

EVALUASI PRODUKTIVITAS DAN EFISIENSI ALAT BERAT PADA PEKERJAAN TANAH PROYEK PERPANJANGAN RUNWAY DI BANDARAINTERNASIONAL LOMBOK

AMRUN ZAOQI¹⁾, HASYIM²⁾, I GEDE PUTU WARKA³⁾

¹⁾Alumni Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

^{2),3)}Dosen Teknik Sipil Universitas Mataram

igedeputuwarka@unram.ac.id

ABSTRAK

Proyek perpanjangan landasan pacu (*runway*) serta fasilitas penunjang lainnya di bandara internasional Lombok, Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat (NTB), dimana pada pelaksanaan pekerjaannya didominasi oleh penggunaan alat berat guna mempercepat penyelesaian pekerjaan.

Data yang didapat yaitu dengan cara pengamatan langsung di lapangan. Analisa perhitungan produktivitas alat berat, biaya operasional alat berat, pendapatan dan profit dianalisa menggunakan metode Bina Marga. Untuk alat berat yang diteliti di lapangan adalah *excavator*, *dump truck*, *motor grader*, *vibrator roller*, dan *water tanker*.

Produktivitas serta jumlah kebutuhan alat dari hasil analisis dengan yang ada pada dokumen kontrak sesuai, sementara untuk durasi atau waktu pekerjaan dari hasil analisis lebih efisien. Biaya sewa per jam yang didapatkan dari hasil perhitungan untuk alat berat masing-masing yaitu *Excavator* sebesar Rp. 694.260. *Dump truck* sebesar Rp. 753.762. *Motorgrader* sebesar Rp. 642.188. *Vibratorroller* sebesar Rp. 551.583,4. Sedangkan untuk *Watertanker* sebesar Rp. 384.646,04. Pendapatan dan profit yang didapatkan dari penggunaan alat berat pada pekerjaan tanah proyek perpanjangan *runway* di bandara internasional lombok dengan jumlah Rp.38.279.148.142,96 serta profit sebesar Rp. 3.469.922.558,05.

Kata kunci : *Alat berat, Produktivitas, Biaya operasional*

ABSTRACT

Projects for the extension of the runway and other supporting facilities at the international airport of Lombok, Central Lombok, West Nusa Tenggara (NTB), where the implementation of the work is dominated by the use of heavy equipment to accelerate the completion of the work.

The data obtained is by direct observation in the field. Analysis of the calculation of heavy equipment productivity, heavy equipment operating costs, revenue and profit were analyzed using the Bina Marga method. The heavy equipment studied in the field are excavators, dump trucks, motor graders, vibrator rollers, and water tankers.

Productivity and the number of tools needed from the analysis results with those in the contract documents are appropriate, while the duration or time of work from the analysis results is more efficient. The hourly rental fee obtained from the calculation results for each heavy equipment, namely Excavator, is Rp. 694,260. Dump trucks of Rp. 753,762. Motor grader Rp. 642.188. Vibratorroller Rp. 551583.4. As for the Watertanker Rp. 384,646.04. The income and profit obtained from the use of heavy equipment on the ground work of the runway extension project at the Lombok international airport with a total of Rp. 38,279,148,142.96 and a profit of Rp. 3,469,922,558.05.

Keywords: *Heavy equipment, Productivity, Operational costs*

PENDAHULUAN

Provinsi Nusa Tenggara Barat (*NTB*) adalah salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki potensi besar dalam bidang pariwisata, serta akan diselenggarakannya *MotoGP* di Kawasan Ekonomi Khusus Mandalika. Untuk mendukung pengembangan Kawasan Ekonomi Khusus Mandalika, PT. Angkasa Pura I dibawah pengawasan Dinas Perhubungan (*DISHUB*) melakukan pengembangan kapasitas Bandara Internasional Lombok dengan memperpanjang landasan pacu (*Runway*) serta fasilitas penunjang lainnya. Dengan panjang 550 m dan lebar 45 m, serta meningkatnya permintaan penerbangan menuju bandara internasional Lombok. Sehingga tercapainya usia layanan dari landasan pacu (*runway*) dan meningkatnya pesawat *super body* yang mendarat di bandara internasional Lombok.

Alat berat adalah mesin berukuran besar yang didesain untuk melaksanakan fungsi konstruksi seperti pengerjaan tanah dan memindahkan bahan bangunan. Alat berat umumnya terdiri atas lima komponen, yaitu implemen, alat traksi, struktur, sumber tenaga dan transmisinya, serta sistem kendali. Dalam bidang teknik sipil alat-alat berat digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Saat ini alat berat merupakan faktor penting dalam proyek terutama proyek-proyek konstruksi skala besar guna mempercepat target penyelesaian pembangunan suatu konstruksi dengan hasil yang optimal.

Kholil (2012) Alat berat merupakan faktor penting di dalam proyek-proyek konstruksi skala besar. Tujuannya adalah untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai lebih mudah pada waktu yang relative lebih singkat. Selain itu, alat berat yang dipilih haruslah tepat sehingga proyek/pekerjaan dapat berjalan dengan lancar.

Produktivitas adalah perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan seluruh sumber daya yang digunakan (*input*). Produktivitas alat tergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat. Jenis dan tipe alat berat yang digunakan dalam suatu proyek dipengaruhi oleh produktivitas alat terhadap volume pekerjaan yang akan dilakukan. Jumlah peralatan yang dibutuhkan tergantung pada hal-hal berikut ini :

- a. Waktu atau durasi kegiatan
- b. Jenis alat
- c. Jumlah alat
- d. Jenis pekerjaan
- e. Jarak sumber bahan material ke lokasi proyek
- f. Kapasitas alat
- g. Factor efisiensi alat
 - Kemampuan operator
 - Kondisi cuaca
 - Topografi
 - volume pekerjaan
 - Perencanaan dan pengaturan alat berat
 - metode pelaksanaan alat
 - Pemeliharaan dan pengaturan letak alat

(Rostiyanti, 2002) Dalam menentukan durasi suatu pekerjaan maka hal-hal yang perlu diketahui adalah volume pekerjaan dan produktivitas alat tersebut. Produktivitas adalah perbandingan antara hasil yang dicapai dengan seluruh sumber daya yang digunakan.

Kebutuhan peralatan adalah jumlah peralatan yang digunakan pada setiap uraian pekerjaan agar dapat bekerja efektif sesuai dengan jumlah jam kerja yang ada dan dapat menghasilkan volume pekerjaan sesuai dengan uraian pekerjaan yang ada.

Excavator adalah alat untuk menggali daerah yang letaknya dibawah kedudukan alat, dapat menggali dengan kedalaman yang teliti serta dapat digunakan sebagai alat pemuat bagi *dump truck*.

Tabel 1. Faktor Bucket (F_b) Excavator

Kondisi Operasi	Kondisi Lapangan	Faktor Bucket (F_b)
Mudah	Tanah biasa, lempung, tanah lembut	1.10–1.2
Sedang	Tanah biasa, berpasir, kering	1.0–1.1
Agak sulit	Tanah biasa berbatu	1.0 – 0.9
Sulit	Batu pecah hasil	0.9 – 0.8

(Sumber : Pedoman AHSP, Kementerian PU. 2016)

Tabel 2. Faktor Konversi Galian (F_v) Excavator

Kondisi Galian (Kedalaman Galian / Kedalam Galian Maksimum)	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: Pedoman AHSP, Kementerian PU. 2016)

Tabel 3. Faktor Efisiensi Kerja Alat (F_a) Excavator

Kondisi Kerja	Efisiensi Kerja
Baik	0.83
Sedang	0.75
Agak kurang	0.67
Kurang	0.58

(Sumber : Pedoman AHSP, Kementerian PU. 2016)

Dump truck adalah alat berat yang digunakan untuk mengangkut atau memindahkan material pada jarak menengah sampai jarak jauh seperti tanah, pasir batuan untuk proyek konstruksi.

Tabel 4. Faktor Efisiensi Kerja Alat Dum Truct

Kondisi Kerja	Efisiensi Kerja
Baik	0.83
Sedang	0.80
Kurang Baik	0.75
Buruk	0.70

(Sumber : Pedoman AHSP, Kementerian PU. 2016)

Tabel 4. Kecepatan Alat Alat Dum Truct dan Kondisi lapangan

Kondisi Lapangan	KondisiBeban	Kecepatan ^{*)} , V, Km/H
Datar	Isi	40
	Kosong	60
Menanjak	Isi	20
	Kosong	40
Menurun	Isi	20
	Kosong	40

^{*)}Kecepatan tersebut adalah perkiraan umum. Besar kecepatan bisa berubah sesuai dengan medan, kondisi jalan, kondisi cuaca setempat, serta kondisi kendaraan.

(Sumber: Pedoman AHSP, Kementerian PU. 2016)

Motor grader adalah suatu peralatan yang dapat digunakan untuk mengupas, memotong, meratakan suatu pekerjaan tanah.

Tabel 5. Faktor Efisiensi Kerja Alat (F_a) Motor Grader

Kondisi kerja	Faktor efisiensi
Perbaikan jalan, perataan	0.8
pemindahan	0.7
Penyebaran (grading)	0.6
Penggalian (trenching)	0.5

(Sumber: Pedoman AHSP, Kementerian PU. 2016)

Water tanker digunakan untuk mengangkut air, yang digunakan untuk menyiram permukaan material yang dipadatkan atau untuk keperluan lainnya. Menurut Rochmanhadi (1982), *vibrator roller* adalah alat yang memungkinkan digunakan secara luas dalam tiap jenis pekerjaan pemadatan. Efek yang diakibatkan *vibrator roller* adalah gaya dinamis terhadap tanah

Salah satu pekerjaan yang membutuhkan perhatian dan penanganan khusus pada proyek perpanjangan runway adalah pekerjaan tanah. Pekerjaan ini membutuhkan alat berat untuk mendukung pelaksanaannya. Tujuan dari penggunaan alat berat adalah untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya. Pemilihan alat berat yang akan digunakan sangat berpengaruh pada kelancaran suatu proyek konstruksi. Sebelum pekerjaan dimulai, dibutuhkan suatu perencanaan yang matang agar menghasilkan proyek yang efektif dan efisien. Alat berat yang digunakan harus sesuai dengan pekerjaan baik jenis, ukuran maupun jumlahnya. Manajemen alat berat sangat diperlukan untuk dapat menunjang kelancaran dari pekerjaan tersebut. Sasaran dari manajemen alat berat yang merupakan bagian dari manajemen proyek terdiri dari tiga faktor, yaitu ; faktor waktu, mutu, dan biaya. Penerapan dalam manajemen alat berat adalah mengenai kemampuan dalam memperhatikan, memilih dan menggunakan alat berat. Pemilihan jenis dan jumlah alat berat serta metode pelaksanaan yang akan digunakan suatu proyek harus sesuai dengan fungsi, guna, medan kerja, kondisi peralatan, dan kondisi pemeliharaan

Tauro (2013) melakukan penelitian tentang Analisis Biaya Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah (Studi Kasus Perencanaan Bandar Udara Lokasi Desa Pusugi Kec. Ampena Tete Kab. Tojo Una-Una, Sulawesi Tengah) menyatakan bahwa keuntungan menggunakan alat berat disbanding alat manual yaitu dapat menyelesaikan pekerjaan pembangunan lebih cepat. Sehingga tidak perlu membutuhkan waktu lama untuk menyelesaikannya, selain itu waktu kerja bisa dioptimalkan, biaya pembangunan bisa diatur Kembali. Penggunaan alat berat yang kurang tepat dengan kondisi dan situasi lapangan pekerjaan akan berpengaruh berupa kerugian antara lain rendahnya produksi, tidak tercapainya jadwal atau target yang telah ditentukan serta kerugian biaya perbaikan yang tidak semestinya.

Hal penting untuk diperhatikan juga adalah kemampuan mengestimasi biaya-biaya alat berat yang akan dikeluarkan. Penguasaan tentang penentuan komponen-komponen harga yang berpengaruh pada alat berat tidak semudah yang dilihat di lapangan. Banyak faktor yang mempengaruhi hal tersebut baik dari segi teknis maupun non teknis. Dengan mengetahui biaya operasi akan dapat membantu mengetahui keuntungan yang bisa diperoleh setelah menyelesaikan suatu pekerjaan. Kesalahan dalam pemilihan alat berat dan penggunaannya yang kurang tepat dengan kondisi dan situasi lapangan pekerjaan akan mempengaruhi produktivitas alat berat dan tidak tercapainya jadwal atau target yang telah ditentukan Berdasarkan gambaran diatas, maka pada tugas akhir ini peneliti ingin mengetahui jenis alat berat apa saja yang digunakan dalam pengerjaan tanah sehingga dapat diketahui produktivitas alat berat secara optimal serta biaya yang dikeluarkan. Oleh karena itu, penulis mengambil judul “Evaluasi Produktivitas Dan Efisiensi Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah Proyek Perpanjangan Runway Di Bandara Internasional Lombok”..

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

- a. Berapakah produktivitas alat-alat berat pada pekerjaan tanah proyek perpanjangan runway di Bandara Internasional Lombok?
- b. Berapakah biaya operasional alat-alat berat pada pekerjaan tanah proyek perpanjangan runway di Bandara Internasional Lombok?
- c. Berapakah pendapatan serta profit yang didapatkan dari penggunaan alat berat pada pekerjaan tanah proyek perpanjangan runway di Bandara Internasional Lombok?

Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Untuk menganalisa produktivitas dari alat-alat berat pada pekerjaan tanah proyek perpanjangan runway di Bandara Internasional Lombok.
2. Untuk mengetahui besaran biaya operasional masing-masing alat berat khususnya pada pekerjaan tanah proyek perpanjangan runway di Bandara Internasional Lombok.
3. Untuk mengetahui pendapatan dan profit yang didapatkan dari penggunaan alat berat pada pekerjaan tanah proyek perpanjangan runway di Bandara Internasional Lombok.
4. Menambah referensi pembaca tentang wacana manajemen proyek alat berat, pengelolaan, dan pemanfaatan yang lebih baik lagi.
5. Mengetahui besaran biaya operasional alat-alat berat pada pekerjaan tanah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berada di daerah Desa Penujak, Kecamatan Praya Barat, Kabupaten Lombok Tengah, Bandara Internasional Lombok (BIL) merupakan pengembangan infrastruktur yang ada di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB). Proyek perpanjangan dan perkerasan landasan pacu (*runway*) Bandara Internasional Lombok (BIL). Data-data yang diperlukan, diperoleh dengan cara mencari informasi daripada instansi-instansi yang dianggap berkepentingan seperti dokumen kontrak, *times schedule*, kurva S, serta gambar kerja (*shop drawing*) di PT. Hutama Karya (HK) – Bunga Raya Lestari (BRL). Analisis data merupakan pengolahan terhadap data-data yang telah dikumpulkan baik itu data primer maupun data skunder.

1. Mengolah data-data yang didapatkan dari proyek, yaitu :
 - a. Dokumen kontrak, untuk mengetahui *item* pekerjaan pada pelaksanaan proyek.
 - b. Volume pekerjaan, untuk mengetahui besaran satuan volume (m^3) *item* pekerjaan yang dilaksanakan pada pelaksanaan proyek perpanjangan landasan pacu (*Runway*).
 - c. *Shop drawing*, untuk mengetahui gambar rencana proyek perpanjangan landasan pacu (*Runway*).
2. Menganalisis kebutuhan peralatan untuk mendapatkan jumlah kebutuhan peralatan pada proyek perpanjangan landasan pacu (*Runway*) agar efektif dan efisien dari awal proyek hingga akhir proyek.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Volume Pekerjaan Tanah

- a. Volume pekerjaan galian tanah : 444.964,26 m^3 .
- b. Volume pekerjaan galian tanah keras: 1.199,63 m^3 .
- c. Volume timbunan kembali : 6.152,17 m^3 .
- d. Volume timbunan pilihan CBR 6% : 47.864,70 m^3 .
- e. Volume timbunan pilihan CBR 13% : 29.512,86 m^3 .
- f. Lapis pondasi agregat A : 9.807,87 m^3 .
- g. Lapis pondasi agregat B : 1.754,52 m^3 .
- h. Sirtu (*RESA* dan *graded area*): 75.999,90 m^3
- i. Sirtu (*Runway*) : 8.053,35 m^3 .

Analisis Kapasitas Produksi Peralatan Pada Proyek Perpanjangan Runway

1. Pekerjaan Timbunan Kembali

1.1. Excavator

Data-data

- Tenaga mesin penggerak (HP): 150 HP
- Kapasitas bucket (V): 2,6 m^3
- Factor bucket (F_b): 1,2 (Tabel 2.2)
- Factor efisiensi alat (F_a): 0,83 (Tabel 2.4)
- Factor konversi kedalaman (F_v): 1,0

(Tabel 2.3)

Waktu siklus (T_s)

Waktu menggali, memuat (T_1) : 1 menit

Waktu lain-lain (T_2): 1 menit

$T_s = (T_1 + T_2)$: 2 menit

Penyelesaian :

- Kapasitas Produksi *excavator* per-jam

$$Q = \frac{V \times F_b \times F_a \times 60}{T_s} = \frac{2,6 \text{ m}^3 \times 1,2 \times 0,83 \times 60 \text{ menit}}{2} = 77,688 \text{ m}^3/\text{jam}.$$

- Rencana durasi dan kebutuhan alat nerat

Dalam 1 hari alat hanya bekerja selama 8 jam/hari sehingga :

$$= 77,688 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari}.$$

$$Q = 621,504 \text{ m}^3/\text{hari}.$$

$$\text{Rencana durasi alat (T)} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{Q}$$

$$= \frac{6152,17 \text{ m}^3}{621,504} = 9,899 \approx 10 \text{ hari}.$$

Jumlah alat yang dipakai (n)

$$= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{Q} = 0,989 \approx 1 \text{ unit}.$$

2.1. Dump Truck

Data-data

Tenaga mesin penggerak (HP):280 HP

Berat volume bahan (D):1,6 ton/m³

Kapasitas *dump truck*(V):26 ton

Factor efisiensi alat (F_a):0,83 (Tabel 2.5)

Jarak *dump truck* memuat material (L):20 km

Kecepatan rata-rata memuat(V₁):40 km/jam

Kecepatan rata-rata kosong(V₂):60 km/jam

Q_{exc}:77,688 m³/jam

Waktu siklus (T_s)

Waktu memuat (T₁): (Vx60)/(DxQ_{exc}) (26x60)/(1,6x77,688) = 12,55 menit

Waktu tempuh isi (T₂):(L/V₁) x 60=(20/40) x 60 =30 menit

Waktu tempuh kosong (T₃):(L/V₂) x 60=(20/60) x 60 =20 menit

Waktu lain-lain (T₄):2 menit

T_s = (T₁+T₂+T₃+T₄): 64,55 menit

Penyelesaian

- Kapasitas Produksi *Dump truck* per-jam

$$Q = \frac{V \times F_a \times 60}{D \times T_s} = \frac{26 \text{ ton} \times 0,83 \times 60 \text{ menit}}{1,6 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \times 64,55 \text{ menit}}$$

$$= 12,537 \text{ m}^3/\text{jam}.$$

- Rencana durasi dan kebutuhan alat nerat

Dalam 1 hari alat hanya bekerja selama 8 jam/hari sehingga :

$$= 12,537 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari}. Q = 100,296 \text{ m}^3/\text{hari}.$$

Karena *dumptruck* membutuhkan *excavator* untuk pengangkutan material yang digali maka waktu pengerjaan atau rencana durasi *dumptruck* disesuaikan dengan *excavator* :

Rencana durasi alat (T) = 10 hari

$$\text{Jumlah alat yang dipakai (n)} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Rencana durasi alat (T)}} = \frac{6152,17 \text{ m}^3}{10 \text{ hari}} = 6,152 \sim 7 \text{ unit}.$$

$$\text{Durasi } \textit{dump truck} \text{ bekerja (T}_2\text{) hari} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produksi}} = \frac{6152,17 \text{ m}^3}{12,537 \text{ m}^3/\text{jam}} = 490,77 \text{ jam}$$

$$= 70,103 \text{ hari} = 70,103 \text{ jam/hari}$$

3.1. Motor Grader

Data-data

Tenaga mesin penggerak (HP):135 HP

Panjang Hamparan (Lh):550 m

Lebar Overlap (bo):0,30 m

Factor efisiensi alat (F_a):0,8 (Tabel 2.7)

Kecepatan rata-rata (V):4 km/jam

Jumlah Lintasan (n):32

Jumlah Lajur Lintasan (N):16

Lebar Pisau efektif (b):2,60 m

Waktu siklus (T_s)

Perataan 1 kali lintasan (T₁): (Lh x 60)/(v x 1000)

$$(550 \times 60)/(4 \times 1000) = 6,6 \text{ menit}$$

Waktu Lain-lain(T₂):1 menit

T_s = (T₁+T₂):7,6 menit

Penyelesaian

Kapasitas produksi *motor grader* perjam

$$Q = \frac{Lh \times \{n(b - b_0) + b_0\} \times F_a \times 60}{N \times n \times T_s}$$

$$= 501,377 \text{ m}^2/\text{jam}.$$

Rencana Durasi dan Kebutuhan Alat Berat

Dalam 1 hari alat hanya bekerja selama 8 jam/hari sehingga

$$= 501,377 \text{ m}^2/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari}.$$

$$Q = 4011,016 \text{ m}^2/\text{hari}.$$

4.1 Vibrator roller

Data-data

- Tenaga mesin penggerak (HP) :130 HP
- Tebal hamparan padat (t):0,2 m
- Lebar overlap (bo):0,5 m
- Lebar total roda pemadat (b):2,2 m
- Factor efisiensi alat (F_a):0,83 (Tabel 2.1)
- Kecepatan rata-rata (V):5 km/jam
- Lebar efektif pemadatan (b_e):1,7 m
- Jumlah lintasan (n) : 26

Untuk mengefisienkan durasi pekerjaan, jumlah *vibrator roller* ditambah sebanyak 1 unit sehingga total *vibrator roller* yang digunakan sebanyak 2 unit pada pekerjaan timbunan kembali

- Kapasitas Produksi *vibrator roller* perjam

$$Q = 54,269 \text{ m}^2/\text{jam} \times 2 \text{ unit} = 108,538 \text{ m}^2/\text{jam}.$$

- Rencana Durasi dan Kebutuhan Alat

Dalam 1 hari alat hanya bekerja selama 8 jam/hari sehingga :
 $= 108,538 \text{ m}^2/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari} = 868,304 \text{ m}^2/\text{hari}$

$$\begin{aligned} \text{Rencana Durasi Alat}(T) &= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Produktivitas alat perhari}} \\ &= \frac{6.152,17 \text{ m}^3}{868,304 \text{ m}^2/\text{hari}} = 7,085 \approx 7 \text{ hari.} \end{aligned}$$

1.1 Water Tanker

Data-data

- Tenaga mesin penggerak (HP):130 HP
- Volume tangki air (V):5 m³
- Kebutuhan air (W_c):0,07 m³
- Kapasitas pompa air (p_a):100 l/menit
- Factor efisiensi alat (F_a):0,83 (Tabel 2.1)

Penyelesaian

Kapasitas produksi *water tanker* perjam

$$Q = \frac{P_a \times F_a \times 60}{W_c \times 1000} = \frac{100 \times 0,83 \times 60}{0,07 \times 1000} = 71,143 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- Dalam 1 hari alat hanya bekerja selama 8 jam/hari sehingga

$$= 71,143 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam/hari}.$$

$$Q = 569,144 \text{ m}^3/\text{hari}.$$

Karena *vibrator roller* membutuhkan *water tanker* untuk penyiraman air sebelum dilakukan pemadatan, maka *water tanker* mengikuti rencana kerja *vibrator roller*.

Rencana durasi alat *vibrator roller* (T) : 7 Hari

$$\begin{aligned} \text{Jumlah alat yang dipakai (n)} &= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produksi} \times \text{Durasi}} \\ &= \frac{6152,17 \text{ m}^3}{569,144 \frac{\text{m}^3}{\text{hari}} \times 7 \text{ hari}} = 1,544 \approx 2 \text{ unit} \end{aligned}$$

Durasi *water tanker* bekerja (T2) hari

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produksi} \times n} \\ &= \frac{6152,17 \text{ m}^3}{71,143 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 2} = 43,238 \text{ jam} \\ &= \frac{43,238 \text{ jam}}{7 \text{ hari}} = 6,177 \text{ jam/hari} \end{aligned}$$

Perhitungan Selanjutnya Ditabelkan:

Tabel 6. Rekapitulasi Produktivitas

Jenis Pekerjaan	Volume Pekerjaan (m ³)	Jenis Peralatan	Produktivitas	Jumlah
Pekerjaan Galian Lahan	444.964,26 m ³	<i>Excavator</i>	466,128 m ³ /jam	6
		<i>Dump Truck</i>	467,28 m ³ /jam	11
Pekerjaan Galian Lahan Keras	1.199,63 m ³	<i>Excavator</i>	51,792 m ³ /jam	1
		<i>Dump Truck</i>	63,91 m ³ /jam	2
Pekerjaan Timbunan Lahan Embali	6.152,17 m ³	<i>Excavator</i>	77,688 m ³ /jam	1
		<i>Dump Truck</i>	87,759 m ³ /jam	7
		<i>Motor Grader</i>	501,377 m ² /jam	1
		<i>VibratorRoller</i>	108,538 m ² /jam	2
		<i>Water Tanker</i>	142,286 m ³ /jam	2
Pekerjaan Timbunan Lahan CBR 6%	47.864,70 m ³	<i>Excavator</i>	155,376 m ³ /jam	2
		<i>Dump Truck</i>	163,76 m ³ /jam	10
		<i>Motor Grader</i>	501,377 m ² /jam	1
		<i>VibratorRoller</i>	217,076 m ² /jam	4
		<i>Water Tanker</i>	284,572 m ³ /jam	4
Pekerjaan Timbunan Lahan CBR 13%	29.512,86 m ³	<i>Excavator</i>	155,376 m ³ /jam	2
		<i>Dump Truck</i>	163,76 m ³ /jam	10
		<i>Motor Grader</i>	501,377 m ² /jam	1
		<i>VibratorRoller</i>	163,807 m ² /jam	3
		<i>Water Tanker</i>	213,429 m ³ /jam	3
Pekerjaan Lapis Regat A	9.807,87 m ³	<i>Excavator</i>	77,688 m ³ /jam	1
		<i>Dump Truck</i>	87,186 m ³ /jam	6
		<i>Motor Grader</i>	501,377 m ² /jam	1
		<i>VibratorRoller</i>	108,538 m ² /jam	2
		<i>Water Tanker</i>	142,286 m ³ /jam	2
Pekerjaan Timbunan Lahan CBR 13%	29.512,86 m ³	<i>Excavator</i>	155,376 m ³ /jam	2
		<i>Dump Truck</i>	163,76 m ³ /jam	10
		<i>Motor Grader</i>	501,377 m ² /jam	1
		<i>VibratorRoller</i>	163,807 m ² /jam	3
		<i>Water Tanker</i>	213,429 m ³ /jam	3
Pekerjaan Lapis Regat A	9.807,87 m ³	<i>Excavator</i>	77,688 m ³ /jam	1
		<i>Dump Truck</i>	87,186 m ³ /jam	6
		<i>Motor Grader</i>	501,377 m ² /jam	1
		<i>VibratorRoller</i>	108,538 m ² /jam	2
		<i>Water Tanker</i>	142,286 m ³ /jam	2
Pekerjaan Lapis Regat B	1.754,52 m ³	<i>Excavator</i>	77,688 m ³ /jam	1
		<i>Dump Truck</i>	87,186 m ³ /jam	6
		<i>Motor Grader</i>	501,377 m ² /jam	1
		<i>VibratorRoller</i>	54,269 m ² /jam	1
		<i>Water Tanker</i>	71,143 m ³ /jam	1
Pekerjaan Timbunan Lahan CBR 13%	29.512,86 m ³	<i>Excavator</i>	155,376 m ³ /jam	2
		<i>Dump Truck</i>	163,76 m ³ /jam	10
		<i>Motor Grader</i>	501,377 m ² /jam	1
		<i>VibratorRoller</i>	163,807 m ² /jam	3
		<i>Water Tanker</i>	213,429 m ³ /jam	3
Pekerjaan Lapis Regat A	9.807,87 m ³	<i>Excavator</i>	77,688 m ³ /jam	1
		<i>Dump Truck</i>	87,186 m ³ /jam	6
		<i>Motor Grader</i>	501,377 m ² /jam	1
		<i>VibratorRoller</i>	108,538 m ² /jam	2
		<i>Water Tanker</i>	142,286 m ³ /jam	2
Pekerjaan Lapis Regat B	1.754,52 m ³	<i>Excavator</i>	77,688 m ³ /jam	1
		<i>Dump Truck</i>	87,186 m ³ /jam	6
		<i>Motor Grader</i>	501,377 m ² /jam	1
		<i>VibratorRoller</i>	54,269 m ² /jam	1
		<i>Water Tanker</i>	71,143 m ³ /jam	1

Produktivitas alat berat yang dihitung merupakan produksi nyata di lapangan dimana produksi yang dihasilkan dalam pekerjaan galian tanah yaitu *excavator* sebesar 466,128 m³/jam sebanyak 6 unit dan *dumptruck* sebesar 467,28 m³/jam sebanyak 11 unit. Untuk pekerjaan galian tanah keras yaitu *excavator* sebesar 51,792 m³/jam sebanyak 1 unit dan *dumptruck* sebesar 63,91 m³/jam sebanyak 2 unit. Untuk pekerjaan timbunan kembali yaitu *excavator* sebesar 77,688 m³/jam sebanyak 1 unit, *dumptruck* sebesar 87,759 m³/jam sebanyak 7 unit, *motor grader* sebesar 501,377 m²/jam sebanyak 1 unit, *vibrator roller* sebesar 108,538 m²/jam sebanyak 2 unit, dan *water tanker* sebesar 142,286 m³/jam sebanyak 2 unit. Untuk pekerjaan timbunan pilihan CBR 6% yaitu *excavator* sebesar 155,376 m³/jam sebanyak 2 unit, *dumptruck* sebesar 163,76 m³/jam sebanyak 10 unit, *motor grader* sebesar 501,377 m²/jam sebanyak 1 unit, *vibrator roller* sebesar 217,076 m²/jam sebanyak 4 unit, dan *water tanker* sebesar 284,572 m³/jam sebanyak 4 unit. Untuk pekerjaan timbunan pilihan CBR 13% yaitu *excavator* sebesar 155,37 m³/jam sebanyak 2 unit, *dumptruck* sebesar 163,76 m³/jam sebanyak 10 unit, *motor grader* sebesar 501,377 m²/jam sebanyak 1 unit, *vibrator roller* sebesar 162,807 m²/jam sebanyak 3 unit, dan *water tanker* sebesar 213,429 m³/jam sebanyak 3 unit. Untuk pekerjaan lapis agregat A yaitu *excavator* sebesar 77,688 m³/jam sebanyak 1 unit, *dumptruck* sebesar 87,186 m³/jam sebanyak 6 unit, *motor grader* sebesar 501,377 m²/jam sebanyak 1 unit, *vibrator roller* sebesar 108,538 m²/jam sebanyak 2 unit, dan *water tanker* sebesar 142,286 m³/jam sebanyak 2 unit. Untuk pekerjaan lapis agregat B yaitu *excavator* sebesar 77,688 m³/jam sebanyak 1 unit, *dumptruck* sebesar 87,186 m³/jam sebanyak 6 unit, *motor grader* sebesar 501,377 m²/jam sebanyak 1 unit, *vibrator roller* sebesar 54,269 m²/jam sebanyak 1 unit, dan *water tanker* sebesar 71,143 m³/jam sebanyak 1 unit. Untuk pekerjaan sirtu (RESA) yaitu *excavator* sebesar 155,376 m³/jam sebanyak 2 unit, *dumptruck* sebesar 153,295 m³/jam sebanyak 23 unit, *motor grader* sebesar 501,377 m²/jam sebanyak 1 unit, *vibrator roller* sebesar 217,076 m²/jam sebanyak 4 unit, dan *water tanker* sebesar 284,572 m³/jam sebanyak 4 unit. Serta untuk pekerjaan sirtu runway yaitu *excavator* sebesar 77,688 m³/jam sebanyak 1 unit, *dumptruck* sebesar 82,278 m³/jam sebanyak 14 unit, *motor grader* sebesar 501,377 m²/jam sebanyak 1 unit, *vibrator roller* sebesar 108,538 m²/jam sebanyak 2 unit, dan *water tanker* sebesar 142,286 m³/jam sebanyak 2 unit.

Perhitungan BOK dan Biaya Sewa Peralatan Pada Proyek Perpanjangan Runway di BIL

Perhitungan BOK dan biaya sewa alat berat berdasarkan PAHS Bina Marga.

Excavator

Tabel 7. Perhitungan Biaya Alat Berat *dumptruck*

NO	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN
A.	Peralatan			
1	Jenis dan Tipe Alat	DUMP TRUCK		
2	Tenaga	PW	280	HP
3	Umur ekonomis	A	5	Tahun
4	Jam kerja dala 1 tahun	W	2,000	Jam
5	Harga alat	B	939,000,000	Rupiah
B.	Lain-lain			
1	Tingkat suku bunga	i	10%	% tahun
2	Upah operator / sopir	U1	16,085	Rp/jam
3	Upah pembantu operator / pemb.sopir	U2	11,542	Rp/jam
4	Bahan bakar bensin	Mb	7,600	Rp/L
5	Bahan bakar solar	Ms	11,000	Rp/L
6	Minyak pelumas	Mp	55,000	Rp/L
C.	Biaya Modal, Pajak dan Asuransi (Biaya Kepemilikan)			
1	Nilai sisa alat = 10% x B	C	93,900,000	Rupiah
2	Bunga modal = $\frac{i(1+i)^A}{(1+i)^A - 1} \times B$	D	0.26380	
3	Biaya pengembalian modal = $\frac{(B-C) \times D}{W}$	E	111,468	Rupiah
4	Biaya asuransi = $0,002 \times \frac{B}{W}$	F	939	Rupiah
	Biaya Pasti per Jam Kerja = E+F	G	112,407	Rupiah
2	Biaya pelumas = (2,5 s/d 3) % x PW x Mp	I	385,000	Rupiah
3	Biaya bengkel = (6,25 s/d 8,75)% x B/W	J	29,344	Rupiah
4	Biaya perbaikan = (12,5 s/d 17,5)% B/W	K	58,688	Rupiah
5	Upah operator = (1orang/jam) x U1	L	16,085	Rupiah
6	Upah pembantu operator = (1 orang/jam) x U2	M	11,542	Rupiah
	Biaya Operasi per Jam = (H+I+J+K+L+M)	P	870,258	Rupiah
E.	Total Biaya Sewa Per Jam = G+P	S	982,665	Rupiah

Perhitungan Lanjut Ditabelkan

Tabel 8. Rekapitulasi perhitungan BOK dan biaya sewa alat berat berdasarkan PAHS Bina Marga

No.	Jenis Alat Berat	BOK Per Jam (Rp.)	Biaya Sewa Per Jam (Rp.)
1.	<i>Excavator</i>	Rp. 550.500	Rp. 694.260
2.	<i>Dump truck</i>	Rp. 677.090	Rp. 753.762
3.	<i>Motor grader</i>	Rp. 467.280	Rp. 642.188
4.	<i>Water tanker</i>	Rp. 357.715	Rp. 384.646,04
5.	<i>Vibrator roller</i>	Rp. 490.725	Rp. 551.583,4

Jenis alat	Jumlah alat	Produksi (m ³ /jam)	Volume (m ³)	Durasi (jam)	Biaya sewa alat per jam (Rp.)	Harga satuan alat per m ³ (Rp.)	Jumlah biaya (Rp.)
<i>Excavator</i>	6	466,128	444.964,26	960	694.260	8.955,954	3.998.937.600
<i>Dump truck</i>	11	467,28	444.964,26	960	753.762	17.743,557	7.959.726.720
Jumlah harga peralatan							11.958.664.320
PPN	10% x jumlah harga alat						1.195.866.432
Jumlah harga + PPN							13.154.530.752
Profit	10% x (Jumlah harga + PPN)						1.315.453.075
Jumlah biaya pekerjaan	Jumlah harga + PPN + Profit						14.469.983.827

Analisis Pendapatan dan Profit Peralatan Pada Proyek Perpanjangan Runway di Bandara Internasional Lombok.

1. Pekerjaan Galian Tanah

1) Perhitungan Harga Satuan Alat

Harga satuan alat per m³ dapat dihitung dengan mengalikan koefisien alat dan harga sewa alat, dengan rumusan dibawah ini (Panduan Analisis Harga Satuan Direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum).

a. *Excavator*

- Jumlah alat : 6 unit
- Produksi per jam (Q): 466,128 m³/jam
- Harga sewa alat: Rp. 4.165.560
- Koefisien alat m³/jam: (1/Q): (1/466,128 m³/jam) : 0,00215
- Harga satuan alat m³: Koefisien x Harga sewa alat: 0,00215 x Rp. 4.165.560: Rp. 8.955,954

b. *Dump Truck*

- Jumlah alat : 11 unit
- Produksi per jam (Q): 467,28 m³/jam
- Harga sewa alat: Rp. 8.291.382
- Koefisien alat m³/jam: (1/Q): (1/467,28 m³/jam)=0,00214
- Harga satuan alat m³: Koefisien x Harga sewa alat: 0,00214 x Rp. 8.291.382: Rp. 17.743,557

2. Perhitungan Pendapatan dan Profit

Tabel Analisa Pendapatan dan Profit Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Tanah

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui produksi 6 unit *excavator* per jam adalah 466,128 m³/jam dengan volume pekerjaan 444.964,26 m³. Sementara untuk 11 unit *dumpttruck* adalah 467,28m³/jam. Durasi (jam) didapat dari hasil perkalian antara jumlah rencana durasi (hari) yang didapatkan dari hasil perhitungan dengan jam kerja dalam satu hari selama 8 jam. Sehingga durasi jam kerja excavator dan dumpttruck didapatkan 960 jam. Harga satuan alat per m³ dihitung dengan mengalikan koefisien alat dan harga sewa alat berdasarkan rumus panduan analisis harga satuan bina marga, dimana koefisien didapatkan dari 1/produksi alat berat. Jumlah biaya peralatan didapat dari hasil perkalian jumlah alat, durasi dan biaya sewa alat. Besar pendapatan dan profit dari penggunaan alat pada pekerjaan galian tanah adalah sebesar Rp. 14.469.983.827 dan Rp. 1.315.453.075.

Perhitungan Lanjut Ditabelkan

Tabel 9. Rekapitulasi Perhitungan Pendapatan dan Profit

No	Jenis Pekerjaan	Pendapatan (Rp)	Profit (Rp)
1	Pekerjaan Galian Tanah	14.469.983.827	1.315.453.075
2	Pekerjaan Galian Tanah Keras	63.939.807.36	5.812.709.76
3	Pekerjaan Timbunan Kembali	717.264.072.6	65.205.824,78
4	Pekerjaan Timbunan Pilihan CBR 6%	4.459.415.441	405.401.403.7

5	Pekerjaan Timbunan Pilihan CBR 13%	2.748.778.251	249.888.931,9
6	Pekerjaan Lapis Agregat A	1.044.136.903	94.921.536,65
7	Pekerjaan Lapis Agregat B	203.026.686	8.456.971,46
8	Pekerjaan Sirtu (RESA)	12.957.386,576	1.177.944.234
9	Pekerjaan Sirtu Runway	1.615.216.579	146.837.807,8
Jumlah		Rp 38.279.148.142,96	Rp 3.469.922.558,05

Dari hasil Analisa perhitungan diperoleh jumlah pendapatan pada pekerjaan tanah dengan jumlah Rp. Rp.38.279.148.142,96 dengan profit sebesar Rp. 3.469.922.558,05. Sedangkan jumlah biaya pekerjaan tanah pada proyek perpanjangan runway sebesar Rp.39.164.880.700. Durasi pekerjaan tanah yang diperoleh dari hasil perhitungan adalah selama 133 hari atau setara 4,5 bulan, sedangkan durasi pekerjaan dalam dokumen kontrak adalah 6,5 bulan

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan produktivitas alat berat dapat disimpulkan :

1. Produktivitas serta jumlah kebutuhan alat dari hasil analisis dengan yang ada pada dokumen kontrak sesuai, sementara untuk durasi atau waktu pekerjaan dari hasil analisis lebih efisien.
2. Biaya sewa per jam yang didapatkan dari hasil perhitungan untuk alat berat masing-masing yaitu excavator sebesar Rp. 694.260. *dump truck* sebesar Rp. 753.762. *motor grader* sebesar Rp. 642.188. *vibrator roller* sebesar Rp. 551.583,4. Sedangkan untuk *water tanker* sebesar Rp. 384.646,04.
3. Pendapatan dan profit yang didapatkan dari penggunaan alat berat pada pekerjaan tanah proyek perpanjangan runway di bandara internasional lombok dengan jumlah Rp.38.279.148.142,96 serta profit sebesar Rp. 3.469.922.558,05.

Saran

1. Sebelum pelaksanaan pekerjaan dimulai agar dilaksanakan rapat teknis, serta selalu mengadakan evaluasi dari hasil pekerjaan guna memperoleh hasil yang maksimal.
2. Sebaiknya didalam pengoperasian alat berat perlu adanya pengawasan yang ketat terhadap kerja operator serta pengecekan kondisi alat agar tetap dalam kondisi yang baik. Sehingga tidak mengganggu jadwal pekerjaan yang telah ditentukan dalam perencanaan awal,
3. Harus adanya kerja sama antara pemilik proyek, perencana (konsultan), dengan pelaksana (kontraktor) agar proyek yang direncanakan dapat terlaksana sesuai dengan yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2018). *Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Edisi 216*. Kementrian PU: Jakarta.
- Kholil, Ahmad. (2012). *Alat Berat*. PT. Remaja Rosda Karya Offset: Bandung.
- Mubarok, Ahmad. (2014). *Perencanaan Pemakaian Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah Proyek Pembangunan Jalan Tol Surabaya – Mojokerto Seksi IV.3 Sta 37+297 s/d Sta 42+800*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Muis. (2017). *Analisis Produktivitas dan Efisiensi Alat Berat Pada Proyek Peningkatan Jalan Kabupaten Paket IV Ruas Pemepek – Repok Pidandang (Lombok Tengah,)*, Universitas Mataram, Mataram.
- Puri, Cahya A. (2020). *Analisa Produktivitas Dan Biaya Operasional Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Street - Race Circuit Mandalika*: Universitas Mataram, Mataram.
- Rochmanhadi. (1982). *Alat Berat dan Penggunaannya* : Deartemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Rostiyanti, Susy Fatena.. (2008). *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi, Cetakan I, Edisi 2*, Penerbit Rineka Cipta: Jakarta.
- Tenrisukki T., Andi. (2003). *Pemindahan Tanah Mekanis :Seri Diklat Kuliah*. Gunadarma: Jakarta.
- Tauro, 2013, *Analisis Biaya Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah (Studi Kasus Perencanaan Bandar Udara Lokasi Desa Pusugi Kec. Ampena Tete Kab. Tojo Una-Una, Sulawesi Tengah)*.