan sampah berdasarkan klasifikasi kota tersaji pada bagan nomor 2.2 .

Tabel 2. 1 Besaran Timbulan Sampah Berdasarkan Sumber Sampah

No.	Komponen Sumber Sampah	Satuan	Volume (liter)	Berat (Kg)
1.	Rumah permanen	Per orang/hari	2,25 – 2,50	0,35 – 0,40
2.	Rumah semi permanen	Per orang/hari	2,00 – 2,25	0,30 – 0,35
3.	Rumah non permanen	Per orang/hari	1,72 – 2,00	0,25 – 0,30
4.	Kantor	Per orang/hari	0,50 – 0,75	0,025 – 0,10
5.	Toko atau ruko	Per orang/hari	2,50 – 3,00	0,15 – 0,35
6.	Sekolah	Per orang/hari	0,10 – 0,15	0,01 – 0,02
7.	Jalan arteri sekunder	Per orang/hari	0,10 – 0,15	0,02 – 0,10
8.	Jalan kolektor sekunder	Per orang/hari	0,10 – 0,15	0,01 – 0,05
9.	Jalan lokal	Per orang/hari	0,05 – 0,10	0,005 – 0,025
10.	Pasar	Per orang/hari	0,20 – 0,60	0,10 – 0,300

Sumber: Damanhuri dan Padmi, 2010

Tabel 2. 2 Besaran Timbulan Sampah Berdasarkan Klasifikasi Kota

1	Kota besar (500000 sampai 1.000000 jiwa)	2.75 - 3.25	0.7 – 0.8
2	Kota sedang (100000 sampai 500000 jiwa)	2.75 - 3.25	0.7 – 0.8
3	Kota kecil (20000 sampai 100000 jiwa)	2.50 - 2.75	0.6 – 0.7

Sumber : Modul 1, Direktur Pengembangan PLP, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum (2011: 17)

2.3.1 Sumber Sampah

Berlandaskan pada (Damanhuri & Padmi, 2010) Sumber limbah merupakan tempat penghasil sampah yang mana sampah berasal dari kegiatan-kegiatan rumah tangga, tempat atau area komersil, pasar, taman, dan kegiatan lain yang dianggap dapat menghasilkan sampah. limbah dalam rumah ataupun terjadi dari masyarakat bisa saja mengandung limbah berbahaya misalnya, minyak rem, baterai, oli, obat nyamuk, sisa pestisida tanaman dan limbah berbahaya lainnya.

Dalam Diktat Pengelolaan Sampah (Damanhuri & Padmi : 2010) sampah dihasilkan terbagi dari beberapa sumber limbah yang meliputi:

a. Limbah permukiman

Terkategori kedalam sampah yang terbentuk dari material sisa kegiatan didalam rumah dalam skala kecil maupun skala besar. Materilah limbah tersebut meliputi sampah organik dan non organik.

b. limbah komersil

merupaka limbah yang dihasilkan oleh proses perdagangan perkotaan seperti pertokoan, bisnis makanan, perkantoran, pasar tradisional, perhotelan serta bangunan dan masih banyak lagi. Limbah komersil banyak mengandung bahan organik dan non organik seperti pada limbah permukiman

c. Limbah kelembagaan

Berasal dari aktivitas yang terjadi lembaga pembelajaran, kantor lembaga pemerintahan, lembaga kesehatan, tempat lembaga pemasyarakatan dan lain – lain. Penangan khusus dilakukan terhadap sampah yang dihasilkan oleh lembaga kesehatan karena merupakan sampah yang tidak dapat didaur ulang atau biasa disebut dengan sampah residu.

d. Limbah pembangunan

Sisa material pembangunan yang sudah tidak berguna yang terjadi dari aktivitas pembangunan gedung, perbaikan terhadap jalan rusak dan pembangunan yang lainnya. Limbah yang dihasilkan dari pembangunan meliputi sisa potongan kayu, cor – coran, blanki sisa pengaspalan jalan, sak semen, potongan besi dan

sebagainya. Sebagian limbah tersebut dapat didaur ulang seperti limbah potongan kayu yang dapat dimanfaatkan sebagai arang.

e. Limbah tempat umum

Limbah yang berasal dari aktivitas pelayanan ditempat umum. Sampah tersebut terjadi dalam kegiatan yang berada di tempat wisata, stadion, rumah ibadah dan lain sebagainya. Jenis sampah yang dihasilkan merupakan sampah organik.

f. Limbah industri

Merupakan limbah yang terjadi akibat adanya aktivitas pengolahan instalasi seperti dalam instalasi perencanaan air bersih, hasil sanitasi dan limbah pabrik. Sampah instalasi tersebut adalah suatu limbah yang telah melalui proses pengolahan yang nantinya akan terbuang melalui saluran yang telah direncanakan. Oleh karena itu sampah tersebut terminimalisir oleh proses pengolahan agar tidak mencemari dan memiliki dampak bahaya terhadap lingkungan.

g. Limbah pertanian dan perkebunan

Limbah hasil pertanian dan perkebunan meliputi ijuk, buah yang sudah busuk, sayur yang sudah busuk dan masih banyak yang lainnya. Sampah – sampah ini umumnya dapat diproses menjadi pupuk kompos yang kemudian dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pemupukan ke tanaman organik

2.3.2 Pengukuran Jumlah Timbulan Sampah

Mengacu pada (SNI 19 – 3964 1994 : 08) proses pengumpulan dan pengukuran sampah dilakukan cara survey langsung selama 8 hari secara terus menerus. Survey tersebut dikerjakan berdasarkan penentuan sampel mengacu pada kategori jenis rumah yang akan disurvei. Dengan demikian setelah sampah terkumpul kemudian dilakukan penimbangan untuk mengetahui berat sampah.

Banyaknya sampah yang diperoleh dari aktivitas manusia dipengaruhi akibat banyaknya populasi yang mengakibatkan terjadinya pertambahan volume sampah dari 1 orang/hari. Oleh karena itu, pada perhitungan volume sampah

diperlukan perkiraan proyeksi pertambahan penduduk untuk mengetahui luas lahan yang akan direncanakan nantinya.

Berdasarkan SNI 19-3964-1994: 14 hasil survey yang dilakukan selama 8 hari diperoleh data data berat sampah per orang. Perhitungan volume sampah digunakan unntuk mengetahui rata – rata dari wilayah yang akan direncanakan. Perhitungan dari sampel sampah deikerjakan dengan rumus Persamaan berikut:

$$S = Cd \sqrt{P} s$$

Dengan : S = total populasi (jiwa)

Cd = koefisien perumahan

Cd = 1 (Kota besar / metropolitan, Penduduk \geq 500.000 Jiwa)

Cd = 0,5 (Kota sedang / kecil / IKK , Penduduk \leq 500.000 Jiwa)

Ps = Populasi (jiwa)

$$K = \frac{S}{N}$$

Dimana : K = Total populasi (KK)

N = total penghuni = 5

Perhitungan jumlah sampel sampah dapat dilakukan dengan membagi kriteria rumah yang akan disurvey menjadi 3. Penentuan tersebut dapat dilakukan berdasarkan jenis rumah yang dapat dilihat seperti dibawah ini :

- a. Rumah permanen = (S1 × K) N
- b. Rumah semi permanen = (S2 x K) N
- c. Rumah non permanen = (S3 x K) N

Dimana:

S1= Akumulasi 25% dari jumlah KK dalam rumah permanen

S2= Akumulasi 30% dari jumlah KK dalam rumah semi permanen

S3= Akumulasi 25% dari Jumlah KK dalam rumah non permanen

S = Banyaknya penghuni rumah

N = Total penghuni per kk

K = Total Keseluruhan kk

Besarnya timbulan sampah yang dihasilkan dipengaruhi oleh jumlah penduduk dan laju produksi sampah per orang per harinya. Sehingga untuk memperkirakan volume timbulan sampah sampai akhir periode desain diperlukan pula

memperkirakan jumlah penduduk yang dilayani hingga akhir tahun periode desain tersebut, yaitu selama 10 tahun ke depan.

2.3.3 Komposisi Timbulan Sampah

Komponen sampah terpisah menjadi beberapa bagian yang dapat dinyatakan kedalam satuan berat menurut jenisnya. Komponen tersebut ditentukan dengan pengukuran berdasarkan perencanaan yang akan dikerjakan. Pengukuran dapat dikerjakan dengan mengelompokkan berdasarkan jenis. Dengan demikian dapat diketahui volume sampah yang diperoleh. Contoh pengukuran tersaji dalam beberapa langkah - langkah seperti dibawah ini:

- Masukkan sampel sampah kedalam box ukur
- Kelompokkan sesuai dengan jenis sampah
- Perhitungan jenis sampah didapatkan:

$$\frac{\text{Jenis Sampah (kg)}}{\text{Berat sampah(100 kg)}} \times 100\%$$

(Modul 1, Direktur Pengembangan PLP, Dirjen Ciptaker 2011: 22)

- Penimbangan

Berdasarkan SNI 19-3964-1994: 3, pengelompokan jenis sampah diketahui berdasarkan material asalnya meliputi, makanan sisa, kertas, kayu, tekstil, karet, plastik, logam, besi, kaca dan sampah residu. Jenis dan sifat -sifat sampah menggambarkan keanekaragaman aktivitas manusia.

Sampah yang dikelompokkan dapat ditentukan berdasarkan jenis sampah. jenis sampah tersebut dapat dikelompokkan berdasakan berat dan persentasenya. Dengan demikian perhitungan dapat dilakukan dengan baik dan sebagian jenis sampah dapat diolah menyesuaikan kebutuhan daur ulang. Kriteria jenis sampah disajikan di tabel 2.2

Tabel 2. 3 kriteria Komposisi Sampah Domestic (%Berat Basah)

Jenis sampah	Rumah berpendapatan rendah (%)	Rumah berpendapatan sedang (%)	Rumah berpendapatan tinggi (%)
Kertas	1 - 10	15 - 40	15 - 40

Kaca, Keramik	1 - 10	1 - 10	4 - 10
Logam	1 - 5	1 - 5	3 - 13
Plastik	1 - 5	2 - 6	2 - 10
Kulit, Karet	1 - 5	0	0
Kayu	1 - 5	0	0
Tekstil	1 - 5	2 - 10	2 - 10
Sisa makanan	40 - 85	20 - 65	20 - 50
Lain-lain	1 - 40	1 - 30	1 - 20

Sumber: Modul 1, DPPLP, Dirjen PPL, Kemen PU 2011: 20

2.4 Sanitary Landfill

Tempat pembuangan sampah di Indonesia memiliki beragam metode, salah satunya adalah metode *sanitary landfill*. *Sanitary landfill* atau lahan urug saniter merupakan metode yang digunakan dalam pengolahan akhir limbah. cara kerja metode yang digunakan adalah penimbunan terhadap limbah dengan urugan tanah. Dengan demikian, metode tersebut dapat mengurangi bau yang ditimbulkan dari tempat pemrosesan sampah.

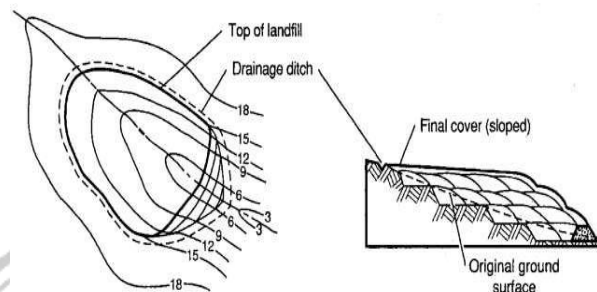
Metode sanitary landfill terdapat kelebihan dan kekurangan yang diakibatkan, hal tersebut meliputi :

- a. Kelebihan
 1. Mengurangi pencemaran tanah.
 2. Menghindari ledakan gas metana.
 3. Dapat menghasilkan gas untuk penggerak turbin
- b. Kerugian
 1. Kurang dapat di aplikasikan pada daerah padat penduduk.

Berlandaskan pada teori (Tchobanoglous, Theisen dan Vigil 1993) metode lahan urug saniter terbagi menjadi beberapa cara kerja. cara kerja tersebut berdasarkan lahan yang akan direncanakan sebagai TPA sampah baru. Berikut merupakan beberapa cara kerja yang digunakan dalam penanganan sampah dalam metode lahan urug saniter :

a. Pengisian sampah dilahan cekung

Pendekatan tersebut dapat direalisasikan ketika lahan yang tersedia berupa cekungan. Lahan yang dimaksud seperti bekas galian tambang ataupun lembah kemudian sampah dimasukan kedalam cekungan lalu ditimbun kembali dengan tanah penutup.

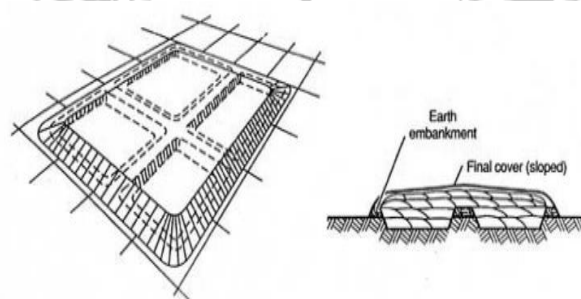


Gambar 2. 1 Sistem Pengisian Sampah Pada Lahan Cekung

Sumber : Tchobanoglous & Kreith (1993: 673)

b. Penggalian terhadap lahan yang akan digunakan

Pada metode ini fase sampah digali sesuai volume kebutunhan mengacu pada rencana umur yang sudah diproyeksikan. Dalam pendekatan ini direncanakan dengan memperhatikan kedalaman air tanah yang sudah diketahui. Hal tersebut dilakukan untuk meminimalisir pencemaran terhadap air tanah dan lingkungan sekitar. Metode penggalian tanah ini biasa disebut dengan *Trench Methode*.



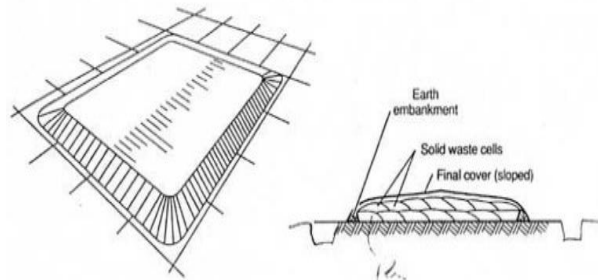
Gambar 2. 2 Sistem Pengisian Sampah dengan Menggali Lahan

Sumber : Tchobanoglous & Kreith (1993: 673)

c. Penimbunan dipermukaan

Metode ini digunakan pada daerah yang memiliki muka air tanah yang rendah seperti pada daerah pesisir. Cara kerjanya adalah dengan menumpuk sampah pada

permukaan tanah kemudian ditimbun menggunakan tanah. *Area Methode* adalah penyebutan yang terkenal dari metode tersebut



Gambar 2. 3 Sistem Penimbunan Sampah pada Permukaan Tanah

Sumber : Tchobanoglous & Kreith (1993: 673)

2.5 Proyeksi Jumlah Penduduk

Untuk menghitung pertambahan populasi penduduk atau peningkatan populasi, dapat menggunakan beberapa pendekatan, seperti aritmatika, geometrik, dan *least square*.

1. Pendekatan Aritmatika

Metode ini untuk menghitung proyeksi jumlah penduduk di suatu daerah yang pertambahan pertumbuhan penduduknya terjadi secara linier.

Persamaan metode aritmatik:

$$P_n = P_o + (1 + r.t)$$

Dimana:

P_n = total populasi pada akhir periode proyeksi

P_o = total populasi pada awal periode proyeksi

r = Rerata pertambahan populasi di setiap tahun

t = rentang periode dari periode awal sampai tahun ke t

2. Pendekatan Geometrik

Pendekatan ini untuk menghitung proyeksi jumlah penduduk di daerah tertentu yang mengalami peningkatan populasi secara eksponen.

Persamaan metode geometrik:

$$P_n = P_o (1 + r)^{dn}$$

Dimana:

P_n = total populasi pada akhir periode proyeksi

P_o = total populasi pada awal periode proyeksi

r = Rerata peningkatan populasi di setiap tahun

dn = rentang waktu periode perencanaan

3. Pendekatan *Least Square*

Pendekatan ini dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P_n = a + Bx$$

Dimana:

P_n = nilai ke – n dari total populasi penduduk

x = perbedaan perhitungan dari tahun awal

a = nilai ketetapan

b = Koefisien arah regresi linear

Persamaan menghitung nilai a serta nilai b:

$$a = \frac{\sum Y \cdot \sum X^2 - \sum X \cdot \sum Y}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{n \cdot \sum X \cdot Y - \sum X \cdot \sum Y}{n \cdot \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Kemudian metode yang akan digunakan dipilih berdasarkan besaran nilai standar deviasi paling kecil diantara ketiga pendekatan yang telah dihitung. Standar deviasi dapat dihitung menggunakan persamaan yang tersaji dibawah ini:

$$S = \frac{\sum(Y_i - Y_{mean})}{\sqrt{n-1}}$$

Dalam menghitung timbulan sampah mengacu pada SNI 19-3964-1994: 8 kita perlu mengetahui satuan yang dipakai sebagai tolak ukur dalam proses perhitungan:

1. Berat basah (Ltr/orang/hari atau kg/orang/hari)
2. Volume basah (Ltr/unit/hari)

Jumlah sampah yang sudah diketahui dari hasil survey yang dilakukan pada daerah yang akan terlayani oleh TPA kemudian dihitung volume sampah yang dihasilkan.

$$V = Ts \times \text{Total Populasi}$$

Volume timbulan sampah rata rata per hari digunakan pendekatan sebagai berikut:

$$V = \frac{Vs}{P}$$

Dimana :

V = Volume timbulan sampah per orang (m³/orang/hari)

Vs = Total Volume sampah yang terkumpul (m³/hari)

P = Jumlah penduduk

2.6 Survey Sampel Sampah

Pengumpulan sampel sampah perlu dilakukan dari asal sampah secara langsung, hal ini bertujuan untuk mendapatkan jumlah akurat dari banyaknya limbah yang diperoleh. Pada penelitian ini, metode pengambilan contoh sampah pada sumbernya. Berlandaskan pada SNI 19-3964-1994 yang berisi mengenai cara untuk mengambil dan mengukur timbulan dan komposisi sampah di perkotaan.

Pengambilan contoh sampah pada penelitian ini dikerjakan dalam waktu 8 hari di daerah terlayani oleh TPA Regional Kediri termasuk pada hari libur. Pengumpulan sampel dipilih mengikuti perolehan perhitungan dengan sesuai dengan alur persamaan sebagai berikut :

1. Jumlah sampel jiwa dan kepala keluarga / KK

$$S = Cd \sqrt{Ps}$$

Dengan: S = total populasi / sampel

Cd = Nilai Koefisien Perumahan ; metropolitan = 1, non metropolitan = 0,5

Ps = jumlah penduduk

$$K = \frac{S}{N}$$

Dengan :

K = total keluarga (KK)

N = penghuni dalam 1 rumah = 5

Perhitungan jumlah sampel sampah dapat dilakukan dengan membagi kriteria rumah yang akan disurvei menjadi 3. Penentuan tersebut dapat dilakukan berdasarkan jenis rumah yang dapat dilihat seperti dibawah ini :

- a. Rumah permanen = (S1 × K) N

$$b. \text{ Rumah semi permanen} = (S2 \times K) N$$

$$c. \text{ Rumah non permanen} = (S3 \times K) N$$

Dimana:

S1 = Akumulasi 25% dari jumlah KK dalam rumah permanen

S2 = Akumulasi 30% dari jumlah KK dalam rumah semi permanen

S3 = Akumulasi 25% dari Jumlah KK dalam rumah non permanen

S = Banyaknya penghuni rumah

N = Total penghuni per kk

K = Total Keseluruhan kk

2.7 Menentukan Densitas Sampah

Densitas merupakan tingkat kepadatan sampah yang dapat diukur menggunakan metode untuk mengetahui tingkat kepadatan sampah perkilogram permerter kubik. Perhitungan densitas sampah adalah dengan cara melakukan penimbangan sampah yang sudah dipadatkan dan diketahui ukuran volumenya. Pengukuran dapat dikerjakan melalui box yang telah disiapkan sesuai dengan ukuran yaitu 0,2 m x 0,2 m dengan ketinggian box 1 m, sampah yang terkumpul dalam satu rumah dimasukan kedalam box kemudian dihentikan denganketinggian tertentu sebanyak tiga kali dan kemudian diketahui volume sampah. densitas sampah tergantung seberapa banyaknya sampah yang diukur, hal tersebut mengacu pada (Modul 1, DP PPLP, Dirjen Ciptaker, KemenPU nomor 13 – 14 tahun 2011)

2.8 Tingkat Layanan

Menurut (Modul 1, DP PPLP, Dirjen Ciptaker, KemenPU nomor 40 – 41 tahun 2011) salah satu hal yang perlukan dalam menangani permasalahan sampah adalah dengan menentukan tingkat pelayanan. Indikator untuk mengetahui kuantitas dari wilayah yang terlayani dapat diketahui dari berbagai faktor sebagai berikut :

1. Perhitungan berpedoman pada perbandingan populasi yang terlayani oleh pengumpulan sampah dari asalnya menuju ke tempat pembuangan akhir dengan total keseluruhan dari populasi penduduk disuatu wilayah.
2. Perhitungan berdasarkan besaran persentase pengangkutan sampah menuju ke tempat pembuangan akhir dengan total sampah yang diperoleh.

Menurut (Modul 1, DP PPLP, Dirjen Ciptaker, KemenPU nomor 49 tahun 2011) fokus dalam melayani sampah berdasarkan beberapa aspek sebagai berikut :

- Pelayanan ditentukan selama periode yang direncanakan menurut daerah yang sudah terlayani sebelumnya, hal tersebut berbarengan dengan rencana pembangunan, sentralisasi perencanaan wilayah dan tingkat kepadatan populasi.
- Pola layanan yang akan diterapkan pada daerah perencanaan atau daerah yang terlayani dengan sistem penanganan dalam daerah yang terlayani, bangunan komersil, tempat umum meliputi (kantor, lembaga kesehatan, lembaga pembelajaran dan jalan) serta fasilitas sosial. Sistem pelayanan dilakukan dengan cara mewedahi, mengumpulkan, memindahkan, mendaur ulang, mengangkut dan menimbun dengan menyesuaikan dengan daerah yang terlayani.

Sistem Layanan juga memiliki faktor penentu kualitas operasional pelayanan yaitu :

- Karakteristik Kota
- Pengangkutan sampah dari daerah layanan
- Prosedur pelayanan
- Peran aktif masyarakat
- Timbunan

Efisiensi sampah yang terangkut menuju ke landfill merupakan tolak ukur untuk menentukan tingkat pelayanan sampah yang dihasilkan menuju TPA. Besarnya pelayanan dapat dihitung dengan rumus Persamaan dibawah ini :

$$\text{Tingkat Layanan} = \frac{\text{Jumlah masuk volume TPA}}{\text{Jumlah volume sampah}} \times 100\%$$

2.9 Menghitung Luas Lahan TPA

Perencanaan tempat pembuangan sampah baru mengacu pada perhitungan kebutuhan luas lahan yang direncanakan. Rencana tersebut berdasarkan umur TPA yang telah diasumsikan. Dari hasil perhitungan luas lahan kemudian dihitung banyaknya volume sampah yang akan digunakan sebagai penutup dari timbunan sampah. Berlandaskan pada Tchobanoglous & Kreith (1993 : 678), penentuan lokasi pembuangan sampah harus sesuai dengan kriteria sebagai berikut:

- Ketersediaan lahan

Lahan yang dipilih harus mampu menampung timbunan sampah sebanding dengan umur pengoperasian TPA sampah. rentang waktu ditentukan berdasarkan perkiraan atau asumsi minimal 5 tahun dan diharapkan mampu menampung sampah hingga periode yang diasumsikan.

Luas lahan yang diperlukan dapat dihitung menggunakan rumus dibawah ini :

- Kebutuhan Lahan (m^2 /Tahun)

$$\frac{\text{volume sampah per hari} \times 365 \text{ hari/tahun}}{\text{kedalaman sampah terkompaksi}}$$

Dimana :

- Sampah yang dihasilkan dalam ton/hari

$$\frac{\text{populasi} \times \text{sampah yang dihasilkan}}{1000 \text{ kg/ton}}$$
- Volume sampah (m^3 /hari)

$$\frac{\text{sampah yang dihasilkan} \frac{\text{ton}}{\text{hari}} \times 100 \text{ kg/ton}}{\text{masa jenis sampah terkompaksi}}$$

Luas TPA yang direncanakan merupakan 70% dari total luas keseluruhan lahan yang disediakan, hal tersebut menyesuaikan dengan teknik dalam memelihara keberadaan sarana dan prasarana tempat pembuangan tersebut. Sisa lahan sebesar 30% nantinya akan dimanfaatkan sebagai tempat untuk bangunan penunjang yang meliputi jalan masuk, kantor TPA serta yang lainnya. Selain memperhatikan luas lahan, perencanaan TPA juga harus memperhatikan beberapa aspek dibawah ini yang meliputi :

- Kontur tanah

Kondisi kontur tanah digunakan sebagai acuan untuk mengetahui karakteristik serta bahan yang akan digunakan sebagai struktur lapisan pada *landfill*

- Iklim diwilayah perencanaan

Untuk mengetahui besaran pengaruh dari operasional tpa maka harus diketahui kondisi iklim disekitar tpa yang meliputi curah hujan, faktor penyinaran, dan penguapan air dari dalam landfill.

- Jenis tanah dan batuan

Jenis tanah dan batuan yang berada dalam wilayah perencaan harus diketahui secara detail karena berpengaruh terhadap perencanaan tersebut.

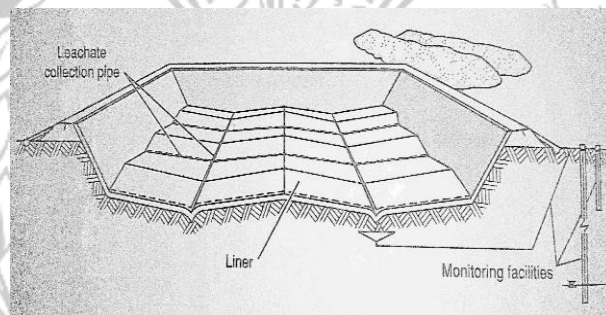
- Kondisi muka air tanah dan aliran air

Untuk meminimalisir kesalahan dalam menentukan lokasi, maka perlu diketahui kondisi muka air tanah dan aliran air diatas permukaan sebagai patokan untuk meminimalisir bahaya air lindi dan pencemaran air.

- Desain akhir perencanaan

Setelah beberapa aspek terpenuhi kemudian rencana pengoperasian tpa dibuat sebelum gambar kerja sesuai dengan hasil perhitungan

Lahan yang telah dipersiapkan kemudian dilakukan pemadatan tanah dan diratakan menurut kemiringan tanah yang disesuaikan dengan kemiringan yang direncanakan. Setelah kemiringan rencana diketahui kemudian diletakan pipa jaringan lindi sebagai pengumpul air lindi yang kemudian akan menyalukannya ke kolam pengumpul air lindi. Untuk kontruksi jaringan pipa air lindi pada *landfill* ditunjukan oleh gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Pemipaan jaringan air lindi

Sumber: Tchobanoglous & Kreith 1993: 708

2.10 Perletakan Sampah

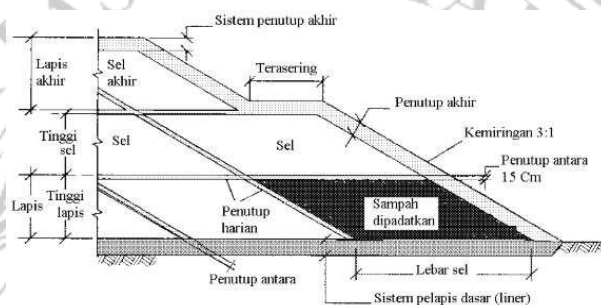
Peletakan sampah dilakukan kedalam landfill yang terdiri dari fase, didalam fase terdapat sel yang nantinya memiliki ukuran yang direncanakan sesuai dengan kriteria yang ada. Sel sendiri merupakan bagian didalam lanfill yang menampung sampah selama periode sehari.

Berdasarkan (Modul 1, Direktur Pengembangan PLP, Dirjen Ciptaker, Kemenpu, 2011: 62). Ketika persiapan selesai dikerjakan kemudian sampah yang sudah terkumpul akan diletakan kedalam fase landfill. Selanjutnya sampah tersebut dipadatkan berdasarkan ukuran sel sampah dan ditutup menggunakan tanah.

Operasi tersebut dikerjakan secara berulang-ulang sesuai dengan umur rencana. Cara pengisian sampah dan penutup harian sebagai berikut :

- Lebar sel berkisar antara 1,5-3 meter
- Ketebalan sel antara 2-3 meter. Ketebalan terlalu besar akan menurunkan stabilitas permukaan, sementara terlalu tipis akan menyebabkan pemborosan tanah penutup
- Panjang sel dihitung berdasarkan volume sampah padat dibagi dengan lebar dan tebal sel

Gambar 2. 5 Pengisian Sampah dalam *Landfill*



Sumber : Modul 1, Direktur Pengembangan PLP, Dirjen Ciptaker, KemenPU (2011: 63)

2.11 Tanah Penutup

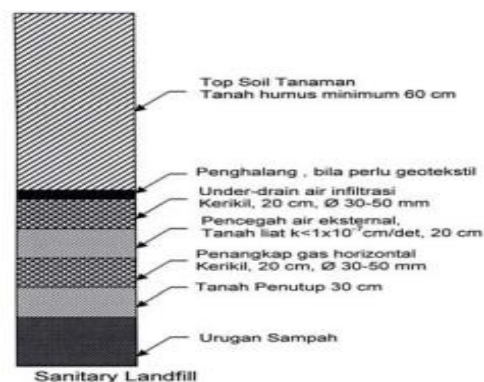
Keberadaan tanah yang digunakan sebagai penutup timbunan sampah memiliki peran sangat vital. Dengan adanya tanah penutup, maka pengoperasian yang berada didalam landfill akan berjalan sesuai prosedur. tingkat efisiensi pengoperasian suatu tpa tergantung pada ketersediaan tanah penutup. Aktivitas tersebut dinilai mampu mendukung agar pengoperasiannya berjalan sesuai dengan fungsinya. Hal tersebut berlandaskan pada Tchobanoglous & Keirth, (1993: 703), selain itu, kegunaan tanah penutup antara lain adalah:

1. Meminimalisir meningkatnya jumlah hama didalam fase
2. Mencegah polusi udara disekitar tpa
3. Meminimalisir melubernya air hujan agar meresap kedalam tanah penutup
4. Mengendalikan gas yang timbul dari dalam tpa yang berbahaya dan dapat menimbulkan ledakan
5. Menjaga keseimbangan sampah yang tertumpuk
6. Menambahkan keindahan dari luar area sampah

Berdasarkan buku Damanhuri,dkk (2006: 15), terdapat struktur yang menjadi lapisan tanah penutup dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Terdapat lapisan tanah reguler yang berfungsi sebagai penutup harian dengan ketebalan 0,3 m yang sudah dipadatkan.
 2. Terdapat media kerikil yang memiliki diameter dengan rentang 0,03 m – 0,05 m yang berfungsi sebagai tempat jaringan gas horizontal dan terhubung dengan pipa gas yang dipasang secara vertikal.
- Tanah liat yang dipadatkan dengan ketebalan sebesar 0,2 m dengan nilai kelulusan rembesan 1×10^{-7} cm/dt terhadap air.
 - Paparan kerikil dengan diameter 0,3 m – 0,5 m yang digunakan sebagai aliran untuk drainase pengumpul air lindi
 - Lapisan geomembran dengan ketebalan 0,002 m untuk mencegah pencemaran terhadap tanah.
 - Limbah sisa pengomposan sampah yang tidak memiliki fungsi digunakan sebagai lapisan atas.

Tata cara dalam menutup sel sampah dikerjakan dengan proses pemadatan terlebih dahulu. Pemadatan terhadap sel dilakukan berulang – ulang dari lapisan paling bawah sampai dengan struktur lapisan teratas. Proses penutupan dengan tanah dikerjakan dengan memperhatikan tingkat kemiringan terhadap timbunan sampah yang nantinya akan memudahkan aktivitas yang dilakukan secara rutin dalam pengoperasian alat berat diatas permukaan timbunan sampah.



Gambar 2. 6 struktur Lapisan Tanah Penutup

Sumber : Damanhuri, dkk (2006: 19)

2.12 Perencanaan Struktur Lapisan Bawah

Berlandaskan pada Damanhuri, dkk (2006: 13), konstruksi lapisan dasar ditentukan dengan kriteria sebagai berikut :

- a. Memiliki kedalaman muka air tanah terhadap musim hujan minimal 3 meter dari lapisan paling dasar dari landfill ketika sampah sudah mengalami pemadatan.
- b. Kriteria lapisan dasar seharusnya:
 - Terhindar dari penggerusan sebelum masa waktu penggunaan akibat dari paparan sinar matahari dan turunnya air hujan
 - Tidak mengalami penggerusan yang diakibatkan oleh kegiatan pemadatan sampah yang dilakukan oleh alat berat diatas fase TPA
 - Terdapat filter yang menyaring sampah halus agar tidak masuk ke saluran air lindi dan mengakibatkan air lindi menggenang dibawah Fase.
- c. Bila menggunakan tanah liat, lakukan pemadatan lapis-perlapis minimum 2 lapisan dengan ketebalan masing-masing minimal 250 mm, sampai mencapai kepadatan proctor 95%. Kelulusan minimal dari campuran tanah tersebut mempunyai kelulusan maksimum 1×10^{-7} cm/det.
- d. Perencanaan lapisan dasar TPA harus memperhatikan penempatan jaringan pipa lindi. Pipa lindi ditempatkan dengan kemiringan yang sudah ditentukan antara 1 -2 % menuju ke arah kolam lindi.
- e. Menggunakan kerikil dengan tebal minimal adalah 0,3 m sebagai lapisan bawah dengan ukuran kerikil sebesar 30 mm – 50 mm. tebal yang direncanakan sebesar 0,2 m. jaringan pipa penyalur air lindi mempunyai spesifikasi diameter 0,3 m dengan jarak antar lubang sebesar 5 cm dengan tebal kerikil mengelilingi pipa perforasi sebesar 8 mm.

2.13 Sistem Pengelolaan Lindi dan Kolam Penampung Lindi

Menurut Modul 1, Direktur Pengembangan PLP, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum, 2011: 15), air lindi merupakan suatu limbah yang terjadi akibat adanya pengarus air dari luar timbunan saph yang masuk kedalam landfiil maupun air hasil dari pengomposan dari dalam fase itu sendiri.

Pemrosesan dalam pengolahan air lindi yang tidak maksimal dapat menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan sekitar tempat pengelolaan sampah. Air lindi dapat mencemari sumber air dalam permukiman yang digunakan oleh penduduk. Dengan demikian, sistem pengolahan air lindi perlu direncanakan berdasarkan besaran debit air lindi yang dihitung. Debit air lindi menjadi parameter untuk merencanakan jaringan pemipaan dan dikelompokkan sebagai berikut:

- Digunakan sebagai jaringan pemipaan untuk mengumpulkan dan menangkap air lindi yang ditentukan dalam skala dengan periode yang sudah diasumsikan berdasarkan satuan jam. Sehingga diperkirakan saluran tersebut dapat mengalirkan air lindi sesuai dengan periode waktu yang ditentukan
- Penggunaan debit dengan skala harian dalam merencanakan sistem jaringan pemipaan air lindi.

Pendekatan yang biasanya dipakai untuk menentukan perencanaan air lindi di Indonesia dibagi kedalam beberapa kriteria yang tersaji seperti dibawah ini :

1. Debit air lindi yang terkumpul
 - Didapat dari perhitungan rerata intensitas maksimal air hujan harian dalam kurun waktu tertentu (tahun)
 - Curah hujan diasumsikan tersentralisasi dalam kurun waktu 240 menit dengan persentase besaran curah hujan mencapai 90 %
2. Debit air lindi yang diperoleh
 - Merupakan debit yang berasal dari perhitungan rerata hujan bulanan maksimal yang terakumulasi dari periode tahun terdahulu yang dapat dihitung dengan pendekatan neraca air dan dapat diketahui nilai maksimal perkolasi dalam periode bulanan.

Berlandaskan pada Permen PU NO.21/PRT/M/2006 mengenai (KSNP-SPP), menjelaskan bahwa perencanaan sistem jaringan pemipaan air lindi terbagi menjadi ke dalam dua kriteria yang meliputi :

a. Sistem jaringan pipa primer

Direncanakan dengan memakai pipa HDPE yang memiliki lubang perforasi yang berguna sebagai jalur pengaliran air lindi. Saluran primer berfungsi untuk mengalirkan air lindi dari fase menuju ke dalam kolam pengumpul.

b. Sistem jaringan pipa sekunder

- Direncanakan didalam fase
- Diletakan dengan kemiringan permukaan sebesar 2%
- Memakai pipa HDPE
- Direncanakan dengan lapisan liner agar kedap terhadap air lindi.

Mengacu pada Diktat *Landfilling* Limbah – Versi 2008 Enri Damanhuri FTSL ITB, Dalam menghitung besarnya debit air lindi yang mengalir terdapat beberpa pendekatan, yaitu metode rasional dan metode thornwaite. Pendekatan metode thornwaite memerlukan adanya data iklim dari daerah perencanaan yan terdiri dari:

1. Data presipitasi rerata perbulan dalam satu tahun
2. Data suhu rerata perbulan dalam satu tahaun
3. Data geografis dari bmkg terdekat..

Dalam perhitungan debit air lindi menggunakan pendekatan thornwaite, mengasumsikan jika air lindi hanya diperoleh berdasarkan air hujan yang masuk kedalam fase dan meresap ke dalam timbunan sampah. persamaan dalam menghitung menggunakan metode tersebut adalah sebagai berikut

Temperatur (t)	= data Stasiun Klimatologi setempat
Heat (I)	= Indeks panas untuk tiap bulan
a	= Konstanta nilai potensi evapotranspirasi
PET	= Nilai potensi evapotranspirasi
<i>Daylight factor</i>	= koefisien penyesuaian menurut bujur dan bulan (table 7.4 halaman 7.7 diktat <i>Landfilling</i> Limbah- Versi 2008 Enri Damanhuri FTSL-ITB)
PET kalibrasi	= PET x koefisien penyusuaian bujur dan bulan
P	= Data presipitasi hujan bulanan
CRo	= Nilai <i>empiric</i> untuk permukaan tanah datar dengan slope 2% (0,05-0,10) (table 7.5 diktat <i>Landfilling</i> limbah – Versi 2008 Enri Damanhuri FTSL- ITB)
Ro	= P x CRo
I	= P - Ro
APWL	= <i>Accumulated Water Loss</i> , merupakan nilai negative dari (I- PET) yang merupakan kehilangan air secara kumulasi

$$ST = \frac{FC \times t_1 + FC \times t_2}{t_1 + t_2}$$

ΔST = Perubahan simpanan air di dalam tanah dari bulan ke bulan

Actual Evapotranspiration = AET = PET jika $I > PET$

= AET = $I - \Delta ST$ jika $I < PET$

Perkolasi (PERC) = PERC = $I - PET - \Delta ST$ JIKA $I > PET$

= PERC = 0 jika $I < PET$

Dimana :

- PERC = Nilai perkolasi
- P = rata rata nilai presipitas bulanan
- RO = air yang menggenang diatas permukaan timbunan sampah
- AET = banyaknya air yang menguap secara murni dalam hitungan bulan
- ΔST = berubahnya air yang terkumpul didalam fase
- ST = *soil moisture storage*, adalah penyerapan air yang hilang kedalam tanah
- I = infiltrasi, jumlah air terfilitasi kedalam tanah
- APWL = *Accumulated potential water loss* adalah proses kehilangan air.
- I-PET = proses infiltrasi yang dikurangi dengan nilai presiptas
- PET = nilai penguapan air dari dalam fase.

2.13.1 Kolam Penampung Lindi

Air lindi yang berasal dari fase tpa kemudian dikumpulkan menuju ke dalam kolam penampung. Kolam lindi terdiri dari beberapa kolam sbagai tempat menetralkan air lindi agar tidak mengakibatkan luapan air ke tanah. Struktur air lindi terdiri dari beberapa lapisan untuk memfilter air tersebut yang terdiri dari struktur paling bawah adalah tanah kemudian pasir diatasnya serta jerami pada lapisan teratas. Dalam proses menetralkan air lindi terdapat beberapa aspek yang meliputi :

- Material yang digunakan harus tahan terhadap sifata asam dari *leachate*
- Perhitungan dimensi untuk menyesuaikan dengan volume air lindi

Untuk mengalirkan air lindi dari area fase landfill, diperlukan sistem yang berfungsi untuk menangkap aliran air dalam kemiringan tertentu. Hal tersebut dapat dilakukan dengan melakukan penggalian terhadap sisi miring timbunan sampah

dengan kedalaman 50 cm, kemudian disalurkan melalui pipa dengan diameter yang sudah direncanakan. Dengan demikian, air lindi yang sudah berada didalam pipa penangkap kemudian dialirkan menuju IPAL. Apabila lahan yang tersedia mempunyai ukuran yang luas, maka perencanaan IPAL dapat direncanakan dengan lengkap meliputi kolam anaerobik, kolam fakultatif dan kolam maturasi.

Waktu detensi suatu kolam akan sangat besar begitu juga dengan dimensinya apabila pada kolam pengumpul tersebut tidak ditambahkan proses menetralsisir air limbah menggunakan bahan kimia. Oleh karena itu, dalam mengatasi permasalahan tersebut perlu adanya aerasi untuk mempersingkat waktu pengendapan dan membuat ukuran rencana kolam dapat diperkecil.

berdasarkan pada (Permen PU NO. 3, 2013: 176) proses aerasi dilakukan menggunakan tenaga listrik yang akan menambah anggaran pengoperasian tpa. Dengan demikian direncanakan beberapa jenis kolam untuk mengolah air lindi tanpa bantuan penetralsiran tambahan. Berikut merupakan jenis kolam yang digunakan dalam merencanakan IPAL yang tersaji pada tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Jenis Kolam IPAL

Jenis Kolam	Kedalaman (m)	Pengendapan (hari)
Anaerobik	2,5 – 5,0	20 – 50
Fakultatif	1,5 – 2,5	3 – 30
Maturasi	1,0 – 1,5	5 – 20

Sumber: Permen PU No.3, 2013: 176

2.14 Perencanaan Sistem Jaringan Pipa Gas Metan

Gas yang dihasilkan dari proses pembusukan komponens sampah di tpa disebut dengan gas metan. Gas tersebut memiliki tingkat konsentrasi antara 5 % – 15 % dan jika konsentrasi gas berada pada level maksimum akan mengakibatkan meledaknya tempat pembuangan tersebut. Merujuk kepada kebijakan nasional dalam sistem penanganan sampah pada Permen PU NO.21/PRT/M/2006, sistem jaringan pipa gas metan harus direncanakan untuk meminimalisir dampak negatif dari adanya gas metan.

Terdapat beberapa pendekatan untuk merencanakan sistem pemipaan gas, hat tersebut berlandaskan pada Tchobanoglous & Keirth (1993: 402-405), antara lain:

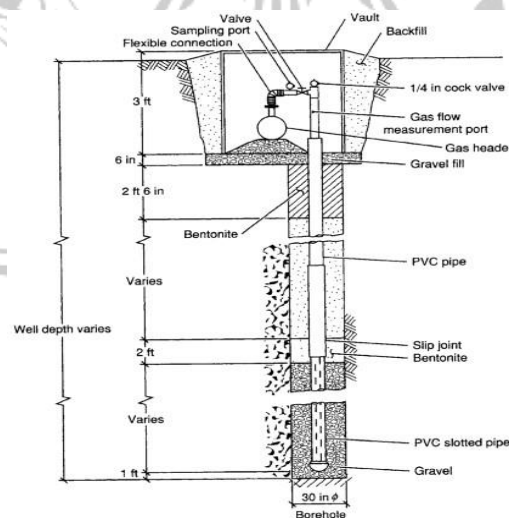
- Penempatan lapisan dengan permeabilitas rendah diluar fase sampah agar aliran gas tidak mengalami hambatan
- Material dengan ukuran halus ditempatkan pada batas antara pipa gas dengan fase
- Merencanakan tempat keluar masuk udara dengan sistem jaringan pipa secara mendatar dan sejajar
- Merencanakan ventilasi pada keliling fase

Berikut ini merupakan penjelasan secara lanjut dalam perencanaan sistem jaringan perpipaan untuk mengatasi permasalahan gas didalam fase tpa.

1. Perencanaan pipa gas vertikal

Metode awal yang digunakan adalah mendesain instalasi perpipaan secara vertikal. Cara tersebut dilakukan dengan membuat sumuran pada fase tpa kemudian pipa HDPE ditempatkan pada lubang yang sudah mengalami pengeboran, setelah itu dikeliling pipa diberikan kerikil.

Umumnya ukuran panjang pipa vertikal adalah sebesar 60 – 90% dari total kedalaman landfill. Apabila terdapat tempat untuk menampung gas maka ketinggian direncanakan antara 50 – 66 %. Hal tersebut berdasarkan lalu lintas udara yang berada didalam fase landfill. Sistem jaringan perpipaan gas metan secara vertikal tersaji pada gambar berikut.



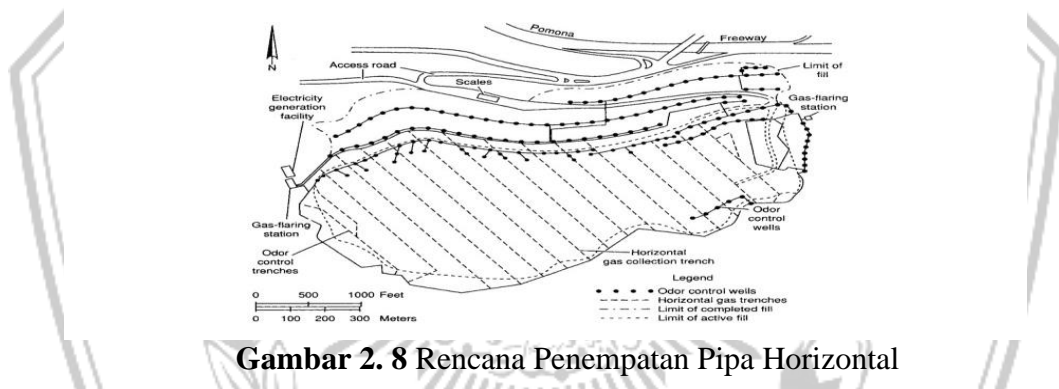
Gambar 2. 7 Sistem Jaringan Perpipaan vertikal

Sumber : Tchobanoglous & Kreith, 1993: 692

2. Perencanaan pipa gas horizontal

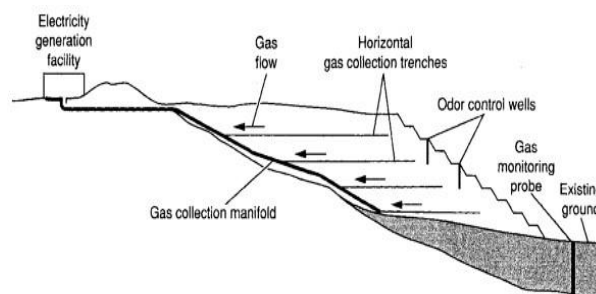
Pendekatan yang digunakan dalam perencanaan sistem perpipaan gas secara horizontal, memiliki cara kerja dengan menempatkan pipa secara sejajar dengan jarak yang sudah direncanakan. Selain untuk menampung gas metan, pipa ini nantinya juga dapat meminimalisir bau yang ditimbulkan dari fase tpa. Sistem perpipaan gas tersebut tersaji pada gambar 2.8 dan gambar 2.9. Penempatan pipa ini terletak pada ketinggian tertentu berdasarkan jumlah lift yang sudah dipadatkan.

Perletakan pipa ditempatkan pada sela timbunan sampah. Hal tersebut dilakukan dengan cara melakukan penggalian sampah terlebih dahulu dan ditempatkan sesuai kedalaman tertentu, kemudian sekeiling pipa diberikan bebatuan kecil dan sistem perpipaan gas metan dapat beroperasi.



Gambar 2. 8 Rencana Penempatan Pipa Horizontal

Sumber : Tchobanoglous & Kreith, 1993: 693



Gambar 2. 9 Rencana Tempat Penampung Gas

Sumber : Tchobanoglous & Kreith, 1993: 693

3. Produktivitas gas metan

Komponen sampah yang masuk kedalam fase tpa merupakan aspek dalam timbulnya gas metan didalam timbunan sampah. berdasarkan teori keberadaan

gas metan dan karbondioksida adalah contoh reaksi kimia yang terjadi pada proses pembusukan sampah secara terus menerus. Produktivitas gas dalam suatu timbunan sampah dipengaruhi oleh beberapa aspek sebagai berikut :

- Keberadaan kandungan oksigen serta nitrogen yang tercipta dari komposisi jenis sampah
- Proses pembusukan sampah yang terjadi berdasarkan jenis sampah tersebut. Terbagi menjadi 2 bagian yaitu sampah cepat urai dengan masa penguraian selama 5 tahun dan sampah sulit terurai dengan masa penguraian paling cepat adalah 15 tahun.

Ketika produktivitas gas mulai terjadi, peningkatan gas didalam timbunan sampah akan terjadi akibat adanya aktivitas pemadatan yang terjadi dari tanah penutup, hal tersebut akan membuat kondisi didalam landfill membuat pergerakan gas tidak beraturan. Adanya operasi dari luar landfill mengakibatkan gas didalam tidak mau keluar melalui pipa gas hingga keseimbangan gas terjadi. Prediksi mengenai pergerakan gas sangat sulit ditebak.

Pada saat sampah mengalami pembusukan, gas yang dihasilkan tidak diperkenankan keluar dari landfill, karena gas yang diperoleh memiliki daya ledak yang tinggi dan berbahaya terhadap lingkungan sekitar tpa. Oleh karena itu, penampungan gas perlu dilakukan untuk mengontrol konsisi gas metan tersebut serta pemanfaatan gas sebagai sumber energi terbarukan harus dapat terealisasikan karena dapat dibedakan menurut sifatnya yang aktif dan pasif.

2.15 Perhitungan Curah Hujan dan Intensitas Hujan

Dalam perhitungan untuk mengetahui debit yang dihasilkan dari air hujan dan mengalir disaluran drainase yang direncanakan dapat menggunakan rumus dibawah ini:

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A$$

keterangan :

Q = debit limpasan (m³/dt)

C = koefisien limpasan

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas daerah pelayanan tiap saluran (km²)

0,278 = faktor konversi

0,278 merupakan ketetapan untuk memperoleh nilai c dalam contoh tempat dengan kondisi eksisting tanah berupa pasir dan datar maka nilai koefisiennya antara 0,005 – 0,10. Pada tabel 2.5 berikut ini disajikan nilai koefisien berdasarkan jenis lahannya.

Tabel 2. 5 Nilai koefisien limpasan (C)

Penutupan Lahan		C
Lahan terbuka		
Tanah pasir	Datar 2%	0,05 – 0,10
Tanah pasir	Landai 2 – 7%	0,10 – 0,15
Tanah pasir	Miring > 7%	0,15 – 0,20
Tanah berat	Datar 7%	0,13 – 0,17
Tanah berat	Landai 2 – 7%	0,18 – 0,22
Tanah berat	Miring > 7%	0,25 – 0,35
Taman	--	0,10 – 0,40
Kantor, rumah jaga, gudang, garasi, bangunan tertutup lainnya	-	0,60 – 0,75
Jalan lingkungan, lahan parkir		
Aspal	--	0,70 – 0,95
Beton	-	0,80 – 0,95
Batu bata/paving stone	-	0,60 – 0,85

Sumber: Modul 1, Direktur Pengembangan PLP, Dirjen Ciptaker, Kemen PU Tahun, 2011: 20)

Untuk mengetahui besaran curah hujan dapat dihitung dari data curah hujan dalam periode tertentu. Selaian itu, perhitungan ini juga dapat dilakukan dengan cara mengetahui lama waktu hujan pada periode yang sudah terjadi. Pendekatan bell dapat digunakan dalam menghitung besaran curah hujan yang direncanakan.

Pada metode ini digunakan data curah hujan dalam periode tertentu dengan satuan jam dalam periode pengulangan selama 10 tahun. Rumus yang digunakan tersaji dalam persamaan dibawah ini :

$$R_t = (0.2 \ln T + 0.52) (0.54 t^{0.25} - 0.5) \cdot R_{th\ ke-n}$$

Dimana:

R_t = besaran curah hujan (mm)

T = pengulangan (tahun)

t = waktu (menit)

dalam menentukan intensitasnya digunakan persamaan :

$$It \frac{60}{t} Rt$$

Dimana :

I_t = intensitas hujan (mm/jam)

R = lama waktu hujan

T = pengulangan dalam waktu tertentu (Tahun)

2.16 Perencanaan Drainase

Menurut Modul 1, Direktur Pengembangan PLP, Dirjen Ciptaker, Kemen PU, (2011: 33-34), air yang berada pada permukaan dapat dikontrol dengan adanya perencanaan drainase sebagai tempat untuk mengalirkan air dari timbunan sampah. Dengan demikian, limpasan air hujan yang jatuh menuju fase tpa dapat dikontrol untuk meminimalisir air hujan masuk kedalam fase. Drainase direncanakan mengelilingi fase tpa dengan perhitungan sebagai berikut :

$$Q = V \times A$$

$$V = (1/n) \times R^{2/3} \times S^{0.5}$$

Keterangan :

V = kecepatan aliran air dalam saluran (m/dt)

A = luas penampang basah saluran (m^2)

n = koefisien kekasaran saluran (tabel)

R = jari-jari hidrolis = A/P

S = kemiringan garis energi (m/m)

P = keliling basah (m)

Niali koefisien saluran dapat diketahui berdasarkan jenis bahan yang digunakan sebagai material untuk membuat saluran drainase. Berikut merupakan tabel yang menyajikan nilai koefisien berdasarkan jenis material yang akan digunakan untuk membangun sistem drainase.

Tabel 2. 6 Nilai Koefisien Kekasaran Saluran

Bahan Saluran	N
Pasangan batu bata dipleser halus	0,01 – 0,015
Pasangan batu bata tidak dipleser	0,012 – 0,018

Pasangan batu kali dihaluskan	0,017 – 0,03
Pasangan batu kali tidak dihaluskan	0,023 – 0,035
Beton dihaluskan (<i>finished</i>)	0,011 – 0,015
Beton cetak tidak dihaluskan (<i>unfinished</i>)	0,014 – 0,02
Beton pada galian beton yang rapi	0,017 – 0,02
Beton pada galian beton yang tidak dirapikan	0,022 – 0,027
Tanah galian yang rapi	0,016 – 0,02
Tanah galian berbatu yang dirapikan	0,022 – 0,03
Tanah galian yang sedikit ditumbuhi rumput	0,022 – 0,03
Galian pada batuan keras	0,025 – 0,04

Sumber : Modul 1, Direktur Pengembangan PLP, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum, (2011: 63)

Untuk mengantisipasi adanya instabilitas berdasarkan tinggi air dan air yang mengalir yang terjadi dari adanya tingginya curah hujan serta angin yang mempengaruhi gelombang air. Tinggi jagaan bisa dihitung dengan rumus dibawah ini.

$$F = c.h$$

Dimana :

F = Tinggi jagaan (m),

c = koefisien yang nilainya 0,5 – 0,3

h = kedalaman air dalam saluran (m)