

LAMPIRAN III
PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
NOMOR
TENTANG
PENYELENGGARAAN PRASARANA DAN
SARANA PERSAMPAHAN DALAM
PENANGANAN SAMPAH RUMAH
TANGGA DAN SAMPAH SEJENIS
SAMPAH RUMAH TANGGA

PERSYARATAN TEKNIS PENYEDIAAN PENGOPERASIAN,
PENUTUPAN ATAU REHABILITASI TPA

1. Penyediaan TPA
 - 1.1. Ketentuan Umum
 1. Di lokasi pemrosesan akhir tidak hanya ada proses penimbunan sampah tetapi juga wajib terdapat 4 (empat) aktivitas utama penanganan sampah yaitu (Litbang PU, 2009):
 - a. Pemilahan sampah
 - b. Daur ulang sampah non hayati (non organik)
 - c. Pengomposan sampah hayati (organik)
 - d. Pengurugan/penimbunan sampah residu dari proses di atas di lokasi pengurugan atau penimbunan (lahan urug).
 2. TPA wajib dilengkapi dengan zona penyangga dan metode pemrosesan akhirnya dilakukan secara lahan urug saniter (kota besar/metropolitan) dan lahan urug terkendali (kota sedang/kecil).
 3. Dalam Tata Cara Perencanaan TPA, harus memenuhi ketentuan, antara lain :
 - a. Tersedianya biaya pengoperasian dan pemeliharaan TPA.
 - b. Sampah yang dibuang ke TPA harus telah melalui pengurangan volume sampah (kegiatan 3 R) sedekat mungkin dari sumbernya.
 - c. Sampah yang dibuang di lokasi TPA adalah hanya sampah perkotaan tidak dari industri, rumah sakit yang mengandung B3.
 - d. Kota yang sulit mendapatkan lahan TPA di wilayahnya, perlu melaksanakan model TPA regional serta perlu adanya institusi pengelola kebersihan yang bertanggung jawab dalam pengelolaan TPA tersebut secara memadai.

4. Kegiatan peternakan yang mengambil pakan dari sampah di TPA dilarang.

1.2. Ketentuan Teknis

1. Pemilihan lokasi TPA sampah perkotaan harus sesuai dengan ketentuan yang ada (SNI 03-3241-1994 tentang tata cara pemilihan lokasi TPA).
2. Perencanaan TPA sampah perkotaan perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut :
 - a. Rencana pengembangan kota dan daerah, tata guna lahan serta rencana pemanfaatan lahan bekas TPA.
 - b. Kemampuan ekonomi Pemerintah Daerah setempat dan masyarakat, untuk menentukan teknologi sarana dan prasarana TPA yang layak secara ekonomis, teknis dan lingkungan
 - c. Kondisi fisik dan geologi seperti topografi, jenis tanah, kelulusan tanah, kedalaman air tanah, kondisi badan air sekitarnya, pengaruh pasang surut, angin, iklim, curah hujan, untuk menentukan metode pembuangan akhir sampah.
 - d. Rencana pengembangan jaringan jalan yang ada, untuk menentukan rencana jalan masuk TPA.
 - e. Rencana TPA di daerah lereng agar memperhitungkan masalah kemungkinan terjadinya longsor.
3. Metode pembuangan akhir sampah pada dasarnya harus memenuhi prinsip teknis berwawasan lingkungan sebagai berikut :
 - a. Di kota besar dan metropolitan harus direncanakan sesuai metode lahan urug saniter (*sanitary landfill*) sedangkan kota kecil dan sedang minimal harus direncanakan metode lahan urug terkendali (*controlled landfill*).
 - b. Harus ada pengendalian lindi, yang terbentuk dari proses dekomposisi sampah tidak mencemari tanah, air tanah maupun badan air yang ada.
 - c. Harus ada pengendalian gas dan bau hasil dekomposisi sampah, agar tidak mencemari udara, menyebabkan kebakaran atau bahaya asap dan menyebabkan efek rumah kaca.
 - d. Harus ada pengendalian vektor penyakit.

4. Sarana dan prasarana TPA

Sarana dan prasarana TPA yang dapat mendukung prinsip tersebut di atas adalah sebagai berikut :

- a. Fasilitas umum (jalan masuk, kantor/pos jaga, saluran drainase dan pagar).
- b. Fasilitas perlindungan lingkungan (lapisan kedap air, pengumpul lindi, pengolahan lindi, ventilasi gas, daerah penyangga, tanah penutup)
- c. Fasilitas penunjang (jembatan timbang, fasilitas air bersih, listrik, bengkel dan hanggar)
- d. Fasilitas operasional (alat besar dan truk pengangkut tanah).

1.3. Pemilihan Lokasi TPA

Pemilihan lokasi TPA mempertimbangkan beberapa aspek sebagai berikut:

1. Tata Ruang Kota atau wilayah
2. Kondisi geologi : kondisi geologi formasi batu pasir, batu gamping atau dolomite berongga tidak sesuai untuk lahan urug. Juga daerah potensi gempa, zona vulkanik. Kondisi yang layak : sedimen berbutir sangat halus, misal : batu liat, batuan beku, batuan malihan yang kedap ($k < 10^{-6}$ cm/det).
3. Kondisi geohidrologi : sistem aliran air tanah *discharge* lebih baik dari *recharge*. Sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup yang berlaku, jarak landfill dengan lapisan akuifer paling dekat 4 m dan dengan badan air paling dekat 100 m. apabila tidak memenuhi persyaratan tersebut, diperlukan masukan teknologi.
4. Jarak dari lapangan terbang 1.500 m (pesawat baling-baling) – 3.000 meter (pesawat jet).
5. Kondisi curah hujan kecil, terutama daerah kering dengan kecepatan angin rendah dan berarah dominan tidak menuju permukiman.
6. Topografi : Tidak boleh pada bukit dengan lereng tidak stabil, daerah berair, lembah yang rendah dan dekat dengan air permukaan dan lahan dengan kemiringan alami $> 20\%$
7. Tidak berada pada daerah banjir 25 tahunan
8. Tidak merupakan daerah produktif
9. Tidak berada pada kawasan lindung/cagar alam

10. Kemudahan operasi
11. Aspek lingkungan lainnya
12. Penerimaan masyarakat

Pemilihan ini sudah ditetapkan dalam SNI 03-3241-1994 tentang Tata Cara Pemilihan Lokasi TPA Sampah seperti tercantum dalam tabel 1 berikut.

Tabel 1 - Tata Cara Pemilihan Lokasi TPA

NO	PARAMETER	BOBOT	NILAI
I.	UMUM		
1	Batas Adminitrasi	5	
	o Dalam batas administrasi		10
	o Di luar batas administrasi tetapi dalam satu sistem pengelolaan TPA sampah terpadu		5
	o Di luar batas administrasi dan di luar sistem pengelolaan sampah terpadu		1
	o Di luar batas administrasi		1
2.	Pemilik hak atas tanah	3	
	o Pemerintah daerah/pusat		10
	o Pribadi (satu)		7
	o Swasta/perusahaan (satu)		5
	o Lebih dari satu pemilik hak dan atau status kepemilikan		3
	o Organisasi sosial/agama		1
3.	Kapasitas lahan	5	
	o > 10 tahun		10
	o 5 tahun-10 tahun		8
	o 3 tahun-5 tahun		5
	o Kurang dari 3 tahun		1
4.	Jumlah pemilik tanah	3	
	o Satu (1) kk		10
	o 2-3 kk		7
	o 4-5 kk		5
	o 6-10 kk		3
	o Lebih dari 10 kkk		1
5.	Partisipasi masyarakat	3	
	o Spontan		10
	o Digerakkan		5
	o Negosiasi		1
II.	LINGKUNGAN FISIK		
1.	Tanah (di atas muka air tanah)	5	
	o Harga kelulusan < 10 ⁻⁹ cm/det		10
	o Harga kelulusan 10 ⁻⁹ cm/det = 10 ⁻⁶ cm/det		7
	o Harga kelulusan > 10 ⁻⁶ cm.det tolak (kecuali ada masukan teknologi)		

NO	PARAMETER	BOBOT	NILAI
2.	Air tanah	5	
	o > 10 m dengan kelulusan < 10^{-6} cm/det		10
	o <10 m dengan kelulusan < 10^{-6} cm/det		8
	o = 10 m dengan kelulusan 10^{-6} cm/det – 10^{-4} cm/det		3
	o < 10 m dengan kelulusan 10^{-6} cm/det – 10^{-4} cm/det		1
3.	Sistem aliran air tanah	3	
	o <i>Discharge area</i> /local		10
	o <i>Recharge area</i> dan <i>discharge area</i> local		5
	o <i>Recharge area</i> regional dan lokal		1
4.	Kaitan dengan pemanfaatan air tanah	3	
	o Kemungkinan pemanfaatan rendah dengan batas hidrolis		10
	o Diproyeksikan untuk dimanfaatkan dengan batas hidrolis		5
	o Diproyeksikan untuk dimanfaatkan tanpa batas hidrolis		1
5.	Bahaya banjir	2	
	o Tidak ada bahaya banjir		10
	o Kemungkinan banjir > 25 tahunan		5
	o Kemungkinan banjir < 25 tahunan Tolak (kecuali ada masukan teknologi)		
6.	Tanah penutup	4	
	o Tanah penutup cukup		10
	o Tanah penutup cukup sampai $\frac{1}{2}$ umur pakai		5
	o Tanah penutup tidak ada		1
7.	Intensitas hujan	3	
	o Di bawah 500 mm per tahun		10
	o Antara 500 mm sampai 1000 mm per tahun		5
	o Di atas 1000 mm per tahun		1
8.	Jalan menuju lokasi	5	
	o Datar dengan kondisi baik		10
	o Datar dengan kondisi buruk		5
	o Naik/turun		1
9.	Transport sampah (satu jalan)	5	
	o Kurang dari 15 menit dari centroid sampah		10
	o Antara 16 menit-30 menit dan centroid sampah		8
	o Antara 31 menit-60 menit dan centroid sampah		3

NO	PARAMETER	BOBOT	NILAI
	o Lebih dari 60 menit dan centroid sampah		1
10.	Jalan masuk	4	
	o Truk sampah tidak melalui daerah permukiman		10
	o Truk sampah melalui daerah pemukiman berkepadatan sedang (<300 jiwa/ha)		5
	o Truk sampah melalui daerah pemukiman berkepadatan sedang (>300 jiwa/ha)		1
11.	Lalu lintas	3	
	o Terletak 500 m dari jalan umum		10
	o Terletak < 500 m pada lalu lintas rendah		8
	o Terletak > 500 m pada lalu lintas sedang		3
	o Terletak pada lalu lintas tinggi		1
12.	Tata guna tanah	5	
	o Mempunyai dampak sedikit terhadap tata guna tanah sekitar		10
	o Mempunyai dampak sedang terhadap tata guna tanah sekitar		5
	o Mempunyai dampak besar terhadap tata guna tanah sekitar		1
13.	Pertanian	3	
	o Berlokasi di lahan tidak produktif		10
	o Tidak ada dampak terhadap pertanian sekitar		5
	o Terdapat pengaruh negative terhadap pertanian sekitar		1
	o Berlokasi di tanah pertanian produktif		1
14.	Daerah lindung/cagar alam	2	
	o Tidak ada daerah lindung/cagar alam di sekitarnya		10
	o Terdapat daerah lindung/cagar alam di sekitarnya yang tidak terkena dampak negative		1
	o Terdapat daerah lindung/cagar alam di sekitarnya terkena dampak negatif		1
15.	Biologis	3	
	o Nilai habitat yang rendah		10

NO	PARAMETER	BOBOT	NILAI
	o Nilai habitat yang tinggi		5
	o Habitat kritis		1
16.	Kebisingan, bau	2	
	o Terdapat zona penyangga		10
	o Terdapat zona penyangga yang terbatas		5
	o Tidak terdapat penyangga		1
17.	Estetika	3	
	o Operasi penimbunan tidak terlihat dari luar		10
	o Operasi penimbunan sedikit terlihat dari luar		5
	o Operasi penimbunan terlihat dari luar		1

1.4. Rencana Tapak

Untuk lahan urug saniter dan lahan urug terkendali, harus diperhatikan beberapa hal :

- Pemanfaatan lahan dibuat seoptimal mungkin sehingga tidak ada sisa lahan yang tidak dimanfaatkan.
- Lokasi TPA harus terlindung dari jalan umum yang melintas TPA.
- Hal ini dapat dilakukan dengan menempatkan pagar hidup di sekeliling TPA, sekaligus dapat berfungsi sebagai zona penyangga.
- Penempatan kolam pengolahan lindi dibuat sedemikian rupa sehingga lindi sedapat mungkin mengalir secara gravitasi.
- Penempatan jalan operasi harus disesuaikan dengan sel/blok penimbunan, sehingga semua tumpukan sampah dapat dijangkau dengan mudah oleh truk dan alat besar.

1.5. Prasarana dan Sarana TPA

1. Fasilitas Dasar

a. Jalan masuk

Jalan masuk TPA harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

- Dapat dilalui kendaraan truk sampah dari 2 arah
- Lebar jalan 8 m, kemiringan permukaan jalan 2 – 3 % kearah saluran drainase, tipe jalan kelas 3 dan mampu menahan beban perlintasan dengan tekanan gandar 10 ton dan kecepatan kendaraan 30 km/jam (sesuai dengan ketentuan Ditjen. Bina Marga)

b. Jalan operasi

Jalan operasi yang dibutuhkan dalam pengoperasian TPA terdiri dari 3 jenis, yaitu :

- 1) Jalan operasi penimbunan sampah, jenis jalan bersifat temporer, setiap saat dapat ditimbun dengan sampah.
- 2) Jalan operasi yang mengelilingi TPA, jenis jalan bersifat permanen dapat berupa jalan beton, aspal atau perkerasan jalan sesuai beban dan kondisi jalan.
- 3) Jalan penghubung antar fasilitas, yaitu kantor/pos jaga bengkel, tempat parkir, tempat cuci kendaraan. Jenis jalan bersifat permanen.

c. Bangunan penunjang

Bangunan penunjang ini adalah sebagai pusat pengendalian kegiatan di TPA baik teknis maupun administrasi, dengan ketentuan sebagai berikut :

- Luas bangunan kantor tergantung pada lahan yang tersedia dengan mempertimbangkan rencana kegiatan yang akan dilaksanakan antara lain: pencatatan sampah, tampilan rencana tapak dan rencana pengoperasian TPA, tempat cuci kendaraan, kamar mandi/wc, gudang, bengkel dan alat pemadam kebakaran.

d. Drainase

Drainase TPA berfungsi untuk mengurangi volume air hujan yang jatuh pada area timbunan sampah.

Ketentuan teknis drainase TPA ini adalah sebagai berikut :

- 1) Jenis drainase dapat berupa drainase permanen (jalan utama, disekeliling timbunan terakhir, daerah kantor, gudang, bengkel, tempat cuci) dan drainase sementara (dibuat secara lokal pada zone yang akan dioperasikan).
- 2) Kapasitas saluran dihitung dengan persamaan manning.

$$Q = 1/n A. R. ^{2/3}.S^{1/2}$$

Dimana :

Q	=	debit aliran air hujan (m ³ /det)
A	=	luas penampang basah saluran (m ²)
R	=	jari-jari hidrolis (m)
S	=	kemiringan
N	=	konstanta

- 3) Pengukuran besarnya debit dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$D = 0,278 C \cdot I \cdot A \text{ (m}^3 \text{ / det),}$$

Dimana :

D = debit
C = angka pengaliran
I = intensitas hujan maksimum (mm/jam)
A = luas daerah aliran (km²)

- 4) Pagar

Pagar yang berfungsi untuk menjaga keamanan TPA dapat berupa pagar tanaman sehingga sekaligus dapat juga berfungsi sebagai daerah penyangga minimal setebal 5 m dan dapat pula dilengkapi dengan pagar kawat atau lainnya.

- 5) Papan nama

Papan nama berisi nama TPA, pengelola, jenis sampah dan waktu kerja yang dipasang di depan pintu masuk TPA

2. Fasilitas Perlindungan Lingkungan

a. Lapisan dasar TPA

- 1) Lapisan dasar TPA harus kedap air sehingga lindi terhambat meresap kedalam tanah dan tidak mencemari air tanah. Koefisien permeabilitas lapisan dasar TPA harus lebih kecil dari 10^{-6} cm/det
- 2) Pelapisan dasar kedap air dapat dilakukan dengan cara melapisi dasar TPA dengan tanah lempung yang dipadatkan (30 cm x 2) atau geomembran setebal 1,5 – 2 mm, terkandung pada kondisi tanah.
- 3) Dasar TPA harus dilengkapi saluran pipa pengumpul lindi dan kemiringan minimal 2 % kearah saluran pengumpul maupun penampung lindi.
- 4) Pembentukan dasar TPA harus dilakukan secara bertahap sesuai dengan urutan zona/blok dengan urutan pertama sedekat mungkin ke kolam pengolahan lindi.
- 5) Bila menurut desain perlu digunakan geosintesis seperti geomembran, geotekstil, non woven, geonet, dan sebagainya, pemasangan bahan ini hendaknya disesuaikan spesifikasi teknis yang telah direncanakan, dan dilaksanakan oleh kontraktor yang berpengalaman dalam bidang ini.

b. Pengumpulan dan Pengolahan Lindi

1) Penyaluran Lindi

Saluran pengumpul lindi terdiri dari saluran pengumpul sekunder dan primer.

a) Kriteria saluran pengumpul sekunder adalah sebagai berikut :

- (1) Dipasang memanjang ditengah blok/zona penimbun
- (2) Saluran pengumpul tersebut menerima aliran dari dasar lahan dengan kemiringan minimal 2 %
- (3) Saluran pengumpul terdiri dari rangkaian pipa PVC
- (4) Dasar saluran dapat dilapisi dengan liner (lapisan kedap air)

b) Kriteria saluran pengumpul primer :

Menggunakan pipa PVC/HDPE dengan diameter minimal 300 mm, berlubang (untuk pipa ke bak pengumpul lindi tidak berlubang saluran primer dapat dihubungkan dengan hilir saluran sekunder oleh bak kontrol, yang berfungsi pula sebagai ventilasi yang dikombinasikan dengan pengumpul gas vertikal).

c) Syarat pengaliran lindi adalah :

Pengaliran lindi dilakukan seoptimal mungkin dengan metode gravitasi, dengan kecepatan pengaliran 0,6 – 3 m/det.

Kedalaman air dalam saluran / pipa (d/D) maksimal 80 %, dimana d = tinggi air dan D = diameter pipa.

d) Perhitungan disain debit lindi adalah menggunakan model atau dengan perhitungan yang didasarkan atas asumsi.

Hujan terpusat pada 4 jam sebanyak 90% (*Van Breen*), sehingga faktor puncak = 5,4. Maksimum hujan yang jatuh 20 – 30% diantaranya menjadi lindi. Dalam 1 bulan, maksimum terjadi 20 hari hujan. Data presipitasi diambil berdasarkan data harian atau tahunan maksimum dalam 5 tahun terakhir.

2) Pengolahan lindi

Beberapa pilihan alternatif teknologi yang diterapkan di Indonesia adalah:

a) Kolam Anaerobik, Fakultatif, Maturasi dan Biofilter (alternatif 1)

b) Kolam Anaerobik, Fakultatif, Maturasi dan *Landtreatment/Wetland* (alternatif 2).

- c) *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) dengan *Aerated Lagoon* (alternatif 3).
- d) Proses Koagulasi - Flokulasi, Sedimentasi, Kolam Anaerobik atau ABR (alternatif 4).
- e) Proses Koagulasi - Flokulasi, Sedimentasi I, *Aerated Lagoon*, Sedimentasi II (alternatif 5).

Alternatif 1 Kolam Anaerobik, Fakultatif, Maturasi dan Biofilter

Tabel 2 - Alternatif 1 Pengolahan Lindi

No.	Kriteria	Proses Pengolahan			
		Anaerobik	Fakultatif	Maturasi	Biofilter
1.	Fungsi	Penyisihan BOD yang relatif tinggi(> 1000 mg/L), sedimentasi, stabilisasi influen	Penyisihan BOD	Penyisihan mikroorganisme pathogen, nutrien	Menyaring effluen sebelum dibuang ke badan air
2	Kedalaman (m)	2,5-5	1-2	1-1,5	2
3.	Penyisihan BOD (%)	50-85	70-80	60-89	75
4.	Waktu Detensi (hari)	20-50	5-30	7-20	3-5
5	Beban Organik (kg/Ha hari)	224 – 560	56 -135	≤17	<80
6.	pH	6,5-7,2	6,5-8,5	6,5-10,5	-
7.	Material	Pasangan batu	Pasangan batu	Pasangan batu	Batu, Kerikil, Ijuk, Pasir

Alternatif 2 Kolam Anaerobik, Fakultatif, Maturasi dan *Landtreatment/Wetland*

Tabel 3 - Alternatif 2 Pengolahan Lindi

No.	Kriteria	Proses Pengolahan			
		Anaerobik	Fakultatif	Maturasi	Wetland
1.	Fungsi	Penyisihan BOD yang relatif tinggi (>1000 mg/L), sedimentasi, stabilisasi influen	Penyisihan BOD	Penyisihan mikroorganisme pathogen, nutrien	Penyisihan BOD, removal nutrien
2.	Kedalaman (m)	2,5-5	1 -2	1-1,5	0,1-0,6* 0,3-0,8**
3.	Penyisihan BOD %	50-85	70-80	60-89	-
4.	Waktu Detensi (hari)	20-50	5-30	7-20	4-15

5.	Beban Organik (kg/Ha hari)	224 - 560	56 -135	≤ 17	< 67
6.	pH	6,5-7,2	6,5-8,5	6,5-10,5	-
7.	Material	Pasangan batu	Pasangan batu	Pasangan batu	Tanah permeabilitas rendah***

Alternatif 3 *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) dengan *Aerated Lagoon*

Tabel 4 - Alternatif 3 Pengolahan Lindi

No.	Kriteria	Proses Pengolahan		
		ABR	Aerated Lagoon	Pemisah Padatan
1.	Fungsi	Penyisihan BOD yg relatif tinggi (>1000 mg/L), sedimentasi padatan, stabilisasi influen	Penyisihan BOD	Penyisihan solid
2.	Kedalaman (m)	2-4	1,8-6	3-5
3.	Penyisihan BOD %	70-85	80-95	-
4.	Waktu Detensi (hari)	1-2	3-10	0,06 - 0,125
5	Beban Organik (kg/ m ³ hari)	4-14	0,32 - 0,64	0,5-5 kg/m ² jam
5.	Beban Hidrolik (m ³ / m ² hari)	16,8-38,4		8-16
6.	pH	6,5-7,2	6,5-8,0	-
7.	Material	Beton Bertulang-Bata	Pasangan batu	Pasangan batu

Alternatif 4 Proses Koagulasi - Flokulasi, Sedimentasi, Kolam Anaerobik atau ABR

Tabel 5 - Alternatif 4 Pengolahan Lindi

No.	Kriteria	Proses Pengolahan			
		Koagulasi-Flokulasi	Sedimentasi	Anaerobik Pond	ABR
1.	Fungsi	Pembentukan flok padatan	Penyisihan flok padatan	Penyisihan BOD yang relatif tinggi (> 1000 mg/L), sedimentasi padatan, stabilisasi influen	Penyisihan BOD yang relatif tinggi (>1000 mg/L), sedimentasi padatan, stabilisasi influen
2.	Kedalaman	-	3 - 5 m	2,5 -5m	2-4m
3.	Penyisihan BOD %	-	-	50-85%	70-85%
4.	Waktu Detensi	0,5 jam	1,5 - 3 jam	20 - 50 hari	1-2 hari
5.	Beban Organik, kg/Ha hari	-	-	224 - 560	4-14 kg/m ³ hari
6.	Beban Hidrolik	-	8-16 m ³ /m ² hari	-	16,8 - 38,4 m ³ /m ² hari
7.	pH	-	-	6,5 - 7,2	6,5 - 7,2

8.	Dosis koagulan, mg/l	300-4500 Kapur (CaOH) 100-5000 Tawas (Al ₂ (SO ₄) ₃) 0,2 ml/L Polimer kationik 1%		
----	----------------------	--	--	--

Alternatif 5 Proses Koagulasi - Flokulasi, Sedimentasi I, Aerated Lagoon, Sedimentasi II

Tabel 6 - Alternatif 5 Pengolahan Lindi

No.	Kriteria	Proses Pengolahan		
		Koagulasi - Flokulasi	Aerated Lagoon	Sedimentasi I/II
1.	Fungsi	Pembentukan flok padatan	Penyisihan BOD	Penyisihan solid
2.	Kedalaman (m)	-	1,8-6	3-5
3.	Penyisihan BOD %	-	80-95	-
4	Waktu Detensi (hari)	0,5 jam	3-10	1,5-3 jam
5.	Beban Organik (kg/ m ³ hari)	-	0,32 - 0,64	0,5-5 kg/m ² jam
6.	Beban Hidrolik (nf/ m ³ hari)	-	-	8-16
7.	pH	-	6,5 - 8,0	-
8.	Material	Beton/Baja	Pasangan batu	Pasangan batu
9.	Dosis koagulan (mg/L):	300-4500 Kapur (CaOH) 100-5000 Tawas (Al ₂ (SO ₄) ₃) 0,2 ml/L lindi Polimer kationik 1 %		

Pengolahan lindi yang paling sesuai dengan kondisi di Indonesia adalah menggunakan sistem kolam stabilisasi (kombinasi proses anaerobik - aerobik), namun hal ini hanya mampu mengolah beban organik lindi < 40%.

Ambang batas kualitas olahan yang diperkenankan dibuang ke badan air penerima diatur oleh masing-masing daerah. Semakin ketat nilai ambang batasnya, maka dituntut efisiensi pengolahan lindi yang semakin tinggi

c. Penanganan Gas

Ventilasi gas yang berfungsi untuk mengalirkan dan mengurangi akumulasi tekanan gas mempunyai kriteria teknis :

- 1) Pipa ventilasi dipasang dari dasar TPA secara bertahap pada setiap lapisan sampah dan dapat dihubungkan dengan pipa pengumpul lindi

- 2) Pipa ventilasi gas berupa pipa HDPE atau pipa HDPE yang tahan terhadap tekanan diameter 150 mm (diameter lubang perforasi maksimum 1,5 cm) yang dikelilingi oleh saluran bronjong berdiameter 400 mm dan diisi batu pecah diameter 50-100 mm
- 3) Ketinggian pipa ventilasi tergantung pada rencana tinggi timbunan (setiap lapisan sampah ditambah 50 cm)
- 4) Pipa ventilasi pada akhir timbunan harus ditambah dengan pipa besi diameter 150 mm
- 5) Gas yang keluar dari ujung pipa besi harus dibakar atau dimanfaatkan sebagai energi alternative.
- 6) Jarak antara pipa ventilasi gas 50-70 m
- 7) Pada sistem lahan urug saniter, gas bio harus dialirkan ke pipa penangkap gas melalui ventilasi sistem penangkap gas, lalu dibakar pada gas *flare*. Sangat dianjurkan menangkap gas bio tersebut untuk dimanfaatkan.
- 8) Metode untuk membatasi dan menangkap pergerakan gas adalah:
 - a) Menempatkan materi impermeable pada atau di luar perbatasan lahan urug untuk menghalangi aliran gas
 - b) Menempatkan materi granular pada atau di luar perbatasan lahan urug (perimeter) untuk penyaluran dan atau pengumpulan gas
 - c) Pembuatan sistem ventilasi penangkap gas di dalam lokasi ex-TPA
- 9) Sistem penangkap gas dapat berupa:
 - a) Ventilasi horizontal: yang bertujuan untuk menangkap aliran gas dalam dari satu sel atau lapisan sampah
 - b) Ventilasi vertikal: merupakan ventilasi yang mengarahkan dan mengalirkan gas yang terbentuk ke atas
 - c) Ventilasi akhir: merupakan ventilasi yang dibangun pada saat timbunan akhir sudah terbentuk, yang dapat dihubungkan pada pembakar gas (gas *flare* atau dihubungkan dengan sarana pengumpul gas untuk dimanfaatkan lebih lanjut. Perlu dipahami bahwa potensi gas pada ex-TPA ini sudah mengecil sehingga mungkin tidak mampu untuk digunakan dalam operasi rutin.

d) Penutupan tanah

Tanah penutup dibutuhkan untuk mencegah sampah berserakan, bahaya kebakaran, timbulnya bau, berkembang biaknya lalat atau binatang pengerat dan mengurangi timbulan lindi.

1. Jenis tanah penutup adalah tanah yang tidak kedap
2. Periode penutupan tanah harus disesuaikan dengan metode pembuangannya, untuk lahan urug saniter penutupan tanah dilakukan setiap hari, sedangkan untuk lahan urug terkendali penutupan tanah dilakukan secara berkala.
3. Tahapan penutupan tanah untuk lahan urug saniter terdiri dari penutupan tanah harian (setebal 10 – 15 cm), penutupan antara (setebal 30 – 40 cm) dan penutupan tanah akhir (setebal 50 – 100 cm, tergantung rencana peruntukan bekas TPA nantinya).
4. Kemiringan tanah penutup harian harus cukup untuk dapat mengalirkan air hujan keluar dari atas lapisan penutup tersebut.
5. Kemiringan tanah penutup akhir hendaknya mempunyai grading dengan kemiringan tidak lebih dari 30 derajat (perbandingan 1 : 3) untuk menghindari terjadinya erosi:
 - a. Diatas tanah penutup akhir harus dilapisi dengan tanah media tanam (*top soil/vegetable earth*), yang kemudian ditanami dengan vegetasi penutup.
 - b. Dalam kondisi sulit mendapatkan tanah penutup, dapat digunakan *biodegradable liners*, kompos, dan terpal sebagai pengganti tanah penutup, ataupun lapisan membran biodegradabe sintetis.
 - c. Dalam hal ketersediaan tanah penutup terbatas maka tanah yang sudah terpakai sebagai penutup sebelumnya dapat dipakai kembali sebagai tanah penutup untuk lapisan berikutnya.
 - d. Dalam hal menggunakan terpal sebagai penutup sampah maka terpal yang sudah terpakai sebagai penutup sebelumnya dapat dipakai kembali sebagai penutup untuk lapisan berikutnya.

e) Daerah penyangga/zone penyangga

Daerah penyangga dapat berfungsi untuk mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh kegiatan pembuangan akhir sampah terhadap lingkungan sekitarnya. 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.

f) Sumur uji

Sumur uji ini berfungsi untuk memantau kemungkinan terjadinya pencemaran lindi terhadap air tanah disekitar TPA dengan ketentuan sebagai berikut :

- 1) Lokasi sumur uji harus terletak pada area pos jaga (sebelum lokasi penimbunan sampah), dilokasi sekitar penimbunan dan pada lokasi setelah penimbunan.
- 2) Penempatan lokasi harus tidak pada daerah yang akan tertimbun sampah
- 3) Kedalaman sumur 20 – 25 m dengan luas 1 m²

3. Fasilitas Penunjang

a. Jembatan timbang

Jembatan timbang berfungsi untuk menghitung berat sampah yang masuk ke TPA dengan ketentuan sebagai berikut :

- (1) Jembatan timbang diwajibkan untuk kota atau kabupaten dengan timbulan sampah min, 5 ton/hari.
- (2) Lokasi jembatan timbang harus dekat dengan kantor / pos jaga dan terletak pada jalan masuk TPA.
- (3) Jembatan timbang harus dapat menahan beban minimal 5 ton
- (4) Lebar jembatan timbang minimal 3,5 m.

b. Fasilitas Air bersih

Fasilitas air bersih akan digunakan terutama untuk kebutuhan kantor, pencucian kendaraan (truck dan alat berat), maupun fasilitas TPA lainnya. Penyediaan air

bersih ini dapat dilakukan dengan sumur bor dan pompa.

c. Bengkel / Hangar

Bengkel/garasi/hangar berfungsi untuk menyimpan dan atau memperbaiki kendaraan atau alat besar yang rusak. Luas bangunan yang akan direncanakan harus dapat menampung 3 kendaraan.

Peralatan bengkel minimal yang harus ada di TPA adalah peralatan untuk pemeliharaan dan kerusakan ringan.

4. Fasilitas Operasional

Fasilitas operasional di lokasi TPA berupa alat berat. Pemilihan alat berat harus mempertimbangkan kegiatan pemrosesan akhir seperti pemindahan sampah, pemadatan sampah, penggalian/pemindahan tanah. Pemilihan alat berat harus disesuaikan dengan kebutuhan (jumlah, jenis dan ukuran).

a. *Bulldozer*

b. *Wheel/truck loader*

c. *Excavator/backhoe*

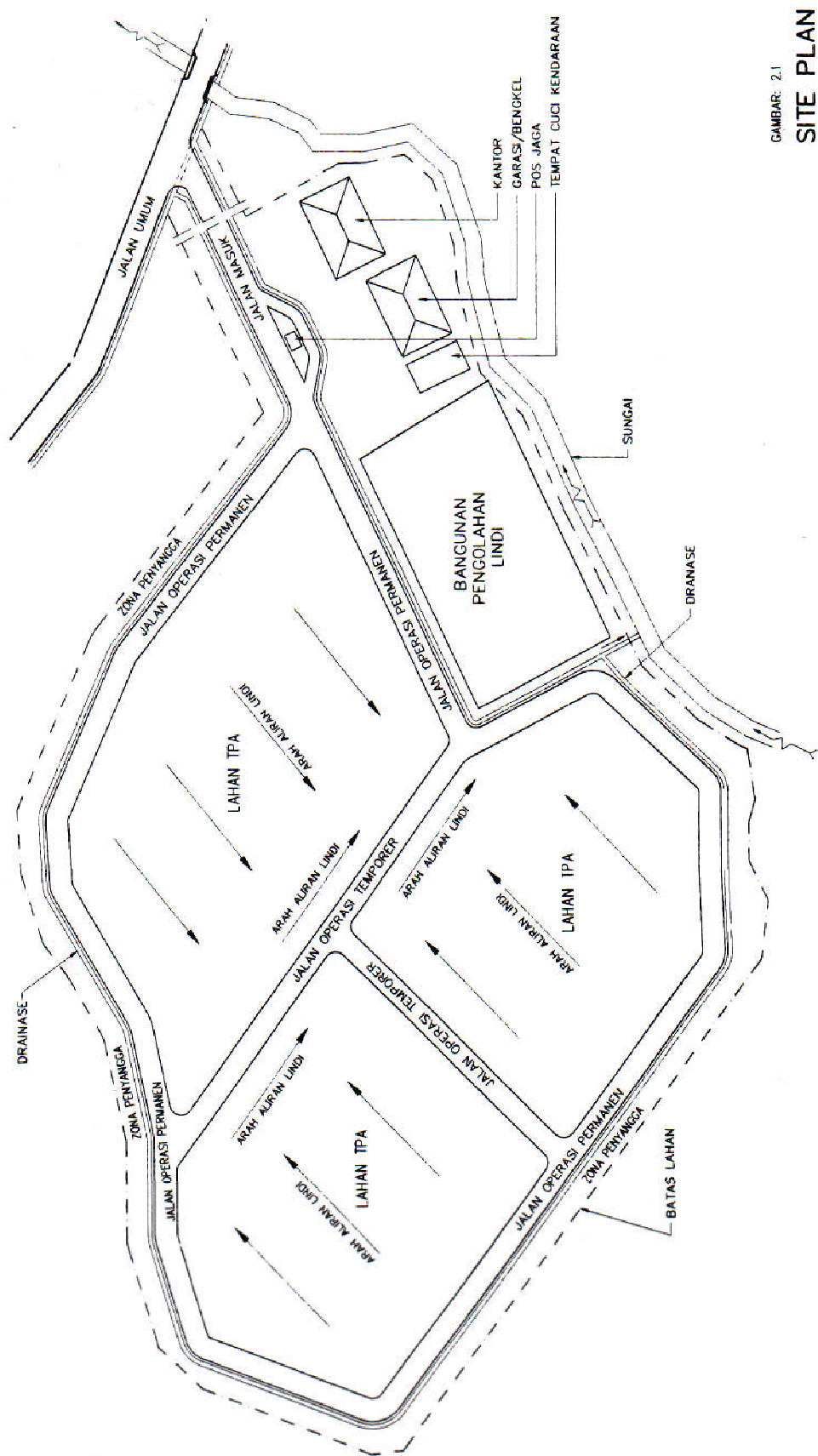
Tabel berikut menjelaskan beberapa perbedaan antara lahan urug saniter dan lahan urug terkendali.

Tabel 7 - Perbedaan Lahan Urug Terkendali dengan Lahan Urug Saniter

No	Parameter	Lahan Urug Terkendali	Lahan Urug Saniter
A	Proteksi terhadap lingkungan		
1	Dasar <i>lahan urug</i> menuju suatu titik tertentu	Tanah setempat dipadatkan, liner dasar dengan tanah permeabilitas rendah	Tanah setempat dipadatkan, liner dengan tanah permeabilitas rendah, bila
2	Liner dasar	Tanah dengan permeabilitas rendah dipadatkan 2 x 30 cm, bila perlu gunakan geomembran HDPE	Tanah dengan permeabilitas rendah dipadatkan 3 x 30 cm, bila perlu gunakan geomembran HDPE
4	Karpet kerikil minimum 20 cm	Dianjurkan	Diharuskan
5	Pasir pelindung minimum 20 cm	Dianjurkan	Diharuskan
6	Drainase / tanggul keliling	Diharuskan	Diharuskan
7	Drainase lokal	Diharuskan	Diharuskan

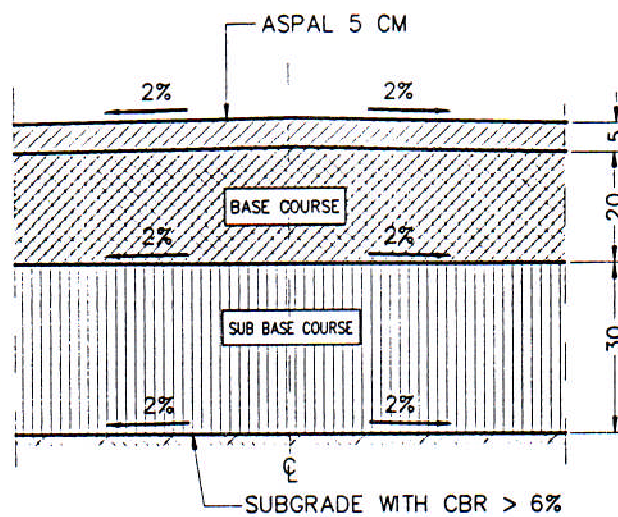
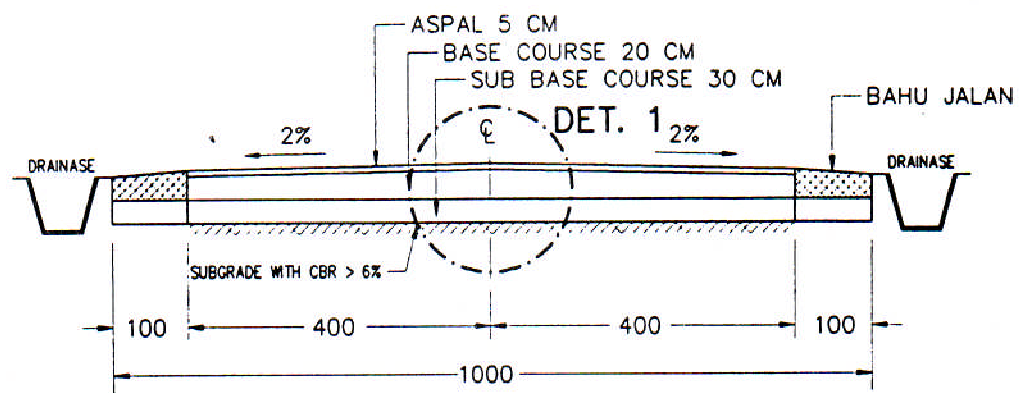
No	Parameter	Lahan Urug Terkendali	Lahan Urug Saniter
8	Pengumpul lindi	Minimal saluran kerikil	Sistem saluran dan pipa perforasi
9	Kolam penampung	Diharuskan	Diharuskan
10	Resirkulasi lindi	Dianjurkan	Diharuskan
11	Pengolah lindi	Kolam-kolam stabilisasi	Pengolahan biologis, bila perlu ditambah pengolahan kimia, dan landtreatment
12	Sumur pantau	Minimum 1 hulu dan 1 hilir sesuai arah aliran air tanah	Minimum 1 hulu, 2 hilir & 1 unit di luar lokasi sesuai arah aliran air tanah
13	Ventilasi gas	Minimum dengan kerikil horisontal – vertikal	Sistem vertikal dengan beronjog kerikil dan pipa, karpet kerikil setiap 5 m lapisan, dihubungkan
14	Sarana Lab Analisa Air	-	Dianjurkan
15	Jalur hijau penyangga	Diharuskan	Diharuskan
16	Tanah penutup rutin	Minimum setiap 7 hari	Setiap hari
17	Sistem penutup antara	Bila tidak digunakan lebih dari 1 bulan	Bila tidak digunakan lebih dari 1 bulan, dan setiap mencapai ketinggian lapisan 5 m
18	Sistem penutup final	Minimum tanah kedap 20 cm, ditambah sub-drainase air-permukaan, ditambah top-soil	Sistem terpadu dengan lapisan kedap, sub-drainase air-permukaan, pelindung, karpet penangkap gas, bila perlu dengan
19	Pengendali vector dan bau	Diharuskan	Diharuskan

Beberapa gambar contoh detail dari perencanaan TPA disajikan pada gambar-gambar berikut:



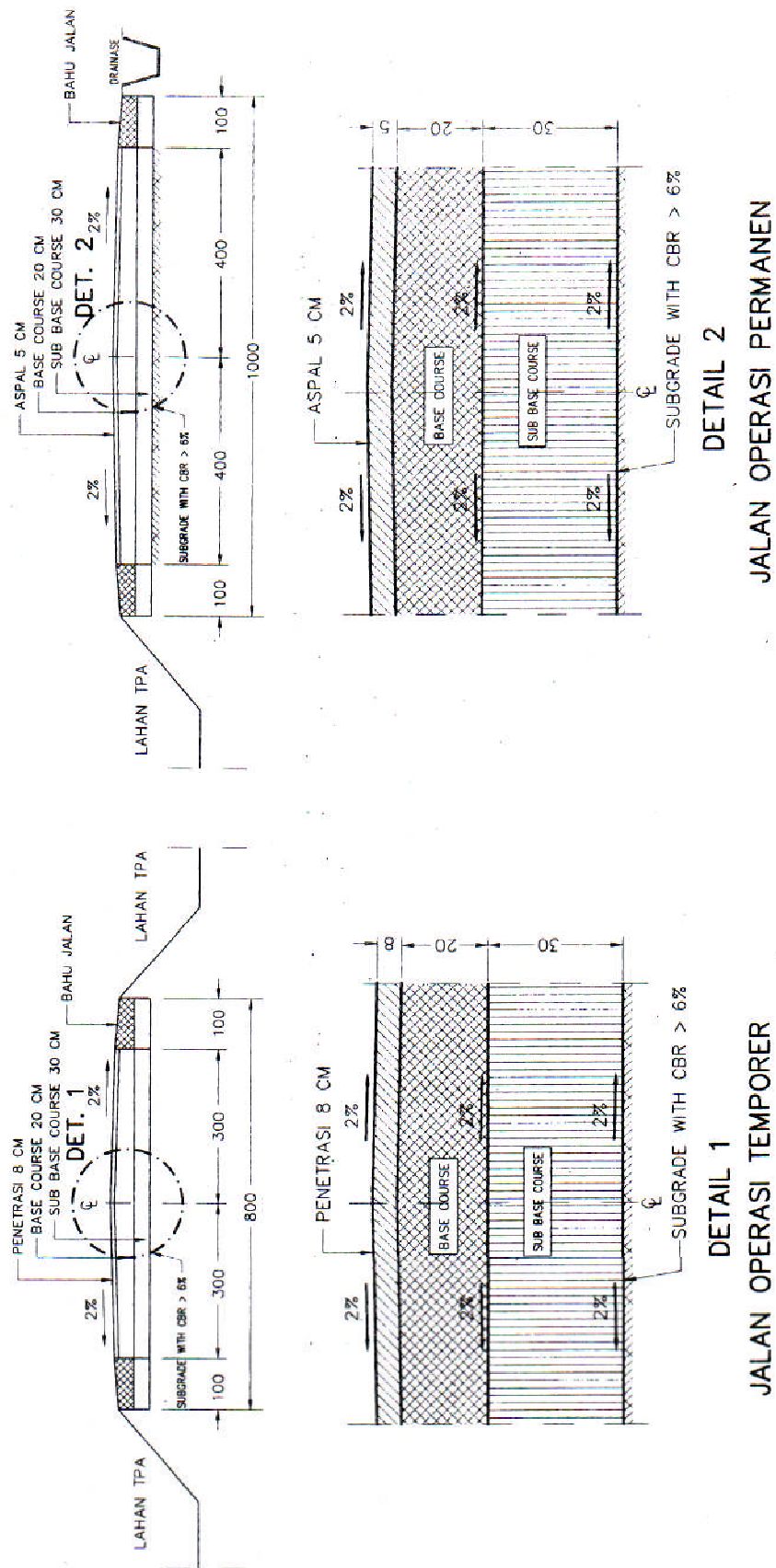
GAMBAR: 2.1
SITE PLAN

Gambar 1 - contoh SITE PLAN

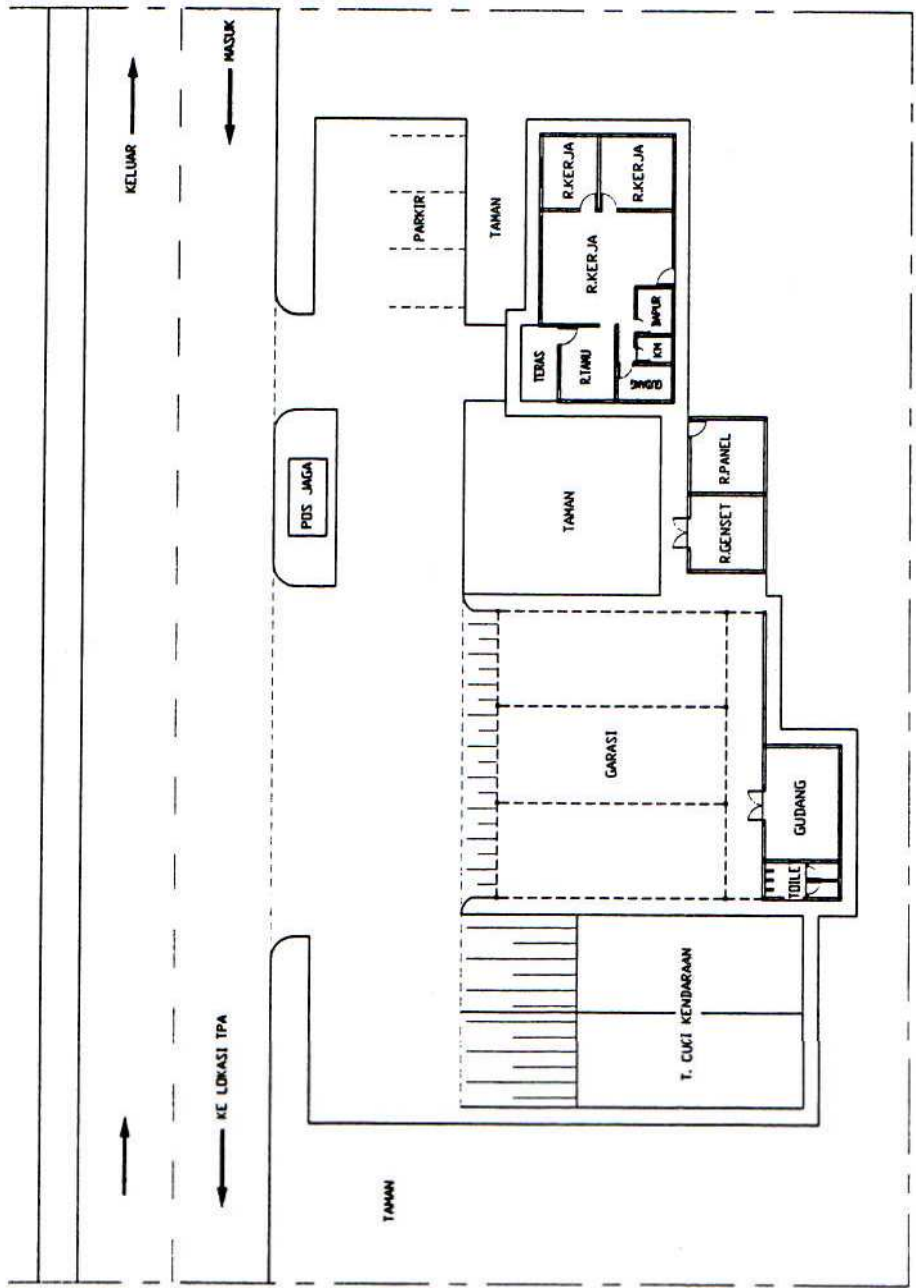


DETAIL 1

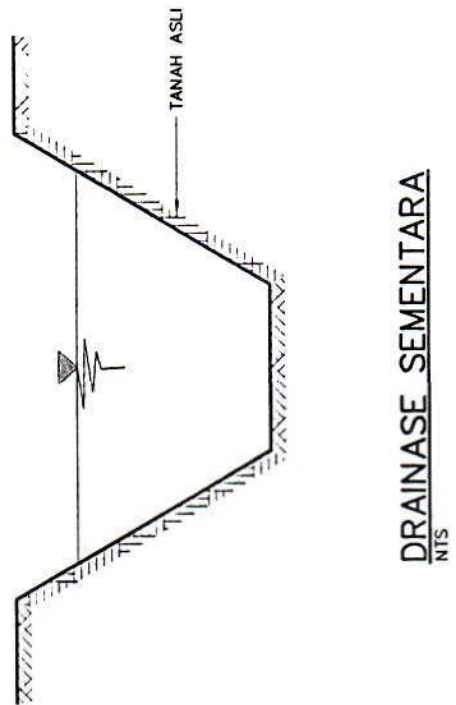
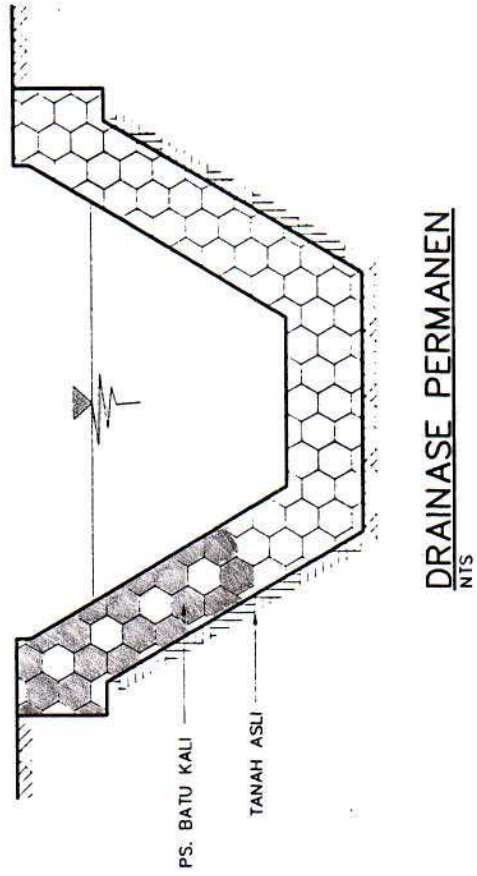
Gambar 2 - Contoh Struktur Detail Jalan Masuk



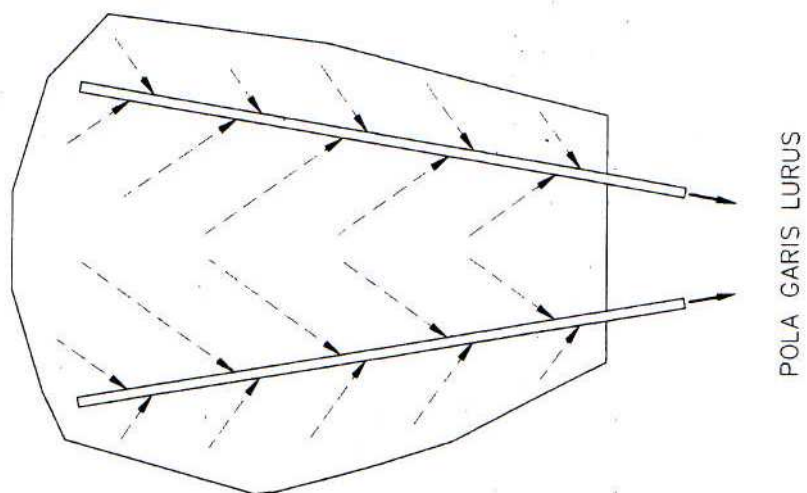
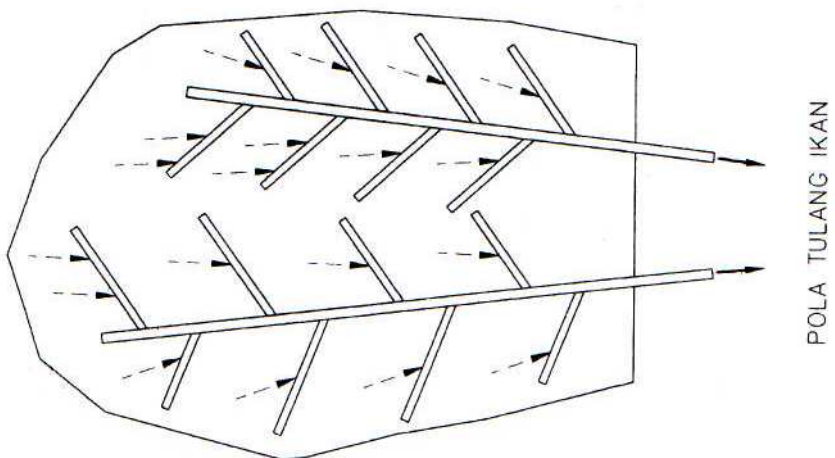
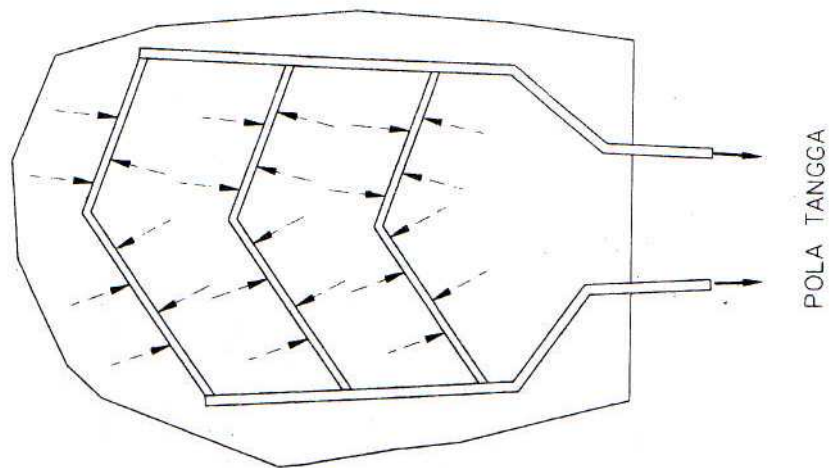
Gambar 3 - Contoh Struktur Detail Jalan Operasi Temporer Dan Permanen



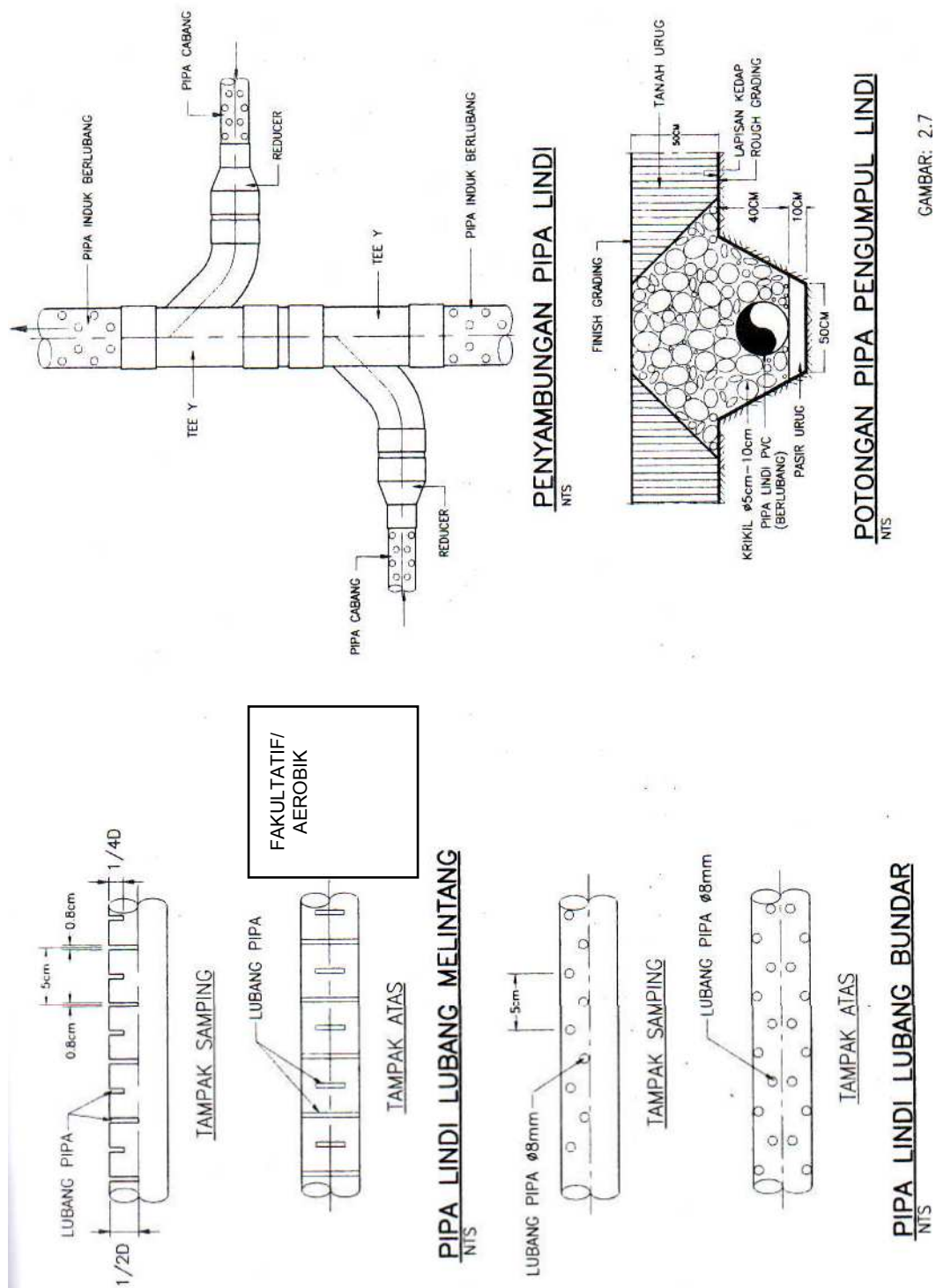
Gambar 4 – Contoh Tata Letak Pos Jaga, Kantor Dan Bangunan Penunjang Lainnya



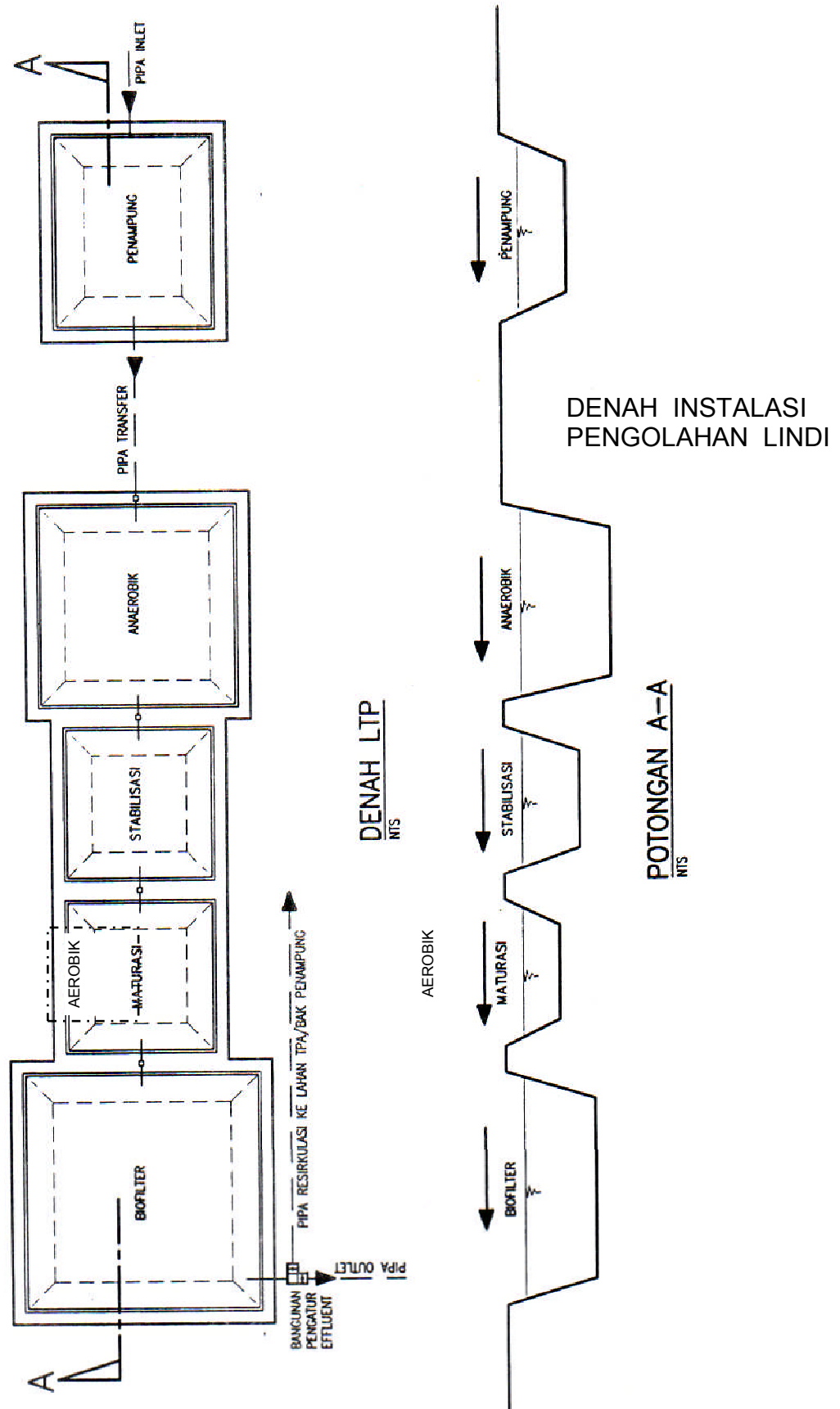
Gambar 5 – Contoh Potongan Melintang Drainase



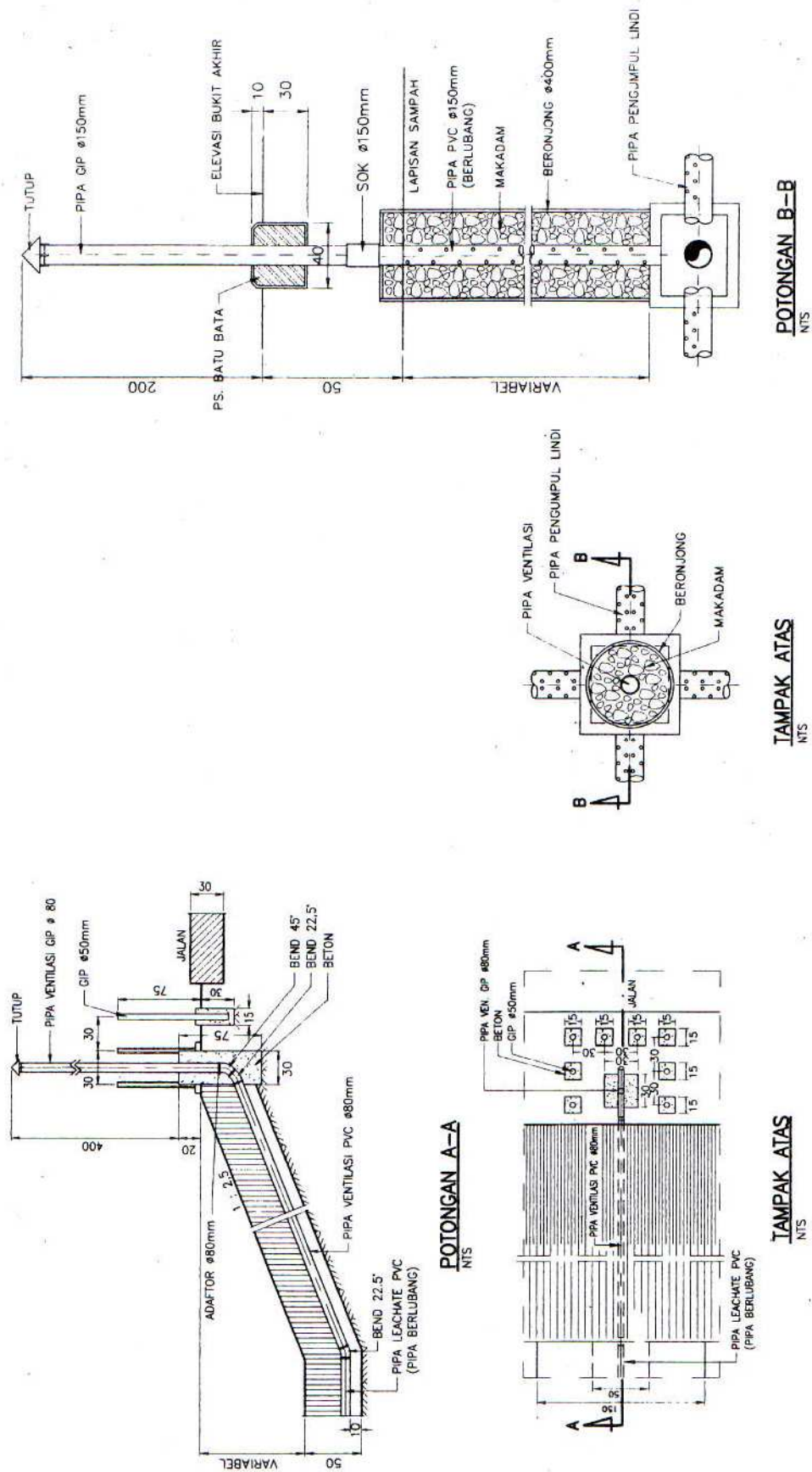
Gambar 6 – Contoh Pola Jaringan Pipa



Gambar 7 – Contoh Detail Pipa Pengumpul Lindi



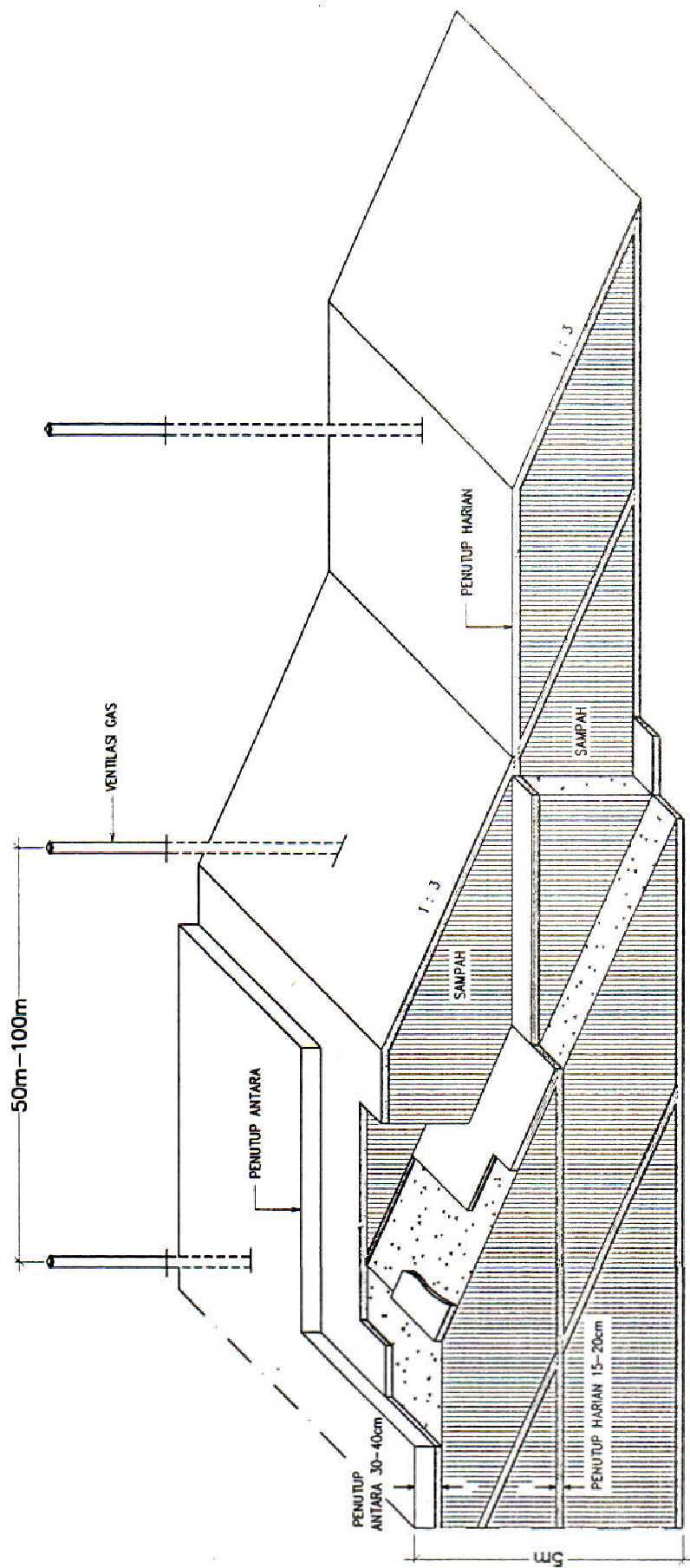
Gambar 8 - Contoh Lay Out Plan Bangunan Pengolahan Lindi



PIPA VENTILASI AKHIR DI TENGAH LAHAN

PIPA VENTILASI DI TEPI LAHAN

Gambar 9 – Contoh Detail Pipa Ventilasi Gas



Gambar 10 – Contoh Penutupan Lapisan Tanah

2. Pengoperasian TPA

2.1. Cakupan Pelaksanaan

Cakupan pelaksanaan kegiatan operasi dan pemeliharaan TPA dalam petunjuk ini meliputi :

1. Pembuatan rencana tindak rutin terhadap penanganan sampah dalam area pengurugan serta yang terkait dengan pengoperasian sarana dan prasarana lain
2. Kegiatan konstruksi dan pemasangan berjalan sistem pelapis dasar TPA, sistem ventilasi gas
3. Konstruksi sistem pengumpul lindi
4. Pemasangan sistem penangkap gas
5. Pengaturan dan pencatatan sampah yang masuk ke TPA
6. Pengurugan sampah pada bidang kerja
7. Aplikasi tanah penutup
8. Pengoperasian unit pengolahan lindi
9. Pemeliharaan area/sel yang sudah dikerjakan
10. Pengoperasian dan pemeliharaan sarana, khususnya alat berat, prasarana, sarana dan utilitas
11. Pemantauan lingkungan dan operasi sesuai ketentuan analisis dampak lingkungan
12. Pemantauan rutin terhadap berfungsinya sarana dan prasarana yang ada.

2.2. Koordinasi Tindak Rutin

1. Manajemen operasi dan pemeliharaan TPA meliputi penetapan organisasi dan manajemen operasi TPA, pelaksanaan monitoring, penyusunan dan pengendalian rencana tindak.
2. Seting organisasi dan manajemen TPA :
 - a. Harus selalu dievaluasi secara periodik untuk menjamin bahwa kapasitas dan dukungan sumber daya cukup memadai untuk melaksanakan operasi dan pemeliharaan sesuai dengan disain dan periode pengoperasian

- b. Penyiapan dan pelaksanaan monitoring untuk memantau, mengukur dan mencatat indikator operasi dan pemeliharaan, melaksanakan tindak tanggap darurat bila diperlukan demi keselamatan pekerja dan mitigasi untuk mencegah dan meminimasi dampak negatif terhadap lingkungan.
3. Secara periodik penanggung jawab TPA melakukan pertemuan teknis kepada stafnya untuk menggariskan rencana.
4. Bila diperlukan, dilakukan pembuatan gambar kerja baru untuk memodifikasi
5. gambar kerja induk yang tersedia guna menyesuaikan dengan perkembangan di lapangan.
6. Laksanakan pekerjaan konstruksi lapisan dasar TPA secara bertahap sesuai dengan rencana/urutan.
7. Usahakan agar penetapan blok/zona aktif pertama adalah yang terdekat dengan pengolah lindi.
8. Penggunaan bahan dan pemasangannya dalam konstruksi berjalan harus didasarkan atas desain, spesifikasi dan SOP yang telah dibuat dalam tahap desain TPA tersebut.
9. Bila apa yang dipasang tidak sesuai dengan gambar desain, maka perlu dibuat kembali as-build drawing disertai informasi spesifikasi teknis lainnya.
10. Pemilihan dan penetapan metode pengurugan dan pengerjaan sel sampah dapat dilakukan dengan berbagai cara. Spesifikasi teknis bahan yang digunakan untuk pelaksanaan kegiatan konstruksi berjalan selama periode operasi dan pemeliharaan adalah sesuai dengan spesifikasi teknis untuk pelaksanaan pembangunan menurut desain awal dari sarana ini, dan sesuai dengan metode yang dipilih.
11. Seperti halnya program pemeliharaan lazimnya maka sesuai tahapannya perlu diutamakan kegiatan pemeliharaan yang bersifat preventif untuk mencegah terjadinya kerusakan dengan melaksanakan pemeliharaan rutin. Pemeliharaan korektif dimaksudkan untuk segera melakukan perbaikan kerusakan kecil agar tidak berkembang menjadi besar dan kompleks.

3. Penutupan dan Rehabilitasi TPA

3.1. Ketentuan Umum

Beberapa informasi umum yang perlu dikaji dan dievaluasi adalah:

1. Rencana Tata Ruang Wilayah/Kota (RTRW/K) terkait dengan rencana peruntukan sebuah kawasan.
2. Kondisi fisik dan lingkungan yang bersifat umum di area TPA yang akan direhabilitasi dan sekitarnya, seperti : struktur geologi tanah, hidrogeologi, iklim dan curah hujan.
3. Data fisik spesifik kondisi awal lokasi ini, khususnya : data hidrogeologi, hidrologi, geoteknik dan data kualitas lingkungan.
4. Perizinan pembangunan yang berlaku di daerah dimana lokasi TPA tersebut berada serta regulasi lain yang terkait dengan pembangunan sarana dan prasarana sesuai dengan tata guna lahan pada area lokasi TPA.
5. Masa konsesi atau tenggang waktu perijinan penggunaan lahan TPA tersebut.
6. Ketentuan tentang tenggang waktu tanggung jawab pemeliharaan dan pemantauan Pasca operasi sebuah TPA.
7. Kondisi sosial dan ekonomi masyarakat di sekitar lokasi : demografi, sebaran permukiman, jalan akses dan kondisi sosial menyangkut kepercayaan masyarakat sekitar. Kondisi kerawanan sosial secara khusus bila TPA ini selama operasinya mengizinkan pemulung beraktivitas di dalamnya.
8. Catatan historis pengoperasian TPA yang akan direhabilitasi dan dipantau, apakah dengan open dumping, lahan urug terbuka, lahan urug terkendali atau lahan urug saniter, disertai as-build drawing dan SOP pengoperasian.
9. Catatan historis lain yang sifatnya teknis tentang pengoperasian, pemeliharaan dan pemantauan pada masa TPA tersebut beroperasi, khususnya tentang:
 - a. Jenis, karakteristik dan jumlah sampah
 - b. Tata cara operasi pengurugan di area
 - c. Sistem pelapis dasar dan teknik penutupan tanah
 - d. Sistem pengumpulan dan pengolahan lindi

- e. Penanganan gas metan
 - f. Pemeliharaan estetika sekitar lingkungan
 - g. Penanganan tanggap darurat bahaya kebakaran dan kelongsoran.
10. Dalam menentukan TPA akan ditutup atau direhabilitasi, perlu dilakukan evaluasi kualitas lingkungan

3.2. Ruang Lingkup Pelaksanaan

1. Penutupan TPA Permanen

Penutupan TPA dapat dilakukan apabila TPA tersebut memenuhi kriteria sebagai berikut:

- a. TPA telah penuh dan tidak mungkin diperluas.
- b. Keberadaan TPA sudah tidak lagi sesuai dengan RTRW/RTRK suatu Kabupaten/Kota.
- c. Sesuai dengan penilaian indeks risiko

Secara teknis penutupan TPA permanen perlu memperhatikan hal sebagai berikut :

- (a) Pembuatan tata cara penutupan TPA yang meliputi pra penutupan TPA, pelaksanaan penutupan TPA dan pasca penutupan TPA.
- (b) Pengukuran kondisi fisik TPA untuk mengetahui batasan kerja lokasi penutupan TPA dan penyiapan konstruksi elemen penutupan TPA seperti tanggul, saluran drainase dan lain-lain.
- (c) Rencana desain penutupan TPA yang meliputi stabilisasi tumpukan sampah. Tanah penutup akhir, sistem drainase, pengendalian lindi, pengendalian gas, kontrol pencemaran air, kontrol terhadap kebakaran dan bau, pencegahan pembuangan ilegal, revegetasi dan zona penyanggah, rencana aksi pemindahan pemukiman informal dan keamanan TPA.
- (d) Kegiatan pasca penutupan TPA.

2. Rehabilitasi TPA

Rehabilitasi TPA dapat dilakukan apabila TPA tersebut memenuhi kriteria sebagai berikut :

- a. TPA telah menimbulkan masalah lingkungan sehingga rehabilitasi dilakukan untuk meminimalkan permasalahan lingkungan yang terjadi.
- b. TPA yang mengalami bencana dan masih layak secara teknis untuk digunakan sebagai tempat pengurugan sampah.

- c. Pemerintah Kota/Kabupaten masih sulit mendapatkan calon lahan pengembangan TPA baru.
- d. Kondisi TPA masih memungkinkan untuk direhabilitasi baik melalui proses lahan urug mining terlebih dahulu atau langsung digunakan kembali sebagai area pengurugan sampah.
- e. TPA masih dapat dioperasikan dalam jangka waktu minimal 5 tahun dan atau yang memiliki luas lebih dari 2 Ha.
- f. Lokasi TPA memenuhi ketentuan teknis dalam tata cara pemilihan lokasi TPA.
- g. Peruntukan lahan TPA sesuai dengan rencana peruntukan sebuah kawasan dan Rencana Tata Ruang Wilayah / Kota (RTRW / K).
- h. Sesuai dengan penilaian indeks risiko
- i. Ketersediaan pengelola dan Pemerintah Daerah untuk mengoperasikan TPA secara lahan urug terkendali atau lahan urug saniter dan tanggung jawab pemeliharanya.
- j. Sampah yang ditimbun adalah sampah perkotaan bukan sampah industri dan rumah sakit yang mengandung B3 (Bahan Beracun Berbahaya).
- k. Kondisi sosial dan ekonomi masyarakat sekitar lokasi mendukung atau tidak ada konflik sosial yang berarti dari segi demografi, sebaran permukiman jalan akses dan kondisi sosial menyangkut kepercayaan masyarakat sekitar.
- l. Tersedianya biaya untuk perencanaan, investasi, operasi dan pemeliharaan TPA.
- m. Ketersediaan rencana dan desain terhadap penggunaan kembali lahan TPA sebagai area pengurugan sampah.

Rencana dan desain secara teknis meliputi :

- (1) Rencana penutupan tanah sementara
- (2) Rencana kegiatan penambangan lahan urug, bila dilakukan
- (3) Rencana pemasangan tanggul penahan sampah
- (4) Perencanaan konstruksi system pelapis dasar
- (5) Perencanaan konstruksi pipa lindi
- (6) Perencanaan konstruksi pipa gas
- (7) Perencanaan pengolahan lindi
- (8) Perencanaan revegetasi dan buffer area (*green boundary*)
- (9) Monitoring kualitas lingkungan
- (10) Perencanaan pasca operasi

Secara teknis rehabilitasi TPA perlu memperhatikan hal sebagai berikut :

- a) Pembuatan rencana tindak rehabilitasi TPA yang meliputi penyiapan pembangunan, operasional dan pemeliharaan serta monitoring operasi TPA.
- b) Pengukuran kondisi fisik TPA untuk mengetahui batasan lokasi rehabilitasi TPA.
- c) Rencana desain elemen rehabilitasi TPA seperti tanggul, penyiapan lapisan dasar sel sampah (liner), pipa lindi dan gas, IPL, drainase dan lain-lain.
- d) Pengelolaan dan pengendalian lindi.
- e) Pengelolaan dan pengendalian gas.
- f) Kontrol pencemaran lingkungan khususnya komponen udara/badan kualitas air.
- g) Kegiatan pasca operasi TPA.

3.2.1. Prosedur Rutin

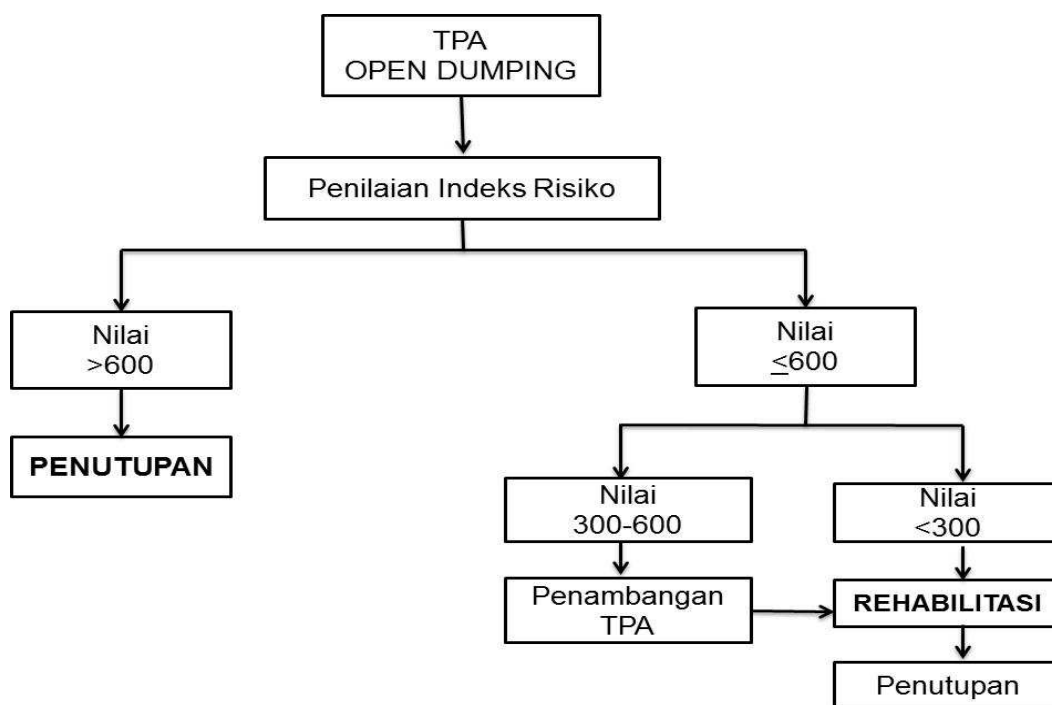
1. Penutupan TPA Permanen

- a. Bila TPA akan ditutup selamanya dan tidak digunakan kembali sebagai lahan pengurugan sampah, maka disiapkan kegiatan penyiapan penutupan TPA yang meliputi pra penutupan TPA, pelaksanaan penutupan TPA dan Pasca Penutupan TPA.
- b. Pembentukan organisasi dan manajemen bagi pelaksanaan kegiatan pasca penutupan TPA.
- c. Pelaksanaan bagi kegiatan pasca penutupan TPA memperhatikan hal-hal sebagai berikut :
 - 1) Melakukan evaluasi secara rutin dan periodik terhadap elemen penutupan TPA untuk menjamin proses penutupan TPA permanen aman bagi lingkungan dan tidak membahayakan lingkungan.
 - 2) Penyiapan pembiayaan terkait kegiatan monitoring kualitas udara (gas dan tingkat kebauan), dan monitoring populasi lalat. Monitoring dan evaluasi dilakukan secara berkala setiap 6 bulan sekali selama rentang waktu 20 (dua puluh) tahun setelah TPA ditutup.

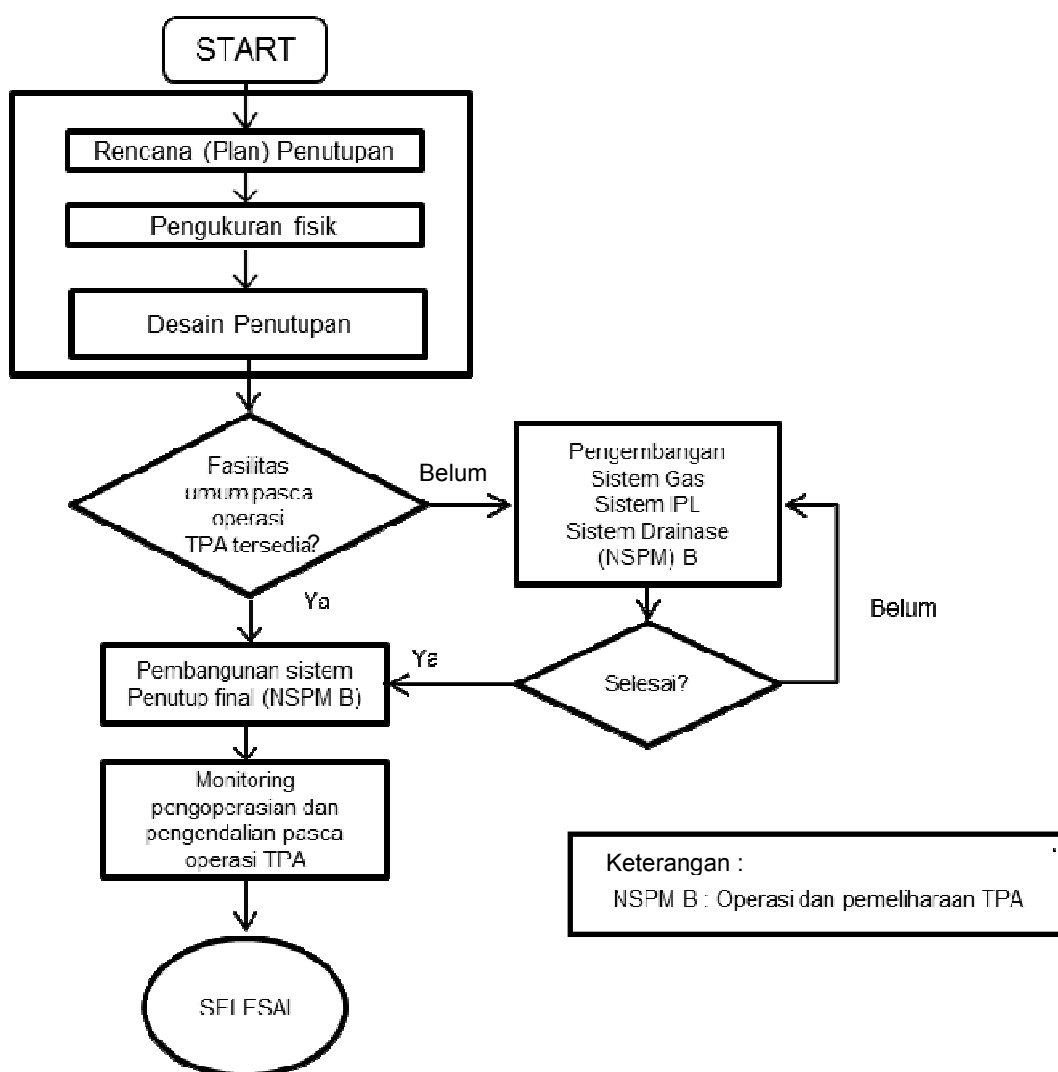
- 3) Melakukan pemeliharaan dan kontrol terhadap sarana dan prasarana TPA meliputi bangunan pengolah lindi, pengendalian gas dan drainase, pemeliharaan vegetasi dan pemantauan dan penurunan lapisan dan stabilitas lereng.

2. Rehabilitasi TPA

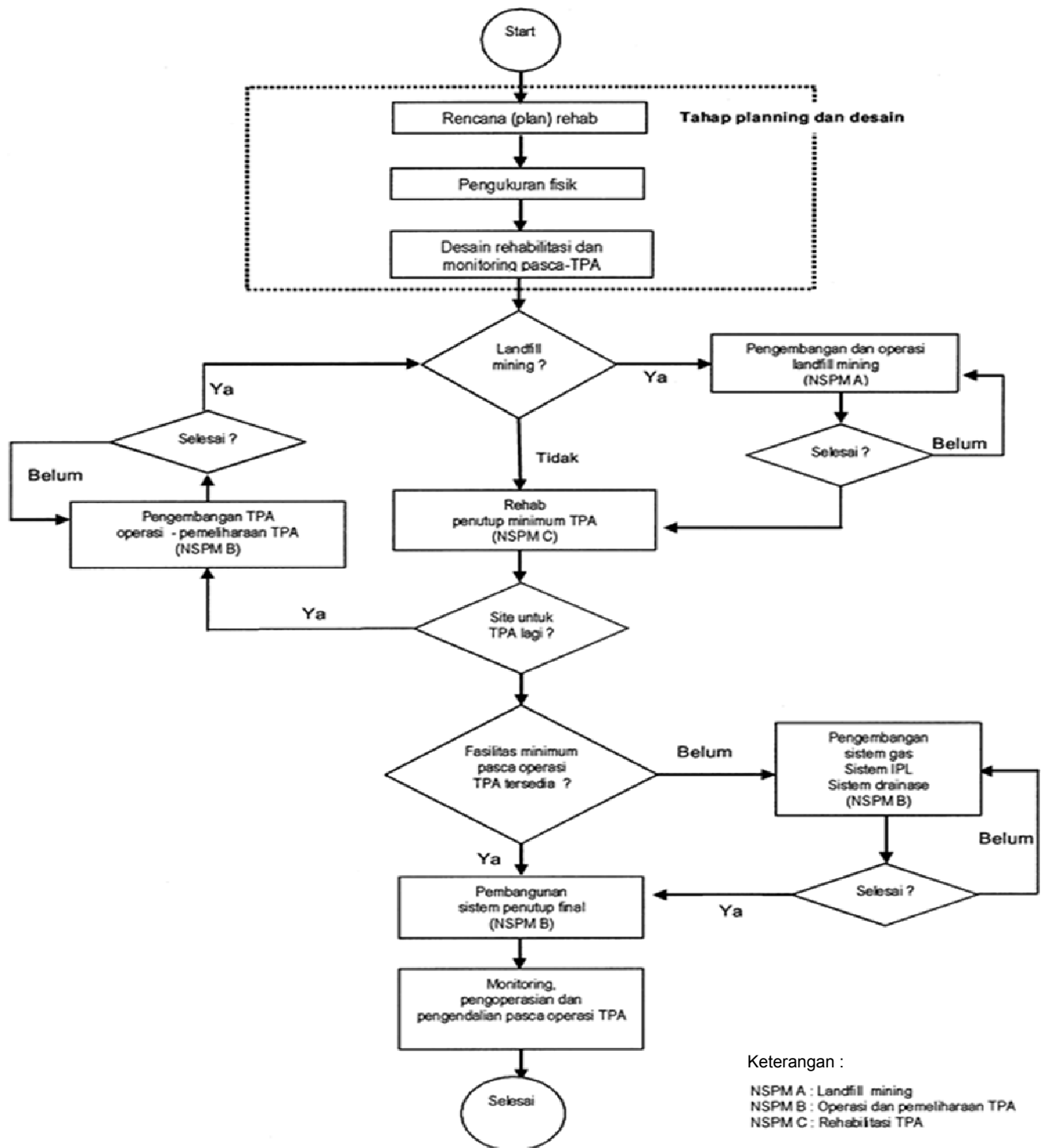
- a. Bila TPA akan digunakan kembali sebagai tempat pengurugan sampah maka harus melalui tahap perencanaan dan desain TPA lahan urug terkendali atau lahan urug saniter;
- b. Pelaksanaan manajemen operasi TPA meliputi penetapan organisasi dan manajemen pelaksanaan pembangunan, pelaksanaan operasional dan pemeliharaan serta monitoring TPA;
- c. Pengaturan organisasi dan manajemen :
 - 1) Manajemen yang selama ini bertanggung jawab pada operasi TPA tetap bertanggung jawab atau setidaknya terlibat selama periode rehabilitasi dan pemeliharaan pasca operasi TPA, sampai masa tenggang waktu kewajiban pasca operasi selesai sesuai peraturan;
 - 2) Tugas manajemen adalah penyiapan dan pelaksanaan rehabilitasi dan monitoring, mengukur dan mencatat indikator pemeliharaan, melaksanakan tindak tanggap darurat bila diperlukan, serta mitigasi pencegahan dampak negatif pasca operasi TPA;
 - 3) Melaksanakan pekerjaan konstruksi, rehabilitasi serta pemantauan sesuai dengan rencana atau urutan yang berlaku;
- f. Penggunaan bahan dan pemasangannya dalam kegiatan tersebut diatas harus didasarkan atas desain, spesifikasi dan SOP yang telah dibuat untuk rencana tersebut;
- g. Bila apa yang dipasang tidak sesuai dengan gambar desain rehabilitasi, maka perlu dibuat kembali as-build drawing disertai informasi spesifikasi teknis lainnya;
- h. Seperti halnya program pemeliharaan yang lain, perlu diutamakan kegiatan pemeliharaan yang bersifat preventif untuk mencegah terjadinya kerusakan dengan melaksanakan pemeliharaan rutin;



Gambar 11 - Alur Pilihan Penilaian Indeks Risiko



Gambar 12 - Alur Pelaksanaan Kegiatan penutupan TPA



Gambar 13 - Alur Pilihan Aktivitas Rehabilitasi Dan Monitoring Pasca Penutupan TP

3.3. Tata Cara Pelaksanaan Penutupan TPA

TPA yang akan ditutup harus dinilai terlebih dahulu kondisi eksistingnya yang meliputi kondisi ketersediaan lahan TPA yang telah dioperasikan. Sebelum TPA ditutup , minimal lahan TPA masih bisa digunakan 1 tahun lagi, agar ada kesiapan bagi pemerintah Kota/Kabupaten untuk menyiapkan rencana desain penutupan dan atau rehabilitasi TPA. Harus dipersiapkan

rencana lanjutan, apakah TPA ditutup permanen/selamanya dan atau direhabilitasi.

3.3.1. Pembuatan Rencana Desain Penutupan TPA

Sebelum TPA berhenti menerima pembuangan sampah, rencana desain penutupan TPA harus disiapkan setidaknya 1 tahun sebelumnya.

Komponen utama dari rencana penutupan diantaranya termasuk tetapi tidak hanya terbatas pada hal – hal berikut :

1. Stabilitas tumpukan sampah
2. Tanah penutup akhir
3. Sistem drainase
4. Pengendalian lindi
5. Pengendalian gas
6. Kontrol pencemaran air
7. Kontrol terhadap kebakaran dan bau
8. Pencegahan illegal dumping
9. Revegetasi dan buffer area
10. Rencana aksi pemindahan pemukiman informal
11. Keamanan

Kegiatan penutupan TPA meliputi 3 (tiga) tahapan, yaitu Pra Penutupan TPA, Pelaksanaan Penutupan TPA dan Pasca Penutupan TPA.

3.3.2. Pra Penutupan TPA

Sebelum TPA ditutup maka diperlukan pengumpulan data lokasi TPA sebagai berikut :

1. Data fisik kondisi lahan yang dibutuhkan berupa pengukuran topografi dari seluruh area TPA, agar rencana penutupan TPA dapat tergambar secara baik. Dengan rujukan data topografi awal sebelum TPA ini beroperasi, akan diperoleh besaran timbunan / urugan sampah selama TPA ini beroperasi. Pengukuran topografi tersebut dilakukan dengan perbedaan interval minimum 0,5 meter dengan informasi yang jelas tentang :
 - a. Batas tanah
 - b. Slope dan ketinggian urugan / timbunan sampah

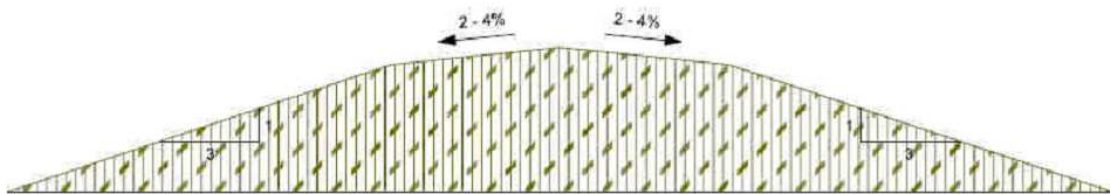
- c. Lokasi titik sarana dan prasarana setidaknya terdiri dari jalan operasi, Instalasi Pengolah Lindi (IPL), sistem drainase, pengendali gas dan sebagainya.
 - d. Zona penyanggah
 - e. Sumber air yang berbatasan.
 - f. Jalan penghubung dari jalan umum dari lokasi TPA
 - g. Kondisi sistem drainase sekitar TPA.
2. Mengumpulkan informasi ulang tentang data klimatologi, hidrogeologis dan geoteknis yang akurat dan mewakili secara baik seluruh lokasi TPA tersebut, meliputi :
- a. Tanah : Kedalaman dasar, tekstur, struktur, porositas, permeabilitas dan kelembaban.
 - b. Bedrock : kedalaman, jenis dan kehadiran fraktur.
 - c. Air tanah di daerah lokasi : kedalaman rata-rata, kemiringan hidrolis, arah aliran, kualitas dan penggunaan.
 - d. Badan air yang berbatasan langsung dengan lokasi : sifat, pemanfaatan dan kualitas.
 - e. Data klimatologis : presipitasi, evaporasi dan temperature dan arah angin.
3. Melakukan kajian terhadap hal – hal berikut ini :
- a. Potensi gas di dalam tumpukan sampah
 - b. Potensi lindi di dalam tumpukan sampah
4. Sosialisasi rencana penutupan TPA melalui pemasangan papan pengumuman di lokasi TPA dan media massa setempat.
- Cakupan penyelidikan air di sekitar TPA yang akan ditutup adalah sebagai berikut :
- a. Sampling air tanah diambil pada sumur pemantau dan sumur penduduk yang berjarak kurang dari 200 meter dari lokasi TPA.
 - b. Lokasi pengambilan sampling badan air dilakukan pada hulu dan hilir badan air dari lokasi TPA dengan parameter sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
 - c. Bila terdapat sumber air yang digunakan sebagai sumber air minum, maka seluruh ketentuan analisis maupun pengawasan terhadap kualitas air minum mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan RI No.416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Syarat-Syarat Pengawasan Kualitas Air, Peraturan Menteri Kesehatan

No.492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Syarat-Syarat Kualitas Air Minum dan Peraturan Menteri Kesehatan No. 726/MENKES/PER/VI/2010 tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum.

3.3.3. Pelaksanaan Penutupan TPA

3.3.3.1. Stabilitas Tumpukan Sampah

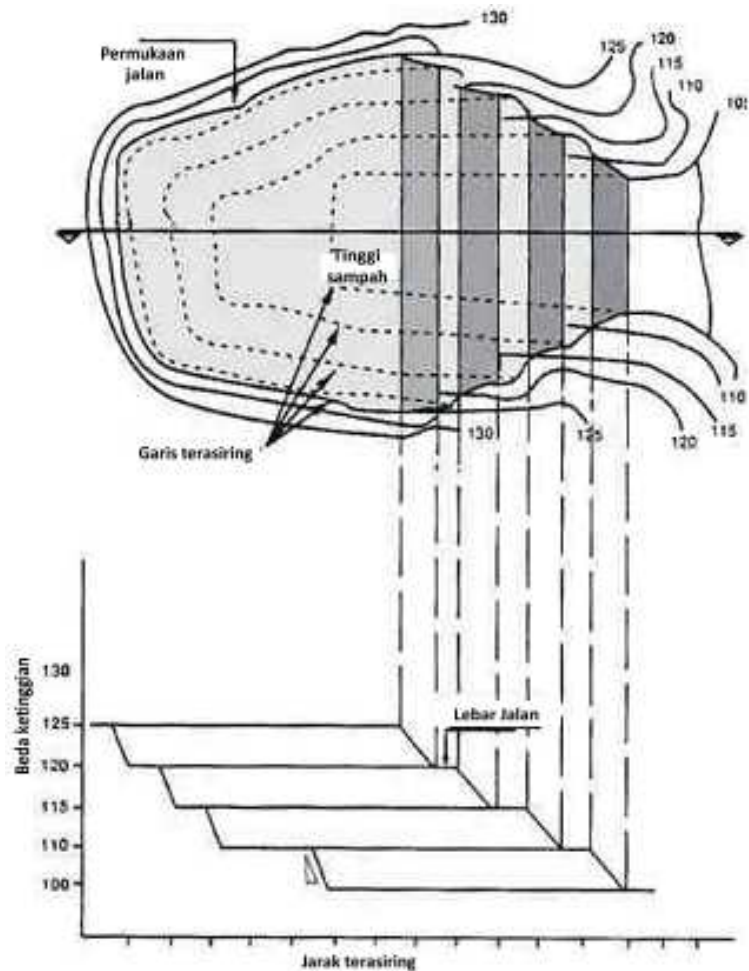
1. Tidak adanya prosedur operasional yang tepat di TPA, sering mengakibatkan tumpukan sampah yang tinggi dapat membahayakan. Sehingga diperlukan mengurangi ketinggian tumpukan sampah dalam rangka mengurangi bahaya ketidakstabilan slope/lereng. Sampai dengan tumpukan akhir, kemiringan lereng sekitar 2 – 4 % agar tidak terjadi genangan (*ponding*) dan air dapat mengalir dengan baik, dengan rasio vertikal ke horisontal kurang dari 1 : 3 (lihat gambar 14)



Gambar 14 – Kemiringan Lereng dan Rasio Vertikal ke Horizontal

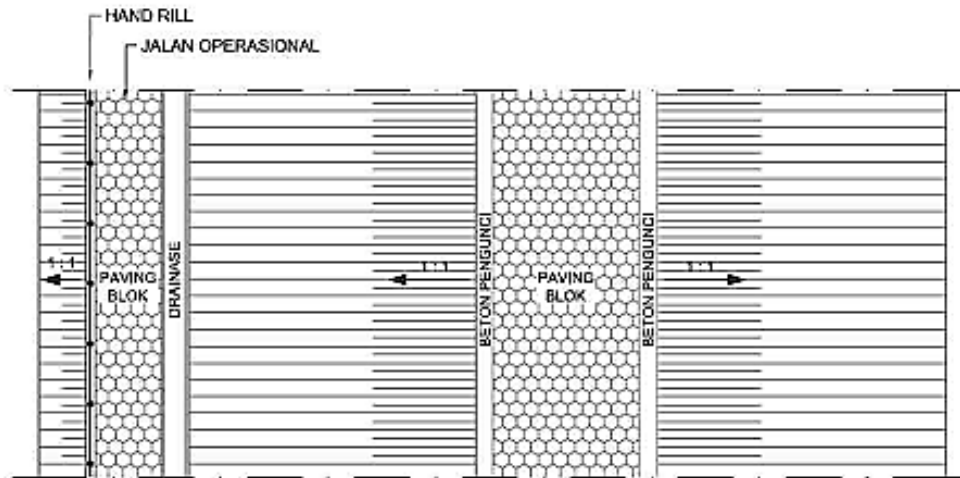
2. Batasan nilai yang biasa digunakan agar material dalam timbunan tidak runtuh dikenal dengan sebagai faktor keamanan (*safety factor atau Sf*). Syarat kriteria nilai Sf minimum 1,3 untuk kemiringan timbunan sementara dan 1,5 untuk kemiringan yang permanen
3. Pada timbunan di lahan urug kestabilan akan ditentukan antara lain oleh :
 - a. Karakteristik dan kestabilan tanah dasar.
 - b. Karakteristik dan berat sampah, semakin banyak plastik di dalam timbunan sampah, maka akan cenderung semakin tidak stabil, semakin tinggi timbunan cenderung akan tambah berat, dan akan semakin tidak stabil. Sifat ini terkait erat dengan kuat geser sampah dalam timbunan, yang akan tergantung pada sudut geser (Φ) dan daya lekat antar partikel (nilai kohesi c).

- c. Kandungan air dalam sampah dan dalam timbunan, semakin lembab sampah akan semakin tidak stabil, semakin banyak air di dasar timbunan, akan semakin tidak stabil timbunan tersebut.
 - d. Kemiringan lereng : semakin kecil sudut kemiringan akan semakin stabil. Kemiringan yang baik bagi timbunan sampah adalah antara 20 – 30°
 - e. Penggunaan terasering pada ketinggian tertentu. Sebaiknya digunakan terasering selebar minimum 5 m untuk setiap ketinggian 5 m.
 - f. Kepadatan sampah : semakin padat sampah, maka akan semakin mampu mendukung timbunan sampah di atasnya. Kepadatan yang baik dengan penggunaan alat berat dozer akan dicapai bila dilakukan secara lapis – per – lapis.
4. Tumpukan sampah jika ketinggiannya lebih dari 5 m harus dilakukan rekonturing, agar kestabilan tanah terjaga.
 5. Lereng yang tidak berkontur dipotong dan dibentuk agar berkontur. Dari bagian bawah sampah dipotong untuk dibuat terasering selebar 5 m, dan lereng dibentuk dengan kemiringan 20 – 30 °. Demikian dilanjutkan hingga sampai pada bagian atas tumpukan sampah.
 6. Setelah dibentuk kontur, sampah diberi lapisan tanah penutup. Ditambahkan lapisan tanah penutup sementara jika akan dilakukan rehabilitasi TPA dan atau ditambahkan lapisan tanah penutup akhir (*capping*) jika ditutup permanen. Contoh cara melakukan rekonturing seperti gambar 15 di bawah ini

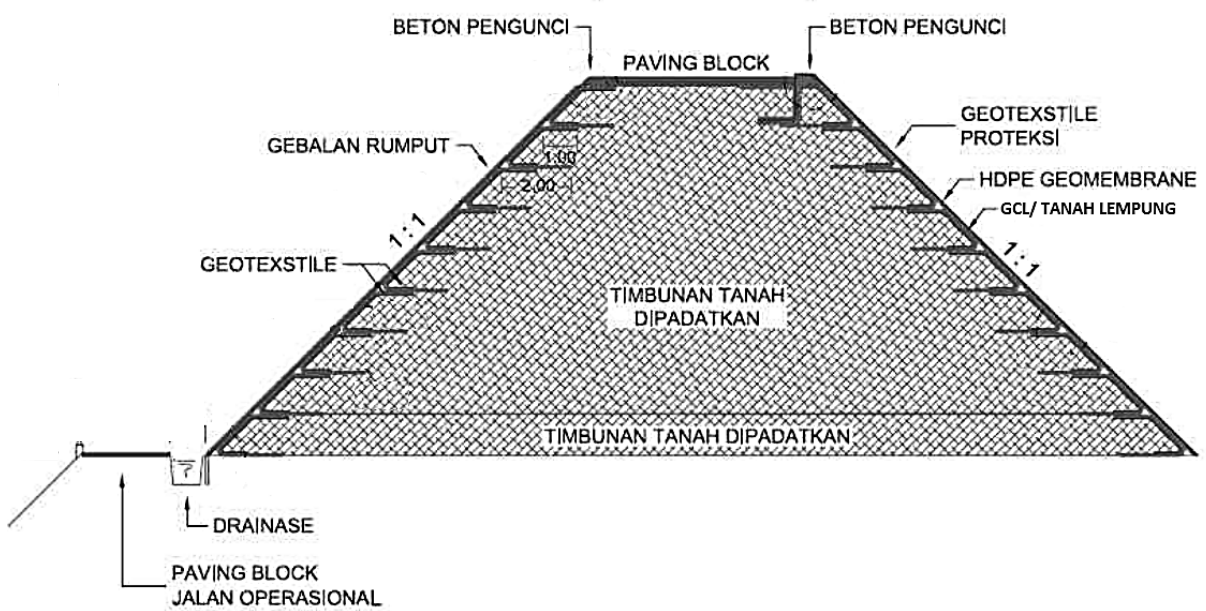


Gambar 15 – Contoh Melakukan Rekonturing

7. Dibuat tanggul pengaman untuk mencegah kelongsoran sampah. Tanggul dibuat di sisi-sisi sel sampah. Tanggul dibuat dari timbunan tanah yang dipadatkan. Tanggul pada sisi sel sampah diproteksi dengan GCLs, HDPE Geomembran dan Geotextile Proteksi. Pada bagian luar dari sisi timbunan sampah diproteksi dengan geotextile. Struktur pelapis tanggul dibuat mengikuti pelapisan dasar sel TPA, yaitu menggunakan tanah lempung dan dilapisi dengan geomembran. Jika pengadaan tanah lempung sulit dilakukan, maka tanah lempung dapat diganti dengan lapisan kedap lainnya, seperti GCL. Gambar tipikal tanggul ada pada Gambar 16 sampai gambar 18 di bawah ini.



Gambar 16 – Contoh Denah Tanggul Sampah



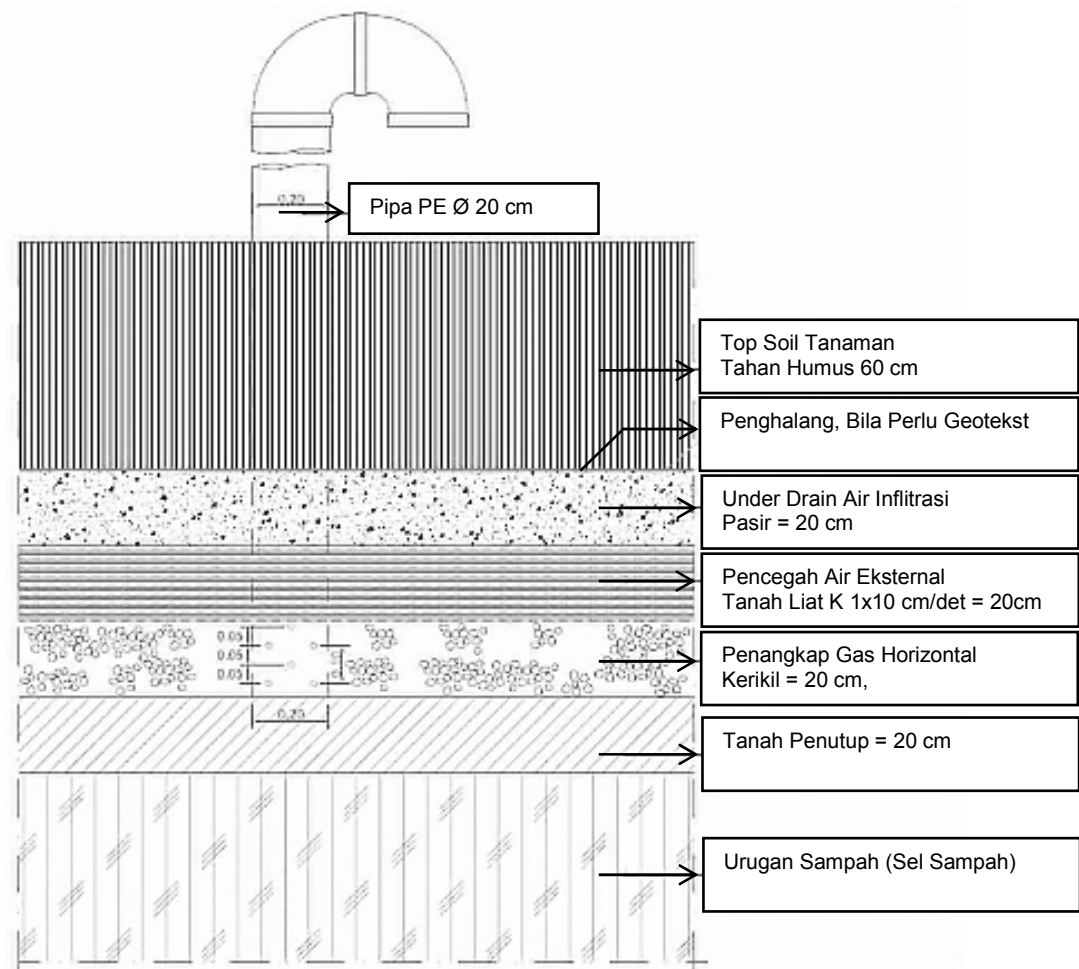
Gambar 17 – Contoh Potongan Tanggul Sampah

3.3.3.2. Tanah Penutup Akhir

1. Fungsi utama sistem penutupan timbunan sampah pada TPA yang akan ditutup adalah :
 - a. Menjamin integritas timbunan sampah dalam jangka panjang.
 - b. Menjamin tumbuhnya tanaman atau penggunaan site lainnya.
 - c. Menjamin stabilitas kemiringan (slope) dalam kondisi beban statis dan dinamis.
 - d. Mengurangi infiltrasi, berpindahnya gas, bau dari tumpukan sampah.
 - e. Mencegah binatang bersarang di tumpukan sampah.
2. Penutupan sampah dengan tanah serta proses pemadatannya dilakukan secara bertahap lapis – lapis dan memperhatikan lansekap yang ada dan lansekap yang diinginkan bagi peruntukannya.

3. Lapisan tanah penutup hendaknya :
 - a. Tidak tergerus air hujan
 - b. Mempunyai kemiringan menuju titik saluran drainase.
4. Sistem penutup akhir mengacu pada Standar penutup final pada lahan urug saniter, yaitu berturut-turut dari bawah ke atas (lihat gambar 21 tipikal lapisan penutup akhir) :
 - a. Di atas timbunan sampah lama diurug lapisan tanah penutup setebal 30 cm dengan pemadatan.
 - b. Lapisan karpet kerikil berdiameter 30 – 50 mm sebagai penangkap gas horizontal setebal 20 cm, yang berhubungan dengan perpipaan penangkap gas vertical.
 - c. Lapisan tanah liat setebal 20 cm dengan permeabilitas maksimum sebesar 1×10^{-7} cm/det.
 - d. Lapisan karet kerikil under-drain penangkap air infiltrasi terdiri dari media kerikil berdiameter 30 – 50 mm setebal 20 cm, menuju sistem drainase. Bilamana diperlukan, diatasnya dipasang lapisan geotekstil untuk mencegah masuknya tanah yang berada di atasnya.
 - e. Lapisan tanah humus setebal minimum 60 cm.
5. Bila menurut desain perlu digunakan geotekstil dan sejenisnya, pemasangan bahan ini hendaknya disesuaikan spesifikasi teknis yang telah direncanakan dan dilaksanakan oleh kontraktor yang berpengalaman dalam bidang ini.
6. Tanah penutup akhir hendaknya mempunyai grading dengan kemiringan maksimum 1 : 3 untuk menghindari terjadinya erosi.
7. Kemiringan dan kondisi tanah penutup harus dikontrol setiap hari untuk menjamin peran dan fungsinya, bilamana perlu dilakukan penambahan dan perbaikan pada lapisan ini.
8. Melakukan pemeliharaan secara rutin terhadap tanah penutup, terutama dengan terbentuknya genangan (*ponding*) agar fungsi tanah penutup tetap seperti yang diharapkan. Perubahan temperature dan kelembaban udara dapat menyebabkan timbulnya retakan permukaan tanah yang memungkinkan terjadinya aliran gas keluar dari TPA lama ataupun mempercepat rembesan air pada saat hari hujan. Retakan yang terjadi perlu segera ditutup dengan tanah sejenis.

9. Proses penurunan permukaan tanah juga sering tidak berlangsung seragam sehingga ada bagian yang menonjol maupun melengkung kebawah. Ketidak teraturan permukaan ini perlu diratakan dengan memperhatikan kemiringan kearah saluran drainase. Penanaman rumput dianjurkan untuk mengurangi efek retakan tanah melalui jaringan akar yang dimiliki.
10. Pemeriksaan kondisi permukaan TPA lama ini perlu dilakukan minimal sebulan sekali atau beberapa hari setelah terjadi hujan lebat untuk memastikan tidak terjadinya perubahan drastis pada permukaan tanah penutup akibat erosi air hujan.
11. Pada area yang telah dilaksanakan penutupan final tersebut diharuskan ditanami tanaman atau pohon yang sesuai dengan kondisi daerah setempat.



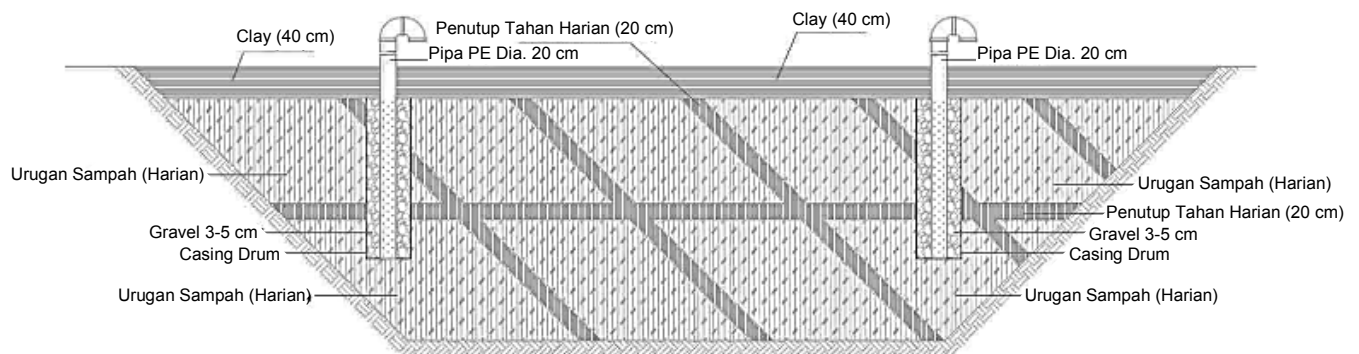
Gambar 18 – model Tanah Penutup Lapisan Akhir

Apabila pada lokasi TPA sulit didapatkan tanah liat dengan permeabilitas minimum 1×10^{-7} cm/det dan tanah asli dan pemerintah kota / kabupaten mempunyai dana yang cukup untuk membeli lapisan geotextile nonwoven,

Lapisan caping secara tipikal dilakukan berturut-turut dari bawah ke atas:

1. Geotekstile nonwoven 300 gram/m² setebal 1,5 mm.
2. Gravel dengan diameter 30 - 50 mm dengan ketebalan 40 cm. Lapisan ini berfungsi sebagai gas collection.
3. Geotekstile nonwoven 600 gram/m² setebal 1,5 mm.
4. HDPE geomembrane setebal 0,6 cm
5. Geotekstile nonwoven 600 gram/m² setebal 1,5 mm.
6. Gravel dengan diameter 30 - 50 mm dengan ketebalan 30 cm. Lapisan berfungsi sebagai *drainage layer*.
7. Geotekstile nonwoven 300 gram/m² setebal 1,5 mm.
8. Tanah humus 40 cm. Lapisan ini berfungsi sebagai *top soil* tanaman.

Apabila pemerintah kota/kabupaten tidak memiliki dana yang cukup untuk melakukan capping, maka minimal tanah penutup lapisan akhir dengan tanah liat dengan permeabilitas 1×10^{-7} cm / detik setebal 40 cm. Gambar 19 menunjukkan model tanah lapisan penutup lapisan akhir tersebut.



Gambar 19 – model Tanah Penutup Lapisan Akhir

3.3.3.3. Sistem Drainase

1. Drainase pada TPA lama berfungsi untuk mengendalikan aliran limpasan air hujan dengan tujuan memperkecil aliran yang masuk ke timbunan sampah. Semakin kecil rembesan air hujan yang masuk ke timbunan sampah, akan semakin kecil pula debit lindi yang dihasilkan.
2. Drainase utama dibangun di sekeliling blok atau zona penimbunan. Drainase dapat berfungsi sebagai penangkap aliran limpasan air hujan yang jatuh di atas timbunan sampah tersebut. Permukaan tanah

penutup harus dijaga kemiringan sebesar 2 - 4% yang mengarah pada saluran drainase.

3. Lakukan pemeriksaan rutin setiap minggu khususnya pada musim hujan, untuk menjaga dari kerusakan saluran yang serius.
4. Saluran drainase dipelihara dari tanaman rumput atau semak yang mudah sekali tumbuh akibat tertinggalnya endapan tanah hasil erosi tanah penutup. TPA di daerah bertopografi perbukitan akan sering mengalami erosi akibat aliran air yang deras.
5. Lapisan drainase dari pasangan semen yang retak atau pecah perlu segera diperbaiki agar tidak mudah lepas oleh erosi air, sementara saluran tanah yang berubah profilnya akibat erosi perlu segera dikembalikan ke dimensi semula agar dapat berfungsi mengalirkan air dengan baik.
6. Besarnya saluran drainase dihitung berdasarkan luasnya *catchment area* pada TPA dan intensitas curah hujan di daerah tersebut.

3.3.3.4. Pengendalian Lindi

1. Bila pada TPA yang akan ditutup belum terdapat IPL dan efluen dari lindi pada TPA tersebut dianggap belum stabil, maka diperlukan pengkajian dan desain khusus untuk membangun IPL yang sesuai. Namun bila desain penutup cukup efektif, maka air yang masuk ke dalam timbunan akan menurun secara signifikan. Jumlah lindi pada TPA yang sudah ditutup akan tergantung pada desain lapisan tanah penutup akhir, jenis sampah yg ditimbun dan iklim, khususnya jumlah hujan.
2. Bila pada lokasi belum tersedia sistem pengumpul dan penangkap lindi, maka penangkapan lindi perlu dibangun di bagian terbawah dari timbunan tersebut.
3. Jika pada TPA telah ada IPL, maka lakukan evaluasi pada IPL, spesifikasi teknik jaringan *under-drain* pengumpul lindi, sistem pengumpul lindi, bak kontrol dan bak penampung dan pipa inlet ke instalasi.
4. Jika IPL dibangun baru dengan sistem biologi, maka lakukan *seeding* dan aklimatisasi terlebih dahulu sesuai SOP IPL, sebelum dilakukan proses pengolahan lindi sesungguhnya. Langkah ini kemungkinan besar akan terus dibutuhkan, bila terjadi perubahan kualitas dan beban seperti akibat hujan, atau akibat tidak berfungsinya sistem IPL biologis ini sehingga merusak mikroorganisme semula.

5. Efluen IPL lindi harus memenuhi persyaratan seperti tercantum dalam Tabel 8 berikut.

Tabel 8 - Baku Mutu Efluen IPL

Komponen	Satuan	Baku mutu
Zat padat terlarut	mq/L	4000
Zat padat tersuspensi	mg/L	400
PH	-	6-9
N-NH ₃	mg/L	5
N-NO ₃	mg/L	30
N-NO ₂	mq/L	3
BOD	mg/L	150
COD	mg/L	300

6. Dianjurkan agar pada saat tidak hujan, sebagian lindi yang ditampung dikembalikan ke timbunan sampah sebagai resirkulasi lindi, misalnya melalui sistem ventilasi gas bio. Lakukan pengecekan secara rutin pompa dan perpipaan resirkulasi lindi untuk menjamin sistem resirkulasi tersebut.
7. Lakukan secara rutin dan periodik updating data curah hujan, temperatur dan kelembaban udara, debit lindi, kualitas influen dan efluen hasil IPL, untuk selanjutnya masuk ke informasi *recording*/pencatatan. Umur TPA lama mempengaruhi beban pengolahan yang dapat dilakukan sehingga perlu dimonitoring dan disesuaikan apabila diperlukan.
8. Kolam penampung dan pengolah lindi seringkali mengalami pendangkalan akibat endapan suspensi. Hal ini akan menyebabkan semakin kecilnya volume efektif kolam yang berarti semakin berkurangnya waktu tinggal, yang akan berakibat pada rendahnya efisiensi pengolahan yang berlangsung. Untuk itu, perlu diperhatikan agar kedalaman efektif kolam tetap terjaga.
9. Lumpur endapan yang mulai tinggi melampaui dasar efektif kolam harus segera dikeluarkan. Gunakan excavator dalam pengeluaran lumpur ini. Dalam beberapa hal dimana ukuran kolam tidak terlalu besar, dapat digunakan truk tinja untuk menyedot lumpur yang terkumpul yang

- selanjutnya dapat dibiarkan mengering dan dimanfaatkan sebagai tanah penutup sampah.
10. Lindi dapat keluar dari timbunan sampah lama secara lateral. Dibutuhkan sistem penangkap, misalnya dengan menggali sisi miring timbunan sampah yang mengeluarkan lindi sekitar 0,5 m ke dalam, lalu ditangkap dengan pipa 100 mm, diarahkan menuju drainase pengumpul untuk dialirkan ke IPL.
 11. Jika lahan TPA luas, maka IPL yang dibuat terdiri dari serangkaian kolam stabilisasi anaerob, kolam fakultatif dan kolam maturasi serta lahan sanitasi. Kolam biologis tanpa bantuan aerasi mempunyai waktu detensi yang lama dan mempunyai dimensi yang besar. Sehingga untuk memperkecil ukuran dan mempersingkat waktu detensi maka dapat digunakan kolam biologis dengan bantuan aerasi. Hanya saja aerasi memerlukan biaya untuk energi listrik pada operasionalnya.

Tabel 9 - Perbandingan Parameter Desain

PARAMETER DESAIN	UNIT	UKURAN
Kolam Anaerobik		
Kedalaman	m	2,5 - 5,0
Waktu Tinggal	Hari	20 - 50
Kolam Fakultatif		
Kedalaman	m	1,5 - 2,5
Waktu Tinggal	Hari	3 - 30
Kolam Maturasi		
Kedalaman	m	1,0 - 1,5
Waktu Tinggal	Hari	5 - 20

3.3.3.5. Pengendalian Gas

1. Gas yang ditimbulkan dari proses degradasi di TPA harus dikontrol agar tidak mengganggu lingkungan.
2. Gas hasil biodegradasi tersebut dicegah mengalir secara lateral dari lokasi TPA yang ditutup menuju daerah sekitarnya.
3. Tidak diperkenankan untuk mengalirkan gas ke udara terbuka. Diharuskan untuk membakar gas tersebut pada *gas-flare* secara terpusat. Sangat dianjurkan menangkap gas tersebut untuk dimanfaatkan.
4. Pengelolaan gas menggunakan perpipaan gas vertikal yang berfungsi mengalirkan gas yang terkumpul dalam satu lajur ke pipa penangkap gas. Jika pipa gas vertikal telah ada saat TPA dioperasikan, maka pipa gas vertikal pada lapisan caping merupakan pipa gas vertikal yang

diteruskan dari lapisan sebelumnya. Jika pipa gas pada pengoperasian TPA tidak ada maka gas harus dievakuasi ke luar dengan membuat sistem penangkap gas vertikal, dengan cara:

- a. Membuat sumuran berdiameter minimum 50 cm berisi kerikil diameter 30 -50 mm dengan melakukan pemboran vertikal, sedapat mungkin sampai kedalaman 1 - 2 m di atas dasar lahan urug lama
 - b. Memasang pipa PVC diameter minimum 75 mm, paling tidak 1 m sebelum akhir sumuran tersebut di atas, sebagai upaya pengumpul gas. Penangkap gas untuk kebutuhan *recovery* diuraikan pada bagian
 - c. Mengalirkan gas yang tertangkap ke pipa penangkap gas melalui ventilasi tersebut, sedemikian sehingga tidak berakumulasi yang dapat menimbulkan ledakan atau bahaya toksik lainnya. Dianjurkan mengumpulkan gas tersebut dan membakarnya pada *gas-flare*.
5. Sistem penangkap gas untuk *recovery* dapat berupa :
- a. Ventilasi vertikal : merupakan ventilasi yang mengarahkan dan mengalirkan gas yang terbentuk ke atas.
 - b. Ventilasi akhir : merupakan ventilasi yang dibangun pada timbunan akhir yang dihubungkan dengan sarana pengumpul gas untuk dibakar dengan gas-flare atau dimanfaatkan lebih lanjut. Perlu dipahami bahwa potensi gas pada TPA lama ini sudah mengecil sehingga mungkin tidak mampu untuk digunakan dalam operasi rutin. Untuk mengetahui persentase gas metan yang terkandung pada gas di TPA diperlukan analisa di laboratorium.
6. Timbulan gas harus dimonitor dan dikontrol sesuai dengan perkiraan umur produksinya.
7. Beberapa kriteria desain perpipaan vertikal pipa gas, yaitu :
- a. Pipa gas dengan casing PVC/PE/HDPE : 100 – 150 mm
 - b. Lubang bor berisi kerikil : 50 – 100 cm
 - c. Perforasi pipa : 8 – 12 mm
 - d. Kedalaman lubang bor : 80 %
 - e. Jarak antara ventilasi vertikal : 25 – 50 m.

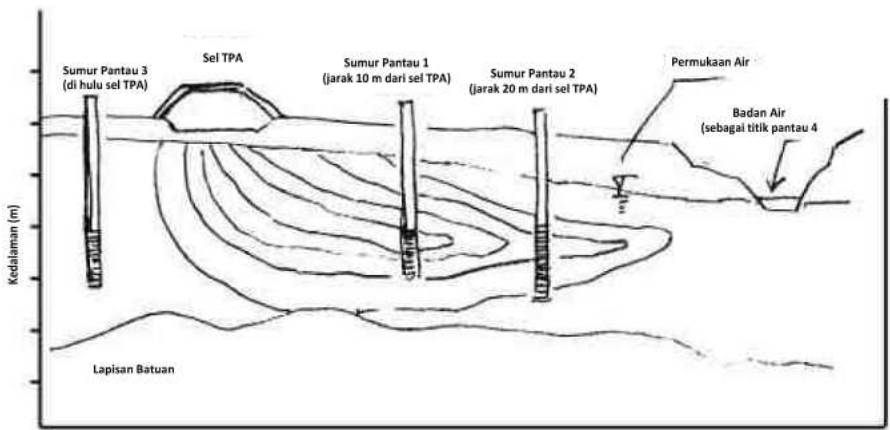
3.3.3.6. Kontrol Pencemaran Air

1. Dibutuhkan rencana pemantauan dan pengontrolan kualitas air. Rencana kontrol kualitas air harus memuat:
 - a. Kondisi badan air dan prediksi daerah yang berpotensi tercemar oleh lindi;

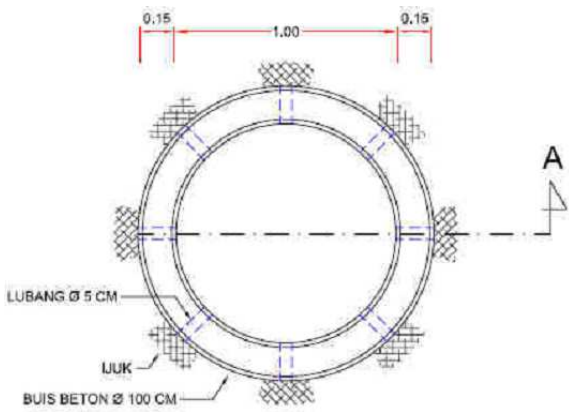
- b. Elevasi dan arah aliran air tanah;
 - c. Lokasi dan tinggi muka air permukaan yang berdekatan;
 - d. Potensi hubungan antara lokasi TPA lama, akuifer setempat dan air permukaan;
 - e. Kualitas air dari zone yang berpotensi terkena dampak TPA ditutup;
 - f. Rencana penempatan sumur pemantau, stasiun sampling serta program sampling;
 - g. Informasi tentang karakteristik tanah dan hidrogeologi di bawah lokasi lahan urug pada kedalaman yang cukup untuk memungkinkan dilakukannya evaluasi peran tanah tersebut dalam melindungi air tanah;
 - h. Rencana kontrol *run-off* untuk mengurangi infiltrasi air ke dalam tumpukan sampah serta kontrol erosi terhadap lapisan tanah penutup;
2. Dibutuhkan rencana pemantauan dan pengontrolan kualitas air secara berkala setiap 6 bulan sekali sampai jangka waktu 20 tahun sesuai UU No. 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah pasal 9.
 3. Lakukan pengecekan dan pemeriksaan secara rutin dan berkala terhadap kualitas air tanah di sumur monitoring, sumur penduduk di sekitar TPA dengan Parameter utama yang diperiksa adalah warna, pH, bau, daya hantar listrik, khlorida, BOD, COD, Angka KMnO₄ dan N-NH. Baku mutu yang digunakan sesuai dengan peraturan yang berlaku.
 4. Sampling dan analisa air tanah yang digunakan sebagai sumber air minum dengan parameter yang diperiksa mengikuti standar kualitas air minum yang berlaku yaitu mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 416/MENKES/PER/IX/1990 tentang Syarat-Syarat Pengawasan Kualitas Air, Peraturan Menteri Kesehatan No.492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Syarat-Syarat Kualitas Air Minum, Peraturan Menteri Kesehatan No.736/MENKES/PER/VI/2010 Tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum
 5. Sampling dan analisa air sungai yang berjarak kurang dari 200 m dari batas terluar TPA lama dilakukan secara berkala sesuai peraturan yang berlaku.
 6. Lokasi sumur pantau harus terletak paling tidak berjarak 10 dan 20 dari TPA dan dari drainase TPA. Lokasi sumur pantau kontrol ada di bagian hulu TPA. Sehingga tiga sumur cukup sebagai sumur pantau (Lihat

Gambar 21). Sumur pantau dapat digali secara manual jika muka air kurang dari 4m.

- 7. Sumur pantau dibuat dari buis beton dengan diameter 100 cm dan ketebalan buis 15 cm. Kedalaman sumur pantau disesuaikan dengan kedalaman air tanah. Penggalian sumur pantau harus mencapai muka air tanah. Buis beton yang ada di bawah permukaan tanah dilubangi dengan lubang 5 cm dengan jarak masing - masing lubang 50 cm (Lihat Gambar 20 dan Gambar 21). Pada sekeliling buis beton diberi ijuk. Dan pada dasar sumur pantau diberi hamparan kerikil setebal 20 cm. Untuk keamanan sumur pantau ditutup dengan plat penutup beton yang mudah dibuka jika akan dilakukan pengambilan sampel.



Gambar 20 – Lokasi Sumur Pantau



Gambar 21 – Tampak Atas Sumur Pantau

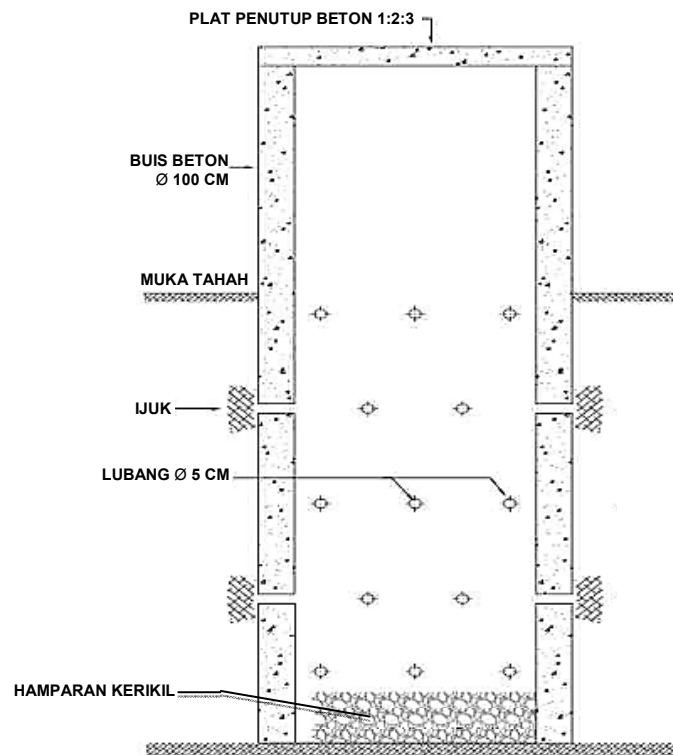
3.3.3.7. Kontrol Terhadap Kebakaran Dan Bau

- 1. Pembakaran sampah tidak terkontrol (*open burning*) dilarang dilakukan di lokasi TPA.
- 2. Sekeliling lokasi TPA hendaknya dikelilingi zona penyangga dari tanaman yang dapat menjadi penghalang dari adanya sampah beterbangan dan adanya penampakan yang dapat mengganggu estetika. Dianjurkan

adanya sarana penghalang sampah terbang yang dapat dipindah pindah sesuai kebutuhan.

3. Kontrol terhadap timbulnya bau dan debu harus diadakan untuk melindungi kesehatan serta keselamatan personel, penduduk sekitar, serta orang yang menggunakan fasilitas TPA ini.
4. Tingkat kebauan yang keluar dari TPA digolongkan pada bau yang berasal dari bau campuran, dinyatakan sebagai ambang bau yang dapat dideteksi secara sensorik oleh lebih dari 50% anggota penguji yang berjumlah minimal 8 (delapan) orang.
5. Kontrol bau dapat juga dilakukan dengan menggunakan *fly-index* dengan menggunakan standar kepadatan lalat yang biasa digunakan.
6. Kontrol kebakaran yang muncul akibat pembakaran liar di lokasi, atau karena terbakarnya bagian sampah yang mudah terbakar, serta tersedianya bahan bakar gas bio pada timbunan, dapat dihindari dengan menerapkan peraturan yang ketat (a) agar tidak membuang puntung rokok pada area timbunan sampah, (b) agar tidak membakar sampah pada timbunan sampah, (c) tidak melakukan pengelasan di area sel, (d) Peralatan konstruksi harus dilengkapi dengan knalpot vertikal dan percikan api harus dihindari, (e) melakukan perawatan pada mesin atau kendaraan bermotor sehingga kebocoran bahan bakar atau cairan lain dapat dicegah.
7. Setiap alat berat yang dioperasikan di TPA harus dilengkapi dengan alat pemadam kebakaran portabel agar dapat merespon cepat adanya api. Dua alat pemadam portabel direkomendasikan untuk setiap mesin. Operator dan personil lainnya harus tahu dimana alat pemadam berada, tahu cara mengoperasikannya dan tahu apa siapa yang harus dihubungi untuk bantuan. Tindakan awal dapat meminimalkan terjadinya kerusakan dan menghindari adanya korban.
8. Jika terjadi kebakaran tindakan pertama yang harus dilakukan adalah:
 - a. Tutup pengumpulan gas dari lahan TPA jika ada).
 - b. Segera identifikasi ietak api
 - c. Panggil pemadam kebakaran
 - d. Kenali level terjadinya kebakaran
 - e. Patuhi perintah dari pimpinan TPA
 - f. Lakukan komunikasi yang baik
 - g. Pilih alat pemadam api yang tepat
 - h. Lakukan monitoring pada emisi udara dan kebakaran yang terjadi

- i. Lakukan komunikasi dengan komunitas sekitar
- j. Lakukan rencana evakuasi untuk penduduk sekitar jika diperlukan
- k. Gunakan peralatan kesehatan dan keselamatan kerja pada pekerja di TPA (helm, masker, jaket pelindung panas, sepatu tahan panas)



Gambar 22 – Potongan Sumur Pantau

A. Metode Pemadaman Api

Metode pendekatan yang dilakukan untuk memadamkan api tergantung pada jenis kebakaran di TPA. Pemadaman sangat tergantung pada arah angin dan intensitas lokasi bahan yang mudah terbakar dan kemampuan untuk memobilisasi personel alat pemadam kebakaran dan potensi dampak terhadap masyarakat.

- Menggunakan Air

Air efektif digunakan sebagai pemadam jika kebakaran terjadi di permukaan tumpukan sampah. Jika kebakaran terjadi di bagian dalam timbunan sampah dan dalam situasi di mana sampah telah ditutup oleh tanah penutup, maka untuk memadamkan sampah di bagian dalam dengan cara menyuntikkan air ke tumpukan sampah.

Sumur dapat dibor dengan cepat dengan diameter 150-300 mm. *Screen well* dapat dimasukkan ke lubang bor dan dibiarkan terbuka. Air kemudian diinjeksikan ke dalam sumur injeksi dari tangki truk atau dipompa secara langsung dari hidran atau badan air yang terletak di dekatnya. Air yang diperlukan untuk memadamkan 1 ton

sampah sebesar 5.000 liter air. Penggunaan busa dan surfaktan dapat secara signifikan mengurangi volume ini. Tim pemadam kebakaran harus mempertimbangkan bahwa penggunaan sejumlah besar air untuk memadamkan kebakaran dapat menghasilkan lindi, yang mungkin melebihi kapasitas pengolahan lindi, sehingga memerlukan penampungan sementara.

Lindi dapat digunakan sebagai pemadam. Lakukan resirkulasi lindi dari kolam pengendapan dan paling baik dari unit filtrasi. Pompa *booster* mungkin diperlukan untuk memungkinkan dilakukan sirkulasi lindi.

- Menggali dan Membongkar Tumpukan Sampah

Untuk kebakaran yang terjadi dimana air tidak mungkin menjadi alat pemadam kebakaran yang efektif metode yang paling tepat untuk memadamkan api dengan menggali dan membongkar sampah. Langkah pertama dalam mengendalikan api dengan cara mengisi parit paralel dengan air. Parit digali oleh operator TPA. Selanjutnya tutupi zona kebakaran dengan menaikkan permukaan sel yang terbakar setinggi 2 sampai 3 m dengan cara menggeser sampah dan tanah. Tindakan ini akan mengurangi jumlah udara yang akan mengipasi api, mengurangi tingkat kebakaran dan jumlah asap sehingga membuat lingkungan TPA menjadi lebih aman untuk pemadaman.

- Membatasi Oksigen Kontak Dengan Sampah

Dengan membatasi jumlah oksigen pada zona kebakaran maka api dapat dipadamkan di TPA, tetapi biasanya ini berjalan lambat. Caranya dengan mengisolasi tempat yang terbakar. Lakukan penggalian parit di sekitar sampah yang terbakar, sampai bahan yang tidak mudah terbakar (biasanya tanah atau batuan) ditemukan. Lalu parit yang telah digali diisi dengan bahan permeabilitas rendah untuk membatasi aliran oksigen masuk ke dalam tumpukan sampah yang terbakar.

B. Monitoring Dan Pencegahan Kebakaran

1. Kontrol Suhu

Pemantauan suhu telah terbukti menjadi prosedur yang sangat berguna dalam pencegahan kebakaran di TPA dan sebagai cara pemantauan untuk memastikan bahwa api telah padam. Pada Tabel 10 disajikan hubungan antara suhu TPA dan kondisi TPA.

Tabel 10 - Hubungan Antara Suhu dan Kondisi TPA

Suhu	Kondisi TPA
< 55°C	Suhu normal TPA
55-60°C	Terjadi peningkatan aktivitas biologi
60 - 70 °C	Peningkatan aktivitas biologi yang abnormal
> 70 °C	Telah terjadi kebakaran TPA

2. Pemantauan Komposisi Gas

Pemantauan komposisi gas sangat berguna saat terjadi kebakaran dan dapat menjadi acuan bagi keberhasilan. Parameter yang diukur adalah konsentrasi oksigen, karbon monoksi, hidrogen sulfida dan metana. Dari keempat gas yang diukur, karbon monoksida adalah indikator yang paling berguna bahwa telah terjadi kebakaran di tunpukan sampah. Tabel 11 menyajikan hubungan antara konsentrasi dengan adanya api di TPA.

Tabel 11 - Hubungan Antara Konsentrasi CO Dengan Adanya Api Di TPA.

Konsentrasi CO (ppm)	Indikasi Terjadinya Api
0 - 25	Tidak ada indikasi kebakaran
25 - 100	Mungkin ada api di TPA
100 - 500	Potensi telah terjadi kebakaran di TPA
500 - 1000	Ada api atau adanya reaksi eksoterm
> 1000	Telah terjadi api

Kehadiran oksigen pada konsentrasi di atas 1% memberikan indikasi bahwa ada hambatan intrusi oksigen (pada tanah atau tanah penutup) dan diperlukan tanah penutup tambahan. Di sisi lain menjadi indikator bahwa telah dihasilkan metana lebih dari 40% dan merupakan indikator positif bahwa terjadi kondisi anaerobik. Selama terjadi kebakaran di TPA, tingkat oksigen pada sub-permukaan biasanya 15 sampai 21%. Pada pemadaman kebakaran dan penutupan sampah kadar oksigen turun secara konsisten, dan ketika api padam kadar oksigen turun di bawah 1%.

C. Checklist

Daftar pada Tabel 12 berikut dapat membantu operator untuk menilai kesiapan mereka untuk menangani kebakaran TPA dan mengidentifikasi hal - hal yang harus dilengkapi.

Tabel 12 - Checklist Untuk Monitoring TPA

BANGUNAN	YA	TIDAK
Tempat kerja yang bersih dan teratur		
Tanda keluar darurat yang berpencair		
Alarm kebakaran dan alat pemadam kebakaran yang terlihat dan mudah diakses		
Pintu tangga darurat harus tetap tertutup kecuali dilengkapi dengan alat penutup otomatis		
Ada sprinkler pemadam kebakaran		
Alat pemadam kebakaran diservice setiap tahun		
Koridor dan tangga bebas dari penghalang dan tidak digunakan untuk penyimpanan barang		
Jalan menuju bangunan dan TPA dapat diakses oleh mobil pemadam kebakaran		
PELATIHAN		
Ada beberapa program pelatihan khusus untuk pencegahan dan pemadaman kebakaran		
Pelatihan bagi karyawan baru mengenai pemadaman api		
Pelatihan yang spesifik dan berkala bagi karyawan		
Karyawan telah mengerti " <i>material fire data sheets</i> "		
Pelatihan dokumentasi		
Pengunjung TPA harus mempunyai ijin dan harus mengikuti instruksi karyawan		
TPA		
Ada persediaan tanah dekat lokasi sel TPA		
Ada peralatan pemadam api di TPA		
Ada alternatif tempat pembuangan sampah		
Ada suplai air dan tekanan air yang memadai untuk keperluan pemadam kebakaran		
Ada tangki penyimpanan air untuk tujuan pemadam kebakaran		
Tersedia peralatan pemadam kebakaran		
Ada pencatatan prosedur untuk semua kejadian kebakaran		
Tersedia generator sebagai cadangan listrik		
Ada jalan yang dapat diakses mobil pemadam kebakaran		
Semua prosedur perawatan peralatan dilakukan		
Semua bahan yang mudah terbakar yang disimpan dengan baik		
Lokasi yang berbahaya di TPA diberi tanda bahaya		
Nomor telepon darurat ditampilkan pada tempat yang mudah dilihat (pemadam kebakaran, rumah sakit, polisi, dll.)		

Ada jaringan yang baik bagi konduktor petir dan proteksi petir		
--	--	--

3.3.3.8. Pencegahan Illegal Dumping

Ada kemungkinan bahwa masih akan ada beberapa individu atau pihak lain yang masih akan mencoba untuk membuang sampah di TPA yang sudah ditutup. Ini mungkin karena TPA baru atau alternatif pembuangan jauh dari sumber sampah. Untuk mengontrol, *illegal dumping* cara berikut dapat dilakukan:

1. Program kesadaran bagi masyarakat dengan menginformasikan dan mendorong masyarakat menggunakan fasilitas yang baru. Pada saat yang sama, langkah yang diambil untuk pencegahan ilegal dumping adalah inspeksi dan denda;
2. Fasilitas TPS disediakan untuk menampung sampah bagi masyarakat umum. Sampah diangkut menuju TPA baru. Layanan ini dapat disediakan gratis untuk umum, namun bagi komersial atau industri harus mengangkut sampah mereka sendiri ke TPA baru.

3.3.3.9. Revegetasi / Zona Penyanggah (Buffer Zone)

1. Persiapan revegetasi meliputi hal-hal sebagai berikut:
 - a. Penyiapan lapisan tanah
 - b. Perbaikan kualitas dan atau penyediaan kualitas tanah yang baik.
2. Prosedur persiapan tanah untuk penanaman meliputi:
 - a. Perbaikan kualitas tanah
 - b. Penambahan nutrisi
 - c. Menjaga suhu tanah
 - d. Menjaga kelembaban kadar air dengan menyiramnya saat kering
 - e. Penggunaan peralatan pemindahan tanah.
 - f. Tanaman untuk *green belt area* menggunakan pohon pelindung, tanaman untuk permukaan tumpukan sampah menggunakan tanaman perdu.
3. Penjelasan tentang tanaman perdu secara umum adalah:
 - a. Pohon yang tumbuh lebih lambat lebih mudah diterapkan karena memerlukan kelembaban yang lebih rendah
 - b. Tanaman perdu (tinggi dibawah 1 meter) dapat menutupi permukaan dan terhindar dari gas pada lapisan yang lebih dalam tetapi memerlukan pengairan lebih sering

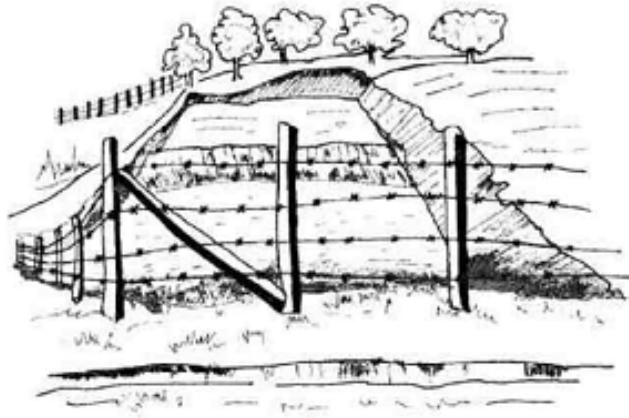
- c. Penanaman rerumputan mempunyai kelebihan, antara lain lebih mudah tumbuh, berakar serabut dan dangkal, lebih mudah berkembang pada kondisi timbunan, memiliki ketahanan lebih tinggi
 - d. Selain rumput, tanaman kriminil / krokot dapat digunakan, dan ditanam sudah jadi.
 - e. Tanaman perdu yang dapat dipilih antara lain: Puring (*Codiaeum variegatum*), Beluntas / BaJuntas (*P/uchea indica L*), Bougenvile (*Bougainvillea*), Daun Wungu / Daun putri / Demung (*Graptophyllum pictum (L.)Grifl*), Wedelia (*Wedelia trilobata (L.) Hitchc*), Tapak kuda (*Ipomoea pescaprae*), Euphorbia Dentata (*Euphorbia dentata Michx*) Rumput jepang (*Zoysia japonica*) dan Rumput Belulang (*Eleusine indica (L.) Gaertn*)
4. Penjelasan tentang tanaman pohon pelindung adalah:
- a. Pohon pelindung (tanaman keras) yang digunakan sudah mencapai ketinggian 1,50m
 - b. Pupuk untuk tanaman yang digunakan adalah pupuk kandang
 - c. Tanaman pohon pelindung yang dapat dipilih antara lain: Kamboja putih / semboja (*Plumeria alba*), Kamboja merah (*Plumeria rubra L*), Ketapang (*Terminalia cattapa I*), Glodokan Tiang (*Polyalthia longifo/ia*), Bungur / Wungu (*Lagerstromieia speciosa Pers*), Kelapa gading (*Cocos nucifera varietes eburnea*), Nyamplungan (*Calophyllum inophyllum L.*)

3.3.3.10. Rencana Aksi Pemindahan Pemukim Informal

1. Jika ada pemukim informal (pemulung) di TPA, maka harus direlokasi dan harus diberi pilihan mata pencaharian alternatif yang tersedia bagi mereka.
2. Jika pemerintah daerah merencanakan mengoperasikan *Material Recovery Facility* (MRF), maka pemulung dapat secara resmi dipekerjakan karena mereka telah terbiasa efisien dalam melakukan pemilahan sampah.
3. Jika pemulung yang terorganisasi diizinkan untuk membantu pemilahan di TPA baru, maka sediakan tempat untuk pemulung yang terorganisasi tersebut. Pemulung yang terorganisir mungkin diperbolehkan berada di TPA baru dengan prosedur yang telah disepakati.

3.3.3.11. Keamanan

TPA diberi pagar keliling dengan tanaman dan kawat berduri (untuk factor keamanan) dan tiang beton sebagai pengikat. Pagar dibuat setinggi minimal 1,5 m (Lihat Gambar 23).



Gambar 23 – Contoh Pagar TPA

3.3.4. PASCA PENUTUPAN TPA

Pada pasca penutupan TPA diperlukan:

1. Inspeksi Rutin
2. Pemeliharaan vegetasi
3. Pemeliharaan dan kontrol indikasi dan gas
4. Pembersihan dan pemeliharaan saluran drainase
5. Pemantauan penurunan lapisan dan stabilitas lereng

3.3.4.1. Inspeksi Rutin

Inspeksi dilakukan untuk melihat kondisi fisik TPA secara menyeluruh setelah dilakukan penutupan. Inspeksi dilakukan sekali terhadap kondisi umum fasilitas TPA yang telah ditutup dan juga keamanan TPA.

Pada inspeksi rutin dilakukan pengecekan hal - hal berikut:

1. Pintu gerbang TPA harus selalu terkunci;
2. Papan pengumuman bahwa TPA telah ditutup masih terbaca jelas; Tidak ada keretakan pada lapisan tanah penutup akhir;
3. Sumur pantau masih terlihat dan tidak tertimbun tanah;
4. Tidak ada kebakaran sampah;
5. Tidak ada kerusakan pada IPL, saluran drainase, pipa gas.

Keamanan TPA meliputi kontrol terhadap terhadap api / kebakaran terutama saat musim kemarau, pagar keliling TPA agar TPA tidak dapat dimasuki oleh orang yang berhak serta ilegal dumping. Lakukan penerapan denda bagi pelanggaran yang terjadi.

Kebakaran / asap terjadi karena gas metan terlepas tanpa kendali dan bertemu dengan sumber api. Untuk mencegah kasus ini perlu diperhatikan pemeliharaan lapisan tanah penutup pada TPA yang telah ditutup.

3.3.4.2. Pemeliharaan Vegetasi

Kegiatan pemeliharaan vegetasi meliputi:

1. Penyiraman terutama saat musim kemarau: untuk pohon 10 L/pohon, semak 5 L/pohon, rumput / tanaman perdu 5 L/m².
2. Pemangkasan setiap 3 bulan sekali untuk dahan yang kering/mati, murni dipangkas dengan ketinggian / tebal rumput + 5cm dari permukaan tanah
3. Pemupukan 3 bulan sekali dengan pupuk non organik kemudian disiramkan di sekeliling perakaran tanamal sedangkan untuk pupuk daun disemprotkan pada daun.

3.3.4.3. Pemeliharaan dan Pemantauan Lindi dan Gas

Pemeliharaan dan pemantauan terhadap lindi dari TPA yang ditutup dengan melakukan sampling pada outlet IPL dan sumur pemantauan. Pemantauan juga dilakukan terhadap fasilitas gas dengan melakukan pengendalian dan monitoring gas pada udara ambien di atas tumpukan sampah dan di sekitar TPA.

3.3.4.4. Pembersihan Dan Pengolahan Lindi Pemeliharaan Sistem Drainase TPA & Instalasi Pengolahan Lindi

Pembersihan Dan Pengolahan Lindi pemeliharaan sistem drainase TPA dan kerusakan daft pendangkalan. Kerusakan dan keretakan Instalasi Pengolahan Lindi dilakukan pada unit pengolahan, inlet dan outlet. Monitoring dilakukan setidaknya 4 x setahun dan setelah terjadi hujan lebat.

3.3.4.5. Pemantauan Penurunan Tumpukan Sampah Dan Stabilitas Lereng

1. Parameter dalam pemantauan penurunan tanah:
 - a. Besar penurunan tanah persatuan waktu
 - b. Kondisi tanah asli, jenis dan daya dukungnya
 - c. Kondisi tanah bentukan akhir, luas dan ketebalan lapisannya.
2. Data yang diperoleh dari pemantauan penurunan muka tanah ini akan memberikan informasi tentang:
 - a. Kecepatan muka tanah bentukan
 - b. Selang waktu dengan penurunan
 - c. Waktu henti penurunan.
 - d. Daya dukung akhir yang diperoleh
3. Stabilitas lereng dan kemiringan timbunan pada TPA lama tetap harus dijaga melalui perbaikan kemiringan dan mempertahankan integritas tanah penutup.
4. Keretakan dan rusaknya lapisan penutup akhir dimonitor setidaknya setiap tahun sekali dan setelah terjadi hujan lebat dari terjadinya erosi dan longsor.

Rekapitulasi pemantauan pasca operasi seperti tercantum dalam Tabel 13.

Tabel 13 – Kegiatan Pemantauan PASca Penutupan TPA

No	Inspeksi	Frekuensi	Tinjauan
1	Inspeksi rutin	Setiap bulan	Kondisi TPA secara umum termasuk keamanan & safety
2	Vegetasi Penutup	Pemangkasan dan pemupukan 3 bulan sekali	Pemangkasan dan penggantian tanaman yang mati
3	Pemeliharaan dan monitoring gas	Setiap 3 bulan sekali selama 20 tahun	Kualitas air tanah dan badan air
4	Pemeliharaan dan monitoring gas	Terus menerus, 3 bulan sekali hingga 20 tahun pengoperasian	Bau, gas flare (pembakar nyala api), kerusakan pipa, pemantauan udara ambien
5	Pemeliharaan dan monitoring drainase Permukaan & IPL	4 x setahun dan setelah hujan lebat	Kerusakan saluran dan kondisi inlet & outlet IPL
6	Tanah penutup akhir	Setahun sekali dan setelah hujan lebat	Erosi dan longsor
7	Penurunan tumpukan sampah dan stabilitas lereng	2 x setahun	Penurunan elevasi tanah

3.4. PROGRAM MANAJEMEN PASCA PENUTUPAN TPA

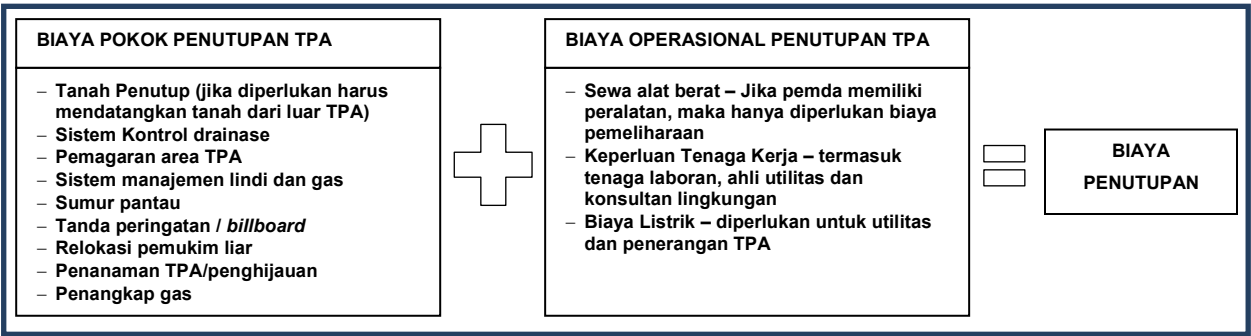
- 1. Peraturan emisi / efluen yang diperbolehkan, periode minimum untuk melakukan kegiatan di TPA setelah pasca penutupan;
- 2. Anggaran tahunan bagi pemeliharaan TPA;
- 3. Faktor lainnya (sensitivitas lingkungan dan masyarakat).

3.4.1. Biaya Penutupan TPA

Pelaksanaan penutupan TPA diperlukan biaya untuk melakukan program manajemen penutupan yang terdiri dari biaya pelaksanaan penutupan TPA dan pasca penutupan TPA.

A. Biaya Pelaksanaan Penutupan TPA

Biaya pelaksanaan penutupan TPA terdiri dari biaya pokok penutupan dan biaya operasional penutupan TPA. Biaya pokok penutupan TPA terdiri dari biaya pengadaan tanah penutup jika tanah penutup harus didatangkan dari luar lokasi TPA), sistem kontrol drainase dan atau perbaikannya, sistem manajemen lindi dan gas, pembuatan sumur pantau (*jika* belum tersedia), papan pengumuman tanda TPA akan ditutup, relokasi pemukim informal, revegetadi dan penangkapan gas dengan gas flare dan atau sistem recovery. Biaya operasional penutupan TPA terdiri dari sewa alat berat, keperluan tenaga kerja dan biaya listrik. Gambar 24 menggambarkan biaya yang mungkin terjadi saat penutupan TPA.



Gambar 24 – Biaya Pelaksanaan Penutupan TPA

B. Biaya Pemeliharaan dan Monitoring Pasca Penutupan TPA

Biaya pasca penutupan diperlukan setidaknya selama 20 (dua puluh) tahun setelah TPA ditutup.

1. Biaya pemeliharaan dan monitoring pasca penutupan TPA meliputi kebutuhan tenaga kerja, yang akan ditugaskan untuk:
 - a. Mengamankan TPA;
 - b. Melakukan inspeksi rutin;
 - c. Melakukan perbaikan dan pemeliharaan preventif infrastruktur TPA seperti lapisan tanah penutup akhir, sistem drainase, lindi dan gas;
 - d. Program monitoring untuk air tanah, air permukaan, lindi, dan kualitas udara.
2. Prakiraan biaya untuk analisis kualitas air, udara setiap 1 (satu) tahun anggaran digambarkan sebagai berikut:
 - a. Jumlah titik sampling air minimal 4 titik @ Rp. 550.000,-
 - b. Jumlah titik sampling udara minimal 4 titik @ Rp. 600.000,-
 - c. Total biaya sampling setiap 1 tahun sekali (2 kali pengambilan) minimal = Rp. 9.200.000,-
3. Perbaikan dan biaya pemeliharaan preventif jika ada kerusakan pada penutup akhir, sistem kontrol drainase dan fasilitas TPA lainnya, maka perbaikan mungkin diperlukan. Pemeliharaan preventif meliputi kegiatan seperti mengangkut tanah ke dalam TPA untuk memperbaiki dan menutup retakan yang disebabkan oleh menurunnya permukaan tumpukan sampah (*settlement*), menjaga permukaan gradasi untuk aliran permukaan, dan pemeliharaan pada kolam pengolah lindi.
4. Kontrol terhadap serangga juga mungkin diperlukan untuk mencegah atau mengurangi kerusakan pada tanah penutup. Prosedur ini dilaksanakan dan diterapkan dengan menggunakan bahan kimia (jika ada), sehingga hal ini harus dijelaskan dan ditampilkan pada TPA dan area sekitar TPA.

4. CARA PELAKSANAAN REHABILITASI TPA

4.1. PELAKSANAAN PENAMBANGAN LAHAN URUG

Pelaksanaan pekerjaan penambangan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dimulai dari atas tumpukan sampah yang sudah tidak aktif atau dapat di tambang dengan cara penggalian dari samping. Pelaksanaan pekerjaan penambangan dilakukan sesuai dengan Pedoman Rehabilitasi Tempat Pemrosesan Akhir Sampah melalui penambangan lahan urug.

4.1.1. Tanah Penutup Minimum

Tanah penutup minimum diperlukan sebagai penutup sementara menunggu pemanfaatan lahan TPA tersebut untuk kegunaan lain dan atau menunggu kegiatan *landfill mining*, atau setelah selesainya kegiatan *landfill mining* dan lahan tersebut disiapkan untuk digunakan kembali sebagai lahan TPA pengurugan sampah kembali.

Sistem penutup minimum berturut-turut dari bawah ke atas:

1. Di atas timbunan sampah lama diurug lapisan tanah penutup setebal 30 cm dengan pemadatan
2. Lapisan karpet kerikil berdiameter 30 - 50 mm yang berfungsi sebagai sebagai penangkap gas horizontal setebal 20 cm dari timbunan sampah lama, yang sedapat mungkin berhubungan dengan perpipaan penangkap gas vertikal
3. Lapisan tanah liat setebal 20 cm dengan permeabilitas maksimum sebesar 1×10^{-7} cm/det yang berfungsi sebagai pencegah masuknya air eksternal / infiltrasi air hujan.
4. *Underdrain* air infiltrasi berupa pasir setebal 20cm.
5. Bila menurut desain perlu digunakan geotekstil dan sejenisnya, pemasangan bahan ini hendaknya disesuaikan spesifikasi teknis yang telah direncanakan dan dilaksanakan oleh kontraktor yang berpengalaman dalam bidang ini.
6. Bila penutupan sementara sekurangnya 6 bulan maka ditambahkan tanah humus setebal 6 cm sebagai top soil tanaman.

4.2. TEKNIK OPERASIONAL PENAMBANGAN

4.2.1. Kriteria Penambangan

1. Operasional TPA

TPA lama penimbunan sampah *open dumping* yang masih aktif atau sudah ditutup.

2. Sel

Penambangan lahan urug sampah dilakukan setelah sel sampah yang sudah stabil yang dibuktikan dengan pengujian profil tanah melalui pemboran.

4.2.2. Kebutuhan Prasarana

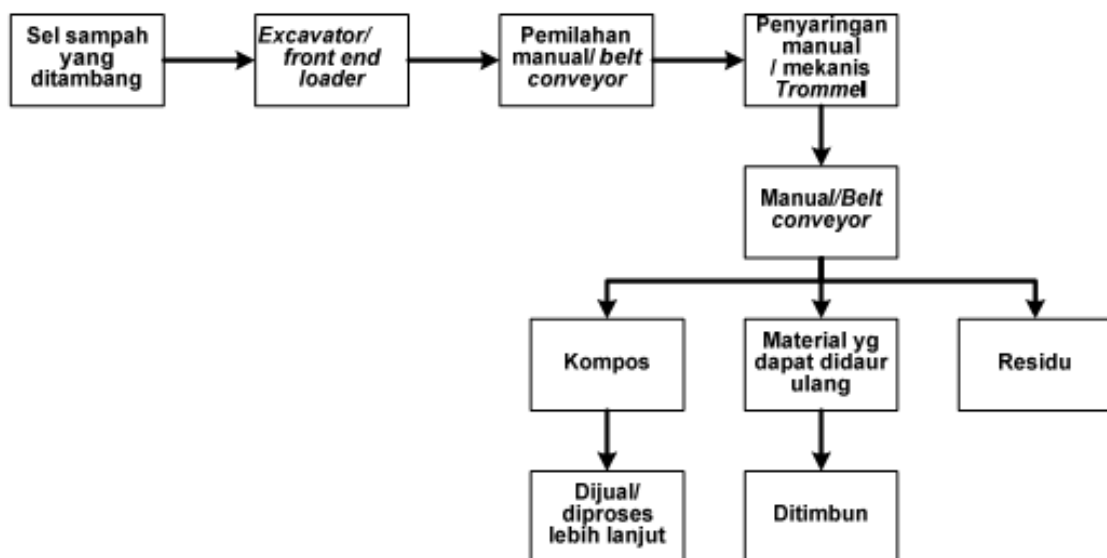
1. TPA Yang Sudah Ditutup

- a. Dibutuhkan akses jalan masuk ke area galian;
 - b. Perlu membangun hanggar mesin, gudang, stock area untuk hasil galian dan hanggar alat berat yang akan digunakan pada saat operasi penambangan.
2. TPA Yang Masih Aktif
- a. Menggunakan akses jalan masuk yang telah ada, namun tidak boleh mengganggu kelancaran operasi TPA tersebut;
 - b. Lokasi penambangan jangan bersentuhan langsung dengan lokasi penimbunan aktif;
 - c. Jika memungkinkan, semua akses jalan maupun peralatan terpisah menempati lokasi yang tersendiri.
 - d. Perlu membangun hanggar mesin, gudang, stock area untuk hasil galian dan hanggar alat berat yang akan digunakan pada saat operasi penambangan.

4.2.3. Proses Penambangan

Proses penambangan lahan urug merupakan proses reklamasi (Sumber EPA, 1997) yang dilaksanakan mengikuti prosedur :

1. Penggalan untuk mengangkat dan memindahkan kandungan dari sel lahan urug
2. Penyaringan secara manual atau dengan peralatan mekanis dengan mesin *trommel* untuk memisahkan kandungan kompos, plastik, logam, kertas
3. Penggunaan material hasil penambangan untuk material penutup atau pengisi setelah tanah yang digali dan dilakukan penyaringan



Gambar 25 – Diagram Proses Penambangan Lahan Urug

4.2.4. Teknis Penggalian

1. Umum

Teknis penggalian TPA harus mengikuti kaidah penambangan umum yaitu :

- a. Penambangan sebaiknya searah dengan arah angin dominan yang terjadi di lokasi penambangan, hal ini mencegah operator alat berat menghisap gas metan yang mungkin masih ada pada lokasi galian.
- b. Penggalian sebaiknya tidak menimbulkan cekungan yang akan berakibat terjadinya genangan di lokasi galian.
- c. Penggalian sebaiknya mengikuti kaidah kestabilan lereng, dengan membuat kemiringan maksimum 1:1 dengan membentuk terasering setiap 5 meter dalam penggalian.
- d. Penggalian akan lebih efisien dekat dengan jalan operasi sewaktu pelaksanaan opendumping.

Teknis penambangan berdasar karakteristik lokasi TPA dibedakan atas 3 tipe yaitu TPA Cekungan, TPA Datar dan TPA Tebing.

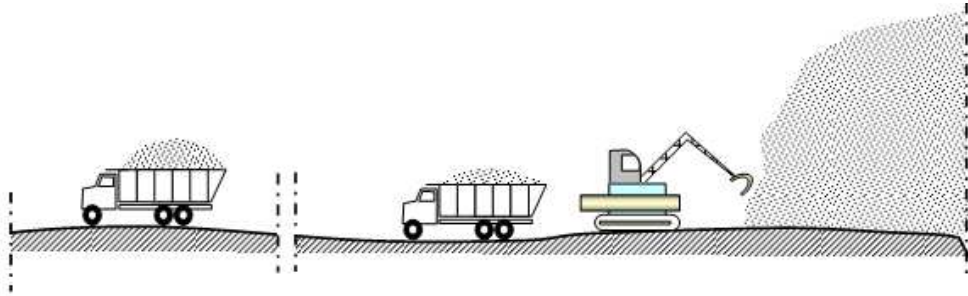
2. Teknis Penambangan Berdasar Tipe TPA

a. Tipe TPA Cekungan

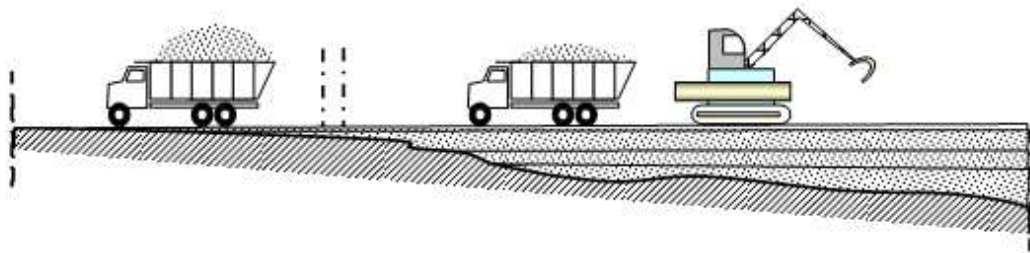
Penamaan ini didasarkan kondisi eksisting atau kondisi lokasi TPA sebelum dijadikan tempat pemrosesan akhir sampah, apabila topografi awal berbentuk cekungan atau lekukan walaupun pada saat ini kondisi akhir sudah menjadi seperti datar maka pelaksanaan penambangan harus memperhatikan kaidah sebagai berikut:

- 1) Penambangan sebaiknya dilakukan pada lokasi yang searah dengan tiupan angin terbanyak pada lokasi tersebut, agar pada saat operasi alat berat operator tidak menghisap gas yang terjebak di dalam timbunan sampah.
- 2) Penggalian sebaiknya dimulai dari lokasi yang telah lama ditutup, perhatikan kondisi tebing sekitar, jangan sampai saat kita menggali terbentuk kondisi tebing rawan terhadap longsor.
- 3) Apabila ada lokasi lama yang dekat dengan jalan operasi yang ditinggalkan sebaiknya kita memulai penambangan di lokasi tersebut, hal ini akan mengakibatkan aspek ekonomis akan meningkat.

- 4) Sebaiknya penambangan tidak meninggalkan lokasi galian yang berbahaya dengan cara penambangan dilakukan perlapis, maksimum lapisan 5 meter, setiap lapisan dibuat datar 5 meter baru dilanjutkan galian kedalaman selanjutnya.



Gambar 251 – Penggalian dari Samping Tumpukan Sampah yang tidak terlalu tinggi



Gambar 26 – Penggalian dari atas tumpukan sampah sebaiknya penggalian perlayer

b. TPA Datar

Apabila topografi eksisting TPA mempunyai kontur rata, biasanya pelaksanaan awal penimbunan sampah dengan cara melakukan galian tanah dasar, sedalam maksimum diatas muka air tanah dan hasil akhir dari tumpukan sampah menjadi membukit. Pelaksanaan pekerjaan penambangan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dimulai dari atas tumpukan sampah yang sudah tidak aktif atau dapat di tambang dengan cara penggalian dari samping. Penggalian dari atas adalah cara yang penambangan paling aman karena alat berat terbebas dari jebakan gas dan pekerjaan galian bebas dari pekerjaan pengamanan tebing.

Penggalian dari samping harus menjaga kaidah penggalian sebagaimana TPA cekungan antara lain penambangan jangan sampai membentuk tebing terlalu curam sehingga terbebas dari bahaya longsor,

Akhir dari galian penambangan TPA datar dapat berupa lokasi galian pertama saat awal pengoperasian TPA. Sehingga lokasi penambangan dapat digunakan kembali sebagai TPA baru.

c. TPA Tebing

Banyak sekali TPA di Indonesia berupa TPA tebing karena biaya operasi murah dan umur TPA dapat sangat panjang, karena biasanya tebing yang dijadikan tempat pembuangan ini sangat dalam dan jauh dari pemukiman.

TPA tebing rawan terhadap bahaya longsor, contohnya TPA Leuwigajah. Biasanya TPA tebing jarang dioperasikan dengan cara lahan urug terkendali maupun lahan urug saniter, sehingga tebing yang tadinya sudah berkontur rapat, semakin menjadi sangat curam. TPA tebing ini merupakan TPA skala prioritas untuk dilakukan penambangan agar dapat dengan cepat mengatasi bahaya kelongsoran. Pelaksanaan penambangan TPA tebing tidak boleh dilakukan penambangan dari bawah, sebaiknya awal pelaksanaan penambangan adalah pembentukan kemiringan tebing lalu dilanjutkan penggalian dari atas tumpukan. Lakukan penambangan bergerak dari pinggir tebing agar tidak terbentuk lobang bekas galian, karena lubang galian akan menyebabkan air hujan tertampung dan dapat mengakibatkan bencana longsor yang hebat.

Penambangan yang tepat sesuai dengan kaidah penggalian tambang maka secara tidak langsung kita menjaga kestabilan alam dengan demikian alam akan memberikan kepastian keamanan bagi penambangnya. Sebaiknya dalam melaksanakan penambangan TPA harus memperhatikan kemiringan lahan akibat galian agar air permukaan dapat mengalir dengan lancar. Air permukaan adalah musuh utama dalam pelaksanaan penggalian.

4.2.5. Peralatan dan Bangunan Penunjang

1. Alat Produksi Utama

- a. *Excavator* adalah alat untuk menggali tanah dan memuat truk, membalik material timbunan dan memindahkan pada *conveyor belt* pada mesin pemilah, alat ini juga efektif dalam menyiapkan cadangan tanah penutup.

Excavator terdapat berbagai jenis dengan kapasitas produksi yang berbeda antara lain *Excavator* kapasitas bucket 0,40 m³ , 0,60 m³, 1,20 m³ dan 1,60 m³. Kebutuhan excavator disesuaikan dengan volume mesin ayakan yang digunakan sehingga penggunaan alat berat dapat efektif dan efisien. Selain penghitungan jumlah *excavator* yang

digunakan, pemilihan bucket sangat menentukan kemampuan alat tersebut dan maksimal kemampuan hasil produksinya. Contoh untuk *excavator* tipe kecil jangan memaksakan menggunakan bucket besar sehingga melampaui kemampuan alat hidrauliknya sehingga alat sering mengalami kerusakan.

- b. *Wheel Loader* adalah alat berat yang mempunyai bucket yang dapat bergerak dengan lincah dan cepat untuk memindahkan tumpukan sampah, alat ini dapat menggantikan pekerjaan *dump truck*. *Wheel loader* mempunyai tipe berbeda sesuai dengan kapasitas *bucket*. *Wheel loader* akan optimal kapasitasnya apabila jarak antara quarry dan pabrik tidak terlalu jauh sehingga pergerakan alat ini dalam memuat beban tidak terlalu lama. Model *wheel loader* dapat digambarkan disini sebagai berikut. WL 910, 920, 930, 950B, sampai 992 C. Masing masing model ini mempunyai kekuatan, mesin dan kapasitas bucket akan membesar sesuai dengan naiknya angka model dari alat tersebut.

Apabila jarak antara *Quarry* dan lokasi penambangan lebih dari 500 meter maka penggunaan *wheel loader* tidak efektif, penggunaan *dump truck* akan lebih efisien dan lebih cepat gerakannya. Hal ini dapat dihitung dari kedua alat tersebut mana yang lebih efektif dan efisien. *dump truck* menghabiskan waktu dalam *loading* dan *unloading* mempunyai kapasitas muat lebih besar, sedangkan *wheel loader* *loading* dan *unloading* sangat cepat namun kecepatan dan kapasitas muat relatif lebih kecil.

- c. *Dump truck*

Dump truck adalah alat berat pengangkut dengan mobilisasi cepat sehingga jarak merupakan kriteria pertama dalam memutuskan kita memakai alat ini. Alat ini juga mempunyai bermacam macam tipe, sesuai dengan merek pabrikannya. Penggunaan tipe disesuaikan dengan bahan apa yang diangkut dan berapa jumlah volume yang akan dipindah tempatkan.

- d. *Buldozer*

Dalam pekerjaan penambangan lahan urug, *Buldozer* dibutuhkan untuk mendorong tumpukan sampah yang tersebar menjadi tumpukan pada suatu tempat yang diinginkan pemakaian *bulldozer* (*Track Type Tractor*) harus melihat kondisi bahan yang harus didorong sehingga kemampuan maksimum alat dapat dicapai.

Buldozer mempunyai banyak tipe antara lain D3B, D4E, D6D, D9 dan D10. Tipe ini didasarkan pada kekuatan mesin yang dibawanya dan besarnya kapasitas blade (pisau dorong) dari masing-masing *buldozer*. Pemakaian *buldozer*/iga harus memperhatikan track atau alat geraknya, sehingga daya dorong alat tidak jadi berkurang akibat terjadinya slip.

e. Ban berjalan (*belt conveyor*)

Belt Conveyor adalah alat bantu Bergeraknya muatan yang akan dipilah Kapasitas alat ini tergantung pada berapa lebar *belt* yang dipakai berapa jauh pemindahan barang penambangan dan kecepatan dari perputaran beltnya *Conveyor belt* dipakai sebagai alat pemilah antara sampah yang tidak dapat dipotong dengan sampah yang akan dirajah, pekerjaan ini dilakukan dengan cara manual menggunakan tenaga manusia. Pemilahan ini dapat dikerjakan oleh alat ayakan mekanis berupa trommel yang diberi ayakan dan dapat berputar sehingga sampah yang masuk kedalam tromel akan dipisahkan sesuai dengan besar butirannya.

f. *Trommel*

Trommel adalah alat pengayak mekanis untuk memilah butiran sampah yang telah menjadi tanah dan bercampur dengan zat non organik yang sangat banyak. Kapasitas tromel tergantung pada banyaknya sampah yang diayak yang digunakan dan kecepatan putaran yang digunakan.

Hasil saringan akan terpisah menjadi tumpukan butiran berbeda, hasil saringan ini dapat ditransfer memakai conveyor belt menuju pencampuran tanah dengan zat lain sehingga kompos yang dihasilkan telah sesuai dengan baku mutu yang disyaratkan.

Tipe ayakan yang digunakan tergantung pada penggunaan material. Umumnya diayak berdasarkan 3 fraksi :

- a) Fraksi organik/kompos
- b) Fraksi non organik
- c) Fraksi residu

Ukuran mesh sesuai kebutuhan:

- a) fraksi organik / kompos (KW1) ukuran mesh < 6 mm
- b) fraksi kompos kasar/ residu, (KW2) ukuran mesh < 50 mm
- c) fraksi non organik, ukuran mesh > 50 mm.

Jika digunakan sebagai tanah penutup lahan urug, digunakan *screen trommel* 6.25 mm Ukuran mesh 2.5 mm jika digunakan sebagai material tanah urug konstruksi, kandungan tanah harus cukup tinggi sehingga mesh penyaring harus digunakan untuk memisahkan metal, plastik, kaca dan kertas. Rata-rata jumlah fraksi tanah 50-60%.

- g. Sprayer untuk pengendali bau adalah tractor dengan roda dengan tutup dan lengan yang dapat bergerak dan tangki penampung bahan kimia untuk mengurangi bau dari sampah.
- h. Mesin pengisi karung
- i. Alat timbang

2. Bangunan Penunjang

- a. Sarana Jalan dan drainase
- b. Hanggar Alat berat
- c. Hanggar mesin produksi
- d. Gudang produksi dan stock area
- e. Jembatan timbang
- f. Tempat cuci truk

4.3. PEMANFAATAN HASIL PENAMBANGAN

4.3.1. Pemanfaatan Tapak

Tapak penambangan sampah dapat digunakan sebagai lokasi Tempat Pemrosesan Akhir Sampah sistem lahan urug saniter atau lahan urug terkendali, atau dapat dimanfaatkan sebagai lahan rekreasi dan lain-lain.

4.3.2. Pemanfaatan Material Hasil Penambangan

Hasil material penambangan berupa fraksi tanah atau kompos yang dapat digunakan untuk :

1. Tanah penutup sistem penimbunan sampah terkendali (kompos dapat berfungsi sebagai methane oxidation layer, kriteria ketebalan tanah 120 cm)
2. Media untuk tumbuhnya biofilter dalam proses pengolahan lindi
3. Pupuk penghijauan tanaman sekitar TPA
4. Pupuk untuk penghijauan di TPA dan tanaman non pangan
5. Media untuk tumbuhnya tanaman biofilter pada proses pengolahan air lindi

Hasil pengelolaan pemrosesan material non organik

1. Penggunaan limbah hasil penambangan dapat diolah kembali
2. Sampah yang tidak dapat lagi didaur ulang di timbun kembali ke dalam lokasi penimbunan sampah terkendali (lahan urug terkendali dan lahan urug saniter)
3. Jika terdapat instalasi sampah untuk energi, sampah non organik yang mudah terbakar disatukan instalasi sampah untuk energi tersebut, sedang sampah non organik residu ditimbun ke dalam lahan urug.

4.4. PEMANFAATAN KEMBALI UNTUK TPA (Area Pengurugan Sampah)

4.4.1. Pengukuran Fisik Lokasi

Pekerjaan rehabilitasi ini membutuhkan data fisik yang harus diukur secara akurat sesuai dengan peruntukan lokasi TPA yang telah ditutup ini. Data fisik kondisi lahan yang dibutuhkan adalah:

1. Melakukan pengukuran topografi dari seluruh area dalam lokasi tersebut, agar rencana rehabilitasi lokasi dapat tergambar secara baik. Dengan rujukan data topografi awal sebelum TPA ini beroperasi, akan diperoleh besaran timbunan / urugan sampah selama TPA ini beroperasi. Pengukuran topografi tersebut dilakukan dengan perbedaan interval minimum 0,5 m meter dengan informasi yang jelas tentang:
 - a. Batas tanah
 - b. Slope dan ketinggian urugan/timbunan sampah
 - c. Lokasi titik sarana dan prasarana : jalan operasi, IPL, pengendali gas dan sebagainya
 - d. Zona Penyanggah
 - e. Sumber air yang berbatasan
 - f. Jalan penghubung dari jalan umum dari lokasi tersebut.
2. Mengumpulkan informasi ulang tentang hidrogeologis dan geoteknis yang akurat dan mewakili secara baik seluruh lokasi tersebut, meliputi:
 - a. Tanah : kedalaman, tekstur, struktur, porositas, permeabilitas dan kelembaban
 - b. *Bedrock*: kedalaman, jenis dan kehadiran fraktur
 - c. Air tanah di daerah lokasi : kedalaman rata-rata, kemiringan hidrolis, arah aliran, kualitas dan penggunaan
 - d. Badan air yang berbatasan langsung dengan lokasi : sifat, pemanfaatan dan kualitas

- e. Data klimatologis : presipitasi, evaporasi, temperatur dan arah angin.

4.4.2. Desain TPA Rehab

TPA yang sudah direhab harus dilengkapi dengan fasilitas yang terdiri dari :

1. Fasilitas umum (jalan masuk, kantor/pos jaga, saluran drainase dan pagar).
2. Fasilitas perlindungan lingkungan (lapisan kedap air, pengumpul lindi, pengolahan lindi, ventilasi gas, daerah penyangga, tanah penutup)
3. Fasilitas penunjang (jembatan timbang, fasilitas air bersih, listrik, bengkel dan hanggar)
4. Fasilitas operasional (alat besar dan truk pengangkut tanah).

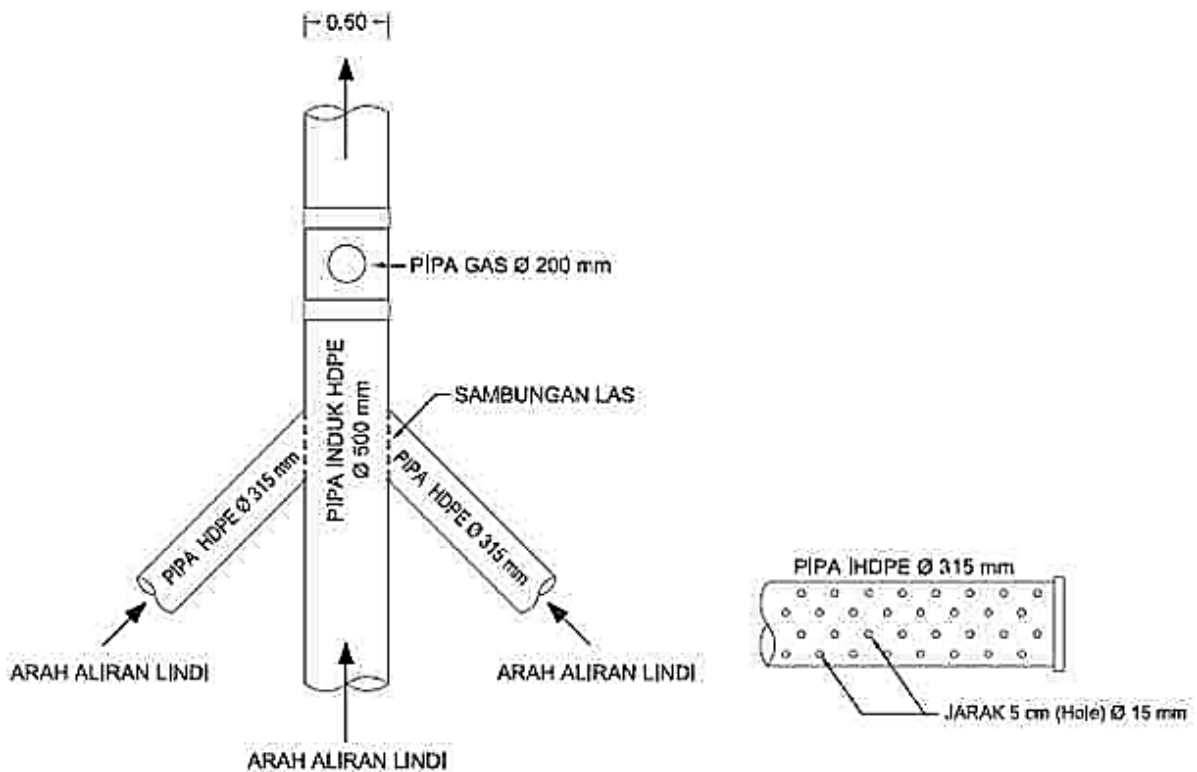
Uraian lebih jelasnya dapat dilihat pada point III.5.1 Prasarana dan Sarana TPA (disesuaikan dengan kebutuhan lapangan)

4.4.3. Konstruksi

4.4.3.1. Pengumpul Lindi

Konstruksi sistem pengumpul lindi direncanakan sesuai dengan desain yang dibuat yaitu dapat berupa pola tulang ikan atau pola lurus. Kemiringan saluran pengumpul lindi antara 1 - 2 % dengan pengaliran secara gravitasi menuju instalasi pengolah lindi (IPL)

Sistem penangkap lindi diarahkan menuju pipa berdiameter minimum 200 mm, atau saluran pengumpul lindi. Pada lahan urug saniter, pertemuan antar pipa penangkap atau antara pipa penangkap dengan pipa pengumpul dibuat bak kontrol (junction box), yang dihubungkan sistem ventilasi vertikal penangkap atau pengumpul gas (lihat gambar 27)



Gambar 27 – Detail Pertemuan Pipa Lindi

4.4.3.2. Instalasi Pengolahan Lindi (IPL)

1. Bila pada TPA yang akan direhabilitasi belum terdapat IPL dan efluen dari lindi pada TPA tersebut dianggap belum stabil, maka diperlukan pengkajian dan desain khusus untuk membangun IPL yang sesuai.
2. Bila pada lokasi belum tersedia sistem pengumpul dan penangkap lindi, maka penangkapan lindi perlu dibangun di bagian terbawah dari timbunan tersebut.
3. Lakukan evaluasi terhadap *as-build drawing*, spesifikasi teknik jaringan under-drain pengumpul lindi, sistem pengumpul lindi, bak kontrol dan bak penampung, pipa inlet ke instalasi serta instalasi pengolah lindi (IPL) agar sistem dapat menyesuaikan dengan kondisi yang baru.
4. Pengolahan lindi TPA lama dirancang untuk TPA yang baru, dan dapat digunakan juga pada saat TPA ditutup. Namun karena kemungkinan kualitas dan kuantitas lindi berbeda dibandingkan pada saat TPA ini beroperasi, maka kemungkinan beban influen tidak sesuai lagi, yang dapat menyebabkan gangguan pada unit pengolah biologis. Untuk itu dibutuhkan koreksi atau modifikasi dari unit IPL ini.
5. Sebelum tersedianya baku mutu efluen lindi dari sebuah TPA sampah kota, maka efluen IPL lindi harus memenuhi persyaratan seperti tercantum dalam Tabel 14 berikut.

Tabel 14 - Baku Mutu Efluen IPL

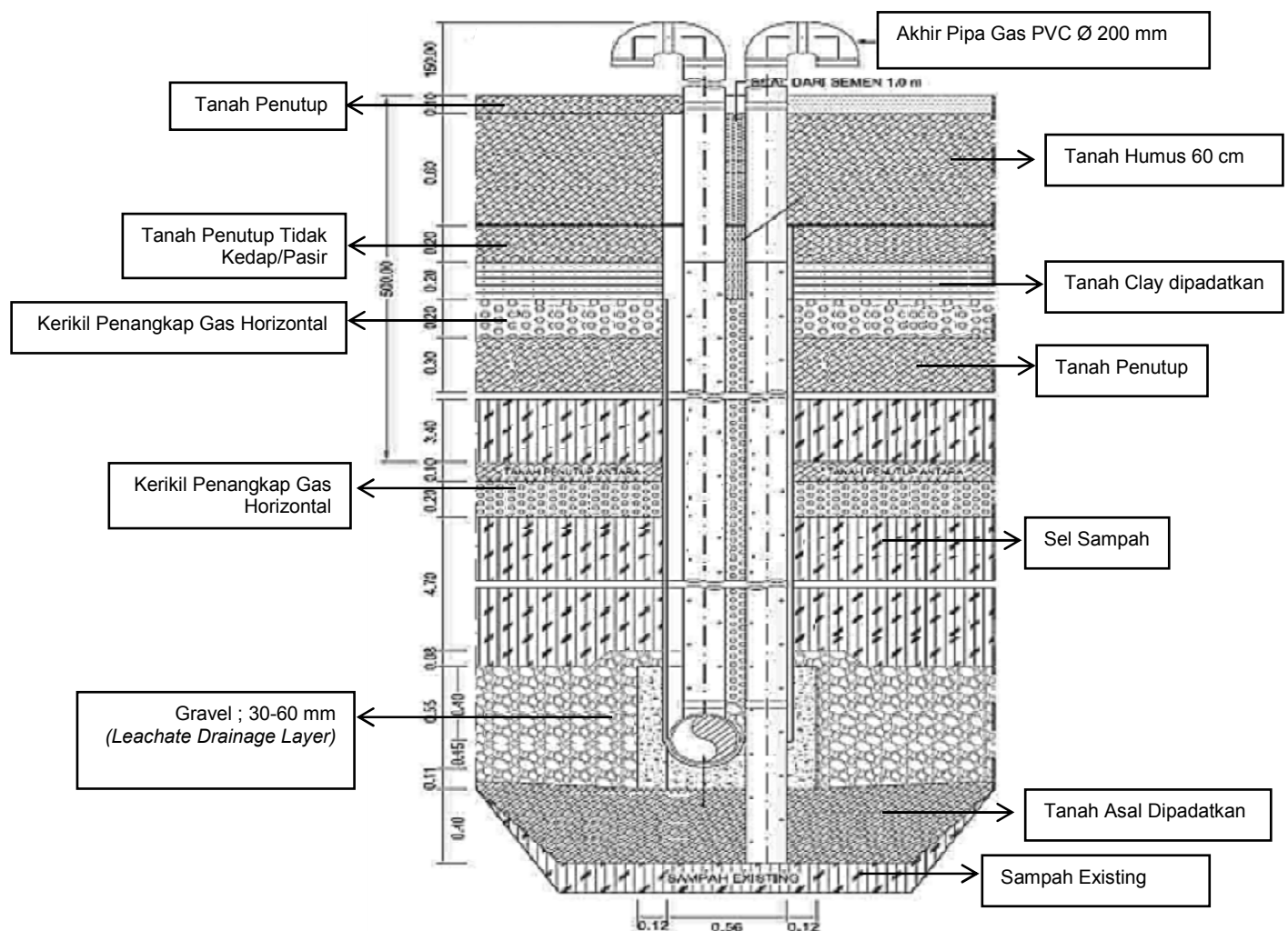
Komponen	Satuan	Baku mutu
Zat padat terlarut	mg/L	4000
Zat padat tersuspensi	mg/L	400
PH	-	6-9
N-NH ₃	mg/L	5
N-NO ₃	mg/L	30
N-NO ₂	mg/L	3
BOD	mg/L	150
COD	mg/L	300

6. Kolam penampung dan pengolah lindi seringkali mengalami pendangkalan akibat endapan suspensi. Hal ini akan menyebabkan semakin kecilnya volume efektif kolam yang berarti semakin berkurangnya waktu tinggal, yang akan berakibat pada rendahnya efisiensi pengolahan yang berlangsung. Untuk itu, perlu diperhatikan agar kedalaman efektif kolam tetap terjaga.
7. Lumpur endapan yang mulai tinggi melampaui dasar efektif kolam harus segera dikeluarkan. Gunakan excavator dalam pengeluaran lumpur ini. Dalam beberapa hal dimana ukuran kolam tidak terlalu besar, dapat digunakan truk tinja untuk menyedot lumpur yang terkumpul yang selanjutnya dapat dibiarkan mengering dan dimanfaatkan sebagai tanah penutup sampah.
8. Lindi dapat keluar dari timbunan sampah lama secara lateral. Dibutuhkan sistem, penangkap, misalnya dengan menggali sisi miring timbunan sampah yang mengeluarkan lindi sekitar 0,5 m ke dalam, lalu ditangkap dengan pipa 100 mm, diarahkan menuju drainase pengumpul untuk dialirkan ke IPL.

4.4.3.3. Pengendalian Gas

1. Gas yang ditimbulkan dari proses degradasi di TPA harus dikontrol agar tidak mengganggu lingkungan, khususnya orang yang akan menggunakan fasilitas ini, serta penduduk sekitarnya.
2. Gas hasil biodegradasi tersebut dicegah mengalir secara lateral dari lokasi TPA lama menuju daerah sekitarnya.
3. Pada TPA lama yang mengalirkan gas bio ke pipa pengumpul gas melalui ventilasi sistem penangkap gas, diharuskan untuk membakar gas tersebut pada *gas-flare*. Sangat dianjurkan menangkap gas bio tersebut untuk dimanfaatkan.

4. Pada TPA lama yang belum dilengkapi dengan sistem penangkap gas, gas bio harus dievakuasi ke luar dengan membuat sistem penangkap gas vertikal, dengan cara: (Gambar 32)
 - a. Membuat sumuran berdiameter minimum 50 cm berisi kerikil diameter 30-50 mm dengan melakukan pemboran vertikal, sedapat mungkin sampai kedalaman 1 - 2 m di atas dasar lahan urug lama.
 - b. Memasang pipa PVC diameter minimum 75 mm, paling tidak 1 m sebelum akhir sumuran tersebut di atas, sebagai upaya pengumpul gas bio.
 - c. Mengalirkan gas yang tertangkap ke udara terbuka melalui ventilasi tersebut, sedemikian sehingga tidak berakumulasi yang dapat menimbulkan ledakan atau bahaya toksik lainnya. Dianjurkan menggunakan *gas-flare*.
 - d. Konstruksi pipa gas pada TPA yang direhabilitasi harus dimulai dari lapisan sampah eksisting. Jadi pada TPA yang direhabilitasi terdapat 2 pipa gas, masing-masing adalah pipa dari lapisan sampah eksisting dan dari persambungan pipa lindi. Pipa gas berlubang dari HDPE diameter 200 mm. Kedua pipa gas berada dalam lubang sumuran. Gambar detail konstruksi pipa gas ada pada Gambar 28 di bawah ini.



Gambar 28 – Pemasangan Pipa Gas Pada Timbunan Sampah Eksisting

5. Sistem penangkap gas untuk recovery dapat berupa :
 - a. Ventilasi vertikal : merupakan ventilasi yang mengarahkan dan mengalirkan gas yang terbentuk ke atas
 - b. Ventilasi akhir : merupakan ventilasi yang dibangun pada timbunan akhir yang dihubungkan dengan sarana pengumpul gas untuk dimanfaatkan lebih lanjut. Perlu dipahami bahwa potensi gas pada TPA lama ini sudah mengecil sehingga mungkin tidak mampu untuk digunakan dalam operasi rutin.
6. Timbulan gas harus dimonitor dan dikontrol sesuai dengan perkiraan umurnya.
7. Beberapa kriteria desain perpipaian vertikal pipa biogas, yaitu :
 - a. Pipa gas dengan casing PVC atau PE : 100 – 150 mm
 - b. Lubang bor berisi kerikil : 50 – 100 cm
 - c. Perforasi : 8 – 12 mm
 - d. Kedalaman : 80 %
 - e. Jarak antara ventilasi vertikal : 25 - 50 m.

4.4.3.4. Sistem Drainase

1. Drainase pada TPA lama berfungsi untuk mengendalikan aliran limpasan air 1 hujan dengan tujuan memperkecil aliran yang masuk ke timbunan sampah.; Semakin kecil rembesan air hujan yang masuk ke timbunan sampah, akan semakin kecil pula debit lindi yang dihasilkan.
2. Drainase utama dibangun di sekeliling blok atau zona penimbunan. Drainase] dapat berfungsi sebagai penangkap aliran limpasan air hujan yang jatuh di atas timbunan sampah tersebut. Permukaan tanah penutup harus dijaga. kemiringannya mengarah pada saluran drainase.
3. Lakukan pemeriksaan rutin setiap minggu khususnya pada musim hujan, untuk menjaga tidak terjadi kerusakan saluran yang serius.
4. Saluran drainase dipelihara dari tanaman rumput atau semak yang mudah sekali tumbuh akibat tertinggalnya endapan tanah hasil erosi tanah penutup. TPA di daerah bertopografi perbukitan akan sering mengalami erosi akibat aliran air yang deras.
5. Lapisan drainase dari pasangan semen yang retak atau pecah perlu segera diperbaiki agar tidak mudah lepas oleh erosi air, sementara saluran tanah yang berubah profilnya akibat erosi perlu segera dikembalikan ke dimensi semula agar dapat berfungsi mengalirkan air dengan baik.

4.4.4. Operasi dan Pemeliharaan TPA Rehab

4.4.4.1. Cakupan Pelaksanaan

Cakupan pelaksanaan kegiatan operasi dan pemeliharaan TPA dalam petunjuk ini meliputi :

- 1) Pembuatan rencana tindak rutin terhadap penanganan sampah dalam area pengurugan serta yang terkait dengan pengoperasian sarana dan prasarana lain
- 2) Kegiatan konstruksi dan pemasangan berjalan sistem pelapis dasar TPA, sistem ventilasi gas
- 3) Konstruksi sistem pengumpul lindi
- 4) Pemasangan sistem penangkap gas
- 5) Pengaturan dan pencatatan sampah yang masuk ke TPA
- 6) Pengurugan sampah pada bidang kerja
- 7) Aplikasi tanah penutup
- 8) Pengoperasian unit pengolahan lindi

- 9) Pemeliharaan area/sel yang sudah dikerjakan
- 10) Pengoperasian dan pemeliharaan sarana, khususnya alat berat, prasarana, sarana dan utilitas
- 11) Pemantauan lingkungan dan operasi sesuai ketentuan analisis dampak lingkungan
- 12) Pemantauan rutin terhadap berfungsinya sarana dan prasarana yang ada

4.4.4.2. Koordinasi Tindak Rutin

1. Manajemen operasi dan pemeliharaan TPA meliputi penetapan organisasi dan manajemen operasi TPA, pelaksanaan monitoring, penyusunan dan pengendalian rencana tindak.
2. Setting organisasi dan manajemen TPA :
 - a. Harus selalu dievaluasi secara periodik untuk menjamin bahwa kapasitas dan dukungan sumber daya cukup memadai untuk melaksanakan operasi dan pemeliharaan sesuai dengan disain dan periode pengoperasian
 - b. Penyiapan dan pelaksanaan monitoring untuk memantau, mengukur dan mencatat indikator operasi dan pemeliharaan, melaksanakan tindak tanggap darurat bila diperlukan demi keselamatan pekerja dan mitigasi untuk mencegah dan meminimasi dampak negatif terhadap lingkungan.
3. Secara periodik penanggung jawab TPA melakukan pertemuan teknis kepada stafnya untuk menggariskan rencana.
4. Bila diperlukan, dilakukan pembuatan gambar kerja baru untuk memodifikasi
5. gambar kerja induk yang tersedia guna menyesuaikan dengan perkembangan lapangan.
6. Laksanakan pekerjaan konstruksi lapisan dasar TPA secara bertahap sesuai dengan rencana/urutan.
7. Usahakan agar penetapan blok/zona aktif pertama adalah yang terdekat dengan pengolahan lindi.
8. Penggunaan bahan dan pemasangannya dalam konstruksi berjalan harus didasarkan atas desain, spesifikasi dan SOP yang telah dibuat dalam tahap desain TPA tersebut.

9. Bila apa yang dipasang tidak sesuai dengan gambar desain, maka perlu dibuat kembali as-build drawing disertai informasi spesifikasi teknis lainnya.
10. Pemilihan dan penetapan metode pengurugan dan pengerjaan sel sampah dapat dilakukan dengan berbagai cara. Spesifikasi teknis bahan yang digunakan untuk pelaksanaan kegiatan konstruksi berjalan selama periode operasi dan pemeliharaan adalah sesuai dengan spesifikasi teknis untuk pelaksanaan pembangunan menurut desain awal dari sarana ini, dan sesuai dengan metode yang dipilih.
11. Seperti halnya kegiatan pemeliharaan lazimnya maka sesuai tahapannya perlu diutamakan kegiatan pemeliharaan yang bersifat preventif untuk mencegah terjadinya kerusakan dengan melaksanakan pemeliharaan rutin. Pemeliharaan korektif dimaksudkan untuk segera melakukan perbaikan kerusakan-kerusakan kecil agar tidak berkembang menjadi besar dan kompleks.

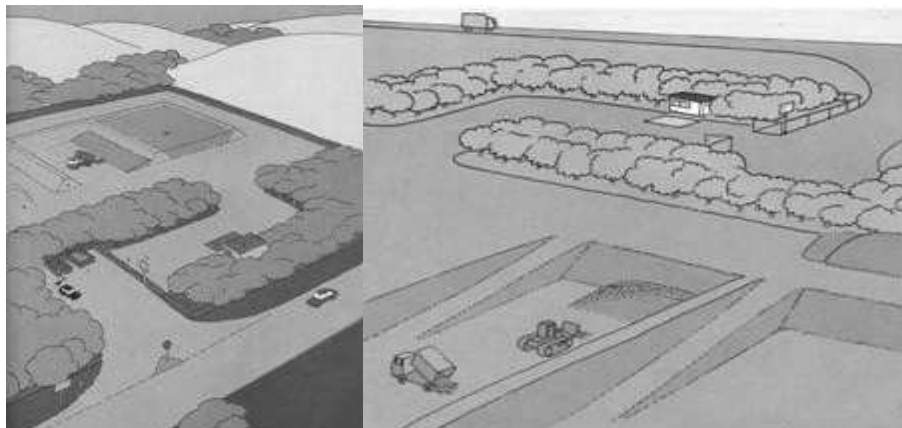
4.4.4.3. Cara Pelaksanaan Operasi dan Pemeliharaan

4.4.4.3.1. Pembagian Area Efektif Pengurugan

1. Lahan efektif untuk pengurugan sampah dibagi menjadi beberapa area atau zone, yang merupakan penahapan pemanfaatan lahan, dibatasi dengan jalan operasi atau penanda pengoperasian lain, tanggul pembatas, atau sistem pengumpul lindi. Zona operasi merupakan bagian dari lahan TPA yang digunakan untuk jangka waktu panjang misal 1 – 3 tahun.
2. Lahan efektif selanjutnya dapat dibagi dalam sub-area, atau sub-zone, atau blok operasi dengan lebar masing-masing sekitar 25 m. Setiap bagian tersebut dibagi menjadi beberapa strip. Pengurugan sampah harian dilakukan pada strip yang ditentukan, yang disebut working face. Setiap working face mempunyai lebar maksimum 25 m, yang merupakan lebar sel sampah.
3. Blok operasi merupakan bagian dari lahan TPA yang digunakan untuk penimbunan sampah selama periode operasi menengah misalnya 1 atau 2 bulan. Luas blok operasi sama dengan luas sel dikalikan perbandingan periode operasi menengah dan pendek.

4. Pengurugan sampah pada:
 - a. Lahan Urug Saniter : sampah disebar dan dipadatkan lapis per lapis sampai ketebalan sekitar 1,50 m yang terdiri dari lapisan sampah setebal sekitar 0,5 m yang digilas dengan steel wheel compactor atau dozer paling tidak sebanyak 4 sampai 6 gilasan, dan setiap hari ditutup oleh tanah penutup setebal minimum 15 cm, sehingga menjadi sel-sel sampah. Setelah terbentuk 3 (tiga) lapisan, timbunan tersebut kemudian ditutup dengan tanah penutup antara setebal minimum 30 cm. Tinggi lapisan setinggi sekitar 5 m disebut sebagai 1 lift, dengan kemiringan talud sel maksimum 1 : 3.
 - b. Lahan urug terkendali : sampah disebar dan dipadatkan lapis per lapis sampai ketebalan sekitar 4,50 m yang terdiri dari lapisan-lapisan sampah setebal sekitar 0,5 m yang digilas dengan steel wheel compactor atau dozer paling tidak sebanyak 3 sampai 5 gilasan, sehingga menjadi sel-sel sampah. Setelah terbentuk ketinggian tersebut, timbunan kemudian ditutup dengan tanah penutup antara setebal minimum 20 cm. Tinggi lapisan setinggi sekitar 5 m disebut sebagai 1 lift.
 - c. Di atas timbunan sampah dalam bentuk lift tersebut kemudian diurug sampah baru, membentuk ketinggian seperti dijelaskan di muka. Bila pengurugan sampah dilakukan dengan metode area, maka untuk memperkuat kestabilan timbunan, maka batas antara 2 lift tersebut dibuat terasering selebar 3 – 5 m.
5. Dalam hal tidak terdapat material penutup atau material penutup sangat terbatas, maka material penutup dapat menggunakan :
 - a Tanah penutup yang sudah dipakai atau menggunakan kembali tanah penutup yang sudah dipakai untuk menutup lapisan sampah berikutnya.
 - b *Bidegradable liner*
 - c Kompos
 - d Terpal (digunakan berulang-ulang)
6. Lebar sel berkisar antara 1,5 – 3 lebar blade alat berat agar manuver alat berat dapat lebih efisien. Panjang sel dihitung berdasarkan volume sampah yang akan diurug pada hari itu (untuk lahan urug saniter) dibagi dengan lebar dan tebal sel. Batas sel harus dibuat jelas dengan pemasangan patok dan tali agar operasi penimbunan sampah dapat berjalan dengan lancar.

7. Guna memudahkan masuknya truk pengangkut sampah ke titik penuangan, maka dibuat jalan semi permanen antar lift, dengan maksimum kemiringan jalan 5%.
8. Elevasi dan batas sub-zona maupun sel urugan sampah tersebut harus dibuat jelas dengan pemasangan patok atau cara lain agar operasi pengurugan dan penimbunan sampah dapat berjalan dengan lancar.
9. Untuk mencegah terjadinya erosi air permukaan, maka dibuat drainase pelindung penggerusan menuju titik di bawahnya.
10. Pelapisan lahan diprioritaskan dimulai dari lembah (lajur utama pipa lindi). Pelapisan berikutnya adalah di bagian kemiringan dinding sesuai dengan naiknya lift timbunan sampah.
11. Kegiatan pengurugan sampah tersebut di atas harus didahului dengan konstruksi berjalan, yang secara garis besar terdiri dari :
 - a. Pembuatan sistem pelapisan dasar
 - b. Pemasangan sistem penangkap dan pengumpulan lindi
 - c. Pemasangan sistem pengumpul dan penyalur gas.



Denah TPA

Area efektif pengurugan

Gambar 29 – Pembagian Area Efektif Pengurugan

4.4.4.3.2. Penanganan Sampah Yang Masuk

1. Kegiatan operasi pengurugan dan penimbunan pada area pengurugan sampah secara berurutan meliputi:
 - a. Penerimaan sampah di pos pengendalian, dimana sampah diperiksa, dicatat dan diarahkan menuju area lokasi penuangan
 - b. Pengangkutan sampah dari pos penerimaan ke lokasi sel yang dioperasikan dilakukan sesuai rute yang diperintahkan
 - c. Pembongkaran sampah dilakukan di titik bongkar yang telah ditentukan dengan manuver kendaraan sesuai petunjuk pengawas.

- d. Perataan sampah oleh alat berat yang dilakukan lapis per lapis agar tercapai kepadatan optimum yang diinginkan
 - e. Pemadatan sampah oleh alat berat untuk mendapatkan timbunan sampah yang cukup padat sehingga stabilitas permukaannya dapat menyangga lapisan berikutnya
 - f. Penutupan sampah dengan tanah untuk mendapatkan kondisi operasi lahan urug saniter atau lahan urug terkendali.
2. Setiap truk pengangkut sampah yang masuk ke TPA membawa sampah harus melalui petugas registrasi guna dicatat jumlah, jenis dan sumbernya serta tanggal waktu pemasukan. Petugas berkewajiban menolak sampah yang dibawa dan akan diproses di TPA bila tidak sesuai ketentuan.
 3. Mencatat secara rutin jumlah sampah yang masuk dalam satuan volume (m³) dalam satuan berat (ton) per hari. Pencatatan dilakukan secara praktis di jembatan timbang/pos jaga dengan mengurangi berat truk masuk (isi) dengan berat truk keluar TPA (kosong).
 4. Pemrosesan sampah masuk di TPA dapat terdiri dari :
 - a. Menuju area pengurugan untuk diurug, atau
 - b. Menuju area pemrosesan lain selain pengurugan, atau
 - c. Menuju area transit untuk diangkut ke luar TPA.

Pemulung ataupun kegiatan peternakan di lokasi TPA dan sekitarnya tidak dilarang, tetapi sebaiknya dikendalikan oleh suatu peraturan untuk ketertiban kegiatan tersebut.

4.4.4.3.3. Pengurugan Sampah Pada Bidang Kerja

1. Sampah yang akan diproses dengan pengurugan atau penimbunan setelah didata akan dibawa menuju tempat pengurugan yang telah ditentukan. Dilarang menuang sampah di mana saja kecuali di tempat yang telah ditentukan oleh pengawas lapangan. Letak titik pembongkaran harus diatur dan diinformasikan secara jelas kepada pengemudi truk agar mereka membuang pada titik yang benar sehingga proses berikutnya dapat dilaksanakan dengan efisien.
2. Titik bongkar umumnya diletakkan di tepi sel yang sedang dioperasikan dan berdekatan dengan jalan kerja sehingga kendaraan truk dapat dengan mudah mencapainya. Titik bongkar yang baik kadang sulit

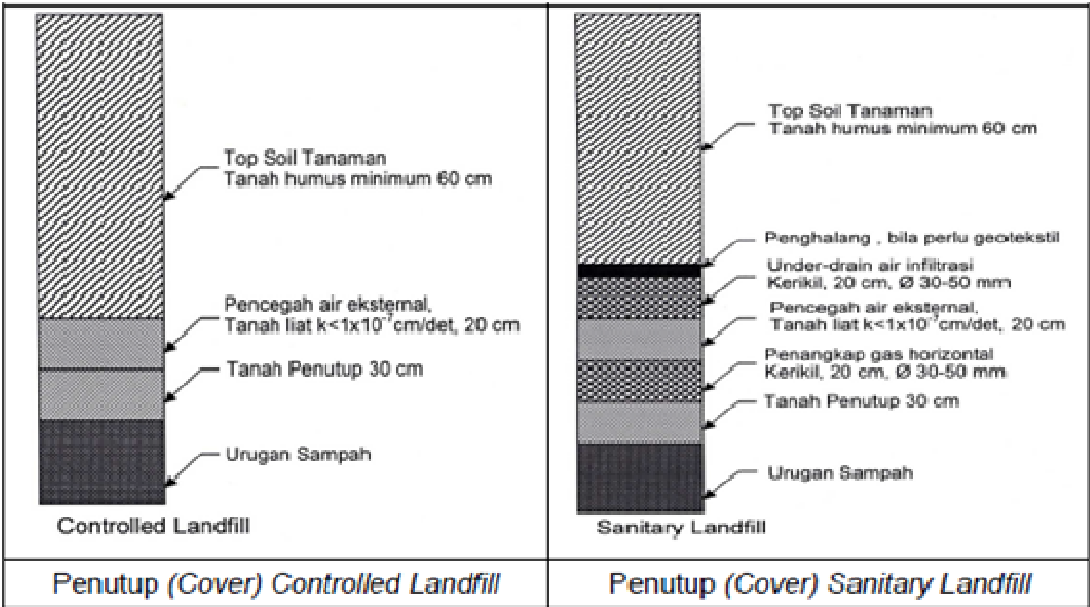
- dicapai pada saat hari hujan akibat licinnya jalan kerja. Hal ini perlu diantisipasi oleh penanggung jawab lokasi agar tidak terjadi.
3. Jumlah titik bongkar pada setiap sel ditentukan oleh beberapa faktor:
 - a. Lebar sel
 - b. Waktu bongkar rata-rata
 - c. Frekuensi kedatangan truk pada jam puncak.
 4. Harus diupayakan agar setiap kendaraan yang datang dapat segera mencapai titik bongkar dan melakukan pembongkaran sampah agar efisiensi kendaran dapat dicapai.
 5. Sampah yang dibawa ke area pengurugan kemudian dituangkan secara teratur sesuai arahan petugas lapangan di area kerja aktif (*working face area*) yang tersedia.
 6. Pekerjaan perataan dan pemadatan sampah dilakukan dengan memperhatikan efisiensi operasi alat berat. Perataan dan pemadatan sampah dimaksudkan untuk mendapatkan kondisi pemanfaatan lahan yang efisien dan stabilitas permukaan TPA yang baik.
 7. Pada TPA dengan intensitas kedatangan truk yang tinggi, perataan dan pemadatan perlu segera dilakukan setelah sampah menggunung sehingga pekerjaan perataannya akan kurang efisien dilakukan.
 8. Pada TPA dengan frekuensi kedatangan truk yang rendah maka perataan dan pemadatan sampah dapat dilakukan secara periodik, misalnya pagi dan siang.
 9. Setelah sebuah truk melaksanakan tugasnya, maka alat angkut tersebut dicuci, paling tidak dengan membersihkan bak dan roda truk agar sampah yang melekat tidak terbawa ke luar lokasi operasi. Bilasan pencucian ini dialirkan menuju pengolah lindi, atau dikembalikan ke urugan sampah.

4.4.4.3.4. Aplikasi Tanah Penutup

1. Jenis, frekuensi, dan ketebalan tanah penutup regular pada sel-sel urugan/timbunan sampah seperti telah diuraikan di atas.
2. Padatkan tanah penutup regular dengan alat berat, dan arahkan kemiringan dasar menuju pengumpul aliran drainase. Upayakan agar air run-off ini tidak bercampur dengan saluran penampung lindi yang keluar secara lateral.
3. Penutupan sampah dengan tanah serta proses pemadatannya dilakukan secara bertahap sel demi sel, sehingga setelah sel lapisan pertama selesai

- maka dapat dilanjutkan dengan membuat lapisan selanjutnya di atasnya.
4. Lapisan tanah penutup hendaknya:
 - a. Tidak tergerus selama menunggu penggunaan, seperti tergerus hujan, tergerus akibat operasi rutin, khususnya akibat truk pengangkut sampah dan operasi alat berat yang lalu di atasnya
 - b. Mempunyai kemiringan menuju titik pengumpulan.
 5. Sistem penutup akhir pada lahan urug saniter terdiri atas beberapa lapis, yaitu berturut-turut dari bawah ke atas:
 - a. Di atas timbunan sampah : lapisan tanah penutup reguler (harian atau antara) Bila sel harian tidak akan dilanjutkan untuk jangka waktu lebih dari 1 bulan, maka dibutuhkan penutup antara setebal 30 cm dengan pemadatan
 - b. Lapisan karpet kerikil berdiameter 30 – 50 mm sebagai penangkap gas horizontal setebal 20 cm, yang berhubungan dengan perpipaan penangkap gas vertikal
 - c. Lapisan tanah liat setebal 20 cm dengan permeabilitas maksimum sebesar 1×10^{-7} cm/det
 - d. Lapisan karpet kerikil under-drain penangkap air infiltrasi terdiri dari media kerikil berdiameter 30 – 50 mm setebal 20 cm, menuju sistem drainase. Bilamana diperlukan di atasnya dipasang lapisan geotekstil untuk mencegah masuknya tanah di atasnya
 - e. Lapisan tanah humus setebal minimum 60 cm.
 6. Sistem penutup akhir pada lahan urug terkendali terdiri atas beberapa lapis, yaitu berturut-turut dari bawah ke atas:
 - a. Di atas timbunan sampah : lapisan tanah penutup reguler (harian atau antara)
 - b. Lapisan tanah liat setebal 20 cm dengan permeabilitas maksimum sebesar 1×10^{-7} cm/det
 - c. Lapisan tanah humus setebal minimum 60 cm
 7. Bila menurut desain perlu digunakan geotekstil dan sebagainya, pemasangan bahan ini hendaknya disesuaikan spesifikasi teknis yang telah direncanakan, dan dilaksanakan oleh kontraktor yang berpengalaman dalam bidang ini.
 8. Kemiringan tanah penutup akhir hendaknya mempunyai grading dengan kemiringan maksimum 1 : 3 untuk menghindari terjadinya erosi.

9. Kemiringan dan kondisi tanah penutup harus dikontrol setiap hari untuk menjamin peran dan fungsinya, bilamana perlu dilakukan penambahan dan perbaikan pada lapisan ini.
10. Dalam kondisi sulit mendapatkan tanah penutup, dapat digunakan reruntuhan bangunan, sampah lama atau kompos, debu sapuan jalan, hasil pembersihan saluran sebagai pengganti tanah penutup.
11. Dalam hal pengadaan tanah penutup dilakukan setiap tahun anggaran berjalan, maka pengadaan tanah harus diadakan pada awal tahun anggaran berjalan atau pengadaan tanah penutup untuk pengoperasian tahun anggaran berjalan dilakukan pada tahun anggaran sebelumnya dengan jumlah yang cukup untuk pengoperasian dalam setahun. Disarankan jumlah pasokan tanah penutup cukup untuk pengoperasian selama sebulan atau minimal cukup untuk seminggu pengoperasian.
12. Penutup akhir diaplikasikan pada setiap area pengurugan yang tidak akan digunakan lagi lebih dari 1 tahun. Ketebalan tanah penutup final ini paling tidak 60 cm.
13. Pada area yang telah dilaksanakan penutupan final diharuskan ditanami pohon yang sesuai dengan kondisi daerah setempat.



Gambar 30 – Sistem Penutup Pada Lahan Urug Terkendali dan Lahan Urug Saniter

4.4.4.3.5. Pengoperasian Unit Pengolahan Lindi

1. Lakukan evaluasi rutin terhadap as-build drawing, spesifikasi teknik jaringan under-drain pengumpul lindi, sistem pengumpul lindi, bak kontrol dan bak penampung, pipa inlet ke instalasi serta instalasi pengolah lindi (IPL) agar sistem yang ada sesuai dengan perkembangan sampah yang masuk.
2. Pada proses pengolahan secara biologis, sebelum dilakukan proses pengolahan lindi sesungguhnya, perlu dilakukan penyemaian bakteri pengurai (*seeding*) dan aklimatisasi terlebih dahulu. Penyemaian dilakukan dengan mengambil bakteri pengurai dari lindi setempat atau dari tangki septik. Sedangkan aklimatisasi dilakukan dengan cara resirkulasi lindi.
3. Bila efluen lindi dibuang ke badan air penerima untuk peruntukkan tertentu, maka efluen tersebut harus sesuai dengan baku mutu peruntukkan badan air penerima, misalnya badan air penerima diperuntukkan sebagai air baku air minum, maka kualitas badan air penerima harus tetap memenuhi kualitas baku mutu air tersebut.
4. Dianjurkan agar pada saat tidak hujan, sebagian lindi yang ditampung dikembalikan ke timbunan sampah sebagai resirkulasi lindi. Lakukan pengecekan secara rutin pompa dan perpipaan resirkulasi lindi untuk menjamin system resirkulasi tersebut.
5. Lakukan secara rutin dan periodik updating data curah hujan, temperatur udara, kelembaban udara, debit lindi, kualitas influen dan efluen hasil IPL, untuk selanjutnya masuk ke informasi recording/pencatatan.
6. Kolam penampung dan pengolah lindi seringkali mengalami pendangkalan akibat endapan suspensi. Hal ini akan menyebabkan semakin kecilnya volume efektif kolam yang berarti semakin berkurangnya waktu tinggal, yang akan berakibat pada rendahnya efisiensi pengolahan yang berlangsung. Untuk itu, perlu diperhatikan agar kedalaman efektif kolam tetap terjaga.
7. Lumpur endapan yang mulai tinggi melampaui dasar efektif kolam harus segera dikeluarkan. Gunakan excavator dalam pengeluaran lumpur ini. Dalam beberapa hal dimana ukuran kolam tidak terlalu besar, dapat digunakan truk tinja untuk menyedot lumpur yang terkumpul yang selanjutnya dapat dibiarkan mengering dan dimanfaatkan sebagai tanah penutup sampah.

8. Resirkulasi lindi sangat dianjurkan untuk mempercepat proses stabilitas urugan sampah. Resirkulasi dilakukan pada saat tidak turun hujan, dengan melakukan pemompaan dari penampungan lindi menuju pipa gas vertikal, atau menuju langsung pada timbunan sampah.
9. Dalam hal kualitas efluen lindi belum memenuhi persyaratan baku mutu, maka perlu dilakukan resirkulasi lindi, yang bertujuan untuk memperpanjang waktu retensi lindi, sampai dengan kualitas efluen lindi memenuhi persyaratan.
10. Bila timbunan sampah berada di atas tanah, maka perlu disiapkan drainase lindi supaya lindi yang muncul dari sisi timbunan sampah tidak bercampur dengan air limpasan hujan. Lindi yang terkumpul dalam drainase ini selanjutnya dialirkan ke instalasi pengolah lindi untuk diolah.

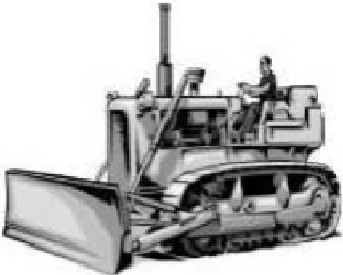
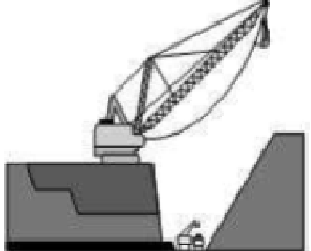
4.4.4.4. Penggunaan dan Pemeliharaan Alat Berat TPA

4.4.4.4.1. Penggunaan dan Pemeliharaan Alat Berat

1. Kebutuhan alat berat untuk sebuah TPA akan bervariasi sesuai dengan disain sarana lahan urug.
2. Alat berat yang digunakan untuk operasi pengurugan sampah hendaknya selalu siap untuk dioperasikan setiap hari. Katalog dan tata cara pemeliharaan harus tersedia di lapangan dan diketahui secara baik oleh petugas yang diberi tugas.
3. Lakukan inventarisasi dan teliti kembali spesifikasi teknis dan fungsi alat-alat berat yang tersedia :
 - a. Loader atau bulldozer (120–300 HP) atau lahan urug compactor (200–400 HP) berfungsi untuk mendorong, menyebarkan dan menggilas/memadatkan lapisan sampah. Gunakan blade sesuai spesifikasi pabrik guna memenuhi kebutuhan kapasitas aktivitas
 - b. Excavator untuk penggalian dan peletakan tanah penutup ataupun memindahkan sampah dengan spesifikasi yang disyaratkan dengan bucket 0,5 - 1,5 m³
 - c. Dump truck untuk mengangkut tanah penutup (bila diperlukan) dengan volume 8 – 12 m³
4. Penggunaan dan pemeliharaan alat berat harus sesuai dengan spesifikasi teknis dan rekomendasi pabrik. Karena alat berat tersebut pada dasarnya digunakan untuk pekerjaan teknik sipil, maka

penggunaan pada sampah akan mengakibatkan terjadinya korosi yang berlebihan atau bantalan/sepatu wheel atau bulldozer macet karena terselip potongan jenis sampah tertentu yang diurug. Untuk mengurangi resiko tersebut, beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain adalah:

- a. Kedisiplinan pemanfaatan jalur track (*trafficability*) pada lahan dan bidang kerja TPA yang telah disiapkan, jalan pengoperasian dan tanah penutup
- b. Instruksi yang jelas dan training bagi operator untuk menggunakan dan memelihara alat berat
- c. Peningkatan management after sales service system dengan alokasi dana yang memadai untuk melakukan pemeliharaan secara rutin dan periodik:
 - 1) Penyediaan garasi/bengkel beratap dan peralatan yang diperlukan
 - 2) Pembersihan dan pemeliharaan alat berat harian
 - 3) Servis alat berat bulanan
 - 4) Penyediaan minyak pelumas/oli
 - 5) Pembelian dan pemasangan spare part (alokasi budget tahunan)
 - 6) Hubungan online dengan supplier/dealer alat berat dan pelatihan diusahakan untuk operator/mechanic untuk pemahaman lebih lanjut mengenai spesifikasi teknis, penggunaan dan pelaksanaan perawatan kendaraan secara rutin dan berkala
 - 7) Penyiapan record konsumsi bahan bakar, penggunaan minyak pelumas dan data terkait dengan pemeliharaan rutin dan berkala.

	
Bulldozer (Crawler)	Wheel Loader
Fungsi : perataan, pengurugan, dan pemadatan	Fungsi : perataan dan pengurugan
	
Excavator	Landfill Compactor
Fungsi : penggalian dan pengurugan	Fungsi : pemadatan timbunan sampah pada lokasi datar
	
Power Shovel (Drag-Line)	Scraper
Fungsi : penggalian, pengurugan dan pembuatan pipa gas vertikal	Fungsi : pengurugan tanah dan perataan

Gambar 31 – Contoh Alat Berat Pada Operasi Pengurugan Tanah

4.4.4.5. Pemeliharaan Jalan, Drainase, dan Jembatan Timbang

- 1. Jalan merupakan sarana TPA yang harus selalu ada dalam desain dan pekerjaan konstruksi. Sarana jalan di TPA umumnya adalah:
 - a. Jalan masuk/akses, yang menghubungkan TPA dengan jalan umum yang telah tersedia
 - b. Jalan penghubung, yang menghubungkan antara satu zone dengan zone lain dalam wilayah TPA
 - c. Jalan operasi/kerja, yang diperlukan oleh kendaraan pengangkut menuju titik pembongkaran sampah
 - d. Pada TPA dengan luas dan kapasitas pembuangan yang terbatas, biasanya jalan penghubung dapat juga berfungsi sekaligus sebagai jalan kerja/operasi.

2. Konstruksi jalan TPA cukup beragam disesuaikan dengan kondisi setempat seperti dengan konstruksi hotmix, beton, aspal, perkerasan sirtu dan kayu.
3. Pemeliharaan jalan di TPA umumnya dibutuhkan pada ruas jalan masuk dimana kondisi jalan bergelombang maupun berlubang yang disebabkan oleh beratnya beban truk sampah yang melintasinya. Jalan yang berlubang/bergelombang menyebabkan kendaraan tidak dapat melintasinya dengan lancar sehingga terjadi penurunan kecepatan yang berarti menurunnya efisiensi pengangkutan, di samping lebih cepat ausnya beberapa komponen seperti kopling, rem, dan lain- lain.
4. Bagian jalan lain yang juga sering mengalami kerusakan dan kesulitan adalah jalan kerja dimana kondisi jalan temporer tersebut memiliki faktor kestabilan yang rendah, khususnya bila dibangun di atas sel sampah. Kondisi jalan yang tidak baik dapat menimbulkan kerusakan batang hidrolis pendorong bak pada dump truck, terutama bila pengemudi memaksa membongkar sampah pada saat posisi kendaraan tidak rata/horizontal.
5. Jalan kerja dapat memiliki faktor kesulitan lebih tinggi pada saat hari hujan. Jalan yang licin menyebabkan truk sampah sulit bergerak dan harus dibantu oleh alat berat, sehingga menyebabkan waktu operasi pengangkutan di TPA menjadi lebih panjang dan pemanfaatan alat berat untuk hal yang tidak efisien.
6. Lakukan pengawasan harian terhadap jalan akses/masuk dari kemungkinan terjadinya blokade jalan truk. Jalan masuk disyaratkan 2 arah, yaitu tipe jalan kelas 3, dengan kecepatan rata-rata 30 km/jam. Pemeliharaan rutin dan rehabilitasi jalan masuk termasuk saluran drainase TPA harus dilakukan tahunan.
7. Drainase di TPA berfungsi untuk mengendalikan aliran limpasan air hujan dengan tujuan memperkecil aliran yang masuk ke timbunan sampah. Semakin kecil rembesan air hujan yang masuk ke timbunan sampah, akan semakin kecil pula debit lindi yang dihasilkan.
8. Drainase utama dibangun di sekeliling blok atau zona penimbunan. Drainase dapat berfungsi sebagai penangkap aliran limpasan air hujan yang jatuh di atas timbunansampah tersebut. Permukaan tanah penutup harus dijaga kemiringannya mengarah pada saluran drainase.
9. Lakukan pemeriksaan rutin setiap minggu khususnya pada musim hujan, untuk menjaga tidak terjadi kerusakan saluran yang serius.

10. Saluran drainase dipelihara dari tanaman rumput atau semak yang mudah sekali tumbuh akibat tertinggalnya endapan tanah hasil erosi tanah penutup. TPA di daerah bertopografi perbukitan akan sering mengalami erosi akibat aliran air yang deras.
11. Lapisan drainase dari pasangan semen yang retak atau pecah perlu segera diperbaiki agar tidak mudah lepas oleh erosi air, sementara saluran tanah yang berubah profilnya akibat erosi perlu segera dikembalikan ke dimensi semula agar dapat berfungsi mengalirkan air dengan baik.

4.4.4.6. Pemeliharaan Tanah Penutup

1. Lakukan pemeliharaan secara rutin terhadap tanah penutup, terutama dengan terbentuknya genangan (ponding) agar fungsi tanah penutup tetap seperti yang diharapkan. Lapisan penutup TPA perlu dijaga kondisinya agar tetap berfungsi dengan baik. Perubahan temperatur dan kelembaban udara dapat menyebabkan timbulnya retakan permukaan tanah yang memungkinkan terjadinya aliran gas keluar dari TPA ataupun mempercepat rembesan air pada saat hari hujan. Retakan yang terjadi perlu segera ditutup dengan tanah sejenis.
2. Proses penurunan permukaan tanah juga sering tidak berlangsung seragam sehingga ada bagian yang menonjol maupun melengkung ke bawah. Ketidakteraturan permukaan ini perlu diratakan dengan memperhatikan kemiringan ke arah saluran drainase. Penanaman rumput dalam hal ini dianjurkan untuk mengurangi efek retakan tanah melalui jaringan akar yang dimiliki.
3. Pemeriksaan kondisi permukaan TPA perlu dilakukan minimal sebulan sekali atau beberapa hari setelah terjadi hujan lebat untuk memastikan tidak terjadinya perubahan drastis pada permukaan tanah penutup akibat erosi air hujan.
4. Deposit (cadangan) tanah penutup harus tersedia untuk cadangan 1 minggu. Deposit ini dapat berasal dari tanah galian area pengurugan, tanah dari luar (*borrowed materials*) atau dari penyaringan sampah yang sudah diurug lebih dari 3 tahun.

4.4.4.7. Pemeliharaan Prasarana dan Sarana Lain

1. Fasilitas penerimaan sampah dan jembatan timbang dimaksudkan sebagai tempat pemeriksaan sampah yang datang, pencatatan data, dan pengaturan kedatangan truk sampah. Pada TPA besar yang melampaui 50 ton/hari, dianjurkan penggunaan jembatan timbang untuk efisiensi dan ketepatan pendataan. Lakukan pembersihan rutin dan kalibrasi secara periodik jembatan timbang pada pos jalan masuk (beban 5 ton).
2. Lakukan pembersihan harian dan pemeliharaan secara periodik bangunan kantor, gudang, pos jaga, bengkel/garasi, termasuk instalasi listrik dan penerangan, pompa/ jaringan pipa air bersih dan sarana sanitasi.
3. Peralatan bermesin lain seperti pompa air, aerator IPL sangat vital bagi operasi TPA sehingga kehandalan dan unjuk kerjanya harus dipelihara secara rutin. Pengoperasian dan pemeliharaannya harus selalu dijalankan dengan benar agar peralatan tersebut terhindar dari kerusakan.
4. Kegiatan perawatan seperti penggantian minyak pelumas baik mesin maupun transmisi harus diperhatikan sesuai ketentuan pemeliharaannya. Demikian pula dengan pemeliharaan komponen seperti baterai, filter, dan lain-lain tidak boleh dilalaikan ataupun dihemat seperti banyak dilakukan.

4.4.4.8. Penutupan TPA Rehab

1. Fungsi utama sistem penutupan timbunan sampah pada TPA yang akan direhabilitasi adalah :
 - a. Menjamin integritasi timbunan sampah dalam jangka panjang;
 - b. Menjamin tumbuhnya tanaman atau penggunaan site lainnya;
 - c. Menjamin stabilitas kemiringan (*slope*) dalam kondisi beban statis dan dinamis.
2. Penutupan sampah dengan tanah serta proses pemadatannya dilakukan secara bertahap lapis per lapis dan memperhatikan lansekap yang ada dan lansekap yang diinginkan bagi peruntukannya.
3. Lapisan tanah penutup hendaknya :
 - a. Tidak tergerus air hujan, tergerus akibat operasi rutin dan operasi alat berat yang lalu di atasnya
 - b. Mempunyai kemiringan menuju titik saluran drainase.

4. Sistem penutup akhir mengacu pada standar penutup final pada lahan urug saniter, yaitu berturut-turut dari bawah ke atas:
 - a. Di atas timbunan sampah lama diurug lapisan tanah penutup setebal 30' cm dengan pemadatan
 - b. Lapisan karpet kerikil berdiameter 30 - 50 mm sebagai penangkap gas horizontal setebal 20 cm, yang berhubungan dengan perpipaan penangkap gas vertikal
 - c. Lapisan tanah liat setebal 20 cm dengan permeabilitas maksimum sebesar 1×10^{-7} cm/det
 - d. Lapisan karpet kerikil *under drain* penangkap air infiltrasi terdiri dari media kerikil berdiameter 30 - 50 mm setebal 20 cm, menuju sistem drainase. Bilamana diperlukan, di atasnya dipasang lapisan geotekstil. untuk mencegah masuknya tanah yang berada di atasnya
 - e. Lapisan tanah humus setebal minimum 60 cm.
5. Bila menurut desain perlu digunakan geotekstil dan sejenisnya, pemasangan bahan ini hendaknya disesuaikan spesifikasi teknis yang telah direncanakan dan dilaksanakan oleh kontraktor yang berpengalaman dalam bidang ini.
6. Tanah penutup akhir hendaknya mempunyai grading dengan kemiringan maksimum 1:3 untuk menghindari terjadinya erosi.

MENTERI PEKERJAAN UMUM
REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

DJOKO KIRMANTO

