

**ANALISIS KELAYAKAN ALAT BERAT
DI TPA SUKAWINATAN KOTA PALEMBANG**

Ramadhani*, K.M. Aminuddin, Hendrik Jimmyanto*****

**Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas IBA Palembang*

***Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya*

****Program Studi Doktor Ilmu Teknik, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya*

Email: enny.ramadhani@gmail.com

ABSTRAK

TPA merupakan tempat pembuangan akhir dalam sistem pengelolaan sampah padat perkotaan. Sistem manajemen yang ada di TPA yaitu salah satunya berupa alat berat yang digunakan untuk memindahkan dan meratakan sampah ke dalam sel sampah. Penelitian ini membahas mengenai kelayakan alat berat TPA yang dihitung berdasarkan volume sampah yang masuk dan waktu operasional. Lokasi penelitian berada pada TPA Sukawinatan di Kota Palembang dengan menggunakan metode survei dan observasi untuk memperoleh data siklus waktu di TPA. Dari hasil analisis, kelayakan jumlah alat berat TPA untuk saat ini belum sesuai dengan volume sampah yang masuk sehingga diperlukan tambahan alat berat berupa 2 unit excavator dengan kapasitas bucket minimal $0,8 \text{ m}^3$. Rekomendasi alat berat di TPA untuk 10 tahun kedepan berupa tambahan 11 unit *excavator* dengan kapasitas bucket minimal $0,8 \text{ m}^3$ dan 2 unit *bulldozer* dengan lebar blade 2,158 m dan tinggi blade 1,183 m.

Kata Kunci: TPA, produktivitas alat berat, sampah

1. PENDAHULUAN

Perkembangan jumlah penduduk di Kota Palembang pada tiap tahunnya semakin meningkat dengan laju pertumbuhan sebesar 2,06 persen, akibatnya jumlah timbunan sampah juga semakin meningkat. Sampah yang dihasilkan dapat berupa sampah organik dan sampah non-organik yang berasal dari aktivitas domestik perkotaan. Sampah adalah barang sisa yang tidak layak pakai, dan tidak memiliki nilai yang harus dibuang. Dalam aktivitas domestik perkotaan, masyarakat menghasilkan sampah setiap harinya sehingga timbunan sampah yang diterima TPA semakin besar. Pengelolaan sampah padat perkotaan terdiri dari beberapa sistem pengelolaan diantaranya adalah sistem pemrosesan akhir atau biasa disebut dengan tempat pembuangan akhir (TPA).

TPA merupakan tempat akhir dari proses pembuangan sampah di perkotaan sehingga diperlukan sistem manajemen yang baik di dalamnya. Salah satu sistem manajemen dalam TPA yaitu manajemen alat berat dimana alat berat ini diperlukan untuk memindahkan dan meratakan sampah menuju sel-sel sampah. Bila alat berat tidak diatur secara efektif maka akan memperburuk pengelolaan di TPA seperti memperpanjang waktu antrian truk sampah sehingga menghambat waktu pengangkutan sampah. Manajemen alat berat di TPA dapat dilakukan dengan cara menghitung jumlah kebutuhan alat berat yang sesuai dengan volume sampah yang masuk ke TPA.

Dalam penelitian ini akan membahas mengenai kelayakan alat berat di TPA Sukawinatan Kota Palembang yang dianalisis berdasarkan waktu eksisting. Selanjutnya juga akan dihitung jumlah kebutuhan alat berat TPA untuk 10 tahun ke depan dengan menggunakan analisis regresi linier.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi penelitian berada pada TPA Sukawinatan di Kota Palembang tepatnya di Kecamatan Sukarami. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer yang diperoleh menggunakan metode survey

pengukuran waktu operasional yang ada di TPA selama 3 hari pada pukul 07.00 – 09.00 untuk shift pagi dan 15.00 – 17.00 untuk shift sore. Selain itu juga dilakukan observasi mengenai siklus waktu di TPA mulai dari sampah masuk sampai sampah diurug dalam sel sampah, sedangkan untuk data sekunder berupa jumlah alat berat yang bekerja di TPA.

Analisis data yang akan dilakukan dalam penelitian berupa analisis kuantitatif dengan menggunakan rumus-rumus berikut, yang nanti hasilnya berupa jumlah alat berat yang sesuai.

A. Volume Sampah

Volume sampah yang masuk ke TPA dapat dihitung dengan cara:

$$\text{Volume sampah 1 truk} = \text{kapasitas bak} \times F_p \dots\dots\dots \text{Pers. 1}$$

Dimana :

Kapasitas bak = 6 m³

F_p = faktor pemadatan = 1,2

B. Produktivitas Alat Berat

Produktivitas alat berat merupakan besarnya volume pekerjaan yang dapat dihasilkan dalam tiap satuan waktu. Volume pekerjaan yang dimaksudkan dalam alat berat di TPA yaitu volume sampah yang masuk (berasal dari truk sampah) sehingga dapat dirumuskan dengan:

$$\text{produktivitas alat berat} = \frac{\text{Volume sampah masuk (dari 1 truk)}}{\text{waktu kerja alat untuk 1 truk}} \dots\dots\dots \text{Pers. 2}$$

Waktu operasional merupakan waktu bekerjanya alat yang mampu melayani volume sampah yang masuk ke TPA dihitung dengan cara:

$$\text{waktu operasional} = \frac{\text{Volume sampah masuk (dari truk)}}{\text{produktivitas alat berat}} \dots\dots\dots \text{Pers. 3}$$

Jumlah kebutuhan alat berat yang sesuai dengan volume sampah yang masuk ke TPA dapat dihitung dengan:

$$\text{Banyak alat berat} = \frac{\text{volume kerja (volume sampah)}}{\text{produktivitas alat} \times \text{jam kerja}} \dots\dots\dots \text{Pers. 4}$$

Selanjutnya untuk rekomendasi alat berat di TPA 10 tahun kedepan menggunakan analisis regresi linear dalam memperoleh laju timbunan untuk 10 tahun ke depan. Adapun uraian singkat tahapan penelitian:

1. Persiapan peralatan survei berupa:
 - a. Kamera
 - b. Instrument survey
 - c. Stopwatch
2. Pengamatan/observasi siklus waktu di TPA pada pukul 07.00 – 09.00 dan 15.00 – 17.00
3. Survei waktu bongkar muat untuk 1 truk sampah
4. Survey waktu kerja alat berat untuk melayani sampah untuk 1 truk
5. Pengolahan dan analisis data

3. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

3.1. Evaluasi Kelayakan Alat Berat di TPA

Alat berat merupakan kebutuhan sarana dalam pengelolaan sampah terutama pada tahap pemrosesan akhir (TPA) dimana peran dan fungsi alat berat ini yaitu sebagai peralatan dalam pembuangan, penyebaran, pemerataan dan pemadatan sampah. Alat berat yang digunakan untuk TPA akan bervariasi sesuai dengan pola pengelolaan sampah yang diterapkan. Jumlah dan jenis alat berat eksisting yang ada di TPA Sukawinatan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1.

Jenis Alat Berat di TPA Sukawinatan

No.	Alat Berat	Jumlah	Keterangan
1	Excavator A	2	Kapasitas bucket : 0,5 m ³
2	Excavator B	4	Kapasitas bucket : 0,8 m ³
3	Bulldozer	3	Lebar blade = 2,1 - 3,98 m Tinggi blade = 0,95 - 1,18 m Kecepatan maju = 5 - 9,7 km/jam Kecepatan mundur = 5 - 9,7 km/jam

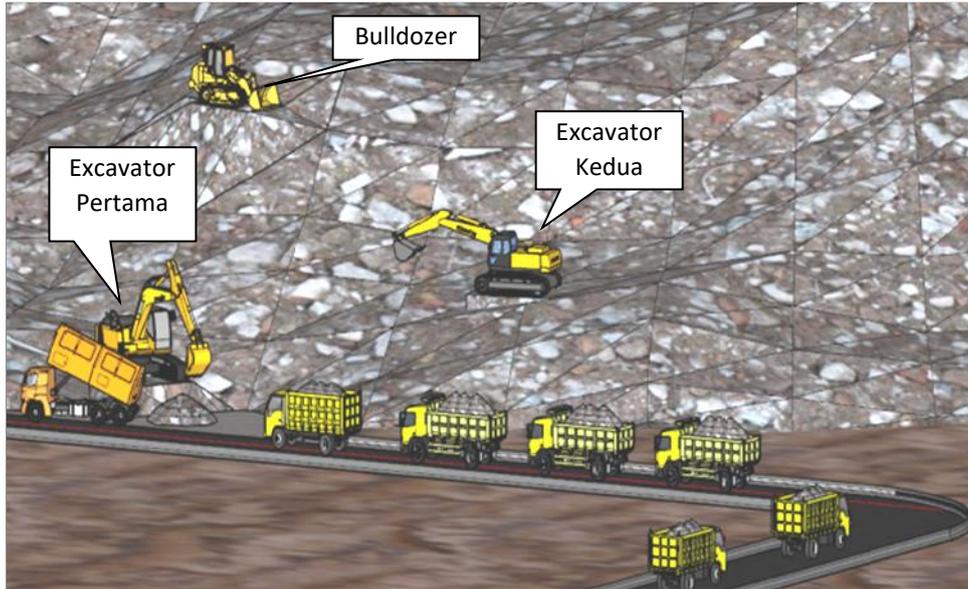
Terdapat 6 unit excavator dengan keadaan dapat beroperasi dengan kapasitas bucket antara 0,5 - 0,8 m³ sedangkan alat berat bulldozer dengan jumlah 3 unit masing-masing memiliki spesifikasi ukuran blade antara 2,1 - 3,98 m. Fungsi dari excavator yaitu untuk memindahkan sampah dari truk pembuang menuju tempat sel, sedangkan fungsi dari bulldozer yaitu untuk mendorong, menyebarkan dan memadatkan sampah dari excavator ke badan sel yang dituju.

Dalam menilai kelayakan alat berat di TPA diperlukan kajian terlebih dahulu mengenai waktu operasional yang telah diterapkan. Waktu operasional di TPA Sukawinatan terbagi menjadi 2 shift jam kerja yaitu Pukul 08.00 - 16.00 (8 jam) dan Pukul 16.00 - 24.00 (8 jam) dengan penggunaan alat berat berupa 2 unit excavator dan 1 unit bulldozer. Berdasarkan hasil pengamatan terdapat 6 alur waktu yaitu:

- 1) Waktu penimbangan dan pemeriksaan sampah
Waktu penimbangan dan pemeriksaan sampah dilakukan saat truk memasuki alat timbangan sekaligus operator memeriksa jenis sampah yang dibawa apakah sesuai atau tidak. Dari hasil kajian waktu penimbangan dan pemeriksaan sampah rata-rata sebesar 3 menit.
- 2) Waktu truk menuju lokasi pembuangan
Waktu truk menuju lokasi pembuangan dihitung saat truk sudah melewati alat timbangan berat sampah dan menunggu antrian untuk membuang sampah pada lokasi yang disediakan. Dari hasil kajian waktu truk menuju lokasi pembuangan rata-rata selama 1 jam atau 60 menit.
- 3) Waktu truk membuang sampah
Waktu truk membuang sampah merupakan waktu yang dibutuhkan truk untuk meletakkan sampah ke lahan yang disediakan agar diambil/diangkut oleh excavator. Dari hasil pengamatan waktu truk membuang sampah rata-rata sebesar 1 menit.
- 4) Waktu excavator mengayun mengambil sampah
Waktu yang diperlukan excavator untuk mengambil sampah yang dibuang oleh 1 truk menuju ke lahan berikutnya untuk diteruskan ke excavator ke dua. Dari hasil pengamatan waktu rata-rata excavator mengambil sampah dari 1 truk adalah 5 menit.
- 5) Waktu excavator kedua mengambil sampah
Waktu yang diperlukan excavator kedua mengambil sampah menuju lahan sel yang disediakan dengan rata-rata waktu sebesar 6 menit.
- 6) Waktu gusur bulldozer

Merupakan waktu untuk bulldozer meratakan dan merapikan sampah pada sel yang telah disediakan, dari hasil pengamatan waktu gusur rata-rata Bulldozer adalah 3 menit.

Tabel 2 merupakan hasil rekap kajian waktu pembuangan di TPA Sukawinatan diperoleh bahwa untuk melayani pembuangan sampah pada 1 truk diperlukan waktu total operasi sebesar 78 menit. Kajian waktu tersebut merupakan keadaan eksisting di lapangan dengan alat berat yang bekerja sebanyak 2 unit excavator dengan kapasitas bucket 0,8 m³ dan 1 unit bulldozer. Waktu kajian tersebut memungkinkan dapat berubah-ubah sesuai dengan keadaan di lapangan seperti terjadinya perubahan cuaca, kerusakan pada alat berat dan terdapat beberapa event-event penting.



Gambar 1. Ilustrasi alur waktu di TPA Sukawinatan

Hasil kajian waktu total operasi alat berat di TPA khususnya excavator pertama sebesar 5 menit dan excavator kedua sebesar 6 menit untuk melayani sampah 1 truk dengan volume:

$$\text{Volume sampah 1 truk} = 6\text{m}^3 \times 1,2 = 7,2 \text{ m}^3$$

Produktivitas excavator untuk dalam melayani truk sampah tiap jamnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.
Hasil kajian alur waktu pembuangan sampah di TPA Sukawinatan

No.	Waktu Kajian	Hasil Kajian
1	Waktu penimbangan dan pemeriksaan sampah	3 menit
2	Waktu truk menuju lokasi pembuangan	60 menit
3	Waktu truk membuang sampah	1 menit
4	Waktu excavator pertama mengayun mengambil sampah	5 menit
5	Waktu excavator kedua mengambil sampah	6 menit
6	Waktu gusur bulldozer	3 menit
	Total	78 menit

Excavator pertama:

$$7,2 \text{ m}^3 \text{ sampah diperlukan } 5 \text{ menit maka } 7,2 \text{ m}^3/5 \text{ menit} = 86,4 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Excavator kedua:

$$7,2 \text{ m}^3 \text{ sampah diperlukan } 6 \text{ menit maka } 7,2 \text{ m}^3/6 \text{ menit} = 72 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Volume sampah yang masuk ke TPA untuk 1 hari dapat menggunakan data Vol. sampah yang dilayani truk pada tiap bak TPS untuk 2 rit yaitu sebesar = 1756,8 m³. Waktu operasional untuk melayani sampah masuk ke TPA dapat dihitung dengan membagi volume sampah yang masuk dengan produktivitas excavator:

$$\text{waktu operasional excavator pertama} = \frac{1742,4}{86,4} = 20,17 \text{ jam}$$

$$\text{waktu operasional excavator kedua} = \frac{1742,4}{72} = 24,2 \text{ jam}$$

Jadi menurut hasil perhitungan, waktu operasional excavator pertama dan kedua diperoleh sebesar 20,17 jam dan 24,2 jam untuk 1 alat berat excavator yang harus bekerja melayani jumlah sampah yang masuk ke TPA. Hasil kajian waktu operasional untuk alat berat bulldozer di TPA untuk melayani sampah 1 truk dengan volume 7,2 m³ dalam waktu 8 menit maka produktivitas bulldozer:

$$7,2 \text{ m}^3 \text{ dalam waktu } 3 \text{ menit} = 7,2 \text{ m}^3/3 \text{ menit} = 144 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Maka waktu operasional bulldozer:

$$\text{waktu operasional bulldozer} = \frac{1742,4}{144} = 12,1 \text{ jam}$$

Jadi hasil perhitungan waktu operasional 1 unit bulldozer diperoleh sebesar 12,2 jam untuk melayani jumlah sampah yang masuk ke TPA.

Dari hasil perhitungan waktu operasional excavator dan bulldozer dapat ditinjau pada Tabel 3. Untuk alat berat excavator pertama dan kedua telah melebihi jam operasional kerja yaitu 16 jam sedangkan alat berat bulldozer tidak melebihi waktu kerja operasional. Dari hasil kajian perhitungan, diperlukan tambahan alat berat excavator untuk membantu dalam pekerjaan dalam operasional TPA dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3.

Rekap hasil kajian produktivitas alat berat di TPA

No.	Alat berat	Waktu pengambilan sampah	Produktivitas alat	Waktu operasional untuk 1 alat berat
1	Excavator pertama	5 menit	86,4 m ³ /jam	20,17 jam
2	Excavator kedua	6 menit	72 m ³ /jam	24,2 jam
3	Bulldozer	8 menit	144 m ³ /jam	12,1 jam

Perhitungan tambahan alat berat untuk excavator untuk tahun ini dapat dihitung dengan cara:

Jumlah excavator pertama yang dibutuhkan (anggap jam kerja selama 8 jam):

$$\text{Banyak excavator pertama} = \frac{1742,4}{86,4 \times 8} = 2,52 = 3 \text{ unit}$$

Jumlah excavator kedua yang dibutuhkan (anggap jam kerja selama 8 jam):

$$\text{Banyak excavator kedua} = \frac{1742,4}{72 \times 8} = 3,02 = 3 \text{ unit}$$

Jumlah Bulldozer yang dibutuhkan (anggap jam kerja selama 8 jam):

$$\text{Banyak bulldozer} = \frac{1742,4}{144 \times 8} = 1,51 = 2 \text{ unit}$$

Tabel 4.

Rekap hasil kelayakan alat berat di TPA Tahun 2020

Alat berat	Produktivitas alat	Jumlah saat ini Tahun 2020	Perhitungan saat ini Tahun 2020	Tambahan saat ini Tahun 2020
Excavator pertama	86,4 m ³ /jam	2 unit	3 unit	1 unit
Excavator kedua	72 m ³ /jam	2 unit	3 unit	1 unit
Bulldozer	144 m ³ /jam	2 unit	2 unit	Tidak ada

3.2. Rekomendasi Perbaikan Alat Berat di TPA untuk 10 Tahun ke Depan

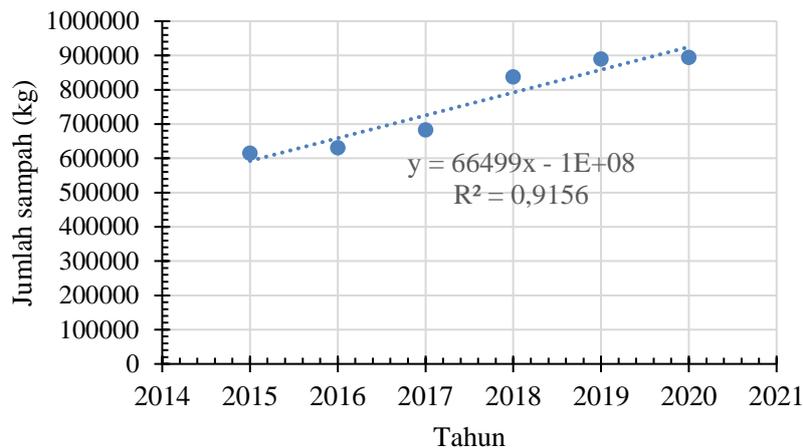
Berdasarkan hasil kajian kelayakan alat berat di TPA diperoleh bahwa untuk kondisi saat ini digunakan 2 unit excavator dan 1 unit bulldozer masih belum dapat melayani sampah yang masuk ke TPA untuk 10 tahun ke depan. Dalam memprediksi jumlah kebutuhan alat berat di TPA untuk 10 tahun ke depan dapat dihitung dengan menggunakan proyeksi jumlah volume sampah yang masuk ke TPA dengan analisis statistik. Data yang digunakan yaitu data volume sampah yang masuk ke TPA selama 5 tahun berturut-turut.

Berdasarkan hasil analisis statistic dengan menggunakan program Ms Excel diperoleh bahwa data yang digunakan memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9156 artinya model atau data dapat dipakai sehingga memiliki korelasi yang besar. Laju pertumbuhan sampah tiap tahunnya sebesar 8,040% tiap tahunnya (lihat Tabel 5), maka diperoleh prediksi volume sampah tahun 2030 = 3861,43 m³.

Tabel 5.

Laju pertumbuhan jumlah sampah

Tahun	Jumlah Sampah yang masuk ke TPA (kg)	% Pertambahan jumlah sampah tiap tahun
2015	615204	2,571
2016	631022	8,209
2017	682821	22,690
2018	837753	6,223
2019	889888	0,506
2020	894393	-
Rata-rata		8,040



Gambar 2. Kurva analisis statistik untuk laju pertumbuhan sampah

Perhitungan jumlah untuk masing-masing alat berat di TPA:

Diketahui:

Produktivitas excavator pertama = 86,4 m³/jam

Produktivitas excavator kedua = 72 m³/jam

Produktivitas bulldozer = 144 m³/jam

Jumlah excavator pertama untuk tahun 2030:

$$\text{banyak excavator pertama} = \frac{\text{Volume sampah tahun 2030}}{\text{produktivitas alat} \times \text{jam kerja}}$$

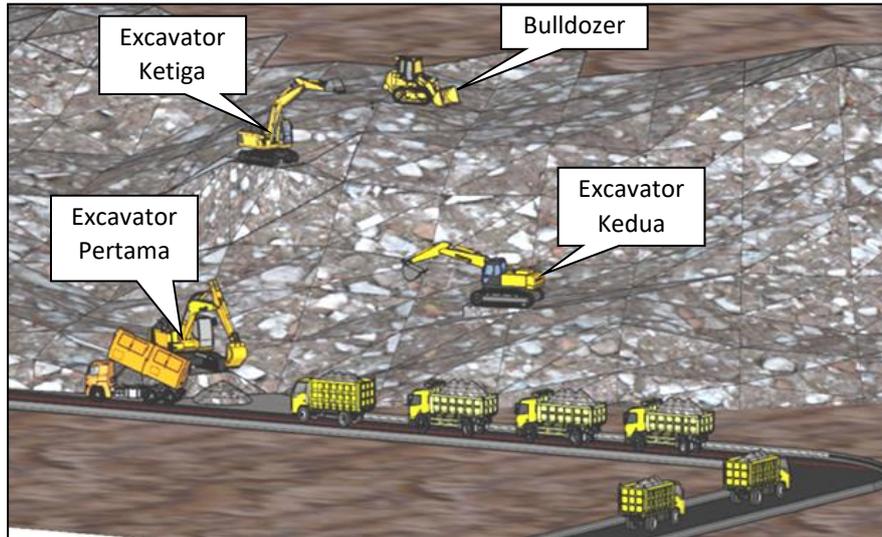
$$\text{banyak excavator pertama} = \frac{3861,43 \text{ m}^3}{86,4 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 8 \text{ jam}} = 5,59 = 6 \text{ unit}$$

Jumlah excavator kedua untuk tahun 2030:

$$\text{banyak excavator kedua} = \frac{3861,43 \text{ m}^3}{72 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 8 \text{ jam}} = 6,70 = 7 \text{ unit}$$

Jumlah bulldozer untuk tahun 2030:

$$\text{banyak bulldozer} = \frac{3861,43 \text{ m}^3}{144 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 8 \text{ jam}} = 3,35 = 4 \text{ unit}$$



Gambar 3. Ilustrasi Rekomendasi Perbaikan Alat Berat di TPA untuk 10 Tahun kedepan

Tabel 5.

Rekomendasi alat berat yang diperlukan di TPA untuk 10 tahun ke depan

No.	Alat berat	Spesifikasi	Tahun 2020 Saat ini	Prediksi Tahun 2030	Tambahan
1	Excavator pertama	Kapasitas bucket minimal 0,80 m ³	2 unit	6 unit	4 unit
2	Excavator kedua	Kapasitas bucket minimal 0,80 m ³	2 unit	7 unit	5 unit
3	Excavator ketiga	Kapasitas bucket minimal 0,80 m ³	Tidak ada	2 unit	2 unit
3	Bulldozer	Lebar blade = 2,158 m Tinggi blade = 1,183 m	2 unit	4 unit	2 unit

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jumlah kebutuhan excavator pertama berjumlah 6 unit sehingga diperlukan tambahan untuk tahun 2030 sebanyak 4 unit. Sedangkan untuk excavator kedua diperlukan tambahan sebanyak 5 unit untuk tahun 2030. Excavator ketiga merupakan excavator tambahan yang diperlukan untuk membantu estafet sampah menuju lahan sel yang baru, sehingga di tahun 2030 diprediksikan terjadi peningkatan ketinggian sampah. Jumlah alat berat Bulldozer yang perlu ditambahkan sampai tahun 2030 sebanyak 2 unit.

4. KESIMPULAN

Kelayakan alat berat TPA ini bergantung pada volume sampah yang masuk dan jumlah alat berat yang bekerja. Adapun beberapa kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian:

1. Produktivitas alat berat untuk melayani sampah 1 truk dari hasil perhitungan diperoleh sebesar 72 – 86,4 m³/jam untuk excavator dan 144 m³/jam untuk bulldozer.
2. Dari hasil analisis, kelayakan jumlah alat berat TPA untuk saat ini belum sesuai dengan volume sampah yang masuk sehingga diperlukan tambahan alat berat berupa 2 unit excavator dengan kapasitas bucket minimal 0,8 m³.
3. Rekomendasi alat berat di TPA untuk 10 tahun kedepan berupa tambahan 11 unit excavator dengan kapasitas bucket minimal 0,8 m³ dan 2 unit bulldozer dengan lebar blade 2,158 m dan tinggi blade 1,183 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Ula, R. A., Prasetya, A., & Haryanto, I. (2021). Life Cycle Assessment (LCA) Pengelolaan Sampah di TPA Gunung Panggung Kabupaten Tuban, Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(2), 147-161.
- Ramadhani, R., Aminuddin, K. M., Randini, P., & Jimmyanto, H. (2020). IDENTIFIKASI SISTEM PENGANGKUTAN SAMPAH DI KECAMATAN ALANG-ALANG LEBAR KOTA PALEMBANG. *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, 7(1), 30-36.
- Jimmyanto, H., Zahri, I., Dahlan, M. H., & Putri, N. S. R. (2018). Evaluasi Sistem Pengelolaan Sampah Padat Domestik Di Kota Palembang Tahun 2017. *Demography Journal of Sriwijaya (DeJoS)*, 2(2), 1-7.
- Bahri, S., Rahim, I. R., & Mustari, A. S. ANALISA LIFE CYCLE COST (LCC) PENGADAAN ALAT BERAT DI TPA TAMANGAPA. *Univ. Hasanuddin*.
- Samin, S. (2021, January). PENENTUAN BIAYA OPERASIOANAL ALAT BERAT DI TEMPAT PEMROSESAN AKHIR SAMPAH KOTA. In *Prosiding SENTRA (Seminar Teknologi dan Rekayasa)* (No. 6, pp. 199-205).
- Aviva, D., Hidayat, H., & Mangkona, M. (2019). Optimasi Pemakaian Alat Berat untuk Pekerjaan Sanitary Landfill di TPA Samarinda. *Prosiding SENIATI*, 302-311.
- Handayani, E. (2017). Efisiensi Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Pembangunan TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) Desa AMD Kec. Muara Bulian Kab. Batanghari. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 15(3), 90-95.
- Aminuddin, A., Ramadhani, R., Randini, P., & Jimmyanto, H. (2020). ANALISIS WAKTU ANGKUT SAMPAH PADAT KHUSUSNYA DUMP TRUK PADA KAWASAN KECAMATAN ALANG-ALANG LEBAR KOTA PALEMBANG. *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, 6(2), 178-185.
- Putri, N. S. R., & Jimmyanto, H. (2016). Studi Timbulan Sampah Perumahan Dan Non Perumahan Di Kota Palembang. *Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 5(2).
- Phelia, A., & Damanhuri, E. (2019). Kajian Evaluasi Tpa Dan Analisis Biaya Manfaat Sistem Pengelolaan Sampah Di Tpa (Studi Kasus TPA Bakung Kota Bandar Lampung) Evaluation Of Landfill And Cost Benefit Analysis Waste Management System Landfill. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 25(2), 85-100.