

Analisis Tingkat Ekonomi untuk Jenis Penutup Harian Alternatif di TPPAS Regional Sarimukti

PANDU ARJASA¹, ETIH HARTATI², SITI AINUN³

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITENAS

E-mail: panduarjasa@gmail.com

ABSTRAK

TPPAS Regional Sarimukti saat ini masih menerapkan sistem control landfill dengan periode penutupan sampah dua kali dalam satu tahun. Penerapan sistem control landfill dengan periode operasi ini disebabkan oleh adanya kendala berupa biaya operasional, pemeliharaan dan investasi, serta dari segi ketersediaan bahan penutup tanah urug. Selain itu, kondisi tersebut masih menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Perlu dilakukan pengoptimalan TPPAS Regional Sarimukti. Pada penelitian ini dilakukan metode penimbunan sampah dengan sistem sanitary landfill, dan pemilihan jenis penutup harian alternatif yang mampu menekan biaya operasional penutupan harian. Data primer didapatkan dengan metode observasi lapangan dan wawancara, sementara data sekunder dengan memperhitungkan aspek biaya operasional, ketersediaan bahan dan kemudahan operasional. Selanjutnya dilakukan analisis menggunakan metode weight ranking technique untuk menentukan alternatif terpilih. Didapat hasil jenis penutup harian terpilih yaitu jenis plastik biodegradable, dengan biaya operasional penutupan harian sebesar Rp1.897.729,02, dan dapat dioperasikan tanpa bantuan alat berat. Pemakaian jenis penutup harian alternatif plastik biodegradable Ecoplas untuk penutupan harian sampah perlu terlebih dahulu dilakukan kajian, agar pihak pengelola TPA di Indonesia mulai tertarik untuk menerapkannya.

Kata Kunci: penutup harian, biaya operasional, TPA, Sarimukti

ABSTRACT

TPPAS Regional Sarimukti is currently still implementing controlled landfill system with landfill covering period of twice a year, which is caused by not only constraints on operational cost, maintenance, and investment, but also the availability of compacted soil as landfill cover. In that condition, the utilization of compacted soil as landfill layer cover still poses negative impacts on the environment. An optimization was needed at TPPAS Regional Sarimukti. This research was done by sanitary landfill system method, and selection of daily cover types, which could suppress the operational cost. Primary data was acquired by field observation and interview method, while secondary data was acquired by calculating the operational cost, availability of material, and operational easiness. Then, analysis with weight ranking technique method was conducted to determine alternative choices. Biodegradable plastic was selected as daily landfill cover, with operational cost of Rp 1.897.729, and could be operated without assistance of heavy equipment. Further study of the usage of Ecoplas biodegradable plastic as daily landfill cover is needed, which can attract TPA managers in Indonesia to implement it.

Keywords: daily cover, operational cost, TPA, Sarimukti

I. PENDAHULUAN

Tempat Pengolahan dan Pemrosesan Akhir Sampah (TPPAS) Regional Sarimukti saat ini menerapkan sistem control landfill, dengan dua kali penutupan sampah selama setahun, dan menggunakan tanah urug sebagai lapisan penutup sampahnya. Penerapan sistem control landfill dengan periode operasi ini disebabkan oleh adanya kendala berupa biaya operasional, pemeliharaan dan investasi, serta dari segi ketersediaan bahan penutup tanah urug. Kondisi ini masih memberikan dampak negatif terhadap lingkungan karena landfill dibiarkan terbuka selama periode tersebut.

Terkait izin pengoperasian TPPAS Regional Sarimukti yang akan berakhir pada tahun 2018, Gubernur Jawa Barat bersama Wali Kota Bandung, Wali Kota Cimahi, Bupati Bandung, Bupati Bandung Barat, Bupati Garut dan Bupati Sumedang mencanangkan TPPAS Regional Legok Nangka sebagai tempat pembuangan akhir sampah pengganti. Masa pembangunan TPPAS Regional Legok Nangka belum rampung, diperkirakan baru dapat dioperasikan tahun 2017.

Selama sisa waktu pengoperasiannya, TPPAS Regional Sarimukti perlu dioptimalkan, agar secara optimal dapat menampung sampah sampai TPA benar-benar ditutup dan dapat mengurangi dampak lingkungan yang dihasilkan. Pada penelitian ini dilakukan pengoptimalan dengan cara mengondisikan metode penimbunan sampah dengan sistem sanitarylandfill, dan pemilihan jenis penutup harian alternatif yang mampu menekan biaya operasional pengerjaan penutupan harian.

Maksud dari penelitian ini yaitu mengoptimalkan penutupan sampah di TPPAS Regional Sarimukti dengan pengondisian metode sanitarylandfill. Tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan jenis penutup harian alternatif yang secara ekonomis mampu menekan biaya operasional, dengan jenis penutup tanah, plastik biodegradable, dan kompos.

Pemilihan jenis penutup harian alternatif didasarkan pada Permen PU nomor 03/PRT/M/2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, yang menyebutkan bahwa untuk penutup harian dapat menggunakan jenis biodegradableliners, kompos, dan terpal sebagai pengganti tanah penutup, ataupun lapisan membran biodegradable sintetis.

II. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis tingkat ekonomi untuk jenis penutup harian alternatif di TPPAS Regional Sarimukti. Tahap awal dari penelitian ini adalah melakukan studi literatur mengenai teori-teori yang berhubungan dengan sistem penutup harian, serta melakukan survei lapangan. Tahap selanjutnya yaitu pengumpulan data, meliputi data primer dan data sekunder. Data primer berupa pencarian data kondisi geografis dan pengoperasian sel di TPPAS Regional Sarimukti menggunakan metode observasi lapangan dan wawancara.

Analisis yang dilakukan berupa perhitungan biaya operasional penutupan harian dengan jenis penutup tanah urug, plastik biodegradable, dan kompos, serta dilihat dari segi ketersediaan bahan dan kemudahan operasional pengerjaan penutupan harian. Asumsi serta data pendukung yang digunakan dalam analisis perhitungan ini yaitu:

- Harga satuan bahan dan upah sesuai standar berdasarkan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) bidang Pekerjaan Umum menurut Permen PU No. 11/PRT/M/2013.
- Pengerjaan penutupan harian dilakukan dengan durasi jam kerja selama 2 jam.
- Ketebalan tanah penutup harian yaitu 15 cm (Permen PU, 2013).

- Spesifikasi bahan penutup plastik biodegradable Ecoplas dengan lebar 2,5 m.
- Spesifikasi alat berat menyesuaikan dengan alat berat yang terdapat di TPPAS Regional Sarimukti, yaitu Excavator (Komatsu PC-130), Bulldozer (Komatsu D85E-SS), dan Dump truck (Hino Dutro 130 HD).
- Operational maintenance untuk alat berat tidak diperhitungkan, dengan asumsi perhitungan penutupan harian hanya memperhitungkan biaya dalam satu hari, sehingga tidak ada biaya perawatan alat berat.

Dalam analisis perhitungan ini, dibutuhkan koefisien faktor untuk masing-masing jenis penutup harian, yaitu nilai koefisien faktor tenaga, bahan dan alat yang digunakan. Ketentuan untuk koefisien alat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Alat Berat

Excavator		Bulldozer			Dump Truck		
Kapasitas Bucket	Jarak Pengupasan	Lajur Lintasan	Jumlah Lintasan Pengupasan	Lebar Blade	Berat Volume Bahan	Kapasitas Bak	Jarak Lokasi ke Pembuangan
0,93 m ³	100 m	1	4	3,62 m	1,6 ton/m ³	3,5 ton	200 m

Sumber: Permen PU, 2013; TPPAS Regional Sarimukti; Komatsu& Hino Dutro: Materials and Specifications.

Tabel 2. Faktor Efisiensi Alat

Kondisi Kerja	Faktor Efisiensi Kerja		
	Excavator	Bulldozer	Dump Truck
Baik	0,83	0,83	0,83
Sedang	0,75	0,75	0,8
Kurang Baik	0,67	0,67	0,75
Buruk	0,58	0,58	0,7

Sumber: Permen PU, 2013.

Tabel 3. Kondisi Operasi

Kondisi Operasi	Kondisi Lapangan	Excavator	Bulldozer
		Faktor Bucket (Fb)	Faktor Pisau
Mudah	Tanah biasa, lempung	1,1 - 1,2	1,1 - 0,9
Sedang	Tanah biasa berpasir, kering	1,0 - 1,1	0,9 - 0,7
Agak Sulit	Tanah biasa berbatu	1,0 - 0,9	0,7 - 0,6
Sulit	Batu pecah hasil	0,9 - 0,8	0,6 - 0,4

Sumber: Permen PU, 2013.

Tabel 4. Faktor Konversi Galian untuk Alat Excavator

Kondisi Kedalaman Galian	Kondisi membuang, menumpahkan			
	Mudah	Normal	Agak Sulit	Sulit
< 40 %	0,7	0,9	1,1	1,4
(40 - 75) %	0,8	1	1,3	1,6
> 75 %	0,9	1,1	1,5	1,8

Sumber: Permen PU, 2013.

Tabel 5. Kecepatan DumpTruck dan Kondisi Lapangan

Kondisi Lapangan	Kondisi Beban	Kecepatan (km/jam)
Datar	Isi	40
	Kosong	60
Menanjak	Isi	20
	Kosong	40
Menurun	Isi	20
	Kosong	40

Sumber: Permen PU, 2013.

Rumus-rumus yang digunakan dalam analisis perhitungan yaitu (Permen PU, 2013):

$$\text{Koefisien Tenaga} = \frac{\text{Jam kerja efektif} \times \text{kebutuhan tenaga}}{\text{Kebutuhan bahan penutup harian}}$$

$$\text{Koefisien Alat} = \frac{1}{\text{Kapasitas produksi}}$$

Kebutuhan bahan penutup harian:

Tanah = panjang sel x lebar sel x tinggi bahan penutup harian

Plastik = panjang sel x lebar bahan penutup harian

Kompos = panjang sel x lebar sel x tinggi bahan penutup harian

Kebutuhan bahan bakar (liter/jam) = (12 - 15)% x Kapasitas tenaga mesin (Horse Power)

H = (12 - 15)% x HP

12% = Untuk alat yang bertugas ringan

15% = Untuk alat yang bertugas berat

Total kebutuhan bahan bakar selama pengerjaan = H x Jam kerja efektif

Harga tenaga = Koefisien tenaga x Harga satuan (Rp)

Harga bahan = Koefisien bahan x Harga satuan (Rp)

Harga peralatan = Koefisien alat x Pengerjaan (m³/jam) x Harga satuan (Rp)

Overhead & profit = 15% x Total harga

Harga satuan pekerjaan = Total harga + Overhead & profit

Setelah data terkumpul, selanjutnyadilakukan pengolahan data. Tahap berikutnya adalah menganalisis data tersebut dengan menggunakan analisis kuantitatif. Dalam penelitian ini digunakan analisis data dengan metode pembobotan. Metode pembobotan, atau metode Weight Ranking Technique (WRT), digunakan sebagai metode analisis untuk menentukan parameter yang terpilih. Prinsip dasar metode ini adalah membandingkan parameter-parameter yang telah ditentukan dengan menggunakan pembobotan. Metode WRT lebih menekankan pada penentuan parameternya dengan mengaitkan pada banyak aspek kepentingan, tidak hanya membanding data yang ada.

Langkah pertama yaitu mempertimbangkan parameter-parameter penting yang akan dipertimbangkan dalam proses pemilihan keputusan dan menyusun data-data untuk masing-masing alternatif. Untuk menentukan jumlah kolom dalam penentuan Koefisien Pentingnya Faktor (KPF), digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Jumlah kolom} = \frac{N \times (N-1)}{2}$$

N = Jumlah parameter yang dipakai dalam pemilihan alternatif

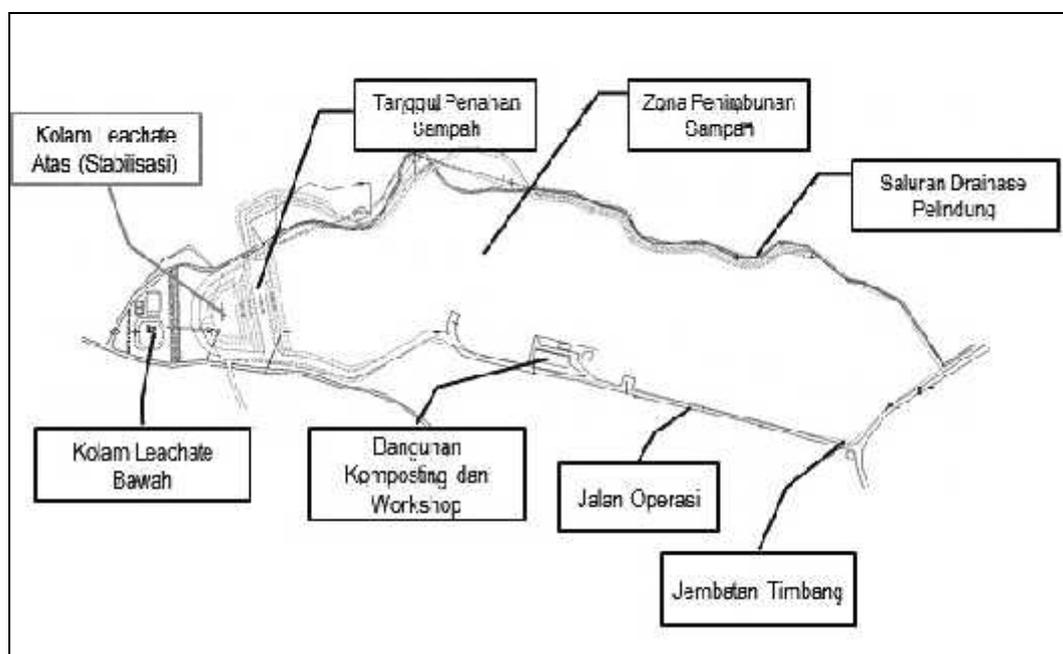
Selanjutnya membandingkan nilai KPF tiap parameter dan memberikan pembobotan pada masing-masing parameter dengan menambahkan total kepentingan nilai tiap parameter.

Jumlah nilai parameter kemudian dibandingkan dengan jumlah total nilai dari semua parameter. Angka yang didapat ini disebut KPF yang jumlahnya harus satu.

Langkah selanjutnya yaitu membandingkan alternatif satu dengan lainnya untuk tiap parameter, dengan memperhatikan segi teknis dan keuntungan lainnya dengan memberikan penilaian 0, 0,5, atau 1. Masing-masing parameter dikalikan dengan bobotnya. Total nilai keuntungan dan kepentingan teknis alternatif dijumlahkan. Hasil pembagian antara nilai setiap alternatif dari satu parameter tertentu terhadap jumlah parameternya disebut Koefisien Pentingnya Alternatif (KPA). Penentuan alternatif terpilih dilakukan dengan mengalikan nilai KPF tiap parameter dengan KPA masing-masing alternatif. Selanjutnya angka hasil perkalian masing-masing alternatif dijumlahkan. Alternatif dengan jumlah tertinggi menjadi alternatif yang terpilih.

III. DATA DAN ANALISIS

TPPAS Regional Sarimukti merupakan kawasan hutan di bawah Dinas Perhutani, terletak di Kecamatan Cipatat, Kabupaten Bandung. TPPAS Regional Sarimukti mulai beroperasi sejak tanggal 28 Mei 2006 untuk menampung sampah dari Kota Bandung, Kota Cimahi, Kabupaten Bandung dan Kabupaten Bandung Barat. Pada tahun 2009, TPPAS Regional Sarimukti tidak lagi menampung sampah dari Kabupaten Bandung. Luas TPPAS Regional Sarimukti adalah 21,2 Ha. Setelah terjadi longsor pada tahun 2007, luasnya menjadi 23 Ha, akibat adanya upaya penanganan pascalongsor berupa pembuatan tanggul baru dan saluran air di titik akhir pergerakan longsoran sampah. Lahan yang digunakan sebagai landfill adalah sekitar 15 Ha (BPLHD, 2008).



Gambar 1. Lay-out TPPAS Regional Sarimukti

Kondisi Pengoperasian Sel di TPPAS Regional Sarimukti

Berdasarkan hasil pencarian data menggunakan metode observasi lapangan dan wawancara, TPPAS Regional Sarimukti menerapkan metode penimbunan sampah controlled landfill, dengan periode penutupan sampah dua kali dalam satu tahun. Bahan penutup sampah yang digunakan yaitu tanah urug. Dimensi sel sampah harian pada landfill yaitu panjang 100 m,

lebar 30 m, dan tinggi 2 m. Kondisi lahan operasional datar, dengan kondisi lapangan berupa tanah biasa, kedalaman galian kurang dari 40 %, dan diklasifikasikan ke dalam kondisi baik.

Perhitungan Koefisien Faktor

Dalam pemilihan jenis penutup harian alternatif, perlu diperhitungkan aspek biaya, agar dapat diketahui perkiraan biaya yang harus dikeluarkan dalam setiap pengerjaan penutupan harian dengan masing-masing jenis penutup. Pada perhitungan koefisien alat digunakan data berdasarkan ketentuankoeffisien alat dan mengacu pada Permen PU No. 11/PRT/M/2013.

Koefisien Alat

Excavator:

Kapasitas Bucket (V)	= 0,93 m ³
Faktor Pengembangan Bahan (Fk)	= 1,2
Faktor Bucket (Fb)	= 1
Faktor Efisiensi Alat (Fa)	= 0,83
Faktor Konversi (Fv)	= 0,90

Waktu Siklus:

- Menggali, memuat, lain-lain (T) = 0,32 menit (Waktu standar)

$$T_s = T \times F_v = 0,32 \text{ menit} \times 0,90 = 0,29 \text{ menit}$$

Kapasitas Produksi:

$$Q = \frac{V \times F_b \times F_a}{T_s \times F_k} = \frac{0,93 \text{ m}^3 \times 1 \times 0,83}{0,29 \text{ menit} \times 1,2} \times \frac{60 \text{ menit}}{1 \text{ jam}} = 133,086 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Koefisien Alat} = \frac{1}{Q} = \frac{1}{133,086 \text{ m}^3/\text{jam}} = 0,00751 \text{ jam/m}^3$$

Bulldozer:

Jarak Pengupasan (l)	= 100 m
Faktor Blade (Fb)	= 1,1
Lebar Blade (L)	= 3,62 m
Faktor Efisiensi Kerja (Fa)	= 0,83
Faktor Pengembangan Bahan (Fk)	= 1,2
Kecepatan Mengupas (Vf)	= 20 km/jam
Kecepatan Mundur (Vr)	= 30 km/jam
Lajur Lintasan (n)	= 1
Jumlah lintasan pengupasan (N)	= 4
Lebar overlap (Lo)	= 0,30 m
Faktor Grade (Fm)	= 1

Waktu siklus:

- Waktu Gusur (T₁)

$$T_1 = \frac{l}{V_f} = \frac{100 \text{ m}}{20 \text{ km/jam}} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \times \frac{60 \text{ menit}}{1 \text{ jam}} = 0,03 \text{ menit}$$

- Waktu Kembali (T₂)

$$T_2 = \frac{100 \text{ m}}{30 \text{ km/jam}} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \times \frac{60 \text{ menit}}{1 \text{ jam}} = 0,02 \text{ menit}$$

- Waktu Lain-lain (T₃) = 0,05 menit

$$T_s = T_1 + T_2 + T_3 = 0,03 \text{ menit} + 0,02 \text{ menit} + 0,05 \text{ menit} = 0,1 \text{ menit}$$

Kapasitas produksi/jam:

$$Q = \frac{1 \times n \times L - L_o + L_o \times F_b \times F_m \times F_a}{N \times n \times T_s \times F_k} = \frac{100 \text{ m} \times 1 \times 3,62 \text{ m} - 0,30 \text{ m} + 0,30 \text{ m} \times 1,1 \times 1 \times 0,83}{4 \times 1 \times 0,1 \text{ menit} \times 1,2}$$

$$= \frac{330,506 \text{ m}^2}{0,48 \text{ menit}} \times \frac{60 \text{ menit}}{1 \text{ jam}} = 41.313,25 \text{ m}^2/\text{jam}$$

$$\text{Koefisien Alat} = \frac{1}{Q} = \frac{1}{41.313,25 \text{ m}^2/\text{jam}} = 0,00002 \text{ jam/m}^2$$

Dump truck:

Berat Volume Bahan (Lepas) (D) = 1,6 ton/m³
 Jarak Lokasi ke Pembuangan (L) = 200 m
 Kapasitas Bak (V) = 3,50 ton
 Faktor Efisiensi Alat (Fa) = 0,83
 Kecepatan Rata-rata Bermuatan (V₁) = 20 km/jam
 Kecepatan Rata-rata Kosong (V₂) = 30 km/jam

Waktu Siklus:

$$\text{- Waktu Tempuh Isi (T}_1\text{)} = \frac{L}{V_1} = \frac{200 \text{ m}}{20 \text{ km/jam}} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \times \frac{60 \text{ menit}}{1 \text{ jam}} = 0,6 \text{ menit}$$

$$\text{- Waktu Tempuh Kosong (T}_2\text{)} = \frac{L}{V_2} = \frac{200 \text{ m}}{30 \text{ km/jam}} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \times \frac{60 \text{ menit}}{1 \text{ jam}} = 0,4 \text{ menit}$$

- Lain-lain (T₃) = 2 menit

$$T_s = T_1 + T_2 + T_3 = 0,6 \text{ menit} + 0,4 \text{ menit} + 2 \text{ menit} = 3 \text{ menit}$$

Kapasitas Produksi/Jam:

$$Q = \frac{V \times F_a}{D \times F_k \times T_s} = \frac{3,5 \text{ ton} \times 0,83}{1,6 \text{ ton/m}^3 \times 1,2 \times 3 \text{ menit}} \times \frac{60 \text{ menit}}{1 \text{ jam}} = 30,26 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Koefisien Alat} = \frac{1}{Q} = \frac{1}{30,26 \text{ m}^3/\text{jam}} = 0,033 \text{ jam/m}^3$$

Koefisien Bahan

Tanah Penutup = panjang sel x lebar sel x tinggi penutup
 = 100 m x 30 m x 0,15 m = 450 m³

Penutup Plastik = panjang sel x lebar plastik
 = 100 m x 2,5 m = 250 m²

Penutup Kompos = panjang sel x lebar sel x tinggi penutup
 = 100 m x 30 m x 0,15 m = 450 m³

Kebutuhan kompos dapat dikurangi oleh produksi kompos dari TPK Sarimukti:

$$\text{Produksi kompos} = \frac{3,5 \text{ ton}}{\text{hari}} \times \frac{2,83 \text{ m}^3}{1 \text{ ton}} = 9,905 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Kebutuhan kompos} = 450 \text{ m}^3 - 9,905 \text{ m}^3 = 440,095 \text{ m}^3$$

Koefisien Tenaga

Pengerjaan dengan jenis penutup tanah:

- Jam Kerja Efektif (Tk) = 2 jam
- Tanah Penutup (Qt) = 450 m³
- Kebutuhan Tenaga:
 Pekerja (P) = 4 orang, Mandor (M) = 1 orang.
- Koefisien Tenaga/m³
 - Pekerja = $\frac{T_k \times P}{Q_t} = \frac{2 \text{ jam} \times 4 \text{ orang}}{450 \text{ m}^3} = 0,018 \text{ jam}$
 - Mandor = $\frac{T_k \times M}{Q_t} = \frac{2 \text{ jam} \times 1 \text{ orang}}{450 \text{ m}^3} = 0,004 \text{ jam}$

Pengerjaan dengan jenis penutup plastik:

- Jam Kerja Efektif (Tk) = 2 jam
- Penutup Plastik (Qt) = 250 m²
- Kebutuhan Tenaga:
 Pekerja (P) = 2 orang, Mandor (M) = 1 orang.
- Koefisien Tenaga/m²
 - Pekerja = $\frac{T_k \times P}{Q_t} = \frac{2 \text{ jam} \times 2 \text{ orang}}{250 \text{ m}^2} = 0,016 \text{ jam}$
 - Mandor = $\frac{T_k \times M}{Q_t} = \frac{2 \text{ jam} \times 1 \text{ orang}}{250 \text{ m}^2} = 0,008 \text{ jam}$

Pengerjaan dengan jenis penutup kompos:

- Jam Kerja Efektif (Tk) = 2 jam
- Penutup Kompos (Qt) = 440,095 m³
- Kebutuhan Tenaga:
Pekerja (P) = 4 orang, Mandor (M) = 1 orang.
- Koefisien Tenaga/m³
 - Pekerja = $\frac{Tk \times P}{Qt} = \frac{2 \text{ jam} \times 4 \text{ orang}}{440,095 \text{ m}^3} = 0,018 \text{ jam}$
 - Mandor = $\frac{Tk \times M}{Qt} = \frac{2 \text{ jam} \times 1 \text{ orang}}{440,095 \text{ m}^3} = 0,004 \text{ jam}$

Kebutuhan Bahan Bakar (Jenis Solar)

Excavator (Komatsu PC-130) 91,7 HP:

H = 12 % x 91,7 HP = 11,004 liter/jam

Bulldozer (Komatsu D85E-SS) 200 HP:

H = 12 % x 200 HP = 24 liter/jam

Dump truck (Hino Dutro 130 HD) 130 PS:

1 HP = 1,014 PS (Pferdestarkes)

HP = 130 PS x 1,014 = 131,82 HP

H = 12% x 131,82 HP = 15,818 liter/jam

Kebutuhan bahan bakar = (11,004 + 24 + 15,818) liter/jam = 50,822 liter/jam

Total kebutuhan bahan bakar selama pengerjaan = 50,822 liter/jam x 2 jam = 101,644 liter

Rekapitulasi koefisien faktor tenaga, bahan dan alat pada masing-masing jenis penutup harian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6. Koefisien Faktor Masing-masing Jenis Penutup Harian

Jenis Penutup	Koefisien Faktor						
	Tenaga		Bahan		Alat		
	Pe-kerja	Man-dor	Penutup Harian	BBM	Excavator	Bulldozer	Dump Truck
Tanah	0,018	0,004	450 m ³	101,644 liter	0,00751 jam/m ³	0,00002 jam/m ²	0,033 jam/m ³
Plastik	0,016	0,008	250 m ²	0	0	0	0
Kompos	0,018	0,004	440,095 m ³	101,644 liter	0,00751 jam/m ³	0,00002 jam/m ²	0,033 jam/m ³

Sumber: Hasil Perhitungan, 2016.

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat untuk jenis penutup plastik, nilai koefisien tenaga dipengaruhi oleh jumlah kebutuhan tenaga sebanyak 2 orang petugas, sementara dua jenis penutup lainnya membutuhkan 4 orang petugas. Pengerjaan penutupan harian dengan jenis penutup plastik tidak memerlukan bantuan alat berat, karena dapat dikerjakan secara manual oleh petugas. Oleh karena itu, koefisien alat dan BBM tidak diperhitungkan.

Biaya Operasional

Perhitungan biaya operasional penutupan harian di TPPAS Regional Sarimukti dengan penggunaan jenis penutup tanah dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 7. Biaya Operasional dengan Jenis Penutup Tanah

Analisis Tingkat Ekonomi pada Kajian Jenis Penutup Harian di TPPAS Regional Sarimukti

No.	Uraian	Satuan	Koefisien	Pengerjaan	Harga satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A Tenaga						
1	Pekerja	jam/m ³	0,018	-	4.657,31	83,83
2	Mandor	jam/m ³	0,004	-	7.281,29	29,13
Jumlah harga tenaga						112,96
B Bahan						
1	Tanah Urug	m ³	450	-	96.500,00	43.425.000,00
2	BBM (Solar)	liter/jam	101,644	-	7.250,00	736.919,00
Jumlah harga bahan						44.161.919,00
C Peralatan						
1	Excavator	jam/m ³	0,00751	450 m ³ /2jam	383.294,39	647.671,70
2	Bulldozer	jam/m ³	0,00002	450 m ³ /2jam	402.799,43	1.812,60
3	DumpTruck	jam/m ³	0,033	450 m ³ /2jam	212.812,53	1.580.133,04
Jumlah harga peralatan						2.229.617,33
D Total harga						46.391.649,28
E Overhead & profit						6.958.747,39
F Harga satuan pekerjaan						53.350.396,68

Sumber: Hasil Perhitungan, 2016.

Perhitungan biaya operasional penutupan harian di TPPAS Regional Sarimukti dengan penggunaan jenis penutup plastik dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 8. Biaya Operasional dengan Jenis Penutup Plastik

No.	Uraian	Satuan	Koefisien	Pengerjaan	Harga satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A Tenaga						
1	Pekerja	jam/m ²	0,016	-	4.657,31	111,78
2	Mandor	jam/m ²	0,008	-	7.281,29	87,38
Jumlah harga tenaga						199,15
B Bahan						
1	Plastik	m ²	250	-	6.600	1.650.000,00
Jumlah harga bahan						1.650.000,00
C Peralatan						
-	-	-	-	-	-	-
Jumlah harga peralatan						0,00
D Total Harga						1.650.199,15
E Overhead & profit						247.529,87
F Harga satuan pekerjaan						1.897.729,02

Sumber: Hasil Perhitungan, 2016.

Perhitungan biaya operasional penutupan harian di TPPAS Regional Sarimukti dengan penggunaan jenis penutup kompos dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9. Biaya Operasional Jenis Penutup Kompos

No.	Uraian	Satuan	Koefisien	Pengerjaan	Harga satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Tenaga					
1	Pekerja	jam/m ³	0,018	-	4.657,31	83,83
2	Mandor	jam/m ³	0,004	-	7.281,29	29,13
					Jumlah harga tenaga	112,96
B	Bahan					
1	Kompos	m ³	440,095	-	60.000,00	26.405.700,00
2	BBM (Solar)	liter/jam	101,644	-	7.250,00	736.919,00
					Jumlah harga bahan	27.142.619,00
C	Peralatan					
1	Excavator	jam/m ³	0,00751	440,095 m ³ /2jam	383.294,39	633.415,72
2	Bulldozer	jam/m ³	0,00002	440,095 m ³ /2jam	402.799,43	1.772,70
3	Dump Truck	jam/m ³	0,033	440,095 m ³ /2jam	212.812,53	1.545.352,55
					Jumlah harga peralatan	2.180.540,97
D	Total harga					29.323.272,93
E	Overhead & profit					4.398.490,94
F	Harga satuan pekerjaan					33.721.763,87

Sumber: Hasil Perhitungan, 2016.

KetersediaanBahan

Saat ini, ketersediaan bahan penutup tanah urugsangat minim, dengan kondisi sulit didapatkan. Selain itu, kelangkaan tersebut berakibat pada harga jual tanah urug yang menjadi sangat tinggi. Untuk bahan penutup plastik biodegradable, di Indonesia terdapat perusahaan yang memproduksi bahan khusus penutupan sampah tersebut, yaitu Ecoplas. Namun untuk ketersediaannya, jenis penutup plastik biodegradable ini diproduksi berdasarkan permintaan, sehingga perlu terlebih dahulu melakukan pemesanan dalam jumlah tertentu. Sementara untuk jenis penutup harian kompos dapat digunakan hasil produksi kompos TPK Sarimukti. Penggunaan kompos tersebut perlu terlebih dahulu membuat surat pengajuan pemakaian kompos yang ditujukan kepada pengelola TPA, karena peruntukan kompos ini yaitu sebagai bahan penunjang pertanian di wilayah sekitar TPPAS Regional Sarimukti.

KemudahanOperasional

Urutan pengoperasian kegiatan penutupan harian menggunakan jenis penutup tanah yaitu:

- Pekerjaan penutupan harian sel menggunakan jenis penutup tanah urug. Untuk tanah urug yang bukan berasal dari area TPA, tanah urug diangkut oleh truk pengangkut menuju area pengurugan.
- Penyebaran tanah penutup lapisan sampah dilakukan dengan bantuan alat berat excavator, serta bulldozer/wheel loader untuk pemadatannya.
- Pemadatan tanah penutup lapisan sampah dilakukan dengan bantuan alat berat bulldozer/wheel loader.

Penggunaan plastik biodegradable untuk penutupan harian tidak membutuhkan bantuan alat berat pada pengerjaannya. Penggunaan jenis penutup harian berbahan plastik biodegradable Ecoplas dapat dilakukan secara manual oleh petugas, dengan cara membentangkan plastik tersebut. Sementara penggunaan kompos untuk penutupan harian sama halnya dengan menggunakan jenis penutup tanah, yaitu membutuhkan bantuan alat berat dalam hal

penyebaran dan pematatannya. Urutan pengoperasian kegiatan penutupan harian menggunakan jenis penutup kompos yaitu:

- Pekerjaan penutupan harian sel menggunakan jenis penutup kompos menggunakan truk atau kendaraan operasional untuk mengangkut kompos yang dikemas per karung dari TPK Sarimukti menuju area pengurugan.
- Penyebaran jenis penutup lapisan kompos dilakukan dengan bantuan alat berat excavator, serta bulldozer/wheel loader untuk pematatannya.
- Pematatan jenis penutup lapisan kompos dilakukan dengan bantuan alat berat bulldozer/wheel loader.

Analisis Menggunakan Metode Weight Ranking Technique (WRT)

Dalam pemilihan jenis penutup harian alternatif dapat ditentukan dengan melihat data indikator pembandingan pada aspek yang diperhitungkan. Indikator-indikator tersebut yaitu:

- Biaya Operasional
- Ketersediaan Bahan
- Kemudahan Operasional

Langkah selanjutnya yaitu penentuan nilai Koefisien Pentingnya Faktor (KPF). Hal pertama yang harus ditentukan yaitu jumlah kolom yang digunakan untuk pembobotan. Penentuan jumlah kolom dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Jumlah Kolom} = \frac{N(N-1)}{2} = \frac{3(3-1)}{2} = 3 \text{ kolom}$$

Tabel 10. Penentuan Nilai KPF

Parameter	Kolom			Jumlah	KPF
	1	2	3		
Biaya Operasional	1	1	-	2	0,67
Ketersediaan Bahan	0	-	1	1	0,33
Kemudahan Operasional	-	0	0	0	0,00
	Jumlah			3	1,00

Sumber: Hasil Perhitungan, 2016.

Setelah menentukan nilai KPF, selanjutnya dilakukan perhitungan penentuan nilai Koefisien Pentingnya Alternatif (KPA). Total nilai keuntungan dan kepentingan teknis alternatif dijumlahkan. Hasil pembagian antara nilai setiap alternatif dari satu parameter tertentu terhadap jumlah parameternya disebut KPA.

Tabel 11. Penentuan Nilai KPA

Parameter	Alternatif	Nilai			Jumlah	KPA
Biaya Operasional	Tanah	0	0	-	0	0,00
	Plastik	1	-	1	2	0,67
	Kompos	-	1	0	1	0,33
Ketersediaan Bahan	Tanah	1	1	-	2	0,67
	Plastik	0	-	1	1	0,33
	Kompos	-	0	0	0	0,00
Kemudahan Operasional	Tanah	0	0,5	-	0,5	0,17
	Plastik	1	-	1	2	0,67
	Kompos	-	0,5	0	0,5	0,17

Sumber: Pengolahan Data, 2016.

Langkah terakhir yaitu pengambilan keputusan. Penentuan alternatif terpilih dilakukan dengan cara mengalikan nilai KPF dengan nilai KPA untuk masing-masing alternatif. Selanjutnya angka hasil perkalian masing-masing alternatif dijumlahkan. Alternatif dengan jumlah tertinggi menjadi alternatif yang terpilih.

Tabel 12. Penentuan Alternatif Terpilih

Indikator	KPF	KPA			KPF × KPA		
		Tanah	Plastik	Kompos	Tanah	Plastik	Kompos
Biaya Operasional	0,67	0,00	0,67	0,33	0,00	0,45	0,22
Ketersediaan Bahan	0,33	0,67	0,33	0,00	0,22	0,11	0,00
Kemudahan Operasional	0,00	0,17	0,67	0,17	0,00	0,00	0,00
				Jumlah	0,22	0,56	0,22

Sumber: Hasil Perhitungan, 2016.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan pemilihan alternatif terbaik menggunakan metode Weight Ranking Technique (WRT), dapat disimpulkan bahwa jenis penutup plastik merupakan yang terbaik dengan nilai pembobotan 0,56. Berdasarkan hasil perhitungan, biaya operasional pengerjaan penutupan harian dengan penggunaan jenis penutup plastik sebesar Rp1.897.729,02. Penerapan plastik biodegradable dapat dijadikan solusi alternatif, di tengah kondisi penggunaan tanah urug yang masih menimbulkan kendala baik secara teknis maupun non-teknis. Selain dapat diaplikasikan tanpa bantuan alat berat, penerapannya dapat menekan penggunaan lahan urug yang diakibatkan oleh volume bahan penutup. Pemakaian jenis penutup harian alternatif plastik biodegradable Ecoplas untuk penutupan harian sampah perlu terlebih dahulu dilakukan kajian, agar pihak pengelola TPA di Indonesia mulai tertarik untuk menerapkannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dinas Permukiman dan Perumahan Provinsi Jawa Barat dan pihak pengelola TPPAS Regional Sarimukti yang telah membantu dalam hal pembiayaan dan izin penelitian, serta memberikan data yang terkait dengan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Provinsi Jawa Barat. 2008. Bandung.
 Balai Pengelolaan Sampah Regional Provinsi Jawa Barat. 2014. Bandung.
 Damanhuri, E., Ismaria, R., dan Padmi, T. 2006. Pedoman Pengoperasian dan Pemeliharaan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sistem Controlled Landfill dan Sanitary Landfill. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Cipta Karya.
 Damanhuri, E. 2010. Pengelolaan Sampah. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
 Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 2013. Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga. Jakarta.
 Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 2013. Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum. Jakarta.
 Rofihendra, Trihadiningrum, Y. 2010. Evaluasi Kapasitas Lahan TPA Ladang Laweh di Kabupaten Padang Pariaman Menuju Penerapan Sistem Controlled Landfill. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.