

BAB V

HASIL PERENCANAAN

5.1 Type Jaringan Jalan TPA Yang Digunakan

Jalan Operasional adalah jalan yang bermula dari ujung jalan masuk sampai ke tempat pengosongan truk, dimana truk menimbun sampahnya dan kemudian diambil alih oleh peralatan sampah. Jalan operasional mempunyai lebar jalan 6 m dan panjangnya sekitar 1800 m, kemiringan permukaan 2-3% ke arah saluran drainase, dapat dilalui kendaraan truk sampah dari 2 arah, mampu menahan beban perlintasan dengan tekanan gandar 10 ton dan kecepatan 30 km/jam (sesuai ketentuan Ditjen Bina Marga).

Jalan operasional tersebut dibangun pada landasan yang kuat di lokasi TPA tersebut. Lapisan atas jalan tersebut harus mempunyai daya serap tinggi agar dapat dengan cepat menyerap air hujan. Bila sistem drainase pada jalan operasional tersebut tidak berfungsi dengan baik, seluruh operasi di TPA akan terganggu.

Bila sampah telah mencapai elevasi jalan, maka ketinggian jalan operasional tersebut harus dinaikkan. Hal ini biasanya dilaksanakan dengan sampah yang ditutup bongkaran bangunan (pecahan batu bata) atau material sejenis. Lapisan tersebut hendaknya terdiri material kasar untuk menjamin bahwa sistem drainase pada jalan tersebut bekerja dengan baik. Gambar jalan dapat dilihat pada lampiran G.

5.2 Perhitungan Luas Lahan Bangunan

Dalam hal ini sarana terdiri dari (Sumber: Data Arsitek, jilid 2;1990):

- a. Ruang kantor Piyungan direncanakan berdasarkan jumlah pegawai sesuai dengan kondisi existing yang ada di TPA lama yang mana terdiri dari ruang kepala unit, ruang wakil kepala, ruang sekretaris, ruang tamu, ruang karyawan administrasi, ruang perencanaan teknis, ruang rapat, ruang bagian operasi, Mechanical Engeneering Electronical (MEE), ruang pemeliharaan, ruang kepala bagian operasional, dapur dan kamar mandi dengan luasan keseluruhan adalah 994 m^2 . Untuk kebutuhan perorang adalah 4m^2 (sirkulasi perorang 80cm), dimana dilengkapi dengan meja dan kursi sesuai dengan besaran ruangan dan gambar dapat dilihat pada lampiran H
- b. Pos Jaga dengan lebar dan panjang adalah $2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$ dengan luas total 6.25m^2 .
- c. Ruang operasional dan gudang alat berat dengan luas 48m^2
- d. Musholla dan kran umum dengan luas total 100m^2 .
- e. Gudang digunakan untuk tempat kertas-kertas bekas, kardus, peralatan untuk membersihkan kantor (sapu,dll) dengan luasan sebesar 12m^2 .
- f. Tempat cuci kendaraan (untuk 2 kendaraan) dengan luas 23m^2

5.3 Perencanaan Saluran Drainase

Sistem drainase direncanakan untuk menampung dan menyalurkan air *leachate* ke sistem pengolahan yang ada di bawah TPA. Sistem drainase tersebut adalah penting bagi seluruh lokasi TPA tersebut. Bila sistem tersebut macet,

ketinggian air di TPA akan meningkat. Lambat laun TPA tersebut akan tergenang dan selama musim hujan tidak dapat dimasuki. Selain itu, air *leachate* tersebut akan merembes ke bagian TPA yang lebih rendah dan bisa menyebabkan pencemaran terhadap air tanah. Oleh karena itu, operasi dan pemeliharaan sistem drainase merupakan prioritas mutlak.

Pada perencanaan dimensi drainase dimulai dengan menghitung hujan rata-rata daerah aliran, pada perencanaan ini menggunakan metode Poligon Thiessen. Stasiun daerah yang mempengaruhi kecamatan piyungan adalah Stasiun Pleret, Patuk, Baguntapan dan Prambanan. Pembagian daerah pengamatan hujan untuk masing-masing stasiun pengamatan berdasarkan metode poligon thiessen dapat dilihat pada gambar 5.1 sebagai berikut :

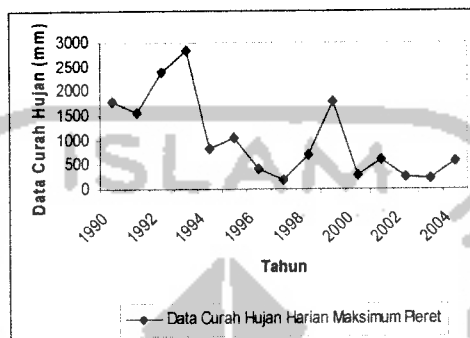


Gambar 5.1. Daerah Tangkapan Hujan

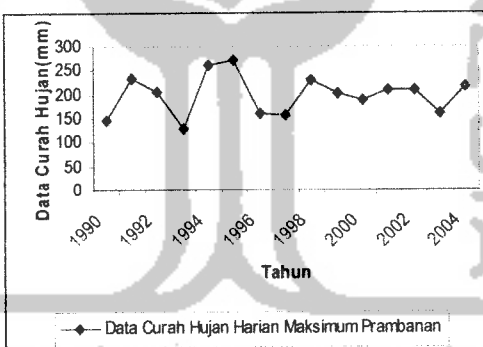
Luas daerah pengaruh tangkapan hujan untuk masing-masing stasiun yaitu:

- a. Stasiun Pleret, luas daerah pengaruh = 10.8 km²
- b. Stasiun Prambanan, luas daerah pengaruh = 13.4 km²
- c. Stasiun Patuk, luas daerah pengaruh = 15.6 km²
- d. Stasiun Banguntapan, luas daerah pengaruh = 19.5 km²

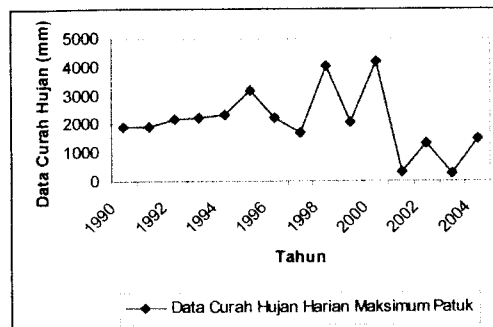
Rekapitulasi data curah hujan harian maksimum tiap tahun dari masing-masing stasiun pengamat di Kabupaten Bantul pada (lampiran A tabel 5.1) dapat dilihat pada gambar 5.2, 5.3, 5.4 dan 5.5 sebagai berikut :



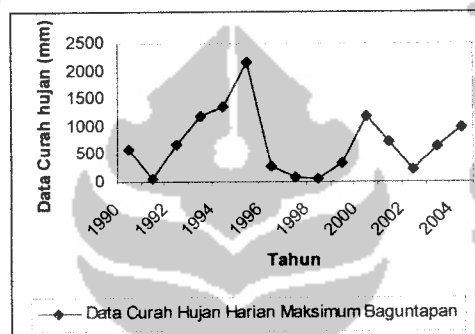
Gambar 5.2 Data Curah Hujan Harian Maksimum Pada Stasiun Pengamat Kecamatan Pleret



Gambar 5.3 Data Curah Hujan Harian Maksimum Pada Stasiun Pengamat Kecamatan Prambanan



Gambar 5.4 Data Curah Hujan Harian Maksimum Pada Stasiun Pengamat Kecamatan Patuk



Gambar 5.5 Data Curah Hujan Harian Maksimum Pada Stasiun Pengamat Kecamatan Baguntapan

Maka Curah Hujan Rata-rata, misalnya untuk tahun 1990, dengan mempergunakan rumus (2.5), ialah:

$$R = \frac{(10.8 \cdot 1785) + (13.4 \cdot 146) + (15.6 \cdot 1929) + (19.5 \cdot 583)}{10.8 + 13.4 + 15.6 + 19.5}$$

$$= 1057 \text{ mm}$$

$$R = \frac{\sum R}{n}$$

$$= \frac{15260}{15}$$

$$R = 1017 \text{ mm}$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (R - \bar{R})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{(2674962)}{15-1}}$$

$$SD = 461$$

Untuk tahun selanjutnya dapat dilihat pada lampiran A (tabel 5.2). Hasil perhitungan dari Metode Polygon Thiessen dapat digunakan untuk menentukan curah hujan harian maksimum dengan metode gumbel.

Dari tabel a reduced mean (Y_n) dan reduced standart deviation (S_n) pada lampiran B, dapat diperoleh nilai Y_n dan S_n untuk $n = 15$, yaitu:

$$Y_n = 0.5128$$

$$S_n = 1.0206$$

$$Y_t = -\left(\text{Ln}x\text{Ln}x \frac{T}{T-1}\right)$$

$$= -\left(\text{Ln}x\text{Ln}x \frac{5}{5-1}\right)$$

$$Y_t = 1.49994 \text{ (untuk 5 tahun)}$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

$$= \frac{1.49994 - 0.5128}{1.0206}$$

$$K = 0.967215$$

$$R_t = R + (K \times SD)$$

$$= 1017 + (0.9672 \times 461)$$

$$R_t = 1463 \text{ mm}$$

Dalam tugas perencanaan sistem drainase ini, PUH yang digunakan adalah 5.10.15.20 dan 25 tahun. Untuk hasil perhitungan hujan harian maksimum metode Gumbel dapat dilihat pada tabel 5.3 (lampiran A).

Dalam menghitung curah hujan harian maksimum dengan menggunakan Metode Iway Kadoya, dapat dilakukan melalui tahap-tahap berikut:

- Harga curah hujan (R) disusun mulai dari harga yang terbesar, kemudian melakukan perhitungan yang diperlukan.
- Memperkirakan harga X_0 dengan rumus 2.14
- Memperkirakan harga b digunakan Tabel 5.5 pada lampiran A, dimana nilai dari X_s adalah dua nilai curah hujan terbesar dan untuk X_t adalah nilai dari curah hujan yang terkecil. Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada lampiran A (tabel 5.4)
- Dari lampiran A (tabel 5.4) dapat dihitung nilai $\frac{1}{c}$ dengan menggunakan rumus (2.16)

$$\text{dimana : } X^2 = \frac{[\sum \text{Log}(x+b)]^2}{15}$$

$$= \frac{132.42582}{15}$$

$$= 8.8284$$

$$X_0 = \frac{\sum \text{Log}(x+b)}{15}$$

$$= \frac{44.4658}{15}$$

$$X_0 = 2.9644$$

$$\frac{1}{c} = \sqrt{\frac{2 \times 15}{15-1}} \times \sqrt{8.8284 - (2.9644)^2}$$

$$= 1.46385 \times 0.2018$$

$$\frac{1}{c} = 0.2954$$

Untuk hasil perhitungan curah hujan Metode Iway Kadoya dapat dilihat pada lampiran A (tabel 5.6).

Dalam menghitung curah hujan harian maksimum dengan menggunakan Metode Log Pearson Type III, data curah hujan (x) disusun atau diurutkan dari data terbesar sampai data yang terkecil. Data curah hujan maksimum Metode Log Pearson Type III dapat dilihat pada lampiran A (tabel 5.7)

Perkiraan harga HHM untuk periode ulang tahunan dapat dilihat pada lampiran A (tabel 5.8) dan untuk menentukan nilai Cs dapat menggunakan rumus (2.19) dan SD pada rumus (2.20)

$$X = \frac{\sum Xi}{N}$$

$$= \frac{44.466}{15}$$

$$X = 2.9644$$

$$Cs = \frac{nx \sum (Xi - \bar{X})^3}{(n-1)x(n-2)x(\sigma x)^3}$$

$$= \frac{15x(-0.057)}{(15-1)x(15-2)x(0.209)}$$

$$Cs = -0.0225$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.612}{15-1}}$$

$$SD = 0.209$$

Dari ketiga metode tersebut dipilih metode Gumbel untuk perhitungan selanjutnya karena memiliki hasil perhitungan terbesar dibandingkan dengan kedua data lainnya.

Untuk menghitung distribusi hujan, maka diperlukan data Hujan Harian Maksimum (HHM) dari metode gumbel. Waktu distribusi hujan yang digunakan ialah : 5,10,20,30,40,60,80,120 menit. Untuk nilai R_1 menggunakan persamaan 2.25, nilai R_T menggunakan persamaan 2.24 dan nilai I menggunakan persamaan 2.26.

Contoh :

Perhitungan untuk PUH 5 tahun dengan waktu durasi 5 menit (0.0833 jam).

Diketahui: $t = 0.0833$

$$R_1 = \frac{(1463 \times (1218 \times 0.0833 + 54))}{(1463 \times (1 - 0.0833) + 1272 \times 0.0833)}$$

$$= \frac{227437.1022}{1447.0897}$$

$$R_1 = 156.512 \text{ mm}$$

$$R_T^t = \left[\frac{(11300 \times 0.0833)}{(0.0833 + 3.12)} \right]^{0.5} \times \left(\frac{156.512}{100} \right)$$

$$= 17.1421 \times 1.56512$$

$$R_T^t = 26.954 \text{ mm}$$

$$I = \left(\frac{26.954}{0.0833} \right)$$

$$I = 323.452 \text{ mm/jam}$$

Hasil perhitungan distribusi hujan dengan menggunakan Metode Hasper – Weduwen secara lengkap dapat dilihat pada lampiran A (tabel 5.10, 5.11, 5.12, 5.13 dan 5.14).

Untuk menghitung lengkung intensitas hujan dengan metode Talbot, Sherman dan Ishigoro. Hasil perhitungan lengkung intensitas hujan dengan Talbot dapat dilihat pada lampiran A (5.15, 5.16, 5.17, 5.18 dan 5.19), Sherman dapat dilihat pada lampiran A (Tabel 5.20, 5.21, 5.22, 5.23 dan 5.24) dan hasil perhitungan lengkung intensitas hujan dengan Ishigoro dapat dilihat pada lampiran A (tabel 5.25, 5.26, 5.27, 5.28 dan 5.29).

Contoh perhitungan:

A. Rumus Talbot

$$I = \frac{a}{t+b}$$

$$\begin{aligned}
 a. &= \frac{(\sum Ix) \times (\sum I^2) - (\sum I^2 x) \times (\sum I)}{Nx(\sum I^2) - (\sum I)^2} \\
 &= \frac{(3541.128 \times 2543387.915) - (3609829.613 \times 4262.762)}{(8 \times 2543387.915) - (4262.762)^2}
 \end{aligned}$$

$$a. = 51.042$$

$$\begin{aligned}
 b. &= \frac{(\sum I) \times (\sum Ix) - Nx(\sum I^2 x)}{Nx(\sum I^2) - (\sum I)^2} \\
 &= \frac{(4262.762 \times 3541.128) - (8 \times 3609829.613)}{(8 \times 2543387.915) - (4262.762)^2}
 \end{aligned}$$

$$b. = 0.110$$

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{a}{t+b} \\
 &= \frac{51.042}{0.0833 + (0.110)}
 \end{aligned}$$

$$I = 264.010 \text{ mm/jam}$$

B. Rumus Sherman

$$\begin{aligned}
 \text{Log } a &= \frac{\sum \log Ix \sum (\log t)^2 - (\sum \log Ix \log I) \times \sum \log t}{Nx \sum (\log t)^2 - (\sum \log t)^2} \\
 &= \frac{(21.692 \times 2.226) - (-6.153 \times 2.386)}{(8 \times 2.226) - (2.386)^2}
 \end{aligned}$$

$$\text{Log } a = 2.77356$$

$$a = 593.69$$

$$n = \frac{\sum \log Ix \sum \log t - Nx(\sum \log I \log t)}{Nx \sum (\log t)^2 - (\sum \log t)^2}$$

$$= \frac{(21.692x - 2.386) - (8x - 6.153)}{(8x2.226) - (-2.386)^2}$$

$$n = -0.20828$$

$$I = \frac{a}{t^n}$$

$$I = \frac{593.69}{0.0833^{(-0.20828)}} \quad (\text{untuk 5 tahunan})$$

$$I = 353.824 \text{ mm/jam}$$

C. Rumus Ishigoro

$$a = \frac{\sum (Ix\sqrt{t})x \sum I^2 - \sum (I^2x\sqrt{t})x \sum I}{Nx \sum I^2 - (\sum I)^2}$$

$$= \frac{(3627.436x2421466.083) - (2161774.339x4262.762)}{(8x2421466.083) - (4262.762)^2}$$

$$a = -359.34$$

$$b = \frac{\sum Ix \sum (Ix\sqrt{t}) - Nx \sum (I^2x\sqrt{t})}{Nx \sum I^2 - (\sum I)^2}$$

$$= \frac{(4262.762x3627.436) - (8x2161774.339)}{(8x2421466.083) - (4262.762)^2}$$

$$b = -1.52533$$

$$I = \frac{a}{\sqrt{t+b}}$$

$$= \frac{-359.34}{\sqrt{0.0833 + (-1.52533)}}$$

$$I = 290.574 \text{ mm/jam}$$

Setelah menentukan rumus intensitas berdasarkan ketiga metode Talbot, Sherman, Ishigoro lalu dicari nilai terkecil dengan membandingkan hasil ketiga metode tersebut dengan nilai Intensitas Hujan hasil perhitungan Hasper Weduwen. Hasil perhitungan dapat dilihat pada lampiran A (tabel 5.30, 5.31, 5.32, 5.33 dan 5.34). Didapat beda terkecil dengan rumus Sherman, sehingga untuk persamaan Intensitas curah hujan dan perhitungan debit limpasan untuk PUH = 5 tahunan sampai 25 tahunan menggunakan persamaan Sherman.

Dalam perencanaan ini, jaringan penyaluran drainase terdiri dari saluran sekunder, dimana saluran sekunder dapat dialirkan ke badan air penerima yaitu sungai. Jaringan disesuaikan dengan kondisi medan yang ada (elevasi muka tanah), dimana elevasi saluran disamakan dengan elevasi muka tanah dan saluran drainase ini merupakan saluran terbuka.

Sebelum melakukan perhitungan debit saluran, maka terlebih dahulu harus diketahui koefisien pengalirannya. Data ini diperoleh dari peta tata guna lahan yang digunakan sebagai dasar penentuan harga koefisien pengaliran (C). Apabila luas lahan ≤ 1300 ha, maka tidak menggunakan koefisien penampungan (Cs). Hasil perhitungan dimensi saluran drainase dilihat pada lampiran A (tabel 5.37 dan tabel (5.38).

Contoh perhitungan untuk satu elevasi

Dimana:

Type daerah pengaliran = Daerah yang tidak dikerjakan

C = koefisien pengaliran

Ld = Panjang saluran (m)

Sd = Slope saluran

Lo = Panjang limpasan (m)

So = Slope limpasan

to = Waktu limpasan (menit)

td = Waktu pengaliran (menit)

tc = Waktu konsentrasi (menit)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

Q = Debit (m³/dtk)

h = Kedalaman (m)

A = Luas penampang (m²)

b = Lebar (m)

f = Freeboard (m)

Diketahui

Luas 1 Ha

C = 0.10 – 0.30

C = 0.30

$$C_{gab} = \frac{100\% * 1 * 0.3}{1}$$

Cgab = 0.3

Muka tanah awal (m) = 137.5 m

Muka tanah akhir (m) = 125 m

$L_d = 375$ m

$$S_d = \frac{137.5 - 125}{375}$$

$$= 0.0333$$

Muka tanah awal (m) = 138 m

Muka tanah akhir (m) = 137.5 m

$L_o = 25$ m

$$S_o = \frac{138 - 137.5}{25}$$

$S_o = 0.0200$

$$t_o = \frac{\{3.26(1.1 - c)x(L_o)^{0.5}\}}{S_o^{1/3}}$$

$$= \frac{\{3.26(1.1 - 0.3)x(25)^{0.5}\}}{0.0200^{1/3}}$$

$t_o = 48.04$ menit

$$t_d = \frac{\left(\frac{L_d}{V}\right)}{\left(\frac{1}{60}\right)}$$

$$= \frac{\left(\frac{375}{2.5}\right)}{\left(\frac{1}{60}\right)}$$

$t_d = 2.5$ menit

$$\begin{aligned} t_c &= t_o + t_d \\ &= 48.04 + 2.5 \end{aligned}$$

$$t_c = 50.54 \text{ menit}$$

Sherman 15 Tahun

$$I = \frac{a}{t^n}$$

$$= \frac{207.429}{50.54^{(-0.31753)}}$$

$$I = 720.82 \text{ mm/jam}$$

$$Q = \frac{\left(\frac{100}{36}\right) \times C_{gab} \times A \times I}{1000}$$

$$= \frac{\left(\frac{100}{36}\right) \times 0.3 \times 1 \times 720.82}{1000}$$

$$Q = 0.62 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$h = \left\{ \frac{Q}{83,995 \times (Sd)^{1/2}} \right\}^{3/8}$$

$$= \left\{ \frac{0.62}{83,995 \times (0.0333)^{1/2}} \right\}^{3/8}$$

$$h = 0.3 \text{ m}$$

$$A = 2h^2$$

$$= 2 \times 0.3^2$$

$$A = 0.18 \text{ m}^2$$

$$b = 2h$$

$$= 2 \times 0.3$$

$$b = 0.6 \text{ m}$$

$$R = 0.5h$$

$$= 0.5 \times 0.3$$

$$R = 0.15 \text{ m}$$

$$f = \sqrt{c \cdot h}$$

$$= \sqrt{0.23 \times 0.3}$$

$$f = 0.30$$

Karena $0,6 \leq Q < 8 \text{ m}^3 / \text{dtk}$

Nilai C diasumsikan = 0,23

$$V_{cek} = \left\{ \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S d^{1/2} \right\},$$

$$= \left\{ \frac{1}{0.015} \times 0.15^{2/3} \times 0.0333^{1/2} \right\}$$

$$V_{cek} = 3.4 \text{ m/s}$$

$$V_{kontrol} = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{0.62}{0.18}$$

$$= 3.4 \text{ m/dtk}$$

Perhitungan elevasi drainase untuk satu saluran drainase

Contoh :

$$\begin{aligned} H_f &= Ld \times Sd \\ &= 375 \times 0.0333 \\ &= 12,5 \text{ m} \end{aligned}$$

Elevasi Dasar Saluran Awal.

$$\begin{aligned} &= \text{Elevasi muka tanah awal} - h - f \\ &= 137,5 - 0,3 - 0,3 \\ &= 136,9 \text{ m} \end{aligned}$$

Elevasi dasar saluran akhir

$$\begin{aligned} &= \text{Elevasi dasar saluran awal} - H_f \\ &= 136,9 - 12,5 \\ &= 124,4 \text{ m} \end{aligned}$$

Kedalaman awal

$$\begin{aligned} &= \text{Elevasi muka tanah awal saluran} - \text{Elevasi dasar saluran awal} \\ &= 137,5 - 136,9 \\ &= 0,6 \text{ m} \end{aligned}$$

Kedalaman akhir

$$\begin{aligned} &= \text{Elevasi muka tanah akhir saluran} - \text{Elevasi dasar saluran akhir} \\ &= 125 - 124,4 \\ &= 0,6 \text{ m} \end{aligned}$$

Elevasi muka air awal

$$= \text{Elevasi muka tanah awal} - f$$

$$= 137,5 - 0,3$$

$$= 137,2 \text{ m}$$

Elevasi muka air awal

$$= \text{Elevasi dasar saluran akhir} + b$$

$$= 124,4 + 0,3$$

$$= 124,7 \text{ m}$$

Gambar lokasi drainase dan potongan saluran drainase dapat dilihat pada lampiran G dan Hasil perhitungan elevasi saluran drainase dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 5.39 Elevasi Saluran Drainase

Ld (m)	h (m)	f (m)	Sd	Hf (m)	El.muka tanah (m)		El.dasar sal. (m)		Kedalaman (m)		El.muka air (m)	
					awal	akhir	awal	akhir	awal	akhir	awal	akhir
375	0.3	0.3	0.0333	12.5	137.5	125	136.9	124.4	0.6	0.6	137.2	124.7
375	0.5	0.3	0.0333	12.5	125	112.5	124.2	111.7	0.9	0.9	124.6	112.1
375	0.5	0.3	0.0333	12.5	112.5	100	111.7	99.2	0.9	0.9	112.1	99.6
375	0.5	0.3	0.0333	12.5	100	87.5	99.2	86.7	0.9	0.9	99.6	87.1
375	0.6	0.4	0.0333	12.5	87.5	75	86.6	74.1	0.9	0.9	87.1	74.6
375	0.5	0.4	0.0333	12.5	75	62.5	74.1	61.6	0.8	0.8	74.7	62.2
350	0.4	0.3	0.0214	7.5	62.5	55	61.8	54.3	0.7	0.7	62.2	54.7

Keterangan :

- Ld : Panjang Saluran
- h : Kedalaman Saluran
- f : Freeboard
- Sd : Slope Drainase
- Hf : Kehilangan Energi.

5.4 Daerah 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 disekelilingi TPA, gambar lokasi daerah penyangga berupa pagar tanaman dapat dilihat pada lampiran G, dengan ketentuan sebagai berikut :

- a) Jenis tanaman adalah tanaman tinggi dikombinasikan dengan tanaman perdu yang mudah tumbuh dan rimbun.
- b) Kerapatan pohon adalah 2-5 m untuk tanaman keras.
- c) Lebar jalur hijau minimal 2 m.

5.5 Sistem Listrik Utama

Sistem listrik utama terdiri atas elemen sebagai berikut:

1. Gen set yang menghasilkan listrik yang diperlukan suplai tenaga listrik.
2. Panel utama yang dipasang di bengkel, untuk mengoperasikan gen set dan mendistribusikan daya ke panel lokal.
3. Panel-panel lokal untuk mengoperasikan sistem lokal di bengkel/garasi, kantor, untuk pompa air bersih pada pengambilan air baku dan untuk resirkulasi *leachate* pada sistem pengolahan *leachate*.
4. Kotak sekring lokal untuk sistem yang lebih kecil yang disambungkan ke panel lokal masjid dan gardu jaga.
5. Sambungan langsung dari panel induk ke penerangan luar dan kompresor (di bengkel).

6. Pemasangan kabel ground untuk generator, panel induk dan panel lokal terdapat dalam gambar 5.6, lampiran N, sistem tersebut ditampilkan secara skematis.

5.6 Perhitungan Luas Lahan Tersedia Dengan Memperhitungkan Kapasitas Luas Lahan

Untuk kapasitas lahan didapat berdasarkan perhitungan volume sampah, ketinggian timbunan yang direncanakan, kepadatan sampah dan penyusutan timbunan sampah akibat proses dekomposisi sampah.

Diketahui :

Luas lahan total 21 Ha, dimana direncanakan menjadi 4 kompartemen yang mana 3 kompartemen dengan luas lahan masing-masing 5 Ha dan kompartemen 4 dengan luas lahan 6 Ha.

- Volume total sampah 8.3 juta m³
- Tinggi timbunan sampah direncanakan untuk 3 kompartemen adalah 25 m dan kompartemen 4 adalah 37.5 m.

Contoh perhitungan untuk kompartemen dengan luas lahan 6 Ha :

$$L = \frac{V}{T} \times 0.70 \times 1.15$$

$$60000 = \frac{V}{37.5} \times 0.70 \times 1.15$$

$$V = 2.795.031,056 \text{ m}^3$$

Jadi untuk kompartemen dengan luas lahan 6 Ha dengan total volume sampah 2.795.031,056 m³ dan kompartemen dengan luas lahan total 15 Ha untuk 3 kompartemen adalah 5.504.968,944 m³.

5.7 Denah Penempatan Pipa *Leachate*

Dalam perencanaan kami, denah penempatan pipa *leachate* ada dua yaitu 2 pipa primer dan pipa sekunder yang dapat dihubungkan dengan pipa utama (pipa primer). Jenis pipa yang digunakan adalah pipa PVC yang tahan karat dengan jarak untuk pipa sekunder adalah 15-20 m. Dari luas tiap kompartemen dan jarak antar pipa dapat diketahui jumlah pipa *leachate* dan agar pipa tidak mengalami penyumbatan akibat sampah maka dibuat karpet kerikil yang di sebar diatas pipa sebagai filter. Pada pipa sekunder terdapat lubang-lubang tempat masuknya *leachate*, yang berjumlah 50 buah untuk setiap 1 m². Gambar peletakan pipa *Leachate* pada lampiran H sedangkan contoh perhitungan masing-masing pipa sebagai berikut :

Contoh perhitungan:

Luas kompartemen 1 = 5 Ha

$$= 50000 \text{ m}^2$$

$$= 224 \text{ m} \times 224 \text{ m}$$

Jumlah pipa *leachate* untuk 3 kompartemen adalah 45 pipa *leachate*. Untuk kompartemen 4 jumlah pipa *leachate* adalah 16 pipa dengan luas lahan 6 Ha. Total seluruh pipa *leachate* sekunder adalah 61 dan pipa primer adalah 2 pipa.

Panjang pipa primer pertama 836 m dan pipa primer kedua adalah 633 m dengan diameter 150 mm sesuai dengan kriteria desain berdasarkan standar Departemen Pekerjaan Umum.

5.8 Perhitungan Debit Leachate 15 Tahun Mendatang

Produksi *leachate* dipengaruhi oleh luas area penimbunan, curah hujan dan koefisien pembentukan *leachate* (tergantung pada temperatur dan ketersediaan oksigen).

Rumus :

$$Q = 1/1000 \times C_m \times I_n \times A_t$$

$$C_m = 1/100 \times (0.002 I_n^2 + 0.16 I_n + 21)$$

Dimana :

C_m = Koefisien pembentukan lindi

I_n = Intensitas hujan

A_t = Luas lahan TPA

Diketahui:

$$I_n = 953.62 \text{ mm/jam}$$

$$I_n = 2,65 \times 10^{-4} \text{ m/dtk}$$

$$C_m = 1/100 \times (0.002 I_n^2 + 0.16 I_n + 21)$$

$$= 1/100 \times ((0.002 * (2,65 \times 10^{-4})^2) + (0.16 * 2,65 \times 10^{-4}) + 21)$$

$$= 1/100 \times (1,405 \times 10^{-10} + 21.000)$$

$$C_m = 0.21$$

$$Q = 1/1000 \times C_m \times I_n \times A_t$$

$$= 1/1000 \times 0.21 \times 2,65 \times 10^{-4} \times 2200$$

$$Q = 1,2 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{dtk}$$

$$Q = 0.1 \text{ ltr/dtk}$$

$$Q = 8,6 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Hasil perhitungan diatas didapat debit *leachate* dalam 15 tahun mendatang adalah 8.6 m³/hari. Dari hasil debit tersebut dapat dihitung dimensi pengolahan *leachate*.

5.9 Perencanaan Instalasi Pengolahan Limbah

Berdasarkan hasil pengujian di BTKL, kandungan *leachate* mengandung parameter-parameter berbahaya seperti tercantum pada tabel 5.40 sebagai berikut dibawah ini :

Tabel 5.40 Parameter *Leachate*

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Hasil Analisis	
			3327F	3328F
Temperatur	der,C	30	29	29
Zat Padat Terlarut	mg/l	2000	8090	3320
Zat Padat Tersuspensi	mg/l	200	285	216
Besi terlarut	mg/l	5	4.14	3.06
Mangan Terlarut(Mn)	mg/l	2	1.25	0.87
Barium(Ba)	mg/l	2	-	-
Tembaga(Cu)	mg/l	2	<LD	<LD
Seng(Zn)	mg/l	5	<LD	<LD
Krom Heksavalen(cr)	mg/l	0.1	<LD	<LD
Krom Total(Cr)	mg/l	0.5	2.3968	0.3711
Kadmium(Cd)	mg/l	0.05	<LD	<LD
Raksa(Hg)	mg/l	0.002	ttd	ttd
Timbal(Pb)	mg/l	0.1	ttd	ttd
Stanum(Se)	mg/l	2	0.2565	0.2467
Arsen(As)	mg/l	0.1	ttd	ttd

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum	Hasil Analisis	
			3327F	3328F
Selenium(Se)	mg/l	0.05	-	-
Nikel(Ni)	mg/l	0.2	0.1856	0.2068
Kobalt(Co)	mg/l	0.4	0.2565	0.2467
sianida(CN)	mg/l	0.005	0	0
Sulfida(H ₂ S)	mg/l	0.005	0	0
Fluorida(F)	mg/l	2	3.3	1
Klorin Bebas(Cl ₂)	mg/l	1	ttd	ttd
Amoniak Bebas (NH ₃ -N)	mg/l	1	279.0179	69.6429
nitrat(NO ₃ -N)	mg/l	20	125.215	102.435
Nitrit(NO ₂ -N)	mg/l	1	0.816	0.497
BOD	mg/l	50	1809	603
COD	mg/l	100	2895	966
Senyawa Aktif Biru	mg/l	5	1.52	1.3
Metilen	-			
Phenol	mg/l	0.5	0.7316	0.1075
Minyak Nabati	mg/l	5	-	-
Minyak Mineral	mg/l	10	-	-
Ph	-	6,0-9,0	9.0	9.0

Sumber: BTKL, 2000

Keterangan :

LD : Limited Detection

ttd : Tidak Terdeteksi

Dengan melihat hasil uji tersebut ada beberapa parameter yang harus diturunkan karena melebihi baku mutu yang telah ditetapkan, untuk itu perlu ada sistem pengolahan air *leachate*. Sistem pengolahan air *leachate* didesain dengan maksud untuk mengurangi komponen pencemaran dari air *leachate* sehingga hasil effluen memenuhi baku mutu standar yang ditetapkan. Sebelum menentukan pengolahan mana yang paling efektif untuk mengolah parameter-parameter yang ada dalam *leachate*, terlebih dahulu mengkaji keuntungan-keuntungan dari masing-masing pengolahan biologis, seperti table dibawah ini:

Tabel 5.41 Keuntungan dari masing-masing Pengolahan Biologis

No	Pengolahan Biologis	Keuntungan
1	<i>Oxidation Ditch</i>	<ul style="list-style-type: none"> a) Efisiensi penyisihan BOD sebesar 95-98% b) Effluen tidak berbau dan jauh dari gangguan lalat
2	<i>Aerobic Aerated Lagoon</i>	<ul style="list-style-type: none"> a) Dapat meremoval BOD hanya 80 % b) Sangat efektif untuk menstabilkan limbah organik yang bersifat kuat dengan cepat c) Murah dalam pengoperasian dan konstruksinya d) Menghasilkan sedikit biomassa dari bahan organik yang telah diproses e) Tidak memerlukan energi tambahan karena tidak membutuhkan suplai udara, pemanasan dan pencampuran
3	<i>Activated Sludge</i>	<ul style="list-style-type: none"> a) Sistem <i>Activated Sludge</i> mempunyai efisiensi BOD removal yang tinggi 85%-95%. b) Pada sistem <i>Activated Sludge</i> effluent tidak berbau dan gangguan lalat tidak ada. c) Dapat dimodifikasi sesuai dengan karakteristik air buangan
4	<i>Constructed Wetlands</i>	<ul style="list-style-type: none"> a) Sistem pengolahan dilakukan di dalam tanah, sehingga penanganan air akan dapat diminimalkan dan timbulnya bau dapat dihindari. b) Tingkat removal atau efisiensi pengolahan yang cukup tinggi. c) Tidak memerlukan perawatan khusus dalam prosesnya d) Sistem pengolahannya mudah dan murah. e) Mampu mengolah air limbah domestik dan industri di mana kualitas effluen yang dihasilkan terbukti baik dan sistem manajemen dan <i>control</i> yang mudah (Gambrell, 1994)
5	<i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket</i>	<ul style="list-style-type: none"> a) Kebutuhan energi rendah b) Kebutuhan lahan sedikit c) Biogas yang berguna d) Kebutuhan nutrien sedikit e) Sludge mudah diolah/dikeringkan f) Tidak mengeluarkan bau dan kebisingan g) Mempunyai kemampuan terhadap fluktuasi dan <i>intermittent load</i>

Tabel 5.42 Alternatif Unit Pengolahan Biologis

No	Analisa	Unit Pegolahan				
		<i>Activated Sludge</i>	<i>Oxidation Ditch</i>	<i>Lagoon</i>	<i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket</i>	<i>Construced Wetland</i>
1	Aspek Teknis					
	% Removel					
	a. BOD	85-95%	95-98%	80-95%	80-90%	25-50%
	b. COD	85-95%	95-98%	80-95%	80-90%	25-50%
	c. Parameter logam	25-50%	25-50%	25-50%		60-80%
	Tenaga Ahli	perlu tenaga ahli dan tenaga terlatih	perlu tenaga ahli dan tenaga terlatih	perlu tenaga ahli dan tenaga terlatih	perlu tenaga ahli dan tenaga terlatih	tidak perlu tenaga ahli dan tenaga terlatih
	Konstruksi	memerlukan lahan luas	memerlukan lahan luas	memerlukan lahan luas	Lahan tidak terlalu luas	memerlukan lahan luas
Kemampuan operasional dan pemeliharaan	memerlukan perawatan khusus	memerlukan perawatan khusus	memerlukan perawatan khusus	memerlukan perawatan khusus	Tidak perlu perawatan khusus dalam pemeliharannya	
2	Ekonomis					
	Biaya Konstruksi	Mahal	Mahal	Murah	Murah	Mudah dan Murah
	Biaya operasional dan pemeliharaan	Mahal	Mahal	Murah	Murah	Murah
	Usia Bangunan	Lama	Lama	Lama	Lama	perlu penggantian media tiap periodenya
3	Lingkungan	hasil effluen aman bagi lingkungan	hasil effluen aman bagi lingkungan	hasil effluen aman bagi lingkungan	hasil effluen aman bagi lingkungan	hasil effluen aman bagi lingkungan

Untuk memilih pengolahan *leachate* dengan mempertimbangkan beberapa aspek dalam memilih alternatif pengolahan sebagai berikut:

a. Aspek Teknis

Bahwa desain yang dibuat harus mempunyai efisiensi yang tinggi, sehingga mampu mereduksi kandungan organik dari air limbah dan dari segi konstruksi yang menyangkut teknis pelaksanaan, ketersediaan tenaga ahli, kemudahan material konstruksi dan instalasi bangunan.

b. Aspek Ekonomis

Menyangkut masalah pembiayaan dalam hal ini konstruksi, operasi dan pemeliharaan instalasi bangunan pengolahan air buangan.

c. Aspek Lingkungan

Dalam pemeliharaan alternatif pengolahan air buangan, perlu mempertimbangkan antara lain : kemungkinan timbulnya gangguan pada penduduk dan terganggunya keseimbangan ekologi dan penggunaan lahan bangunan pengolahan air buangan dikaitkan dengan nilai produk limbah yang dapat mencemari lingkungan.

Berdasarkan parameter yang ada dan dengan melihat keuntungan-keuntungan dari masing-masing pengolahan dengan mempertimbangkan aspek-aspek dalam pemilihan pengolahan maka *leachate* dapat diolah dengan *Constructed wetland* dengan media enceng gondok untuk menurunkan parameter-parameter logam berat dan *Lagoon* untuk menurunkan BOD dan COD dengan konsentrasi penurunan sebesar 80-95%.

Kemampuan atau keuntungan dari eceng gondok adalah sebagai berikut:

- a) Hidup pada suhu 28°C - 30°C
- b) Berhenti tumbuh pada suhu dibawah 10°C dan diatas 40°C
- c) Tumbuh pada air tawar
- d) Pertumbuhan semakin baik pada air tercemar oleh sampah karena eceng gondok dapat menggunakan Nitrogen, Fospor dan nutrisi lain terdapat didalamnya.
- e) Tumbuh pada $\text{pH} = 4.0$ - 10.0 .
- f) Eceng Gondok yang tumbuh pada air yang lebih asam/basa cenderung mengubah pH sehingga terletak didalam kisaran pH optimum (Asiyatun, 1993)
- g) Eceng Gondok dapat berfungsi sebagai penyerap logam-logam berbahaya diantaranya Pb, As, Hg/Cd (Ahmady, 1995)
- h) Eceng Gondok mampu menyerap unsur Cd dan Pb sebesar 3.92 mg/gram dan berat kering tanaman perhari selama periode waktu 4 hari, setelah periode 28 hari kemampuan penyerapannya menjadi berkurang. Pada periode tersebut Pb dan Cd yang diserap hanya 0.29 mg/gram berat kering tanaman perhari (Yuliawati, 1995).

Untuk perhitungan masing-masing dimensi bak pengolahan *leachate* dengan debit inlet adalah 0.1 L/dtk adalah seperti dibawah ini :

Contoh perhitungan untuk dimensi Pengolahan *Leachate* :

Untuk dimensi Bak ekualisasi :

Jumlah unit yang direncanakan : 1 unit

Panjang bak : 32m

tinggi bak : 5 m.

Lebar bak : 6 m

Untuk dimensi *Lagoon (Kolam Anaerobik, Fakultatif dan Maturasi)* :

Jumlah unit yang direncanakan : 3 unit

Panjang bak : 30 m

tinggi bak : 5 m.

Lebar bak : 9 m

Untuk dimensi Bak *Constructed Wetlands*:

Jumlah unit yang direncanakan : 2 unit

Waktu Detensi : 4 Hari

Debit tiap unit : 8640 l/hari/2 unit = 4,3 m³/hari

Volume *Construction Wetlands*

$$\begin{aligned} V &= Q \times t_d \\ &= 4,3 \text{ m}^3/\text{hari} \times 4 \text{ hari} \\ &= 17,3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Luas bak *Construction Wetlands* dengan tinggi unit = 0.5 m.

$$\begin{aligned} A &= V/h \\ &= 17,3 \text{ m}^3 / 0.5 \text{ m} \\ &= 35 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Dengan perbandingan panjang : lebar = 4 : 1, maka :

$$\begin{aligned} A &= 4 L^2 \\ L &= (A/4)^{1/2} \\ &= (35 \text{ m}^2 / 4)^{1/2} \\ &= 3 \text{ m} \\ P &= 4 \times 3 \\ &= 12 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk kemampuan penurunan tiap pengolahan (Sumber : Qasim, Syed R, 1985. Metcalf and eddy, 1979) dapat dilihat pada tabel 5.41 penurunan hasil konsentrasi parameter sebagai berikut :

Tabel 5.43 Persen Removal Pengolahan *Leachate*

Parameter	Kadar maks (mg/L)	Influent maks (mg/L)	Bak Equalisasi		Lagoon		Constructed Wetlands	
			% Removal	Output	% Removal	Output	% Removal	Output
Temperatur	30	29		29		29		29
Zat padat terlarut	2000	3320		3320	80	664		664
Zat padat tersuspensi	200	216		216		216	85	32.4
Besi terlarut	5	3.06		3.06		3.06	80	0.612
Mangan terlarut(Mn)	2	0.87		0.87		0.87	80	0.174
Barium(Ba)	2							
Tembaga(Cu)	2	<LD		<LD		<LD		<LD
Seng(Zn)	5	<LD		<LD		<LD		<LD
Krom Heksavalen(cr)	0.1	<LD		<LD		<LD		<LD
Krom Total(Cr)	0.5	0.3711		0.3711	55	0.166995	80	0.033399

Parameter	Kadar maks (mg/L)	Influent maks (mg/L)	Bak Equalisasi		Lagoon		Constructed Wetlands	
			% Removal	Output	% Removal	Output	% Removal	Output
Timbal(Pb)	0.1	ttd		ttd		ttd		ttd
Stanum(Se)	2	0.2467		0.2467		0.2467	80	0.04934
Arsen(As)	0.1	ttd		ttd		ttd		ttd
Selenium(Se)	0.05				25	0	80	0
Nikel(Ni)	0.2	0.2068		0.2068		0.2068	80	0.04136
Kobalt(Co)	0.4	0.2467		0.2467		0.2467	80	0.04934
Sianida(CN)	0.005	0		0				
Sulfida(H ₂ S)	0.005	0		0				
Fluorida(F)	2	1		1		1	80	0.2
Klorin Bebas(Cl ₂)	1	ttd		ttd		ttd		ttd
Amoniak Bebas(NH ₃ -N)	1	69.6429		69.6429	50	34.82145	80	6.96429
Nitrat(NO ₃ -N)	20	102.435		102.435		102.435	80	20.487
Nitrit(NO ₂ -N)	1	0.497		0.497		0.497	80	0.0994
BOD	50	603		603	85	90.45	50	45.225
COD	100	966		966	85	144.9	50	72.45
Senyawa Aktif Biru	5	1.3		1.3		1.3		1.3
Metilen								
Phenol	0.5	0.1075		0.1075		0.1075	80	0.0215
Minyak Nabati	5							
Minyak mineral	10							
Ph	6.0-9.0	9		9		9		9

Sumber : (Qasim, Syed R, 1985. Metcalf and eddy, 1979)

Keterangan :

LD : Limited Detection

ttd : Tidak Terdeteksi

Sistem pengolahan *leachate* pada lampiran J. Sistem pengolahan *leachate*

terdiri atas beberapa unit pengolahan yaitu:

a. Bak ekualisasi

Bak ekualisasi berfungsi untuk menstabilkan beban BOD dan TSS yang terdapat dalam air limbah dan menstabilkan laju aliran (debit) pada periode

waktu tertentu. Bak ekualisasi yang direncanakan mempunyai panjang 32 m, lebar 8 m dan kedalaman 5 m.

b. Bak *Lagooon*

Lagoon yaitu Pengolahan air buangan dalam kolam yang sangat efektif untuk menstabilkan limbah organik yang bersifat kuat dengan cepat. Dimensi bak yang direncanakan untuk panjang 30 m, lebar 9 m dan kedalaman 5 m.

- c. Kolam *Consructed Wetlands* adalah suatu perencanaan ekosistem lingkungan yang berupa tanah jenuh air yang dapat ditumbuhi oleh tanaman air dan pada bagian permukaannya dapat dimanfaatkan oleh aktivitas mikroorganisme atau komunitas hewan-hewan, yang kondisinya dibuat sesuai dengan bentuk *wetlands* alaminya, dengan tujuan untuk meminimalisasikan kandungan konsentrasi air limbah yang berpotensi menyebabkan pencemaran air (Sumber : NRCS, 2001), dengan panjang 12 m, lebar 3 m dan kedalaman 0.5 yang direncanakan berdasarkan debit yang masuk.

Dalam pengolahan *leachate* perlu dilakukan beberapa kegiatan yang menunjang agar dapat berumur lama atau tidak cepat rusak yaitu mengecek sistem pengolahan, mengecek atau menyesuaikan titik resirkulasi effluen air *leachate* dan membersihkan kolom dan kegiatan ini merupakan tanggungjawab dari bagian operasi dan pemeliharaan. Diharapkan dengan pengolahan tersebut hasil effluen berada dibawah baku mutu standar yang telah ditetapkan sehingga tidak mencemari lingkungan sekitar.

5.10 Sumur Pemantau

Sumur pemantau ini berfungsi untuk memantau terjadinya pencemaran *leachate* terhadap air tanah di sekitar TPA. Dimana lokasi sumur pemantau sekitar 10 m dari kompartemen dengan jumlah sumur pemantau adalah 4 buah (lampiran H). Dilihat dari peta bahwa aliran air *leachate* mengalir ke arah selatan karena semakin ke selatan elevasinya kompartemen penimbunan sampah semakin rendah sehingga penempatan sumur pemantau diletakkan setelah timbunan sampah dan area sekitar timbunan sampah, sehingga dengan jumlah 4 buah sumur pemantau ini dapat memantau kemana aliran air *leachate* yang mencemari lingkungan sekitar dan dilihat dari segi ekonomis sudah layak. (Sumber: DPU).

5.11 Perencanaan Penutupan Tanah dan Lapisan Dasar TPA *Landfill*

Tanah penutup berfungsi agar sampah tidak berserakan, timbulnya bau, mencegah berkembangbiaknya lalat atau binatang pengerat, mencegah terjadinya ledakan dan mengurangi produksi *leachate*. Jenis tanah yang digunakan untuk tanah penutup harian dan tanah penutup antara adalah tanah latosol yang terletak di sebelah barat dari kompartemen dan kebutuhan tanah tanah urug sekitar $1.520.118 \text{ m}^3$ untuk volume sampah total adalah 8.3 juta m^3 . Ketebalan masing-masing tanah yaitu untuk penutupan tanah harian dengan ketebalan 10-15 cm, penutupan tanah antara dengan ketebalan tanah 30-40 cm dan untuk penutupan tanah akhir antara 50-75 cm.

Dalam perencanaan tugas akhir, untuk lapisan dasar TPA dengan menggunakan geomembran yaitu lapisan sintetis yang bersifat kedap air yang

berguna untuk struktur mencegah air rembesan *leachate* agar tidak mencemari air tanah dan ketebalan geomembran adalah sekitar 0.5 cm.

Setelah kegiatan-kegiatan operasional selesai, TPA tersebut harus ditutup dengan penutup akhir, yang terdiri atas lapisan kedap air akhir (geomembran) dan lapisan tanah biasa.

Lapisan kedap air akhir dimaksudkan untuk mencegah air hujan supaya tidak masuk ke timbunan sampah. Dengan demikian jumlah produksi air *leachate* yang harus diolah lambat laun berkurang. Setelah beberapa tahun, filter tanah dapat dihentikan operasinya. Untuk lapisan kedap air akhir menggunakan geomembran, sedangkan untuk lapisan tanah biasa dimaksudkan untuk mencegah agar sampah tidak ditimbun lagi dengan ketebalan lapisan antara 50-75 cm. Untuk lapisan tersebut, tanah atas yang ada pada lokasi tersebut dapat digunakan. Detail lapisan dasar lahan dan potongannya dapat dilihat pada lampiran O).

5.12 Penempatan Pipa Ventilasi Gas

Pipa ventilasi gas berfungsi untuk mengalirkan dan menampung akumulasi tekanan gas dengan pipa PVC agar tahan karat. Untuk pembuangan gas yang terbentuk dari degradasi bahan organik di TPA disediakan sistem ventilasi. Pada umumnya, ventilasi gas berupa kolom vertikal (\varnothing 400mm), yang diisi dengan kerikil, lihat gambar pada lampiran H. Didalam ventilasi tersebut dipasang pipa PVC berlubang (\varnothing 150mm) untuk menampung gas yang diproduksi di dalam TPA. Gas tersebut keluar melalui ventilasi gas dan dibuang langsung ke udara

atau dimanfaatkan untuk energi listrik jika jumlah gas yang dihasilkan cukup untuk pemanfaatan energi listrik.

Untuk pipa gas jumlahnya adalah 13 pipa gas dengan Kompartemen 1, 2 dan 3 adalah 9 pipa gas dan kompartemen 4 adalah 4 pipa gas. Untuk panjang pipa gas adalah 25 m sesuai dengan ketinggian timbunan sampah ditambah tebal tanah akhir penutup sekitar 50 cm. Penempatan pipa gas pada lampiran H.

5.13 Perhitungan Volume Gas 15 Tahun Mendatang

Dalam menghitung volume gas untuk TPA baru, kita melakukan pengambilan sampling di lapangan untuk mengetahui berat sampah basah per hari untuk masing-masing komposisi sampah sehingga didapat berat dalam Kg/hari, dimana setiap masing-masing komposisi sampah diambil 1 gram untuk diketahui berapa persen berat sampah kering dari berat sampah basah dengan melakukan pengujian *Heating Value* di Laboratorium MIPA UGM. Hasil perhitungan dapat dilihat pada table 5.42 sebagai berikut dalam berat pon (lb) :

Tabel 5.44 Kandungan Kadar Air Dalam Sampah

Komponen sampah	Berat basah	Berat kering	Komposisi, lb					
	lb	lb	C	H	O	N	S	Ash
Dekomposisi sampah cepat								
Organik dapur	70.75	31.75	15.2	1.82	12.05	0.95	0.13	1.59
Kertas	107.75	42.53	18.57	2.50	18.70	0.13	0.08	2.55
Kardus	42.63	8.3	3.68	0.51	3.65	0.03	0.01	0.42
Organik taman perkotaan	6.69	2.63	1.25	0.16	1.00	0.08	0.01	0.13
Total	227.82	85.21	38.87	5.11	35.43	1.19	0.23	4.69
Dekomposisi sampah lambat								
Tekstil	6.54	2.53	1.39	0.18	0.78	0.10		0.08
Karet/ban	1.91	0.77	0.60	0.08		0.02		0.08
Kulit	0.66	0.26	0.16	0.02	0.03	0.03		0.03
Organik Taman Perkotaan	14.74	0.58	0.27	0.03	0.22	0.02	0.02	0.02
Kayu	20.65	7.93	3.97	0.48	3.14			0.08
Total	37.96	12.07	6.38	0.78	4.45	0.16	0.02	0.28

Sumber : Hasil Pemeriksaan Laboratorium Bioteknologi UGM, 2005.

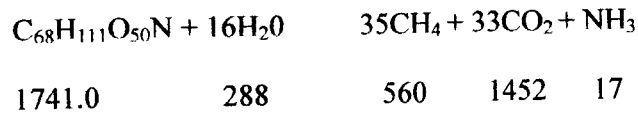
Untuk nilai mol rasio masing-masing senyawa yang terdekomposisi cepat dan lambat dapat dilihat pada table 5.43:

Tabel 5.45 Nilai mol rasio

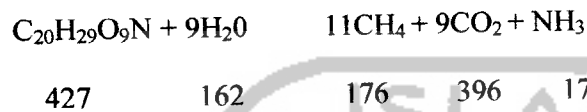
Mol Rasio (Nitrogen = 1)		
Senyawa	Terdekomposisi cepat	Terdekomposisi lambat
Karbon	68.5	19.5
Hidrogen	110.5	29
Oksigen	50.1	9.2
Nitrogen	1	1

Untuk contoh perhitungan gas metan dan karbondioksida:

Reaksi terdekomposisi cepat



Reaksi terdekomposisi lambat



Berat jenis untuk gas metan dan karbondioksida adalah 0.0448 dan 0.1235 lb/ft³ sesuai dengan table 5.43 pada lampiran E .

Untuk perhitungan masing-masing berat volume gas adalah sebagai berikut :

Terdekomposisi cepat

$$\begin{aligned} \text{Metan} &= \frac{560 \times 85,21}{1741 \times 0,0448 \text{ lb / ft}^3} \\ &= 611,78 \text{ lb / ft}^3 \\ \text{karbondioksida} &= \frac{1452 \times 85,21}{1741 \times 0,1235 \text{ lb / ft}^3} \\ &= 574,53 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Terdekomposisi lambat

$$\begin{aligned} \text{Metan} &= \frac{176 \times 12,07}{1741 \times 0,1235 \text{ lb / ft}^3} \\ &= 111,02 \text{ ft}^3 \\ \text{karbondioksida} &= \frac{396 \times 12,07}{427 \times 0,1235 \text{ lb / ft}^3} \\ &= 90,61 \text{ ft}^3 \end{aligned}$$

Produksi gas metan dan karbondioksida untuk dekomposisi cepat :

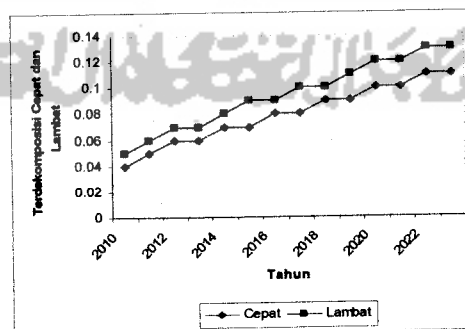
$$\begin{aligned}
 \text{Vol/lb} &= \frac{611,78 \text{ ft}^3 + 574,53 \text{ ft}^3}{85,21/b} \\
 &= 13,93 \text{ ft}^3 \\
 &= 0,3942 \text{ m}^3 / \text{lb} \\
 &= 0,8691 \text{ m}^3 / \text{kg}
 \end{aligned}$$

Produksi gas metan dan karbondioksida untuk dekomposisi lambat :

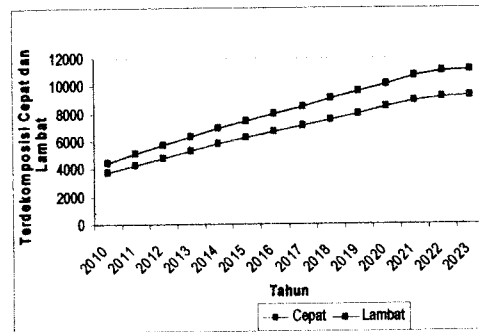
$$\begin{aligned}
 \text{Vol/lb} &= \frac{111,02 \text{ ft}^3 + 90,61 \text{ ft}^3}{12,07 \text{ ft}^3} \\
 &= 16,71 \text{ ft}^3 / \text{lb} \\
 &= 0,4729 \text{ m}^3 / \text{lb} \\
 &= 1,0425 \text{ m}^3 / \text{kg}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan volume gas setiap tahunnya dapat dilihat pada lampiran E (tabel 5.45)

Perhitungan hasil volume gas pada lampiran E dapat dilihat pada gambar 5.6, dan gambar 5.7, sebagai berikut :



Gambar 5.6 Grafik volume gas CH₄ dan CO₂ terdekomposisi Cepat dan lambat (m³/detik)



Gambar 5.7 Grafik volume gas CH₄ dan CO₂ terdekomposisi cepat dan lambat (m³/hari)

Berdasarkan hasil volume gas yang ada pada tabel 5.45 (lampiran E), gas yang ada dapat dimanfaatkan untuk energi listrik yang mana setiap 500-1000 m³ timbunan sampah dapat menghasilkan energi listrik dengan daya sebesar 40.000 watt seperti pemanfaatan gas di TPA Pasir Impun, desa Karang Pamulung kota Bandung.

5.14 Sistem Air Bersih

Sistem air bersih dimaksudkan untuk menyediakan kegiatan-kegiatan di TPA, seperti keperluan kantor dan pencucian kendaraan-kendaraan berat (Buldozer, Tracloader dan Scrapper) dan air tersebut tidak dimaksudkan untuk penyediaan air minum. Air bersih yang dikonsumsi untuk keperluan kantor dan penduduk sekitar TPA didapat dari sumur bor yang terletak disebelah barat berjarak 500-700 m dari kantor TPA dimana kebutuhan tiap orang 10 L/jam jadi total kebutuhan air untuk kantor adalah 310 L/jam sedangkan air untuk kebutuhan kamar mandi dan pencucian kendaraan sebesar 250 liter tiap satu kendaraan

dengan total sebesar 1000 liter untuk empat kendaraan, diperoleh dari sungai Opak air diangkut menggunakan truck tangki dan sebelum digunakan air tersebut terlebih dahulu diproses melalui proses penyaringan yang berada di sebelah barat atau diatas kantor TPA lama dan dialirkan ke bak penampungan kemudian didistribusikan ke masing-masing sumur penduduk.

5.15 Jembatan Timbang

Jembatan timbang digunakan untuk mengetahui berat sampah yang masuk ke area TPA secara komputerisasi dan digunakan oleh bagian operasional dimana lokasi pada pintu masuk TPA. Lebar jembatan timbang adalah 3.5 m dan mampu menahan beban minimal 5 ton. Untuk lebar jembatan timbang adalah 3.5 m dan panjang 5 m dengan luas total 17.5 m². Untuk memudahkan dalam penimbangan dan registrasi sampah yang masuk, sebaiknya dilengkapi rumah timbang dimana lokasi dekat jembatan timbang dengan luas total 32 m². Lokasi jembatan timbang dapat dilihat pada lampiran M.(Sumber:DPU)

5.16 Bengkel atau Garasi

Bengkel atau garasi berfungsi untuk menyimpan dan atau memperbaiki kendaraan atau alat berat yang rusak. Luas bangunan yang direncanakan adalah 144 m², yang dapat menampung 4 buah kendaraan yang terdiri dari Bulldozer, Trackdozer, Mobil tangki air dan Scrapper. Peralatan bengkel minimal yang harus ada di TPA adalah peralatan untuk pemeliharaan dan kerusakan ringan.

5.17 Fasilitas Operasional

Untuk menunjang operasional di TPA dibutuhkan peralatan berat seperti Buldozer, Tracloader dan Scraper yang berfungsi untuk perataan, penggalian, pengurangan dan pemadatan. Peralatan operasional lainnya yaitu berupa tangki air jika sewaktu-waktu terjadi kebakaran yang diakibatkan ledakan dari gas.

