



**EVALUASI PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA  
PEKERJAAN DINDING PENAHAN TANAH  
*SOLDIER PILE* DAN DINDING PENAHAN TANAH  
KONVENSIONAL**

**SKRIPSI**

Oleh

Deny Tri Achmadi Zulkarnain

10191030124

**PROGRAM STUDI STRATA I TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2015**



**EVALUASI PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA  
PEKERJAAN DINDING PENAHAN TANAH  
SOLDIER PILE DAN DINDING PENAHAN TANAH  
KONVENSIONAL**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Deny Tri Achmadi Zulkarnain

10191030124

**PROGRAM STUDI STRATA I TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2015**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Ibunda tercinta Siti Khotimah dan Almarhum Ayahhanda Dale Zulkarnain yang telah membesarkan, mendidik dan mendoakan dengan segala kasih sayang serta pengorbanannya yang tak terhingga.
2. Kakak-kakak saya yang telah memberi semangat, dukungan dan doanya selalu.
3. Segenap keluarga besar yang selalu mendukung dan memberikan semangat serta doanya demi kesuksesan dan kelancaranku.
4. Bapak maupun Ibu Dosen Teknik Sipil Universitas Jember beserta jajarannya yang banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Teman-teman angkatan 2010 jurusan Teknik Sipil yang saya banggakan atas kerjasamanya dan kekompakannya selama ini.
6. Beberapa teman-teman takmir kolong yang telah memberi semangat, dukungannya.
7. Dan kepada Almamater Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

## MOTTO

“If you can’t fly then run, if you can’t run then walk, if you can’t walk then crawl, but whatever you do you have to keep moving forward”

(Martin Luther King Jr.)

“If it’s too easy, you’re doing it wrong”

(Anonym)

“Amanah tidak akan pergi kemana-mana, jika kita punya komitmen tinggi, menjadi manusia pembelajar, bekerja keras dan konsisten/istiqomah”

(Sri Sukmawati)

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Deny Tri Achmadi Zulkarnain

Nim : 101910301024

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "Evaluasi Produktivitas Alat Berat pada Pekerjaan Dinding Penahan Tanah *Soldier Pile* dan *Conventional*" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun serta bukan karya tiruan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 29 Mei 2015

Yang menyatakan,

Deny Tri Achmadi Z.

101910301024

**SKRIPSI**

**EVALUASI PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA  
PEKERJAAN DINDING PENAHAN TANAH  
*SOLDIER PILE* DAN DINDING PENAHAN TANAH  
KONVENSIONAL**

(Studi Kasus : Proyek Gedung Mix Used Jember Icon)

Oleh

Deny Tri Achmadi Zulkarnain

NIM 10191030124

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Anik Ratnaningsih S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Jojok Widodo S. ST., MT.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Evaluasi Produktivitas Alat Berat pada Pekerjaan Dinding Penahan Tanah *Soldier Pile* dan Dinding Penahan Tanah Konvensional” telah diuji dan disahkan pada :

hari : Selasa

tanggal : 1 September 2015

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

**Tim Penguji**

Ketua,

Sekretaris,

Ir. Hernu Suyoso, MT

NIP 19551112 198702 1 001

Dr. Anik Ratnaningsih ST., MT.,

NIP 19731015 199802 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Jojok Widodo S. ST., MT.,

NIP 19731015 199802 1 001

Dwi Nurtanto, ST., MT.

NIP 19551112 198702 1 001



## RINGKASAN

**Evaluasi Produktivitas Alat Berat pada Pekerjaan Dinding Penahan Tanah *Soldier Pile* dan Dinding Penahan Tanah Konvensional;** Deny Tri Achmadi Zulkarnain, 101910301024; 2015; 57 halaman; Jurusan Teknik Sipil; Fakultas Teknik Universitas Jember.

Pada proyek Jember Icon terdapat perubahan desain konstruksi pada pekerjaan dinding penahan tanah. Perubahan desain konstruksi yang terjadi yaitu dari desain konstruksi dinding penahan tanah *soldier pile* ke desain konstruksi dinding penahan tanah *conventional*. Perubahan desain konstruksi dalam volume besar dapat berpengaruh terhadap produktivitas alat berat, harga satuan pekerjaan dan durasi pekerjaan. Oleh karena itu perlu adanya evaluasi untuk mengetahui metode manakah yang lebih cepat dan lebih murah dalam harga satuan pekerjaan per meternya.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung dan membandingkan produktivitas alat berat, durasi pekerjaan dan biaya satuan pekerjaan per meter antara konstruksi dinding penahan tanah *soldier pile* dan *conventional*. Dinding penahan tanah yang ditinjau yaitu 43 meter. Analisa yang dihitung perhitungan produktivitas alat, durasi pekerjaan dan biaya per meternya (HSP).

Berdasarkan hasil perhitungan produktivitas alat berat, biaya dan durasi pekerjaan, alternatif yang lebih murah untuk pekerjaan dinding penahan tanah dengan panjang 43 meter yaitu konstruksi dinding penahan tanah *soldier pile*. Produktivitas alat berat yang dihasilkan, durasi dan biaya yang dihasilkan yaitu 3 unit bore machine 37,11 m<sup>3</sup>/jam, 1 unit backhoe 111,97 m<sup>3</sup>/jam, 2 unit dumptruck 52,50 m<sup>3</sup>/jam, 9 unit concrete mixer truck 3,10 m<sup>3</sup>/jam, 2 unit concrete pump 12,15 m<sup>3</sup>/jam dan alat bantu 1 unit vibrator concrete 20,00 m<sup>3</sup>/jam dengan total biaya Rp 1.466.900,02 dan durasi pekerjaan(waktu) permeternya 10,99 jam.



## SUMMARY

**Evaluation of Heavy Equipment on *Soldier Pile* Retaining Wall Work and *Conventional* Retaining Wall Work;** Deny Tri Achmadi Zulkarnain, 101910301024; 2015; 57 pages; Civil Engineering Department; Jember University.

On Jember Icon project, there is a change on the construction design of retaining wall work. The changes of the construction design that occurred from the construction design of retaining wall with *soldier pile* to the construction design of retaining wall with *conventional*. The changes of construction design in large volume can affect the productivity of equipment, the unit cost and the work duration. Therefore an evaluation is needed to know which method is faster and cheaper for the unit price per meter.

The research is aimed to calculate and to compare the productivity of equipment, the work duration and the unit cost per meter of retaining wall work with *soldier pile* and *conventional*. The length of retaining wall that reviewed on this research is 43 meter. The analysis was calculated the productivity of equipment, the work duration, and the unit price (HSP) per meter.

According to the productivity of equipment, the cost per-meter and the work duration. The alternative that more cheaper for the retaining wall with the length of the retaining wall 43 meter is *soldier pile*. There were 3 units of bore machine 37,11 m<sup>3</sup>/hour, 1 unit backhoe 111,97 m<sup>3</sup>/hour, 2 units dumptruck 52,50 m<sup>3</sup>/hour, 9 units concrete mixer truck 3,10 m<sup>3</sup>/hour, 2 units concrete pump 12,15 m<sup>3</sup>/hour and 1 unit vibrator concrete 20,00 m<sup>3</sup>/hour with total cost Rp 1.466.900,02 the total of construction duration was 10,99 hour.

## PRAKATA

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan hidayah kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi yang berjudul “Evaluasi Produktivitas Alat Berat pada Pekerjaan Dinding Penahan Tanah Metode *Soldier Pile* dan *Conventional*” dan disusun untuk melengkapi dan memenuhi ujian sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Jember.

Dalam penyelesaian skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang memberikan hidayah-Nya kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Ir. Entin Hidayah, M. UM selaku ketua jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.
3. Ibu Anik Ratnaningsih ST., MT selaku dosen pembimbing I.
4. Bapak Jojok Widodo S. ST., MT selaku dosen pembimbing II.
5. Ibunda tercinta Siti Khotimah dan Ayahhanda Dale Zulkarnain yang telah membesarkan, mendidik dan mendoakan dengan segala kasih sayang serta pengorbanannya yang tak terhingga.
6. Kakak-kakak saya yang telah memberi semangat, dukungan dan doanya selalu.
7. Teman-teman Jurusan Teknik Sipil yang membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Beberapa teman-teman takmir kolong yang telah memberi semangat.

Akhir kata, penulis mengharapkan semoga skripsi ini bisa bermanfaat untuk kalangan akademisi yang berkonsentrasi dalam bidang manajemen alat berat.

Jember, 29 Mei 2015

Yang menyatakan,

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>SUMMARY</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Masalah .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Manfaat Masalah .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Dinding Penahan Tanah.....	4
2.2 Dinding Penahan Tanah <i>Soldier Pile</i> .....	5
2.3 Dinding Penahan Tanah <i>Conventional</i> .....	9
2.4 Alat Berat .....	10
2.4.1 Pengenalan Alat Berat .....	10
2.4.2 Produktivitas Alat Berat .....	13
2.4.3 Perhitungan Waktu Pekerjaan .....	16

2.4.4 Perhitungan Biaya Pelaksanaan .....	17
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian .....	20
3.2 Tahapan dan Prosedur Penelitian .....	20
3.3 Sumber Data dan Metode Pengumpulan Data .....	20
3.4 Menganalisa dan Mangolah Data .....	21
3.5 Diagram Alir Metodologi .....	22
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Dinding Penahan Tanah <i>Soldier Pile</i> .....	23
4.1.1 Metode Pelaksanaan <i>Soldier Pile</i> .....	24
4.1.2 Perhitungan Produktivitas Alat .....	24
4.2 Dinding Penahan Tanah dengan <i>Conventional</i> .....	35
4.2.1 Metode Pelaksanaan <i>Conventional</i> .....	36
4.2.2 Perhitungan Produktivitas Alat .....	37
4.3 Perhitungan Jumlah Alat dan Durasi Pekerjaan .....	45
4.4 Perhitungan Biaya Alat Berat .....	50
4.5 Perbandingan Waktu dan Biaya .....	58
<b>BAB 5. PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	59
5.2 Saran .....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	61
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Faktor Konversi Tanah .....	14
Tabel 2.2	Faktor Efisiensi Kerja .....	15
Tabel 4.1	Volume Lubang Bor .....	26
Tabel 4.2	Volume Capping Beam .....	26
Tabel 4.3	Waktu Siklus Mesin Bor .....	26
Tabel 4.4	Waktu Gali Backhoe (detik) .....	28
Tabel 4.5	Waktu Putar Backhoe (detik) .....	28
Tabel 4.6	Faktor Bucket .....	29
Tabel 4.7	Jarak Angkut Dumptruck Dinding <i>Soldier Pile</i> .....	31
Tabel 4.8	Batas Kecepatan Maksimum .....	32
Tabel 4.9	Volume Galian Tanah Dinding <i>Conventional</i> .....	37
Tabel 4.10	Jarak Angkut Dumptruck Dinding <i>Conventional</i> .....	42
Tabel 4.11	Jumlah Alat Berat Dinding <i>Soldier Pile</i> .....	46
Tabel 4.12	Jumlah Alat Berat Standby .....	46
Tabel 4.13	Jumlah Alat Berat Dinding <i>Conventional</i> .....	47
Tabel 4.14	Produktivitas Total Dinding <i>Soldier Pile</i> .....	48
Tabel 4.15	Produktivitas Total Dinding <i>Conventional</i> .....	49
Tabel 4.16	Rekapitulasi Biaya Sewa Alat .....	51
Tabel 4.17	Uraian Data Umum Perhitungan HSP .....	52
Tabel 4.18	Perhitungan Pemakaian Bahan .....	53
Tabel 4.19	Perhitungan Pemakaian Alat .....	53
Tabel 4.20	Perhitungan Pemakaian Tenaga .....	55
Tabel 4.21	Rekapitulasi HSP Dinding <i>Soldier Pile</i> .....	56
Tabel 4.22	Rekapitulasi HSP Dinding <i>Conventional</i> .....	57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Klasifikasi Dinding Penahan Tanah .....	4
Gambar 2.2	Dinding Penahan Tanah <i>Soldier Pile</i> .....	6
Gambar 2.3	Pemasangan Casing Pada Lubang Bor .....	7
Gambar 2.4	Pergantian Bucket Auger .....	7
Gambar 2.5	Pemindahan Tanah Menggunakan Alat Berat .....	8
Gambar 2.6	Pengecoran Dinding Penahan Tanah <i>Soldier Pile</i> .....	8
Gambar 2.7	Dinding Penahan Tanah <i>Conventional</i> .....	10
Gambar 2.8	Perubahan Volume Tanah .....	16
Gambar 2.9	Perbandingan Kondisi Efisiensi Kerja .....	16
Gambar 3.1	Diagram Alir Metodologi .....	22
Gambar 4.1	Denah Dinding Penahan Tanah <i>Soldier Pile</i> .....	24
Gambar 4.2	Jarak Angkut Galian Timbunan Dinding <i>Soldier Pile</i> .....	31
Gambar 4.3	Denah Dinding Penahan Tanah Konvensional .....	35
Gambar 4.4	Detail Dinding Penahan Tanah <i>Conventional</i> .....	36
Gambar 4.5	Potongan Galian Dinding Penahan Tanah <i>Conventional</i> ....	37
Gambar 4.6	Jarak Angkut Galian Timbunan Dinding <i>Conventional</i> .....	41
Gambar 4.7	Perbandingan Biaya Pekerjaan per-meter Dinding <i>Soldier Pile</i> dan <i>Conventional</i> .....	58



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A : Data Monitoring Kedalaman *Soldier Pile*
- Lampiran B : Hasil Perhitungan Analisa Harga Satuan Pekerjaan untuk Dinding Penahan Tanah *Soldier Pile*
- Lampiran C : Hasil Perekaman Harga Satuan Pekerjaan untuk Dinding Penahan Tanah *Soldier Pile*
- Lampiran D : Hasil Perhitungan Analisa Harga Satuan Pekerjaan untuk Dinding Penahan Tanah Conventional
- Lampiran E : Hasil Perekaman Harga Satuan Pekerjaan untuk Dinding Penahan Tanah Conventional
- Lampiran F : Detail Dinding Penahan Tanah *Soldier Pile*
- Lampiran G : Detail Dinding Penahan Tanah *Conventional*



## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Pada proyek konstruksi dalam proses pelaksanaannya sering dihadapkan permasalahan perubahan-perubahan yang terjadi baik pada awal, pertengahan, maupun pada akhir proses pelaksanaannya. Adanya perubahan-perubahan perencanaan disebabkan beberapa hal, salah satunya karena kondisi lapangan sehingga memungkinkan terjadi perubahan desain. Dalam hal ini perubahan desain konstruksi dalam volume yang besar sangatlah berpengaruh terhadap penggunaan alat berat pada proses pelaksanaan suatu proyek.

Dalam objek penelitian ini pada proyek pembangunan gedung mix use Jember Icon. Bangunan gedung mix use ini memiliki 2 lantai dibawah tanah (*basement*) yang digunakan sebagai lahan parkir. Konstruksi dinding basement dalam perencanaannya, ada yang didesain untuk menahan tanah dan ada juga yang tidak didesain untuk menahan tanah. Jika didesain untuk tidak menahan tanah, maka dalam pelaksanaannya perlu dibuatkan dinding structural penahan tanah permanen.

Pada perencanaan awal, konstruksi dinding basement disini menggunakan dinding penahan tanah dengan *soldier pile*. Dikarenakan konstruksi dinding penahan tanah dengan *soldier pile* tidak perlu mencapai kedalaman yang sudah direncanakan, maka terdapat perubahan desain dinding penahan tanah dengan tanpa menggunakan *soldier pile* yaitu dengan menggunakan dinding penahan tanah conventional untuk diaplikasikan pada dinding penahan tanah selanjutnya. Dengan melihat terdapat dua konstruksi yang berbeda, maka penelitian ini bermaksud untuk menghitung tingkat produktivitas alat berat, dan membandingkan tingkat efisiensi waktu dan biaya yang dibutuhkan alat berat dari kedua konstruksi dinding penahan tanah tersebut dengan panjang dinding penahan tanah tinjauan yang sama.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dengan adanya dua metode pelaksanaan pada pekerjaan konstruksi dinding penahan tanah yang berbeda pada proyek pembangunan gedung mix use Jember Icon.

Maka :

1. Bagaimana menghitung produktifitas alat berat pada pekerjaan dinding penahan tanah dengan menggunakan *soldier pile* dan dinding penahan tanah *conventional* pada proyek tersebut ?
2. Berapakah waktu kerja alat berat untuk mengerjakan pekerjaan dinding penahan tanah dengan menggunakan *soldier pile* dan dinding penahan tanah *conventional* pada proyek tersebut ?
3. Konstruksi manakah yang lebih murah biaya pekerjaannya per-meternya antara kedua konstruksi dinding penahan tanah tersebut ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui tingkat produktivitas alat berat antara dinding penahan tanah *soldier pile* dan *conventional*.
2. Untuk mengetahui waktu pengerjaan yang lebih cepat antara dinding penahan tanah *soldier pile* dan *conventional*.
3. Untuk mengetahui biaya satuan pekerjaan per-meternya yang lebih murah dinding penahan tanah *soldier pile* dan *conventional*.

## 1.4 Batasan Masalah

Agar dalam pada penelitian ini lebih terarah pada permasalahan yang ada, maka pada penelitian ini dibatasi dengan uraian-uraian sebagai berikut :

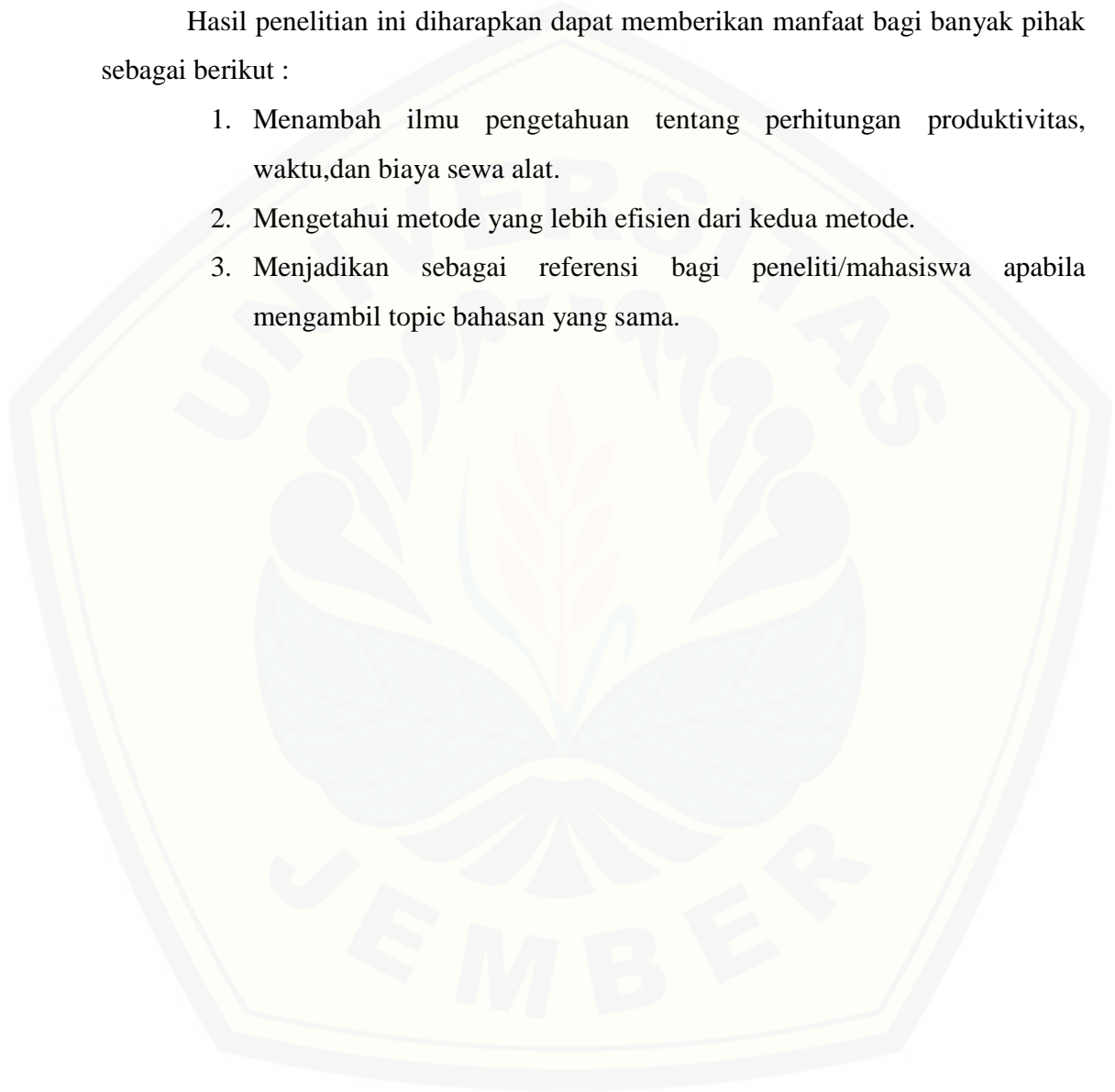
1. Daya dukung dinding penahan tanah dalam penelitian ini tidak diperhitungkan.
2. Tahapan persiapan lahan dalam analisa biaya dan penggunaan alat tidak menjadi komponen analisa harga maupun produktivitas alat.
3. Pekerjaan galian timbunan diabaikan.

4. Kebutuhan kapasitas batching plant diabaikan.
5. Waktu persiapan masing-masing alat diabaikan(dikondisikan siap beroperasi).

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak sebagai berikut :

1. Menambah ilmu pengetahuan tentang perhitungan produktivitas, waktu,dan biaya sewa alat.
2. Mengetahui metode yang lebih efisien dari kedua metode.
3. Menjadikan sebagai referensi bagi peneliti/mahasiswa apabila mengambil topic bahasan yang sama.



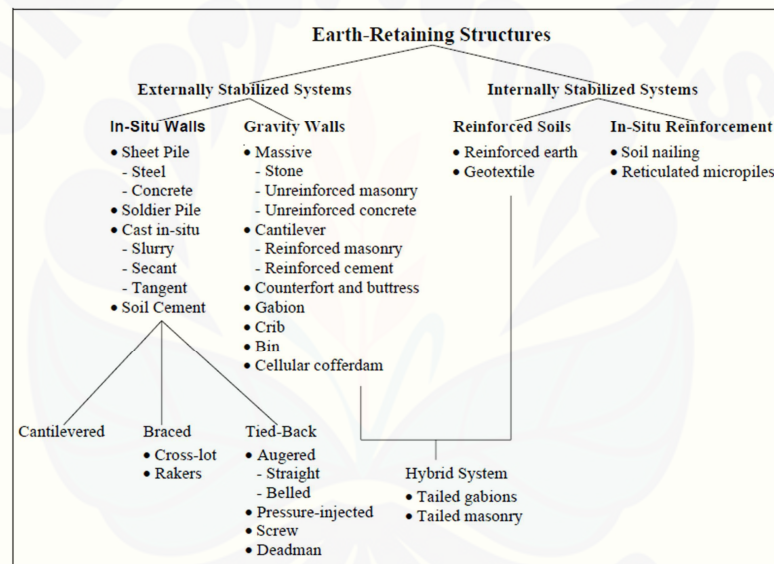
## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah adalah suatu konstruksi penahan agar tanah tidak longsor. (Zainal N, ING.HTL dan Ir.Sri Respati N, 1995)

Berdasarkan keadaan lapangan dan aplikasi yang digunakan, O'Rourke dan Jones (1990) mengklasifikasikan dinding penahan tanah menjadi 2 kategori yaitu sistem stabilisasi eksternal (*externally stabilized system*) dan sistem stabilisasi internal (*internally stabilized system*).



Gambar 2.1 Klasifikasi dinding penahan tanah

Sistem stabilisasi eksternal adalah sistem dinding penahan tanah yang menahan beban lateral dengan menggunakan berat dan kekakuan struktur. Sistem ini terbagi menjadi dua kategori yaitu dinding gravitasi yang memanfaatkan massa yang besar sebagai dinding penahan tanah dan *In-situ wall* yang mengandalkan kekuatan lentur sebagai dinding penahan tanah misalnya *sheet pile wall*.

Sistem stabilisasi internal merupakan sistem yang memperkuat tanah untuk mencapai kestabilan yang dibutuhkan. Sistem ini berkembang sejak tahun 1960 dan

dibagi menjadi dua kategori yaitu *reinforced soils*; dan *in-situ reinforcement*. *Reinforced soils* merupakan sistem yang menambah material perkuatan saat tanah diurug, sedangkan *in-situ reinforcement* merupakan sistem yang menambah material perkuatan dengan cara dimasukkan ke dalam tanah.

Dinding penahan tanah sudah digunakan secara luas dalam hubungannya dengan jalan raya, jalan kereta api, jembatan, kanal dan lainnya. Aplikasi yang umum menggunakan dinding penahan tanah antara lain sebagai berikut:

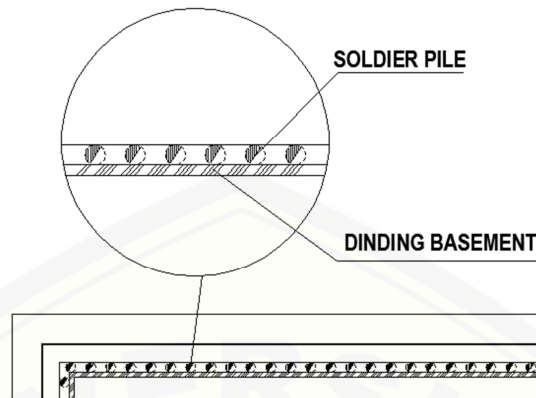
- a) Jalan raya atau jalan kereta api yang ditinggikan untuk mendapatkan perbedaan elevasi.
- b) Dinding penahan tanah yang menjadi batas pinggir kanal.
- c) Dinding penahan tanah yang digunakan untuk menahan tanah pengisi dalam membentuk suatu jembatan.
- d) Dinding penahan yang digunakan untuk menahan tanah di sekitar bangunan atau gedung-gedung.
- e) Dinding penahan tanah yang digunakan sebagai tempat penyimpanan material seperti pasir, biji besi, dan lain-lain.

## **2.2 Dinding Penahan Tanah *Soldier Pile***

*Soldier pile* adalah sebuah kolom berbentuk silinder yang berfungsi untuk menahan tekanan tanah lateral pada dinding penahan tanah. *Soldier pile* biasanya digunakan untuk menahan tebing dari longsor seperti pada pembangunan basement, dinding terowongan, dan turap pada sungai. Secara teknis pelaksanaannya sama seperti metode pelaksanaan bore pile, namun dalam segi fungsionalnya berbeda.



Berikut gambar dinding penahan tanah soldier :



Gambar 2.2 Dinding penahan tanah *soldier pile*

Pada dasarnya pekerjaan dinding penahan tanah *soldier pile*, dapat dipisahkan menjadi beberapa kegiatan/armada dengan melihat dari penggunaan alat berat yaitu:

1. Persiapan pengeboran

Tahap awal sebelum pengeboran tiang terlebih dahulu mengkondisikan alat-alat pada lapangan. Baik letak penempatan alat dan penyetingan alat.

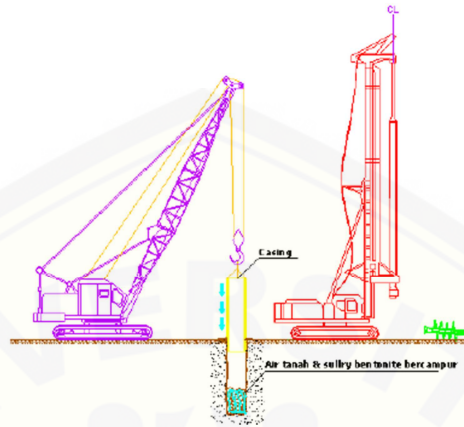
2. Pengeboran awal

Pada tahap ini pengeboran dilakukan dengan menekan mata bor ke tanah sesuai dengan titik as yang ditentukan. Pengeboran ini menggunakan mata bor auger hingga kedalaman tertentu dimana kondisi lubang tanah galian membutuhkan casing untuk mencegah tanah runtuh sehingga digunakan cairan betonite (*slurry bentonite*). Cairan bentonite dicampur pada alat khusus yang telah ditempatkan di lapangan. Sehingga pada waktu dibutuhkan saat pengeboran, cairan bentonite tersebut tinggal dialirkan dengan sistem gravitasi melalui pipa-pipa yang disambungkan ke tangki.

3. Pemasangan casing

Pada tahap pemasangan casing dilakukan apabila pengeboran mencapai kondisi tanah yang memungkinkan tanah disekitar lubang bor tidak stabil dan mengakibatkan mengalami longsor. Untuk mengangkat dan menempatkan casing pada lubang bor dibutuhkan alat berat crawler crane. Pengoperasian pengangkatan casing menggunakan crane yang sama untuk pengeboran, hanya melepas mesin

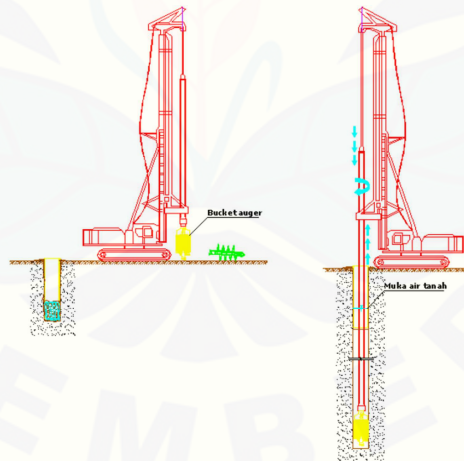
bor yang dilepas mata bornya. Selanjutnya dengan bantalan plat baja casing ditekan dengan perlahan.



Gambar 2.3 Pemasangan casing pada lubang bor

#### 4. Pengeboran lanjutan

Pengeboran lanjutan menggunakan bucket auger yang dikhususkan untuk tanah keras. Proses pengeboran dilakukan hingga mencapai kedalaman tanah yang ditentukan.

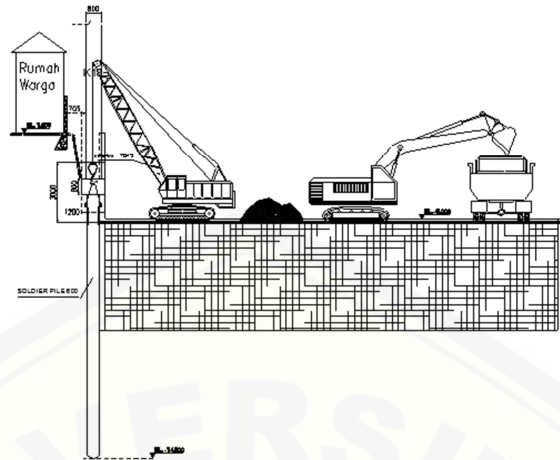


Gambar 2.4 Pergantian bucket auger

#### 5. Pembersihan lumpur

Setelah didapatkan kedalaman yang telah direncanakan, lubang hasil pengeboran harus dibersihkan dengan cleaning bucket. Pembersihan ini dilaksanakan untuk membersihkan lumpur yang mengendap di dasar lubang, mencegah bercampurnya beton dengan lumpur, membersihkan daerah bor.



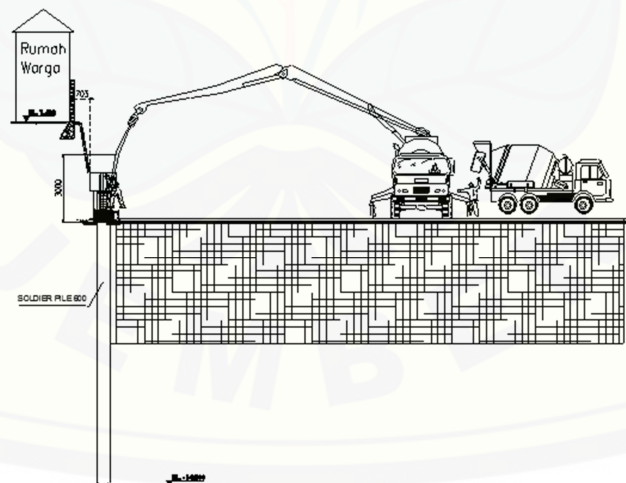


Gambar 2.5 Pemindahan tanah menggunakan alat berat

Pada proses pengangkatan tanah galian, tanah hasil pengeboran diletakkan di dekat mesin bor kemudian tanah hasil pengeboran dipindahkan ke dalam dump truck dengan menggunakan excavator selanjutnya dibuang ke lokasi quarry.

#### 6. Pengecoran tiang bor

Setelah pekerjaan galian lubang dan pembersihan lubang selesai. Baru pekerjaan pengecoran tiang bor. Alat yang dipakai yaitu menggunakan mesin dengan menggunakan tremi dan concrete pump.



Gambar 2.6 Pengecoran dinding penahan tanah soldier pile

### 2.3 Dinding Penahan Tanah *Conventional*

Konstruksi dinding penahan tanah metode *conventional/cast in situ* merupakan metode yang pelaksanaannya dilakukan dilokasi proyek. Pada metode ini pada pembuatannya membutuhkan banyak bekisting dan pekerja sehingga harus dengan benar pada proses pembuatannya.

Adapun tahapan pekerjaan dinding penahan tanah metode *conventional* adalah sebagai berikut :

#### 1. Persiapan penggalian

Pada tahap awal sebelum penggalian tanah terlebih dahulu mengkondisikan alat-alat pada lapangan dan tempat buangan tanah hasil galian.

#### 2. Penggalian tanah

Selanjutnya pada tahap penggalian tanah disini dengan menggali tanah disekitar dinding penahan tanah untuk mobilisasi alat berat dan sedalam galian rencana konstruksi dinding penahan tanahnya. Alat berat untuk menggali tanah pada dasarnya disebut dengan excavator. Dan beberapa macam alat gali tersebut diantaranya adalah *backhoe*, *power shovel(front shovel)*, *dragline*, dan *clamshell*.

#### 3. Pemuatan dan pembuangan tanah

Pada tahap ini, tanah hasil galian pada proses penggalian tanah dibuang ke timbunan sementara(quarry) pada lokasi proyek dengan cara diangkut menggunakan alat berat pengangkut berupa dump truck. Pada proses pelaksanaan, dalam siklus pengangkutan tanah dari proses penggalian ke proses pembuangan tanah ke quarry dikondisikan agar alat berat pengangkut(dump truck) bekerja berkelanjutan dengan tanpa membuat alat penggali menunggu pada proses pemuatan tanah.

#### 4. Pemasangan bekisting

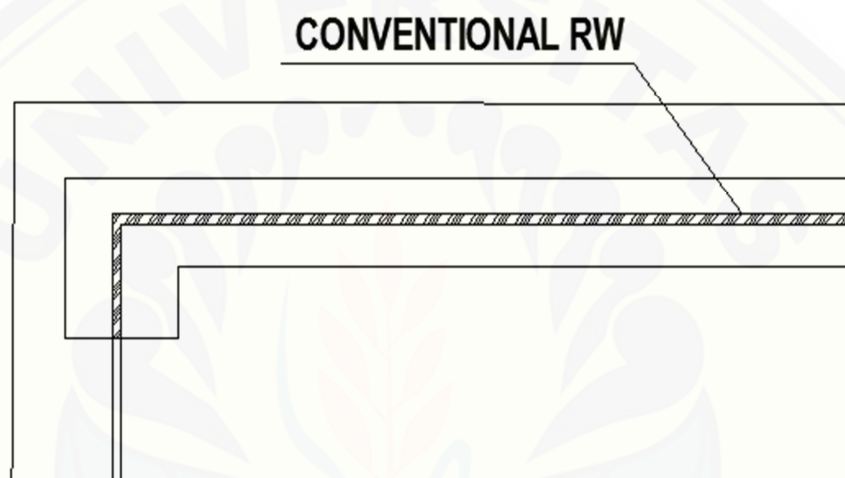
Setelah penggalian tanah dan pembuangan tanah hasil galian selesai, kemudian dilakukan pemasangan bekisting dan kebutuhan tulangan pada konstruksi dinding penahan tanahnya. Pada tahap ini membutuhkan bahan bekisting yang cukup banyak dan juga butuh pengawasan yang lebih pada proses pelaksanaannya. Pada

tahap ini tidak menggunakan alat berat, namun membutuhkan banyak pekerja pada pembuatan/pemasangan bekistingnya.

#### 5. Pengecoran.

Setelah bekisting dipasang sesuai dengan rencana, kemudian dilakukan pengecoran. Pada proses pengecoran disini melibatkan alat berat berupa *Concrete Mixer Truck*, *Concrete Pump*, dan juga alat pemadat beton *Vibrator Concrete*.

Berikut contoh gambar dinding penahan tanah metode konvensional :



Gambar 2.7 Dinding penahan tanah konvensional

## 2.4 Alat Berat

### 2.4.1 Pengenalan Alat Berat

Alat berat merupakan faktor penting di dalam proyek-proyek konstruksi dengan skala besar. Tujuan penggunaan alat berat adalah untuk memudahkan manusia untuk mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang relatif lebih singkat. (Ahmad Cholil, ST. MT)

Dalam memilih alat berat sangat perlu diperhatikan metoda-metoda pelaksanaan pekerjaan, atau penggunaan macam dan jenis alat-alat berat yang digunakan. Pemilihan alternative yang paling baik sangat mempengaruhi berhasil tidaknya pelaksanaan proyek yang bersangkutan.

Faktor kemampuan pelaksanaan kerja dan faktor ekonomi sangat mempengaruhi pada pemilihan alternatif. Pemilihan beberapa alternative dapat dibatasi dengan faktor-faktor sebagai berikut :

1. Keadaan medan
2. Keadaan tanah
3. Kualitas pekerjaan yang disyaratkan
4. Pengaruh lingkungan
5. Volume pekerjaan yang disyaratkan
6. Biaya produksi untuk pelaksanaan pekerjaan dengan alat berat yang relative rendah
7. Prosedur operasi alat dan pemeliharaan alat yang mudah dan sederhana
8. Umur alat yang tinggi
9. Undang-undang perburuhan, termasuk keselamatan kerja untuk para pelaksana.

Alat-alat yang ditinjau pada penelitian ini adalah :

a. Bore Machine (soil mechanic)

Bore machine adalah alat berat yang berfungsi untuk mengebor tanah. Alat berat ini pada umumnya digunakan pada pengeboran pondasi bore pile. Adapun mesin ini ada yang menyatu dengan alat berat dan ada pula dengan system terpisah.

Adapun siklus bore machine dimulai dari kegiatan :

1. Pengeboran awal dengan auger
2. Pemasangan casing dengan bantuan crane
3. Pengeboran lanjutan dengan bucket auger
4. Pembersihan lubang bor

b. Excavator (Backhoe)

Excavator adalah alat berat yang berfungsi sebagai alat penggali, pengangkat, maupun alat pemuat tanpa harus berpindah tempat. Pada bagian penggerak maju-mundur alat berat ini atau yang disebut traveling unit dapat berupa *crawler*(rantai) maupun *wheel mounted*(roda karet) yang digunakan untuk berjalan.

Adapun siklus excavator dimulai dari kegiatan :

1. Memuat/menggali tanah hasil galian bor machine
2. Memutar boom
3. Membuang ke dalam truck

c. Dump truck

Dump truck adalah alat pengangkut tanah yang sangat efisien untuk jarak jauh atau dalam mobilisasi alat-alat berat dan mengangkut material dalam kapasitas besar. Pengangkutan ini tergantung pada kondisi medan, volume material, waktu dan biaya.

Adapun siklus excavator dimulai dari kegiatan :

1. Memuat dengan alat bantu alat excavator
2. Mengangkut tanah ke quarry
3. Membuang tanah
4. Kembali ke tempat pemuatan tanah

d. Truck Concrete Mixer

Truck concrete mixer adalah truk yang memiliki drum diatas trucknya dan alat ini digunakan sebagai pengaduk beton jadi maupun belum jadi atau dalam kondisi belum dicampur air. Lamanya pengadukan beton berpengaruh pada kemampuan tekan beton.

Adapun siklus excavator dimulai dari kegiatan :

1. Mengisi beton ke dalam bak dari batching plant
2. Mengangkut ke proyek
3. Menumpahkan beton ke concrete pump
4. Kembali ke batching plant

e. Concrete Pump

Concrete pump adalah alat berat pemompa/penyalur beton yang digunakan untuk pekerjaan pengecoran pada bangunan lebih dari 2 lantai. Dipilihnya alat berat ini agar proses pelaksanaan pengecoran lebih cepat dalam volume yang cukup besar, akan tetapi alat berat ini memiliki keterbatasan jangkauan/hantaran dalam proses pengecorannya.



Adapun siklus excavator dimulai dari kegiatan :

1. Mengisi beton ke dalam bak dari concrete mixer truck
2. Memompa beton
3. Menunggu

f. Vibrator concrete

Vibrator concrete adalah alat pematat beton pada kondisi belum mengeras.

1. Menunggu
2. Memadatkan beton

#### 2.4.2 Produktivitas Alat Berat

Salah satu yang menentukan kesuksesan suatu proyek adalah produktivitas. Produktivitas adalah rasio/perbandingan antara kegiatan (*output*) terhadap masukan (*input*) (Pilcher, 1992). Produktivitas alat berat adalah batas kemampuan alat berat untuk bekerja.

Dalam suatu kondisi, menggunakan mesin dengan kapasitas besar dan lebih produktif dapat meningkatkan produktivitas dan mengecilkan biaya unit produksi yang didalamnya termasuk biaya pekerja dan material (Nunnally, 1998).

Menurut Ir. Rochmanhadi, produktivitas dirumuskan sebagai berikut :

$$Produktivitas(Q) = q \times N \times E = q \times \frac{60}{CT} \times E$$

Dimana, q = kapasitas alat (m<sup>3</sup>)

N = jumlah siklus dalam satuan jam (60/CT)

E = efisiensi kerja

CT = waktu siklus dalam menit

Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat berat yaitu :

a. Waktu Siklus atau *Cycle Time* (CT)

Siklus kegiatan dalam suatu pekerjaan yang dilakukan berulang disebut dengan waktu siklus atau *cycle time* (CT). Misal pada pekerjaan galian yang didalam

kegiatan tersebut adalah menggali, memuat, memindahkan, membongkar muatan dan kembali ke kegiatan awal. Waktu siklusnya waktu muat atau loading time (LT), waktu angkut atau hauling time (HT), waktu pembongkaran atau dumping time (DT), waktu kembali atau return time (RT), waktu tunggu atau spotting time (ST). Dengan demikian rumusnya (Ahmad Kholil, ST. MT) :

$$CT = LT + HT + DT + RT + ST$$

#### b. Faktor Konversi Tanah

Dalam menghitung volume tanah, perlu diketahui volume kondisi tanahnya apakah dalam keadaan asli (belum dikerjakan alat berat), apakah telah lepas karena telah terkena pengerjaan dengan alat-alat berat, atau apakah telah dipadatkan. Untuk mengetahui volume tanah dalam kondisi sudah dikerjakan dengan alat, maka perlu mengkonversi volume tanahnya dengan cara dikalikan dengan faktor pengali konversi tanah. Berikut tabel 2.1 faktor konversi tanah :

Tabel 2.1 Faktor konversi tanah

Jenis Tanah	Kondisi tanah semula	Kondisi tanah yang akan dikerjakan		
		Asli	Lepas	Padat
Pasir	(A)	1	1.11	0.95
	(B)	0.9	1	0.86
	(C)	1.05	1.17	1
Tanah liat berpasir / tanah biasa	(A)	1	1.25	0.9
	(B)	0.8	1	0.72
	(C)	1.11	1.39	1
Tanah campur kerikil	(A)	1	1.25	0.9
	(B)	0.7	1	0.63
	(C)	1.11	1.59	1

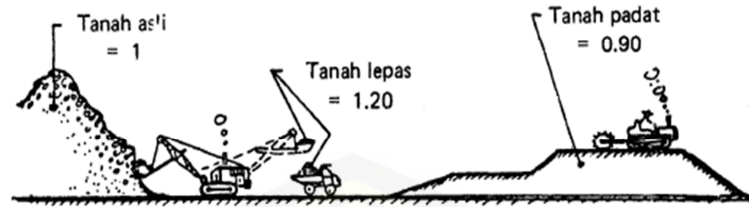
(A) Asli

(B) Lepas

(C) Padat

Sumber : Ir. Suyono Sosrodarsono





Gambar 2.8 Perubahan volume tanah

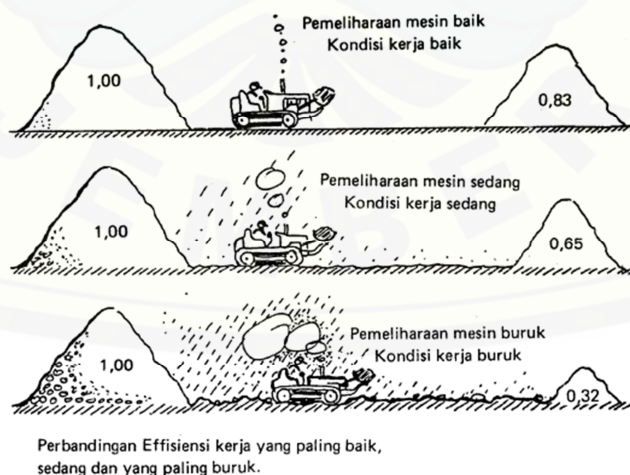
c. Efisiensi Kerja

Selain keadaan volume tanah, efisiensi kerja juga perlu diperhatikan. Beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi kerja, diantaranya yaitu : topografi, keahlian operator, pemilihan standar pemeliharaan dan sebagainya yang menyangkut operasi alat. Berikut tabel 2.2 faktor efisiensi kerja :

Tabel 2.2 Faktor efisiensi kerja

Kondisi operasi alat	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	0.6
Sedang	0.72	0.69	0.65	0.6	0.54
Buruk	0.63	0.61	0.57	0.52	0.45
Buruk sekali	0.52	0.5	0.47	0.42	0.32

Sumber : Ir. Suyono Sosrodarsono



Gambar 2.9 Perbandingan kondisi efisiensi kerja

Keputusan yang harus diambil dengan melihat kondisi kerja harus memperhitungkan beberapa hal, yaitu :

- a. Apakah alat sesuai dengan topografi yang bersangkutan
- b. Kondisi dan pengaruh lingkungan seperti ukuran medan dan peralatan, cuaca dan penerangan pada lokasi pekerjaan dan waktu yang diperlukan.
- c. Pengaturan kerja dan kombinasi kerja antar peralatan dan mesin
- d. Metode operasional dan perencanaan persiapan
- e. Pengalaman dan kepandaian operator dan pengawas untuk pekerjaan

Pada umumnya dalam suatu pekerjaan terdapat lebih dari satu jenis alat yang dipakai. Dan dari berbagai alat yang dipakai, mempunyai produktivitas yang berbeda-beda, maka perlu diperhitungkan jumlah masing-masing alat. Jumlah alat perlu diperhitungkan untuk mempersingkat durasi pekerjaan. Salah satu cara menghitung jumlah alat adalah sebagai berikut.

- Menentukan alat mana yang mempunyai produktivitas terbesar.
- Mengasumsikan alat dengan produktivitas terbesar berjumlah satu.
- Menghitung jumlah alat jenis lainnya dengan selalu berpatokan pada alat dengan produktivitas terbesar.

Dengan demikian untuk menghitung jumlah alat berat dan durasi suatu alat berat, menurut buku Alat Berat Ahmad Kholil, ST. MT, sebagai berikut :

$$\text{Jumlah (alat)} = \frac{\text{Produktivitas (terbesar)}}{\text{Produktivitas (alat)}}$$

### 2.2.3 Perhitungan Waktu Pekerjaan (Durasi Pekerjaan)

Setelah mengetahui jumlah masing-masing alat. Untuk menghitung durasi pekerjaan yaitu dengan menentukan produksi alat yang terkecil. Rumus untuk menghitung durasi alat sebagai berikut :

$$tw = \frac{V}{Q_{min}}$$

dimana :       $tw$       = durasi pekerjaan  
                   $V$         = volume pekerjaan  
                   $Q_{min}$     = produksi total terkecil alat

#### 2.2.4 Perhitungan Biaya Pelaksanaan

Komponen untuk menghitung Harga Satuan Pekerjaan(HSP) memerlukan Harga Satuan Dasar(HSD) tenaga, dan HSD alat. (Pedoman Bina Marga).

##### A. Analisis Harga Satuan Dasar

Perhitungan analisis Harga Satuan Dasar berdasarkan Panduan Analisis Harga Satuan Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum dapat dilihat sebagai berikut :

###### ❖ Analisis Harga Satuan Dasar (HSD) Tenaga

Langkah perhitungan HSD tenaga kerja adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan jenis keterampilan tenaga kerja, misal operator, pembantu operator, tukang dsb.
- b. Menentukan jam kerja efektif bekerja dalam satu hari (8 jam).
- c. Hitung biaya upah masing-masing per jam per orang.
- d. Rata-ratakan jumlah seluruh upah per jam sebagai upah rata-rata per jam.

###### ❖ Analisa Harga Satuan Bahan (HSD) Bahan

Langkah perhitungan HSD bahan adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan harga satuan bahan setempat.
- b. Menghitung biaya memuat bahan jadi per satuan bahan jadi.

###### ❖ Analisis Harga Satuan Dasar(HSD) Alat

Harga Satuan Dasar Alat disini meliputi biaya pasti per jam dan biaya operasional alat. Perhitungan analisis HSD alat dapat dilihat sebagai berikut :

###### a. Biaya pasti per jam (rupiah) :

1. Nilai sisa alat ( $10\% \times \text{harga alat}$ )
2. Faktor angsuran modal  $(i \times (1+i)^A) / (1+i)^A - 1$

Ket. :  $i$         = tingkat suku bunga (% / tahun)

A = umur ekonomis alat (tahun)

3. Biaya pengembalian modal  $(B-C) \times D / W$

Ket. : B = harga alat (rupiah)

C = nilai sisa alat (rupiah)

D = faktor angsuran modal

W = jam kerja alat / tahun (jam)

4. Biaya asuransi  $(Ins \times B) / W$

Ket. : *ins* = asuransi dll (%)

Biaya pasti per jam = (3) + (4)

b. Biaya operasi alat per jam (rupiah) :

1. Biaya bahan bakar  $(12\%-15\%) \times Pw \times Ms$

Ket. : Pw = tenaga (Hp)

Ms = bahan bakar solar (liter)

2. Biaya pelumas  $(2,5\%-3\%) \times Pw \times Mp$

Ket. : Mp = Minyak pelumas (liter)

3. Biaya perawatan dan perbaikan  $(12,5\%-17,5\%) \times B / W$

4. Biaya operator/supir  $(1 \text{ org/jam}) \times \text{Upah}$

5. Biaya pembantu operator/supir  $(1 \text{ org/jam}) \times \text{Upah}$

Biaya operasi alat per jam = (1) + (2) + (3) + (4) + (5)

Jadi, Biaya Sewa Alat per Jam = (a) + (b)

Ket. : (a) = Biaya pasti per jam

(b) = Biaya operasi alat per jam

## B. Analisis Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan biaya yang dihitung dalam suatu analisis harga satuan suatu pekerjaan, yang terdiri atas biaya langsung (tenaga kerja, bahan dan peralatan) dan biaya operasional atau tidak langsung (biaya umum atau *over head*, dan keuntungan) sebagai mata pembayaran suatu jenis pekerjaan tertentu, termasuk pajak-pajak.

Langkah-langkah analisis HSP menurut Panduan Analisis Harga Satuan Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum adalah sebagai berikut

:

a. Asumsi

Menetapkan penggunaan alat secara manual atau mekanis dan faktor yang mempengaruhinya.

b. Urutan pekerjaan atau metode kerja

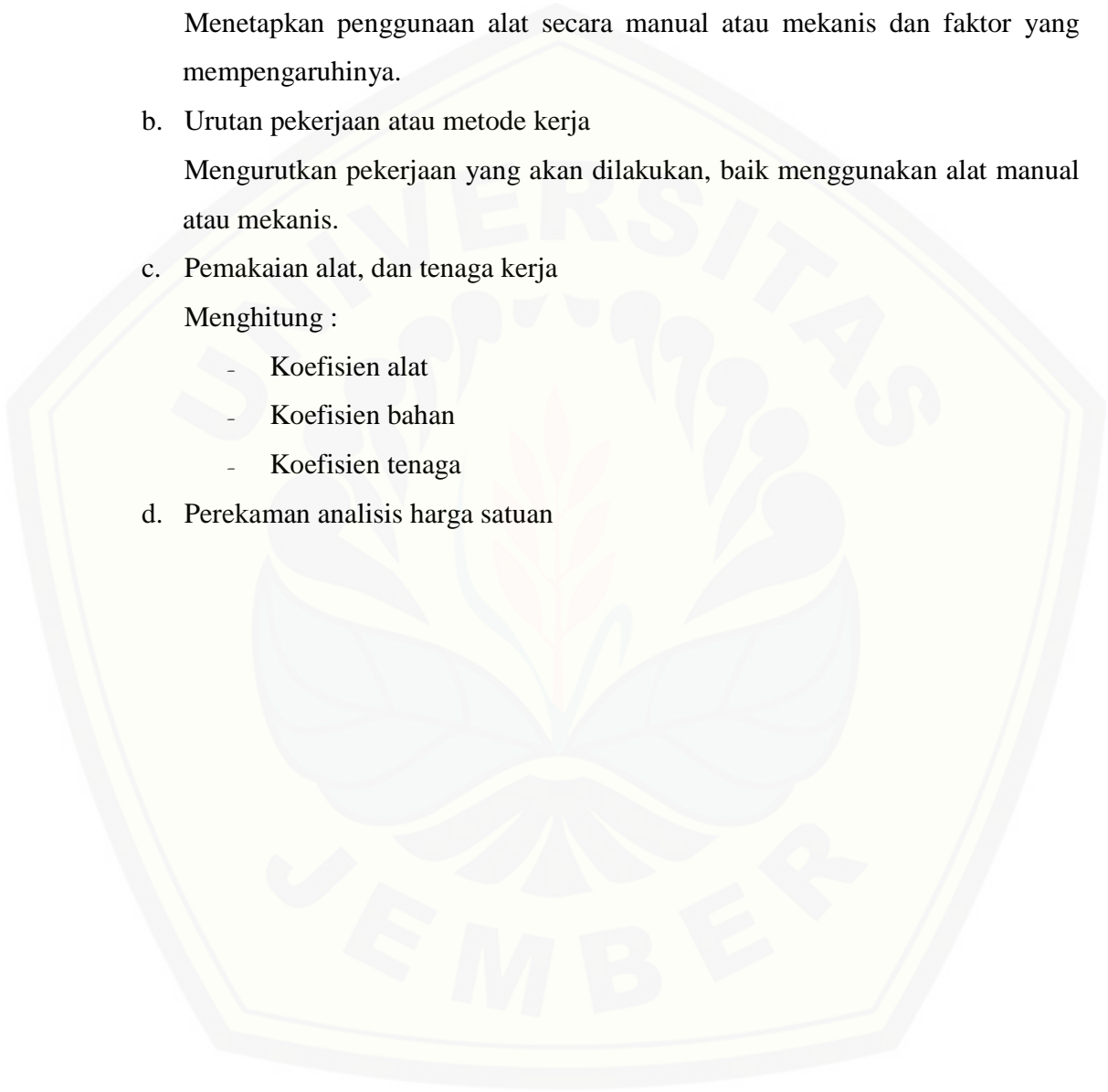
Mengurutkan pekerjaan yang akan dilakukan, baik menggunakan alat manual atau mekanis.

c. Pemakaian alat, dan tenaga kerja

Menghitung :

- Koefisien alat
- Koefisien bahan
- Koefisien tenaga

d. Perekaman analisis harga satuan



## **BAB 3**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Metodologi penelitian ialah suatu pembahasan yang mempelajari cara-cara melakukan pengamatan dengan pemikiran yang tepat secara terpadu melalui tahapan-tahapan yang disusun secara ilmiah untuk mencari, menyusun serta menganalisis dan menyimpulkan data-data, sehingga dapat dipergunakan untuk menemukan, mengembangkan dan menguji kebenaran sesuatu pengetahuan.

#### **3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian**

1. Tempat Penelitian

Lokasi penelitian pada proyek pembangunan gedung mix use Jember Icon, Jember-Jawa Timur.

2. Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan antara bulan Januari-Juni 2015.

#### **3.2 Tahapan dan Prosedur Penelitian**

Tata urutan dan langkah kerja dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a) Perijinan
- b) Studi literatur
- c) Pengambilan data yang diperlukan.
- d) Perhitungan produktivitas alat berat kedua metode tersebut.
- e) Perhitungan waktu dan biaya kedua metode tersebut.
- f) Membandingkan efisiensi biaya dan waktu kedua metode tersebut.
- g) Kesimpulan dan saran.

#### **3.3 Sumber Data dan Metode Pengumpulan Data**

Sumber data secara garis besar didapat dari objek tinjauan penelitian sebagai sumber pertama dan beberapa dari sumber data yang sudah dikumpulkan/disajikan oleh orang lain dalam bentuk publikasi ilmiah.



Metode pengumpulan data penelitian ini dengan menggunakan metode interviu(wawancara). Metode wawancara adalah metode dengan proses tanya-jawab dalam penelitian yang berlangsung secara lisan. Dilakukan dalam tatap muka dua orang atau lebih, lalu mendengarkan secara langsung informasi atau keterangan-keterangan yang dibutuhkan.

Jenis data dari pengumpulan data adalah sebagai berikut :

- Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung dari sumber pertama baik secara itu melakukan wawancara maupun survei. Pada penelitian ini, data primer didapatkan dengan cara wawancara dengan engineer dilapangan mengenai data penelitian. Data primer tersebut antara lain seperti perkiraan siklus waktu alat berat, metode pelaksanaan, perubahan desain terkait objek yang diteliti.

- Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang sudah dikumpulkan/disajikan oleh orang lain, dalam hal ini data sekundernya bersumber dari internet, buku, dan sumber penelitian terkait. Data sekunder tersebut antara lain seperti data umum proyek, RKS, data alat berat dan data bahan bangunan yang digunakan.

### **3.4 Menganalisa dan Mengolah Data**

#### **1. Perhitungan Produktivitas Alat Berat**

Perhitungan produktivitas yang dilakukan yaitu menghitung produktivitas masing-masing alat dengan berdasarkan spesifikasi alat dari kedua metode tersebut.

#### **2. Perhitungan Durasi Pekerjaan**

Perhitungan durasi pekerjaan yang dimaksud adalah perhitungan waktu yang dibutuhkan satu armada alat untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dari kedua metode tersebut.

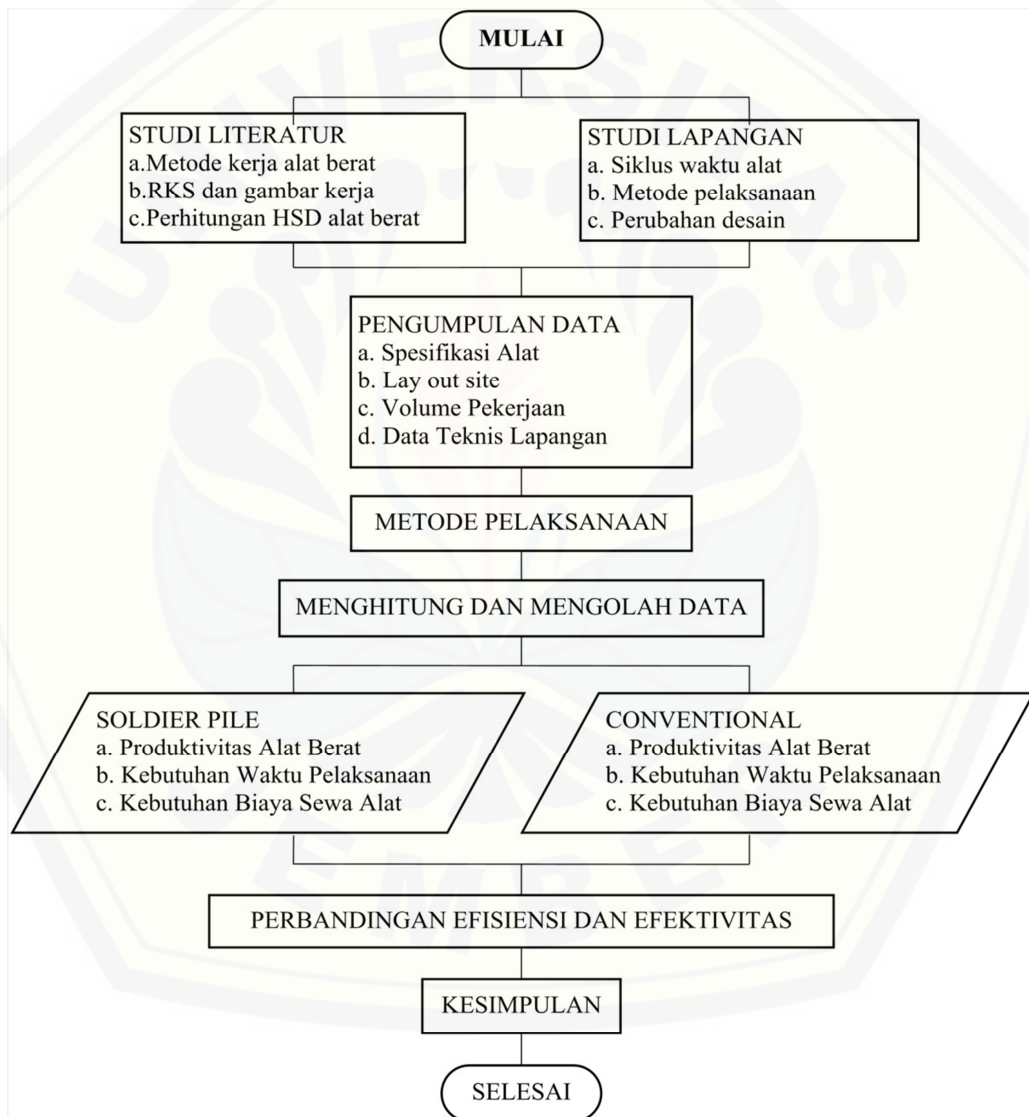
#### **3. Perhitungan Biaya**

Perhitungan biaya yang dilakukan adalah menghitung harga sewa masing-masing alat per jam nya dengan menghitung harga kepemilikan alat dan biaya operasional nya.

4. Penarikan Kesimpulan.

Setelah mengetahui waktu dan biaya pelaksanaan pekerjaan dari kedua metode tersebut, maka dapat dibandingkan antara kedua metode tersebut manakah yang lebih efisien dari segi biaya dan waktu.

3.5 Diagram Alir Metodologi



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi