

**ANALISIS PERENCANAAN PEMAKAIAN ALAT BERAT PADA
PEKERJAAN PENGGALIAN DAN PEMADATAN TANAH
UNDERPASS PADA PEMBANGUNAN JALAN TOL TEBING
TINGGI – INDERAPURA**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil
Universitas Medan Area

Disusun Oleh

**NUR INDAH SYAFNA MARPAUNG
168110090**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/6/22

Access From (repository.uma.ac.id)18/6/22

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS PERENCANAAN PEMAKAIAN ALAT BERAT PADA
PEKERJAAN PENGGALIAN DAN PEMADATAN TANAH
UNDERPASS PADA PEMBANGUNAN JALAN TOL TEBING
TINGGI - INDERAPURA

SKRIPSI

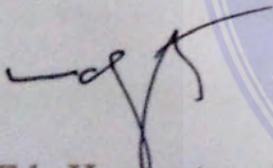
Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil
Universitas Medan Area

Disusun Oleh

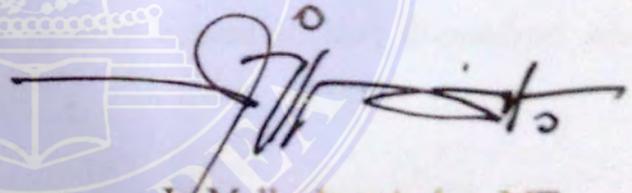
NUR INDAH SYAFNA MARPAUNG
168110090

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Ir. H. Edy Hermanto , MT
NIDN: 0030045502



Ir. Mellonkey Ardan, MT
NIDN: 0116085001

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi



Dr. Bahadur Syah, S.Kom, M.Kom
NIDN: 01050588004

Hermanisya, ST, MT
NIDN: 0106088004

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 18/6/22

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Dipindai dengan CamScanner
Access From (repository.uma.ac.id)18/6/22

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nur Indah Syafna Marpaung

NPM : 168110090

Judul : Analisis Perencanaan Pemakaian Alat Berat Pada Pekerjaan

Penggalian Dan Pemadatan Tanah *Underpass* Pada Pembangunan

Jalan Tol Tebing Tinggi – Inderapura.

Menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar serjana merupakan karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, Februari 2022

Penyusun:



Nur Indah Syafna Marpaung

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN

PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya Mahasiswa Universitas Medan Area

Nama : Nur Indah Syafna Marpaung

Nomor Mahasiswa : 16.811.0090

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

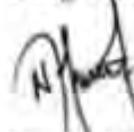
Jenis Karya : Skripsi

Dalam pengetobangan ilmu pengetahuan, memyetujui untuk memberikan untuk memberikan kepada universitas medan area hak bebas roalita (*non-exclusive royalty-free rigiht*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : ANALISIS PERENCANAAN PEMAKAIAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN PENGGALIAN DAN PEMADATAN TANAH *UNDERPASS* PADA PEMBAGUNAN JALAN TOL TEBING TINGGI - INDERAPURA. Beserta perangkat yang diperlukan (jika ada). Dengan demikian saya memberikan kepada perpustakaan unversitas medan area hak untuk menyimpan, merawat dan mempublikasikan tugas akhir skripsi saya tanpa perlu meminta izin dari saya maupun memberikan *royalty* kepada saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Medan, Februari 2022

Yang Menyatakan



Nur Indah Syafna Marpaung

ABSTRAK

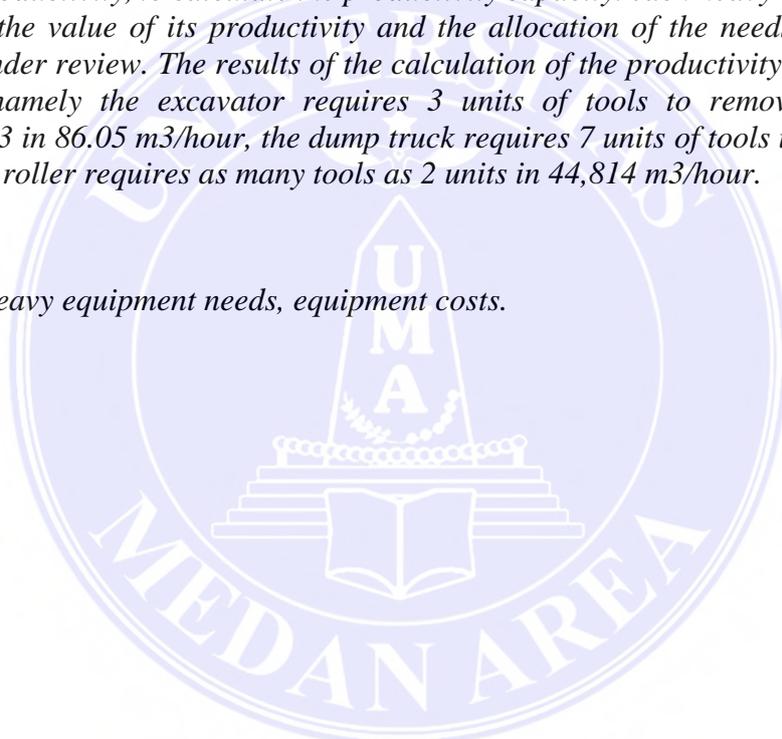
Alat berat merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan dalam pekerjaan pembangunan sarana dan prasarana. Alat berat lebih menguntungkan jika dibandingkan dengan menggunakan alat manual karena dapat menyelesaikan pekerjaan pembangunan lebih cepat, sehingga waktu pelaksanaan pekerjaan dapat tercapai dengan optimal. Penggunaan alat berat yang optimal dapat tercapai apabila faktor yang mempengaruhi pekerjaan alat berat dapat terlaksana dengan efisien. Oleh karena itu diperlukan suatu analisa terhadap pemakaian alat berat yang akan digunakan, sehingga dapat dihasilkan alternative alat berat yang tepat untuk pembangunan suatu proyek. Salah satu pekerjaan yang penting dalam proyek pembangunan *Underpass* Tol Tebing Tinggi-Inderapura untuk itu diperlukan pemilihan peralatan berat yang tepat untuk melaksanakan pekerjaan-pekerjaan tersebut. sehingga yang dimaksud studi ini untuk menganalisa produktivitas alat berat dengan menggunakan teori produktivitas alat berat, untuk menghitung kapasitas produktivitas setiap alat berat dapat diperoleh nilai produktivitasnya dan alokasi kebutuhan alat berat yang ditinjau. Hasil perhitungan produktivitas masing-masing alat berat yaitu *excavator* membutuhkan alat sebanyak 3 unit untuk membuang tanah sebesar 441.462,60m³ dalam waktu 86,05 m³/jam, *dump truck* membutuhkan alat sebanyak 7 unit dalam waktu 13 m³/jam, *vibration roller* membutuhkan alat sebanyak 2 unit dalam waktu 44,814 m³/jam.

Kata kunci: Kebutuhan alat berat, biaya peralatan.

ABSTRACT

Heavy equipment is an inseparable unit in the construction of facilities and infrastructure. Heavy equipment is more profitable when compared to using manual tools because it can complete construction work faster, so that the work execution time can be achieved optimally. Optimal use of heavy equipment can be achieved if the factors that affect the work of heavy equipment can be carried out efficiently. Therefore we need an analysis of the use of heavy equipment to be used, so that an appropriate alternative heavy equipment can be produced for the construction of a project. One of the important jobs in the construction project of the Tebing Tinggi-Inderapura Toll Road Underpass, it is necessary to choose the right heavy equipment to carry out these jobs. So the purpose of this study is to analyze the productivity of heavy equipment by using the theory of heavy equipment productivity, to calculate the productivity capacity. each heavy equipment can be obtained the value of its productivity and the allocation of the needs of the heavy equipment under review. The results of the calculation of the productivity of each heavy equipment, namely the excavator requires 3 units of tools to remove the soil of 441,462.60m³ in 86.05 m³/hour, the dump truck requires 7 units of tools in 13 m³/hour, the vibration roller requires as many tools as 2 units in 44,814 m³/hour.

Keyword : *Heavy equipment needs, equipment costs.*



KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sesuai dengan apa yang diharapkan. Serta penulis mengucapkan syukur telah diberikan pengetahuan, kesehatan, pengalaman, dan kesempatan untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Tugas akhir ini berjudul “ANALISIS PERENCANAAN PEMAKAIAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN PENGALIAN DAN PEMADATAN TANAH UNDERPASS PADA PEMBANGUNAN JALAN TOL TEBING TINGGI - INDERAPURA”. Skripsi ini dapat dikatakan sebagai syarat yang harus diselesaikan setiap mahasiswa untuk menyelesaikan pendidikan di Fakultas Teknik Sipil dari Universitas Medan Area.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini tidak lepas dari kesalahan dan jauh dari sempurna,. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun sehingga dapat berguna baik bagi penulis sendiri maupun pembaca pada umumnya.

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak mungkin terselesaikan tanpa ada dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan tugas akhir ini. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih setulusnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc. Selaku Rektor Universitas Medan Area.

2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom,M.Kom. Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Hermansyah,ST,MT. Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Edy Hermanto, M.T. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membantu pelaksanaan tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. Melloukey Ardan, M.T. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membantu pelaksanaan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen dan Pegawai di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.
7. Seluruh staff dan pekerja Proyek Jalan Tol Tebing Tinggi – Inderapura PT.Hutama Karya.
8. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada keluarga terutama kedua orang tua penulis, ayah dan ibu penulis yang telah banyak memberi kasih sayang dan dukungan moral maupun materi serta doa yang tiada henti untuk penulis.
9. Terimakasih kepada diri saya sendiri yang sudah kuat menghadapi banyak rintangan dalam penyusunan tugas akhir ini.
10. Terima kasih kepada teman-teman mahasiswa/i Teknik Sipil angkatan 2016 Universitas Medan Area.
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah tulus dan ikhlas memberikan doa dan motivasi sehingga dapat terselesaikannya tugas akhir ini.

Dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, karena itu segala kritik dan saran yang membangun akan menyempurnakan penulisan tugas akhir ini serta bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Medan, Februari 2022

Penyusun:

Nur Indah Syafna Marpaung



DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xi
ABSTRAK.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	3
1.2.1 Maksud	3
1.2.2 Tujuan	3
1.3 Perumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	4
1.5.1 Data Primer.....	4
1.5.2 Data Sekunder.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Alat Berat	5
2.2 Klasifikasi Alat-alat Berat.....	6
2.2.1 Klasifikasi Fungsional Alat Berat.....	6
2.2.2 Klasifikasi Operasional Alat Berat	8
2.3 Jenis-jenis Alat	8
2.4 Pengenalan Alat	9
2.5 Manajemen Alat Berat	10
2.6 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Pemilihan Alat Berat.....	12
2.7 Fungsi dan Cara Kerja Alat Berat	13
2.7.1 <i>Excavator</i>	13

2.7.2	<i>Vibration Roller</i>	15
2.7.3	<i>Dump Truck</i>	17
2.8	Sifat-sifat Tanah	19
2.9	Pengertian Produktivitas	21
2.10	Produktivitas dan Durasi Pekerjaan	21
2.11	Faktor Koreksi.....	22
2.12	Produksi Alat-alat Berat Yang Digunakan.....	25
2.12.1	<i>Excavator</i>	25
2.12.2	<i>Vibration Roller</i>	28
2.12.3	<i>Dump Truck</i>	30
2.13	Estimulasi Jumlah Alat-alat Berat Yang Diperlukan.....	31
2.14	Biaya Pengoperasian	33
2.14.1	Volume Pekerjaan.....	33
2.14.2	Biaya Penyewaan Alat	34
2.14.3	Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi	34
2.14.4	Biaya Operator Alat Berat dan Bahan Bakar.....	34
2.14.5	Biaya Operasi Total	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		36
3.1	Persiapan.....	36
3.2	Pengumpulan Data.....	36
3.3	Prosedur Penelitian	37
3.4	Diagram Alir Penelitian	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		40
4.1	Data-data Yang Dibutuhkan	40
4.1.1	Peralatan.....	40
4.1.2	Data Kebutuhan Tanah	41
4.2	Perhitungan Produktivitas Alat Berat	42
4.2.1	Analisa <i>excavator</i>	42
4.2.2	Analisa <i>vibration roller</i>	43
4.2.3	Analisa <i>Dump Truck</i>	43
4.3	Estimasi Jumlah Alat Berat Yang Digunakan	45

4.3.1	<i>Excavator</i>	45
4.3.2	<i>Vibration Roller</i>	45
4.3.3	<i>Dump Truck</i>	46
4.4	Perhitungan Biaya Sewa Alat.....	46
4.4.1	<i>Excavator</i>	46
4.4.2	<i>Dump Truck</i>	47
4.4.3	<i>Vibration Roller</i>	48
4.5	Pembahasan Dengan Asumsi Jenis dan Jumlah Alat Berat	49
4.6	Pembahasan Alternatif Biaya Alat dan Lama Waktu Pekerjaan .	49
4.6.1	Alternatif Pertama	49
4.6.2	Alternatif Kedua	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		56
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA		58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 waktu untuk <i>swing</i>	9
Tabel 2.2 Swelling factor.....	19
Tabel 2.3. Konversi Tanah	20
Tabel 2.4 Efisiensi Kerja	23
Tabel 2.5 Efisiensi Operator.....	24
Tabel 2.6 Faktor Kondisi Pekerjaan	24
Tabel 2.7 Efisiensi waktu	25
Tabel 2.8 faktor kedalaman galian	27
Tabel 2.9 waktu gali (detik).....	27
Tabel 2.10 waktu untuk <i>swing</i>	27
Tabel 2.11 Faktor pengisian bucket.....	28
Tabel 2.12 Lebar kerja pemadatan	29
Tabel 2.13 Kecepatan kerja	30
Tabel 4.1 Jumlah Kebutuhan Alat Berat Hasil Perhitungan.....	48
Tabel 4.2 Perbandingan Kebutuhan Alat Berat	48
Tabel 4.3 Total Biaya Sewa Alat Berat	50
Tabel 4.4 Perbandingan Biaya Sewa Alat Berat Alternatif 1	53
Tabel 4.5 Perbandingan Biaya Sewa Alat Berat Alternatif II.....	57

DAFTAR GAMBAR

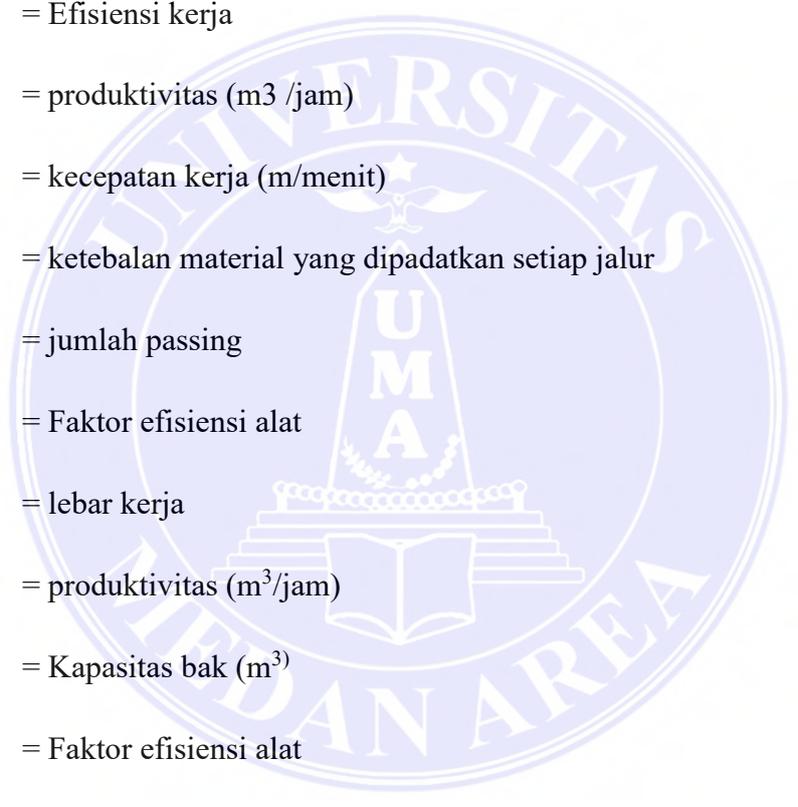
Gambar 2.1 <i>Excavator</i>	13
-----------------------------------	----

Gambar 2.2 <i>vibration roller</i>	15
Gambar 2.3 <i>dump truck</i>	17
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian.....	40



DAFTAR NOTASI

Cm	= siklus waktu (<i>cycle time</i>) (detik)
TL	= waktu pemutar (detik)
TH	= waktu pengangkut (detik)



TD	= waktu penumpahan (detik)
TR	= waktu kembali (detik)
TW	= waktu penunggu (detik)
ql	= kapasitas penuh <i>bucket backhoe</i> (m ³)
k	= faktor <i>bucket</i>
E	= Efisiensi kerja
KP	= produktivitas (m ³ /jam)
v	= kecepatan kerja (m/menit)
t	= ketebalan material yang dipadatkan setiap jalur
n	= jumlah passing
Fa	= Faktor efisiensi alat
b	= lebar kerja
Produktivitas	= produktivitas (m ³ /jam)
v	= Kapasitas bak (m ³)
E	= Faktor efisiensi alat
D	= Jarak muat (m)
Fh	= Faktor pengembangan bahan
V1	= Kapasitas rata-rata bermuatan (Km/jam)
V2	= Kecepatan rata-rata kosong (Km/jam)
CT	= <i>cycle time</i> (menit)
Qexc	= Produktivitas <i>excavator</i> (m ³ /jam)



C	= kapasitas <i>vessel</i>
N	= jumlah rit pengisian
q	= kapasitas bucket (m^3)
Fb	= bucket factor
h	= waktu menumpah (menit)
j	= waktu menunggu (menit)
Wp	= waktu pengangkutan (menit)
Wk	= waktu kembali (menit)
Wm	= waktu muat material (menit)
N	= jumlah dump truck yang dibutuhkan
Ct	= waktu siklus dump truck
LT	= waktu antri dump truck (waktu muat + waktu tunggu)
KP alat terbesar	= jumlah tanah yang dihamparkan (m^3 /hari)
KP	= kapasitas produktivitas (m^3 /hari)
Pw	= Tenaga alat (HP)
Ws	= Bahan bakar solar (liter)
b	= Biaya sewa
c	= Biaya mobilisasi/demobilisasi
d	= Biaya operator
e	= Biaya bahan bakar



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/6/22

Access From (repository.uma.ac.id)18/6/22



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 18/6/22

Access From (repository.uma.ac.id)18/6/22

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia konstruksi pada zaman ini mengakibatkan tingginya penggunaan dan alat berat sangat dibutuhkan dalam setiap pekerjaan konstruksi. Dalam bidang teknik sipil, alat berat digunakan untuk membantu manusia dalam pembangunan struktur bangunan. Alat berat saat ini merupakan sumber daya yang penting dalam proyek konstruksi (Peurifory, 2006). Tujuan penggunaan alat berat adalah untuk memudahkan manusia dalam menyelesaikan pekerjaannya, sehingga dapat mencapai hasil yang diinginkan dengan lebih mudah dalam waktu yang relatif singkat.

Alat berat dalam teknik sipil adalah alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam pembangunan infrastruktur di bidang konstruksi. Rostiyanti (2002) berpendapat bahwa alat berat merupakan faktor penting dalam pelaksanaan proyek, terutama proyek skala besar, yang tujuannya untuk memudahkan manusia dalam menyelesaikan pekerjaan, sehingga lebih mudah untuk mencapai hasil yang diharapkan dalam waktu yang relatif singkat. waktu dan mengharapkan hasil yang lebih baik. Hasil (Rochman Hardy, 1982). Beban kerja proyek konstruksi sangat besar dan terkadang harus diselesaikan dalam waktu yang terbatas. Setelah tenaga kerja yang menggunakan alat tradisional tidak efektif lagi, hal ini tidak dapat dihindari lagi. Penggunaan alat berat menjadi solusi yang sangat tepat untuk menyelesaikan pekerjaan proyek yang sedang berjalan.

Memilih alat berat yang tepat memegang peranan penting. Sebuah perangkat dianggap berkinerja tinggi jika menghasilkan daya tinggi dengan biaya rendah. Memilih alat berat untuk digunakan adalah faktor yang sangat penting dalam keberhasilan proyek Anda. Pemilihan alat berat yang tidak tepat dapat mengakibatkan manajemen pelaksanaan proyek lahan tidak efisien dan tidak efisien. Oleh karena itu, keterlambatan penyelesaian proyek tanah dapat meningkatkan biaya (Rochmanhadi, 1985). Atas dasar ini, perlu diperhatikan dan dibandingkan efisiensi penggunaan alat berat dalam perencanaan dan pelaksanaan di lapangan untuk menghindari kerugian yang tidak perlu, sehingga pekerjaan dapat diselesaikan sesuai rencana. Dalam hal ini, penulis meninjau produktivitas alat berat yang digunakan pada proyek pembangunan underpass jalan tol Tebing Tinggi – Indrapura ditinjau dari produktivitas, proyek ini terbatas pada jenis alat berat yaitu excavator, vibratory roller, dan dump truk.

Pada proyek underpass jalan tol Tebing Tinggi-Inderapura sesi 1 zona 4, terdapat beberapa item pekerjaan yang memerlukan bantuan alat berat selama proses pelaksanaannya, misalnya dalam pekerjaan tanah. Pekerjaan tanah dengan volume dan kedalaman yang cukup besar membutuhkan beberapa jenis yang salah satunya memiliki kapasitas dan waktu yang berbeda dengan yang lainnya. Penggunaan alat berat harus diperhatikan dalam pelaksanaannya agar dapat digunakan secara optimal.

1.2 Maksud dan Tujuan

1.2.1 Maksud

Maksud pada penelitian ini adalah menganalisis perhitung produktivitas dan biaya penggunaan alat berat pada proyek jalan tol Tebing Tinggi – Inderapura.

1.2.2 Tujuan

Tujuan pada penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil perhitungan produktivitas alat berat, dan seberapa besar biaya penggunaan alat berat pada pembangunan jalan tol Tebing Tinggi – Inderapura oleh PT. Hutama Karya (PT.HK)

1.3 Perumusan Masalah

1. Bagaimana mendapatkan produktivitas alat berat yang optimal dari segi biaya dan waktu pada pekerjaan tanah pembangunan jalan tol Tebing Tinggi – Inderapura?
2. Berapa besar durasi waktu penggunaan alat *excavator*, *dumptruck*, dan *vibration roller* dalam proyek jalan tol?

1.4 Batasan Masalah

1. Menghitung produktivitas alat, jumlah alat yang digunakan, dan biaya alat..
2. Alat-alat berat yang ditinjau adalah alat *excavator*, *dumptruck*, dan *vibration roller*.
3. Jam kerja alat berat yang ditinjau yaitu jam kerja normal dengan waktu 8jam/hari.

1.5 Metode Penelitian

1.5.1 Data primer

Sumber data primer untuk diperoleh secara langsung melalui wawancara tatap muka dan data juga dikumpulkan sebagai bagian dari proyek untuk kepentingan peneliti. Peneliti membutuhkan data sebagai berikut:

- a. Jenis alat yang digunakan.
- b. Waktu alat Spesifikasi alat.

1.5.2 Data Sekunder

Bahan Sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi terkait dan merupakan penelitian yang dilakukan. Data sekunder berperan sebagai pendukung data primer.

Data yang dikumpulkan adalah sebagai berikut:

- a. Data proyek dari kontrak.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Alat-Alat Berat

Alat berat dikenal dalam industri konstruksi adalah alat yang digunakan untuk membantu orang melakukan tugas membangun struktur suatu bangunan. Alat berat merupakan faktor penting dalam proyek, terutama proyek konstruksi dan pertambangan serta kegiatan skala besar lainnya (Rostiyanti 2009). Alat berat adalah mesin besar yang dirancang untuk pekerjaan konstruksi seperti pekerjaan tanah dan pergerakan bahan bangunan.

Tujuan penggunaan alat berat adalah untuk mempermudah pekerjaan manusia dan mempermudah dalam mencapai hasil yang diharapkan dalam waktu yang relatif singkat. Alat berat yang biasa digunakan pada proyek konstruksi adalah:

- *Dozer*
- Alat gali (*excavator*) seperti *backhoe*, *front shovel*, *clamshell*;
- Alat pengangkut seperti *loader*, *truck*, dan *conveyor belt*;
- Alat pemadat tanah seperti *roller* dan *compactor*, dan lain-lain.

Menurut Wilopo (2009), penggunaan alat berat memiliki keuntungan sebagai berikut:

1. Mempersingkat waktu kerja, mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama untuk pekerjaan yang dikejar tujuan penyelesaian.
2. Kekuatan besar yang melakukan pekerjaan yang tidak bisa dilakukan manusia.
3. Ekonomis karena efisiensi, keterbatasan staf, keamanan dan faktor ekonomi lainnya.

4. Peningkatan kualitas kerja dengan menggunakan alat berat.

2.2 Klasifikasi alat-alat berat

Alat berat dapat dikategorikan kedalam beberapa klasifikasi. Klasifikasi tersebut adalah klasifikasi fungsional alat berat dan klasifikasi operasional alat berat.

2.2.1 Klasifikasi Fungsional Alat Berat

Yang dimaksud klasifikasi fungsional alat berat adalah pembagian alat berat tersebut berdasarkan fungsi-fungsi utama alat. Berdasarkan fungsinya alat berat dapat dibagi atas berikut:

- a. Alat pengelolaan lahan, kondisi lahan proyek dapat berupa lahan asli yang perlu dipersiapkan sebelum lahan dapat dikerjakan. Jika masih ada semak atau pohon di tanah, Anda dapat menebangnya dengan bulldoser dan menggunakan pengikis untuk menghilangkan lapisan tanah atas. Selain bulldoser, Anda juga dapat menggunakan motor grader untuk membuat bidang horizontal.
- b. Excavator, alat jenis ini disebut juga dengan excavator. Beberapa alat berat yang digunakan untuk menggali tanah dan batuan yang termasuk dalam kategori ini adalah front excavator, backhoe loader, drag line, dan clamshell bucket.
- c. Peralatan material handling crane termasuk dalam kategori peralatan material handling karena alat ini mengangkat material secara vertikal dan dapat bergerak secara horizontal dalam jarak yang relatif pendek. Sabuk,

truk, dan gerobak digunakan untuk membantu pengangkutan barang curah dalam jarak yang relatif jauh. Alat yang membutuhkan alat lain untuk membantu dalam pemuatan material.

- d. Alat pemindah material yang termasuk dalam kategori ini adalah alat yang biasanya tidak digunakan sebagai alat transportasi, tetapi digunakan untuk memindahkan material dari satu lokasi ke lokasi lain. Loader dan bulldozer adalah alat pemindahan material.
- e. Alat pemadatan, jika tanah tertimbun, maka perlu dilakukan pemadatan pada tanah tersebut. Pemadatan juga dilakukan untuk konstruksi jalan baik pada jalan yang tidak beraspal maupun yang lentur dan yang beraspal keras.
- f. Alat pemadatan termasuk tamping roller, ban pneumatik dan compactor. Material handling equipment, alat ini digunakan untuk membawa batuan dan mineral alam ke bentuk dan ukuran yang diinginkan. Hasil dari alat ini antara lain batuan miring, semen, beton dan aspal. Alat ini termasuk crusher, alat yang dapat mencampur material seperti beton dan aspal batch plant. Alat penempatan akhir.
- g. Material Tool, termasuk dalam kategori ini karena fungsinya untuk menempatkan material pada tempatnya. Pada titik ini, material didistribusikan secara merata dan dikompresi sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Kategori ini meliputi penyebar beton, paver aspal, motor grader, dan kompresor.

2.2.2 Klasifikasi Operasional Alat Berat

Alat berat yang digunakan dapat berpindah dari satu lokasi ke lokasi lain, atau mungkin digerakkan. Oleh karena itu, klasifikasi menurut gerakan pahat dapat diklasifikasikan sebagai berikut.

a. Alat dengan Penggerak

alat penggerak adalah bagian dari mesin yang mengubah performa mesin menjadi kerja. Bentuk penggerak adalah roda ulat atau kaki seribu dan ban karet. Kenop akan menjadi alat penggerak untuk ban berjalan

b. Alat Statis

Peralatan Statis Kategori ini meliputi tower crane, baik pabrik pencampuran beton dan aspal, dan pabrik penghancur.

2.3 Jenis-jenis Alat Berat

alat berat memainkan peran penting dalam fungsionalitas proyek. Setiap kali menggunakan alat berat, proyek membutuhkan banyak usaha, sehingga perlu menggunakan alat berat seoptimal mungkin.

Faktor-faktor penentu penggunaan alat berat adalah:

- a. Tenaga yang dibutuhkan (*power required*)
- b. Tenaga yang tersedia (*power available*)

Tenaga yang dapat dimanfaatkan (*power usable*) Analisis peralatan ini diarahkan terhadap produksi persatuan waktu atau yang disebut produktivitas, prinsipnya untuk

mendapatkan produktivitas peralata ini sangat ditentukan oleh volume. Masingmasing peralatan dicari produksinya melalui dengan cara perumusan.

Rochmanhadi (1992), alat untuk menggali, mengangkut, dan memuat tanpa mengubah lokasi, menggunakan mesin PTO (power take off) unik yang terdiri dari tiga bagian utama:

- a. Bagian atas *revolving* unit (bisa berputar) waktu putar tergantung dari sudut putar dan kecepatan putar.

Tabel 2.1 waktu untuk *swing*

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

Sumber: Rochmanhadi, 1985

- b. Bagian bawah *travel* unit (untuk berjalan, gerak maju dan mundur)
- c. Bagian *attacment* adalah perlengkapan yang dapat diganti sesuai kebutuhan.

2.4 Pengenalan Alat

Dalam pelaksanaan pekerjaan dengan menggunakan alat berat terdapat faktor yang mempengaruhi produktivitas alat yaitu efisiensi alat. Efektifitas alat tergantung pada beberapa hal sebagai berikut:

1. Kemampuan operator pemakaian alat berat,
2. Pemilihan dan pemeliharaan alat berat,
3. Perencanaan dan pengaturan letak alat,

4. Topografi dan volume pekerjaan,
5. Kondisi cuaca,
6. Metode pelaksanaan alat.

2.5 Manajemen Alat Berat

Mengelola pemilihan dan pengendalian alat berat adalah proses perencanaan, pengorganisasian, pembinaan, dan pengendalian alat berat untuk mencapai tujuan kerja tertentu. Untuk menghindari kesalahan dalam pemilihan alat berat, ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam memilih alat berat.

1. Fungsi untuk dieksekusi. Alat berat dikelompokkan berdasarkan fitur seperti pengeboran, transportasi, dan perataan permukaan.
2. Kapasitas peralatan. Pilihan alat berat tergantung pada jumlah total atau berat material yang diangkut atau diproses. Kapasitas alat yang dipilih harus sesuai agar pekerjaan dapat diselesaikan dalam waktu yang ditentukan.
3. Modus operasi. Pemilihan mesin berdasarkan arah (horizontal atau vertikal) dan jarak tempuh, kecepatan, frekuensi perjalanan.
4. Keterbatasan cara menggunakannya. Pembatasan pemilihan alat berat adalah peraturan lalu lintas, biaya, dan emisi. Selain itu, desain yang digunakan dapat mengubah pilihan alat.
5. Efisiensi ekonomi. Ketika memilih alat berat, selain biaya investasi dan biaya sewa alat, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor penting.

6. Jenis proyek. Ada beberapa jenis proyek yang biasanya menggunakan alat berat, antara lain proyek konstruksi, pelabuhan, jalan, jembatan, irigasi, penggundulan hutan, dan lokasi proyek bendungan.
7. Lokasi proyek adalah hal lain yang perlu dipertimbangkan ketika memilih alat berat. Misalnya, lokasi proyek dataran tinggi memerlukan alat berat lain dari lokasi proyek dataran rendah.
8. Jenis tanah dan daya dukung beban. Saat memilih alat berat yang akan digunakan, Anda perlu mempertimbangkan jenis tanah di lokasi proyek. Tanah diklasifikasikan menjadi keras, gembur, atau lunak.
9. Kondisi lapangan. Medan yang sulit dan kondisi medan yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

Selain itu, hal-hal berikut harus dipertimbangkan saat membuat jadwal kerja untuk alat berat.

1. Rentang pekerjaan yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu.
2. Dengan jumlah pekerjaan yang tersedia dan waktu yang ditentukan, Anda perlu menentukan jenis dan jumlah alat berat yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan itu.
3. Anda dapat menentukan jumlah volume yang dapat diproses dan waktu yang dibutuhkan berdasarkan jenis dan jumlah alat berat yang tersedia.

2.6 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pemilihan Alat Berat

Alat berat dipilih selama tahap perencanaan, yang menentukan jenis, jumlah, dan kapasitas alat. Memilih mesin yang tepat sangat penting karena tidak semua mesin dapat digunakan untuk semua proyek konstruksi. Pemilihan alat berat yang salah dapat menyebabkan keterlambatan pelaksanaan, peningkatan biaya proyek, dan konsekuensi yang tidak direncanakan. Saat memilih alat berat, ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan untuk menghindari kesalahan pemilihan alat. Faktor-faktor ini meliputi:

- a. Fungsi untuk dieksekusi. Alat berat dikelompokkan menurut fungsinya digunakan untuk penggalian permukaan, transportasi, perataan, dll. Total kapasitas terpasang, pilihan alat berat tergantung pada jumlah total atau berat material yang akan diangkut atau diproses.
- b. Kapasitas alat yang dipilih harus cukup untuk menyelesaikan pekerjaan dalam waktu tertentu.
- c. modus tindakan. Mesin dipilih berdasarkan arah perjalanan (horizontal atau vertikal), jarak tempuh, kecepatan, frekuensi perjalanan, dan banyak lagi.
- d. Keterbatasan cara menggunakannya. Pembatasan yang mempengaruhi pemilihan alat berat antara lain peraturan lalu lintas, biaya, dan pembongkaran. Selain itu metode konstruksi yang dipakai dapat membuat pemilihan alat berubah.
- e. Ekonomi. Selain biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor penting didalam pemilihan alat berat.

- f. Jenis proyek atau pekerjaan. Ada banyak sekali jenis proyek/pekerjaan yang biasanya menggunakan alat berat. Konstruksi meliputi proyek konstruksi, pelabuhan, jalan, jembatan, irigasi, penggundulan hutan, pertambangan dan minyak. gram.
- g. Jenis tanah dan daya dukung beban Jenis tanah di lokasi konstruksi dan jenis bahan yang diproses dapat mempengaruhi mesin berat yang digunakan. Tanahnya bisa keras, gembur, atau berlumpur.
- h. ondisi lapangan jam. Medan yang sulit dan kondisi medan yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

2.7 Fungsi Dan Cara Kerja Alat Berat

Berikut adalah pembagian alat berdasarkan fungsi-fungsi utama alat

2.7.1 *Excavator*



Gambar 2.1 *Excavator Hitacy Ex 200*

Sumber : dokumentasi lapangan

Excavator atau backhoe termasuk dalam alat galian hidrolik dan didahului dengan sekop. Traktor ini digerakkan dengan ban atau roda ulat. Excavator bekerja dengan menggerakkan bucket ke bawah kemudian menariknya ke arah badan mesin. Di sisi

lain, ekskavator depan menggerakkan bucket ke atas dan menjauhi badan alat berat. Oleh karena itu, backhoe dapat menggali material yang ditempatkan di bawah permukaan tempat pahat ditempatkan. Sedangkan excavator depan sedang menggali material permukaan tempat pahat diletakkan.

Perusahaan pengerukan bersama untuk menggali kanal dan basement. Excavator beroda biasanya tidak digunakan untuk pengeboran, tetapi sering digunakan untuk pekerjaan umum lainnya. Excavator digunakan untuk pekerjaan penggalian bawah tanah dan penggalian material keras. Backhoe memungkinkan penggalian yang mulus. Pilihan kapasitas bucket excavator harus sesuai dengan tugas yang akan dilakukan.

Excavator terdiri dari enam bagian: superstruktur yang dapat memutar boom, stick, bucket, dan cincin putar, serta substruktur yang ditenagai oleh sistem hidraulik, boom, stick, dan bucket. Struktur bawah merupakan penggerak utama dan dapat berupa roda ban (ulat). Ada 6 gerakan dasar dan 24 gerakan di setiap bagian. Yaitu

1. Gerakan boom: gerakan boom yang memandu bucket untuk menggali tanah.
2. Bucket : pergerakan bucket saat menggali material.
3. Gerakan bongkar muat: arah gerakan ember berlawanan dengan arah saat penggalian.
4. Gerakan lengan: gerakan lengan dengan radius maksimum 100° .
5. Gerakan bantalan slewing: buat bagian atas backhoe berputar 360° pada poros.
6. Pergerakan bangunan bawah: digunakan untuk perpindahan ketika area telah digali.

2.7.2 *Vibration Roller*



Gambar 2.2 vibration roller
Sumber : dokumentasi lapangan

Pemadatan tanah dapat dilakukan secara alami, dengan pemadatan mekanis, atau dengan menggunakan alat bantu. Kompresi adalah perakitan partikel bahan terkompresi yang memungkinkan rongga udara dan air yang sudah ada sebelumnya di antara partikel dihilangkan atau dibatasi pada rasio dan kondisi yang ditentukan oleh pengujian laboratorium. Berikut di bawah ini jenis compactor yang umum digunakan dalam proyek pemadatan badan jalan.

- Tandem Roller Compactor Roller compactor ini biasanya digunakan untuk pengamplasan akhir. Singkatnya, fungsi tandem roller compactor ini adalah untuk meratakan permukaan. Jangan gunakan rol tandem untuk menekan permukaan batu yang keras dan tajam. Roda mungkin rusak. Rol tandem

tersedia dalam dua desain: rol tandem 2-sumbu dan rol tandem 3-sumbu. Rol tandem 3-sumbu digunakan untuk meningkatkan kepadatan yang biasa digunakan dalam proyek bandara.

- Vibration Roller Compactor Vibration roller memiliki fungsi yang sama dengan tandem roller. Namun, vibrating roller memiliki kinerja pemadatan yang sangat baik, dan berkat jenis pemadatan ini, roller ini dapat digunakan secara luas untuk semua jenis pekerjaan pemadatan. Efek yang dicapai dengan menggunakan vibrator roller adalah gaya dinamis yang diberikan pada tanah. Butir-butir tanah yang hancur mengisi ruang kosong di antara butir-butir.
- Pneumatic Tire Roller Compactor Pneumatic Tire Roller Compactor menggunakan dua metode kombinasi: pengadukan dan pemberat statis untuk mengompres tanah. Tekanan kompresor pada model ini dapat diatur dengan mengatur berat alat, menambah atau mengurangi tekanan ban, mengatur lebar ban dan mengatur tekanan ban.

2.7.3 Alat pengangkut (*Dump Truck*)



Gambar 2.3 *dump truck*
Sumber : dokumentasi Lapangan

Dump truck merupakan alat transportasi jarak jauh, sehingga jalan transportasi dapat dilalui pada jalan datar, tanjakan dan turunan. Mengemudi truk sampah di medan yang berat membutuhkan keterampilan operator atau pengemudi. Jika mesin tidak dapat beroperasi pada gigi tinggi, operator harus segera turun tangan dan pindah ke gigi rendah. Ini karena Anda tidak dapat memanjat jika dump truck terlalu lambat untuk menurunkan gigi rendah, sehingga Anda perlu mencegah dump truck mundur. Gigi yang lebih rendah juga harus dipertimbangkan saat berkendara menuruni bukit. Mengemudi dengan gigi tinggi, biasanya hanya mengandalkan rem, sangat berbahaya dan dapat berakibat buruk.

Truk biasanya digunakan pada perjalanan teknik sipil. Truk dapat secara otomatis mengeluarkan barang bawaan dari tubuh Anda. Truk jenis ini dikenal sebagai truk trip.

Jatuhnya dilakukan secara hidrolik, dengan tab diangkat di satu sisi dan sisi lainnya berputar sebagai engsel. Dengan membedakan arah tumpahan barang bawaan, dump truck dapat dibedakan menjadi tiga jenis:

1. *Rear dump truck* dengan pembuangan muatan kebelakang,
2. *Side dump truck* dengan pembuangan muatan kesamping,
3. *Bottom dump truck* dengan pembuangan muatan melalui bawah bak.

Selama pengangkutan atau pengosongan, penyaradan harus dihindari. Slippage adalah gerakan horizontal lateral kendaraan di luar kendali operator. Slip jenis ini biasanya terjadi ketika kecepatan putaran roda melebihi kecepatan yang dibutuhkan untuk pergerakan kendaraan. Ketika kecepatan putaran roda lebih lambat dari kecepatan gerak kendaraan, seperti waktu pengereman, dapat terjadi selama tikungan tajam berkecepatan tinggi. Operator dumping harus berhati-hati. Operator harus memastikan bahwa roda berada di atas tanah, yang cukup kuat dan kaku untuk mencegah ban tenggelam ke tanah yang buruk atau baik, seperti pada permukaan tanah yang sebelumnya dibuang.

Dump truck adalah kendaraan yang digunakan untuk mengangkut material dari lokasi, biasanya bekerja dengan alat berat lainnya, seperti loader, backhoe, dll. Persyaratan penting agar dump truck dapat bekerja secara efektif adalah jalan kerja yang keras dan rata, namun terkadang dump truck dirancang untuk memiliki kemampuan off-road, yaitu kemampuan untuk berkendara di luar jalan normal.

2.8 Sifat-Sifat Tanah

Perlu dipahami karakteristik tanah yang berkaitan dengan pekerjaan relokasi, relokasi dan pemadatan, karena tanah yang telah dikerjakan akan mengalami perubahan volume, antara lain:

1. Keadaan asli (in-situ), yaitu keadaan bahan masih dalam keadaan alami dan belum mengalami gangguan teknis (dilewati, digali, dipindahkan, diangkut dan dipadatkan dengan peralatan)
2. Loose state, yaitu tanah hasil galian dari tempat semula (original state). Tanah akan mengalami perubahan volume, yaitu pemuaian karena bertambahnya celah udara antar partikel material.
3. Solid state (kompresi), volume material akan menyusut setelah proses kompresi (kompresi). Saat rongga antara partikel material dipadatkan, volume berubah. Tabel berikut menunjukkan gambaran faktor perkembangan jenis tanah:

Tabel 2.1 Swelling factor

Jenis Tanah	Swell (% BM)
Pasir	5-10
Tanah Permukaan (topi soil)	10-25
Tanah Biasa	20-45
Lempung	30-60
Batu	50-60

Sumber : Andi Tenrisukki Tenriajeng.2003:3

Sedangkan tabel berikut ini diberikan faktor konversi untuk beberapa jenis tanah dalam keadaan bank condition, lose condition dan compactor.

Tabel 2.3 Konversi Tanah.

Jenis Tanah	Kondisi Tanah Semula	Conversion Ratio		
		Asli	Lepas	Padat
Sand (pasir)	Asli	1,00	1,11	0,95
	Lepas	0,90	1,00	0,86
	Padat	1,05	1,17	1,00
Soil	Asli	1,00	1,25	0,90
	Lepas	0,80	1,00	0,72
	Padat	1,11	1,39	1,00
Clay (Tanah Liat)	Asli	1,00	1,43	0,90
	Lepas	0,70	1,00	0,63
	Padat	1,11	1,59	1,00
Clay and Gravel (Tanah Liat dan Krikil)	Asli	1,11	1,18	1,08
	Lepas	0,85	1,00	0,91
	Padat	0,93	1,09	1,00
Gravel (Krikil)	Asli	1,00	1,13	1,03
	Lepas	0,88	1,00	0,91
	Padat	0,97	1,10	1,00

Sumber : Andi Tenrisukki Tenriajeng.2003:3

2.9 Pengertian Produktivitas

Secara umum, produktivitas diartikan sebagai hubungan antar hasil nyata maupun fisik dengan masukan yang sebenarnya (ilo, 1979). pengertian lain produktivitas adalah sebagai tingkatan efisiensi dalam memproduksi barang atau jasa. Produktivitas mengutarakan cara pemanfaatan secarabaik terhadap smber-sumber dalam memproduksi barang-barang.

Menurut Rostianty (2008), alat-alat berat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Saat ini, alat berat merupakan faktor penting didalam proyek, terutama proyek-proyek konstruksi dengan skala yang besar. Tujuan penggunaan alat-alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaan sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang relatif lebih singkat.

Menurut Darmansyah, (1998), alat berat yang digunakan dalam ilmu teknik sipil adalah alat yang diguakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur.

2.10 Produktivitas dan Durasi Pekerjaan

Saat memutuskan durasi pekerjaan, penting untuk mengetahui jumlah pekerjaan dan produktivitas alat. Produktivitas adalah perbandingan antara hasil yang dicapai (output) dan semua sumber daya yang digunakan (input). Produktivitas alat tergantung pada kapasitas alat dan waktu siklus. Rumus dasar untuk menentukan produktivitas alat adalah:

$$Produktivitas = \frac{Kapasitas}{CT} \dots\dots\dots 2.1$$

Untuk memperoleh *cycle time* (CM) diperlukan sebagai berikut:

$$CM = TL + TH + TD + TR + TW$$

Dimana:

C_m = siklus waktu (*cycle time*) (detik)

TL = waktu pemutar (detik)

TH = waktu pengangkut (detik)

TD = waktu penumpahan (detik)

TR = waktu kembali (detik)

TW = waktu penunggu (detik)

2.11 Faktor Koreksi

Saat menjalankan proyek, produktivitas per jam yang diperlukan untuk alat adalah produktivitas standar alat dalam kondisi ideal dikalikan dengan faktor. Faktor ini disebut faktor koreksi. Faktor koreksi tergantung pada banyak faktor yang mempengaruhi pengoperasian alat, seperti medan, keterampilan operator, pemilihan default, dan pemeliharaan. Dalam praktiknya, sulit untuk menentukan ukuran faktor koreksi, tetapi dimungkinkan untuk menentukan faktor koreksi yang realistis berdasarkan pengalaman.

Adapun faktor koreksi tersebut adalah:

1. Efisiensi kerja yaitu produktivitas pahat yang sebenarnya di lapangan tidak sama dengan kondisi ideal pahat karena faktor-faktor tertentu seperti medan,

keterampilan operator, pengoperasian, pemilihan pahat. Rencana tersebut harus memperhitungkan produktivitas alat per jam, yang merupakan standar produktivitas alat dalam kondisi ideal dikalikan dengan faktor yang disebut efisiensi kerja. Sulit untuk menentukan nilai efisiensi kerja secara akurat, tetapi dapat dinilai dari pengalaman bahwa efisiensi kerja mendekati kenyataan. Pendekatan ini dapat digunakan dalam tabel berikut.

Tabel 2.4 Efisiensi Kerja

KondisiAlat					
Kondisi OperasiMedan	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruksekali	0,52	0,50	0,47	0,2	0,32

Sumber : Rochmanhdi, 1985

2. Mengenai faktor efisiensi operator, keterampilan operator yang menangani alat merupakan faktor penting, dan perlu diperhatikan agar tidak terjadi keterlambatan pekerjaan. Berikut adalah tabel faktor efisiensi operator

Tabel 2.5 Efisiensi Operator

Keterampilan Operator	Faktor Efisiensi
Baik	0,90 – 1,00
Normal	0,75
Jelek	0,50 – 0,60

Sumber : Rochmanhadi, 1985

3. Medan yang sulit dan kondisi medan yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat, seperti terlihat pada tabel berikut.

Tabel 2.6 Faktor Kondisi Pekerjaan

Kondisi Pekerjaan	Kondisi Tata Pekerjaan			
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk
Baik	0,84	0,81	0,75	0,70
Baik sekali	0,78	0,75	0,71	0,65
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52

Sumber : Rochmanhadi, 1985

4. Saat bekerja dengan alat berat, seperti terlihat pada tabel berikut, terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat tersebut, seperti koefisien efisiensi waktu sehingga kondisi kerja mempengaruhi alat berat yang digunakan.

Tabel 2.7 Efisiensi waktu

Kondisi Kerja	Efisiensi
Menyenangkan	0,90
Normal	0,83
Buruk	0,75

Sumber : Rochmanhadi, 1985

5. Faktor material

1. Faktor kohesif = 0,75 – 1,00
2. Faktor non kohesif = 0,60 – 1,00

6. Faktor cuaca

- 1. Baik = 1,00
- 2. Sedang = 0,80

2.12 Produksi Alat-Alat Berat Yang Digunakan

Cara menghitung volume produksi alat berat adalah dengan menentukan kapasitas produksi alat berat yang akan digunakan. Di bawah ini adalah berbagai cara untuk menghitung produktivitas alat berat.

2.12.1 *Excavator* atau *Backhoe*

Excavator dengan ekskavator hidrolis atau alat pengeboran hidraulik memiliki ekskavator pra-rakitan yang digunakan sebagai ekskavator mekanis. Penggerakannya adalah traktor dengan ban atau ulat. *Backhoe loader* bekerja dengan menggerakkan bucket ke bawah lalu menariknya ke arah badan mesin.

Oleh karena itu, *backhoe* dikatakan menggali material di bawah permukaan tempat pahat ditempatkan. Dalam perhitungan untuk mencari produktivitas *excavator* yang digunakan:

$$Q = \frac{q \times 3.600 \times E}{Cm} \dots\dots\dots 2.2$$

Dimana:

Q = produktivitas per jam (m³/ jam)

$$q = ql \times k \dots\dots\dots 2.3$$

Dimana: ql = kapasitas penuh *bucket backhoe* (m³)

k = faktor *bucket*

C_m = waktu (detik)

E = efisiensi kerja

Waktu siklus (C_m)

Siklus kerja adalah pergerakan pahat dari pergerakan pertama pahat hingga kembali ke pergerakan pertama. Waktu siklus adalah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan satu siklus kerja.

$$C_{ms} = \text{waktu gali} + \text{waktu putar} \times 2 + \text{waktu buang} \dots\dots\dots 2.4$$

Tabel 2.8 faktor kedalaman galian

Kedalaman galian	Kondisi Penggalian			
	Mudah	Normal	Agak Sulit	Sulit Sekali
Dibawah 40%	0,7	0,9	1,1	1,4
40-70%	0,8	1,0	1,3	1,6
Diatas 70%	0,9	1,1	1,5	1,8

Sumber : Rochmanhadi,1985

Tabel 2.9 waktu gali (detik)

Kondisi penggalian	Mudah	Normal	Agak Sulit	Sulit Sekali
0-2m	6	9	15	26
2m-4m	7	11	17	28
>4m	8	13	19	30

Sumber : Rochmanhadi,1985

Tabel 2.10 waktu untuk *swing*

<i>Swing</i> (derajat)	Waktu (detik)
45° - 90°	4-7
90° - 180°	5-8

Sumber : Rochmanhadi,1985

Tabel 2.11 Faktor pengisian bucket

	Kondisi Pemuatan	Faktor
Ringan	Menggali material yang telah dikeruk oleh <i>excavator</i> , yang tidak membutuhkan gaya gali dan dapat dibuat munjung dalam bucket	1.0 – 0.0
Sedang	Menggali dan memuat stockpile lepas dari tanah yang lebih sulit untuk digali tetapi dapat dimuat hampir munjung. Pasir kering, tanah berpasir, tanah campuran tanah liat, tanah liat, pasir yang telah memadat, gravel yang belum disaring, dan sebagainya.	0.8 – 0.6
Agak Sulit	Menggali dan memuat batu-batu pecah, tanah liat yang keras, pasir campur krikil, tanah berpasir, tanah koloidal liat, tanah liat dengan kadar air tinggi yang telah distockpile oleh <i>excavator</i> lain.	0.6 – 0.5
Sulit	Suatu bongkahan, batuan besar dengan bentuk tak teratur dengan ruangan diantaranya batuan hasil ledakan.	0.5 – 0.4

Sumber : Rochmanhadi, 1985

2.12.2 *Vibration roller* (Alat pemadat)

Vibration roller alat pemadat, Perhitungan produktivitas alat pemadat dapat dilakukan dengan menggunakan 2 rumus berikut ini.

1. Dalam satuan luas area yang dipadatkan (m^3 /jam)

$$KP = b \times v \times t \times Fk / n \dots\dots\dots 2.5$$

2. Dalam satuan volume material yang dipadatkan (m^3 /jam)

$$KP = b \times v \times t \times 1000 \times Fk / n \dots\dots\dots 2.6$$

Keterangan :

KP = produktivitas (m^3 /jam)

v = kecepatan kerja (m/menit)

t = ketebalan material yang dipadatkan setiap jalur

n = jumlah passing

Fa = Faktor efisiensi alat

b = lebar kerja

Cara menghitung produktivitas alat berat adalah dengan menggunakan tabel-tabel waktu tergantung pada faktor, lebar pekerjaan tergantung pada jenis alat yang di pakai, selain itu juga diperlukan waktu kecepatan kerja.

Tabel 2.12 Lebar kerja pemadatan

Jenis Alat	Lebar Kerja
Tipe gilas mata dam	Lebar roda gerak = 0,2 m
Mesin gilas tandem	Lebar roda gerak = 0,2 m
Compactor tanah	(Lebar roda gerak x 2) = 0,2 m
Mesin gilas roda ban	Jarak antara sisi dari ban paling luar 0,3 m
Mesin gilas getar dan besar	Lebar roller = 0,2 m
Bulldozer	(Lebar trekshoe x 2) = 0,2 m
Mesin gilas yang kecil	Lebar roller = 0,1 m

Sumber : Rochmanhadi, 1985

Tabel 2.13 Kecepatan kerja

Jenis Alat	Kecepatan Kerja
Mesin gilas roda besi	± 2 km/jam
Mesin gilas roda ban	± 2,5 km/jam
Mesin gilas getar	± 1,5 km/jam
Mesin gilas kaki kambing	± 20 mil/jam
Compactor tanah	± 4-10 km/jam
Tamper	± 1,0 km/jam

Sumber : Rochmanhadi, 1985

Ketebalan setiap lapisan-lapisan pemadatan tergantung dari spesifikasi tingkat kepadatan atau berdasarkan hasil kepadatan (berdasarkan hasil yang dilakukan). Tetapi secara teoritis untuk memudahkan menghitung produktivitas pada umumnya ketebalan setiap lapis pemadatan diambil 0,2 – 0,5 m. jumlah passing atau lintasan 30 tergantung pada spesifikasi teknis atau kekuatan konstruksi yang dikehendaki. Oleh karena itu jumlah lintasan ditentukan dari hasil test berdasarkan tingkat kepadatan.

2.12.3 *Dump Truck*

Produktivitas *dump truck* yang dikerjakan beberapa kerjaan secara efisien tergantung:

1. Produktivitas per siklus,
2. jarak angkut,
3. jumlah *dump truck*

untuk produktivitas per siklus *dump truck* dari quarry tergantung pada:

1. Kapasitas bucket dari pemuat
2. Kapasitas dari *dump truck*
3. Faktor bucket

Alat pengangkut tanah atau *dump truck* memilih perhitungan rumus yang dipakai untuk menghitung produktivitas truck adalah:

$$1. \text{ Produktivitas} = v \times E \times 60 / F_h \times C_T \dots\dots\dots 2.7$$

dimana:

Produktivitas = produktivitas (m^3/jam)

v = Kapasitas bak (m^3)

E = Faktor efisiensi alat

D = Jarak muat (m)

F_h = Faktor pengembangan bahan

V_1 = Kapasitas rata-rata bermuatan (Km/jam)

V_2 = Kecepatan rata-rata kosong (Km/jam)

C_T = *cycle time* (menit)

Q_{exc} = Produktivitas *excavator* (m^3/jam)

2. Kapasitas *vessel*

$$C = n \times q \times Fb \dots\dots\dots 2.8$$

dimana:

C = kapasitas *vessel*

n = jumlah rit pengisian

q = kapasitas bucket (m³)

Fb = bucket factor

untuk mendapatkan n

$$n = \frac{v}{q \times Fb} \dots\dots\dots 2.9$$

3. Waktu siklus

$$Ct = h + j + Wp + Wk + Wm \dots\dots\dots 2.10$$

dimana:

h = waktu menumpah (menit)

j = waktu menunggu (menit)

Wp = waktu pengangkutan (menit)

Wk = waktu kembali (menit)

Wm = waktu muat material (menit)

2.13 Estimilasi jumlah alat-alat berat yang diperlukan

Untuk dapat mengatasi berapa jumlah alat berat yang dibutuhkan, maka harus diketahui dahulu:

1. Waktu pelaksanaan pekerjaan biasanya dinyatakan dalam jam kerja.

- 2. Volume pekerjaan.
- 3. Produktivitas pekerjaan.
 - a. Di *quarry*

Jadi jumlah dump truck yang dibutuhkan secara teoritis adalah:

$$N = \frac{Ct}{LT} + 1 \quad \dots\dots\dots 2.11$$

Dimana :

N = jumlah dump truck yang dibutuhkan

Ct = waktu siklus dump truck

LT = waktu antri dump truck (waktu muat + waktu tunggu)

LT 2 adalah waktu antri dump truck direncanakan menjadi hanya 1 kali untuk satu hari kerja dimana LT 2 hanya terjadi di awal pekerjaan yaitu dipagi hari. 33 LT 2 hanya terjadi untuk dump truck nomor pengisian ke -2 dan seterusnya, sehingga dalam hal ini dump truck pertama tidak akan melakukan antrian waktu tunggu dan waktu muat, untuk truck pertama adalah waktu antri bagi dump truck berangkat ke disposal area setelah dimuat. Jumlah dump truck yang digunakan:

$$N = \frac{KP \text{ excavator}}{KP \text{ dumptruck}} \quad \dots\dots\dots 2.12$$

Disini jumlah dump truck yang digunakan bisa sama dengan jumlah

dump truck teoritis ataupun lebih sedikit jumlah dump truck teoritis.

b. Dilokasi proyek

Untuk menghitung jumlah motor grader dan compactor yang digunakan rumus sebagai berikut:

$$N = \frac{KP \text{ terbesar}}{KP \text{ alat}} \dots\dots\dots 2.13$$

Dimana : N = jumlah alat (unit)

KP alat terbesar = jumlah tanah yang dihamparkan (m³ /hari)

KP = kapasitas produktivitas (m³ /hari)

2.14 Biaya Pengoperasian

Biaya-biaya yang termasuk biaya pengeluaran alat berat yaitu biaya penyewaan alat, biaya mobilisasi dan demobilisasi, dan biaya upah tenaga operator. Peralatan konstruksi yang digerakkan oleh motor bakar (internal combustion engine) memerlukan solar, yang juga harus diperhitungkan sebagai biaya operasional. Perhitungan biaya kebutuhan alat berat didapatkan dari perkalian antara volume masing-masing pekerjaan, jumlah alat yang digunakan serta harga satuan pekerjaan.

2.14.1 Volume pekerjaan

Volume pekerjaan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam perhitungan biaya, yaitu sebagai salah satu faktor pengali untuk harga satuan. Perhitungan volume ini didasarkan pada gambar rencana proyek.

2.14.2 Biaya penyewaan alat

Tidak semua peralatan konstruksi dimiliki oleh kontraktor. Dalam menyelesaikan pekerjaan-pekerjaan tertentu, diperlukan peralatan-peralatan khusus yang diperoleh dengan cara menyewa. Biaya penyewaan alat berat tersebut dihitung dalam biaya per jam. Dalam satu bulan biasanya ditentukan batas penyewaan minimum per alat berat. Biaya penyewaan alat bervariasi, tergantung dari jenis dan tipe alat yang akan disewa dan juga tergantung dari tempat alat itu disewa.

2.14.3 Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi

Alat berat yang disewa dari suatu tempat, membutuhkan biaya transportasi alat tersebut ke lokasi proyek dan biaya transportasi alat tersebut kembali ketempat asalnya. Untuk alatalat berat tertentu bahkan diperlukan kendaraan khusus untuk mengangkat alat berat tersebut ke lokasi proyek dan sebaliknya. Biaya-biaya yang diperlukan ini termasuk biaya mobilisasi dan demobilisasi. Biaya mobilisasi dan demobilisasi tergantung dari kendaraan untuk mengangkut alat berat yang disewa, dan jauh dekatnya tempat penyewaan ke lokasi proyek. Jadi masing-masing alat yang disewa dari tempat penyewaan yang berbeda, mempunyai biaya mobilisasi dan demobilisasi yang berbeda.

2.14.4 Biaya Operator Alat Berat dan Bahan Bakar

Besarnya upah kerja untuk operator alat berat adalah tergantung dari lokasi pekerjaan atau proyek, perusahaan yang bersangkutan, peraturan yang berlaku dilokasi, serta kontrak kerja antara dua pihak tersebut.

$$\text{Upah Operator} = \frac{\text{Upah operator} + \text{Pembantu operator}}{\text{Jam operasi per bulan (jam)}}$$

$$\text{Biaya bahan bakar} = (10\%-12\%) \times P_w \times M_s$$

Dimana :

$$P_w = \text{Tenaga alat (HP)}$$

$$W_s = \text{Bahan bakar solar (liter)}$$

2.14.5 Biaya Operasional Total

Biaya operasional total yang dikeluarkan untuk masing-masing tipe alat adalah penjumlahan semua biaya yang dikeluarkan untuk penyewaan alat, upah tenaga operator dan biaya untuk pemakaian solar selama waktu pelaksanaan pekerjaan ditambah biaya mobilisasi dan demobilisasi alat. Total Biaya = b + c + d + e

Dimana :

$$b = \text{Biaya sewa}$$

$$c = \text{Biaya mobilisasi/demobilisasi}$$

$$d = \text{Biaya operator}$$

$$e = \text{Biaya bahan bakar}$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Persiapan

Tahapan persiapan merupakan rangkaian pekerjaan sebelum memulai pengumpulan data. Dalam tahap awal disusun hal-hal penting yang harus dilakukan untuk mengefektifkan waktu perjalanan. Tahap persiapan ini meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

1. Studi pustaka terhadap judul yang dipilih.
2. Survey lokasi yang mau diteliti.
3. Menentukan data-data yang dibutuhkan.
4. Pengumpulan data yang dibutuhkan.
5. Pengelolaan data yang didapat.

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan yang paling penting dalam melakukan suatu penelitian, tanpa data penelitian tidak dapat dikerjakan. Untuk pengumpulan data instansi pada penelitian sangat diperlukan agar memperoleh data-data yang dibutuhkan. Adapun beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pengumpulan data yaitu:

1. Jenis data
2. Tempat diperolehnya data

3. Jumlah data yang dikumpulkan

Metode yang dilakukan selama proses pengumpulan data yaitu sebagai berikut:

1. Metode literatur

Merupakan mengidentifikasi, mengumpulkan], mengelola data tertulis dan metode kerja yang digunakan.

2. Metode observasi

Metode ini dilakukan dengan cara turun langsung kelokasi penelitian, agar keadaan langsung dilapangan dapat diketahui sehingga dapat diperoleh gambaran pekerjaan secara nyata.

3.3 Prosedur Penelitian

Adapun langkah – langkah dalam penelitian yang akan dilakukan sebagai berikut:

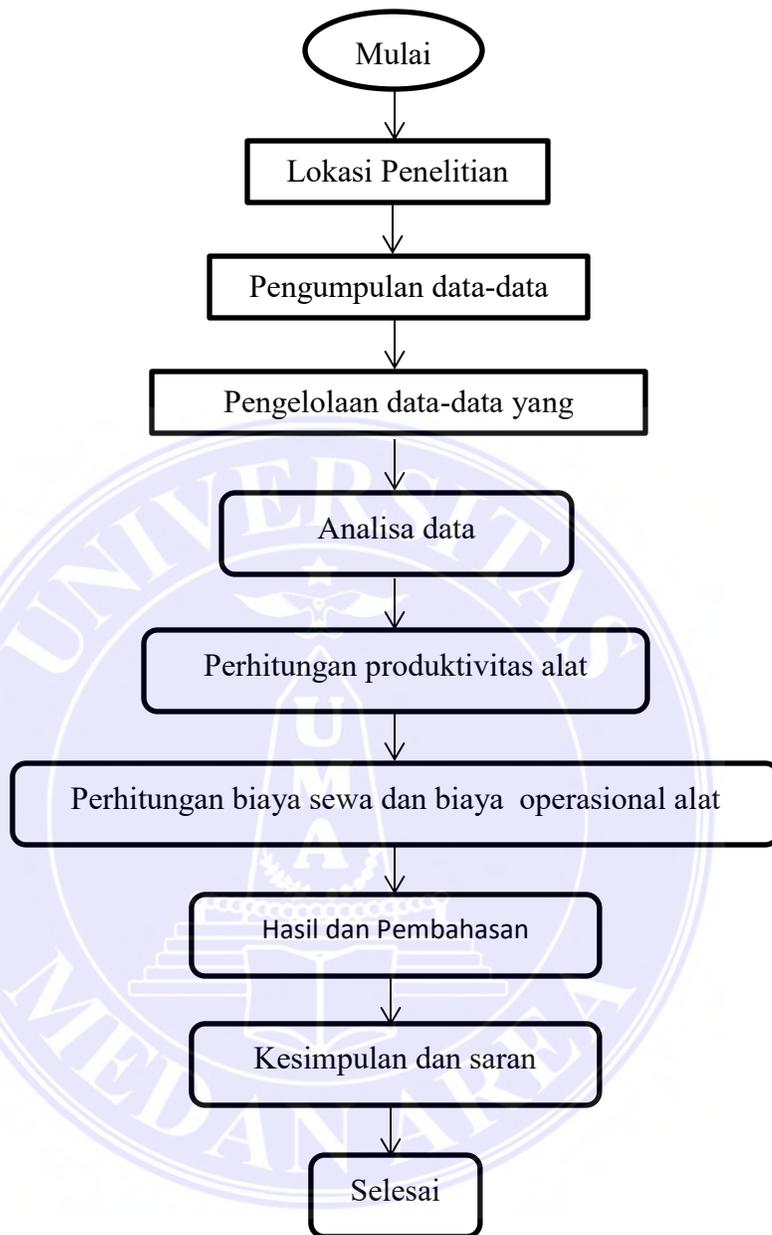
1. Survey lokasi penelitian
2. Pengumpulan data-data dilapangan
3. Pengajuan pengambilan data dari kantor PT. Utama Karya
4. Pengelolaan data-data yang didapat dari PT. Utama Karya
5. Menentukan volume galian dan timbunan pada pekerjaan lahan proyek pembangunan jalan tol Tebing Tinggi – Inderapura zona 3
6. Menentukan alternatif komposisi alat berat yang digunakan *Excavator, Dump truck, dan Vibration roller.*
7. Melakukan perhitungan produktivitas alat berat *Excavator, Dump Truck, Vibration roller.*

8. Melakukan perhitungan durasi dan biaya sewa alat dan kebutuhan alat untuk setiap masing-masing alat berat.
9. Menyimpulkan hasil pembahasan.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Adapun langkah – langkah dalam penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir penelitian dibawah ini:





Gambar 3.1 Diagram aliran peneliti

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dari perhitungan didapat produktivitas alat dengan jam kerja efektif 8 jam kerja/har:
 - a. *Excavator* = 86,05 m³/jam = 688,4 m³/hari
 - b. *Vibration roller* = 44,814 m³/jam = 358,5 m³/hari
 - c. *Dumptruck* = 13 m³/jam = 104 m³/hari
2. Jumlah peralatan yang digunakan dilapangan terdapat perbedaan dengan jumlah peralatan dari hasil perhitungan
3. Total biaya peralatan yang dibutuhkan untuk pekerjaan tanah pada proyek pembangunan Jalan Tol Tebing Tinggi-Inderapura Seksi I. zona 4 kurang lebih Rp 8.236.950.000,00 (terbilang : delapan miliar dua ratus tiga puluh enam juta sembilan ratus lima puluh ribu rupiah).

5.2 SARAN

1. alat yang digunakan untuk *excavator*, *dump truck*, dan *vibration roller* hanya satu unit, *excavator*, *dump truck* dan *vibration roller* sebaiknya mempunyai suku cadang unit masing-masing. Karena bila terjadi kerusakan pada salah satu alat tersebut tidak akan mengganggu pekerjaan yang akan mempengaruhi durasi kerja atau pun bisa dapat digunakan langsung agar dapat mempercepat pekerjaan galian dan pemadatan.

2. alat berat yang akan digunakan harus diketahui dan dipastikan fungsi dan disesuaikan sebaik mungkin dengan medan lokasi yang akan dikerjakan agar bisa tercapai nilai produktif yang efektif dan dapat mempercepat pekerjaan.
3. Dalam melaksanakan pekerjaan galian dan pemadatan sebaiknya diperhatikan kondisi lapangan disekitar proyek.



DAFTAR PUSTAKA

- Ir. Rochmanhadi. 1982 Alat – Alat Berat Dan Penggunaannya. Jakarta, Departemen Pekerjaan Umum
- Rostiyanti, S.F. (2002). Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi. Jakarta: Rineka Cipta.
- Tenisukki T., Andi. 2003. Pemindahan Tanah Mekanis, Seri Diklat Kuliah. Jakarta: Gunadarma.
- M. Irfan Hari Putra. 2018. Analisis Pemilihan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Dan Timbunan Proyek Pembangunan Fakultas Hukum UII
- Rochmanhadi. (1985). Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat-alat Berat. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Darmansyah. 1998. Pemindahan Tanah Mekanis Dan Alat Berat. Palembang.
- Ahmad Kholil. 2012. Alat Berat. PT. Remaja Rosdakarya Offset. Bandung