

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Alat Berat Pada Konstruksi**

Alat berat adalah peralatan teknologi mesin yang berukuran besar dan menggunakan teknologi terkini yang didesain untuk mempermudah suatu pekerjaan konstruksi seperti konstruksi saluran air, konstruksi bangunan, pengerjaan jalan, pertambangan dan lain-lain. Dengan keberadaan alat berat pada suatu proyek sangatlah penting karena dapat menunjang pembangunan infrastruktur ataupun dalam mengeksplorasi hasil dari pertambangan. Keuntungan yang didapat dalam menggunakan alat berat yaitu dalam segi waktu, tenaga yang cukup besar serta nilai ekonomis lainnya.

Alat Berat adalah alat yang diciptakan untuk membantu pekerjaan konstruksi dan pekerjaan teknik sipil lainnya yang sifatnya berat apabila dikerjakan oleh tenaga manusia, beroperasi menggunakan motor dengan atau tanpa roda, tidak melekat secara permanen serta beroperasi pada area tertentu, termasuk tetapi tidak terbatas pada area konstruksi, perkebunan, kehutanan, dan pertambangan. Menurut **Asiyanto** (2008), alat konstruksi atau juga sering disebut dengan alat berat merupakan “Alat yang sengaja diciptakan/didesain untuk dapat melaksanakan salah satu fungsi/ kegiatan proses konstruksi yang sifatnya berat bila dikerjakan oleh tenaga manusia, seperti mengangkut, mengangkat, memuat, memindah, menggali, mencampur, dan seterusnya dengan cara yang mudah, cepat, hemat, dan aman”. Sedangkan Menurut **Rostiyanti** (2014), dalam pekerjaan pembangunan struktur bangunan, alat – alat berat sangat diperlukan untuk membantu dan mempermudah manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga dapat tercapai dengan lebih mudah dengan waktu yang lebih singkat. Dan alat-alat berat ini menjadi factor yang sangat penting didalam proyek. Alat berat yang digunakan untuk menggali excavator , dan untuk mengangkut dump truck . Pemilihan alat berat pada suatu proyek adalah salah satu factor penting dalam keberhasilan suatu proyek itu dalam melaksanakan pekerjaan .

Menurut **Wilopo** (2009), keterlibatan alat-alat berat dalam pelaksanaan pekerjaan memiliki keuntungan-keuntungan sebagai berikut :

- a. Waktu pelaksanaan akan lebih cepat. Mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan yang sedang dikejar target waktu penyelesaian atau target produksi.
- b. Tenaga besar. Melaksanakan jenis pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan oleh tenaga manusia.
- c. Ekonomis. Karena alasan efisiensi, keterbatasan tenaga kerja, keamanan, dan factor-faktor ekonomi lainnya.
- d. Mutu dari hasil kerja lebih baik dengan menggunakan alat berat.

## **2.2. Analisa Pemilihan Alat Berat**

Menurut **Buku Alat Berat Ahmad Khilil, ST.MT** (2014), dalam pemilihan alat berat harus dipilih yang tepat guna dan ekonomis, dimana alat tersebut harus sesuai dengan kondisi pekerjaan, mampu berproduksi tinggi dengan biaya yang relative rendah. Pada factor yang mempengaruhi dari segi teknis untuk pemilihan alat berat sebagai berikut :

- a. Jenis alat-alat berat
- b. Sifat-sifat material dan medan kerja
- c. Produktivitas alat berat

Selain itu ada beberapa factor yang mempengaruhi dari segi ekonomis untuk pemilihan alat berat sebagai berikut :

- a. Biaya kepemilikan atau biaya sewa alat berat
- b. Biaya operasional alat berat

## **2.3. Manajemen Alat Berat**

Manajemen pemilihan dan pengendalian alat berat merupakan suatu proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan alat berat agar mencapai tujuan suatu pekerjaan sesuai dengan perencanaan. kondisi medan kerja dan sifat material adalah factor terbesar dalam pemilihan alat berat. Alat berat yang digunakan pada medan kerja berbatu dan bergelombang akan sangat lain dengan alat yang dipergunakan pada medan kerja lunak berlumpur. Demikian pula

alat berat yang digunakan untuk mengerjakan material yang berat akan berbeda dengan alat berat yang digunakan untuk mengerjakan material yang ringan.. Beberapa faktor yang diperhatikan dalam memilih alat berat adalah sebagai berikut :

- a. Berdasarkan fungsinya, karena alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya masing-masing seperti menggali, mengangkut, dan meratakan.
- b. Berdasarkan kapasitas peralatan, dimana pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat material yang diangkut atau dikerjakan. Untuk kapasitas alat berat yang dipilih harus sesuai agar pekerjaan dapat terselesaikan dengan waktu yang ditentukan.
- c. Berdasarkan cara operasinya. Alat berat dipilih berdasarkan arah horizontal atau vertikal, jarak, dan kecepatan.
- d. Berdasarkan pembatasan metode yang dipakai maka mempengaruhi pemilihan alat berat antara lain yaitu peraturan lalu lintas dan biaya. Metode konstruksi yang dipakai juga dapat membuat perubahan terhadap pemilihan alat.
- e. Berdasarkan nilai ekonomi biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor penting dalam pemilihan alat berat karena hal ini salah satu tujuan utama manajemen alat berat.
- f. Berdasarkan jenis proyek. Pada umumnya proyek yang biasanya menggunakan alat berat yaitu proyek gedung, saluran air , pelabuhan, jembatan, irigasi dan lain-lain.
- g. Berdasarkan lokasi proyek. Lokasi pada proyek merupakan suatu hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan alat berat, contoh jika proyek berada di dataran tinggi maka memerlukan alat berat yang berbeda dari alat yang digunakan pada dataran rendah.
- h. Berdasarkan jenis dan daya dukung tanah.
- i. Berdasarkan kondisi lapangan.

Selain hal yang tersebut di atas yang harus juga diperhatikan dalam menyusun rencana kerja alat berat yaitu :

- a. Volume pekerjaan harus diselesaikan dalam batas waktu tertentu.

- b. Dengan volume pekerjaan yang ada dan waktu yang telah ditentukan ditetapkan jenis dan jumlah alat berat yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan.
- c. Dengan adanya jenis dan jumlah alat berat yang tersedia, maka dapat ditentukan volume yang dapat diselesaikan dan waktu yang diperlukan.
- d. Langkah apa yang di lakukan apa bila saat proses pelaksanaan proyek terjadi trabel alat berat apakah perlu mekanik alat berat atau cadangan alat berat lainnya agar sesuai dengan rencana awal pekerjaan proyek sesuai dengan time schedule.

## 2.4. Jenis, Fungsi dan Cara Kerja Alat Berat

### 2.4.1 Excavator

Menurut **Rostiyanti** (2014), excavator merupakan alat berat untuk menggali saluran, terowongan, atau basement. Dengan menggunakan Excavator pada penggalian tanah, maka didapat hasil galian yang rata. Pemilihan kapasitas bucket backhoe harus sesuai dengan pekerjaan yang dilakukan *Excavator*. Berikut bagian utama, Alat Berat Berdasarkan **Buku Alat Berat Ahmad Khilil, ST.MT** (2014), yaitu :



**Gambar 2.1** : Komponen *Backhoe*

(Sumber : ilmu teknik )

struktur atas yang dapat berputar,

- a. bucket
- b. bucket Silinder
- c. lengan ( arm )
- d. stick Silinder
- e. boom
- f. boom Silinder

dan struktur bawah. Boom, lengan (arm), bucket digerakkan dengan system hidrolis dan Slewing ring Struktur bawah adalah penggerak utama yang dapat berupa roda ban atau roda crawler

*Backhoe* atau *Pull Shovel* menggunakan *prime mover excavator*, bagian utama dari *Excavator* yaitu :

- a. Bagian atas, *revolving unit*(bisa berputar).
- b. Bagian bawah, *travel unit* (untuk berjalan).
- c. Bagian *attachment* yang dapat diganti, terdiri dari *boom*, *stick* dan *bucket*.

#### **2.4.2 Teknik Penggalian**

Menurut **Rostiyanti** (2014), teknik penggalian pada backhoe adalah sebagai berikut :

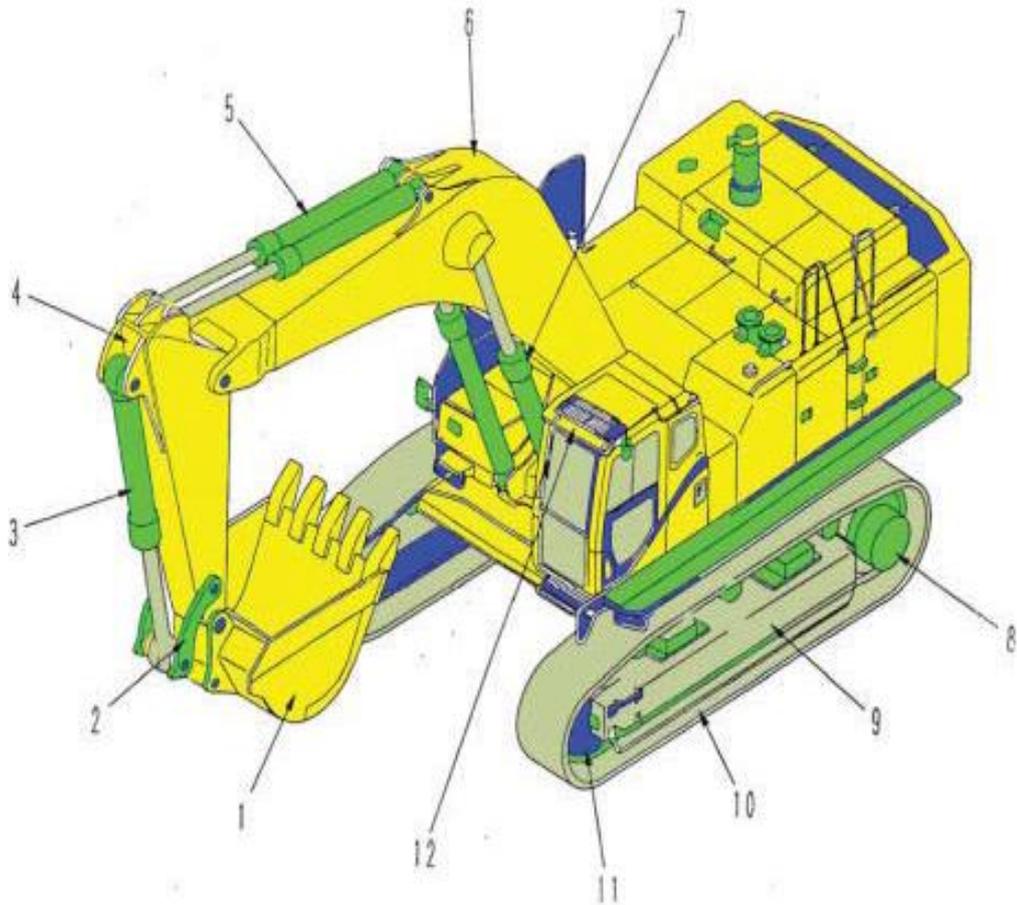
- a. Boom dan bucket bergerak maju
- b. Bucket digerakkan menuju alat
- c. Bucket melakukan penetrasi ke dalam tanah
- d. Bucket yang telah penuh diangkat
- e. Struktur atas berputars
- f. bucket diayunkan sampai material didalamnya keluar.

Gerakan-Gerakan Backhoe dalam beroperasi terdiri dari :

- a. Mengisi Bucket (*land bucket*).
- b. Mengayun (*swing loaded*).
- c. Membongkar beban (*dump loaded*).
- d. Mengayun balik (*swing Empty*).

Empat gerakan dasar tersebut akan menentukan lama waktu siklus, tetapi waktu siklus dapat dipengaruhi juga oleh ukuran *backhoe*. *Backhoe* yang berukuran kecil waktu siklusnya akan cepat daripada *backhoe* yang berukuran besar. Dalam perhitungan *cut-fill* kita harus mampu menentukan spesifikasi alat berat yang akan digunakan yaitu spesifikasi *excavator*, agar *excavator* yang dipilih pada pekerjaan nanti mampu menyelesaikan pekerjaan secara optimum, baik dari segi biaya dan waktu.

Bagian-bagian utama dan penunjang dalam pengoprasian *excavator* ditunjukkan pada gambar 2.2 komponen *backhoe* dibawah ini :



**Gambar 2.2 :** Komponen *Backhoe*  
(Sumber : Rahim 2017)

Keterangan :

1. Bucket
2. Bucket link
3. Bucket cylinder
4. Arm
5. Arm cylinder
6. Boom
7. Boom cylinder
8. Sprocket
9. Track frame
10. Track shoe
11. Idler
12. Ruang operator

### 2.4.3 Jenis *excavator*

Berikut Jenis *excavator* dan spesifikasinya :

- a. *Excavator* PC200

**Tabel 2.1** Spesifikasi Excavator Pc200

<b>Berat Operasional</b>	<b>117.3kw/1800min-1</b>
<b>Kapasitas Bucket</b>	0.9 m <sup>2</sup>
<b>Maks. Radius Digging</b>	9.900 m
<b>Maks. Kedalaman Digging</b>	6.650 m
<b>Maks. Ketinggian Digging</b>	9.610 m
<b>Merek Alat</b>	Kobilco

**Tabel 2.2** Spesifikasi Excavator Pc75 ( Mini Excavator)

<b>Berat Operasional</b>	<b>7.400 kg</b>
<b>Kapasitas Bucket</b>	0.35 m <sup>2</sup>
<b>Maks. Radius Digging</b>	4 m

<b>Maks. Kedalaman Digging</b>	4,25 m
<b>Maks. Ketinggian Digging</b>	4.66 m
<b>Merek Alat</b>	Sany

## 2.5. Metode Perhitungan Produksi Alat Berat

### 2.5.1 Waktu Siklus

Siklus kerja dalam pemindahan material merupakan suatu kegiatan yang dilakukan berulang. Pekerjaan utama di dalam kegiatan tersebut adalah menggali, memuat, memindahkan, dan kembali kegiatan awal. Semua kegiatan tersebut dapat dilakukan oleh satu alat atau oleh beberapa alat.

Waktu yang diperlukan dalam siklus kegiatan di atas disebut waktu siklus atau *cycle time* (CT). Waktu siklus terdiri dari beberapa unsur :

- a. *Loading time* (LT), waktu muat merupakan waktu yang dibutuhkan oleh suatu alat untuk memuat material ke dalam alat angkut sesuai dengan kapasitas alat angkut tersebut. Nilai LT dapat ditentukan walaupun tergantung dari jenis tanah, ukuran unit pengangkut, metode dalam pemuatan, dan efisiensi alat.
- b. *Hauling time* (HT), waktu angkut merupakan waktu yang diperlukan oleh suatu alat, untuk bergerak dari tempat pemuatan ke tempat pembongkaran. Waktu angkut tergantung dari jarak angkut, kondisi jalan, tenaga alat, dan lain-lain.
- c. *Return time* (RT), waktu kembali adalah pada saat alat kembali ke tempat pemuatan. Waktu kembali lebih singkat daripada waktu berangkat karena keadaan dalam keadaan kosong.
- d. *Dumping time* (DT), waktu pembongkaran merupakan unsur penting dari waktu siklus. Waktu ini tergantung dari jenis tanah, jenis alat, dan metode yang dipakai. Waktu pembongkaran merupakan bagian yang terkecil dari waktu siklus.
- e. *Spotting time* (ST), waktu tunggu adalah waktu pada saat alat kembali ke tempat pemuatan adakalanya alat tersebut perlu antri dan menunggu sampai alat diisi kembali. Saat mengantri dan menunggu ini yang disebut waktu tunggu

Sedangkan untuk alat penggali hidraulis / excavator waktu siklus ( CT ) dipengaruhi oleh berapa lam bucket alat dalam menggali material yang ada di bawah permukaan tempat alat tersebut berada, berikut table waktu siklus atau cycle time ( CT ) excavator:

Table 2.5 Waktu siklus Backhoe ( Menit )

No	Jenis Material	Ukuran Alat		
		<0,76m <sup>3</sup>	0,93-1,72m <sup>3</sup>	>1.72 m <sup>3</sup>
1.	Kerikil, Pasir, Tanah Organik	0,24	0,30	0,40
2.	Tanah Lempung Lunak	0,30	0,375	0,50
3.	Batua, Lempung Keras	0,375	0,462	0,60

( Sumber : buku alat berat Ahmad Kholol, ST., MT. )

### 2.5.2 Produktivitas dan Durasi Pekerjaan

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 (*output*) dengan seluruh sumber daya yang digunakan (*input*). Produktivitas alat tergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat. Rumus dasar untuk mencari produktivitas alat adalah :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{kapasitas}}{CT}$$

Umumnya waktu siklus alat ditetapkan dalam menit sedangkan produktivitas alat dihitung dalam produksi/jam sehingga perlu ada perubahan dari menit ke jam. Jika faktor efisiensi alat dimasukkan maka rumus di atas menjadi :

$$\text{Produktivitas} = \text{kapasitas} \times \frac{60}{CT} \times \text{efisiensi}$$

### 2.5.3 Efisiensi Kerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan dengan menggunakan alat berat terdapat faktor yang mempengaruhi produktivitas alat yaitu efisiensi alat. Bagaimana efektivitas alat tersebut tergantung dari beberapa hal yaitu :

- a. Kemampuan operator pemakai alat

- b. Pemilihan dan pemeliharaan alat
- c. Perencanaan dan pengukuran letak alat
- d. Topografi dan volume pekerjaan
- e. Kondisi cuaca
- f. Metode pelaksanaan alat

Cara yang umum dipakai untuk menentukan efisiensi alat adalah dengan cara menghitung berapa menit alat tersebut bekerja secara efektif dalam satu jam. Contohnya jika dalam satu jam waktu efektif alat bekerja adalah 45 menit maka dapat dikatakan efisiensi alat adalah  $45/60$  atau  $0,75$  (Rostiyanti, 2002).

Produktivitas perjam dari suatu peralatan yang diperlukan adalah standar dari alat tersebut dalam kondisi ideal dikalikan dengan faktor efisiensi kerja. Hal ini dikarenakan sulit untuk mendapatkan produktivitas perjam yang sesuai dilapangan. Maka perlu mengalikan produktivitas berdasarkan perhitungan dengan efisiensi kerja. Efisiensi kerja juga disebut faktor koreksi, sehingga produktivitasnya mendekati dilapangan. Harga efisiensi kerja alat menurut Permen PUPR No. 28 tahun 2016 dapat dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini :

**Tabel 2.6** Efisiensi Kerja Alat

Kondisi Operasi	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,7	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,61
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,62	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,51	0,45
Buruk Sekali	0,52	0,5	0,47	0,42	0,32

Angka dalam warna kelabu adalah tidak disarankan. Faktor efisiensi ini adalah didasarkan atas kondisi operasi dan pemeliharaan secara umum.

(Sumber : Permen PUPR. No. 28 2016)

#### 2.5.4 Biaya Alat Berat

Biaya alat berat dapat dibagi di dalam dua kategori, biaya kepemilikan alat dan biaya pengoperasian alat. Kontraktor yang memiliki alat berat harus menanggung biaya yang disebut biaya kepemilikan alat berat (*ownership cost*). Pada saat alat berat dioperasikan maka akan ada biaya pengoperasian (*operation cost*).

Perhitungan biaya kepemilikan alat berat didasarkan pada ilmu ekonomi rekayasa. Pada ilmu ini uang mempunyai nilai terhadap waktu. Sebagai contoh nilai uang sebesar satu juta rupiah saat ini tidak akansama nilainya dengan beberapa tahun yang akan datang. Atau dapat dikatakan terdapat nilai waktu terhadap uang (*time value of money*). Konsep dari nilai waktu terhadap uang dinotasikan dengan waktu (*time, t*) dan bunga (*interest, i*).

##### a. Nilai Waktu Terhadap Uang

Dalam ilmu ekonomi rekaya dikenal beberapa istilah yang berkaitan dengan kepemilikan alat berat, yaitu nilai pada tahun sekarang (*P, Present*), nilai pada tahun *n* tahun yang akan datang (*F, Future*), nilai rangkaian seragam (*A, Annual*), nilai sisa aset pada akhir tahun ke-*n* (*S, Salvage*) dan jumlah tahun (*n*).

##### b. Biaya Kepemilikan Alat Berat

Biaya kepemilikan alat berat sendiri ada beberapa faktor. Faktor pertama adalah biaya investasi pembelian alat. Jika pemilik meminjam uang dari bank untuk membeli alat tersebut maka akan ada biaya bunga pinjaman. Faktor kedua adalah depresiasi atau penurunan nilai alat yang disebabkan bertambahnya umur alat. Faktor ketiga yang juga penting adalah pajak. Faktor keempat adalah biaya yang harus dikeluarkan pemilik untuk membayar asuransi alat. Dan faktor terakhir adalah biaya yang harus dikeluarkan untuk menyediakan tempat penyimpanan alat.

##### a) Depresiasi

adalah penurunan nilai alat yang dikarenakan adanya kerusakan, pengurangan dan harga pasaran alat. Dilihat dari jenisnya maka ada tiga jenis penyusutan fisik, penyusutan fungsional, dan penyusutan akibat perubahan ekonomi. Ada beberapa cara yang dipakai untuk menghitung depresiasi alat. Cara-cara tersebut adalah :

1. Metode garis lurus (*straight line method*), metode ini merupakan metode termudah dalam perhitungan depresiasi. Tingkat depresiasi dengan metode ini adalah :

$$R_k = \frac{1}{n}$$

k adalah tahun dimana depresiasi dihitung. Untuk menghitung depresiasi per tahun digunakan rumus berikut ini :

$$D_k = \frac{P-S}{n}$$

$D_k$  adalah depresiasi per tahun yang tergantung pada harga alat pada saat pembelian, nilai sisa alat dan umur ekonomis alat ( $n$ ). Nilai  $D_k$  pada metode ini selalu konstan. Nilai buku (*book value*,  $B_k$ ) dari alat dihitung dengan rumus

$$B_k = P - kD_k$$

2. Metode Penjumlahan tahun (*sum of years method*), metode ini merupakan metode percepatan sehingga depresiasinya akan lebih besar daripada depresiasi yang dihitung dengan metode garis lurus. Pertama-tama yang harus dihitung adalah nilai SOY dengan menggunakan rumus :

$$SOY = \frac{n(n+1)}{2}$$

Kemudian dicari tingkat depresiasinya dengan rumus :

$$R_k = \frac{n-k+1}{SOY}$$

Depresiasi tahunan dihitung dengan cara :

$$D_k = R_k \times (P - S)$$

Nilai buku pada akhir tahun ke-k adalah :

$$B_k = P - (P - S) \times \left( \frac{k \left( \frac{n-k}{2} + 0,5 \right)}{SOY} \right)$$

- b) Biaya Pengoperasian Alat Berat

Biaya engoperasian alat akan timbul setiap alat berat dipakai. Biaya pengoperasian meliputi biaya bahan bakar, gemuk, pelumas, perawatan dan perbaikan, serta alat penggerak atau roda. Operator yang menggerakkan alat termasuk dalam biaya pengoperasian alat. Selain itu mobilisasi dan demobilisasi alat juga merupakan biaya pengoperasian alat. Yang dimaksud dengan *mobilisasi* adalah pengadaan alat ke proyek konstruksi. Sedangkan yang dimaksud dengan *demobilisasi* adalaah pengembalian alat dari proyek setelah alat tersebut tidak digunakan kembali.

- a. Bahan Bakar, jumlah bahan bakar untuk alat berat yang menggunakan bensin atau solar berbeda-beda. Rata-rata alat yang menggunakan bahan bakar bensin 0,06 galon per *horse-power* per jam, sedangkan alat yang menggunakan bahan bakar solar mengonsumsi bahan bakar 0,04 galon per *horse-power* per jam. Nilai yang didapat kemudian dikalikan dengan faktor pengoperasian. Untuk lebih jelasnya maka rumus penggunaan bahan bakar per jam adalah sebagai berikut :

$$\text{Bensin : BBM} = 0,06 \times \text{HP} \times \text{eff}$$

$$\text{Solar : BBM} = 0,04 \times \text{HP} \times \text{eff}$$

- b. Pelumas, perhitungan penggunaan pelumas per jam ( $Q_p$ ) biasanya berdasarkan jumlah waktu operasi dan lamanya penggantian pelumas. Perkiraananya dihitung dengan rumus :

$$Q_p = \frac{f \times hp \times 0,006}{7,4} + \frac{c}{t}$$

Pada rumus diatas *hp* adalah *horse-power*, *c* adalah *capasitas crankcase*, *t* adalah penggunaan pelumas dan *f* adalah faktor pengoperasian.

- c. Roda, perhitungan depresiasi alat berat beroda ban dengan alat berat beroda *crawler* berbeda. Umumnya *crawler* mempunyai depresiasi sama dengan depresiasi alat. Sedangkan ban mempunyai depresiasi yang lebih pendek dari pada umur alat, artinya selama pemakaian alat ban diganti beberapa kali. Untuk alat beroda ban, umur ban dihitung tersendiri, demikian juga pemeliharaannya.
- d. Pemeliharaan dan perawatan alat, perbedaan mendasar dari pemeliharaan dan perawatan adalah pada besarnya pekerjaan. perbaikan besar (*major*

*repair*) akan mempengaruhi nilai depresiasi alat dan umur alat. Perbaikan besar ini dihitung pada alat. Dilain sisi, perbaikan kecil (*minor repair*) merupakan pemeliharaan normal yang dihitung pada pekerjaan.

- e. *Mobilisasi* dan *demobilisasi* alat, biaya ini merupakan biaya yang dikeluarkan untuk mengangkut alat antara proyek dan garasi atau tempat penyimpanan alat. Biaya ini perlu diperhitungkan karena alat-alat berat umumnya kecuali truk tidak berjalan sendiri menuju lokasi proyek tetapi diangkut dengan menggunakan *lowbed trailer*.

## 2.6 Penelitian Sejenis

Penelitian kali ini mengambil studi literatur dari penelitian-penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Berikut beberapa penelitian yang dijadikan sebagai referensi diantaranya yaitu :

- a. Analisis Produktivitas Pekerjaan Galian Tanah Menggunakan Kombinasi Alat Berat Excavator

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Raadhiyatam Mardhiyah (2021) tentang Produktivitas Pekerjaan Galian Tanah proyek Pembangunan Kampus III UIN Imam Bonjol Padang memiliki tujuan yaitu untuk menyusun komposisi alat berat agar dapat bekerja secara optimal. Studi kasus yang dilakukan peneliti yaitu. proyek Pembangunan Kampus III UIN Imam Bonjol Penelitian ini juga membahas hubungan antara waktu dan biaya suatu alat berat karena optimasi alat berat pada suatu pekerjaan akan mempengaruhi pada jenis alat yang digunakan sehingga didapatlah suatu kelompok atau kombinasi alat berat yang dapat bekerja secara optimum. Metoda yang digunakan untuk menentukan jumlah alat berat yaitu dengan cara coba-coba.

- b. Analisis Produktivitas, Biaya Dan Waktu Penggunaan Alat Berat *Excavator* dan *Dump Truck* Pada Pekerjaan Galian Tanah

Berdasarkan penelitian tugas akhir yang dilakukan oleh Ida Fitri (2020) tentang analisis alat berat pada pekerjaan galian tanah, dimana produktivitas alat berat dapat dipengaruhi oleh kapasitas *bucket* alat berat, kondisi kerja dan waktu siklus. Penelitian ini dilakukan pada proyek pengganti jembatan

Sungai Brangas yang menggunakan alat berat *excavator* untuk menggali dan *dump truck* untuk mengangkut tanah hasil galian. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui produksi alat berat, besarnya biaya operasional yang dibutuhkan untuk seluruh alat berat pada proyek, waktu mengerjakan pekerjaan galian tanah dan faktor yang mempengaruhi produksi alat berat. Metode yang digunakan yaitu metode deskriptif, dimana pemecahan suatu masalahnya dilakukan dengan cara mengumpulkan data, disusun, diolah dan dianalisis sehingga mempunyai hasil akhir yang dapat digunakan sebagai bahan untuk mengambil kesimpulan dari permasalahan yang ada.

Kesimpulan yang didapat pada penelitian ini yaitu pada pekerjaan galian tanah dengan volume 618,34m<sup>3</sup> didapatkan produksi alat berat *excavator* perjam sebesar 44,64m<sup>3</sup>/jam, dan *dump truck* sebesar 6,68 m<sup>3</sup>/jam dengan biaya keseluruhan operasional alat berat sebesar Rp. 21.558.046. jumlah alat berat yang didapat yaitu *excavator* sebanyak 1 unit dan *dump truck* sebanyak 7 unit. Sementara untuk waktu kerjanya *excavator* selama 13,85 jam dan *dump truck* selama 109,22 jam.

c. Analisis Pemilihan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Dan Timbunan Proyek Pembangunan Fakultas Hukum UII

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh M.Irfan Hari Putra (2018) tentang Analisis Pemilihan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Dan Timbunan Proyek Pembangunan Fakultas Hukum UII memiliki tujuan yaitu untuk menyusun komposisi alat berat agar dapat bekerja secara optimal. Studi kasus yang dilakukan peneliti yaitu gedung fakultas hukum UII. Penelitian ini juga membahas hubungan antara waktu dan biaya suatu alat berat karena optimasi alat berat pada suatu pekerjaan akan mempengaruhi pada jenis alat yang digunakan sehingga didapatkanlah suatu kelompok atau kombinasi alat berat yang dapat bekerja secara optimum. Metoda yang digunakan untuk menentukan jumlah alat berat yaitu dengan cara coba-coba.

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah kombinasi alat berat, dimana yang direkomendasikan pada pekerjaan galian dan timbunan yaitu alternatif 3 yang terdiri dari 3 unit *excavator* komatsu PC300-8, 3 unit *wheel*

*loader* WA380-3 dan 14 unit dump truck dengan kapasitas 7m<sup>3</sup>. Pekerjaan ini dapat diselesaikan 100% dengan waktu 488 jam, dengan biaya keseluruhan Rp. 589.783.400,00. Jika alternatif 3 yang digunakan maka pekerjaan dapat dipercepat selama 119,63 jam dan biaya berkurang sebesar Rp. 75.248.100,00 dibandingkan dengan kondisi asli di lapangan.