

# ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN EFISIENSI PENGGUNAAN TIGA ALTERNATIF ALAT BERAT PEKERJAAN RIGID PAVEMENT JALAN TOL (Studi Kasus: Rest Area Seksi 3 Jalan Tol Sigli–Banda Aceh)

Muhammad Imran<sup>1\*</sup>, Zulfikar<sup>2</sup> Abdullah Irwansyah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jln. B. Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

<sup>1</sup>[muhammadimran024092003@gmail.com](mailto:muhammadimran024092003@gmail.com)

**Abstrak**— Penggunaan alat berat dalam konstruksi berperan penting untuk memperlancar pelaksanaan, mempermudah pekerjaan, dan mempercepat waktu penyelesaian proyek. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efisiensi dan produktivitas alat berat pada pekerjaan rigid pavement rest area seksi 3 Jalan Tol Sigli–Banda Aceh dengan membandingkan tiga alternatif, yaitu: (1) menganalisis dan membandingkan total biaya, (2) mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan setiap alternatif, serta (3) menentukan alternatif yang paling ekonomis dan optimal. Perhitungan dilakukan berdasarkan Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Kementerian PUPR No.01 Tahun 2022 dengan mempertimbangkan kapasitas produksi, biaya pasti, biaya operasional, dan efisiensi kerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Alternatif 1 lebih ekonomis untuk pekerjaan persiapan, dengan biaya timbunan hasil galian sebesar Rp1.504.058.330,00, lapis pondasi agregat kelas A (LPA) Rp291.552.219,00, dan lean concrete (LC) Rp1.288.776.563,00. Sementara itu, pekerjaan utama rigid pavement lebih efisien menggunakan Alternatif 3 dengan biaya Rp5.666.057.023,00. Secara total, Alternatif 1 menjadi opsi paling hemat dengan biaya Rp9.854.789.000,00 atau lebih rendah 1,28% dibandingkan Alternatif 2 dan 0,68% dibandingkan Alternatif 3. Secara teknis, Alternatif 1 unggul pada aspek biaya meskipun produktivitasnya lebih rendah, Alternatif 2 berada di posisi menengah dengan keseimbangan biaya dan produktivitas, sedangkan Alternatif 3 memiliki produktivitas tinggi meskipun biayanya lebih besar. Oleh karena itu, strategi terbaik adalah kombinasi penggunaan Alternatif 1 pada pekerjaan awal (timbunan, LPA, dan LC) serta Alternatif 3 pada pekerjaan inti rigid pavement. Kombinasi ini dinilai paling ekonomis dan optimal dari segi biaya, mutu, dan waktu pelaksanaan.

**Kata kunci**— alat berat, produktifitas, efesiensi.

**Abstract**— The use of heavy equipment in construction plays an important role in facilitating implementation, simplifying work, and accelerating project completion. This study aims to evaluate the efficiency and productivity of heavy equipment in rigid pavement work at the Rest Area Section 3 of the Sigli–Banda Aceh Toll Road by comparing three alternatives: (1) analyzing and comparing total costs, (2) identifying the advantages and disadvantages of each alternative, and (3) determining the most economical and optimal alternative for each type of work. The calculation was carried out based on the Unit Price Analysis (AHSP) of the Ministry of Public Works and Housing (PUPR) No.01 of 2022, considering production capacity, fixed costs, operating costs, and work efficiency. The results showed that Alternative 1 is more economical for preparatory works, with a cost of IDR 1,504,058,330.00 for excavation embankment, IDR 291,552,219.00 for aggregate base course class A (LPA), and IDR 1,288,776,563.00 for lean concrete (LC). Meanwhile, the main rigid pavement work is more efficient using Alternative 3, with a total cost of IDR 5,666,057,023.00. In total, Alternative 1 is the most cost-saving option with IDR 9,854,789,000.00, which is 1.28% lower than Alternative 2 and 0.68% lower than Alternative 3. Technically, Alternative 1 excels in cost aspects despite lower productivity, Alternative 2 is in a moderate position with a balance between cost and productivity, while Alternative 3 offers higher productivity although with greater costs. Therefore, the best strategy is to apply Alternative 1 for preparatory works (excavation, LPA, and LC) and Alternative 3 for the main rigid pavement work, making this combination the most economical and optimal in terms of cost, quality, and project duration.

**Keywords**— heavy equipment, productivity, efficiency.

## I. PENDAHULUAN

Dalam pelaksanaan pekerjaan perkerasan kaku pada proyek ini, penggunaan alat berat memegang peran vital pada setiap tahapan konstruksi, mulai dari pekerjaan tanah hingga pengecoran beton. Pemilihan alat berat tidak semata-mata berdasarkan kecocokan teknis, tetapi juga harus mempertimbangkan aspek biaya, efisiensi waktu, dan kondisi lapangan. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan tiga alternatif kombinasi alat berat yang digunakan dalam pekerjaan rigid pavement untuk dianalisis serta dibandingkan dari segi biaya dan efisiensi. Proyek pembangunan tempat istirahat dan pelayanan (TIP) pada jalan tol Sigli – Banda Aceh merupakan bagian dari peningkatan sarana penunjang transportasi yang dilaksanakan oleh kontraktor utama PT. Adhi Karya (Persero) Tbk. Proyek ini berdasarkan kontrak nomor PJT/FE.2654E/S.Perj.221/X/2023 tertanggal 27 Oktober 2023, dengan nilai kontrak sebesar Rp323.511.401.251,53 (Ex. PPN 10%).

Lokasi pekerjaan terletak pada titik Sta 37<sup>+200</sup>, dengan lingkup pekerjaan meliputi pembangunan TIP. Dalam pekerjaan pembangunan tersebut, khususnya pada pekerjaan rigid pavement, digunakan sejumlah alat berat seperti excavator, dump truck, motor grader, vibratory roller, water tank truck, truck mixer dan concrete vibrator. Tujuan utama dari pekerjaan ini adalah menciptakan perkerasan jalan yang kuat, awet, dan mampu menopang beban kendaraan berat, khususnya pada area parkir serta jalur utama kendaraan yang masuk ke dalam rest area. Penggunaan alat berat disesuaikan dengan tahapan konstruksi, mulai dari proses penggalian, perataan tanah, pemadatan, hingga pengecoran beton.

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah 1) Berapa perbandingan total biaya pekerjaan rigid pavement rest area Seksi 3 pada jalan tol Sigli–Banda Aceh dengan menggunakan tiga alternatif alat berat. 2) Apa kelebihan dan kekurangan dari tiga alternatif alat berat yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan rigid pavement. 3) Alternatif alat berat mana yang

paling ekonomis dan optimal untuk digunakan pada masing-masing tahap pekerjaan *rigid pavement* berdasarkan aspek biaya dan efisiensi

Adapun lingkup penelitian ini adalah alat berat yang dihitung berupa perbandingan total harga pada pekerjaan proyek preservasi *rest area* seksi 3 jalan tol Sigli–Banda Aceh, pemilihan alat berat yang akan digunakan pada pekerjaan *rigid pavement* pada proyek ini dan pemilihan alternatif alat berat pada pekerjaan timbunan hasil galian, pekerjaan lapis pondasi agregrat kelas A, pekerjaan *lean concrete* (LC) dan pekerjaan *rigid pavement*.

**A. Alat Berat**

Menurut Muhammad Maulana Akbar Sidiq, (2022) menyatakan bahwa dalam perencanaan proyek yang melibatkan penggunaan alat berat, terdapat beberapa aspek penting yang harus diperhatikan, salah satunya adalah perhitungan kapasitas produksi alat. Perhitungan ini mencakup kapasitas teoritis dan efisiensi kerja alat di lokasi proyek (job site). Dengan memahami faktor-faktor tersebut, estimasi waktu penyelesaian pekerjaan dapat dilakukan secara lebih akurat, yang pada akhirnya mendukung kelancaran dan efektivitas pelaksanaan proyek.

**B. Manajemen Alat Berat**

Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi yang menggunakan sistem mekanisasi dengan alat berat, salah satu aspek krusial yang harus diperhatikan adalah perhitungan kapasitas produksi alat. Hal ini bertujuan untuk memperoleh estimasi yang sesuai dengan kebutuhan proyek, sekaligus memastikan bahwa pemilihan jenis dan jumlah alat berat dapat menunjang efisiensi dan kelancaran pelaksanaan pekerjaan. Selain aspek perencanaan, pada tahap operasional juga dibutuhkan manajemen alat berat yang efektif, agar produktivitas dapat dioptimalkan dengan biaya operasional yang minimal.

Pengelolaan ini sangat penting mengingat investasi untuk pengadaan alat berat cukup besar, sehingga harus mampu memberikan keuntungan maksimal serta memperpanjang umur pakai alat secara optimal. Dengan penerapan manajemen alat berat yang baik mulai dari perencanaan, pengoperasian, hingga pemeliharaan perusahaan dapat meningkatkan efisiensi kerja, mengurangi risiko kerusakan, serta memastikan pengembalian investasi secara optimal (Badaruddin et al., 2022).

**C. Produktifitas dan Efisiensi Alat Berat**

Kapasitas produksi alat berat mengacu pada volume pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh alat tersebut dalam satuan waktu tertentu, seperti per jam atau per hari. Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas ini meliputi kapasitas alat itu sendiri, waktu siklus operasi, kondisi lapangan, dan efisiensi kerja. Pemahaman yang tepat mengenai kapasitas produksi sangat penting untuk perencanaan proyek yang efektif, pengendalian biaya, dan penjadwalan yang akurat. (Supit, 2020).

Produktivitas alat berat diukur berdasarkan kemampuan alat dalam menyelesaikan pekerjaan dalam satuan waktu

(m<sup>3</sup>/jam). Alat berat memiliki peran penting dalam proyek konstruksi berskala besar. Produktivitas alat dipengaruhi oleh kapasitas alat, waktu siklus, dan efisiensi kerja. Dalam proses pemindahan material, siklus kerja merupakan aktivitas yang dilakukan secara berulang. Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus disebut waktu siklus, yang terdiri dari beberapa komponen.

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{\text{CT}} \times \text{Efisiensi} \tag{1}$$

Secara umum, waktu siklus alat biasanya dinyatakan dalam satuan menit, sedangkan produktivitas alat dihitung dalam satuan produksi per jam. Oleh karena itu, diperlukan konversi dari menit ke jam agar perhitungan menjadi konsisten. Jika faktor efisiensi alat turut diperhitungkan, maka rumus produktivitas alat akan mengalami penyesuaian sesuai dengan faktor tersebut.

Keterangan:

Efisiensi = Persentase waktu alat benar-benar bekerja secara efektif dalam kondisi lapangan (misalnya, 0,83 berarti alat bekerja secara efektif selama 83% dari waktu kerja total).

CT = (*Cycle Time*) waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus kerja, termasuk proses muat, angkut, bongkar, dan kembali ke posisi awal.

Pemilihan alat berat dilakukan pada tahap perencanaan, dimana jenis, jumlah, dan kapasitas alat merupakan faktor-faktor penentu. Tidak setiap alat berat dapat dipakai untuk setiap proyek konstruksi, oleh karena itu pemilihan alat berat sangatlah diperlukan. Apabila terjadi kesalahan dalam pemilihan alat berat maka akan terjadi keterlambatan di dalam pelaksanaan, biaya proyek yang membengkak, dan hasil yang tidak sesuai dengan rencana. Berikut beberapa faktor dalam penentuan efisiensi kerja alat.

**D. Dasar Pemilihan Alternatif Alat Berat**

Penggunaan alat berat dalam pekerjaan ini akan dianalisis untuk setiap alternatif berdasarkan perhitungan dalam Analisa alat. Setiap opsi akan dievaluasi dengan mempertimbangkan efisiensi, biaya, serta waktu pelaksanaan. Setelah itu, akan dipilih alternatif yang paling optimal untuk digunakan dalam pekerjaan *rigid pavement*, sehingga proses konstruksi dapat berjalan dengan lebih efektif, ekonomis, dan tepat waktu.

Untuk menentukan alternatif terbaik dalam pekerjaan ini, perlu mempertimbangkan kondisi alat, termasuk faktor efisiensi, biaya bahan bakar, biaya pelumas, serta biaya perawatan mesin pada masing-masing alat. Biaya kepemilikan dan operasional per jam dapat dihitung menggunakan rumus berikut: (Nugraha et al., 2017).

**1) Biaya pasti perjam kerja.**

Nilai sisa alat dihitung berdasarkan persamaan:

$$C = 10\% \times B \text{ (Rupiah)} \tag{2}$$

Keterangan:

C = Nilai sisa Alat (Rupiah)

B = Harga Alat (Rupiah)

Faktor angsuran modal dihitung berdasarkan persamaan:

$$D = \frac{ix(1+i)^A}{(1+i)^A - 1} \quad (3)$$

Keterangan:

I = tingkat suku bunga per tahun (% per tahun)

D = faktor angsuran modal

A = umur alat (tahun)

Biaya pengembalian modal dihitung berdasarkan persamaan:

$$e1 = \frac{(B-C)xD}{W} \quad (4)$$

Keterangan:

e1 = biaya pengembalian modal (Rupiah)

B = harga alat (Rupiah)

C = nilai sisa alat (Rupiah)

D = faktor angsuran modal

W = jam kerja 1 tahun (jam)

Biaya asuransi, dll dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$e2 = \frac{(0,002xB)}{W} \quad (5)$$

Keterangan:

e2 = asuransi, dll (Rupiah)

B = harga alat (Rupiah)

W = jam kerja 1 tahun (jam)

Setelah melihat rumus persamaan diatas dapat disimpulkan bahwa,

$$Biaya\ pasti\ perjam = biaya\ pengembalian\ modal + Asurans \quad (6)$$

## 2) Biaya operasi perjam kerja

a. Biaya bahan bakar dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$A = (0,10\% - 0,12\%) \times Pw \times Ms \text{ (Rupiah)} \quad (7)$$

Keterangan:

Pw = Tenaga alat (HP)

Ms = Bahan bakar solar (Liter)

b. Biaya pelumas dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$I = (0,25\% - 0,35\% \text{ ltr/HP/jam}) \times Pw \times Mp \text{ (rupiah)} \quad (8)$$

Keterangan:

Pw = Tenaga alat (HP)

Mp = Minyak pelumas (Liter)

c. Biaya perawatan dan perbaikan dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$K = \frac{(6,4\% - 9\%)xB}{W} \quad (9)$$

Keterangan:

B = Harga alat

W = Jam operasi dalam 1 tahun

d. Biaya operator dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$L = (1 \text{ org/jam}) \times U1 \text{ (Rupiah)} \quad (10)$$

Keterangan:

U1 = Upah operator/supir

e. Biaya pembantu operator dapat dihitung berdasarkan persamaan:

$$M = (1 \text{ org/jam}) \times U2 \text{ (Rupiah)} \quad (11)$$

Keterangan:

U2 = Upah pembantu operator/supir

3) *Biaya operasi perjam kerja = (a+b+c+d+e) Rupiah*

Setelah melihat rumus persamaan diatas dapat disimpulkan bahwa, *Total biaya sewa*

$$alat\ perjam\ (S) = Biaya\ pasti\ perjam + Biaya\ operasi\ perjam\ kerja \quad (12)$$

Setelah semua biaya disesuaikan dengan data masing-masing alat, hasil perhitungan akan menunjukkan alat yang paling sesuai untuk digunakan pada setiap item pekerjaan. Persamaan di atas digunakan untuk menghitung efisiensi, waktu, dan biaya operasional per jam kerja alat.

## E. Penggunaan Alat Berat pada Kontruksi Jalan

Dalam pembangunan *rest area* seksi 3 jalan tol sigli – banda aceh, alat berat memiliki peran vital dalam meningkatkan efisiensi, akurasi, dan kecepatan pekerjaan. Berbagai jenis alat berat, seperti *excavator, motor grader, vibro roller, water tank truck, dan truck mixer, concrete vibrator*. dimanfaatkan dalam berbagai tahap konstruksi, mulai dari penggalian, perataan, pemadatan, hingga pengecoran beton.

### 1) Excavator

*Excavator* merupakan jenis alat berat yang umum digunakan dalam proyek konstruksi, pertambangan, dan pekerjaan tanah. Alat ini dibuat untuk melakukan penggalian, pengangkutan, serta pemindahan material seperti tanah, batu, pasir, maupun puing konstruksi.

$$Q = \frac{V \times Fa \text{ EXC} \times Fb \times 60}{Ts \times Fv} = v \times Fb \times Fa \quad (13)$$

### 2) Dump Truck

Kendaraan besar yang berfungsi untuk mengangkut serta menurunkan material seperti tanah, pasir, kerikil, batu, atau puing bangunan. Kendaraan ini memiliki bak yang dilengkapi dengan sistem hidrolik, memungkinkan muatan ditumpahkan dengan lebih mudah.

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{Bl \times Ts} = \quad (14)$$

### 3) Motor Grader

*Motor grader* merupakan alat berat yang berfungsi untuk meratakan permukaan tanah dengan tingkat ketelitian yang tinggi. Alat ini dilengkapi dengan bilah panjang (*blade*) yang

dapat diatur untuk membentuk kemiringan atau memperhalus permukaan jalan.

$$Q_3 = \frac{L_n \times \{N \times (b - b_0) + b_0\} \times F_a \times 60 \times t}{N \times n \times T_s \times F_k} \quad (15)$$

4) *Vibratory Roller*

*Vibratory roller* merupakan alat berat yang berfungsi untuk memadatkan tanah, aspal, atau material granular dalam proyek pembangunan jalan dan infrastruktur. Alat ini mengombinasikan beban statis dengan getaran (*vibrasi*) guna meningkatkan kepadatan material, sehingga menciptakan permukaan yang lebih kuat dan stabil.

$$Q = \frac{\{N(b - b_0) + b_0\} \times v \times 1000 \times F_a \times t}{N \times n} \quad (16)$$

5) *Water Tank Truck*

*Water tank truck* adalah kendaraan berat dengan tangki besar yang digunakan dalam konstruksi jalan untuk mengendalikan debu, menjaga kelembaban, dan mendukung pemadatan tanah.

$$Q = \frac{P_a \times F_a \times 60}{W_c \times 1000} \quad (17)$$

6) *Truck Mixer*

Pada *truck mixer* dalam proyek konstruksi beton bergantung pada efisiensi kerja alat serta durasi siklus operasionalnya. Siklus operasi (*cycle time*) mencakup waktu yang dibutuhkan untuk proses pemuatan, transportasi, menunggu, dan pembongkaran beton.

$$P = \{(60 \times Et) / Cmt\} \times M \quad (18)$$

7) *Batching Plant*

*Batching plant (Concrete Pan Mixer)* merupakan perangkat atau fasilitas yang berfungsi mencampur bahan utama beton, seperti semen, air, agregat (pasir dan kerikil), serta bahan tambahan lainnya secara mekanis untuk menghasilkan campuran beton yang merata dan sesuai dengan standar kualitas proyek.

$$Q = \frac{V \times F_a \times 60}{1000 \times T_s} \quad (19)$$

8) *Concrete Vibrator*

*Concrete vibrator* adalah alat yang digunakan untuk memadatkan beton segar saat proses pengecoran, agar beton menjadi lebih padat, kuat, dan bebas dari rongga udara.

$$Q_1 = v \times F_a \quad (20)$$

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada pembangunan jalan tol sumatera ruas Sigli – Banda Aceh / seksi 3 STA 37<sup>+200</sup>. Ada tiga metode yang digunakan dalam proses penelitian ini, ketiga metode tersebut adalah menghitung efisiensi dan produktifitas alat berat, menganalisis kelebihan dan kekurangan alat berat dan memilih alat berat yang digunakan pada pekerjaan rigid

pavement. Dari ketiga metode tersebut dihitung menggunakan Software Microsoft Excel 2019. Berikut peta lokasi proyek dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 3. 1 Peta Lokasi Proyek

Pada penelitian ini ada beberapa data yang diambil, baik itu data dari lapangan ataupun data yang diambil dari sumber tertentu. Adapun data tersebut terbagi menjadi dua bagian yaitu data sekunder dibawah ini:

A. *Metode Pengumpulan Data*

1) *Data Sekunder*

Data sekunder merupakan data pendukung yang dipakai dalam penelitian ini. Data sekunder terdiri dari permen PUPR No. 1 tahun 2022 dan data alat berat yang digunakan oleh Kontraktor Pelaksana PT. Adhi Karya (Persero) Tbk.

Terdapat 3 perbandingan alternatif alat berat yang akan dihitung dalam penelitian ini, berikut pada tabel 1 yaitu alat berat yang digunakan di lapangan.

Tabel 1. Alternatif 1 (Data Lapangan)

No.	Nama Alat Berat	Tipe/Merk Alat	Kapasitas	Tenaga Mesin	Kondisi Alat	Efisiensi Kerja Alat	Harga Alat
1	Excavator	Komatsu PC200	0,8 m <sup>3</sup>	140 HP	Second/Sedang	0,78	Rp 700.000.000,00
2	Dump Truck	Mitsubishi Fuso	10 Ton	150 HP	Second/Sedang	0,78	Rp 400.000.000,00
3	Motor Grader	CAT 120 H	13700	140 HP	Second/Sedang	0,78	Rp 450.000.000,00
4	Vibro Roller	Dynapac CA250	10,5 Ton	102 HP	Second/Sedang	0,78	Rp 660.000.000,00
5	Water Tank Truck	Mitsubishi Fuso	5000 Liter	108 HP	Second/Sedang	0,78	Rp 170.000.000,00
6	Truck Mixer	HINO 500 FM 260	8 m <sup>3</sup>	256 HP	Second/Sedang	0,78	Rp 1.300.000.000,00
7	Batching Plant	BHS	90 m <sup>3</sup>	225 HP	Second/Sedang	0,78	Rp 3.100.000.000,00
8	Concrete Vibrator	GX160	25 m <sup>3</sup>	5,5 HP	Second/Sedang	0,78	Rp 6.000.000,00

Sumber: proyek preservasi Pembangunan Tempat Istirahat dan Pelayanan Jalan Tol Sibanceh)

Alternatif 2 menggunakan alat berat yang dimodifikasi dari berbagai sumber dengan kondisi alat second atau memiliki faktor efisiensi alat yang lebih bagus dari alternatif 1, yang dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Alternatif 2 (Perencanaan 1)

No.	Nama Alat Berat	Tipe/Merk Alat	Kapasitas	Tenaga Mesin	Kondisi Alat	Efisiensi Kerja Alat	Harga Alat
1	Excavator	Komatsu PC200	0,8 m <sup>3</sup>	145 HP	Second/Baik	0,81	Rp 1.000.000.000,00
2	Dump Truck	Mitsubishi Fuso	10 ton	220 HP	Second/Baik	0,81	Rp 700.000.000,00
3	Motor Grader	Mitsubishi CAT 120 H	13700	145 HP	Second/Baik	0,81	Rp 600.000.000,00
4	Vibro Roller	Dynapac CA250	10,5 Ton	103 HP	Second/Baik	0,81	Rp 990.000.000,00
5	Water Tank Truck	Mitsubishi Fuso	5000 liter	134 HP	Second/Baik	0,81	Rp 280.000.000,00
6	Truck Mixer	HINO 500 FM 260	8 m <sup>3</sup>	256 HP	Second/Baik	0,81	Rp 1.350.000.000,00
7	Batching Plant	BHS	90 m <sup>3</sup>	240 HP	Second/Baik	0,81	Rp 3.400.000.000,00
8	Concrete Vibrator	GX160	30 m <sup>3</sup>	5,5 HP	Second/Baik	0,81	Rp 6.500.000,00

Sumber: (<https://www.indotrading.com/>, n.d.)

Pada alat berat alternatif 3 yang digunakan untuk perbandingan pada penelitian ini menggunakan alat berat dengan kondisi baru. Berikut dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Alternatif 3 (Perencanaan 2)

No.	Nama Alat Berat	Tipe/Merk Alat	Kapasitas	Tenaga Mesin	Kondisi Alat	Efisiensi Kerja Alat	Harga Alat
1	Excavator	Komatsu PC200	1,0 m <sup>3</sup>	148 HP	Baru/Baik Sekali	0,83	Rp 1.800.000.000,00
2	Dump Truck	Mitsubishi Fuso	10 ton	226 HP	Baru/Baik Sekali	0,83	Rp 1.227.000.000,00
3	Motor Grader	Mitsubishi CAT 120 H	13700	150 HP	Baru/Baik Sekali	0,83	Rp 1.200.000.000,00
4	Vibro Roller	Dynapac CA250	10,5 ton	103 HP	Baru/Baik Sekali	0,83	Rp 1.000.000.000,00
5	Water Tank Truck	Mitsubishi Fuso	5.400 liter	148 HP	Baru/Baik Sekali	0,83	Rp 350.000.000,00
6	Truck Mixer	HINO 500 FM 260	8 m <sup>3</sup>	260 HP	Baru/Baik Sekali	0,83	Rp 1.400.000.000,00
7	Batching Plant	BHS	90 m <sup>3</sup>	260 HP	Baru/Baik Sekali	0,83	Rp 3.800.000.000,00
8	Concrete Vibrator	GX160	35 m <sup>3</sup>	5,5 HP	Baru/Baik Sekali	0,83	Rp 7.200.000,00

Sumber: (<https://www.indotrading.com/>, n.d.)

Dari ketiga alternatif di atas alat berat yang digunakan pada pekerjaan *rigid pavement* pada proyek ini diantaranya adalah *excavator, dump truck, motor grader, vibratory roller, water tank truck, truck mixer dan concrete vibrator.*

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari perbandingan alternatif penggunaan alat berat pada pekerjaan *rigid pavement* proyek pada pembangunan jalan tol sumatera ruas Sigli – Banda Aceh / Seksi 3 STA 37<sup>+200</sup>, yang meliputi dari: Pada pekerjaan timbunan hasil galian, pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A, pekerjaan *lean concrete* (LC) dan pekerjaan *rigid pavement*.

Tabel 4. Hasil Analisa Perbandingan Alternatif Alat Berat

NO	JENIS PEKERJAAN	ALTERNATIF	HARGA SATUAN PEKERJAAN		HARGA TOTAL PEKERJAAN
			Rp	Rp	
1.	Pekerjaan Timbunan Hasil Galian	Alternatif 1	Rp 176.963,87	Rp	1.504.058.330
		Alternatif 2	Rp 179.019,92	Rp	1.521.533.156
		Alternatif 3	Rp 177.903,77	Rp	1.512.046.707
2.	Pekerjaan Lapis pondasi agregat kelas A	Alternatif 1	Rp 457.241,45	Rp	291.552.219
		Alternatif 2	Rp 457.857,55	Rp	291.945.064
		Alternatif 3	Rp 458.197,40	Rp	292.161.763
3.	Pekerjaan Lean Concret (LC)	Alternatif 1	Rp 3.445.667,38	Rp	1.288.776.563
		Alternatif 2	Rp 3.928.397,86	Rp	1.469.331.344
		Alternatif 3	Rp 3.926.699,53	Rp	1.468.696.120
4.	Pekerjaan Rigid Pavement	Alternatif 1	Rp 5.163.155,96	Rp	5.793.801.360
		Alternatif 2	Rp 5.087.991,53	Rp	5.709.456.085
		Alternatif 3	Rp 5.049.316,38	Rp	5.666.057.023

Untuk pekerjaan timbunan, alternatif 1 memberikan biaya terendah yaitu Rp1.504.058.330. Pada pekerjaan LPA, biaya terendah juga dihasilkan oleh alternatif 1 sebesar

Rp291.552.330. Pekerjaan *lean concrete* (LC) kembali menunjukkan bahwa alternatif 1 lebih hemat dengan biaya Rp1.288.776.563. Sementara itu, pada pekerjaan rigid pavement, biaya terendah diperoleh dari alternatif 3 yaitu Rp5.666.057.023. Dengan demikian, alternatif 1 lebih unggul untuk pekerjaan awal hingga lapisan dasar, sedangkan alternatif 3 lebih efisien untuk pekerjaan utama *rigid pavement*.

Analisis kelebihan dan kekurangan tiga alternatif alat berat menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam efektivitas penggunaan pada pekerjaan rigid pavement. Alternatif 1 lebih ekonomis karena biaya sewa rendah sehingga total biaya pekerjaan timbunan, lapis pondasi agregat kelas A (LPA), dan *lean concrete* menjadi lebih murah, namun produktivitas rendah sehingga durasi pekerjaan lebih lama serta biaya operasional per jam relatif tinggi. Alternatif 2 berada pada posisi menengah dengan keseimbangan antara biaya dan produktivitas, tetapi tidak memiliki keunggulan dominan sehingga hanya berfungsi sebagai pilihan kompromi.

Sementara itu, alternatif 3 paling optimal dari sisi produktivitas karena kapasitas kerja lebih besar dan mampu mempercepat pekerjaan rigid pavement yang membutuhkan kecepatan, kontinuitas, dan presisi, meskipun fixed cost dan biaya operasional lebih tinggi. Dengan demikian, pemilihan alternatif alat berat harus mempertimbangkan keseimbangan antara aspek biaya, produktivitas, dan efisiensi kerja sesuai karakteristik setiap item pekerjaan.

### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada Bab IV mengenai perbandingan biaya dan efisiensi penggunaan tiga alternatif alat berat pada pekerjaan rigid pavement di proyek rest area seksi 3 jalan tol Sigli–Banda Aceh, maka diperoleh simpulan sebagai berikut:

1. Pada pekerjaan timbunan hasil galian tanah (Timbunan), pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A dan pekerjaan *lean concrete* (LC) dipilih alternatif 1, masing – masing total harga pekerjaannya sebesar Rp1.504.058.330,00 (satu miliar limaratus empat juta lima puluh delapan ribu tiga ratus tiga puluh rupiah), Rp291.552.330,00 (dua ratus sembilan puluh satu juta lima ratus lima puluh dua ribu tiga ratus tiga puluh rupiah) dan Rp1.288.776.563,00 (satu miliar dua ratus delapan puluh delapan juta tujuh ratus tujuh puluh enam ribu lima ratus enam puluh tiga rupiah). Pada pekerjaan *rigid pavement* dipilih alternatif 3, total harga pekerjaannya sebesar Rp5.666.057.023,00 (lima miliar enam ratus enam puluh enam juta lima puluh tujuh ribu dua puluh tiga rupiah). Dari hasil analisis keseluruhan total biaya menunjukkan bahwa alternatif 1 merupakan pilihan paling ekonomis dengan total pengeluaran Rp9.854.789.000,00. Nilai ini lebih rendah dibandingkan dengan alternatif 2 sebesar Rp9.981.414.000,00 dan alternatif 3 sebesar Rp9.922.247.000,00. Jika dihitung selisihnya, biaya alternatif 1 lebih hemat sekitar 1,28% dibandingkan alternatif 2, dan lebih rendah sekitar 0,68% dibanding alternatif 3.
2. Analisis yang dilakukan menunjukkan kelebihan dan kekurangan pada setiap alternatif alat berat memiliki sisi

keunggulan dan kelemahan dalam mendukung pekerjaan rigid pavement. Alternatif 1 lebih ekonomis karena biaya sewanya rendah, namun produktivitasnya lebih kecil sehingga waktu penyelesaian pekerjaan cenderung lebih panjang. Alternatif 2 berada pada posisi menengah dengan keseimbangan antara biaya dan produktivitas, tetapi tidak memberikan kelebihan yang lebih menonjol dibandingkan alternatif lainnya sehingga dapat dikategorikan sebagai pilihan netral. Sementara itu, alternatif 3 memiliki tingkat produktivitas paling tinggi dan dinilai lebih sesuai untuk pekerjaan utama yang memerlukan kecepatan pelaksanaan serta ketepatan mutu beton *rigid pavement*.

3. Dari hasil perbandingan total biaya dan efisiensi kerja, alternatif 1 dapat dikatakan paling ekonomis untuk tahap persiapan seperti timbunan hasil galian, lapis pondasi agregat kelas A (LPA), dan lean concrete karena mampu menekan biaya proyek meskipun produktivitas alat lebih rendah. Sementara itu, alternatif 3 menjadi pilihan yang paling optimal pada pekerjaan utama *rigid pavement* karena memiliki kapasitas produksi lebih besar dengan produktivitas tinggi, sehingga mendukung percepatan pelaksanaan sekaligus menjaga mutu konstruksi. Dengan demikian, strategi terbaik adalah menerapkan kombinasi alternatif 1 dan alternatif 3, di mana alternatif 1 difokuskan pada pekerjaan persiapan yang menuntut efisiensi biaya, sedangkan alternatif 3 digunakan pada pekerjaan utama yang membutuhkan efektivitas, kecepatan, dan kualitas hasil pekerjaan.

#### REFERENSI

- [1] Akbar, W. A. (2018). Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Pabrik Dwi Novi Setiawati Begitu Pula Proyek Pembangunan Pabrik. Warid AlfatihAkbar,14,63–65. <https://doi.org/10.15900/j.cnki.zylf1995.2018.02.001>
- [2] Badaruddin, S., Putra, D. Y., Putra, I. D., & Asri, A. A. (2022). Analisis Pemilihan Alat Berat pada Pekerjaan Timbunan ( Studi Kasus : Proyek Pembangunan Bendungan Utama Pamukkulu , Kab . Takalar ) Analysis of Heavy Equipment Selection on Stockpiling Work ( Case. 2(2).
- [3] Diasa, I. W., Ardana, P. D. H., & Erawan, I. M. P. (2021). Alternatif Pemilihan Kombinasi Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi. I Wayan Diasa, 13(01), 74–83. <http://www.ojs.unr.ac.id/index.php/teknikgradien>
- [4] <https://www.indotrading.com/>. (n.d.). No Title. Indotrading. (2009). Diakses Pada 12 April 2023 Dari <https://www.Indotrading.Com/>.
- [5] Maddeppungeng, A. (2013). Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Pabrik Dwi Novi Setiawati Begitu Pula Proyek Pembangunan Pabrik. 91–103.
- [6] Muhammad Maulana Akbar Sidiq. (2022). Analisis Pemilihan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian dan Timbunan. Akbar Sidiq, 15(1), 1–13. <https://doi.org/10.56444/jts.v15i1.32>
- [7] Nugraha, D., Iriana, R. T., & Djuniati, S. (2017). Analisis Biaya Dan Produktivitas Pemakaian Alat Berat Pada Kegiatan Pembangunan Jalan Akses Siak IV Pekanbaru. Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau, 5(1), 1–10.
- [8] PUPR no 1 Tahun (2022). (n.d.). Peraturan Menteri PUPR no 1 tahun 2022 Tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 95–140.
- [9] Purwanto. (2022). Sugeng Purwanto 1 , Jeply Murdiaman Guci 2 , Nindi Handayani Putri 3 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang Jl. Perintis Kemerdekaan I No.33 Cikokol Tangerang \*. 1(2).
- [10] Supit, D. D. (2020). Analisa Produktivitas Dan Efisiensi Alat Berat Untuk Pekerjaan - Menentukan Produktivitas Dan Efisiensi Penggunaan Alat Berat Untuk Pekerjaan Tanah Dan Perkerasan Berbutir Tersebut Di Atas . - Mengetahui jumlah alat berat yang dibutuhkan pada pekerjaan te. DynamicSainT, V(1), 906–917.
- [11] Utama Dewi, S., & Hendi Jaya, F. (2019). Produktivitas Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Jalan Tol Trans Sumatera (Studi Kasus : Paket III Kota Baru-Metro STA 102+775-103+225). Sari Utama Dewi, 8(2), 162–169.
- [12] Warka, I. G. P., Ariati, C. P., Teknik, J., & Universitas, S. (2021). Analisa Produktivitas Dan Biaya Operasional Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Street-Race Circuit Mandalika. 849–857.