

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Sampah

Sampah adalah benda padat yang terdiri dari bahan organik dan anorganik yang harus dibuang atau diolah sedemikian rupa sehingga tidak membahayakan lingkungan. Jumlah sampah semakin bertambah seiring berjalannya waktu (SNI 19-2454-2002: 5). Penanganan dan pembuangan sampah dari sumbernya hingga ke tempat pembuangan akhir merupakan permasalahan yang perlu segera mendapat perhatian. Tujuannya adalah untuk mengurangi dampak limbah terhadap lingkungan.

Sampah pada umumnya merupakan sisa kegiatan masyarakat maupun proses biologis (PP No.18/1999). Sedangkan pengertian sampah menurut definisi lain adalah residu padat yang didapatkan dari aktifitas keseharian manusia maupun proses biologis (UU No.18 Tahun 2008: 3).

2.1.1 Jenis Sampah

Sampah digolongkan menjadi 2 jenis sesuai bahannya: sampah organik serta sampah anorganik. Di negara-negara yang telah menerapkan pengelolaan sampah terpadu, setiap jenis sampah dipisahkan menurut jenisnya dan sampah dipisahkan menurut klasifikasinya agar semakin mudah pengangkutan sampah ke daerah pembuangan sampah. Pemilahan sampah harus dilakukan di tingkat penghasil sampah (Tchobanoglous & Kreith, 1993: 19) sebagai berikut :

1. Sampah organik
2. Sampah anorganik
3. Sampah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun)

2.1.2 Sumber-Sumber Sampah

Sampah memiliki beberapa klasifikasi sumber sampah (Tchobanoglous & Kreith (1993: 21) antara lain :

1. Sampah residential
2. Sampah komersial
3. Sampah kelembagaan

4. Sampah industri
5. Sampah jalanan
6. Sampah pertanian
7. Sampah konstruksi pembangunan
8. Sampah pelayanan masyarakat

2.1.3 Dampak Pencemaran Akibat Sampah

Pembangunan TPA harus diatur sesuai dengan prinsip lingkungan, tanpa mengabaikan visi masyarakat lokal agar memberikan manfaat dari eksistensi TPA dan menghindari dampak negatif yang ditimbulkannya (Damanhuri dkk, 2006: 6).

Dampak negatif yang ditimbulkan dari sampah antara lain :

1. Munculnya dampak penyakit

Tumpukan sampah yang berisi sisa makanan adalah tempat berkembang biak yang ideal bagi penyakit. Munculnya dampak penyakit disebabkan penutupan sampah yang tidak sempurna. Gangguan yang disebabkan biasanya terjadi dalam jarak 1 sampai dengan 2 km di sekitar TPA.

2. Pencemaran pada udara

Tumpukan sampah menimbulkan bau tidak sedap. Selain itu, proses penguraian sampah yang terus menerus di tempat pembuangan sampah mengandung CO, CO₂, CH₄, H₂S, dll., dan dapat memicu terhadap pemanasan global.

3. Pencemaran pada air

Terutama saat hujan air lindi yang akan masuk melalui saluran-saluran dan tanah di sekitarnya menyebabkan pencemaran air tanah

4. Pencemaran tanah

Penumpukan sampah organik, termasuk sampah bahan berbahaya (B3) yang membutuhkan waktu lama untuk terurai sehingga akan mempengaruhi kualitas tanah.

5. Kemacetan lalu lintas

Lokasi infrastruktur pengumpulan sampah dan bongkar muat sampah dapat mengganggu arus lalu lintas jika dekat dengan sumber potensial seperti pasar atau pertokoan.

6. Gangguan kebisingan

Pencemaran suara disebabkan oleh beroperasinya kendaraan alat berat di tempat pembuangan sampah dan proses pengolahan sampah

7. Dampak sosial

Masyarakat sekitar masih mempunyai asumsi yang negatif terhadap dibangunnya tempat pengolahan sampah disekitar pemukiman.

2.1 Timbulan Sampah

Timbulan sampah merupakan jumlah sampah, yang dinyatakan dalam satuan volume atau berat, per orang dan per hari, yang dihasilkan dalam suatu komunitas atau selama perluasan bangunan dan jalan (SNI 19-2454-2002: 6) dan didasarkan pada Berat pada sampah (ton, kg) dan volume pada sampah (liter, m³)

Timbulan sampah menurut merupakan jumlah sampah yang terkumpul dari suatu lokasi dan dipilih untuk diukur volumenya, ditimbang, dan ditentukan komposisinya (SNI 19-3964-1994: 3). Contoh besaran timbulan sampah menurut jenis kota terdapat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Timbulan Sampah Menurut Jenis Kota

No	Klasifikasi Kota	Volume (l/orang/hari)	Berat (kg/orang/hari)
1	Kota Besar (500.000 – 1.000.000 jiwa)	2,75-3,25	0,70-0,80
2	Kota Sedang (100.000 – 500.000 jiwa)	2,75-3,25	0,70-0,80
3	Kota Kecil (20.000 – 100.000 jiwa)	2,50-2,75	0,625-0,70

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

2.2.1 Analisa Timbulan Sampah

Untuk memperkirakan volume timbulan sampah akhir waktu proyeksi perlu dilakukan survey atau pengukuran langsung timbulan sampah secara 8 hari berturut-turut (SNI 19-3964-1994: 8)

Untuk memperkirakan proyeksi volume sampah diperlukan juga perhitungan jumlah penduduk, proyeksi jumlah penduduk dapat dihitung menggunakan 3 metode (Modul 1, Direktur Pengembangan PLP, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian PU, 2011: 11-12) berdasarkan rumus Persamaan 2.1 sampai rumus Persamaan 2.6.

- Metode Aritmatika

Untuk penduduk dengan perkembangan penduduk yang konstan dapat dihitung dengan menggunakan rumus Persamaan 2.1 :

$$P_t = P_o (1 + r t) \dots\dots\dots(2.1)$$

P_t = Jumlah penduduk pada tahun (t)

P_o = Jumlah penduduk pada tahun (dasar)

r = Laju pertumbuhan penduduk

t = Periode waktu antara tahun dasar dan tahun t (dalam tahun)

- Metode Geometri

Untuk penduduk yang terjadi penurunan tingkat perkembangan dan dianggap penduduk dapat berlipat ganda dan dapat dihitung dengan rumus Persamaan 2.2.

$$P_n = P_o (1 + r)^n \dots\dots\dots(2.2)$$

P_n = Jumlah penduduk pada tahun ke n

P_o = Jumlah penduduk pada tahun dasar

r = Laju pertumbuhan penduduk

n = Jumlah interval tahun

- Metode Least Square

Penduduk tahun ke diasumsikan Y, jumlah penduduk tahun (ke) diasumsikan n dan x diasumsikan nomor data tahun ke-n. Garis regresi berfungsi mendapatkan simpangan nilai data dan penduduk beberapa tahun terakhir dan juga pertumbuhan penduduk beberapa tahun terakhir maupun tahun proyeksi atau beberapa tahun kedepan, metode ini dihitung dengan rumus Persamaan 2.3.

$$P_n = a + bx \dots\dots\dots (2.3)$$

P_n = Jumlah penduduk pada tahun ke n

x = Beda yang dihitung pada tahun dasar

a = Konstanta

b = Koefisien arah regresi linear

a/b = dapat dihitung dengan menggunakan rumus Persamaan 2.4 dan rumus Persamaan 2.5.

$$a = \frac{\sum p \cdot \sum x^2 - \sum x \cdot \sum x \cdot p}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$b = \frac{n \cdot \sum x \cdot p - \sum x \cdot \sum p}{n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2} \dots\dots\dots (2.5)$$

Proyeksi penduduk dipilih berdasarkan nilai korelasi dan diambil nilai paling kecil dari ketiga metode. Rumus Persamaan 2.6 dari nilai korelasi sebagai berikut :

$$\text{Nilai Korelasi} = \sqrt{\frac{Dt^2 - D^2}{Dt^2}} \dots\dots\dots (2.6)$$

Untuk penentuan sampling perlu dilakukan perhitungan jumlah pemukiman yang akan digunakan sampling (SNI 19-3964-1994: 14) dapat dihitung dengan rumus Persamaan 2.7 sampai dengan rumus Persamaan 2.9.

$$S = Cd \sqrt{P} s \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana:

S = Jumlah contoh (jiwa)

Cd = Koefisien perumahan

$Cd = 1$ untuk kota besar dengan penduduk ≥ 500.000 jiwa

$Cd = 0,5$ untuk kota sedang / kecil dengan penduduk ≤ 500.000 jiwa

Ps = Populasi (Jiwa)

$$K = \frac{s}{N} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

K = Jumlah sampel (KK)

S = Jumlah Jiwa

N = Jumlah jiwa per keluarga = 5

Perhitungan timbulan sampah dibagi 3 bagian perumahan yaitu :

- Permanen 25%
- Semi permanen 30%
- Non permanen 25%

(SNI 19-3964-1994: 8) Dalam menghitung timbulan sampah yang perlu kita ketahui terlebih dahulu yaitu satuan yang digunakan untuk pengukuran timbulan sampah adalah:

- Berat basah (Ltr/orang/hari atau kg/orang/hari)
- Volume basah (Ltr/unit/hari)

Maka untuk menghitung jumlah timbulan sampah maka digunakan rumus Persamaan 2.9.

$$\frac{\text{Berat Sampah (kg/orang)}}{\text{Jumlah Keluarga}} \dots\dots\dots(2.9)$$

2.3 Menentukan Densitas Sampah

Densitas sampah merupakan berat sampah diukur dalam kg dibandingkan menggunakan volume sampah diukur (kg/m³). Densitas sampah ditentukan dengan cara menimbang 1/5 sampai 1 m³ volume sampah. Untuk pengukurannya, sampah dimasukkan dalam kotak yang berukuran 20 x 20 cm dan tinggi 100 cm. Selanjutnya, sampah ditimbang dan dipadatkan sebanyak 3 kali hingga ketinggian tertentu. Volume dan kepadatan sampah kemudian dihitung tergantung pada sampel sampah yang diukur. (Modul 1, Direktur Pengembangan PLP, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian PU, 2011: 13-14). Selanjutnya densitas sampah dihitung menggunakan rumus Persamaan 2.10 :

$$\frac{\text{Volume Sampah}}{\text{Berat sampah}} \dots\dots\dots(2.10)$$

Volume sampah hasil timbulan didapat menggunakan rumus Persamaan 2.11 :

$$\text{Luas kotak pengukur x Tinggi sampah} \dots\dots\dots(2.11)$$

2.4 Komposisi Sampah

Komposisi sampah adalah pengelompokan komponen-komponen dalam sampah yang dinyatakan berdasarkan beratnya. Cara pengukuran sampel komposisi sampah artinya kelanjutan asal pengukuran timbulan sampah. (Modul 1, Direktur Pengembangan PLP, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian PU, 2011: 22), Setelah mengukur timbulan sampah, langkah selanjutnya adalah :

- Kumpulkan sampah secara acak dan masukkan ke dalam wadah timbang.
- Dipilah sampel berdasarkan komponen komposisi sampah
- Ditimbang dan dicatat berat sampah

Perhitungan komposisi sampah dihitung menggunakan rumus Persamaan 2.12 :

$$\left(\frac{\text{Berat Sampah (kg)}}{\text{Total berat sampah (kg)}} \right) \times 100\% \dots \dots \dots (2.12)$$

Dari penentuan komposisi sampah yang di dapat direncanakan dapat diolah dengan sempurna serta efisien. Komposisi sampah menurut pendapatan dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2. 1 Jenis Komposisi Sampah Domestic

Komposisi	Pemukiman	Pemukiman	Pemukiman
	Low income	Middle income	High income
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	-	-
Kayu	1-5	-	-
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, Direktur Pengembangan PLP, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian PU, 2011: 20

2.5 Tingkat Layanan

Menurut Modul 1, Direktur Pengembangan PLP, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum (2011: 40-41) Tingkat pelayanan adalah indikator kuantitatif keadaan pengolahan sampah . Data tingkat layanan didapat dari beberapa faktor, seperti :

- Presentase jumlah penduduk yang dilayani
- Presentase perbandingan jumlah penduduk dan total sampah yang masuk TPA

Sistem Layanan juga memiliki faktor penentu kualitas operasional pelayanan yaitu :

- Tipe kota
- Sampah yang terangkut berasal dari wilayah pelayanan
- Frekuensi pelayanan
- Peran aktif masyarakat sekitar
- Timbunan sampah

Tingkat layanan dipergunakan guna mengukur keefektifan pengangkutan sampah berasal dari sampah yang dihasilkan perkapita hingga ke TPA. Tingkat layanan dapat dihitung dengan rumus rumus Persamaan 2.13.

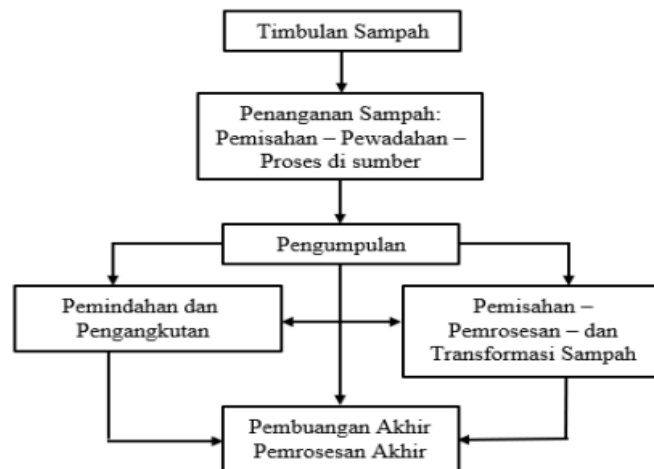
$$\frac{\text{Jumlah volume sampah TPA}}{\text{Jumlah volume sampah}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.13)$$

2.6 Sistem Pengelolaan Sampah

Menurut Damanhuri & Padmi (2010: 11), Tahapan sistem pengelolaan sampah, yaitu:

- Pewadahan sampah
- Pengumpulan sampah
- Pemindahan sampah
- Pengangkutan sampah
- Pengolahan sampah

Skema teknik pengelolaan sampah terdapat pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Skema Teknis Operasional Pengelolaan Sampah

Sumber : SNI 19-2454-2002: 8

2.7 Metode Pengolahan Akhir Sampah

Pengolahan akhir sampah (Tchobanoglous & Keirth, 1993: 374-377) sebagai berikut :

1. Metode Open Dumping

Menurut Damanhuri, dkk (2006: 5) Open dumping sering disebut metode lama, sampah dikumpulkan dan ditimbun dan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan

2. Metode Controlled Landfill

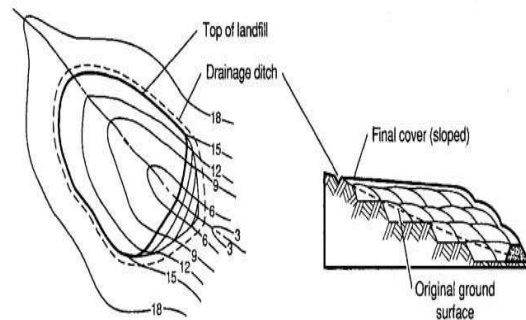
Menurut Damanhuri, dkk (2006: 5) metode ini menerapkan penutupan sampah menggunakan lapisan tanah sesudah sel sampah penuh serta dipadatkan setelah waktu tertentu

3. Metode Sanitary Landfill

Menurut Damanhuri, dkk (2006: 5) Sanitary landfill adalah sistem penimbunan sampah dengan membuat lapisan tanah dan sampah ditimbun dengan tanah sebagai lapisan penutup dan dipadatkan. Terdapat beberapa prinsip penimbunan sampah tipe sanitary landfill (Tchobanoglous & Kreith, 1993: 673) yaitu:

- Depression Method

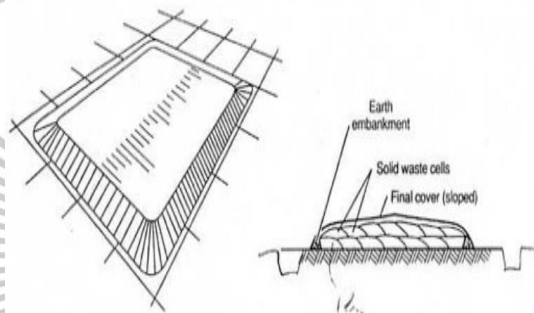
Untuk kondisi daerah lembah atau jurang metode ini cocok untuk digunakan yang terdapat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Penimbunan Sampah Depression Method
Sumber : Tchobanoglous & Kreith (1993: 673)

- Trench Method

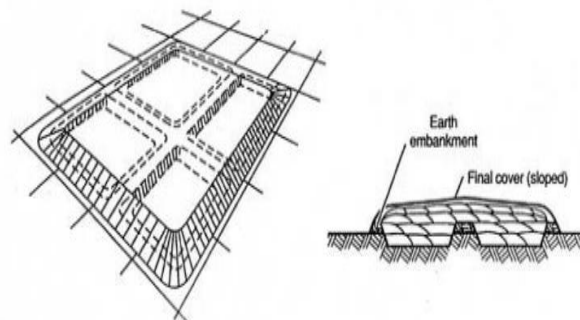
Pada daerah yang memiliki permukaan air yang dalam dapat dilakukan dengan menggali tanah dibuat seperti parit yang terdapat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Penimbunan Sampah Trench Method
Sumber : Tchobanoglous & Kreith (1993: 673)

- Area Method

Pada daerah yang muka airnya rendah, penumpukan sampah terjadi karena sebaran sampah secara vertikal pada permukaan tanah yang relatif datar, seperti terlihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Penimbunan Sampah Area Method
Sumber : Tchobanoglous & Kreith (1993: 673)

2.8 Desain dan Operasi Sanitary Landfill

Selanjutnya data volume sampah dibutuhkan untuk perencanaan TPA tipe sanitary landfill. Volume sampah mempengaruhi luas area yang dibutuhkan. Diperlukan bangunan penyangga seperti drainase, pengumpul lindi dan gas (Modul 1, Direktur Pengembangan PLP, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian PU, 2011: 40-41).

Perencanaan TPA tipe Sanitary Landfill mempunyai tahap sebagai berikut.

2.8.1 Persiapan Lahan

Menurut Tchobanoglous & Kreith (1993: 678), lokasi lahan perencanaan pengelolaan sampah memiliki ketentuan yaitu :

- Ketersediaan lahan.

Perencanaan lahan direncanakan digunakan untuk untuk masa proyeksi selama 10 tahun

Untuk kebutuhan lahan digunakan rumus Persamaan 2.14 sampai dengan rumus Persamaan 2.17.

Kebutuhan Lahan (m^2 /Tahun)

$$\frac{\text{volume sampah per hari} \times 365 \text{ hari/tahun}}{\text{kedalaman sampah terkompaksi}} \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana :

Sampah yang dihasilkan dalam ton/hari

$$\frac{\text{populasi} \times \text{sampah yang dihasilkan}}{1000 \text{ kg/ton}} \dots\dots\dots (2.15)$$

Sampah masuk TPA pada tahun ke

$$\frac{\text{jumlah sampah} \frac{\text{ton}}{\text{hari}} \times \text{target pelayanan}}{100\%} \dots\dots\dots (2.16)$$

Volume sampah (m^3 /hari)

$$\frac{\text{sampah yang dihasilkan} \frac{\text{ton}}{\text{hari}} \times 100 \text{ kg/ton}}{\text{densitas sampah terkompaksi}} \dots\dots\dots (2.17)$$

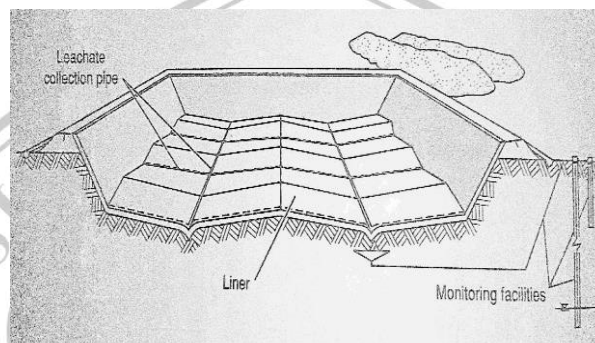
Setelah didapat perhitungan kebutuhan lahan maka perlu dilakukan perhitungan nilai usia lahan pada TPA, perhitungan nilai usia lahan pada TPA digunakan untuk mengetahui apakah lahan yang di sediakan dapat menampung volume sampah beberapa tahun kedepan. Usia pakai lahan dihitung menggunakan rumus Persamaan 2.18.

Luas lahan TPA yang disediakan
Kebutuhan lahan per tahun(2.18)

Beberapa aspek perlu diperhatikan dalam perencanaan TPA, antara lain :

- Kondisi tanah dan topografi.
- Kondisi klimatologi.
- Kondisi geohidrologi.
- Hidrologi.

Untuk konstruksi liner pada landfill ditunjukkan pada Gambar 2.5



Gambar 2. 5 Konstruksi Instalasi Liner Pada Landfill

Sumber: Tchobanoglous & Kreith 1993: 708

2.9 Pembentukan Lapisan Dasar TPA

Pembentukan lapisan dasar TPA menurut Damanhuri, dkk (2006: 13) yaitu :

- Perencanaan pemadatan lapis-perlapis minimal 2 lapis dengan tebal minimum 250 mm, dengan kepadatan 1×10^{-7} cm/det.
- Dilengkapi pipa pengumpul lindi dengan asumsi kemiringan minimal 1-2% menuju kolam penampung lindi
- Tebal dasar kerikil minimal 30 cm, diameter 30-50 mm, keliling pipa HDPE berlubang 8 mm diameter 30 cm. Jarak lubang 5cm, tebal kerikil minimal 20cm.

2.10 Perletakan Sampah

Cara pengisian sampah dan penutup harian (Modul 1, Direktur Pengembangan PLP, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian PU, 2011: 62) dapat direncanakan sebagai berikut :

- Lebar sel antara 1,5 sampai 3 meter
- Tebal sel 2 sampai 3 meter.

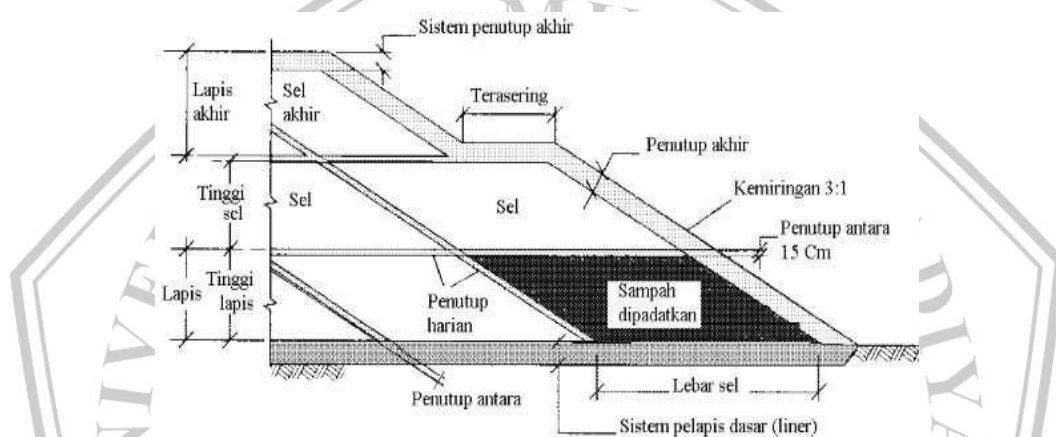
- Panjang sel direncanakan sesuai volume sampah dibagi dengan lebar dan tebal pada sel

Dalam mendesain sel sampah perlu diperhatikan beberapa faktor, yaitu:

- Lebar pada sel = 1,5 – 3 kali lebar blade alat berat (diambil 2,5 m blade)
- Tinggi sel = 2 – 3 m , (t > 3 m akan menurunkan stabilitas permukaan)

Dari lebar sel dan tinggi sel dilakukan perhitungan untuk panjang sel rencana menggunakan rumus Persamaan 2.19.

$$\text{Panjang sel} = \frac{\text{Volume sampah}}{\text{lebar sel} \times \text{tinggi sel}} \dots\dots\dots(2.19)$$



Gambar 2. 6 Perencanaan Perletakan Sampah

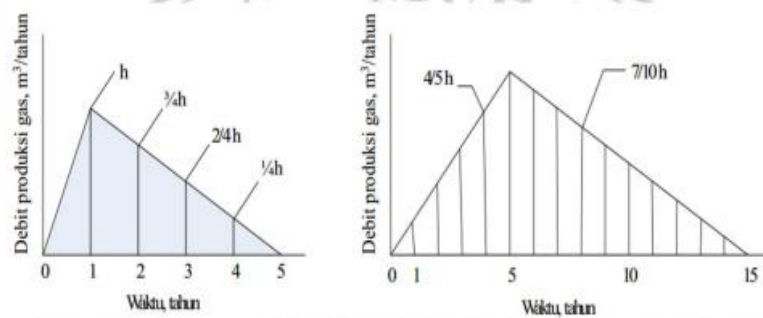
Sumber: Modul 1, Direktur Pengembangan PLP, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian PU, (2011: 63)

2.11 Sistem Pengolahan Gas

Gas berasal dari proses dekomposisi yang terjadi pada tumpukan sampah yang ditimbun di sel sampah. Setiap harinya tumpukan sampah akan terus bertambah maka produksi gas pun akan terus meningkat maka perlu diperhitungkan total produksi gas yang nantinya dapat diolah agar tidak meninggalkan permasalahan di kemudian hari.

2.11.1 Produksi Gas

Produksi landfill bergantung dari komposisi sampah. Gas yang paling dominan pada tumpukan sampah adalah gas yang berupa CH₄ dan. Waktu penguraian sampah cepat urai adalah 5 tahun, dan waktu penguraian sampah lambat urai adalah 15 tahun. Untuk perhitungan gas digunakan metode segitiga seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Metode Segi Tiga Laju Gas

Sumber : Modul 1, Direktur Pengembangan PLP, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian PU, (2011: 12)

Komposisi sampah memiliki beberapa kandungan komposisi gas maka perlu dilakukan perhitungan kandungan komposisi. Maka dapat dilakukan perhitungan menggunakan rumus Persamaan 2.20 sampai dengan rumus Persamaan 2.22.

$$\text{Berat Basah Komposisi} = \frac{\text{Berat Sampah } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times \% \text{ Kadar air}}{100\%} \dots\dots\dots(2.20)$$

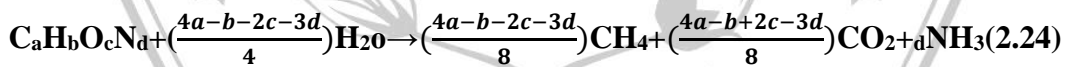
$$\text{Berat Kering Komposisi} = \text{Berat Sampah kg/m}^3 - \text{Berat basah kg/m}^3 \dots\dots(2.21)$$

$$\text{Kandungan C Komposisi} = \text{Berat Kering kg/m}^3 \times \% \text{ Kadar air} \dots\dots\dots(2.22)$$

Dari kandungan komposisi sampah selanjutnya dilakukan perhitungan per molekul jenis sampah sebelum mendapatkan hasil jumlah gas dari setiap jenis sampah. Maka dapat dilakukan perhitungan menggunakan rumus Persamaan 2.23.

$$\text{Jumlah Molekul (Jenis)} = \frac{\text{Berat komponen kg/m}^3}{\text{Berat molekul kg/m}^3} \dots\dots\dots(2.23)$$

Selanjutnya jumlah gas yang diperoleh dari rumus kimia sampah dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.24.

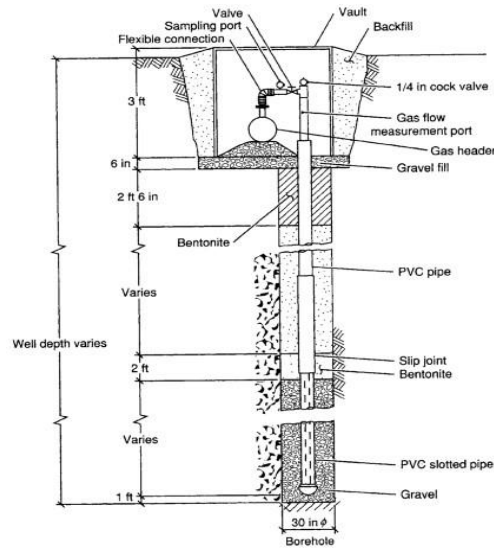


2.11.2 Perancangan Perletakan Pipa Gas

Perencanaan untuk pengolahan pergerakan gas direncanakan ventilasi gas vertikal dan horizontal (Tchobanoglous & Keirth (1993: 402-405)

1. Pemasangan pipa pengumpul gas secara vertical

Dipasang pipa HDPE dan di bor dengan permeabilitas kerikil, batu dengan kedalaman minimal 80% dari kedalaman sampah dan digunakan diameter 100-150 mm. Memiliki lubang perforasi 8-12 mm. Pemasangan pipa pengumpul secara vertikal terdapat pada Gambar 2.8 .

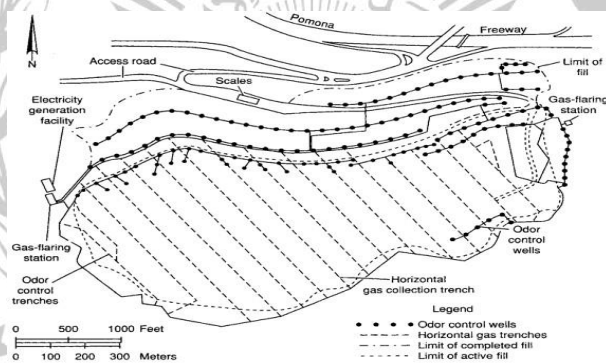


Gambar 2. 8 Perencanaan Perletakan Pipa Gas vertikal

Sumber : Tchobanoglous & Kreith, 1993: 692

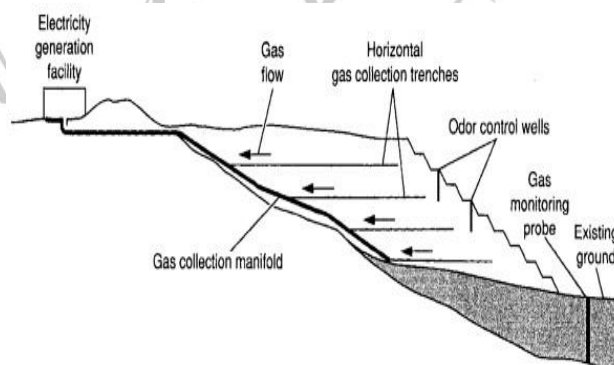
2. Pemasangan pipa pengumpul secara horizontal

Perletakan pipa gas horisontal dilakukan setelah pengisian sel sampah. Pipa dipasang pada sel sampah dan digali sesuai perencanaan, dan ditutup menggunakan batuan kerikil (Tchobanoglous & Keirth, 1993: 693).



Gambar 2. 9 Perencanaan Perletakan Pipa gas horisontal

Sumber : Tchobanoglous & Kreith, 1993: 693



Gambar 2. 10 Perencanaan Perletakan Pipa Gas Horisontal

Sumber : Tchobanoglous & Kreith, 1993: 693

2.12 Sistem Pengelolaan Lindi dan Kolam Penampung Lindi

Sumber eksternal air lindi disalurkan dari permukaan drainase, air hujan, serta limpasan dari tanah, dan sumber internal disalurkan dari cairan yang diproduksi dari proses dekomposisi dari tumpukan sampah (Modul 1, Direktur Pengembangan PLP, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian PU, 2011: 15).

2.12.1 Analisa Curah Hujan Rencana

Data curah hujan diperlukan untuk menghitung curah hujan yang direncanakan Log Pearson tipe III digunakan untuk menghitung analisis curah hujan. Perhitungannya membutuhkan mean, standar deviasi, dan koefisien deviasi (Modul 1, Direktur Pengembangan PLP, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian PU, 2011: 21) Perhitungan distribusi Log Pearson tipe III dihitung menggunakan rumus Persamaan 2.25 sampai dengan rumus Persamaan 2.28.

$$(Sd) = \sqrt{\frac{\sum \log(x-xrt)^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.25)$$

$$(Cv) = \frac{sd}{xrt} \dots\dots\dots(2.26)$$

$$(Cs) = \frac{n}{(n-1)(n-2)sd^3} \sum \log(x-xrt)^3 \dots\dots\dots(2.27)$$

$$\text{Curah Hujan Rencana} = \text{Log } x \text{ (Tr 2)} = xrt + (G \times S) \dots\dots\dots(2.28)$$

2.12.2 Intensitas Hujan

Metode Bell digunakan untuk menentukan intensitas curah hujan, dengan asumsi curah hujan selama 1 jam (60 menit) dan periode kekambuhan curah hujan selama 10 tahun (Modul 1, Direktur Pengembangan PLP, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian PU, 2011: 27) maka dapat dihitung menggunakan rumus Persamaan 2.29.

$$Rt = (0.2 \ln T + 0.52) (0.54 t^{0.25} - 0.5) \cdot R10 \text{ tahun} \dots\dots\dots(2.29)$$

Dimana:

Rt = Curah hujan (mm)

T = Periode Ulang (tahun)

t = Durasi hujan (menit)

Untuk menghitung intensitas hujan digunakan rumus Persamaan 2.30 dan rumus Persamaan 2.31.

$$It \frac{60}{t} Rt \dots \dots \dots (2.30)$$

Dimana :

It = Intensitas hujan (mm/jam)

R = Durasi curah hujan

T = Periode ulang (Tahun)

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A \dots \dots \dots (2.31)$$

Dimana :

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 adalah faktor untuk mencari nilai koefisien limpasan (C). Untuk nilai koefisien limpasan (C) lahan terbuka terdapat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Nilai Koefisien Limpasan (C)

Penutupan Lahan	C
Lahan terbuka	
Tanah berpasir, lahan datar 2%	0,05 – 0,10
Tanah berpasir, lahan landai 2% - 7%	0,10 – 0,15
Tanah berpasir, lahan miring >7%	0,15 – 0,20
Tanah berat, lahan datar 2%	0,13 – 0,17
Tanah berat, lahan landai 2% - 7%	0,18 – 0,22
Tanah berat, lahan 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, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian Pekerjaan Umum Tahun, 2011: 20)

2.12.3 Perencanaan Saluran Drainase

Drainase digunakan untuk mengontrol aliran air hujan dan meminimalkan alirannya ke tumpukan sampah dan sebagai penampung air hujan yang jatuh ke tumpukan sampah. (Modul 1, Direktur Pengembangan PLP, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian PU, (2011: 33-34). Perhitungan dimensi saluran drainase dihitung dengan rumus Persamaan 2.32 dan rumus Persamaan 2.33.

$$Q = V A \dots\dots\dots(2.32)$$

$$V = (1/n) \cdot R^{2/3} \cdot S^{0.5} \dots\dots\dots(2.33)$$

Dimana :

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

A = luas penampang basah saluran (m²)

n = koefisien kekasaran saluran (tabel)

R = jari-jari hidrolis = A/P

S = kemiringan garis energi (m/m)

P = keliling basah (m)

Tabel 2. 4 Nilai Koefisien Kekasaran Saluran

Bahan Saluran	N
Pasangan batu bata diplester halus	0,01 – 0,015
Pasangan batu bata tidak diplester	0,012 – 0,018
Pasangan batu kali dihaluskan	0,017 – 0,03
Pasangan batu kali tidak dihaluskan	0,023 – 0,035
Beton dihaluskan (finished)	0,011 – 0,015
Beton cetak tidak dihaluskan (unfinished)	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 PU, (2011: 63)

Tingkat jagaan direncanakan untuk mengkompensasi fluktuasi volume limpasan dan ketinggian air akibat peningkatan curah hujan. Tinggi jagaan dihitung menggunakan rumus Persamaan 2.34.

$$F = c \cdot h \dots\dots\dots (2.34)$$

Dimana :

F = Tinggi jagaan (m),

c = Koefisien yang nilainya 0,5 – 0,3

h = Kedalaman air pada saluran (m)

2.12.4 Penyaluran Lindi

Perhitungan penyaluran debit lindi dapat dihitung dengan rumus perhitungan Thornthwaite dan data yang dibutuhkan adalah :

- Curah Hujan
- Suhu atau temperature udara

Metode neraca air Thorntwaite berasumsi lindi dihasilkan dari curah hujan meresap masuk ke dalam timbulan sampah. Berikut sistem input – output dari neraca air dengan rumus Persamaan 2.35 sampai dengan Persamaan 2.38.

$$PERC = P - (RO) - (AET) - (\Delta ST) \dots\dots\dots (2.35)$$

$$I = P - (R/O) \dots\dots\dots (2.36)$$

$$APWL = \sum NEG (I - PET) \dots\dots\dots (2.37)$$

$$AET = (PET) + [(I - PET) - (\Delta ST)] \dots\dots\dots (2.38)$$

Keterangan :

PERC = Perkolasi

P = Presipitasi rata-rata bulanan dari data tahunan.

RO = Limpasan permukaan (runoff) rata-rata bulanan dihitung dari presipitasi serta koefisien limpasan.

AET = Aktual evapotranspirasi

ΔST = Perubahan simpanan air dalam tanah dari bulan ke bulan, yang terkait dengan soil moisture storage.

ST = Soil moisture storage

I = Infiltrasi, jumlah air terinfiltrasi ke dalam tanah.

APWL = Accumulated potential water loss

I-PET = Nilai infiltrasi dikurangi nilai potensi evapotranspirasi

PET = Potensial evapotranspirasi

Saluran pengumpul lindi menurut dibagi menjadi 2 (Modul 1, Direktur Pengembangan PLP, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Kementerian PU, 2011: 48) yaitu:

1. Saluran pengumpul (Primer)

Direncanakan pipa HDPE dengan ventilasi beserta pengumpul gas arah vertikal

2. Saluran pengumpul (Sekunder)

- Direncanakan dipasang horizontal pada tumpukan sampah
- Kemiringan saluran direncanakan minimal 2%
- Penangkap air lindi direncanakan pipa HDPE
- Pada dasar saluran direncanakan kedap air

Untuk saluran pengumpul lindi dihitung menggunakan rumus Persamaan 2.39

Metode Thorntwaite :

$$Q_{rencana} = Q \times A \dots\dots\dots(2.39)$$

Q = Jumlah perhitungan debit air lindi

A = Luasan rencana tangkapan air lindi

2.13 Kolam Penampung

Perencanaan kolam lindi bertujuan menampung lindi dan mempunyai tahapan pengolahan dan penyaringan dengan beberapa ketentuan :

- Kolam penampung lindi direncanakan kedap air dan tahan oleh asam yang dihasilkan dari partikel lindi
- Ukuran kolam penampung lindi disesuaikan dengan debit lindi yang dihasilkan

Beberapa pilihan kolam penampung lindi (Permen PU No 03 Tahun 2013) diantara lain :

- Kolam Anaerobik

Direncanakan waktu detensi 20 sampai 50 hari dan kedalaman 2,5 sampai 5 m dengan material pasangan batu

- Kolam Fakultatif

Direncanakan waktu detensi 3 hingga 30 hari dan kedalaman 1,5 sampai 2,5 m dengan material pasangan batu

- Kolam Maturasi

Direncanakan waktu detensi 7 sampai 20 hari dan kedalaman 1 sampai 1,5 m dengan material pasangan batu

- Kolam Biofilter

Direncanakan waktu detensi kolam biofilter yaitu 3 sampai 5 hari dan kedalaman 2 m perencanaan dengan lapisan penyaring lindi yaitu lapisan batu, kerikil, ijuk dan pasir

Perbandingan parameter desain IPAL memiliki parameter ukuran yang berbeda dan dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Nilai Parameter Perencanaan Kolam Penampung Lindi

Jenis Kolam	Kedalaman (m)	Waktu detensi (Hari)
Aerobik	2,5 – 5	20 - 50
Fakultatif	1,5 – 2,5	3 - 30
Maturasi	1 - 1,5	5 - 20
Biofilter	2	3 - 5

Sumber: Peraturan Pemerintah Pekerjaan Umum No. 3 (2013: 176)