

Analisis Penerapan *Review Design* Pada Proyek Pembuatan Kolam Lindi

Jumadianto¹⁾

Soedarsono²⁾

Djoko Susilo Adhy³⁾

E-mail : jumadianto.wae@gmail.com

Sultan Agung Islamic University, Department of Master Civil Engineering
Jl. Raya Kaligawe Km. 4, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia ^{1,2,3)}

ABSTRAK

Sampah yang dibuang ke lahan pembuangan akhir (landfill) telah mengalami beberapa perubahan baik fisik, kimia, dan biologis secara simultan yang salah satunya menghasilkan cairan yang disebut lindi (leachate). Lindi dihasilkan dari peristiwa infiltrasi air hujan ke dalam tumpukan sampah di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) dan juga dari cairan yang terdapat di dalam sampah itu sendiri. Apabila tidak terkontrol, lahan pembuangan akhir yang dipenuhi lindi dapat mencemari air bawah tanah dan juga air permukaan. Konstruksi kolam lindi memiliki desain yang telah sesuai dengan kriteria teknis perencanaan, sehingga tujuan dari dibangunnya kolam lindi adalah lindi yang telah berkurang kadar polutannya yaitu sesuai dengan standar baku mutu air limbah yang dapat dikembalikan ke alam. Dalam penerapan kriteria teknis perencanaan dalam perencanaan kolam lindi, dapat dilakukan analisis review design. Review design proyek adalah kegiatan merekayasa teknis dari perencanaan bangunan yang sudah ada tanpa mengurangi fungsi struktur maupun arsitektur bangunan sehingga didapatkan biaya pelaksanaan yang lebih murah, waktu pelaksanaan yang dapat dipercepat. Review design dilakukan oleh pemilik proyek sebelum melaksanakan sebuah pekerjaan. Review design juga dilakukan oleh konsultan perencana dalam menemukan tipe struktur, bahan, dan bentuk bangunan yang akan dituangkan ke dalam sebuah desain bangunan secara utuh. Review design terhadap pembuatan kolam lindi diperoleh hasil penghematan biaya, waktu pelaksanaan yang lebih cepat karena volume pekerjaan yang berkurang, dan umur rencana yang tidak berubah.

Keywords: *review design, kolam lindi*

1. PENDAHULUAN

Sampah yang dibuang ke lahan pembuangan akhir (landfill) mengalami beberapa perubahan baik fisik, kimia, dan biologis secara simultan yang diantaranya menghasilkan cairan yang disebut lindi (leachate). Lindi dihasilkan dari infiltrasi air hujan ke dalam tumpukan sampah di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) dan dari cairan yang terdapat di dalam sampah itu sendiri. Apabila tidak terkontrol, lahan pembuangan akhir yang dipenuhi lindi dapat mencemari air bawah tanah dan juga air permukaan.

Untuk menghindari terjadinya pencemaran tersebut maka dibangunlah suatu instalasi kolam pengolahan lindi. Pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Trans LIK Baru Pangkalan Bun telah dibangun kolam lindi dari dana APBN melalui Satuan Kerja Peningkatan Penyehatan Lingkungan Pemukiman (PPLP) Provinsi Kalimantan Tengah Tahun Anggaran 2013. Dengan dibangunnya kolam lindi tersebut, maka TPA Trans LIK Baru sudah memenuhi kriteria untuk operasional TPA dengan sistem control landfill atau sanitary landfill karena pada waktu yang bersamaan telah dibangun pula cell pembuangan sampah residu.

Konstruksi kolam lindi tersebut memiliki desain yang telah sesuai dengan kriteria teknis perencanaan, sehingga tujuan dari dibangunnya kolam lindi adalah lindi yang telah berkurang kadar polutannya yaitu sesuai dengan standar baku mutu air limbah yang dapat dikembalikan ke alam. Dalam penerapan kriteria teknis perencanaan dalam perencanaan kolam lindi, dapat dilakukan analisis review design.

Review design proyek adalah kegiatan merekayasa teknis dari perencanaan bangunan yang sudah ada tanpa mengurangi fungsi struktur maupun arsitektur bangunan sehingga didapatkan biaya pelaksanaan yang lebih murah, waktu pelaksanaan yang dapat dipercepat. Review design dilakukan oleh kontraktor dan pemilik proyek sebelum melaksanakan sebuah pekerjaan. Rekayasa nilai juga dilakukan oleh konsultan perencana dalam menemukan tipe struktur, bahan, serta bentuk bangunan yang akan dituangkan ke dalam sebuah desain bangunan secara utuh.

2. LANDASAN TEORI

Pengertian Review Design

Pradipta (2015) menyatakan bahwa review design dalam Bahasa Indonesia memiliki arti sebagai tinjauan desain. Umumnya hasil review design tersebut berujung pada tahap redesign. Langkah lanjutan ini perlu dilakukan dalam proyek dan sangat bermanfaat apabila dilaksanakan sebelum atau di awal pelaksanaan proyek. Namun perlu pula diperhatikan aspek-aspek atau faktor tertentu dalam melaksanakan review design tersebut untuk mencegah terjadinya dampak yang tidak diinginkan.

Review design dan langkah redesign bertujuan agar memberikan manfaat yang lebih baik bagi semua pihak termasuk kontraktor. Perlu dicermati bahwa redesign tersebut akan berarti adanya perubahan dari sisi desain. Suatu proyek memiliki tingkat kompleksitas tersendiri dimana sudah diketahui secara umum bahwa proyek konstruksi memiliki kompleksitas yang tertinggi. Semakin banyak perubahan, maka akan semakin tinggi level kompleksitas yang terjadi di proyek. Untuk itu harus berhati-hati dalam melaksanakan langkah ini, sehingga review design dan redesign akan sangat baik dilakukan sebelum atau di awal pelaksanaan proyek

untuk dapat meminimalisir dampak tingginya kompleksitas proyek.

Teknologi Pengolahan Sistem IPL (Instalasi Pengolahan Lindi)

Dari beberapa pilihan cara pengolahan lindi, maka Indonesia terdapat beberapa alternatif yang dapat diterapkan yaitu :

1. Kolam anaerobik, fakultatif, maturasi, dan biofilter (alternatif 1)

Tabel 1. Konfigurasi Kolam Alternatif 1

No.	Kriteria	Proses Pengolahan			
		Anaerobik	Fakultatif	Maturasi	Biofilter
1.	Fungsi	Removal BOD yang relatif tinggi (>1.000 mg/ltr), sedimentasi, stabilisasi influen	Removal BOD	Removal Mikroorganisme Pathogen, nutrient	Menyaring effluen sebelum dibuang ke badan air
2.	Kedalaman (m)	2,5 - 5	1 – 2	1 – 1,5	2
3.	Removal BOD (%)	50 - 85	70 – 80	60 - 89	75
4.	Waktu Detensi (hari)	20 - 50	5 – 30	7 - 20	3 – 5
5.	Organic Loading Rate (kg/Ha hari)	20 - 560	56 – 135	≤ 17	< 80
6.	pH	6,5 - 7	6,5 – 8,5	6,5 - 10,5	-
7.	Bahan	Pasangan batu	Pasangan batu	Pasangan batu	Batu, kerikil, ijuk, pasir

Perencanaan Pengelolaan Persampahan, 2010

2. Kolam anaerobik, fakultatif, maturasi, dan *land treatment/wetland* (alternatif 2)

Tabel 2. Konfigurasi Kolam Alternatif 2

No.	Kriteria	Proses Pengolahan			
		Anaerobik	Fakultatif	Maturasi	Wetland
1.	Fungsi	Removal BOD yang relatif tinggi (>1.000 mg/ltr), sedimentasi, stabilisasi influen	Removal BOD	Removal Mikroorganisme Pathogen, nutrient	Removal BOD, removal nutrien

No.	Kriteria	Proses Pengolahan			
		Anaerobik	Fakultatif	Maturasi	Wetland
2.	Kedalaman (m)	2,5 - 5	1 – 2	1 - 1,5	0,1 - 0,6 0,3 - 0,8
3.	Removal BOD (%)	50 - 85	70 – 80	60 - 89	-
4.	Waktu Detensi (hari)	20 - 50	5 – 30	7 - 20	4 - 15
5.	Organic Loading Rate (kg/Ha hari)	224 - 560	56 – 135	≤ 17	< 67
6.	pH	6,5 – 7,2	6,5 - 8,5	6,5 - 10,5	-
7.	Bahan	Pasangan batu	Pasangan batu	Pasangan batu	Tanah Permeabilitas Rendah

Perencanaan Pengelolaan Persampahan, 2010

3. Anaerobic Baffled Reactor (ABR) dengan kolam aerasi (alternatif 3)

Tabel 3. Konfigurasi Kolam Alternatif 3

No.	Kriteria	Proses Pengolahan		
		ABR	Kolam Aerasi	Pemisah Padatan
1.	Fungsi	Removal BOD yang relatif tinggi (>1.000 mg/ltr), sedimentasi padatan, stabilisasi influen	Removal BOD	Removal solid
2.	Kedalaman (m)	2 - 4	1,8 - 6	3 - 5
3.	Removal BOD (%)	70 - 85	80 - 95	-
4.	Waktu Detensi (hari)	1 - 2	3 - 10	0,06 – 0,125
5.	Organic Loading Rate (kg/Ha hari)	4 - 14	0,32 – 0,64	0,5 - 5
6.	Hydraulic Loading Rate (m ³ /m ² hari)	16,8 – 38,4	-	8 - 16
7.	pH	6,5 – 7,2	6,5 – 8,0	-
8.	Bahan	Beton bertulang	Pasangan batu	Pasangan batu

Perencanaan Pengelolaan Persampahan, 2010

4. Proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi, kolam anaerobik atau ABR (alternatif 4)

Tabel 4. Konfigurasi Kolam Alternatif 4

No.	Kriteria	Proses Pengolahan			
		Koagulasi-flokulasi	Sedimentasi	Anaerobic Pond	ABR
1.	Fungsi	Pembentukan flok padatan	Removal non padatan	Removal BOD yang relatif tinggi (>1.000 mg/ltr), sedimentasi padatan, stabilisasi influen	Removal BOD yang relatif tinggi (>1.000 mg/ltr), sedimentasi padatan, stabilisasi influen
2.	Kedalaman (m)	-	3 – 5	2,5 - 5	2 - 4
3.	Removal BOD (%)	-	-	50 - 80	70 - 85
4.	Waktu Detensi	0,5 jam	1,5 - 3 jam	20 - 50 hari	1 - 2 hari
5.	Organic Loading Rate (kg/Ha hari)	-	-	224 - 560	4 - 14
6.	Hydraulic Loading Rate (m ³ /m ² hari)	-	8 – 16	-	16,8 - 38,4
7.	pH	-	-	6,5 - 7,2	6,5 - 7,2
8.	Dosis koagulan (mg/ltr)	300 - 4.500 Kapur (CaOH) 100 - 5.000 Tawas (Al ₂ (SO ₄) ₃) 0,2 ml/ltr Polimer Kationik 1%		-	-

Perencanaan Pengelolaan Persampahan, 2010

5. Proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi I, kolam aerasi, sedimentasi II (alternatif 5)

Tabel 5. Konfigurasi Kolam Alternatif 5

No.	Kriteria	Proses Pengolahan		
		Koagulasi-flokulasi	Kolam Aerasi	Sedimentasi I/II
1.	Fungsi	Pembentukan flok padatan	Removal BOD	Removal solid
2.	Kedalaman (m)	-	1,8 - 6	3 - 5

3.	Removal BOD (%)	-	80 - 95	-
4.	Waktu Detensi (hari)	0,5 jam	3 - 10	1,5 - 3 jam
5.	Organic Loading Rate (kg/Ha hari)	-	0,32 – 0,64	0,5 - 5
6.	Hydraulic Loading Rate (m ³ /m ² hari)	-	-	8 - 16
7.	pH	-	6,5 – 8,0	-
8.	Bahan	Beton bertulang/ baja	Pasangan batu	Pasangan batu
9.	Dosis koagulan (mh/ltr)	300 - 4.500 Kapur (CaOH) 100 - 5.000 Tawas (Al ₂ (SO ₄) ₃) 0,2 ml/ltr Polimer Kationik 1%		

Perencanaan Pengelolaan Persampahan, 2010

Kombinasi kolam stabilisasi untuk lokasi dengan ketersediaan lahan yang memadai digunakan alternatif :

- Kolam anaerobik, fakultatif, maturasi, dan biofilter (alternatif 1)
- Kolam anaerobik, fakultatif, maturasi, dan *land treatment/wetland* (alternatif 2)

Sedangkan untuk lahan yang terbatas dapat digunakan kombinasi antara *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* dengan kolam aerasi (alternatif 3).

3. Metode Penelitian

Review design mengikuti suatu metode analisa berupa langkah yang tersusun secara sistematis dan dikenal dengan rencana kerja review design. Prosedur yang digunakan adalah

a. Fase informasi

Mengumpulkan informasi sebanyak mungkin yang meliputi informasi tentang sistem, struktur, fungsi, dan biaya dari objek yang dipelajari. Tahap ini juga menjawab permasalahan tentang siapa yang melakukan, apa yang dapat dilakukan, dan apa yang seharusnya tidak dilakukan.

b. Fase kreatif

Pada fase ini dilakukan identifikasi sejumlah alternatif ide-ide baru, metode konstruksi baru, dan perencanaan baru. Hasil yang dapat dicapai adalah kemungkinan-kemungkinan alternatif yang lain yang dapat dipakai dalam pemenuhan fungsi. Tahap ini juga menjawab pertanyaan tentang cara apa saja yang dilakukan untuk menemukan kebutuhan, hal apa yang ditampilkan oleh fungsi yang diinginkan.

c. Fase analisa

Tahapan ini bertujuan untuk mengevaluasi alternatif-alternatif yang ada dan juga melakukan analisa terhadap alternatif di atas untuk mendapatkan hasil yang terbaik. Melakukan analisa ekonomi terhadap *life-cycle costing* proyek yang akan dikerjakan.

Analisa sangat penting dilakukan untuk dapat melihat alternatif mana yang terbaik dilakukan. Teknik yang dapat dilakukan dalam analisa alternatif adalah :

) Matriks Bobot (*Weight matrix*)

Analisa dari alternatif yang dihasilkan dengan menggunakan pembobotan pada setiap komponen.

) Teknik Matematis (*Other mathematical techniques*)

Teknik matematika yang dapat digunakan dalam penentuan analisa alternatif yang dapat dilakukan

a. Pengambilan Suara (*Voting*)

Melakukan suara terbanyak (*voting*) yang dapat dilakukan untuk mendapatkan alternatif yang dipakai

b. Evaluasi Subyektif (*Subjective evaluation*)

Analisa yang dilakukan secara subyektif yang dipakai untuk menentukan alternatif yang dipakai.

Dalam penelitian ini akan dilakukan analisa dengan menggunakan Evaluasi Subyektif.

d. Fase pengembangan

Tahapan ini membuat perbandingan perencanaan yang direncanakan, sehingga nantinya dapat melihat perbandingan dari tiap-tiap biaya siklus hidup (*life-cycle cost*) sehingga dapat melihat keuntungan maupun kerugian perencanaan yang dibuat.

e. Fase presentasi

Tahapan ini paling penting karena komunikasi yang kurang baik dapat menjadi hambatan terhadap respon yang diberikan dari tim perencana. Keberhasilan dari tahap ini banyak tergantung pada keahlian mempresentasikan untuk memberikan pesan-pesan yang benar.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Tahap Informasi

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data serta observasi lapangan untuk menunjang berlangsungnya penelitian. Data proyek diperlukan untuk mendapatkan informasi dasar mengenai suatu proyek. Data umum mengenai proyek ini meliputi data-data rencana anggaran biaya (RAB), gambar desain pekerjaan pembangunan kolam lindi, fungsi kolam lindi, dan dasar-dasar kolam lindi.

Sedangkan untuk mendapatkan informasi yang tidak terdapat di data proyek, dilakukan melalui wawancara kepada pihak terkait. Selain data primer diatas, diperlukan data pendukung lainnya berupa data sekunder. Data sekunder berupa data-data pendukung yang dapat dijadikan input dan referensi dalam melakukan analisis review design. Data sekunder, diantaranya data mengenai daftar harga satuan dan analisa pekerja, data bahan atau material bangunan yang digunakan, data tenaga kerja, dan data-data lainnya yang dapat dijadikan referensi dalam menganalisis *review design*.

Pembangunan Kolam Lindi pada TPA Trans LIK Baru Pangkalan Bun menggunakan Instalasi Pengolah Lindi Alternatif 2 dengan konfigurasi berupa :

1. Kolam Anaerobik
2. Kolam Fakultatif
3. Kolam Maturasi
4. Kolam *Wetland*

Pada pembangunan Kolam Lindi pada TPA Trans LIK Baru Pangkalan Bun yang dibangun berupa Kolam Anaerobik, Kolam Fakultatif, dan Kolam Maturasi. Sedangkan Kolam *Wetland* belum dibangun.

B. Fase Kreatif

Tahap ini dilaksanakan dengan melakukan pendekatan secara kreatif dengan mengemukakan ide-ide sebanyak mungkin. Semakin banyak ide yang dikemukakan akan semakin baik. Ide-ide atau alternatif muncul berdasarkan dari analisis pembandingan terhadap kriteria yang relevan dan melekat pada obyek penelitian, yang mungkin dapat memenuhi fungsi utama yaitu mengolah air lindi agar tidak mencemari lingkungan.

Selanjutnya untuk melakukan evaluasi kolam lindi yang ada, maka dilakukan perbandingan desain kolam yang telah dibangun dengan desain yang dihasilkan dari *review design*. Kriteria *review design* mengacu pada literatur dijadikan tolak ukur dalam perancangan kolam lindi secara umum. Evaluasi kolam lindi yang ada ini ditinjau dari aspek desain dengan memperhatikan aspek operasional serta pemeliharaan.

Mengacu kepada kriteria desain maka ide kreatif yang dominan dapat dimunculkan adalah tentang kedalaman kolam. Karena untuk kualitas hasil olaham kolam lindi dapat dilakukan pada operasional dan pemeliharaan dengan melakukan pengurasan lumpur yang mengendap pada dasar kolam lindi. Pengurasan lumpur lindi menjadi kriteria dasar dalam operasional dan pemeliharaan kolam lindi.

C. Tahap Analisa

Lindi yang timbul setelah pengoperasian selesai, dapat diperkirakan dengan menggunakan suatu metoda yang disebut Metoda Neraca Air (*Water Balance Method*). Metoda ini didasari pada asumsi bahwa lindi hanya dihasilkan dari curah hujan yang berhasil meresap masuk ke dalam timbunan sampah (perkolasi). Beberapa sumber lain seperti air hasil dekomposisi sampah, infiltrasi muka air tanah, serta aliran air permukaan lainnya dapat diabaikan.

Sistem input-output dari neraca air, dengan persamaan:

$$PERC = P - (RO) - (AET) - (ST)$$

$$I = P - (R/O)$$

$$APWL = NEG (I - PET)$$

$$AET = (PET) + [(I - PET) - (ST)]$$

PERC : perkolasi, air yang keluar dari sistem menuju lapisan di bawahnya, akhirnya menjadi lindi

P : presipitasi rata-rata bulanan dari data tahunan

- RO : limpasan permukaan (*runoff*) rata-rata bulanan dihitung dari presipitasi serta koefisien limpasan
- AET : Aktual evapotranspirasi , menyatakan banyaknya air yang hilang secara nyata dari bulan ke bulan
- ST : Perubahan simpanan air dalam tanah dari bulan ke bulan, yang terkait dengan *soil moisture storage*
- ST : *Soil moisture storage*, merupakan banyaknya air yang tersimpan dalam tanah pada saat keseimbangan
- I : Infiltrasi, jumlah air terinfiltrasi ke dalam tanah
- APWL : *Accumulated potential water loss*, merupakan nilai negatif dari (I-PET) yang merupakan kehilangan air secara kumulasi
- I- PET : Nilai infiltrasi dikurang potensi evapotranspirasi; nilai negatif menyatakan banyaknya infiltrasi air yang gagal untuk dipasok pada tanah, sedang nilai positif adalah kelebihan air selama periode tertentu untuk mengisi tanah.
- PET : Potensial evapotranspirasi, dihitung berdasarkan atas nilai rata-rata bulanan dari data tahunan

Dengan menganggap aliran air ke bawah sebagai sistem berdimensi-satu, maka model neraca air yang dikembangkan oleh Thorntwaite (Thorntwaite), dapat digunakan untuk menghitung perkolasi air dalam tanah penutup menuju lapisan sampah di bawahnya.

Tabel. 6. Perhitungan Thorntwaite

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Jumlah
Temperatur (oC)	27.75	27.88	27.52	28.02	28.13	27.65	26.92	27.17	27.75	27.73	27.87	27.30	
Heat londex (i)	13.39	13.49	13.22	13.59	13.67	13.32	12.79	12.97	13.39	13.38	13.48	13.07	159.76
A	4.14	4.14	4.14	4.14	4.14	4.14	4.14	4.14	4.14	4.14	4.14	4.14	
UPET (cm)	15.93	16.25	15.38	16.57	16.86	15.69	14.04	14.59	15.93	15.89	16.21	14.89	
UPET (mm)	159.30	162.50	153.83	165.74	168.61	156.94	140.41	145.89	159.30	158.91	162.09	148.88	
R	1.06	0.95	1.04	1.00	1.02	0.99	1.02	1.03	1.00	1.05	1.03	1.06	
PET	168.86	154.37	159.98	165.74	171.98	155.37	143.22	150.27	159.30	166.85	166.96	157.81	
Presipitasi (mm)	182.78	177.35	352.73	284.15	184.25	180.95	206.68	169.93	178.73	230.50	315.00	349.28	
Cro	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	
Ro (mm)	22.85	22.17	44.09	35.52	23.03	22.62	25.83	21.24	22.34	28.81	39.38	43.66	
I (mm)	159.93	155.18	308.63	248.63	161.22	158.33	180.84	148.68	156.38	201.69	275.63	305.62	
I-PET (mm)	-8.93	0.81	148.65	82.89	-10.77	2.96	37.62	-1.58	-2.92	34.83	108.67	147.80	
AccWL (mm)	-8.93	0.00	0.00	0.00	-10.77	0.00	0.00	-1.58	-4.50	0.00	0.00	0.00	
ST (mm)	91.00	100.00	100.00	100.00	89.00	100.00	100.00	98.00	94.00	100.00	100.00	100.00	

	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Jumlah
ST (mm)	-9.00	0.00	0.00	0.00	-11.00	0.00	0.00	-2.00	-4.00	0.00	0.00	0.00	
AET	168.93	154.37	159.98	165.74	172.22	155.37	143.22	150.68	160.38	166.85	166.96	157.81	
PERC	0.00	0.81	148.65	82.89	0.00	2.96	37.62	0.00	0.00	34.83	108.67	147.80	564.24
Cek Presipitasi	182.78	177.35	352.73	284.15	184.25	180.95	206.68	169.93	178.73	230.50	315.00	349.28	

Sumber : Review Perencanaan DED TPA Kabupaten Kotawaringin Barat, 2012

Tabel.7 Hasil Perhitungan Debit Lindi Dengan Neraraca Air Thorntwaite

No	Hasil Perhitungan Neraca Air	Debit Air lindi (mm/hari)
1.	Debit Puncak	7.43
2.	Debit Rata	3.7

Sumber : Review Perencanaan DED TPA Kabupaten Kotawaringin Barat, 2012

Hasil perhitungan debit puncak merupakan debit perkolasi tertinggi dalam satu tahun. Debit puncak ini digunakan sebagai dasar untuk perhitungan diameter perpipaan lindi. Sedangkan debit rata-rata di gunakan sebagai dasar perhitungan debit air lindi. Debit air lindi yang dihasilkan pada masing-masing tahap akan berbeda dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 8 Hasil Perhitungan Debit Lindi pada Masing-masing Tahap Pembangunan TPA

No	Tahap Pembangunan Sel TPA	Debit Lindi (m ³ /hari)
1.	Pertama	59.39
2.	Kedua	96.52
3.	Ketiga	118.79

Sumber : Review Perencanaan DED TPA Kabupaten Kotawaringin Barat, 2012

Dalam penelitian ini yang dijadikan basis *review design* adalah debit lindi yang dihasilkan oleh pembangunan sel TPA Tahap Pertama yaitu 59,39 m³/hari yang dibulatkan menjadi 60 m³/hari.

Dengan mengacu pada kriteria desain maka dapat dilakukan perhitungan *review design* terhadap dimensi kolam lindi dengan tetap menentukan dimensi panjang dan lebar kolam sama seperti disain kolam lindi yang telah dibangun sebagai berikut :

1. ANAEROBIK

KRITERIA DESAIN

- Kedalaman air = (2,5-5) m;
- Jagaan = (0,3-0,5) m;
- Beban BOD volumetrik = (100-400) g BOD/(m³.hari)
- Rasio panjang dan lebar = (2-4) : 1;
- Efisiensi pemisahan BOD ± 60%.

KARAKTERISTIK

Debit : 60 m³/hari
 BOD in : 5000 mg/l

DIRENCANAKAN

Beban BOD volumetrik : 100 grm BOD /m³.hari
 Penyisihan BOD₅ : 60 %
 Kedalaman Kolam : 2,5 m

PERHITUNGAN

BOD₅ yang akan diolah :
 = BOD₅ in x Penyisihan BOD₅
 = 5000 mg/l x 60 %
 = 3500 mg/l
 = 3500 grm/m³

Volume bangunan anaerobik yang dibutuhkan :

$$V = \frac{\text{BOD}_5 \text{ yang akan diolah} \times \text{Debit}}{\text{Beban BOD}^5 \text{ volumetrik}}$$

$$V = \frac{3500 \text{ grm/m}^3 \times 60 \text{ m}^3/\text{hari}}{100 \text{ grm BOD /m}^3.\text{hari}}$$

$$V = 2100 \text{ m}^3.$$

Luas bangunan anaerobik ;

$$A = \text{Volume : dalam kolam}$$

$$= 2100 \text{ m}^3 : 2,5 \text{ meter}$$

$$= 840 \text{ m}^2 \text{ digunakan luasan yang telah dibangun } 700 \text{ m}^2$$

Pajang x Lebar :

$$\text{Panjang} = 35 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 20 \text{ m}$$

Waktu Detensi bangunan anaerobik ;

$$DT = \text{Volume : Debit}$$

$$= 1750 \text{ m}^3 : 60 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$= 29 \text{ hari}$$

DESAIN HASIL PERHITUNGAN

$$\text{Panjang} = 35 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 20 \text{ m}$$

$$\text{Dalam} = 2,5 \text{ m}$$

$$\text{Jagaan} = 0.5 \text{ m}$$

2. FAKULTATIF

KRITERIA DESAIN

- Kedalaman air = (1-2) m;
- Tinggi jagaan = (0,3-0,5) m;
- Beban BOD volumetrik = (40-60) g BOD/m³.hari);
- Rasio panjang dan lebar = (2-4) : 1;
- Efisiensi pemisahan BOD >70%;

KARAKTERISTIK

$$\text{Debit} : 60 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{BOD in} : 1500 \text{ mg/l}$$

DIRENCANAKAN

$$\text{Beban BOD volumetrik} : 40 \text{ grm BOD /m}^3.\text{hari}$$

$$\text{Penyisihan BOD}_5 : 60 \%$$

$$\text{Kedalaman Kolam} : 1 \text{ m}$$

PERHITUNGAN

BOD₅ yang akan diolah :

$$= \text{BOD}_5 \text{ sisa} \times \text{Penyisihan BOD}_5$$

$$= 1500 \text{ mg/l} \times 60 \%$$

$$= 900 \text{ mg/l}$$

Volume bangunan fakultatif yang dibutuhkan :

$$V = \frac{\text{BOD}_5 \text{ yang akan diolah} \times \text{Debit}}{\text{Beban BOD}_5 \text{ volumetrik}}$$

$$V = \frac{900 \text{ mg/l} \times 60 \text{ m}^3/\text{hari}}{40 \text{ grm BOD /m}^3.\text{hari}}$$

$$V = 1350 \text{ m}^3.$$

Luas bangunan fakultatif

$$A = \text{Volume : dalam kolam}$$

$$= 2385 \text{ m}^3 : 1 \text{ meter}$$

$$= 2385 \text{ m}^2 \text{ digunakan luasan yang telah dibangun } 675 \text{ m}^2$$

Pajang x Lebar :

$$\text{Panjang} = 35 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 20 \text{ m}$$

Waktu Detensi bangunan fakultatif ;

$$\begin{aligned}
 DT &= \text{Volume} : \text{Debit} \\
 &= 700 \text{ m}^3 : 60 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 11 \text{ hari.}
 \end{aligned}$$

DESAIN HASIL PERHITUNGAN

Panjang	= 35 m
Lebar	= 20 m
Dalam	= 1 m
Jagaan	= 0.5 m

3. MATURASI

KRITERIA DESAIN

- Kedalaman air = (1-1,5) m;
- Tinggi jagaan = (0,3-0,5) m;
- Beban BOD volumetrik = (40-60) g BOD/m³.hari);
- Rasio panjang dan lebar = (2-4) : 1;
- Efisiensi pemisahan BOD >70%;
- Efisiensi pemisahan E. Coli ±95% (termasuk kolam-kolam sebelumnya).

KARAKTERISTIK

Debit	: 60 m ³ /hari
BOD in	: 600 mg/l

DIRENCANAKAN

Beban BOD volumetrik	: 40 grm BOD /m ³ .hari
Penyisihan BOD ₅	: 60 %
Kedalaman Kolam	: 1 m

PERHITUNGAN

$$\begin{aligned}
 &\text{BOD}_5 \text{ yang akan diolah :} \\
 &= \text{BOD}_5 \text{ sisa} \times \text{Penyisihan BOD}_5 \\
 &= 600 \text{ mg/l} \times 60 \% \\
 &= 360 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

Volume bangunan maturasi yang dibutuhkan :

$$V = \frac{\text{BOD}_5 \text{ yang akan diolah} \times \text{Debit}}{\text{Beban BOD}_5 \text{ volumetrik}}$$

$$V = \frac{360 \text{ mg/l} \times 60 \text{ m}^3/\text{hari}}{40 \text{ grm BOD} / \text{m}^3.\text{hari}}$$

$$V = 504 \text{ m}^3$$

Luas bangunan maturasi

$$\begin{aligned}
 A &= \text{Volume} : \text{dalam kolam} \\
 &= 504 \text{ m}^3 : 1 \text{ meter} \\
 &= 504 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Pajang x Lebar :

$$\text{Panjang} = 27 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 20 \text{ m}$$

Waktu Detensi bangunan maturasi ;

$$\begin{aligned}
 DT &= \text{Volume} : \text{Debit} \\
 &= 504 \text{ m}^3 : 60 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 9 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

DESAIN HASIL PERHITUNGAN

Panjang	= 28 m
Lebar	= 20 m
Dalam	= 1 m
Jagaan	= 0.5 m

Tabel 9 Kriteria Dimensi Kedalaman Kolam Lindi

No.	Jenis Kolam	Kriteria Kedalaman	Kedalaman yang Dibangun	Kedalaman <i>Review design</i>
1.	Anareobik	2,5 – 5 m	3 m	2,5 m
2.	Fakultatif	1 – 2 m	2 m	1 m
3.	Maturasi	1 – 1,5 m	1 m	1 m

Sumber : Hasil olahan sendiri

Terhadap kualitas hasil pengolahan lindi mengacu pada waktu detensi yang diharapkan terjadi pada kolam lindi maka dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 10 Kriteria Waktu Detensi Kolam Lindi

No.	Jenis Kolam	Kriteria Waktu Detensi	Waktu Detensi yang Dibangun	Waktu Detensi <i>Review design</i>
1.	Anareobik	20 – 50 hari	35 hari	29 hari
2.	Fakultatif	5 – 30 hari	22 hari	11 hari
3.	Maturasi	7 – 20 hari	9 hari	9 hari

Sumber : Hasil olahan sendiri

Menurut Mitchell dan Chandra (1988) dalam Elfran Budi Prastowo (2012), tahap penilaian ini disebut dengan tahap analisis. Dalam tahap analisis ini terdapat empat tahapan yang harus dilakukan, yaitu pertama penentuan kriteria penilaian, kedua analisis keuntungan dan kerugian, ketiga analisis kelayakan dan keempat adalah analisis matriks.

Tahapan ini memiliki tujuan untuk mengevaluasi alternatif yang ada dan melakukan analisa terhadap alternatif di atas untuk mendapatkan hasil yang terbaik serta melakukan analisa ekonomi terhadap *life-cycle costing* proyek yang akan dikerjakan.

Analisa sangat penting dilakukan untuk dapat melihat alternatif mana yang terbaik untuk dilakukan. Teknik yang dapat dilakukan dalam melakukan analisa alternatif yaitu :

1.1.1 Penentuan Kriteria Penilaian

Untuk menetapkan alternatif mana yang sesuai dengan tujuan penelitian tesis ini, diperlukan kriteria - kriteria sebagai penilaian atau parameter. Beberapa kriteria yang dapat digunakan untuk memilih alternatif desain pengolah lindi adalah sebagai berikut:

1) Biaya Awal

Biaya awal yaitu jumlah segala usaha dan pengeluaran yang dilakukan dalam memproduksi suatu produk yang berkaitan langsung dengan produk yang akan dikerjakan dalam hal ini struktur kolam limbah. Biaya-biaya awal berhubungan langsung dengan biaya bahan dan alat, biaya tenaga kerja serta biaya pelaksanaan di lapangan.

2) Kemudahan Pelaksanaan

Kemudahan pelaksanaan adalah segala yang berkaitan dengan kemudahan proses pelaksanaan dari proses desain sampai dengan proses pelaksanaan di lapangan serta mempunyai total solusi yang sangat sederhana, seperti material yang dipakai

untuk pekerjaan struktur kolam limbah. Sistem penilaian adalah semakin mudah pelaksanaan pekerjaan akan semakin mempercepat penyelesaian proses konstruksi.

3) Waktu Pelaksanaan

Waktu pelaksanaan yaitu waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pemasangan struktur kolam limbah di lapangan. Sistem penilaian adalah semakin banyak tahapan dalam pelaksanaan atau proses pemasangan maka akan semakin banyak memerlukan waktu dalam penyelesaian pekerjaan.

4) Kekuatan dan mutu material

Mutu bahan adalah bahan yang mampu bekerja sesuai dengan kemampuannya. Bahan yang bermutu baik adalah bahan yang telah terseleksi atau telah melalui proses pemilihan sesuai dengan standar atau peraturan yang telah diatur untuk masing-masing bahan. Mutu yang baik akan menghasilkan kekuatan yang maksimal, sehingga dapat menahan beban sesuai dengan kemampuan bahan. Sistem penilaian adalah semakin baik mutu bahan yang digunakan maka diharapkan semakin terpenuhi nilai ekonomis konstruksi/bangunan.

1.1.2 Analisis *Review Design* Pembuatan Kolam Lindi pada TPA Trans LIK Baru

Pada proses analisis ini ide-ide kreatif dipertimbangkan dengan membandingkan dari segi keuntungan (+) dan kerugian (-) setiap alternatif terhadap beberapa kriteria. Dengan memilih alternatif yang paling menguntungkan akan dapat memudahkan untuk mengadakan pemilihan alternatif yang dapat digunakan di daerah lain mengingat hasil *review design* ini dapat dijadikan sebagai purwa rupa pembangunan TPA pada daerah lain di Indonesia. Hasil *review design* terhadap desain awal dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 10 Rekapitulasi Analisa Teknis

Alternatif	Biaya (Rp.)	Waktu Pelaksanaan	Kekuatan dan Mutu
Desain Awal (Alternatif I)	4.211.221.700,00	150 Hari Kalender	>25 Tahun
Review design (Alternatif II)	3.902.213.000,00	< 150 Hari Kalender	>25 Tahun

Sumber: diolah dari berbagai sumber dan hasil perhitungan, 2015

1.1.3 Pendapat Para Ahli

Untuk membantu menentukan alternatif mana yang kiranya sesuai dengan tujuan dari penelitian ini, maka diperlukan sharing pendapat dari ahli konstruksi prasarana kolam lindi mengenai alternatif desain yang ditawarkan. pendapat penilaian yang akan digunakan dengan cara menyebarkan kuesioner.

Pada analisis pendapat para ahli perlu ditetapkan kriteria yang berkaitan dengan tingkat analisis teknis dan biaya dari pekerjaan struktur kolam limbah dengan bahan tertentu. Beberapa sifat yang dianggap relevan dari sudut pandang responden dalam pekerjaan struktur kolam lindi dari bahan tertentu dapat digunakan. Kriteria ini akan menjadi tolak ukur, apakah untuk pekerjaan struktur kolam lindi dengan bahan tertentu.

Alternatif pilihan struktur kolam lindi yang dihasilkan dari analisis teknis dan biaya di atas akan dianalisis lagi dengan sharing pendapat ahli, yang dapat dilihat pada kuesioner berikut ini.

1.2 Tahap Pengembangan

Dari Tabel 10 maka purwarupa kolam lindi dapat diaplikasikan pada pembangunan instalasi kolam lindi di masa mendatang dengan memperhatikan debit lindi terhadap waktu detensi. Aplikasi di lapangan akan menghasilkan lindi sesuai dengan baku mutu air limbah yang akan dilepas ke alam dengan memperhatikan aspek operasional dan pemeliharaan kolam lindi..

Pengembangan tahap lanjut dari purwarupa kolam lindi ini lebih banyak pada tahapan pengolahan melalui rekayasa kimia. Hal ini tidak banyak berpengaruh pada desain konstruksi namun lebih banyak berpengaruh pada operasional pengolahan lindi. Tanpa pengolahan kimia pun, desain ini yang mengacu pada kriteria teknis desain telah menghasilkan lindi yang ramah terhadap lingkungan. Rekayasa kimia dilakukan apabila diharapkan terjadinya peningkatan kualitas hasil olahan lindi.

1.3 Tahap Rekomendasi

Tahap rekomendasi berguna untuk memberikan pertimbangan alternatif pilihan dari suatu hasil perencanaan atau konstruksi yang telah dilaksanakan sehingga dapat tercapai efisiensi penggunaan anggaran dalam suatu pembangunan kolam lindi. Purwarupa kolam lindi dapat dikembangkan untuk lokasi yang lain di masa mendatang.

5. KESIMPULAN

Dari uraian bab - bab sebelumnya telah dilakukan pembahasan review design terhadap struktur pembuatan kolam lindi diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Konstruksi Instalasi Pengolah Lindi (Kolam Lindi) masih dapat dilakukan *review design*.
- 2) Hasil dari *review design* dari Konstruksi Instalasi Pengolah Lindi (Kolam Lindi) adalah :
 - a. penghematan biaya sebesar Rp 309.008.700,00.
 - b. menghasilkan mutu hasil olahan lindi yang sesuai dengan baku mutu lingkungan sebelum dilepas ke badan air.
 - c. menghasilkan waktu pelaksanaan yang lebih cepat jika menggunakan jumlah tenaga kerja yang sama jumlahnya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Elfran Budi Prastowo, 2012, Analisis Penerapan Value Engineering (VE) Pada Proyek Konstruksi Menurut Persepsi Kontraktor dan Konsultan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Pradipta, 2015, Arti Kata Review Design, <http://referensi.org/?s=review+design>
- Satuan Kerja Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman Kalimantan Tengah, 2012, Review Perencanaan DED TPA Kabupaten Kotawaringin Barat, Palangka Raya
- Tim Penyusun, 2010, Perencanaan Pengelolaan Sampah, Balai Teknik Air Minum dan Sanitasi Wilayah I, Bekasi