

## Kajian Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Peningkatan Jaringan Irigasi Daerah Irigasi Batang Sangkir-Kerinci

**Ayu Athika Dewi\*, Azwarman, Ellyta Mona**

Program Studi Teknik Sipil Universitas Batanghari Jambi

\*Correspondence email: elfazaathika@gmail.com

**Abstrak.** Alat berat merupakan faktor penting di dalam proyek, terutama proyek-proyek konstruksi dengan skala yang besar. Dalam pekerjaan tanah yang meliputi galian diperlukan alat berat yaitu *excavator*. Pemilihan alat berat tentunya sangat berpengaruh pada tingkat efisiensi agar dapat menghemat waktu dan biaya. Dalam pengerjaan tugas akhir ini digunakan metode analisis komparatif. Dengan kata lain beberapa jenis dan pabrikan *excavator* dibandingkan dan diambil keputusan *excavator* mana yang paling efisien. Maka hasil dari penelitian ini adalah sebagai berikut: 1. Produktivitas *excavator* : Caterpillar CAT320D=58,14 m<sup>3</sup>/jam, Komatsu PC200-8MO = 63,52m<sup>3</sup>/jam, Komatsu PC130F-7 =39,84m<sup>3</sup>/jam, dan Hitachi ZX300LC-6 =73,50m<sup>3</sup>/jam. 2. *Excavator* yang efisien digunakan yaitu Komatsu PC200-8 dengan waktu 94,40 jam, biaya per jam Rp. 628.869,77 dan biaya total Rp. 59.365.306,71. Dengan selisih waktu lebih cepat 8,7 jam dari Caterpillar CAT320D dan dapat menghemat pengeluaran sebesar Rp. 6.695.416,67.

**Kata Kunci:** alat berat, excavator, konstruksi, efisien

### PENDAHULUAN

Saat ini, alat berat merupakan faktor penting di dalam proyek, terutama proyek-proyek konstruksi dengan skala yang besar. Tujuan penggunaan alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang relatif lebih singkat. (Ahmad Kholil, 2012:1 )

Alat berat adalah alat bantu konstruksi dengan mesin berukuran besar untuk memudahkan dalam pelaksanaan pekerjaan berat dilapangan seperti pekerjaan tanah dan memindahkan bahan/material bangunan.

### Waktu Siklus *Excavator* (*Cycle Time*)

Untuk *cycle time* terdiri dari empat gerakan dasar yaitu : (Djoko Wilopo, 2011:46)

1. Waktu menggali (*digging time*)
2. Waktu mengayun (*swing loaded*)
3. Membongkar beban (*dumping*)
4. Mengayun balik (*swing empty*)

### Produktivitas

Produktivitas adalah hasil dari proses produksi dalam satuan waktu tertentu. Contoh: m/jam, ton/jam, m<sup>2</sup>/jam, dan lain-lain. Menurut Albar (Dalam Standar Parameter Penambangan PT. PAMA, 2015)

$$\text{Produktivitas} = \text{kapasitas alat} \times \text{efisiensi kerja alat} \times \frac{60}{\text{waktu siklus}}$$

### Perhitungan Produktivitas *Excavator*

Rumus umum perhitungan produktivitas *excavator* :

1. Produksi Persiklus  $q = q_1 \times k = m^3$
2. Produksi Perjam  $Q = \frac{q \times 3600 \times E}{CT} = m^3/\text{jam}$

Keterangan:

- Q = Kapasitas produksi (m<sup>3</sup>/jam)  
 q<sub>1</sub> = Kapasitas *bucket* (m<sup>3</sup>)  
 k = *Bucket fill factor*  
 E = Faktor efisiensi  
 CT = Waktu siklus/ *cycle time* (menit)

**Tabel. 1 Bucket Fill Factor**

Material	BFF/k (%)
Tanah dan tanah organic	80 – 100
Pasir dan kerikil	90 – 100

Lempung keras	65 – 95
Lempung basah	50 – 90
Batuan dengan peledakan buruk	40 – 70
Batuan dengan peledakan baik	70 – 90

Sumber: *Construction Methods and Management*, 1998

### 3. Waktu Siklus (*Cycle Time*)

Rumus perhitungan *cycle time* adalah sebagai berikut :

$$CT = \text{waktu gali (t1)} + \text{waktu putar (t2)} \times 2 + \text{waktu buang (t3)}$$

Keterangan:

- CT = *Cycle time* (detik)  
 Waktu gali (t1) = berdasarkan kedalaman galian (detik)  
 Waktu putar (t2) = berdasarkan sudut dan kecepatan putar (detik)  
 Waktu buang (t3) = berdasarkan kondisi pembuangan material (detik)

- a. Pembuangan kedalam dumptruck = 4 – 7 detik  
 b. Ketempat pembuangan = 3 – 6 detik

**Tabel 2. Waktu Gali**

Kondisi Gali/ Kedalaman Gali	Ringan (detik)	Sedang (detik)	Agak Sulit (detik)	Sulit (detik)
0 – 2 m	6	9	15	26
2 – 4 m	7	11	17	28
4 - lebih	8	13	19	30

Sumber: Rochmanhadi, 1985

**Tabel 3 Waktu Putar**

Sudut Putar	Waktu Putar
45 – 90 (derajat)	4 – 7
90 – 180 (derajat)	5 - 8

Sumber: Rochmanhadi, 1985

Nilai real *cycle time* didapat dari kondisi yang disesuaikan saat menggali dan membongkar beban dengan rumus sebagai berikut:

$$CT = \text{Std CT} \times Fk$$

Keterangan:

- CT = *Cycle time* (detik)  
 Std CT = Standart *cycle time* (detik)  
 Fk = Faktor Konversi

**Tabel 4 Faktor Konversi Untuk Kedalaman dan Sudut Putar**

Kedalaman Penggalian (% dari maks)	Sudut Putar (°)					
	45	60	75	90	120	180
30	1,33	1,26	1,21	1,15	1,08	0,95
50	1,28	1,21	1,16	1,10	1,03	0,91
70	1,16	1,10	1,05	1,00	0,94	0,83
90	1,04	1,00	0,95	0,90	0,86	0,75

Sumber: *Construction Methods and Management*, 1998

### 4. Efisiensi Kerja (E)

Untuk mendapatkan gambaran produksi yang sebenarnya digunakan faktor koreksi dari efisiensi kerja alat berat yang disesuaikan dengan hasil produksi alat yang sebenarnya.

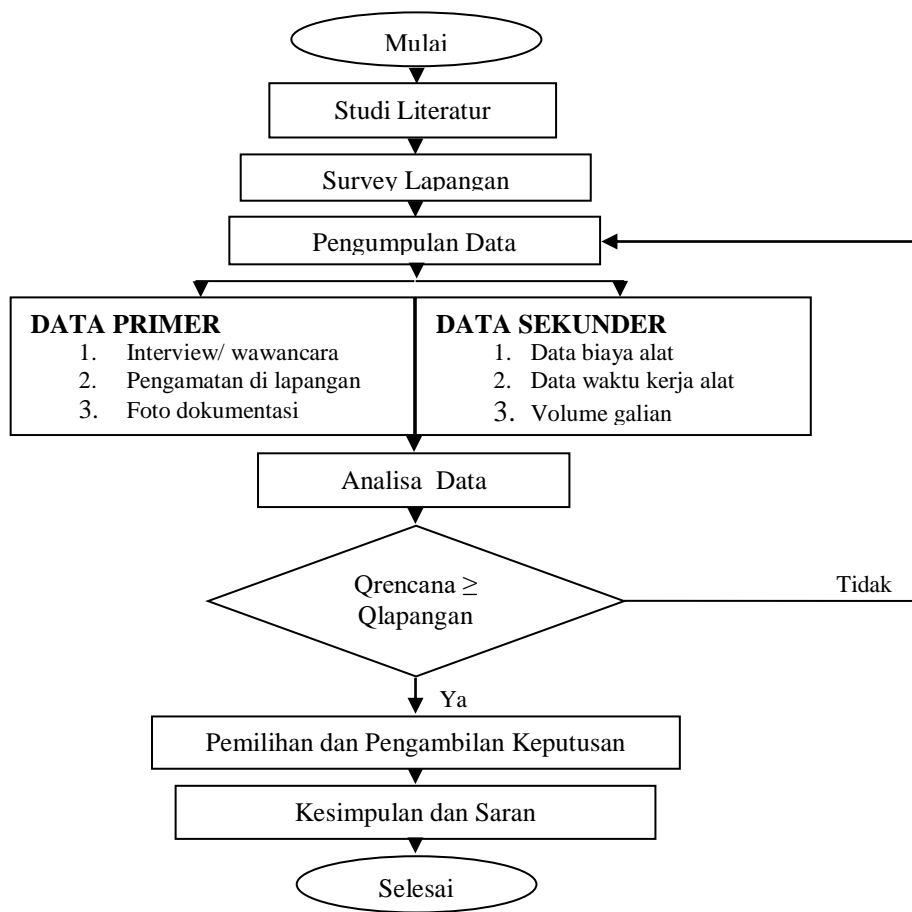
**Tabel. 5 Efisiensi Kerja**

Kondisi Operasi Alat	Efisiensi Kerja
Baik Sekali	0,83
Baik	0,75
Sedang	0,67
Buruk	0,58

Sumber: Albar Cipta Cahya, 2015

**METODE**

Tugas akhir ini dikerjakan dengan cara membandingkan empat tipe alat berat *excavator* atau umumnya disebut metode analisis komparatif yang kemudian dari hasil pembahasan diambil keputusan *excavator* mana yang paling efisien dari segi waktu dan biaya.



**Gambar. 1** Bagan Alir (*flowchart*) Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**a. Analisa Waktu**

Membandingkan produktivitas keempat tipe *excavator* dilakukan dengan membuat simulasi perhitungan, dimana ada dua variabel yang perlu disamakan yaitu :

1. Faktor konversi menggunakan sudut putar = 90°
2. Efisiensi kerja = 0,83

**Perhitungan Produktivitas Excavator**

A. Caterpillar CAT320D

$$q = q_1 \times k = m^3$$

$$q = 0,90 \times 0,8 = 0,72 m^3$$

$$CT = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

$$CT = 15 + 6 + 5 + 6 = 32 \text{ detik}$$

$$CT = Std CT \times Fk$$

$$\text{Kondisi penggalian} = \frac{\text{kedalaman penggalian}}{\text{Std CT} \times Fk} \times 100 \%$$

$$\text{Kondisi penggalian} = \frac{\text{Maksimum kedalaman penggalian}}{\frac{1,7}{9,89}} \times 100 \% = 17\%$$

Fk = kedalaman penggalian dan sudut putar 90° didapat 1,15 dari tabel.4

$$CT = 32 \times 1,15 = 36,80 \approx 37 \text{ detik}$$

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{CT} = \frac{0,72 \times 3600 \times 0,83}{37} = 58,14 \text{ m}^3/\text{jam}$$

B. Komatsu PC 200-8

$$q = q_1 \times k = \text{m}^3$$

$$q = 0,93 \times 0,8 = 0,74 \text{ m}^3$$

$$CT = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

$$CT = 15 + 5 + 5 + 5 = 30 \text{ detik}$$

$$CT = \text{Std CT} \times Fk$$

$$\text{Kondisi penggalian} = \frac{\text{kedalaman penggalian}}{\text{Maksimum kedalaman penggalian}} \times 100 \%$$

$$\text{Kondisi penggalian} = \frac{1,7}{9,70} \times 100 \% = 18\%$$

Fk = kedalaman penggalian dan sudut putar 90° didapat 1,15 dari tabel.4

$$CT = 30 \times 1,15 = 34,50 \approx 35 \text{ detik}$$

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{CT} = \frac{0,74 \times 3600 \times 0,83}{35} = 63,52 \text{ m}^3/\text{jam}$$

C. Komatsu PC130F-7

$$q = q_1 \times k = \text{m}^3$$

$$q = 0,55 \times 0,8 = 0,44 \text{ m}^3$$

$$CT = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

$$CT = 15 + 5 + 4 + 5 = 29 \text{ detik}$$

$$CT = \text{Std CT} \times Fk$$

$$\text{Kondisi penggalian} = \frac{\text{kedalaman penggalian}}{\text{Maksimum kedalaman penggalian}} \times 100 \%$$

$$\text{Kondisi penggalian} = \frac{1,7}{7,52} \times 100 \% = 23\%$$

Fk = kedalaman penggalian dan sudut putar 90° didapat 1,15 dari tabel.4

$$CT = 29 \times 1,15 = 33,35 \approx 33 \text{ detik}$$

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{CT} = \frac{0,44 \times 3600 \times 0,83}{33} = 39,84 \text{ m}^3/\text{jam}$$

D. Hitachi ZX 300LC-6

$$q = q_1 \times k = \text{m}^3$$

$$q = 1,23 \times 0,8 = 0,98 \text{ m}^3$$

$$CT = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$$

$$CT = 15 + 6 + 7 + 6 = 34 \text{ detik}$$

$$CT = \text{Std CT} \times Fk$$

$$\text{Kondisi penggalian} = \frac{\text{kedalaman penggalian}}{\text{Maksimum kedalaman penggalian}} \times 100 \%$$

$$\text{Kondisi penggalian} = \frac{1,7}{10,52} \times 100 \% = 16\%$$

Fk = kedalaman penggalian dan sudut putar 90° didapat 1,15 dari tabel 4

$$CT = 34 \times 1,15 = 39,10 \approx 40 \text{ detik}$$

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{CT} = \frac{0,98 \times 3600 \times 0,83}{40} = 73,50 \text{ m}^3/\text{jam}$$

### Perhitungan Kebutuhan Alat

Contoh perhitungan diambil Caterpillar CAT320D, untuk Komatsu PC200-8MO, Komatsu PC130F-7, dan Hitachi ZX300LC-6 cara perhitungannya sama.

$$1. \text{ Jam Kerja yang dibutuhkan} \\ = \frac{\text{Volume galian}}{\text{Produksi perjam}} = \frac{5.996}{58,14} = 103,13 \text{ jam}$$

$$2. \text{ Waktu Kerja} \\ = 77 \text{ hari} \times 7 \text{ jam} = 539 \text{ jam kerja} \\ \text{Jadi, excavator yang dibutuhkan adalah} \\ \text{jam kerja yang dibutuhkan} \\ = \frac{\text{jam kerjatersedia}}{539} = \frac{103,13}{539} = 0,19 \approx 1 \text{ Unit}$$

**Tabel. 6 Produktivitas Excavator**

URAIAN	KODE	Caterpillar CAT 320D	Komatsu PC 200-8	Komatsu PC 130F-7	Hitachi ZX 300LC-6	SATUAN
Kapasitas bucket	q1	0,90	0,93	0,55	1,23	m <sup>3</sup>
Kedalaman penggalian		1,7	1,7	1,7	1,7	M
Volume Galian	V	5.996	5.996	5.996	5.996	m <sup>3</sup>
Maks. Kedalaman penggalian		9,89	9,70	7,52	10,52	M
Bucket Fill Factor dari Tabel. 1	K	0,80	0,80	0,80	0,80	
Persentase kedalaman Faktor Efisiensi Kerja dari tabel 5	E	17	18	23	16	%
Cycle Time	CT					Detik
Waktu gali	t1	15	15	15	15	Detik
Waktu putar	t2	6	5	5	6	Detik
Waktu buang	t3	5	5	4	7	Detik
Waktu putar kosong	t4	6	5	5	6	Detik
Σt	CT	32	30	29	34	Detik
StdCT x Fk		37	35	33	40	Detik
q = q1 x k	Q	0,72	0,74	0,44	0,98	m <sup>3</sup>
Produktivitas	Q	58,14	63,52	39,84	73,50	m <sup>3</sup> /jam
Kebutuhan Excavator		1	1	1	1	Unit

Sumber: Analisa Data, 2019

#### b. Analisa Biaya

Membandingkan keempat tipe *excavator* untuk perhitungan analisa biaya juga dilakukan dengan membuat simulasi perhitungan, dimana beberapa variabel disamakan yaitu :

1. Umur ekonomis = 5 tahun
2. Jam kerja alat dalam satu tahun = 2000 jam
3. Nilai sisa = 10% dari harga beli
4. Rate asuransi = 2%
5. Tingkat suku bunga = 10% pertahun
6. Upah operator = Rp. 105.000/ 7 jam
7. Upah pembantu operator = Rp. 84.000/ 7 jam
8. Bahan bakar solar industry (Ms) = Rp. 8.200/ liter
9. Minyak pelumas (Mp) = Rp. 45.000/ liter

Contoh perhitungan diambil Caterpillar CAT320D, untuk Komatsu PC200-8MO, Komatsu PC130F-7, dan Hitachi ZX300LC-6 cara perhitungannya sama.

#### Perhitungan Biaya Operasional

##### A. Uraian Peralatan

1. Jenis Peralatan = EXCAVATOR Caterpillar CAT320D
2. Tenaga (Pw) = 138 Hp
3. Umur Ekonomis Alat (A) = 5 Tahun
4. Jam Kerja Dalam Satu Tahun = 2000 Jam

5. Harga Alat (B) = Rp. 883.000.000  
 6. Harga Penyusutan = Rp. 794.700.000

B. Biaya Kerja Alat Perjam

1. Nilai sisa alat (C)  
 = 10% x B  
 = 10% x 883.000.000  
 = Rp. 88.300.000
2. Harga penyusutan  
 = B - C  
 = 883.000.000 - 88.300.000 = 794.700.000
3. Biaya Penyusutan  
 Harga penyusutan  
 =  $\frac{794.700.000}{5 \times 2000} = \text{Rp. } 79.470$
4. Faktor pengembalian modal (D)  
 =  $\frac{18\% \times [(1 + 18\%)^5]}{[(1 + 18\%)^5] - 1}$   
 = 0,32
5. Biaya pengembalian modal (E)  
 =  $\frac{(B - C) \times D}{W}$   
 =  $\frac{(883.000.000 - 88.300.000) \times 0,32}{2000}$   
 = Rp. 127.063,73

6. Asuransi (F)  
 =  $\frac{0,002 \times B}{W}$   
 =  $\frac{0,002 \times 883.000.000}{2000} = \text{Rp. } 88,30$

C. Biaya Operasi Perjam Kerja

1. Bahan bakar (H)  
 = 12% x Pw x Ms  
 = 12% x 138 x 8.200 = Rp. 135.792
2. Pelumas (I)  
 = 2,5% x Pw x Mp  
 = 2,5% x 138 x 45.000 = Rp. 155.250
3. Biaya bengkel (J)  
 =  $\frac{8,75\% \times B}{W}$   
 =  $\frac{8,75\% \times 883.000.000}{2000}$   
 = Rp. 38.631,25
4. Biaya Perawatan dan Perbaikan (K)  
 =  $\frac{17,5\% \times B}{W}$   
 =  $\frac{17,5\% \times 883.000.000}{2000} = \text{Rp. } 77.262,50$
5. Operator (L)  
 =  $\frac{1 \text{ orang}}{7 \text{ jam}} = \frac{105.000}{7 \text{ jam}} = 15.000/\text{jam}$
6. Pembantu operator (M)

$$= \frac{1 \text{ orang}}{7 \text{ jam}} = \frac{84.000}{7 \text{ jam}} = 12.000/\text{jam}$$

**D. Total Biaya Operasi Alat Perjam**

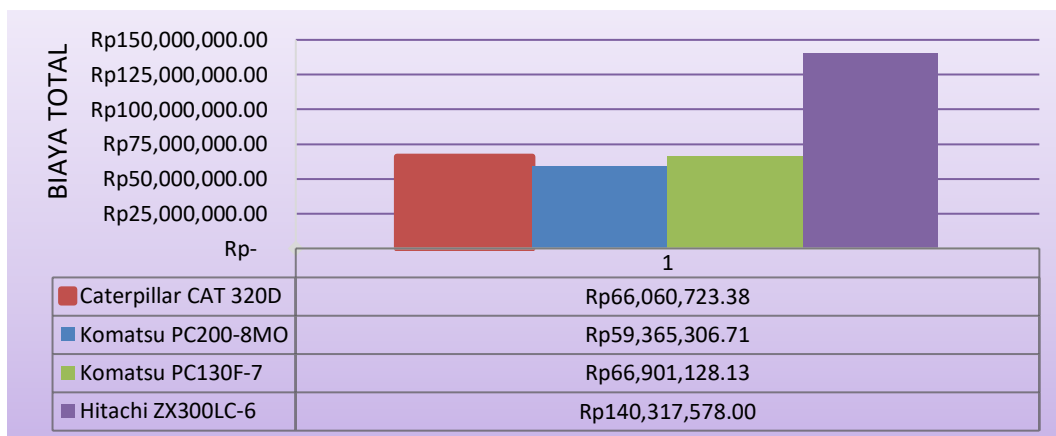
- 1. Biaya Penyusutan = Rp. 79.470
  - 2. Biaya Operasi = Rp. 318.042
  - 3. Biaya Perbaikan = Rp. 77.262,50
  - 4. Biaya Bengkel = Rp. 38.631,25
  - 5. Bunga Modal = Rp. 127.063,73
  - 6. Asuransi = Rp. 88,30
- 
- Total Biaya Alat Perjam = Rp. 640.557,78**

**Hasil Analisa**

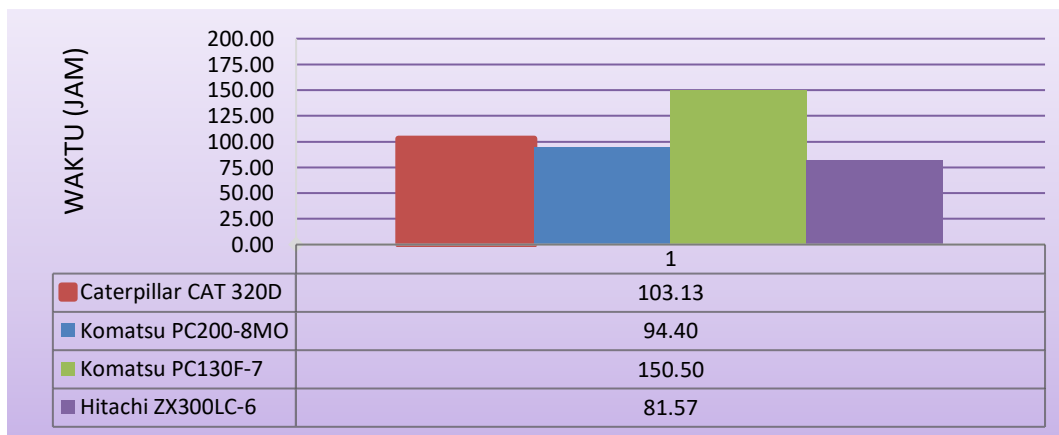
**Tabel. 7 Rekapitulasi Waktu dan Biaya Excavator**

Jenis Excavator	Produktivitas (m <sup>3</sup> /jam)	Waktu (Jam)	Biaya	
			Perjam	Total
Caterpillar CAT 320D	58,14	103,13	Rp 640.557,78	Rp 66.060.723,38
Komatsu PC200-8MO	63,52	94,40	Rp 628.869,77	Rp 59.365.306,71
Komatsu PC130F-7	39,84	150,50	Rp 444.525,77	Rp 66.901.128,13
Hitachi ZX300LC-6	73,50	81,57	Rp 1.720.210,59	Rp 140.317.578,00

Sumber: Analisa Data, 2019



**Gambar. 2 Grafik Biaya Total Excavator**



**Gambar. 3 Grafik Waktu Excavator**

**SIMPULAN**

Berdasarkan dari hasil perhitungan dan pembahasan, maka sebagai kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1. Dari hasil perhitungan produktivitas *excavator* untuk keempat type adalah sebagai berikut:
  - a. Caterpillar CAT320D = 58,14 m<sup>3</sup>/jam

- b. Komatsu PC200-8MO = 63,52m<sup>3</sup>/jam
  - c. Komatsu PC130F-7 = 39,84m<sup>3</sup>/jam
  - d. Hitachi ZX300LC-6 = 73,50m<sup>3</sup>/jam
2. Dari hasil perhitungan *excavator* yang efisien digunakan yaitu Komatsu PC200-8MO dengan selisih sebagai berikut:

**Tabel. 8 Selisih Waktu dan Biaya Excavator**

Jenis Excavator	Waktu (Jam)	Biaya Total	Selisih Waktu (Jam)	Selisih Biaya (Rp)
Caterpillar CAT 320D	103,13	Rp 66.060.723,38		
Komatsu PC200-8MO	94,40	Rp 59.365.306,71	8,73	Rp 6.695.416,67

Sumber: Analisa Data, 2019

#### DAFTAR PUSTAKA

- BPS. (2013). *Kerinci Dalam Angka 2013*. Kerinci: BPS Kabupaten Kerinci.
- Dennis. (2018, Februari 5). *Alat Berat*. Retrieved from Wikipedia: [https://id.m.wikipedia.org/w/Alat\\_berat](https://id.m.wikipedia.org/w/Alat_berat)
- Kholil, A. (2012). *Alat Berat*. Bandung: PT Remaja Rosda Karya.
- Kirmanto, D. (2014). *Katalog Alat Berat Konstruksi 2013*. Jakarta: Pusat Pembinaan Sumber Daya Investasi Badan Pembinaan Konstruksi Kementerian PU.
- Rajasa, A. C. (2015). *Analisa Penggunaan Alat Berat Berdasarkan Pada Efisiensi Pekerjaan Galian Pembangunan Jember Icon*. Jember: Universitas Jember.
- Rochmanhadi. (1992). *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Rostiyanti, S. F. (2008). *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Silvano, V. G. (2015). *Makalah Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta.
- Tenriajeng, A. T. (2003). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Gunadarma.
- Wilopo, D. (2009). *Metode Konstruksi dan Alat-alat Berat*. Jakarta: Universitas Indonesia.