

## Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Rencana Kegiatan *Landfill Mining* di TPA Manggar Kota Balikpapan

Herdian Dwimas<sup>1,\*</sup>, Ida Bagus Dharmawan<sup>1</sup>, Subur Mulyanto<sup>1</sup>, Yudi Kurniawan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Balikpapan, Jl. Soekarno-Hatta Km. 8 Balikpapan, 76129

\*herdiandwimas@poltekba.ac.id

Diterima: 18 12 2024

Direvisi: 20 12 2024

Disetujui: 13 01 2025

### ABSTRAK

*Landfill mining* adalah proses penggalian sampah yang tertimbun pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) yang bertujuan untuk melakukan daur ulang dan pemulihan lahan. Faktor utama yang mempengaruhi keberhasilan kegiatan *landfill mining* adalah tingkat produktivitas dari alat berat yang digunakan. Produktivitas alat berat mempengaruhi efisiensi dan biaya operasional. Proses *landfill mining* di TPA manggar diawali dengan mengekstraksi gas metana yang terbentuk akibat dekomposisi sampah, kemudian area kerja dibersihkan dengan mengangkat vegetasi dan pepohonan menggunakan alat berat. Tahapan selanjutnya adalah dengan melakukan pengupasan lapisan tanah penutup untuk membuka sampah yang tertimbun. Sampah kemudian disusun (*stockpile*) sebelum diangkut menggunakan truk ke fasilitas pengolahan. Kapasitas *bucket* dari PC 200-7 yang akan digunakan dalam rencana kegiatan ini adalah 0,5 m<sup>3</sup> dengan asumsi kapasitas efektif adalah sebesar 0,4 m<sup>3</sup>. Waktu siklus yang didapatkan dari penelitian ini adalah selama 20 detik per siklus, dengan jam kerja selama 8 jam per hari maka didapatkan dengan asumsi berat basah *landfill* 35% maka didapatkan besar produksi yang dihasilkan dari excavator adalah 46,656 m<sup>3</sup> per jam atau 373,248 m<sup>3</sup> per hari. Untuk Produktivitas *dumptruck* dengan nilai muatan 8,6 ton per unit maka hasil analisis untuk kebutuhan *dumptruck* adalah sebanyak 3 unit.

**Kata kunci:** Landfill mining, alat berat, produktivitas

### ABSTRACT

*Landfill mining* is the process of collecting waste that is piled up in a Final Disposal Site (TPA) which aims to recycle and restore the land. The main factor that influences the success of landfill mining activities is the level of productivity of the heavy equipment used. The productivity of heavy equipment affects efficiency and operational costs. The landfill mining process at the Manggar TPA begins with extracting methane gas formed due to waste decomposition, then the work area is cleaned by lifting vegetation and trees using heavy equipment. The next stage is to strip the topsoil to open the piled up waste. The waste is then arranged (*stockpile*) before being transported by truck to the processing facility. The bucket capacity of the PC 200-7 to be used in this activity plan is 0.5 m<sup>3</sup> with the assumption that the effective capacity is 0.4 m<sup>3</sup>. The cycle time obtained from this study is 20 seconds per cycle, with working hours of 8 hours per day, then it is obtained with the assumption of 35% wet landfill weight, then the amount of production produced by the excavator is 46,656 m<sup>3</sup> per hour or 373,248 m<sup>3</sup> per day. For dump truck productivity with a load value of 8.6 tons per unit, the analysis results for dump truck needs are 2 units.

**Keywords:** Landfill mining, heavy equipment, productivity

## PENDAHULUAN

*Landfill mining* merupakan alternatif solusi pengelolaan sampah yang berfokus pada pengurangan tumpukan sampah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) serta pemulihan material berharga melalui daur ulang. Di TPA Manggar Balikpapan, dengan volume sampah yang besar, memiliki potensi untuk menerapkan kegiatan ini guna mengurangi beban lingkungan dan meningkatkan pengelolaan sampah. Namun, keberhasilan *landfill mining* sangat bergantung pada produktivitas alat berat yang digunakan. Oleh karena itu, penting untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja alat berat dalam proses ini agar kegiatan lebih efektif dan efisien. Pemilihan TPA Manggar sebagai lokasi penelitian tidak lepas dari urgensi pengelolaan volume sampah yang semakin meningkat di Kota Balikpapan, yang dihadapkan juga pada permasalahan keterbatasan lahan. Aktivitas *landfill mining* diharapkan dapat mereduksi volume sampah serta memulihkan kembali lahan yang telah tertutup oleh tumpukan sampah. Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan sebuah analisis yang komprehensif terkait produktivitas alat berat yang digunakan dalam kegiatan *landfill mining*.

Kesalahan pada perhitungan unit alat berat dalam kegiatan pembukaan lahan dapat menyebabkan ketidakseimbangan dalam produktivitas untuk masing-masing unit. Hal ini tentunya dapat menghambat proses kegiatan yang sedang berjalan [1]. Tujuan penggunaan alat berat tentunya untuk memudahkan kegiatan konstruksi dalam skala yang besar dan tentu untuk mempermudah kerja manusia [2]. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas alat berat yaitu kapasitas unit, waktu siklus pekerjaan, dan efisiensi alat [3]. Penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa, pada pekerjaan kegiatan pengelolaan sampah efektivitas pekerjaan sangat dipengaruhi oleh jumlah alat berat dan waktu *shift* dari setiap unit yang dioperasikan. Sehingga dari penelitian tersebut, dinilai sangat penting untuk melakukan perencanaan dan manajemen alat berat untuk mengurangi antrian di TPA [4].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas alat berat yang digunakan dalam kegiatan *landfill mining* di TPA Manggar, Kota Balikpapan. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung kebutuhan unit alat berat yang akan digunakan pada kegiatan *landfill mining* sehingga seluruh kegiatan dapat berjalan dengan efektif dan efisien. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan sebuah kontribusi pengembangan teknologi dan manajemen operasional dalam kegiatan *landfill mining*, serta memberikan solusi yang aplikatif khususnya dalam pengelolaan sampah di Kota Balikpapan.

## METODE PENELITIAN

### Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan melakukan observasi lapangan dan wawancara langsung dengan personil di TPA. Observasi lapangan dilakukan untuk mengumpulkan data berupa waktu siklus kerja alat berat (waktu muat, angkut, bongkar, dan waktu jeda), volume material yang diangkut, dan jenis material yang diangkut [5]. Untuk wawancara langsung diperlukan untuk mengumpulkan data terkait kondisi alat berat (usia, kapasitas, dan perawatan), kendala operasional, dan mekanisme pekerjaan dari unit alat berat [6].

### Analisis Data

Untuk tahapan analisis data pada penelitian ini terbagi menjadi 2, yaitu perhitungan kebutuhan jumlah unit alat berat dan perhitungan produktivitas. Untuk perhitungan jumlah kebutuhan alat berat, menggunakan persamaan berikut ini:

$$N = \frac{\text{Target Harian}}{\frac{3600}{ct} \times q \times T} \tag{1}$$

Dimana:

- N = Jumlah kebutuhan unit alat berat
- ct = Cycle time (detik)
- q = Kapasitas alat berat per siklus (m<sup>3</sup>)
- T = Waktu operasional unit (jam)

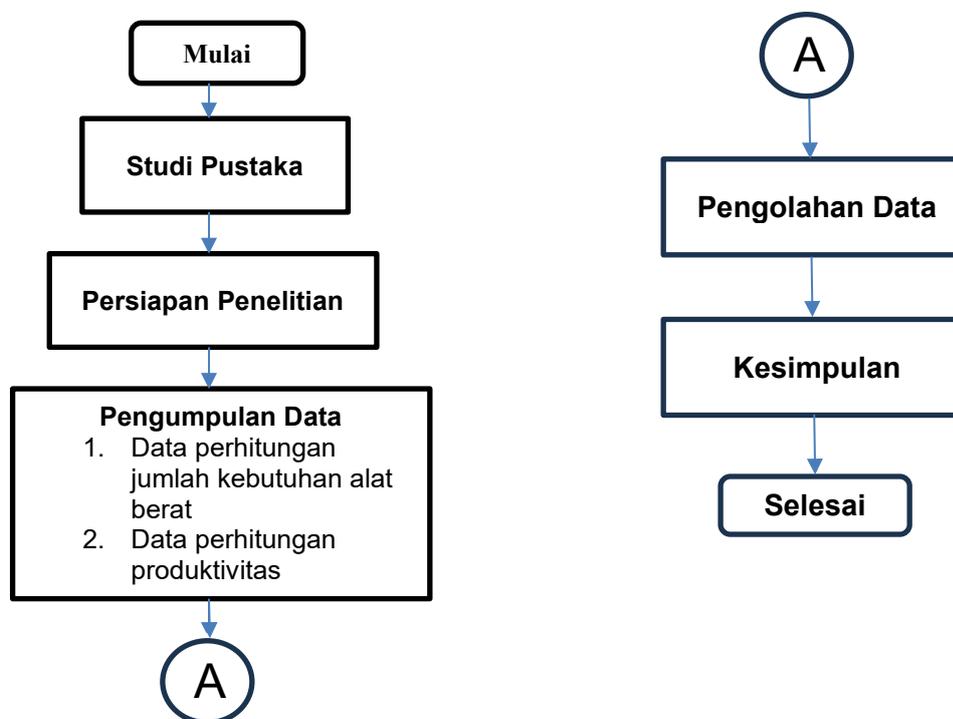
Untuk produktivitas alat berat menggunakan persamaan sebagai berikut [7]:

$$P = q \times N \times E \tag{2}$$

Dimana:

- P = Produktivitas alat berat (m<sup>3</sup>/jam atau ton/jam)
- q = Kapasitas alat berat per siklus (m<sup>3</sup> atau ton)
- N = Jumlah siklus per jam
- E = Efisiensi kerja alat berat (%)

Adapun diagram alir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



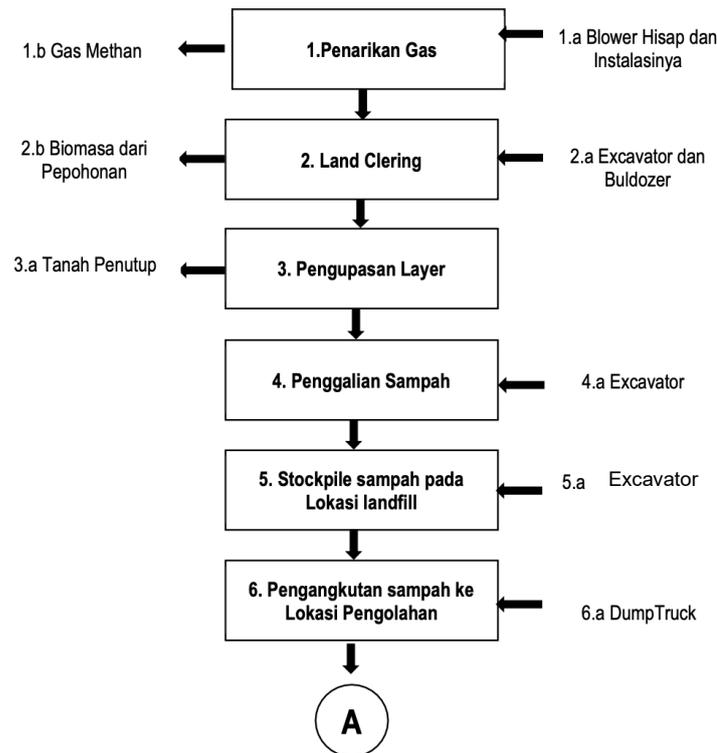
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian dimulai dengan melakukan studi pustaka terkait produktivitas unit alat berat pada pekerjaan *landfill mining* untuk selanjutnya dilakukan pengumpulan data terkait perhitungan jumlah kebutuhan alat berat dan perhitungan produktivitas kegiatan *landfill mining*. Setelah dilakukan pengolahan data, *output* penelitian adalah memberikan rekomendasi jumlah unit alat berat yang dibutuhkan untuk keseluruhan kegiatan *landfill mining*.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan wawancara di TPA Manggar Kota Balikpapan, diketahui bahwa kegiatan penambangan *landfill* melalui beberapa proses kegiatan seperti yang ditunjukkan pada

diagram berikut ini:



**Gambar 2.** Proses Kegiatan *Landfill Mining* TPA Manggar

Kegiatan diawali dengan melakukan penarikan gas metan dengan *blower* hisap, kemudian dilakukan pembersihan pada area kerja atau *land clearing*. Setelah itu dilakukan pengupasan lapisan tanah penutup yang berada di atas *landfill*, proses ini dilakukan dengan menggunakan *excavator*. Sampah yang telah tertimbun kemudian digali menggunakan *excavator*. Timbunan yang telah digali kemudian ditempatkan pada *stockpile* untuk kemudian dikondisikan sementara. Terakhir, sampah dari *stockpile* kemudian diangkut ke fasilitas menggunakan *dumptruck*.

1. Ekstraksi Gas Metana: Metana dari dekomposisi sampah diekstraksi menggunakan pipa dan *blower*, lalu dimanfaatkan sebagai energi untuk pembangkit listrik atau bahan bakar, sekaligus mengurangi risiko lingkungan akibat penumpukan gas.
2. Pembersihan Area (*Land Clearing*): Vegetasi dan pepohonan di atas *landfill* dibersihkan menggunakan alat berat seperti *buldozer*. Vegetasi yang terkumpul sering dimanfaatkan sebagai biomassa.
3. Pengupasan Tanah Penutup: Tanah yang menutupi *landfill* dikupas dengan *excavator* untuk membuka akses ke lapisan sampah.
4. Penggalian Sampah: Sampah digali dengan *excavator* atau *wheel loader*, kemudian dipisahkan berdasarkan jenis untuk memanfaatkan material daur ulang atau bernilai ekonomis.
5. Penampungan Sementara (*Stockpile*): Sampah yang telah digali ditempatkan di *stockpile* menggunakan *wheel loader* sebelum diangkut.
6. Pengangkutan Sampah ke Fasilitas Pengolahan: Sampah dari *stockpile* diangkut menggunakan truk ke fasilitas pengolahan untuk didaur ulang atau dikelola secara ramah lingkungan.

Berikut adalah spesifikasi untuk unit *excavator* dan *dumptruck* yang diproyeksikan akan digunakan pada kegiatan *landfill mining* TPA Manggar, Kota Balikpapan:

Tabel 1. Spesifikasi Alat Berat

<b>Komatsu PC-200</b>			
		<b>Nilai</b>	<b>Satuan</b>
Kapasitas Bucket	:	0,5	m <sup>3</sup>
Bobot	:	19300	kg
Daya	:	143	HP
Torsi	:	610	Nm
Model	:	Komatsu PC 200	-
<b>Dump Truck Mitsubishi Fuso 220 PS</b>			
		<b>Nilai</b>	<b>Satuan</b>
Daya	:	220	PS
Torsi	:	65	kgm
Beban Muatan	:	8,6	Ton
Kapasitas Bak	:	15,5	m <sup>3</sup>
<b>Komatsu D85</b>			
		<b>Nilai</b>	<b>Satuan</b>
Lebar Blade	:	2,6	m
Bobot	:	15620	kg
Daya	:	200	HP
Torsi	:	980	Nm
Model	:	Komatsu D85	-

Untuk kebutuhan *Bulldozer* jumlah kebutuhan alat tidak dilakukan perhitungan dikarenakan peruntukannya yang hanya untuk melakukan *land clearing*, sehingga total kebutuhan unit ditetapkan sebanyak 1 unit. *Excavator* komatsu PC 200 digunakan untuk menggali material di lokasi *landfill* dengan kapasitas *bucket* sebesar 0,4-0,5 m<sup>3</sup>. Faktor *bucket* yang digunakan adalah 0,8, sehingga kapasitas efektif per siklus penggalian adalah sebesar 0,4 m<sup>3</sup>. Waktu siklus yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

---

#### Waktu Per Aktivitas

Waktu Gali	:	10 detik
Waktu Putar	:	6 detik
Waktu Buang	:	4 detik
<b>Waktu Siklus</b>	:	<b>20 detik</b>

---

Maka apabila dihitung dengan persamaan (1) mendapatkan hasil:

$$N = \frac{\text{Target Harian}}{\frac{3600}{ct} \times q \times T}$$

$$N = \frac{350}{\frac{3600}{20} \times 0,4 \times 8} = 0,607 \text{ atau } 1, \text{ maka kebutuhan untuk unit } \textit{excavator} \text{ adalah sebanyak 1 unit.}$$

*Dump truck* Mitsubishi Fuso 220 PS digunakan untuk mengangkat material dari lokasi *landfill* dengan kapasitas bak 15,5 m<sup>3</sup> dan beban muatan maksimum 8,6 ton. Target pekerjaan harian adalah 576 ton (turunan dari produksi aktual *excavator*) dengan jam kerja efektif 8 jam. Dengan berat muatan yang perlu diangkut sebesar 44 ton per jam, *dump truck* ini dirancang untuk bekerja dengan siklus angkut rata-rata 6 kali per jam, di mana setiap siklus membutuhkan waktu tempuh sekitar 20 menit.

Berdasarkan kapasitas dan siklus kerjanya, dua unit dump truck dibutuhkan untuk memenuhi target pekerjaan harian. Penggunaan jumlah ini memastikan distribusi material berlangsung efisien dan sesuai jadwal, dengan mempertimbangkan kapasitas angkut, waktu siklus, dan kondisi operasional di lapangan. Berikut adalah perhitungan kebutuhan *dumptruck*:

Data Kebutuhan Jumlah *Dump Truck*

Beban muatan	: 8,6 ton
Target pekerjaan	: 576 ton (diambil dari aktual produksi Excavator $\frac{3600}{20} \times 0,4 \times 8$ ) = 576 ton
Jam kerja	: 8 jam
Waktu Siklus	: 20 menit

Maka apabila dihitung dengan persamaan (1) mendapatkan hasil:

$$N = \frac{\text{Target Harian}}{\frac{3600}{ct} \times q \times T}$$

$$N = \frac{576}{\frac{3600}{1200} \times 8,6 \times 8} = 2,79 \text{ atau } 3, \text{ maka kebutuhan untuk unit } \textit{dump truck} \text{ adalah sebanyak 3 unit.}$$

Untuk perhitungan produktivitas unit alat berat menggunakan persamaan (2) adalah sebagai berikut:

$$P = q \times N \times E$$

$$P = 0,5 \times 180 \times 0,8 = 72 \text{ m}^3/\text{jam} \text{ untuk unit } \textit{excavator} \text{ dan;}$$

$$P = 8,6 \times 3 \times 0,8 = 20,64 \text{ m}^3/\text{jam} \text{ untuk unit } \textit{dump truck}$$

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan maka dari penelitian ini diketahui bahwa jumlah kebutuhan unit *excavator* dan *dump truck* untuk kegiatan *landfill mining* di TPA Manggar Kota Balikpapan adalah sebanyak 1 unit *bulldozer*, 1 unit *excavator* dan 3 unit *dump truck*. Untuk produktivitas dari masing-masing unit adalah sebesar 72 m<sup>3</sup>/jam untuk unit *excavator* dan 20,64 m<sup>3</sup>/jam untuk unit *dump truck*. Dengan diterapkannya hasil penelitian ini, besar harapan kegiatan *landfill mining* di TPA Manggar Kota Balikpapan dapat berjalan dengan lancar.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan berkontribusi dalam penelitian ini. Terima kasih kepada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Balikpapan yang telah berkerjasama sehingga penelitian ini dapat terlaksana tanpa hambatan. Tidak lupa kami ucapkan terima kasih kepada Dinas Lingkungan Hidup Kota Balikpapan dalam hal ini pengelola TPA Manggar dan seluruh narasumber yang telah meluangkan waktu dan memberikan informasi yang bermanfaat dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. R. Hamidah, P. Ningrum, and R. Tisnawan, "Analisis Produktifitas Alat Berat pada Pekerjaan Timbunan Proyek Jalan Tol Padang-Sicincin STA.13+300-13+900," *Jurnal Aspirasi Teknik Sipil (ASPAL)*, vol. 1, no. 2, 2023, doi: 10.35438/aspal.v1i2.26.g11.
- [2] L. Darasena, I. Handayani, and O. Mahendra, "Metode Pekerjaan Galian Dan Produktivitas Alat Berat Pada Pembangunan Graving Dock," 2020. [Online]. Available:

- <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/tekniksipilJurnalTeknikSipil>
- [3] D. Febrianti, "Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan," 2017.
  - [4] A. Firda, Akhirini, and R. Permatasari, "Analisis Produktivitas Alat Berat dalam Pengelolaan Sampah di Kecamatan Sukarami Kota Palembang," *Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, vol. 13, no. 1, pp. 23–30, May 2024, doi: 10.35139/cantilever.v13i1.270.
  - [5] H. Sihasale, L. Leuhery, H. D. Titaley, J. T. Sipil, and P. N. Ambon, "Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pembangunan Marina Center Universitas Pattimura Tahap Ii Di Desa Hila," 2023.
  - [6] E. V Y Waney, S. Runtunuwu, D. Y. F Mandang, and K. A. C Lamia, "Analisis Produktivitas Alat Berat Dan Harga Satuan Pada Proyek Peningkatan Jalan Ruas Dalam Kota Airmadidi," *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, vol. 13, no. 1, pp. 1–14, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id>
  - [7] V. N. Marista, M. K. Lete, and M. Yuneta, "Analisa Produktivitas Alat Berat Wheel Loader Ditinjau Dari Pekerjaan Di Lapangan Dan Tabel Produktivitas," 2023.