

## EFISIENSI BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN PEKERJAAN LAPIS PERKERASAN AGREGAT KELAS B PADA RUAS JALAN SORUMBA KOTA KENDARI

La Ode Haji<sup>1</sup>, Mappa Nashrun<sup>2</sup>, Umran Sarita<sup>2</sup>, Fitriah Masud<sup>2</sup>, Try Sugiyarto Soeparyanto<sup>2</sup>

Program Studi D3 Teknik Sipil, Program Pendidikan Vokasi, Universitas Halu Oleo<sup>1</sup>

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo<sup>2</sup>

Email : [laodehaji07@gmail.com](mailto:laodehaji07@gmail.com)

Info Artikel	Abstract
Diajukan : 28 Februari 2022 Diperbaiki : 5 Maret 2022 Disetujui : 14 Maret 2022	<i>In planning a project that is done with heavy equipment, one thing that is important is how to calculate the cost and time efficiency of the machine. The first step in calculating the cost and time of a machine is to carry out a theoretical calculation. Then with this final project to determine the cost efficiency and time of heavy equipment used during the Wua Wua Area Road Improvement project process (DAK 2019) - Jalan Sorumba, Kendari City. The data in this study are secondary data obtained from the executing contractor which includes the budget plan for the implementation process of class B aggregate pavement work. The cost of implementing the rental of tools and materials from the calculation is Rp. 1,581,019,052.29, while the value of the contract fee is Rp. 1,597,496,916.63. The implementation time of class B aggregate pavement work (LPB) from the calculation, which takes 35 (thirty five) calendar days and is still in accordance with the estimated implementation of the work in the contract</i>

Keywords: expense, time, heavy equipment.

### Abstrak

Kata kunci: biaya, waktu, alat berat

Dalam merencanakan proyek yang dikerjakan dengan alat berat, satu hal yang penting adalah bagaimana menghitung efisiensi biaya dan waktu alat berat. Langkah pertama dalam menghitung biaya dan waktu alat berat adalah melakukan perhitungan secara teoritis. Kemudian dengan adanya tugas akhir ini untuk mengetahui efisiensi biaya dan waktu alat berat yang digunakan selama proses proyek Peningkatan Jalan Kawasan Wua Wua (DAK 2019) – Jalan Sorumba, Kota Kendari. Data dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari kontraktor pelaksana yang meliputi laporan rencana anggaran biaya proses pelaksanaan pekerjaan perkerasan pondasi agregat kelas B. Adapun biaya pelaksanaan sewa alat dan bahan dari perhitungan yakni sebesar Rp. 1.581.019.052,29, sedangkan nilai dari biaya kontrak yakni sebesar Rp. 1.597.496.916,63. Waktu pelaksanaan pekerjaan perkerasan agregat kelas B (LPB) dari perhitungan yakni membutuhkan waktu 35 (tiga puluh lima) hari kalender dan masih sesuai dengan estimasi pelaksanaan pekerjaan dalam kontrak

### 1. Latar Belakang

Dalam merencanakan proyek yang dikerjakan dengan alat berat, satu hal yang penting adalah bagaimana menghitung efisiensi biaya dan waktu alat berat. Langkah pertama dalam menghitung biaya dan waktu alat berat adalah melakukan perhitungan secara teoritis. Kemudian dengan adanya tugas akhir ini untuk mengetahui efisiensi biaya dan waktu alat berat yang digunakan selama proses proyek Peningkatan Jalan Kawasan Wua Wua (DAK 2019) – Jalan Sorumba, Kota Kendari. Ini dikarenakan untuk mengefisienkan waktu dan juga pemborosan biaya agar

penggunaan alat berat dapat dilakukan dengan seperlunya tanpa membuang waktu yang tidak perlu agar proses pengerjaan proyek dapat terselesaikan dengan tepat waktu.

Dalam penggunaannya alat berat ini memiliki ambang batas dan kapasitas dari produksinya hal ini menjadikan produktivitas alat berat harus diperhitungkan secara rinci. Seringkali penggunaan alat berat hanya berdasarkan kebutuhan dari suatu pekerjaan proyek saja tidak berdasarkan kebutuhan pekerjaan.

Masalah kendala yang dialami oleh produktivitas alat berat juga berpengaruh terhadap biaya dan waktu alat berat dimana faktor-faktor yang mendominasi menjadi kendala pada pekerjaan atau pengoperasian alat berat itu juga menjadi masalah dengan kata lain masalah produktivitas dan kapasitas produksi itu saling berhubungan.

Adapun pekerjaan Peningkatan Jalan Kawasan Wua Wua (DAK 2019) – Jalan Sorumba, khususnya pada item pekerjaan lapis perkerasan agregat kelas B menggunakan alat berat seperti *wheel loader, dump truck, motor grader,*

tandem roller dan water tank truck hal ini menarik untuk diteliti lebih lanjut dengan memfokuskan pada efisiensi biaya dan waktu pekerjaan perkerasan lapis pondasi agregat kelas B, dalam penulisan secara bertahap terdiri dari perhitungan biaya dan waktu kerja peralatan yang digunakan berdasarkan volume pekerjaan dan produktivitas peralatan

**2. Metode**

Penelitian ini dilakukan pada proyek pekerjaan Peningkatan Jalan Kawasan Wua Wua (DAK) – 2019 Jalan Sorumba, Kota Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara, proyek akhir ini dilakukan selama kurang lebih 45 hari

**1. Volume Pekerjaan**

Pada pelaksanaan pekerjaan lapis perkerasan agregat kelas B (LPB) volume pekerjaan ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$V = \left(\frac{a+b}{2} \times t \times p\right) \times n \times Fs \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- V = volume
- a = lebar atas
- b = lebar bawah
- t = tebal
- Fs = Faktor swell
- n = Jumlah ruas jalan

**2. Wheel Loader**

Untuk mengetahui nilai dari produktivitas alat m<sup>3</sup>/jam digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q1 = \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts \times Bip/Bil} m^3 \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- Q1 = kapasitas produksi / jam
- V = Kapasitas bucket
- Fb = Faktor bucket
- Fa = Faktor efisiensi alat
- Ts = Waktu siklus

**3. Dump Truck**

Untuk mengetahui nilai dari produktivitas alat per-jam digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q1 = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts \times Bip} m^3 \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

- Q1 = Produktivitas alat m<sup>3</sup>/jam
- V = Kapasitas bak
- Fa = Faktor efisiensi alat
- Ts = Waktu siklus alat

**4. Motor Grader**

Untuk mengetahui nilai dari produktivitas alat per-jam digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q1 = \frac{Lh \times (N(b-b0)+b0) \times Tk \times Fa \times 60}{n \times Ts} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

- Q1 = Produktivitas Alat m<sup>3</sup>/jam
- Lh = Panjang hamparan
- N = Lajur lintasan
- b = Lebar efektif kerja blade
- b0 = Lebar overlap
- Tk = Jam kerja efektif
- Fa = Faktor efisiensi alat
- n = Jumlah lintasan
- Ts = Waktu siklus

**5. Tandem Roller**

Untuk mengetahui nilai dari produktivitas alat per-jam digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q1 = \frac{(v \times 1000) \times (N(b-b0)+b0) \times Tk \times Fa}{n} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

- Q1 = Produktivitas alat per jam
- v = Kecepatan rata rata
- N = Lajur lintasan
- b = Lebar efektif pemadatan
- b0 = Lebar overlap
- Tk = Jam kerja efektif
- Fa = Faktor efisiensi alat
- n = Jumlah lintasan

**6. Water Tank Truck**

Untuk mengetahui nilai dari Produktivitas alat m<sup>3</sup> / jam digunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q1 = \frac{Pa \times Fa \times 60}{Wc \times 1000} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

- Q1 = Produktivitas alat per jam
- Pa = Kapasitas pompa air
- Fa = Faktor efisiensi alat
- Wc = Kebutuhan air/m<sup>3</sup> agregat padat
- 60 = konversi jam ke menit
- 1000 = konversi kilometer ke meter

**2 Hasil dan Pembahasan**

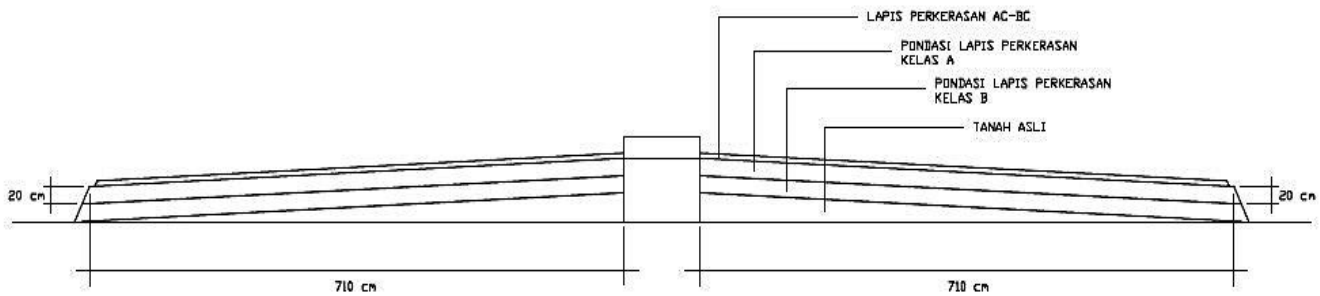
Adapun hasil yang dikemukakan pada penelitian ini mengenai data-data tentang volume pekerjaan, harga upah dan bahan serta harga alat berat yang digunakan pada pekerjaan perkerasan lapis pondasi agregat kelas B (LPB) berdasarkan koefisien dokumen kontrak oleh CV. NR. Rezky Construction.

**A. Data Penelitian**

**1. Volume Pekerjaan**

Perhitungan volume pekerjaan lapis perkerasan agregat kelas B didasarkan persamaan (2.1) untuk Sta 0

+ 000 s/d 0 + 950 dengan tebal perkerasan yaitu 20 cm pada gambar berikut :



Gambar 1 Detail Penampang Jalan

Adapun cara menghitung volume pada gambar di atas dapat digunakan rumus sebagai berikut :

- a) Panjang pekerjaan (p) : 950 m
- b) Lebar atas (a) : 6,20 m
- c) Lebar bawah (b) : 6,30 m
- d) Tebal (t) : 0,20 m
- e) Jumlah ruas jalan : 2
- f) Faktor swell : 1.09
- g) Volume (V)

$$V = \left(\frac{a+b}{2} \times t \times p\right) \times 2 \times F_s$$

Maka :

$$V = \left(\frac{6,20+6,30}{2} \times 0,20 \times 950\right) \times 2 \times 1.09 = 2.588,75 \text{ m}^3$$

Tabel 1 Harga Upah dan Bahan

No	Uraian	Satuan	Harga satuan (Rp)
I. Upah			
1	Operator	Jam	24,000.00
2	Pembantu operator	Jam	19,000.00
3	Sopir/driver	Jam	24,000.00
4	Pembantu sopir/driver	Jam	19,000.00
II. Bahan			
1	Bahan bakar solar	M3	13,000
2	Minyak pelumas	M3	30,000

(Sumber : Dokumen Kontrak Proyek Peningkatan Jalan Kawasan Wua Wua Kota Kendari, No. Paket Kontrak 620/100/KONTRAK/PUPR/BM/V/2019)

2. Spesifikasi Alat Berat dan Data Asumsi

a. Spesifikasi Wheel Loader

Berikut ini adalah data spesifikasi yang memaparkan mengenai kode, koefisien dan satuan alat berat yang disajikan pada tabel 4.2

Tabel 2 Spesifikasi Wheel Loader

No.	WHEEL LOADER (CATER PILLAR)			
	U R A I A N	KODE	KOEF.	SATUAN
1	Kapasitas bucket	V	1.50	M3
2	Faktor bucket	Fb	0.85	-
3	Faktor Efisiensi alat	Fa	0.83	-
4	Waktu Siklus :	Ts1	2.00	menit
5	Tenaga	Pw	96.0	HP
6	Kapasitas	Cp	1.5	M3
8	Umur Ekonomis	A	5.0	Tahun
9	Jam Kerja Dalam 1 Tahun	W	2,000.0	Jam
10	Harga Alat	B	1,450,481,764	Rupiah

(Sumber : Dokumen Kontrak Proyek Peningkatan Jalan Kawasan Wua Wua Kota Kendari, No. Paket Kontrak 620/100/KONTRAK/PUPR/BM/V/2019)

b. Spesifikasi Dump Truck

Berikut ini adalah data spesifikasi yang memaparkan mengenai kode, koefisien dan satuan alat berat yang disajikan pada tabel 4.3

Tabel 3 Spesifikasi Dump Truck

No.	Dump Truck (Hino)			
	U r a i a n	Kode	Koef.	Satuan
1	Kapasitas bak	V	3.50	ton
2	Faktor Efisiensi alat	Fa	0.83	-
3	Kecepatan rata-rata bermuatan	v1	45.00	KM/jam
4	Kecepatan rata-rata kosong	v2	55.00	KM/jam
5	Tenaga	Pw	100.0	HP
6	Kapasitas	Cp	3.5	Ton
7	Umur Ekonomis	A	5.0	Tahun
8	Jam Kerja Dalam 1 Tahun	W	2,000.0	Jam
9	Harga Alat	B	265,672,800.00	Rupiah

(Sumber : Dokumen Kontrak Proyek Peningkatan Jalan Kawasan Wua Wua Kota Kendari, No. Paket Kontrak 620/100/KONTRAK/PUPR/BM/V/2019)

#### c. Spesifikasi Motor Grader

Berikut ini adalah data spesifikasi yang memaparkan mengenai kode, koefisien dan satuan alat berat yang disajikan pada tabel 4.4

**Tabel 4** Spesifikasi Motor Grader

No	Motor Grader (Komatsu)			
	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Panjang hamparan	Lh	50.00	M
2	Lebar efektif kerja blade	B	2.40	M
3	Faktor Efisiensi alat	Fa	0.83	-
4	Kecepatan rata-rata alat	V	3.00	KM/jam
5	Jumlah lintasan	N	6.00	lintasan
6	Lajur lintasan	N	3.00	-
7	Lebar Overlap	Bo	0.30	M
8	Tenaga	Pw	135.0	HP
9	Kapasitas	Cp	10,800.0	-
10	Umur Ekonomis	A	5.0	Tahun
11	Jam Kerja Dalam 1 Tahun	W	2,000.0	Jam
12	Harga Alat	B	2,198,709,150	Rupiah

(Sumber : Dokumen Kontrak Proyek Peningkatan Jalan Kawasan Wua Wua Kota Kendari, No. Paket Kontrak 620/100/KONTRAK/PUPR/BM/V/2019)

#### d. Spesifikasi Tandem Roller

Berikut ini adalah data spesifikasi yang memaparkan mengenai kode, koefisien dan satuan alat berat yang disajikan pada tabel 4.5

**Tabel 5** Spesifikasi Tandem Roller

No	Tandem Roller (Komatsu)			
	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Kecepatan rata-rata alat	V	2.00	KM/jam
2	Lebar efektif pemadatan	B	1.48	M
3	Jumlah lintasan	N	6.00	lintasan
4	Jumlah lajur lintasan	N	3.00	-
5	Lebar overlap	Bo	0.30	m
6	Faktor Efisiensi alat	Fa	0.83	-
7	Tenaga	Pw	82.0	HP
8	Kapasitas	Cp	8.1	Ton
9	Umur Ekonomis	A	5.0	Tahun
10	Jam Kerja Dalam 1 Tahun	W	2,000.0	Jam
11	Harga Alat	B	1,034,059,576	Rupiah

(Sumber : Dokumen Kontrak Proyek Peningkatan Jalan Kawasan Wua Wua Kota Kendari, No. Paket Kontrak 620/100/KONTRAK/PUPR/BM/V/2019)

#### e. Spesifikasi Water Tank Truck

Berikut ini adalah data spesifikasi yang memaparkan mengenai kode, koefisien dan satuan alat berat yang disajikan pada tabel 4.6

**Tabel 6** Spesifikasi Water Tank Truck

No	Water Tank Truck (Toyota)			
	Uraian	Kode	Koef.	Satuan
1	Volume tanki air	V	4.00	M3
2	Kebutuhan air / M3 agregat padat	Wc	0.07	M3
3	Kapasitas pompa air	pa	100.00	liter/menit
4	Faktor Efisiensi alat	Fa	0.83	-
5	Tenaga	Pw	100.0	HP
6	Kapasitas	Cp	4,000.0	Liter
7	Umur Ekonomis	A	5.0	Tahun
8	Jam Kerja Dalam 1 Tahun	W	2,000.0	Jam
9	Harga Alat	B	176,000,000	Rupiah

(Sumber : Dokumen Kontrak Proyek Peningkatan Jalan Kawasan Wua Wua Kota Kendari, No. Paket Kontrak 620/100/KONTRAK/PUPR/BM/V/2019)

#### f. Data Asumsi Pekerjaan

Berikut ini data pekerjaan yang memaparkan mengenai kode, koefisien dan satuan asumsi uraian pekerjaan yang disajikan pada tabel 4.7

**Tabel 7** Asumsi Pekerjaan

No	ASUMSI			
	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN
1	Jarak rata-rata Base Camp ke lokasi pekerjaan	L	15,00	KM
2	Tebal lapis agregat padat	t	0,20	M
3	Berat isi padat	Bip	1,81	-
4	Jam kerja efektif per-hari	Tk	7,00	jam
5	Berat volume agregat (lepas)	Bil	1,51	ton/m3

(Sumber : Dokumen Kontrak Proyek Peningkatan Jalan Kawasan Wua Wua Kota Kendari, No. Paket Kontrak 620/100/KONTRAK/PUPR/BM/V/2019)

#### B. Analisa Alat

##### 1. Analisa alat berat wheel loader

Wheel loader dengan kondisi seperti yang ditampilkan dalam lampiran, secara spesifik akan diuraikan sebagai berikut :

##### a. Biaya pasti perjam kerja

- 1) Harga alat (B) : Rp.1.450.481.764,00
- 2) Tingkat suku bunga (i): 5 %

3) Umur alat (A) : 5 tahun

4) Jam Kerja dalam 1 tahun (W) :

$$w = \frac{10.000}{A}$$

Maka :

$$w = \frac{10.000}{5} \\ = 2.000$$

5) Nilai sisa alat (C) :

$$C = 10\% \times B$$

Maka :

$$C = 10\% \times 1.450.481.764 \\ = 145.048.176,00-$$

6) Faktor angsuran modal (D) :

$$D = \frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A}$$

Maka :

$$D = \frac{5\% \times (1+5\%)^5}{(1+5\%)^5} \\ = \frac{0,064}{1,276} \\ = 0,23097$$

7) Biaya pengembalian modal (E) :

$$E = \frac{(B - C) \times D}{W}$$

Maka :

$$E = \frac{(1.450.481.764 - 145.048.176) \times 0,23097}{2.000} \\ = \frac{301.522.259,3}{2.000} \\ = 0.23097$$

8) Asuransi dan lain-lain (F) :

$$F = \frac{0.002 \times B}{W}$$

Maka :

$$F = \frac{0.002 \times 1.450.481.764}{2.000} \\ F = \frac{2.900.963,527}{2.000} \\ = 1.450,48$$

9) Total biaya pasti (G) :

$$G = E + F$$

Maka :

$$G = 0.23097 + 1.450,48 \\ = \text{Rp. } 152.211,61 / \text{jam}$$

b. Biaya operasional

1) Tenaga alat (Pw) : 100 Hp

2) Harga alat (B) : Rp. 1.450.481.764,00

3) Bahan bakar solar (Ms) : Rp. 13.000 /liter

4) Minyak pelumas (Mb) : Rp. 30.000 /liter

5) Upah operator (U1) : Rp. 24.000.00 /jam

6) Upah Pembantu Operator : Rp. 19.000 /jam

7) Usia alat (A) : 5 tahun

8) Jam kerja alat dalam 1 tahun (W) :

$$W = \frac{10000}{A}$$

Maka :

$$W = \frac{10000}{5} \\ = 2000 \text{ jam}$$

9) Biaya bahan bakar (H) :

$$H = 15\% \times Pw \times Ms$$

Maka :

$$H = 15\% \times 96 \times 13.000 \\ = \text{Rp. } 187.200,00$$

10) Biaya pelumas (I) :

$$I = 3\% \times Pw \times Mb$$

Maka :

$$I = 3\% \times 96 \times 30.000 \\ = \text{Rp. } 86.000,00$$

11) Biaya bengkel (J) :

$$J = \frac{8,75\% \times B}{W}$$

Maka :

$$J = \frac{8,75\% \times 1.450.481.764}{2000} \\ = \text{Rp. } 63.459,00$$

12) Biaya perawatan dan perbaikan (K) :

$$K = \frac{17,5\% \times B}{W}$$

Maka :

$$K = \frac{17,5\% \times 1.450.481.764}{2.000} \\ K = \frac{253.834.308,6}{2.000} \\ = \text{Rp. } 126.917,15$$

13) Biaya operator (L) :

$$L = 1 \times U1$$

Maka :

$$D = 1 \times 24.000 \\ = \text{Rp. } 24.000,00$$

14) Biaya pembantu operator (M) :

$$M = 1 \times U2$$

Maka :

$$M = 1 \times 19.000 \\ = \text{Rp. } 19.000,00$$

15) Total biaya operasional (N) :

$$N = H + I + J + K + L + M$$

Maka :

$$N = 187.200 + 86.000 + 63.459 + 126.917,15 + 24.000 + 19.000 = \text{Rp. } 506.975,00 / \text{jam}$$

c. Total biaya sewa alat (O)

$$O = G + N$$

Maka :

$$O = 152.211,61 + 506.975,00 = \text{Rp. } 659.187,34 / \text{jam}$$

d. Kapasitas produksi alat

- 1) Kapasitas bucket (V) : 1,50 m<sup>3</sup>
- 2) Faktor bucket (Fb) : 0,85
- 3) Faktor efisiensi alat (Fa) : 0,83
- 4) Jam kerja efektif (t) : 7 jam
- 5) Jumlah alat yang digunakan (c) : 1 unit
- 6) Waktu menggali, memuat (T1) : 2 menit
- 7) Waktu siklus (Ts)

$$T_s = T_1$$

$$T_s = 2 \text{ menit}$$

8) Produktivitas alat m<sup>3</sup>/jam (Q1) :

$$Q_1 = \frac{V \times F_b \times F_a \times 60}{T_s \times \text{Bip/Bil}} \text{m}^3$$

Maka :

$$Q_1 = \frac{1,50 \times 0,85 \times 0,83 \times 60}{2 \times 1,81/1,51} \text{m}^3 = 26,49 \text{ m}^3/\text{jam}$$

9) Produktivitas Alat m<sup>3</sup>/ hari (Q2) :

$$Q_2 = Q_1 \times T_k$$

Maka :

$$Q_2 = 26,49 \times 7 = 185,43 \text{ m}^3/\text{hari}$$

e. Kebutuhan alat

- 1) Volume pekerjaan (V) : 2.588,75 m<sup>3</sup>
- 2) Kapasitas produksi alat (Q1) : 26,49 m<sup>3</sup>/jam
- 3) Jam kerja efektif per hari (Tk) : 7 jam
- 4) Waktu pekerjaan (t) : 35 hari
- 5) Biaya sewa alat per jam (O) : Rp. 659.187,34
- 6) Kebutuhan waktu kerja alat per jam (P) :

$$P = \frac{V}{Q_1}$$

Maka :

$$P = \frac{2.588,75}{26,49} = 97,726 \text{ jam}$$

7) Kebutuhan waktu kerja alat per hari (C) :

$$C = \frac{P}{T_k}$$

Maka :

$$C = \frac{97,726}{7} = 13,961 \text{ hari } (\leq 35 \text{ hari})$$

8) Total biaya sewa alat (D) :

$$D = O \times P$$

Maka :

$$D = 659.187,34 \times 97,726 = \text{Rp. } 64.419.450,13$$

### 3 Simpulan

Berdasarkan hasil analisa efisiensi produktivitas dan biaya operasional alat berat pada proyek Peningkatana Jalan Kawasan WuaWua (DAK 2019) – Jalan Sorumba, Kecamatan Wua Wua, Kota Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara) dengan memfokuskan pada item pelaksanaan pekerjaan lapis perkerasan agregat kelas B (LPB), maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Biaya pelaksanaan sewa alat dan bahan dari perhitungan yakni sebesar Rp. 1.581.019.052,29, sedangkan nilai dari biaya kontrak yakni sebesar Rp. 1.597.496.916,63
- 2) Waktu pelaksanaan pekerjaan perkerasan agregat kelas B (LPB) dari perhitungan yakni membutuhkan waktu 35 (tiga puluh lima) hari kalender dan masih sesuai dengan estimasi pelaksanaan dalam kontrak

### Daftar Pustaka

- [1] Ashworth, Allan., 1994. *Perencanaan Biaya Bangunan Gedung*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- [2] Bina Marga., 2010. *Spesifikasi Umum*. Semarang: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.
- [3] Husen, A. 2008. *Manajemen Proyek*. Andi. Yogyakarta.
- [4] Kurniawan, A. 2019. *Estimasi Kapasitas Alat Berat pada Item Pekerjaan LPA dan LPB* [skripsi]. Kendari: Universitas Halu Oleo
- [5] Murys, Kang. 2014. *Perhitungan Lapisan Pondasi dan Pondasi* Atas. <http://civildoqument.blogspot.com/2014/09/perhitungana-lapisan-pondasi-bawah-dan.html>
- [6] Ramadhan, M. 2017. Mengenal Jenis Fungsi Kelebihan dan Kekurangan alat Berat Konstruksi. <https://www.asdar.id/mengenal-alat-berat-konstruksi/>

- [7] Rochmanhadi, 1982. *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- [8] Salim, A. 2014. *Analisis Produktivitas Waktu Kerja Alat Berat Pada Pembangunan Jalan* [skripsi]. Meulaboh: Universitas Teuku Umar
- [9] Sukirman, S. 2003. *BAB II Perkerasan Jalan Raya*. Penerbit NOVA. Bandung.
- [10] Soeharto, Imam. 1995. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Erlangga. Jakarta.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*