

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PRODUKTIVITAS DAN WAKTU PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA
PEKERJAAN TANAH PADA PROYEK JALAN TOL INDRAPURA-KISARAN
(STUDI KASUS)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

MUHAMMAD ARIE RAHMAN
1507210124



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2022**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Arif Rahman

Npm 1507210124

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : “Analisis Produktivitas Dan Waktu Penggunaan Alat Berat Excavator
Pada Pekerjaan Galian Tanah Pada Proyek Tol Indrapura-Kisaran
(Studi Kasus)”

Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan di terima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

DISETUJI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 26 Maret 2022

Dosen Pembimbing I



Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, M.Sc

Dosen Pembimbing II



Rizki Efrida ST.MT

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Arif Rahman

Npm : 1507210124

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : "Analisis Produktivitas Dan Waktu Penggunaan Alat Berat Excavator
Pada Pekerjaan Galian Tanah Pada Proyek Tol Indrapura-Kisaran
(Studi Kasus)"

Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan di terima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 26 Maret 2022

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I



Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, M.Sc

Dosen Pembimbing II



Rizki Efrida ST.MT

Dosen Pemanding I

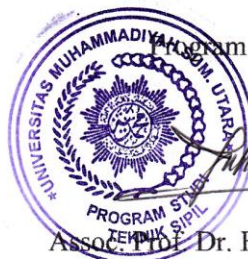


Hj. Irma Dewi, ST., M.Si

Dosen Pemanding II



H. Tri Rahayu, M.si



Program Studi Teknik Sipil

Ketua

Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, M.Sc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Arif Rahman

Npm : 1507210124

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : “ANALISIS PRODUKTIVITAS DAN WAKTU PENGGUNAAN
ALAT BERAT PADA PEKERJAAN TANAH PADA PROYEK
JALAN TOL INDRAPURA-KISARAN (STUDI KASUS)”

Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan di terima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 26 Maret 2022

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I



Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, M.Sc

Dosen Pembimbing II



Rizki Efrida ST.MT

Dosen Pembanding I



Hj. Irma Dewi, ST., M.Si

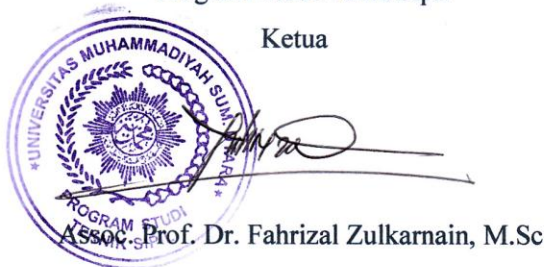
Dosen Pembanding II



Ir. Tri Rahayu, M.si

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, M.Sc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Arif Rahman

Npm : 1507210124

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : “Analisis Produktivitas Dan Waktu Penggunaan Alat Berat Excavator Pada Pekerjaan Galian Tanah Pada Proyek Tol Indrapura-Kisaran (Studi Kasus)”

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul “ANALISIS PRODUKTIVITAS DAN WAKTU PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN GALIAN TANAH DAN TIMBUNAN PADA PROYEK TOL INDRAPURA-KISARAN (STUDIKASUS)”.

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakikatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari di duga kuat ada tidak kesesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses tim fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat dan pembatalan kelulusan ataupun kesarjanaan saya.

Demikian surat ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan apapun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di program studi teknik sipil, fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Medan, 31 Agustus 2022

Saya yang menyatakan



Muhammad Arif Rahman

ABSTRAK

ANALISIS PRODUKTIVITAS DAN WAKTU PENGGUNAAN ALAT BERAT EXCAVATOR PADA PEKERJAAN GALIAN TANAH PADA PROYEK TOL INDRAPURA-KISARAN (STUDI KASUS)

Muhammad Arif Rahman

1507210124

Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, M.Sc

Rizki Efrida ST.MT

Pada pekerjaan proyek konstruksi terkadang dituntut untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut dengan waktu yang terbatas. Hal ini tidak dapat dihindari lagi setelah pemanfaatan tenaga manusia dengan alat konvensional sudah tidak efisien. Penggunaan alat berat merupakan solusi yang tepat untuk menyelesaikan pekerjaan pada proyek yang sedang berlangsung. Sehingga alat berat merupakan alat bantu bagi manusia untuk menyelesaikan suatu proyek pembangunan seperti gedung, jembatan, bendungan, jalan dan lain-lain (Hotniar Siringoringo, 2005). Jalan Tol Trans Sumatera sepanjang 2.974 Km, sebagian sudah rampung. Salah satu ruas tol yang mulai dibangun adalah Jalan Tol Ruas Indrapura – Kisaran membentang sepanjang ±47 KM yang merupakan bagian dari Jalan Tol Trans Sumatera menghubungkan Indrapura dan kisaran. Menurut Rostiyanti (1999), produktivitas adalah kemampuan alat dalam satuan waktu (m^3/jam). Dari perhitungan analisa teknis pada pekerjaan tanah, untuk satu *Excavator* di dapatkan sebesar 69,75 m^3/jam , *Dumptruck* di dapatkan sebesar 22,8701 m^3/jam , *Motor grader* di dapatkan sebesar 226,9091 m^3/jam , *Vibro Roller* di dapatkan sebesar 122,84 m^3/jam

Kata Kunci: Waktu, Produktifitas

ABSTRACT

ANALYSIS OF PRODUCTIVITY AND TIME USING HEAVY EXCAVATOR EQUIPMENT IN GROUND WORK ON THE INDRAPURA-KISARAN TOLL ROAD PROJECT (CASE STUDY)

**Muhammad Arif Rahman
1507210124
Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, M.Sc
Rizki Efrida ST., M.T.**

In construction project work, it is sometimes required to complete the work in a limited time. This can no longer be avoided after the use of human power with conventional tools is no longer efficient. The use of heavy equipment is the right solution for completing work on ongoing projects. So that heavy equipment is a tool for humans to complete a development project such as buildings, bridges, dams, roads and others (Hotniar Siringoringo, 2005). The Trans Sumatra Toll Road is 2,974 km long, some of which have been completed. One of the toll roads that are starting to be built is the Indrapura – Kisaran Toll Road which stretches for ± 47 KM which is part of the Trans Sumatra Toll Road connecting Indrapura and the range. According to Rostiyanti (1999), productivity is the capability of the tool in units of time (m³/hour). From the calculation of the technical analysis on earthworks, one excavator is obtained at 69.75 m³/hour, a dump truck is obtained at 22.8701 m³/hour, a motor grader is obtained at 226.9091 m³/hour, a Vibro Roller is obtained at 122.84 m³/hour

Keywords: Time, Productivity

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur saya ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Produktivitas Dan Waktu Penggunaan Alat Berat Excavator Pada Pekerjaan Galian Tanah Pada Proyek Tol Indrapura-Kisaran (Studi Kasus)” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan. Banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis saya rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

- 1 Bapak Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, M.Sc Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- 2 Ibu Rizki Efrida ST., M.T. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- 3 Ibu Hj. Irma Dewi, ST., M.Si Selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- 4 Ibu Ir. Tri Rahayu, M.si Selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- 5 Bapak Munawar Alfansuri Siregar, S.T., M.Sc, Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- 6 Ibu Rizki Efrida ST., M.T. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- 7 Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.

- 8 Bapak/Ibu staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- 9 Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta dan Ibunda tercinta saya yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
- 10 Teristimewa kepada Indri Widyarty S.Pd, Wempi Oscar S.T, Andi Romadhoni S.T, dan teman-teman lainnya yang telah memberikan dukungan baik do'a maupun nasehat.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan saya di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, 26 Oktober 2022

Muhammad Arif Rahman

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
• Manfaat Teoritis	3
• Manfaat Praktis	3
1.6 Sistematika penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Alat Berat	5
2.2. Fungsi Alat Berat	5
a. Bulldozer	6
b. Vibro roller	6
c. Alat pengangkut Material	7
d. Crane	7
e. Motor Grader	7
f. Diesel Hammer	8
g. Excavator	8
h. Sheep Foot Roller	8
i. Concrete Pump	9

j. Launching Gantry	9
2.3. Faktor Yang Mempengaruhi Pemilihan Alat Berat	9
2.4. Excavator	10
2.5. Waktu Siklus Excavator	13
2.6. Dump Truck	14
2.7. Motor Grader	19
2.8. Alat Berat Vibrator Roller	21
2.9. Waktu Kerja	23
2.10. Sifat Kembang Susut Tanah	23
2.11. Produktivitas dan Durasi Pekerjaan	25

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian	27
3.2 Data Teknis Proyek	28
3.3 Objek Penelitian	29
3.4 Lokasi dan Waktu Penelitian	30
3.5 Sumber Data	31
3.5.1 Data Primer	31
3.5.2 Data Sekunder	32
3.6 Teknik Pengumpulan Data	32
3.6.1 Studi Pustaka	33
3.6.2 Observasi	33
3.7 Analisis Data	33
3.8 Excavator	33
3.9 Dump Truck	34
3.10 Motor Grader	35
3.11 Vibrator Roller	35

BAB 4 ANALISA DATA

4.1 Hasil Dan Pembahasan	36
4.2 Asumsi	36
4.3 Perhitungan Produktivitas Dump Truck	37
4.4 Perhitungan Produktivitas Motor Grader	39
4.5 Perhitungan Produktivitas Vibro Roller	40

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

- Kesimpulan 41
- Saran 41

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Faktor efisiensi alat Excavator (Permen PUPR No.28 2016)	11
Tabel 2.2	Faktor konversi galian alat Excavator (Permen PUPR No.28 2016)	12
Tabel 2.3	Faktor bucket (bucket fill factor) untuk excavator Backhoe (Permen PUPR No.28 2016)	12
Tabel 2.4	Waktu Gali (detik) (Permen PUPR No. 28)	12
Tabel 2.5	Faktor pengisian bucket untuk excavator (Peurifoy,2006)	13
Tabel 2.6	Faktor efisiensi alat Dump truck (Permen PUPR No.28 2016)	17
Tabel 2. 10	Faktor konversi bahan untuk volume tanah/bahan berbutir (Permen PUPR No.28 2016)	24
Tabel 3.1	Data waktu siklus excavator PC 200(Cms)	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Excavator</i> sedang memuat material.	10
Gambar 2.2	<i>Dump truck</i> sedang melakukan pengisian material	14
Gambar 2.3	<i>Motor grader</i> sedang bekerja	19
Gambar 2.4	<i>vibro roller</i> sedang memadatkan tanah	21
Gambar 2.5	Bagian-bagian <i>vibration roller</i>	22
Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian	27
Gambar 3.2	Lokasi Penelitian	30
Gambar 3.3	Lokasi Penelitian	31

DAFTAR NOTASI

Notasi 2.1	Q	= Produktifitas perjam (m^3)	16
Notasi 2.2	V	= Kapasitas bak (m^3)	16
Notasi 2.3	Fa	= Efisiensi Alat	16
Notasi 2.4	D	= Jarak Angkut	16
Notasi 2.5	Ts	= Waktu memuat dump truck (jam)	16
Notasi 2.6	Cmt	= Waktu siklus	16
Notasi 2.7	T1	= Memuat	16
Notasi 2.8	T2	= Waktu tempuh isi	16
Notasi 2.9	T3	= Waktu tempuh kosong	16
Notasi 2.10	T3	= Waktu lain-lain	16
Notasi 2.11	Pdt	= Produktifitas dump truck x jam kerja	16
Notasi 2.12	q	= Produksi per siklus	17
Notasi 2.13	Et	= Efisiensi Alat	17
Notasi 2.14	Cmt	= Waktu siklus (detik)	17
Notasi 2.15	L	= Lebar overlap	18
Notasi 2.16	n	= Jumlah lintasan	18
Notasi 2.17	b	= Lebar pisau efektif;	18
Notasi 2.18	b0	= Lebar overlap	18
Notasi 2.19	Fa	= Faktor efisiensi kerja	18
Notasi 2.20	60	= Konversi jam ke menit	18
Notasi 2.21	N	= Pengupasan tiap lintasan	18
Notasi 2.22	TS	= Waktu siklus	18
Notasi 2.23	W	= Lebar efektif pemadatan	20
Notasi 2.24	H	= Tebal lapisan pemadatan	20
Notasi 2.25	V	= Kecepatan alat	20
Notasi 2.26	E	= Efisiensi alat	20
Notasi 2.22	N	= Jumlah lintasan pemadatan	20

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada pekerjaan proyek konstruksi terkadang dituntut untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut dengan waktu yang terbatas. Hal ini tidak dapat dihindari lagi setelah pemanfaatan tenaga manusia dengan alat konvensional sudah tidak efisien. Penggunaan alat berat merupakan solusi yang tepat untuk menyelesaikan pekerjaan pada proyek yang sedang berlangsung. Sehingga alat berat merupakan alat bantu bagi manusia untuk menyelesaikan suatu proyek pembangunan seperti gedung, jembatan, bendungan, jalan dan lain-lain (Hotniar Siringoringo, 2005)

Pada proyek konstruksi dengan skala besar penggunaan alat berat sangat membantu jalannya pekerjaan yang sering dilakukan. Penggunaan alat berat di proyek berfungsi untuk mempersingkat waktu dan dapat mengoptimalkan suatu pekerjaan dalam proyek tersebut. Tidak memerlukan waktu yang lama dalam menyelesaikan pekerjaan pembangunan karena apa bila menggunakan alat berat akan lebih mudah dan cepat jika dibandingkan dengan pekerjaan manual. Khususnya pada proyek Pembangunan Jalan Tol, alat berat sangat berperan penting dalam pekerjaan seperti galian tanah.

Penggunaan alat berat dalam proyek pembangunan jalan tol indrapura– kisan sangat membantu pekerjaan, tetapi penggunaan alat berat yang berlebihan dapat menimbulkan kenaikan biaya pekerjaan yang cukup besar. Maka dari itu dibutuhkan perencanaan pada pembangunan alat berat agar penggunaan alat berat tersebut dapat disesuaikan dengan volume pekerjaan di proyek pembangunan jalan tol indrapura - kisan.

Jalan Tol Trans Sumatera sepanjang 2.974 km akan menghubungkan Pulau Sumatera dari Aceh hingga Bakauheni. Tahap 1 terdiri atas 8 ruas, terbagi menjadi empat ruas awal: (1) Medan-Binjai, (2) Palembang-

Indralaya, (3) Pekanbaru-Dumai, (4) Bakauheni-Terbanggi Besar; dan empat ruas tambahan: (5) Terbanggi Besar- Pematang Panggang, (6) Pematang Panggang-Kayu Agung, (7) Palembang – Tanjung Api-Api dan (8) Kisaran–Tebing Tinggi. Salah satu ruas Tol yang mulai dibangun adalah Jalan Tol Ruas Indrapura – Kisaran yang membentang sepanjang 47.750 KM yang merupakan bagian dari Jalan Tol Trans Sumatera.

Berbekal pengalaman saat melaksanakan kegiatan program kerja lapangan di perusahaan PT. Virama Karya peneliti tertarik untuk melakukan penelitian skripsi dengan judul : Analisa Produktivitas Dan Waktu Penggunaan Alat Berat Excavator Pada Pekerjaan Galian Tanah Pada Proyek Tol Ruas Indrapura- Kisaran.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini, adalah sebagai berikut :

1. Berapa lamakah waktu yg diperlukan untuk melakukan suatu pekerjaan galian tanah?
2. Faktor-faktor apa saja yang dapat mempengaruhi kapasitas produksi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka penelitian ini memiliki tujuan:

1. Untuk mengetahui volume pekerjaan galian.
2. Mengetahui jumlah produktivitas alat berat pada pekerjaan tanah per-jam.

1.4 Ruang Lingkup

Karena keterbatasan beberapa hal, dan peneliti dapat terarah, maka batasan pada penelitian ini adalah:

1. Pekerjaan tanah pada suatu Quarry yang berlokasi di Desa Nagori Riah Naposo, Ujung Padang.
2. Jenis alat berat yang digunakan adalah Excavator.

3. Hanya membahas tentang produktivitas Excavator.
4. Data lapangan diperoleh dari PT. Virama Karya (Persero).

1.5 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini, diharapkan dapat memberikan manfaat baik secara teoritis maupun praktis, meliputi:

2. Manfaat Teoritis
 - a. Dapat memberikan kontribusi yang berdaya guna secara teoritis, metodologis, dan empiris bagi kepentingan kerja proyek pembangunan jalan tol ruas Indrapura – Kisaran.
 - b. Dapat dijadikan pola atau strategi dalam meningkatkan kualitas kerja proyek pembangunan.
3. Manfaat Praktis
 - a. Agar dapat diketahui probabilitas penyelesaian proyek dengan kinerja yang baik dan optimal.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan studi ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 : PENDAHULUAN

Dalam bab ini dibahas mengenai latar belakang, rumusan permasalahan, tujuan dan manfaat penelitian, ruang lingkup, metode penelitian yang meliputi pemikiran studi, metode pengumpulan data, metode analisis dan sistematika pembahasan.

BAB 2 : STUDI PUSTAKA

Dalam bab ini akan membahas teori-teori yang akan digunakan dalam penyelesaian masalah-masalah yang ada.

BAB 3 : METODE PENELITIAN

Dalam bab ini membahas kerangka pikir dan prosedur-prosedur dari pemecahan masalah.

BAB 4 : PENYAJIAN DAN PENGOLAHAN DATA

Dalam bab ini akan dipaparkan data-data penelitian yang didapat dari hasil survei untuk selanjutnya dilakukan pengolahan data.

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini akan diambil kesimpulan mengenai hasil analisis dan pembahasan.

BAB 2

STUDI PUSTAKA

2.1. Alat Berat

Menurut Soedrajat (1982), alat berat yang digunakan dalam ilmu teknik sipil adalah alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur. Peralatan atau alat berat dalam pekerjaan sipil banyak berkaitan dengan pemindahan tanah (earth moving) dan segala aspek yang timbul dari peralatan yang digunakan untuk memindahkan tanah tersebut. Pada saat ini, alat berat merupakan hal yang paling penting dalam suatu proyek, terutama proyek konstruksi dengan skala yang cukup besar. Tujuan dari alat berat sendiri yaitu untuk mempermudah manusia dalam mengerjakan pekerjaannya dan mendapatkan hasil yang diharapkan serta dapat tercapai dengan lebih mudah dan pada waktu yang relatif singkat. Pada saat suatu proyek akan dimulai, para kontraktor akan memilih alat berat yang sesuai dengan proyek yang akan dijalankan (Rostiyanti, 2008). Penggunaan alat berat di proyek berfungsi untuk mempersingkat waktu dan mengoptimalkan pekerjaan. Meskipun penggunaan alat berat dalam sebuah proyek pembangunan jalan tol dapat membantu pekerjaan, tetapi dalam penggunaan alat berat yang berlebihan dapat menimbulkan kenaikan biaya yang cukup besar.

2.2. Fungsi Alat Berat

Alat berat adalah mesin yang memiliki ukuran besar yang di desain untuk melakukan tugas-tugas konstruksi seperti pengerjaan tanah (earth working), pemindahan bahan bangunan dan lain sebagainya. Penggunaan alat berat dalam bidang konstruksi sudah umum dilakukan, karena alat berat proyek bangunan memang sangat membantu dalam memudahkan

manusia mengerjakan kegiatan konstruksi. Jika dahulu banyak kegiatan konstruksi lebih banyak dilakukan secara manual dan membutuhkan waktu lama, sekarang bisa dipersingkat dengan bantuan alat berat. Dalam bidang konstruksi.

alat berat adalah alat yang digunakan untuk mempermudah proses pekerjaan konstruksi, sehingga pembangunan menjadi lebih cepat, mudah, dan hasilnya sesuai dengan harapan. Penggunaan alat berat harus benar-benar tepat dan menyesuaikan dengan kondisi dan situasi di lapangan. Jadi, tidak bisa sembarangan menggunakannya.

Penggunaan alat berat yang salah akan menyebabkan rendahnya tingkat produktivitas, tidak tercapainya jadwal, dan biaya tambahan. Tentu saja, ini akan merugikan Anda. Dari pada merugi, lebih baik ketahui dahulu alat berat apa yang diperlukan. Caranya dengan mengetahui dan memahami jenis juga fungsi alat berat (PP presisi).

Berikut adalah jenis dan fungsi alat berat yaitu:

a. Bulldozer

Bulldozer adalah alat berat yang umumnya digunakan untuk mengolah lahan. Biasanya digunakan sebagai alat dorong material tanah, hasil galian, baik ke arah depan, ke arah samping atau bisa juga untuk membuat sebuah timbunan material. Jenis bulldozer yang ada saat ini cukup beragam teknik penggunaannya. Swamp Bulldozer misalnya, adalah bulldozer yang digunakan untuk pengerjaan rawa. Wheel Tractor Dozer adalah bulldozer yang menggunakan roda karet.

b. Vibro roller

Merupakan alat pemadat yang dimana cara kerjanya menggunakan efek getaran yang sangat cocok digunakan untuk jenis tanah pasir atau kerikil berpasir. Dengan Vibro Roller ini proses pemadatan tanah akan sangat mudah, hal ini karna butir butir tanah akan mengisi bagian yang kosong.

c. Alat pengangkut Material

Pengangkut material dapat diklasifikasikan menjadi alat pengangkut vertikal maupun horizontal. Contoh dari pengangkut material horizontal yaitu dump truck dikarenakan material yang diangkut hanya dipindahkan secara horizontal dari satu tempat ke tempat lain. Biasanya alat ini digunakan untuk mengangkut material lepas dengan jarak yang relatif jauh. Sedangkan contoh dari pengangkut material vertikal yaitu crane. Material yang diangkut crane dipindahkan secara vertikal dari satu elevasi ke elevasi yang lebih tinggi.

d. Crane

Fungsi crane adalah untuk mengangkut atau memindahkan material dari atas ke bawah atau sebaliknya. Crane atau derek jangkung umumnya digunakan pada proyek pembangunan gedung. Material-material yang sulit dipindahkan menggunakan tenaga manusia ke atap gedung atau permukaan yang tinggi akan diderek menggunakan crane. Alat ini bisa bergerak mekanis secara vertikal dan horizontal. Adapun jenis crane yang ada di pasaran sendiri cukup beragam, mulai dari tower crane, mobile crane (truck crane), Crawler crane, Hydraulic crane, Overhead crane dll.

e. Motor Grader

Grader atau motor grader adalah alat berat dengan pisau panjang yang dapat digunakan untuk meratakan permukaan tanah secara mekanis. Selain itu, alat ini juga dapat digunakan untuk melakukan penggusuran tanah, mencampur tanah, meratakan tanggul, mengurug kembali galian tanah yang ada, serta hal lainnya. Umumnya grader digunakan untuk tahap akhir, seperti memperbaiki, atau mengatur. Digunakan dalam konstruksi dan pemeliharaan jalan tanah dan jalan berkerikil, atau juga dapat digunakan untuk mempersiapkan landasan dasar ketika membuat jalan raya sebelum lapisan aspal disebar.

f. Diesel Hammer

Diesel hammer sendiri adalah sebuah alat yang digunakan untuk memancang / memukul tiang pancang ke dalam tanah. Biasanya alat tersebut akan digunakan untuk membangun pondasi pada bangunan bertingkat, dermaga, jembatan tower dan yang lainnya. Alat tersebut bekerja menggunakan mesin uap, untuk menggerakkan pemukul / hammer, pada bagian single atau double acting steam hammer yang digunakan. Hammer yang digunakan untuk memukul tiang pancang yang digunakan, cukup beragam, ada yang modelnya tetap, gantung, dan ada juga yang berputar pada bidang vertikal.

g. Excavator

Excavator atau bego adalah jenis alat berat yang umumnya digunakan untuk melakukan penggalian tanah dan memindahkan tanah/material lain ke dalam truk muatan. Alat Excavator atau orang Indonesia menyebutnya beko adalah alat yang paling sering dalam dalam proyek karena fungsinya yang beragam. Selain digunakan untuk menggali tanah, fungsi excavator diantaranya adalah untuk perataan tanah, memindahkan material berat, penancangan batang pondasi, pengerukan sungai dan masih banyak lainnya.

h. Sheep Foot Roller

Yang disebut tamping roller adalah alat pemadatan yang berupa sheep's foot roller. Pemadat ini berfungsi memadatkan tanah lempung atau campuran pasir dan lempung. Alat ini tidak dipakai untuk memadatkan tanah dengan butir kasar, seperti pasir dan kerikil. Dalam pengoperasiannya, tamping roller ada yang dapat bergerak sendiri maupun ditarik oleh alat lain. Jenis alat pemadatan ini mempunyai roda baja yang pada permukaannya terdapat gigi- gigi. Setiap roller atau rodanya mempunyai lebar dan keliling yang bervariasi. Setiap unit alat pemadatan terdiri dari satu atau lebih roda.

i. Concrete Pump

Pompa beton / concrete pump adalah alat yang digunakan untuk mendorong hasil cairan beton yang sudah diolah dari mixer truck. Biasanya concrete pump digunakan untuk mengecor lempengan beton, lantai basement, atau bisa juga pondasi dasar kolam renang. Intinya adalah concrete pump digunakan untuk mengerjakan pengecoran yang sulit dilakukan secara manual.

J. Launching Gantry

Launching Gantry adalah alat angkat khusus yang digunakan dalam konstruksi jembatan pemasangan girder pracetak. Launching Gantry memiliki bagian yang disebut Winch Trolley atau rangkaian bergerak di atas rel longitudinal dan berfungsi mengantarkan Girder dari titik pengangkatan ke titik pemasangan

2.3 Faktor Yang Mempengaruhi Pemilihan Alat Berat

Menurut Rostiyanti, S. F. (2002) pemilihan alat berat dilakukan pada tahap perencanaan, dimana jenis, jumlah, dan kapasitas alat merupakan faktor-faktor penentu. Tidak setiap alat berat dapat dipakai untuk setiap proyek konstruksi, oleh karena itu pemilihan alat berat yang tepat sangatlah diperlukan. Apabila terjadi kesalahan dalam pemilihan alat berat maka akan terjadi keterlambatan di dalam pelaksanaan, biaya proyek yang membengkak, dan hasil yang tidak sesuai dengan rencana. Didalam pemilihan alat berat, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan sehingga kesalahan dalam pemilihan alat dapat dihindari. Faktor- faktor tersebut antara lain sebagai berikut.

Berikut adalah beberapa faktor pemilihan alat berat yaitu :

- a. Kapasitas alat berdasarkan volume pekerjaan atau berat material yg harus sebanding dengan kapasitas alat, agar tidak terjadi kerusakan

pada alat ataupun hal-hal yang dapat menghambat waktu pekerjaan

- b. Fungsi dan jenis pekerjaan yang harus sesuai seperti untuk pekerjaan pemadatan menggunakan Vibro Roller, pengangkutan material menggunakan Dump Truck, pengerukan/penggalian menggunakan Excavator, dan pekerjaan penghamparan menggunakan Bulldozer. Dalam proyek pembangunan jalan tol dibutuhkan berbagai jenis alat berat salah satunya yaitu.

2.4 Excavator

Excavator atau beko adalah jenis alat berat yang umumnya digunakan untuk melakukan penggalian tanah dan memindahkan tanah/material lain ke dalam truk muatan. Alat Excavator atau orang Indonesia menyebutnya beko adalah alat yang paling sering dalam dalam proyek karena fungsinya yang beragam. Selain digunakan untuk menggali tanah, fungsi excavator diantaranya adalah untuk perataan tanah, memindahkan material berat, penancangan batang pondasi, pengerukan sungai dan masih banyak lainnya.



Gambar 2.1: *Excavator* sedang memuat material.

Excavator terdiri dari enam bagian utama, yaitu struktur atas yang dapat berputar, *boom*, lengan (*arm*), *bucket*, *slewing ring*, dan struktur bawah. *Boom*, lengan (*arm*), dan *bucket* digerakkan oleh sistem hidrolis. Struktur bawah adalah penggerak utama yang dapat berupa roda ban atau roda *crawler*. Terdapat enam gerakan dasar *excavator* yang mencakup gerakan gerakan pada masing-masing bagian, yaitu:

- 2.4.a Gerakan *boom*, merupakan gerakan *boom* yang mengarahkan *bucket* menuju tanahgalian.
- 2.4.b Gerakan *bucket* menggali, merupakan gerakan *bucket* pada saat menggali material.
- 2.4.c Gerakan *bucket* membongkar, adalah gerakan *bucket* yang arahnya berlawanan pada saat menggali.
- 2.4.d Gerakan lengan (*arm*), merupakan gerakan mengangkat lengan dengan radius sampai 100°.
- 2.4.e Gerakan *slewing ring*, merupakan gerakan pada as yang bertujuan agar bagian atas *excavator* dapat berputar 360°.
- 2.4.f Gerakan struktur bawah, digunakan untuk perpindahan tempat jika area telah selesai digali.

Cara kerja *excavator* pada saat penggalian adalah sebagai berikut:

- 2.4.f.1 *Boom* dan *bucket* bergerak maju.
- 2.4.f.2 *Bucket* digerakkan menuju alat.
- 2.4.f.3 *Bucket* melakukan penetrasi ke dalam tanah.
- 2.4.f.4 *Bucket* yang telah penuh diangkat.
- 2.4.f.5 Struktur atas berputar.
- 2.4.f.6 *Bucket* diayun sampai material di dalamnya keluar.

Tabel 2.1: Faktor efisiensi alat Excavator (Permen PUPR No.28 2016)

Kondisi Operasi	Faktor Efisiensi
Baik	0,83
Sedang	0,75
Agak kurang	0,67
Kurang	0,58

Terdapat faktor konversi galian alat excavator didalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2: Faktor konversi galian alat Excavator (Permen PUPR No.28 2016)

Kondisi Galian (Kedalaman galian/kedalaman galian maksimum)	Kondisi membuang, menumpahkan (dumping)			
	Mu dah	Normal	Agak Sulit	Sulit
< 40%	0,7	0,9	1,1	1,4
(40 - 75) %	0,8	1	1,3	1,6
> 75%	0,9	1,1	1,5	1,8

Terdapat faktor bucket untuk excavator didalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Faktor bucket (bucket fill factor) untuk excavator
Backhoe (Permen PUPR No.28 2016)

Kondisi operasi	Kondisi lapangan	Faktor bucket (Fb)
Mudah	Tanah biasa, lempung, tanah lembut	1,1-1,2
Sedang	Tanah biasa berpasir, Kering	1,0-1,1
Agak sulit	Tanah biasa berbatu	1,0 – 0,9
Sulit	Batu pecah hasil	0,9 – 0,8

Terdapat waktu gali untuk excavator di
dalam Tabel 2.4 Waktu
Gali (detik) (Permen PUPR No. 28)

No	KondisiGali / Kedalaman Gali	Ringan	Sedang	Agak Sulit	Sulit
1	0 - < 2 m	6	9	15	26
2	2 m - < 4 m	7	11	17	28
3	4 m - lebih	8	13	19	30

Produktivitas excavator dapat dihitung dengan menggunakan
persamaan dibawah ini yaitu dengan menggunakan Pers 2.1.

$$Q1 = \frac{V \times Fb \times Fa \times 60 \times Fk}{Ts1 \times V \times Fv \times Fk} \quad (2.1)$$

Keterangan: Q_1 = Produksi per jam Excavator (m^3/jam)

V = Kapasitas bucket

F_b = Faktor bucket

F_a = Faktor efisiensi alat

F_k = Faktor kembang material

F_v = Faktor konversi kedalaman

T_{s1} = Waktu siklus

60 = Konversi jam ke menit

2.5 Waktu Siklus Excavator

Waktu siklus excavator terdiri dari 4 komponen, yaitu:

2. Waktu mengisi bucket (*excavating time*).
3. Waktu putar bermuatan saat, muatan penuh (*loaded swing time*).
4. Waktu membongkar muatan (*dumping time*).
5. Waktu putar bermuatan kosong /kembali (*empty swing time*). Keempat gerakan tersebut menentukan lama waktu siklus *excavator* dan tentu saja kondisi kerja berpengaruh. Jenis tanah pada proyek yang diamati sangat berpengaruh dalam perhitungan produktivitas *excavator*. Penentuan waktu siklus *excavator*.

didasarkan pada pemilihan kapasitas bucket. Terdapat faktor pengisian bucket untuk excavator didalam Tabel 2.5.

Tabel 2.5: Faktor pengisian bucket untuk excavator (Peurifoy,2006)

Material	Faktor Pengisian Bucket
Tanah biasa, lempung	0,8-1,1
Pasir dan kerikil	0,9-1
Lempung padat	0,65-0,95
Lempung basah	0,5-0,9
Batu, pecahan sempurna	0,7-0,9
Batu, pecahan buruk 0,4-0,7	0,4-0,7

2.6 Dump Truck

Dump Truck adalah alat pengangkutan yang sangat umum digunakan di dalam proyek konstruksi. Alat ini sangat efisien dalam penggunaannya karena kemampuan tempuhnya yang jauh dengan volume angkut yang besar. Fungsi dari dump truck adalah untuk mengangkut material seperti tanah, pasir, dan batuan pada proyek konstruksi. Dump truck menurut rochmanhadi (1982) yaitu suatu alat yang berfungsi memindahkan material dari suatu tempat ke tempat lain. Secara umum, terdapat tiga macam dump truck yaitu:

- 2.6.a Penumpahan ke samping (side dump truck)
- 2.6.b Penumpahan ke belakang (side dump truck)
- 2.6.c Penumpahan ke belakang dan ke samping (rear and side dump truck)



Gambar 2.2: *Dump truck* sedang melakukan pengisian material

Dump Truck sangat efisien untuk pengangkutan jarak jauh. Kelebihan *Dump Truck* dibandingkan alat lain yaitu:

1. Kecepatan lebih tinggi
2. Kapasitas besar
3. Biaya operasional kecil
4. Kebutuhannya dapat disesuaikan dengan kapasitas alat gali.

Namun, alat ini juga memiliki kekurangan dibandingkan dengan alat lain karena *dump truck* memerlukan alat lain guna pemuatan. Dalam pemilihan ukuran dan konfigurasi *dump truck* ada beberapa faktor yang mempengaruhi, yaitu material yang akan diangkut dan *excavator* atau *loader* sebagai pemuat. *Dump Truck* tidak hanya digunakan untuk pengangkutan tanah tapi juga material lain. Untuk pengangkutan material tertentu, terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan yaitu:

1. Untuk batuan, dasar bak dilasi papan kayu agar tidak mudah rusak
2. Untuk aspal, bak dilapisi oleh solar agar aspal tidak menempel pada permukaan bak. Agar aspal tidak cepat dingin tutupi bagian atas dengan terpal.
3. Untuk material lengket seperti lempung basah, pilih bak bersudut bulat.

Ketika pengisian bak, *dump truck* memerlukan alat lain seperti *excavator* ataupun *loader*. Dikarenakan *dump truck* sangat bergantung pada alat lain, untuk pengisian tanah perlu diperhatikan hal hal berikut:

1. *Excavator* merupakan penentu utama jumlah *dump truck*, sehingga tentukan jumlah *dump truck* agar tidak diam.
2. Jumlah *dump truck* yang menunggu jangan sampai lebih dari tiga
3. Isi *dump truck* sampai dengan kapasitas maksimumnya
4. Untuk pengangkutan material beragam, material paling berat diletakkan bagian belakang (menghindari kerusakan pada kendali hidrolis).

Volume material yang diangkut harus sesuai dengan kapasitas *dump truck*. Jika pengangkutan material oleh *dump truck* dilaksanakan melampaui batas kapasitasnya, maka hal hal tidak diinginkan dapat terjadi, seperti:

1. Konsumsi bahan bakar bertambah
2. Umur ban berkurang
3. Kerusakan padabak
4. Mengurangi produktivitas

Kapasitas dari bak penampung *dump truck* terdiri dari kapasitas peres (*Struck capacity*), dan kapasitas munjung (*heaped capacity*). *Struck capacity* adalah kapasitas alat dimana muatan mencapai ketinggian dari bak penampung. Jenis material yang lepas dengan daya lekat rendah seperti pasir dan kerikil umumnya tidak bisa menggunung jadi pengangkutannya dalam kapasitas peres. Sedangkan *heaped capacity* adalah kondisi dimana muatan mencapai ketinggian lebih dari ketinggian bak. Karena tanah liat memiliki daya lekat antar butir yang cukup besar, maka kapasitas pengangkutan tanah liat dapat mencapai kapasitas munjung. Besarnya kapasitas *dump truck* tergantung pada waktu yang dibutuhkan untuk memuat material kedalam *dump truck* terhadap waktu angkut *dump truck*. Pada umumnya, besarnya kapasitas *dump truck* yang dipilih adalah empat sampai lima kali kapasitas alat gali yang memasukkan material kedalam *dump truck*. Akan tetapi penggunaan *dump truck* yang terlalu besar sangat tidak ekonomis kecuali jika volume tanah yang diangkut sangat besar. Pemilihan ukuran *dump truck* besar atau kecil akan memberikan beberapa keuntungan dan kerugian.

1. Kelebihan *dump truck* kecil terhadap truck besar:
 - Bergerak lebih leluasa dan kecepatan lebih tinggi
 - Kerugian dalam produktivitas akan lebih kecil jika salah satu *dump truck* tidak dapat beroperasi
 - Kemudahan dalam memperhitungkan jumlah *dump truck* untuk setiap alat pemuat
2. Kerugian *dump truck* kecil terhadap *dump truck* besar:
 - Kesulitan bagi alat pemuat dalam memuat material
 - Jumlah *dump truck* yang banyak maka waktu antrian (ST) akan besar
 - Memerlukan lebih banyak supir
 - Meningkatkan investasi karena jumlah *dump truck* yang banyak.
3. Keuntungan *dump truck* besar terhadap *dump truck* kecil:
 - Jumlah *dump truck* yang sedikit menyebabkan investasi berkurang (bensin, perbaikan dan perawatan).
 - Kebutuhan supir yang tidak banyak

- Memudahkan alat pemuat dalam memuat material
 - Waktu antre (ST) akan berkurang
4. Kerugian *dump truck* besar terhadap *dump truck* kecil:
- Bila alat pemuat kecil maka akan memperbesar waktu muat
 - Beban yang besar dari *dump truck* dan muatannya akan mempercepat kerusakan jalan
 - Jumlah *dump truck* yang seimbang dengan alat pemuat akan sulit didapat
 - Larangan pengangkutan di jalan raya dapat diberlakukan pada *dump truck* besar.

Tabel 2.6: Faktor efisiensi alat Dump truck (Permen PUPR No.28 2016)

Kondisi Operasi	Faktor Efisiensi
Baik	0,83
Sedang	0,8
Agak kurang	0,75
Kurang	0,7

Dump truck yang pembuangannya kebelakang cocok digunakan untuk pengangkutan berbagai bahan. Bentuk bak, seperti seberapa tajam sudut-sudutnya, pojok-pojok dan bentuk bagian belakang, tempat bahan itu mengalir selama pencurahan muatan akan mempengaruhi mudah atau sulitnya pencurahan.

Tabel 2.7: Kecepatan dump truck dan kondisi lapangan (Permen PUPR No.28 2016)

Kondisi lapangan	Kondisi beban	Kecepatan*), v, km/h
Datar	Isi	40
	Kosong	20
Menanjak	Isi	20
	Kosong	40
Menurun	Isi	20
	Kosong	40

Lanjutan kecepatan dump truck dan kondisi lapangan (Permen PUPR No.28 2016)

*) Kecepatan tersebut adalah perkiraan umum. Besar kecepatan bisa berubah sesuai dengan medan, kondisi jalan, kondisi cuaca setempat, serta kondisi kendaraan.

Untuk menghitung produktivitas dump truck dapat dihitung dengan

menggunakan

$$Q_2 = \frac{V \times F_a \times 60}{D \times F_{v2} \times T_{s2}} \quad (2.2)$$

Q_2 = Kapasitas produksi dump truck (m^3/jam)

V = Kapasitas bak

D = Berat isi material

F_a = Faktor efisiensi alat

F_{v2} = Faktor konversi asli ke lepas

T_{s2} = Waktu siklus

Sebelum jumlah produktivitas diketahui perlu dihitung waktu siklus pekerjaan alat-alat tersebut dengan menggunakan

$$C_{mt} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 \quad (2.3)$$

Dimana: C_{mt} = WaktuSiklus

$$T_1 = \text{Memuat} = (V \times 60) / (D \times F_k \times Q_1)$$

$$T_2 = \text{Waktu tempuh isi} = (L/v_1) \times 60 \text{ (menit)}$$

$$T_3 = \text{Waktu tempuh kosong} = (L/v_2) \times 60 \text{ (menit)}$$

$$T_4 = \text{Waktu lain-lain (menit)}$$

2.7 Motor Grader

Motor grader adalah suatu peralatan yang dapat digunakan untuk mengupas, memotong meratakan suatu pekerjaan tanah, terutama pada saat finishing, membuat kemiringan tanah atau badan jalan dan pemeliharaan jalan kerja.

Untuk menghitung produktivitas motor grader dapat dihitung dengan menggunakan Pers 2.4.

$$Q_3 = \frac{L_h \times [N(b - b_o) + b_o] \times t \times F_a \times 60}{T_s \times n} \quad (2.4)$$

Keterangan: L_h = Panjang hamparan (m)
 N = Jumlah jalur lintasan
 b = Lebar pisau efektif (m)
 b_o = Lebar overlap (m)
 t = Tebal hamparan padat (m)
 F_a = Faktor efisiensi kerja
 60 = konversi jam ke menit



Gambar 2.3: *Motor grader* sedang bekerja

Untuk menghitung waktu siklus motor grader dapat dihitung dengan

menggunakan Pers 2.5.

$$(Lh \times 60) / (v \times 1000)$$

Dimana

Ts2	= Waktu siklus
T1	= Peralatan satu kali lintasan
T2	= Lain-lain
T3	= Waktu siklus (T1 + T2)

2.8 Alat Berat Vibrator Roller

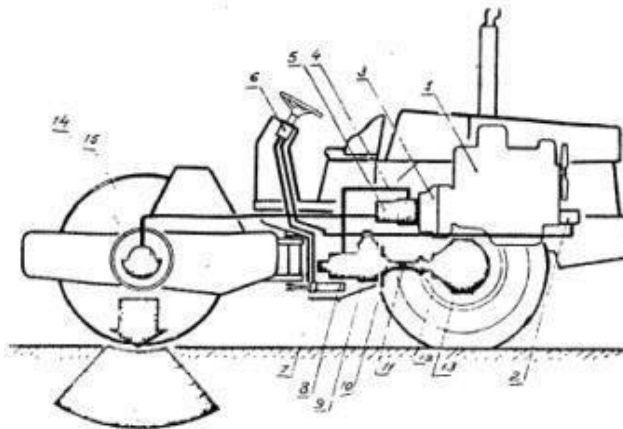
Batu pecah di bawah alat pemadat diberikan getaran yang berasal dari alat tersebut sehingga partikel material yang kecil dapat masuk diantara partikel– partikel yang lebih besar untuk mengisi rongga yang ada. Dengan alat ini, jenis material seperti pasir, kerikil dan batuan pecah dapat dipadatkan dengan lebih baik karena alat ini memberikan tekanan dan getaran terhadap material di bawahnya.



Gambar 2.4: *vibro roller sedang memadatkan tanah*

Bagian-bagian penting dari penggilas dengan getaran (*vibration roller*) secara visual dapat dilihat pada Gambar 2.5 sebagai berikut :

1. *Engine*
2. *Steering pump*
3. *Powerdriver*
4. *Propelling pump*
5. *Vibration pump*
6. *Steering valve*
7. *Steering silinder*
8. *Propellingmotor*
9. *Transmission*
10. *Parkingbrake*
11. *Universaljoint*
12. *Differentialgear*
13. *Planetorygear*
14. *Vibrationmotor*
15. *Vibrator*



Gambar 2.5: Bagian-bagian *vibration roller* (Rochmanhadi, 1992)

Untuk mendapatkan produktivitas yang efektif, ketebalan lapisan yang akan digunakan haruslah kecil. Untuk semua *roller* kecuali *vibratory* dan *pneumatic roller* yang besar, ketebalan, pemadatan yang disarankan berkisar antara 15 – 20 cm. Untuk *pneumatic roller* ketebalan pemadatan berkisar 30 cm, sedangkan *vibratory roller* ketebalannya tergantung pada jenis tanah dan berat alat. Untuk tanah berbutir, ketebalan yang efektif berkisar antara 20 sampai 122 cm tergantung dari berat alat, sedangkan untuk batuan ketebalannya bisa mencapai 2,1m.

Perhitungan kapasitas produktivitas alat *vibratoroller* dapat dilakukan dengan menggunakan Pers.2.5.

$$\frac{(be \times v \times 1000) \times t \times Fa}{n} \quad (2.5)$$

Keterangan	
Be	= Lebar efektif pemadatan (m)
v	= kecepatan rata-rata
t	= tebal hamparan padat
Fa	= faktor efisiensi alat
N	= jumlah lintasan

2.9 Waktu Kerja

Waktu kerja normal adalah waktu kerja pada setiap hari kerja senin sampai dengan sabtu ditetapkan selama 7 jam/hari.

2.10 Sifat Kembang Susut Tanah

Pengertian Tanah Dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan- bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. Tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil, di samping itu tanah berfungsi juga sebagai pendukung pondasi dari bangunan (Das, 1988).

Sebelum pekerjaan tanah dilaksanakan, terlebih dahulu harus diketahui sifat dari tanah tersebut. Penggusuran dan pemampatan perlu diketahui, karena tanah yang sudah dikerjakan akan mengalami perubahan volume antara lain:

1. Keadaan asli, yaitu keadaan material yang masih alami dan belum mengalami gangguan teknologi.
2. Keadaan gembur (loose), yaitu material tanah yang telah digali dari tempat asalnya (kondisi asli). Tanah yang telah tergali dari tempat asalnya ini akan mengalami perubahan volume, yaitu mengalami pengembangan. Hal ini diakibatkan oleh adanya penambahan rongga udara butir-butir tanah, sehingga volumenya menjadi besar. Besarnya penambahan volume tergantung dari faktor kembang tanah (swelling factor) yang besarnya dipengaruhi oleh jenis tanah.

Keadaan padat (compact), keadaan ini akan dialami oleh material yang mengalami proses pemadatan (pemampatan), volume akan menyusut. Perubahan volume pada keadaan ini terjadi karena adanya penyusutan rongga udara diantara partikel-partikel tanah

tersebut. Besarnya volume dalam keadaan padat ini tergantung dari jenis tanah. Kadar air tanah dan usaha pemadatan. Dalam perhitungan produksi, tanah yang digusur, dimuat dan digelar dalam kondisi lepas. Untuk menghitung perubahan volume pada kondisi lepas dari bentuk aslinya atau ke bentuk padat setelah dipadatkan perlu dikalikan faktor kembang maupun faktor susut

Tabel 2.13: Faktor konversi bahan untuk volume tanah/bahan berbutir
(Permen PUPR No.28 2016)

Jenis Tanah	Kondisi Tanah Semula	Kondisi Tanah Yang Akan Dikerjakan		
		Asli	Lepas	Padat
Pasir	A	1,00	1,11	0,95
	B	0,90	1,00	0,86
	C	1,05	1,17	1,00
Tanah Liat Berpasir	A	1,00	1,25	0,90
	B	0,80	1,00	0,72
	C	1,10	1,39	1,00
Tanah Liat Berpasir	A	1,00	1,25	1,90
	B	0,70	1,00	0,63
	C	1,11	1,59	1,00
Tanah Campur Kerikil	A	1,00	1,18	1,08
	B	0,85	1,00	0,91
	C	0,93	1,09	1,00
Kerikil	A	1,00	1,13	1,03
	B	0,88	1,00	0,91
	C	0,97	1,10	1,00
Kerikil Kasar	A	1,00	1,42	1,29
	B	0,70	1,00	0,91
	C	0,77	1,10	1,00
Pecahan Cadas atau Batuan Keras	A	1,00	1,65	1,22
	B	0,61	1,00	0,74
	C	0,82	1,35	1,00
Tanah Campur Kerikil	A	1,00	1,18	1,08
	B	0,85	1,00	0,91
	C	0,93	1,09	1,00
Kerikil	A	1,00	1,13	1,03
	B	0,88	1,00	0,91
	C	0,97	1,10	1,00

Kerikil Kasar	A	1,00	1,42	1,29
	B	0,70	1,00	0,91
	C	0,77	1,10	1,00
Pecahan Cadas atau Batuan Keras	A	1,00	1,65	1,22
	B	0,61	1,00	0,74
	C	0,82	1,35	1,00
Tanah Campur Kerikil	A	1,00	1,18	1,08
	B	0,85	1,00	0,91
	C	0,93	1,09	1,00
Kerikil	A	1,00	1,13	1,03
	B	0,88	1,00	0,91
	C	0,97	1,10	1,00
Kerikil Kasar	A	1,00	1,42	1,29
	B	0,70	1,00	0,91
	C	0,77	1,10	1,00
Pecahan Cadas atau Batuan Keras	A	1,00	1,65	1,22
	B	0,61	1,00	0,74
	C	0,82	1,35	1,00

Pecahan Granit atau Batuan Keras	A	1,00	1,70	1,31
	B	0,59	1,00	0,77
	C	0,76	1,30	1,00
Pecahan Batu	A	1,00	1,75	1,40
	B	0,57	1,00	0,80
	C	0,71	1,24	1,00
Bahan Hasil Peledakan	A	1,00	1,80	1,30
	B	0,56	1,00	0,72
	C	0,77	1,38	1,00
A adalah Asli				
B adalah Lepas				
C adalah Padat				

Sifat-sifat tanah yang disebutkan di atas dipengaruhi oleh keadaan tanah asli, karena apabila tanah dipindahkan dari tempat aslinya selalu akan ada perubahan isi dan kepadatan dari keadaan tanah aslinya, maka data-data tanah di atas di konversikan.

2.11 Produktivitas dan Durasi Pekerjaan

Menurut Rostiyanti (1999), produktivitas adalah kemampuan alat

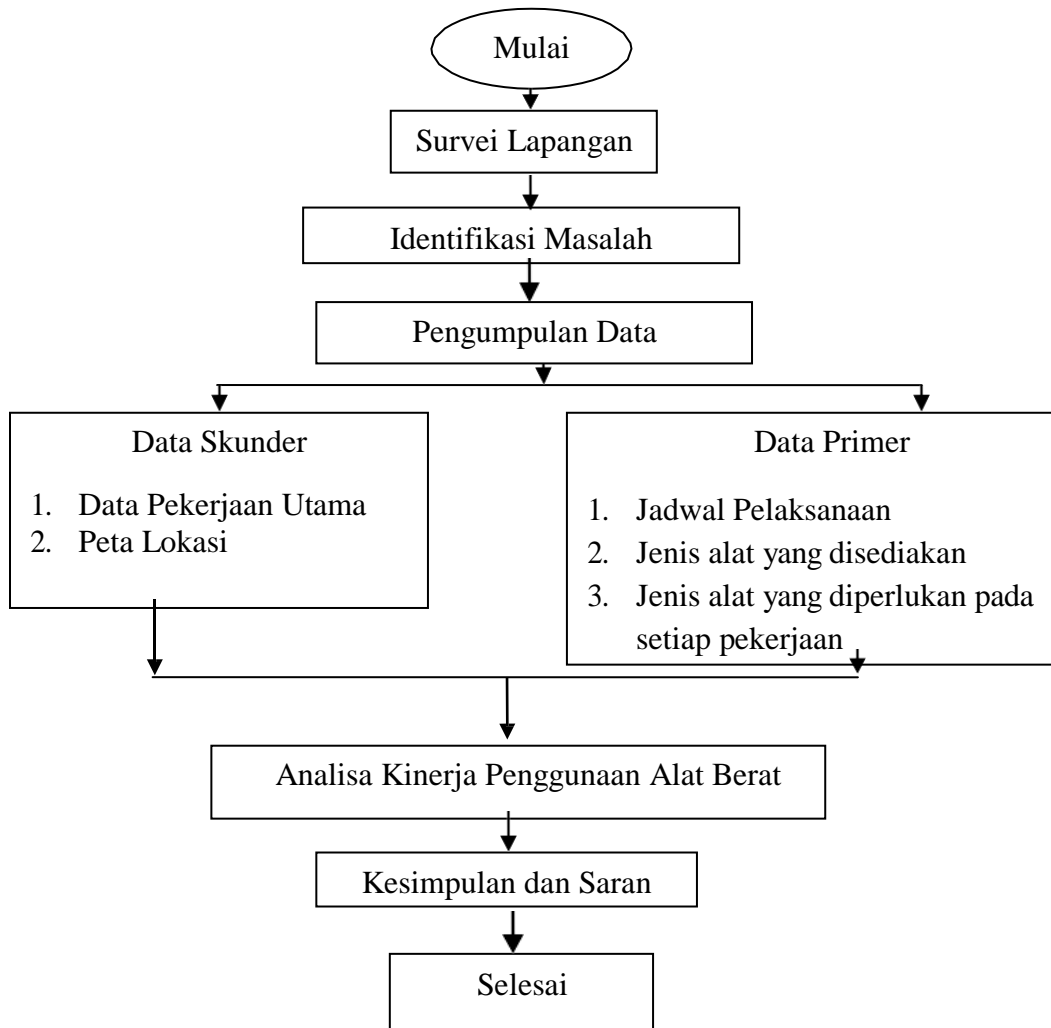
dalam satuan waktu (m^3/jam), dan alat berat merupakan faktor penting di dalam proyek terutama proyek-proyek konstruksi dengan skala yang besar. Tujuan penggunaan alat-alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan bisa tercapai dengan lebih mudah dengan waktu yang relatif singkat. Produktivitas alat tergantung pada kapasitas, waktu siklus alat, dan efisiensi alat. Siklus kerja dalam pemindahan material merupakan suatu kegiatan yang dilakukan berulang. Waktu yang diperlukan dalam siklus kegiatan diatas disebut waktu siklus. Waktu siklus sendiri terdiri dari beberapa unsur, waktu yang diperlukan di dalam siklus kegiatan disebut waktu siklus atau Cycle Time (CT). Waktu muat merupakan waktu yang dibutuhkan oleh suatu alat untuk memuat material ke dalam alat angkut sesuai dengan kapasitas alat angkut tersebut. Kemudian waktu angkut atau Hauling Time (HT), waktu angkut merupakan waktu yang diperlukan oleh suatu alat untuk bergerak dari tempat permuatan ke tempat pembongkaran.

Waktu angkut tergantung dari jarak angkut, kondisi jalan, tenaga alat, dan lain-lain. Pada saat kembali ke tempat permuatan maka waktu yang diperlukan untuk kembali disebut (Return Time). Waktu kembali lebih singkat dari pada waktu berangkat karena kendaraan dalam keadaan tidak ada muatan. Dalam menentukan durasi suatu pekerjaan maka hal-hal yang perlu diketahui adalah volume pekerjaan dan Produktivitas alat tersebut. Produktivitas alat bergantung pada kapasitas dan waktu siklus alat.

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

Berikut ini dibuatkan diagram alir dalam penelitian proyek jalan tol indrapura - kisanan:



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian

Penelitian ini harus dilaksanakan secara sistematis dengan urutan yang jelas dan teratur sehingga dapat tercapai dengan hasil yang sesuai diharapkan. Pelaksanaan penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahapan meliputi:

1. Tahap 1 (Persiapan Studi Literatur)

Tahap pertama yang dilakukan yaitu dengan mempersiapkan berupa melakukan studi literatur berupa membaca buku alat berat, jurnal, dan referensi lain yang berhubungan dengan kinerja dan produktivitas alat berat sehingga ketika melakukan penelitian dapat memahami dengan mudah.

2. Tahap 2 (menentukan objek penelitian)

Pada penentuan objek penelitian, dilakukan hal-hal seperti melakukan identifikasi proyek yang akan dilakukan dan melakukan perizinan kepada pelaksana atau pemilik proyek.

3. Tahap 3 (Pengumpulan data)

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang didapat dari penelitian pada proyek pembangunan jalan tol ruas indrapura – kisaran yang nantinya digunakan dalam pembuatan laporan penelitian. Tahap pengumpulann data terdiri dari pengumpulan data primer dan sekunder.

4. Tahap 4 (analisis data dan pembahasan)

Pada tahap ini data yang telah diperoleh dilakukan analisa sebagai berikut:

- Menganalisis kinerja dan produktivitas alat berat
- Menganalisis optimalisasi penggunaan alat berat

5. Tahap 5 (Kesimpulan)

Pada tahap ini, data yang telah dianalisis dan dievaluasi kembali kemudian dibuat suatu kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

3.2 Data Teknis Proyek

Data teknis proyek adalah sebagai berikut:

Panjang Jalan	:47,750 km
Lokasi Pekerja	:Indrapura – Kisaran, Sumatera Utara
Kecepatan	:100 km/jam
Jumlah Lajur	:2 x 2 – Tahap Awal 2 x 3 – Tahap Akhir
Lebar Lajur	:3,6 m
Lebar Bahu Luar	:3,0 m
Lebar Bahu Dalam	:1,5 m
Lebar Median	:2,5 m
Jumlah Simpang Susun	:2 Buah (SS Lima puluh Sta. 124+250, S/d Sta. Kisaran 156+100)
Jumlah Gerbang	:2 Buah
Jumlah Jembatan Sungai	:7 Buah
Jumlah Jembatan Underpass	:11 Buah
Jumlah Jembatan Overpass	:20 Buah
Jumlah Box Traffic	:9 Buah
Jumlah Box Culvert	:120 Buah
Jumlah Box Pedestrian	:2 Buah
Tipe Perkerasan	:Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) (UR 20tahun)
Barrier Gate	:2 Buah (Sta. 124+250 dan Sta.156+100)
Jumlah Pertemuan Jalan	:2 Lokasi
Tol dengan Jalan Nasional	1. Jalan Tol Sta. 124+250 dan Jalan NasionalSimpang Lima puluh Pematang Siantar 2. Jalan Tol Sta. 156+100 dengan Jalan Provinsi. Kisaran km 156+850

3.3 Objek Penelitian

Yang dimaksud obyek penelitian, adalah hal yang menjadi sasaran penelitian (Kamus Bahasa Indonersia; 1989: 622). Menurut (Supranto 2000:21) obyek penelitian adalah himpunan elemen yang dapat berupa

orang, organisasi atau barang yang akan diteliti. Objek penelitian harus memenuhi kriteria, sehingga objek tersebut layak untuk dijadikan objek penelitian, terdapat beberapa kriteria dalam penelitian ini meliputi:

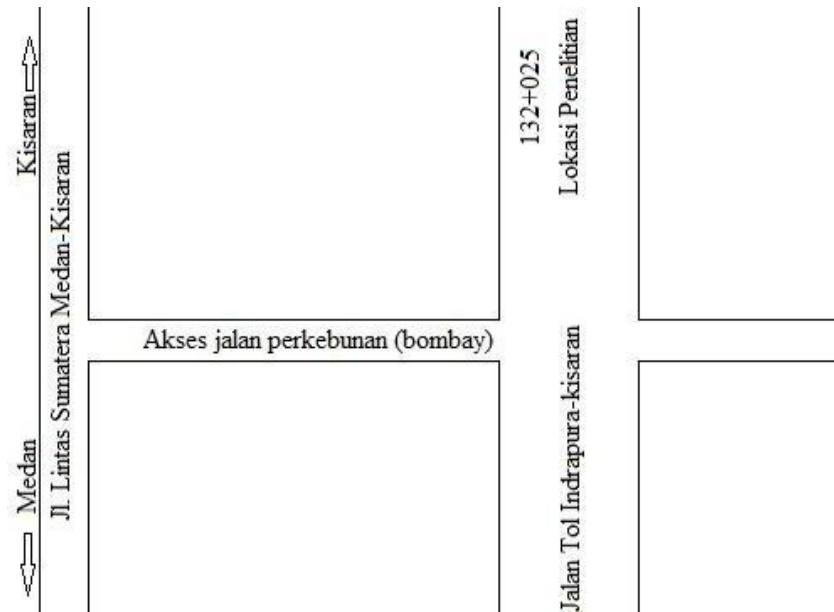
- a. Proyek yang dijadikan penelitian harus memiliki administrasi dan manajemen proyek yang cukup baik.
- b. Proyek yang dijadikan penelitian harus memiliki data yang dibutuhkan secara lengkap dan mudah diperoleh. Objek dari penelitian ini yaitu proyek pembangunan jalan tol ruas indrapura – kisanan.

3.4 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran dan informasi yang lebih jelas, lengkap, serta memungkinkan dan mudah bagi peneliti untuk melakukan penelitian observasi. Maka dari itu peneliti menetapkan lokasi penelitian adalah tempat dimana penelitian ini akan dilakukan. Dalam hal ini, lokasi penelitian proyek pembangunan jalan tol ruas indrapura – kisanan. Penelitian ini dilakukan pada tanggal 06 Juni 2021 hingga 10 Juni 2021.



Gambar 3.2: Lokasi Penelitian (google earth)



Gambar 3.3: Lokasi Penelitian

3.5 Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder yaitu:

3.5.1 DataPrimer

Pengertian data primer menurut Sugiyono (2016), adalah sebuah data yang langsung didapatkan dari sumber dan diberi kepada pengumpul data atau peneliti. Ada pula sumber data primer adalah wawancara dengan subjek penelitian baik secara observasi ataupun pengamatan langsung.

Data Primer merupakan data yang diperoleh langsung dari sumber asli baik melalui wawancara maupun studi lapangan langsung. Sumber data primer yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan melakukan wawancara langsung dengan pimpinan proyek pembangunan jalan tol indrapura - kisaran. Data yang diperlukan meliputi data tentang proyek yang ditinjau terutama mengenai data alat berat meliputi:

- a. Data Lokasi

Data lokasi dapat meliputi peta lokasi yang menunjukkan lokasi

penelitian yang dilakukan dalam proyek ini yaitu pada proyek pembangunan pabrik yang akan ditinjau, kondisi tanah, cuaca, dll.

b. Data-data Alat Berat

Data alat berat yang diperlukan dalam penelitian ini berupa:

- Jenis alat berat yang digunakan
- Merk alat berat
- Volume pekerjaan dan data lain yang diperlukan
- Waktu pengerjaan

3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dalam bentuk sudah jadi yang diolah dan disajikan oleh pihak lain (supramono, 1995). Tujuan dari pengumpulan data sekunder dalam penelitian ini yaitu untuk mendapatkan informasi dan data mengenai teori yang berkaitan dengan pokok permasalahan. Selain itu, semua literatur yang diperoleh digunakan untuk mendapatkan gambaran mengenai teori yang dapat dipakai untuk penelitian ini sehingga hasil yang diperoleh bersifat ilmiah. Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh melalui:

- Studi Pustaka
- Data dan sumber dari proyek pembangunan jalan tol indrapura - kisaran.
- Sumber dari buku yang berisi tentang teori alat berat. Salah satu buku yang dijadikan acuan dari penelitian ini yaitu “Alat-alat berat untuk proyek konstruksi” oleh (Ir Susi Fatena Rostiyanti,M.Sc)
- Literatur dari internet maupun sumber media lainnya.

3.6 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian mengenai analisis kinerja alat berat dalam proyek jalan tol indrapura – kisaran meliputi:

3.6.1 Studi Pustaka

Studi pustaka bertujuan untuk mendapatkan informasi dan data mengenai teori yang berkaitan dengan penelitian yaitu alat berat yang diperoleh dari literatur literatur, buku tentang konstruksi alat berat, bahan kuliah, media internet, media cetak, dan lain-lain. Studi pustaka bertujuan untuk mendapatkan gambaran mengenai teori teori yang dipakai dalam penelitian ini sehingga mendapatkan hasil yang bersifat ilmiah.

3.6.2 Observasi

Menurut Riyanto (2010:96) “observasi merupakan metode pengumpulan data yang menggunakan pengamatan secara langsung maupun tidak langsung.

Observasi merupakan teknik pengumpulan data yang dapat dikatakan lebih spesifik jika dibandingkan dengan teknik lainnya. Hal tersebut dikarenakan observasi tidak terbatas pada orang saja, tetapi juga pada objek lainnya. Observasi dalam penelitian ini dilakukan dengan cara melakukan pengamatan atau survei langsung ke lapangan pada proyek pembangunan jalan tol indrapura - kisaran.

3.7 Analisis Data

Analisis data merupakan kegiatan setelah data terkumpul. Analisis dan pengolahan data merupakan bagian penting, karena ketika dianalisa dan diolah, data tersebut dapat bermakna yang berguna dalam pemecahan masalah penelitian. Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisa mengenai topik yang menyangkut tentang kinerja dan produktivitas alat berat pada proyek jalan tol indrapura - kisaran, dengan menggunakan program excel sebagai alat bantu dalam pengolahan data. Dari hasil pengolahan data, diharapkan dapat meningkatkan kualitas, efisiensi, waktu.

3.8 Excavator

Pada pekerjaan penggalian tanah dipergunakan alat berat excavator. Untuk menghitung jumlah produksi per-jam dari excavator yang melakukan pekerjaan terus menerus, digunakan alat data sebagai berikut:

Merk alat	: Komatsu
Tipe alat	: PC 200
Kapasitas bucket	: 0,9300 m ³
Kondisi alat	: Sedang
Faktor bucket	: 1,00
Efiensi alat	: 0,75
Waktu siklus	: 20 detik
Faktor konversi kedalaman	: 1,0

Tabel. 3.1: Data waktu siklus excavator PC 200(Cms)

Siklus	Pengamatan Waktu (detik)				
	1	5	7	5	5,5
2	5	6	4	5	20
3	5	6	5	6	22
Rata-rata	5	6,3	4,6	5,5	21,5

3.9 Dump Truck

Material akan diangkat menggunakan dump truck dari lokasi pengambilan material ke lokasi proyek. Untuk menghitung jumlah produksi per-jam dari dump truck yang melakukan pekerjaan secara terus menerus, digunakan data sebagai berikut:

Tipe Alat	: Hino Ranger 500
Efiensi Kerja	: 0,83
Status Alat	: Baik
Kapasitas bak	: 25 ton
Kecepatan rata-rata bermuatan	: 20 km/jam
Kecepatan rata-rata kosong	: 30 km/jam
Faktor konversi asli ke lepas	: 1.25

3.10 Motor Grader

Motor grader adalah sebuah mesin sortir adalah suatu sarana (angkut) rancang- bangun dengan suatu pemotong besar yang digunakan untuk menciptakan sebuah permukaan datar. Berdasarkan Menteri PUPR nomor 28/PRT/N/2016 antara lain:

Tipe alat	: Komatsu GD 405
Kondisi alat	: Sedang
Efisiensi alat	: 0,80
Panjang pisau efektif (B)	: 2.6 m
Kecepatan rata-rata alat	: 4 km/jam
Lebar overlap	: 0,3 m

3.11 Vibrator Roller

Vibro roller atau yang juga dinamakan *vibratory roller* adalah alat berat yang digunakan untuk pekerjaan yang berkaitan dengan pemadatan tanah. Alat berat yang satu ini banyak digunakan untuk menggilas dan juga memadatkan hasil timbunan. Berdasarkan Menteri PUPR nomor 28/PRT/N/2016 antara lain;

Tipe alat	: CAT CS533E
Efisiensi kerja	: 0.83
Kecepatan rata-rata	: 4 km/jam
Lebar efektif pemadatan	: 1.480 m
Lebar overlap	: 0,30

BAB 4

ANALISA DATA

4.1 Hasil Dan Pembahasan

Hasil yang di dapat pada penelitian ini berupa produktivitas alat berat *excavator* dan waktu penggunaan alat berat *excavator* untuk menyelesaikan pekerjaan galian pada Proyek Tol Indrapura – kisaran. Untuk mendapatkan hasil dari penelitian ini maka dilakukan beberapa perhitungan produktivitas alat berat, Perhitungan volume galian dan waktu pemakaian alat.

4.2 Asumsi

Tk (Jam kerja efektif)	= 7 Jam
Fk (Faktor kembang material)	= 1,1
D (Berat volume tanah)	= 1,6 Ton/m ³
t (Tebal hamparan padat)	= 0,2 meter
Fh (Faktor kehilangan)	= 1,0
L (Jarak lokasi timbunan ke galian)	= 2,6 Km

4.3 Perhitungan Produktivitas Excavator

Penggunaan alat berat yang tepat dengan kondisi dan situasi lapangan pekerjaan akan berpengaruh pada kerugian nilai produksi dan tidak tercapainya jadwal atau target yang telah di tentukan. Dalam penelitian ini membahas perhitungan produkksi alat berat *excavator* yang digunakan pada pekerjaan galian.

Jumlah perhitungan produktivitas *excavator* berdasarkan pekerjaan yang di ikuti adalah sebagai berikut:

Merk alat	: Komatsu
Tipe alat	: PC 200
Kapasitas bucket (V)	: 0,9300 m ³

Kondisi alat : Sedang
 Faktor bucket (Fb) : 1,00

Faktor konversi kedalaman (40 – 75) % (Fv)	: 1,00
Efisiensi alat (E)	: 0,75
Jam kerja efektif	: 7 jam
Waktu Siklus (Ts1)	: 0,3+0,1=0,4 menit
Waktu gali	: 6 detik
Waktu putar	: 5 detik
Waktu buang	: 4 detik
Lain-lain	: 0,01 menit
Waktu siklus (Cm)	: 6 + (5 x 2) + 4 = 20 detik
Konversi detik ke menit	: 20 detik / 60 detik = 0,3 menit
Lain-lain	: 0,1 menit

Perhitungan produksi *excavator* dapat dicari dengan persamaan rumus dibawah ini:

Kapasitas Produksi per-jam

$$Q1 = \frac{V \times Fb \times Fa \times 60 \times Fk}{Ts1 \times Fv \times Fk}$$

$$= \frac{0,93 \times 1,0 \times 0,75 \times 60 \times 1,1}{0,4 \times 1,0 \times 1,1}$$

$$= 69,7500 \text{ M}^3 / \text{Jam}$$

$$\text{Koefisien Alat / M}^3 = 1 : Q1 = 0,0143 \text{ Jam}$$

4.4 Perhitungan Produktivitas Dump Truck

Tipe Alat : Hino Ranger 500
 Efisiensi Kerja (Fa) : 0,83
 Status Alat : Baik
 Kapasitas bak (V) : 25 ton
 Kecepatan rata-rata bermuatan (v1) : 20 km/jam
 Kecepatan rata-rata kosong(v2) : 30 km/jam
 Faktor konversi asli ke lepas(Fv2) : 1.25
 Waktu siklus (Ts2) : 27,2190 menit

Muat (T1)	: 12,2190 menit
Waktu tempuh isi (T2)	: 7,8 menit
Waktu tempuh kosong (T3)	: 5,2 menit
Lain-lain	: 2,0 menit

Perhitungan waktu siklus *dump truck* dapat dicari dengan persamaan rumus dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus} &= T1+T2+T3+T4 \\ \text{-Muat(T1)} &= (V \times 60)/(D \times Fk \times Q1) \\ &= (25 \times 60)/(1,6 \times 1,1 \times 69,75) \\ &= 12,2190 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{-Waktu tempuh isi(T2)} &= (L : V1) \times 60 \\ &= 2,6 : 20) \times 60 \\ &= 7,8 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{-Waktu tempuh kosong(T3)} &= (L : v2) \times 60 \\ &= 2,6 : 30) \times 60 \\ &= 5,2 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\text{-Waktu lain-lain(T4)} = 2,0 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus(Ts2)} &= T1+T2+T3+T4 \\ &= 27,2190 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi per-jam(Q2)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Fv2 \times Ts2} \\ &= \frac{25 \times 0,83 \times 60}{1,6 \times 1,25 \times 27,2190} \\ &= 22,8701 \text{ m}^3/\text{Jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien Alat / M}^3 &= 1 : Q2 \\ &= 0,0437 \text{ Jam} \end{aligned}$$

4.5 Perhitungan Produktivitas Motor Grader

Tipe Alat	: Komatsu GD 405
Efisiensi Kerja (Fa)	: 0,80
Status Alat	: Baik
Kecepatan rata-rata alat (v)	: 4,0 km/jam
Lebar pisau efektif (b)	: 2,6 m
Jumlah jalur lintasan (N)	: 1,0
Jumlah lintasan (n)	: 2,0
Lebar overlap (bo)	: 0,3 m
Panjang hamparan (Lh)	: 25 m
Waktu siklus (Ts3)	: 1,3750 menit
Peralatan 1 kali lintasan (T1)	: 0,3750 menit
Lain – lain (T2)	: 1,00 menit

Perhitungan waktu siklus *dump truck* dapat dicari dengan persamaan rumus dibawah ini:

$$\text{Waktu siklus (Ts3)} = T1 + T2$$

$$\begin{aligned} \text{-Peralatan 1 kali lintasan (T1)} &= (Lh \times 60) / (V \times 1000) \\ &= (25 \times 60) / (4 \times 1000) \\ &= 0,3750 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\text{-Lain – lain (T2)} = 1,00 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu siklus (Ts3)} = 1,3750 \text{ menit}$$

$$\text{Kapasitas Produksi / Jam} Q3 = \frac{Lh \times [N(b-bo) + bo] \times t \times Fa \times 60}{Ts3 \times n}$$

$$= \frac{25 \times [1(2,6-0,3) + 0,2 \text{m} \times 0,8 \times 60]}{1,3750 \times 2}$$

$$= 226,9091 \text{ M}^3/\text{Jam}$$

$$\text{Koefisien Alat / M}^3 = 1 : Q3$$

$$= 0,0044 \text{ Jam}$$

4.5 Perhitungan Produktivitas Vibro Roller

Tipe Alat : CAT CS533E

Efisiensi Kerja (Fa) : 0,83

Status Alat : Baik

Kecepatan rata-rata (v) : 4,00 km/jam

Lebar efektif pemadatan (be) : 1,48 meter

Lebar overlap (bo) : 0,3 meter

Jumlah lintasan (n) : 8,0 lintasan

Lajur lintasan (N) : 3,0

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produktivitas per-jam } Q4 &= \frac{(be \times v \times 1000) \times t \times Fa}{n} \\ &= \frac{(1,48 \times 4 \times 1000) \times 0,2 \times 0,83}{8} \end{aligned}$$

$$= 122,84 \text{ M}^3$$

$$\text{Koefisien Alat / M}^3 = 1 : Q4 = 0,0081 \text{ Jam}$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan pada bab4 untuk pekerjaan galian dan timbunan proyek Jalan Tol Indrapura – Kisaran Sta 132 + 025 s/d 132 + 250, penggunaan alat berat excavator, dump truck, motor grader dan vibro roller

- a. *Excavator* di dapatkan sebesar 69,75 m³/jam
- b. *Dumptruck* di dapatkan sebesar 22,8701 m³/jam
- c. *Motor grader* di dapatkan sebesar 226,9091 m³/jam
- d. *Vibro Roller* di dapatkan sebesar 122,84 m³/jam

Berdasarkan hasil produktivitas diatas *Motor Grader* memiliki angka produktivitas yang paling besar, hal itu disebabkan karena pemakaian alat *Motor Grader* di item pekerjaan ini memiliki peran yang paling kecil diantara alat-alat yang digunakan pada pekerjaan ini. Sedangkan untuk hasil produktivitas paling kecil yaitu *Dump Truck*, ini disebabkan karena *dump truck* memiliki peran yg sangat penting untuk menyelesaikan pekerjaan ini.

5.2 Saran

Berdasarkan pekerjaan galian dan timbunan pada proyek Jalan Tol Indrapura – Kisaran yaitu:

1. Setiap alat berat yang digunakan harus diketahui fungsi dan kualitas dari masing-masing alat berat agar mendapatkan hasil yang efektif dan ekonomis.
2. Pada saat cuaca cerah seharusnya pekerjaan tanah galian timbun maupun pemadatan harus segera dilakukan agar pekerjaan dapat segera dengan cepat terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Das Braja M.(1988). *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*
Jakarta :Jilid 1, Erlangga
- Depdikbud. (1989). *Kamus Besar Bahasa Indonesia, Buku Satu.*
Jakarta: Balai Pustaka Utama
- Dian Febrianti, dkk. (2018). *Analisis produktivitas dan waktu penggunaan alat berat excavator pada pekerjaan galian tanah.* Seminar nasional pakar ke 1 tahun 2018. Buku 1
- Gatot Supramono. (1995). *Perbankan dan Masalah Kredit:Suatu Tinjauan Yuridis*, Djambatan, Jakarta
- Hotniar Siringoringo. (2005). *Seri teknik riset oprasional pemrograman linear.*
Jakarta : Graha Ilmu
- Rostiyanti. S.F. 2002. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi II.*
Jakarta : Rineka Cipta
- Rostiyanti, Susi F. (2008). *Alat berat untuk proyek konstruksi.*
Jakarta : Rineka Cipta
- Rostiyanti, Susi F. (1999). *Analisa alat berat dalam proyek konstruksi.* Lembaga penelitian universitas tarumanagara.
- Rocmanhadi. (1982). *Alat-alat berat dan penggunaannya.*
Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum
- Soedrajat. (1982). *Efisiensi Penggunaan Alat Berat Pada Pengaspalan Jalan Raya.*Jakarta : Nova
- Stefan 09 Januari 2020. *Jenis dan Fungsi Alat Berat Proyek Bangunan.*
<https://pp-presisi.co.id/jenis-dan-fungsi-alat-berat-proyek-bangunan>
- Supranto, J. (2000). *Teknik Sampling untuk Survei dan Eksperimen.*
Jakarta : Penerbit PT Rineka Cipta.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D.*
Bandung : PT Alfabet.
- Yatim Riyanto, (2010). *Metodologi Penelitian Pendidikan.*
Surabaya : Penerbit SIC.

LAMPIRAN



L.1: Dump Truck Sedang Loading Muatan



L.2: Motor Grader



L.3: Vibrator Roller



L.4: Proses Pemasatan Timbunan



L.5 : Excavator Sedang Memuat Tanah