

**ANALISA PRODUKTIVITAS ALAT BERAT DALAM PEKERJAAN
PENGHAMPARAN MATERIAL AGREGAT PADA PROYEK
PEMBANGUNAN JALAN TOL PEKANBARU – PADANG
SEKSI VI PEKANBARU - BANGKINANG**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau
Pekanbaru*



Disusun oleh :

RIDWAN ARSYAD

163110367

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2021

KATA PENGANTAR

Assalamu`alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah rabbil`alamin, segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir mengenai **“Analisa Produktivitas Alat Berat dan Faktor – Faktor Penyebab yang Mempengaruhi Pekerjaan Penghamparan Material Agregat Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru – Padang Seksi VI Pekanbaru – Bangkinang”**. Tugas akhir ini berupa skripsi sebagai syarat untuk meraih gelar strata 1 (S1) Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.

Penulisan tugas akhir ini dilakukan karena penulis ingin mendalami ilmu tentang alat berat, baik dari segi produktivitas, kebutuhan alat berat, durasi pekerjaan alat berat, dan juga faktor – faktor yang mempengaruhi dalam produktivitas alat berat. Jika hasil penelitian mendapatkan hasil yang baik, maka pada waktu yang akan datang manajemen alat berat dapat diaplikasikan pada seluruh proyek pekerjaan mulai dari skala kecil hingga proyek berskala besar.

Dalam penelitian dan penulisan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa masih terdapat kesalahan maupun kekurangan. Maka dari itu, saran dan kritik yang membangun sangat diperlukan untuk penelitian selanjutnya. Tetapi, penulis tetap mengucapkan terima kasih dan berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Wassalamu`alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Pekanbaru, Desember 2021

Ridwan Arsyad

163110367

UCAPAN TERIMA KASIH

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu`alaikum Wr Wb

Puji Syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan baik. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil di Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Selain dorongan dari diri sendiri, penulis menyadari bahwa penelitian ini tidak akan bisa terlaksana tanpa adanya dorongan dan motivasi dari berbagai pihak lain. Oleh karena itu, dalam penulisan dan penyelesaian tugas akhir ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Syafrinaldi, S.H., M.C.L, Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Dr. Eng Muslim, MT, Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Ibu Dr. Mursyidah, S.Si.,M.Sc, Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak Dr. Anas Puri, ST., MT, Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Akmar Efendi, S.Kom., M.Kom, Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Harmiyati, ST., M.Si, Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
7. Ibu Sapitri, ST.,MT, Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
8. Ibu Dr. Elizar, ST., MT sebagai Dosen Pembimbing.
9. Ibu Sapitri, ST.,MT sebagai Penguji
10. Bapak dan Ibu Dosen Pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
11. Seluruh staff Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
12. Keluarga Tercinta, Ramli Arsyad SE.,ME, dan Nurhayati Pohan selaku Orangtua, Kartika Ranu Nosawinda Arsyad S.Tr.Keb, Ulfah Ranu Arsyad

S.Kom, dan Tri Raga Mukti S.Kom, selaku Kakak dan Abang yang selalu memberikan semangat dan motivasi.

13. Kepada Pihak Utama Karya Infrastruktur (HKi), yang telah membantu dalam memberikan izin di lokasi penelitian.
14. Untuk teman seperjuangan M. Ali Akbar Alfarisi ST, Noviandi ST, Hasyim ST, Ulong ST, Marthin ST, Sadrak ST, Ego ST, Usman ST, serta rekan – rekan Mahasiswa/I Teknik Sipil Angkatan 2016 Universitas Islam Riau. Juga semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu – persatu yang telah banyak membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Terima Kasih atas semua bantuan yang diberikan. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua orang yang membutuhkan dan semoga amal baik kita mendapatkan balasan setimpal dari Allah SWT. Amin.

Wasslamu`alaikum Wr.Wb

Pekanbaru, Desember 2021

Ridwan Arsyad

163110367

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR NOTASI	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Umum	4
2.2. Penelitian Terdahulu	4
2.3. Keaslian Penelitian	5
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1. Alat Berat.....	7
3.2. Produktivitas Alat Berat	8
3.2.1. Waktu Siklus	9
3.2.2 Efisiensi Kerja	10
3.2.3 Material	11
3.3. Penentuan Alat Berat	11

3.4. Klasifikasi dan Fungsi Alat Berat.....	12
3.4.1. Alat Berat <i>Excavator</i>	13
3.4.2. Alat Berat <i>Motor Grader</i>	15
3.4.3. Alat Berat <i>Dump Truck</i>	18
3.4.4. Alat Berat <i>Vibrator Roller</i>	22
3.5. Pekerjaan Lapis Pondasi Atas (<i>Base course</i>).....	24
3.6. Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Alat Berat	25
3.6.1. Faktor Mesin.....	25
3.6.2. Faktor Tata Laksana Proyek.....	26
3.6.3. Faktor Efisiensi Operator	26
3.7. Metode <i>Time Study</i>	27
BAB IV METODE PENELITIAN	
4.1. Umum	29
4.2. Lokasi Penelitian	29
4.3. Teknik Pengumpulan Data	30
4.4. Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	33
4.5. Cara Analis Data.....	35
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1. Umum	38
5.2. Identifikasi Proses Pekerjaan Penghamparan Material Agregat.....	40
5.3. Hasil Analisa Produktivitas Alat Berat.....	45
5.3.1. Hasil Analisa Produktivitas <i>Excavator</i>	45
5.3.2. Hasil Analisa Produktivitas <i>Dump Truck</i>	48
5.3.3. Hasil Produktivitas <i>Motor Grader</i>	53
5.3.4. Hasil Produktivitas <i>Vibrator Roller</i>	58
5.4. Hasil Analisa Kebutuhan Alat Berat dan Durasi Pekerjaan	62
5.5. Perbandingan Hasil Analisa dan Lapangan	65

5.6. Faktor – faktor Penyebab yang Mempengaruhi Produktivitas	
Alat Berat	69

BAB VI PENUTUP

6.1. Kesimpulan	74
6.2. Saran	75

DAFTAR PUSTAKA	76
-----------------------------	----

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Perbandingan Penelitian	6
Tabel 3.1. Komponen Waktu Siklus	10
Tabel 3.2. Efisiensi Kerja	11
Tabel 3.3. Faktor Efisiensi Galian Untuk <i>Excavator</i>	15
Tabel 3.4. Waktu Pengisian Bucket Excavator	15
Tabel 3.5. Waktu Tunggu dan Bongkar	22
Tabel 4.1. Form Pengamatan Waktu Siklus	31
Tabel 4.2. Form Pertanyaan Faktor Penyebab Produktivitas Alat Berat.....	32
Tabel 5.1. Spesifikasi <i>Excavator</i> Volvo	46
Tabel 5.2. Waktu Siklus <i>Excavator</i>	46
Tabel 5.3. Spesifikasi Alat Berat <i>Dump Truck</i>	48
Tabel 5.4. Waktu Siklus <i>Dump Truck</i>	52
Tabel 5.5. Spesifikasi <i>Motor Grader</i> CAT 120K.....	54
Tabel 5.6. Data Pekerjaan Penghamparan Material <i>Motor Grader</i>	57
Tabel 5.7. Waktu Siklus <i>Motor Grader</i>	57
Tabel 5.8. Spesifikasi Vibrator Roller CAT CS11 GC	59
Tabel 5.9. Data Pemadatan Vibrator Roller	61
Tabel 5.10. Waktu siklus <i>Vibrator Roller</i>	61
Tabel 5.11. Analisa Perbandingan Produktivitas Alat Berat	63
Tabel 5.12. Perbandingan Jumlah Alat Berat	65
Tabel 5.13. Hasil Analisa Durasi Pekerjaan	66
Tabel 5.14. Durasi Pekerjaan Alat Berat	67

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1. <i>Excavator</i>	13
Gambar 3.2. <i>Motor Grader</i>	16
Gambar 3.3 <i>Dump Truck</i>	18
Gambar 3.4. <i>Vibrator Roller</i>	23
Gambar 4.1. Lokasi Penelitian yang Terletak di Kawasan Perkebunan KelapaSawit	29
Gambar 4.2. Bagan Alir.....	35
Gambar 5.1. Lokasi Jalan Tol Seksi VI Pekanbaru – Bangkinang.....	38
Gambar 5.2. Tipikal <i>Main road</i>	39
Gambar 5.3. Lokasi Penelitian dan <i>Stockyard</i>	40
Gambar 5.4. Proses Pengangkutan Material Agregat.....	41
Gambar 5.5 Proses Penghamparan Material Agregat.....	42
Gambar 5.6. Proses Pemadatan Material Agregat.....	44
Gambar 5.7. <i>Excavator Volvo</i>	45
Gambar 5.8. Alat <i>Dump Truck</i> di Lapangan dan Dimensi Bak Penampung	48
Gambar 5.9. Proses Loading <i>Dump Truck</i> Menggunakan <i>Excavator</i>	49
Gambar 5.10 Jarak <i>Stockyard</i> Menuju Lokasi Penelitian.....	50
Gambar 5.11. <i>Motor Grader</i> Trakindo CAT 120K.....	54
Gambar 5.12. <i>Cross Section</i>	55
Gambar 5.13. <i>Overlap</i> Pada Saat Penghamparan Agregat	56
Gambar 5.14. <i>Vibrator Roller</i> CAT CS11 GC	58
Gambar 5.15. Diameter <i>Vibrator Roller</i>	59
Gambar 5.16 Tebal Pemadatan Agregat.....	60
Gambar 5.17. Grafik Perbandingan Kebutuhan Alat Berat.....	66

Gambar 5.18	Rencana Schedule Pekerjaan	67
Gambar 5.19	Grafik Perbandingan Durasi	68
Gambar 5.20	Akses Jalan Tanah	71
Gambar 5.21	Akses Jalan Biasa	72
Gambar 5.22	Lahan yang Belum Bebas	72



DAFTAR NOTASI

Ct	= Cycle Time
Fa	= Faktor Efisiensi
Q	= Kapasitas Produktivitas
V	= Kecepatan
m^3	= Meter Kubik (Satuan Volume)
Km/jam	= Kilometer/jam
Lh	= Panjang Hampanan
$T1$	= Waktu Tempuh 1
$T2$	= Waktu Tempuh 2
$T3$	= Waktu Tempuh 3
$T4$	= Waktu Tempuh 4
b	= Lebar Efektif Pemasakan
bo	= Lebar Overlap
t	= Tebal Pemasakan Rencana

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A

1. Analisa Produktivitas Alat Berat dan Faktor – Faktor Penyebab yang Mempengaruhi Produktivitas.
2. Analisa Jumlah Kebutuhan dan Durasi Alat Berat.

LAMPIRAN B

1. Tabel Spesifikasi Alat Berat.
2. Waktu Siklus *Excavator*.
3. Waktu Siklus *Dump Truck*.
4. Waktu Siklus *Motor Grader*.
5. Waktu Siklus *Vibrator Roller*.
6. Spesifikasi *Excavator*.
7. Spesifikasi *Dump Truck*.
8. Spesifikasi *Motor Grader*.
9. Spesifikasi *Vibrator Roller*.
10. *Cross Section*.
11. Data Rencana Volume.

LAMPIRAN C

**ANALISA PRODUKTIVITAS ALAT BERAT DALAM PEKERJAAN
PENGHAMPARAN MATERIAL AGREGAT PADA PROYEK
PEMBANGUNAN JALAN TOL PEKANBARU – PADANG
SEKSI VI PEKANBARU – BANGKINANG**

RIDWAN ARSYAD

163110367

ABSTRAK

Pembangunan Jalan tol Pekanbaru – Padang Seksi VI Pekanbaru – Bangkinang adalah salah satu dari bagian pembangunan jalan tol Trans Sumatera. Pembangunan jalan tol disebabkan karena meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap akses, transportasi, dan mobilisasi. Peran alat berat sangat diperlukan untuk mempercepat pekerjaan. Produktivitas berkaitan dengan permasalahan waktu yang terbatas dan kondisi lingkungan yang kurang baik sehingga berdampak pada waktu pelaksanaan proyek. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besar produktivitas, mengetahui jumlah alat berat, mengetahui durasi pekerjaan dan faktor penyebab yang mempengaruhi produktivitas.

Metode yang digunakan dalam analisa produktivitas adalah metode *time study*. Metode *time study* adalah teknik pengukuran pekerjaan dengan cara pengumpulan data berdasarkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dan digunakan untuk menghitung *standard time* suatu pekerjaan.

Hasil penelitian mengenai analisa produktivitas dan faktor penyebab adalah Produktivitas *excavator* per jam sebesar 192,085 m³/jam, produktivitas per hari adalah 1536,08 m³/hari, waktu siklus 16 detik. Produktivitas *dump truck* per jam 48,267 m³/jam, produktivitas per hari 386,141 m³/hari, waktu siklus sebesar 13 menit. Produktivitas *motor grader* per jam 115,709 m³/jam, produktivitas per hari 925,627 m³/hari, waktu siklus 1,99 menit. Produktivitas *vibrator roller* per jam 156,978 m³/jam, produktivitas per hari 1255,83 m³/hari, waktu siklus sebesar 2,54 menit. Jumlah alat berat *excavator* sebanyak 1 unit, *dump truck* sebanyak 4 unit, *motor grader* sebanyak 2 unit, dan *vibrator roller* sebanyak 2 unit. Sedangkan kenyataan di lapangan jumlah *excavator* sebanyak 1 unit, *dump truck* sebanyak 4 unit, *motor grader* sebanyak 2 unit tetapi kenyataan di lapangan *motor grader* yang digunakan hanya 1 unit, dan *vibrator roller* sebanyak 2 unit tetapi kenyataan di lapangan hanya ada 1 unit. Berdasarkan analisa, durasi pekerjaan sesuai dengan schedule dan kenyataan di lapangan yaitu selama 4 hari dengan volume pekerjaan terhampar 1257,3 m³.

Kata kunci :, *Excavator, Grader, Produktivitas, Truck, Vibrator.*

**ANALYSIS OF HEAVY EQUIPMENT PRODUCTIVITY IN AGGREGATE
MATERIAL DISPLAYING WORKS IN PEKANBARU – PADANG TOLL
ROAD DEVELOPMENT PROJECT SECTION VI
PEKANBARU – BANGKINANG**

RIDWAN ARSYAD

163110367

ABSTRACT

The construction of the Pekanbaru - Padang toll road Section VI Pekanbaru - Bangkinang is one part of the construction of the Trans Sumatra toll road. The construction of toll roads is due to the increasing needs of the community for access, transportation, and mobilization. The role of heavy equipment is needed to speed up work. Productivity is related to the problem of limited time and unfavorable environmental conditions that have an impact on project implementation time. The purpose of this study was to determine the amount of productivity, to determine the number of heavy equipment, to determine the duration of work and the causal factors that affect productivity.

The method used in productivity analysis is the time study method. The time study method is a job measurement technique by collecting data based on the time needed to complete a job and used to calculate the standard time of a job.

The results of the research on productivity analysis and causal factors are excavator productivity per hour of 192,085 m³/hour, productivity per day is 1536.08 m³/day, cycle time of 16 seconds. Dump truck productivity per hour is 48.267 m³/hour, productivity per day is 386.141 m³/day, cycle time is 13 minutes. Motor grader productivity per hour is 115,709 m³/hour, productivity per day is 925,627 m³/day, cycle time is 1.99 minutes. The productivity of the vibrator roller per hour is 156.978 m³/hour, the productivity per day is 1255.83 m³/day, the cycle time is 2.54 minutes. The number of heavy equipment excavators is 1 unit, dump truck is 4 units, motor grader is 2 units, and vibrator roller is 2 units. While the reality in the field is that there are 1 unit of excavators, 4 units of dump trucks, 2 units of motor grader, but in reality only 1 unit of motor grader is used, and 2 units of vibrator roller but in reality there is only 1 unit. Based on the analysis, the duration of the work is in accordance with the schedule and the reality in the field, namely for 4 days with a work volume of 1257.3 m³.

Keywords : Excavator, Grader, Productivity, Truck, Vibrator

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur di pulau Sumatera pada saat ini berkembang dengan pesat. Hal ini disebabkan karena meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap akses, transportasi, maupun mobilisasi. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka dilakukan pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera yang menghubungkan antar provinsi. Jalan Tol Ruas Pekanbaru – Padang adalah bagian dari pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera yang terdiri dari enam seksi. Salah satu seksi pembangunan jalan tol tersebut adalah Seksi VI Pekanbaru – Bangkinang. Pada pembangunan infrastruktur berskala besar seperti Jalan Tol ini, bantuan alat berat merupakan pendukung utama untuk mempercepat pekerjaan pembangunan konstruksi.

Permasalahan yang sering dihadapi dalam pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera atau pun pembangunan berskala besar dengan menggunakan alat berat adalah, waktu yang terbatas, kondisi lingkungan, cuaca dan faktor – faktor lain. Kondisi seperti ini yang kemudian berdampak pada produktivitas alat berat dan berpengaruh terhadap proses pembangunan infrastruktur. Oleh sebab itu, analisa mengenai produktivitas dengan menimbang faktor – faktor penyebab perlu dilakukan agar didapat hasil yang efektif dan efisien.

Salah satu metode yang digunakan dalam analisa produktivitas adalah metode *Time Study*. Metode *time study* adalah teknik pengukuran pekerjaan dengan cara pengumpulan data berdasarkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dan digunakan untuk menghitung *standard time* suatu pekerjaan (Pawiro,2015).

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian analisa produktivitas alat berat dalam proyek konstruksi agar dapat mengetahui waktu dan faktor – faktor apa saja yang mempengaruhi pada Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru – Padang Seksi VI Pekanbaru – Bangkinang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan pada latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Berapa besar produktivitas pada pekerjaan penghamparan material agregat?
2. Berapa jumlah alat berat pada pekerjaan penghamparan material agregat?
3. Berapa durasi waktu dalam kegiatan satu siklus pada pekerjaan penghamparan material agregat ?
4. Apa saja faktor – faktor penyebab yang mempengaruhi dalam pekerjaan penghamparan material agregat ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui besar produktivitas alat berat pada pekerjaan penghamparan material agregat.
2. Mengetahui jumlah alat berat yang pada pekerjaan penghamparan material agregat.
3. Mengetahui durasi dalam kegiatan satu siklus pekerjaan penghamparan agregat..
4. Mengetahui faktor – faktor penyebab yang mempengaruhi pada pekerjaan penghamparan material agregat.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di Seksi VI Pekanbaru – Bangkinang tepatnya berlokasi di STA 22 + 450 – 23 + 050.
2. Pekerjaan yang di lakukan untuk alat berat hanya pada pekerjaan penghamparan material agregat untuk Base A.
3. Alat berat yang diamati adalah *Excavator, Dump Truck, Motor Grader, dan Vibrator Roller*.
4. Data yang digunakan berupa jenis alat berat yang digunakan dan jam kerja alat berat.

5. Spesifikasi persyaratan dan kondisi lingkungan yang ditinjau sesuai dengan kenyataan di lapangan.
6. Penelitian ini dilakukan selama 2 minggu. Dimulai dari jam 09 : 00 – 17 : 00.
7. Penelitian ini tidak membahas tentang biaya dan mutu.
8. Penelitian ini tidak membahas tentang pekerja.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian, diharapkan dapat memberi Manfaat sebagai berikut :

1. Dapat mengetahui produktivitas alat berat yang digunakan dalam pekerjaan penghamparan material agregat.
2. Menambah pengetahuan dan pemahaman mengenai jenis alat berat, produktivitas, dan faktor – faktor penyebabnya.
3. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Tinjauan pustaka adalah salah satu kerangka teori yang memuat penelitian yang berkaitan dan digunakan untuk menyusun konsep serta tahapan penelitian. Dalam penelitian ini, tinjauan Pustaka yang digunakan berasal dari referensi dan beberapa penelitian terdahulu dengan topik yang sama. Maka dari itu, dalam bab ini memuat beberapa referensi dan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya antara lain Saputra (2018), Nugraha (2018), Mujiono (2020).

2.2. Penelitian Terdahulu

Saputra (2018) telah melakukan penelitian tentang Optimalisasi Penggunaan Alat berat pada Proyek Jalan Desa Sawah – Kayu Aro di Kabupaten Kampar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempercepat pelaksanaan proyek dan menghitung kebutuhan alat berat yang optimal pada pekerjaan penimbunan dan penghamparan *base a* dan *base b*. Metode yang digunakan adalah metode deskriptif dimana perhitungan dilakukan sesuai dengan kapasitas dan kemampuan alat berat yang di pergunakan dengan sebelum dan sesudah alternatif. Alat yang ditinjau adalah *backhoer*, *excavator*, *dump truck*, *motor grader* dan *three wheel rollers*. Hasil penelitian adalah alternatif yang optimal adalah alternatif II dengan biaya Rp 2.454.248.807,59 dan dengan jumlah hari kerja sebanyak 48hari. Paling ekonomis dan dengan waktu yang relatif lebih cepat dari alternatif yang lainnya sehingga alternatif II layak untuk direalisasikan.

Nugraha (2018) telah melakukan penelitian tentang Analisis Biaya dan Produktivitas Pemakaian Alat Berat Pada Kegiatan Pembangunan Jalan Akses Siak IV Pekanbaru. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui estimasi biaya alat berat dan produktivitasnya menggunakan metode *Time Study*. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah yang pertama dalam pekerjaan penambahan 1 unit *Tandem Roller* maka waktu pekerjaan untuk pemadatan lebih efisien dan dapat sinkron dengan waktu alat berat lainnya, jumlah alat berat untuk semua item

pekerjaan adalah *Excavator* 1 unit, *Wheel Loader* 1 unit, *Dump Truck* 15 unit, *Motor Grader* 1 unit, *Water Tank* 1 unit. Kedua, jumlah hari untuk pekerjaan timbunan pilihan menggunakan ketentuan HPS *owner* adalah 9 hari dan kontraktor 11 hari, pekerjaan agregat kelas B menggunakan ketentuan HPS *owner* 7 hari dan kontraktor 9 hari, pekerjaan agregat kelas A menggunakan ketentuan HPS *owner* 5 hari dan kontraktor 7 hari. Ketiga, berdasarkan hasil perhitungan maka didapat selisih biaya yang dikeluarkan pada semua item pekerjaan. Total biaya semua item pekerjaan menggunakan alat berat dari HPS *owner* adalah Rp. 833.100.977,00. Total biaya dari semua item pekerjaan menggunakan alat berat dari kontraktor adalah Rp. 961.900.844,00. Penggunaan alat berat HPS *owner* dengan persentase biaya sebesar 13,39% terhadap biaya pemakaian alat berat kontraktor.

Mujiono (2020) telah melakukan penelitian mengenai Analisa Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Perpipaan Air Limbah Kota Pekanbaru Area Selatan (Paket SC-2). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh produktivitas, waktu dan biaya operasional alat berat. Metode yang digunakan adalah pengamatan di lapangan atau *Time Study*. Hasil dari penelitian tersebut didapat kesimpulan, kapasitas produktivitas *dump truck* sebesar 2,68 m³/jam dengan jumlah alat berat 3 unit dan pada kapasitas produktivitas *excavator* produktivitasnya sebesar 23,24 m³/jam dengan jumlah alat berat 1 unit. Waktu yang dibutuhkan oleh kedua alat dalam menyelesaikan pekerjaan adalah 336 hari dengan total biasa keseluruhan alat berat sebesar Rp. 1.014.871.245,1. Pada analisa alternatif, *dump truck* memiliki memperoleh nilai produktivitas sebesar 3,35 m³/jam dengan jumlah alat berat 2 unit dan kapasitas produktivitas *excavator* sebesar 31,7 m³/jam dengan jumlah alat berat sebanyak 1 unit. Waktu untuk menyelesaikan pekerjaan adalah 336 hari dengan total biaya keseluruhan Rp. 921.778.491,60.

2.3. Keaslian Penelitian

Penelitian tentang produktivitas alat berat telah banyak dilakukan oleh penelitian terdahulu. Atas dasar tersebut dilakukan penelitian yang kemudian

diangkat sebagai tugas akhir dengan cara penelitian dan survey secara langsung terhadap alat berat yang digunakan pada pembangunan jalan tol Ruas Pekanbaru – Padang seksi VI Pekanbaru – Bangkinang pada pekerjaan penghamparan agregat di lapangan yang lokasinya terletak di Desa Bukit Kratai. Dapat dilihat oada tabel 2.1

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian

Peneliti	Tujuan	Metode
Saputra (2018)	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempercepat pelaksanaan proyek dan menghitung kebutuhan alat berat yang optimal pada pekerjaan penimbunan dan penghamparan <i>base a</i> dan <i>base b</i> .	metode deskriptif dimana perhitungan dilakukan sesuai dengan kapasitas dan kemampuan alat berat yang di pergunakan dengan sebelum dan sesudah alternatif.
Nugraha (2018)	Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui estimasi biaya alat berat dan produktivitasnya.	Survey langsung di lapangan.
Mujiono (2020)	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh produktivitas, waktu dan biaya operasional alat berat.	Metode yang digunakan adalah pengamatan di lapangan atau <i>Time Study</i> .

Pada Tabel 2.1 menunjukkan perbandingan dan keaslian penelitian dengan penelitian terdahulu. Dapat dilihat bahwa setiap penelitian yang dilakukan oleh Saputra (2018), Nugraha (2018), dan Mujiono (2020) memiliki beberapa kemiripan dengan penelitian ini, namun terdapat juga perbedaan pada tiap penelitian.

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Alat Berat

Dalam ilmu teknik sipil alat berat merupakan alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan di bidang konstruksi. Terdapat keuntungan alat berat yaitu sebagai berikut (Wilopo,2009) :

1. Waktu pengerjaan lebih cepat.
Mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan yang sedang dikejar target penyelesaiannya.
2. Tenaga besar
Melakukan jenis pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan oleh tenaga manusia.
3. Ekonomis
Karena alasan efisiensi, keterbatasan tenaga kerja, keamanan dan faktor – faktor ekonomis lainnya.
4. Mutu hasil kerja lebih baik.
Dengan memakai peralatan berat, mutu hasil kerja menjadi lebih baik dan presisi

Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan alat berat, sehingga kesalahan dalam pemilihan alat berat dapat dihindari, antara lain adalah sebagai berikut ini (Rostiyanti,2008) :

1. Fungsi yang harus dilaksanakan. Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, seperti menggali, mengangkat, meratakan permukaan.
2. Kapasitas peralatan. Pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat material yang harus diangkut atau dikerjakan. Kapasitas alat yang dipilih harus sesuai sehingga pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan.
3. Cara operasi. Alat berat dipilih berdasarkan arah (horizontal maupun vertikal) dan jarak gerakan, kecepatan, frekuensi gerakan, dan lain – lain.
4. Pembatasan dari metode yang dipakai. Pembatasan yang mempengaruhi pemilihan alat berat antara lain peraturan lalu lintas, biaya, dan

pembongkaran. Selain itu metode konstruksi yang dipakai dapat membuat pemilihan alat dapat berubah.

5. Ekonomi. Selain biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor penting dalam pemilihan alat berat.
6. Jenis proyek. Ada beberapa jenis proyek yang umumnya menggunakan alat berat yaitu proyek gedung, pelabuhan, jalan, jembatan, irigasi, pembukaan hutan dan dam.
7. Lokasi proyek. Lokasi proyek merupakan hal lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat. Sebagai contoh lokasi proyek berada di dataran tinggi memerlukan alat berat yang berbeda dengan lokasi proyek di dataran rendah.
8. Jenis dan daya dukung tanah. Jenis tanah di lokasi proyek merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat yang akan dipakai. Tanah terbagi dalam kondisi padat, lepas, atau lembek.
9. Kondisi lapangan. Kondisi dengan medan yang sulit dan medan yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

3.2 Produktivitas Alat Berat

Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara output dengan input, atau rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Dalam proyek konstruksi, rasio produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi, dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, material, uang, metode dan alat. Sukses atau tidaknya suatu proyek konstruksi tergantung pada efektifitas pengelolaan sumber daya (Ervianto,2003).

Produktivitas ialah kemampuan untuk menghasilkan sesuatu (KBBI, 2016) sehingga dapat dikatakan bahwa produktivitas alat berat adalah kemampuan alat berat untuk menghasilkan sesuatu persatuan waktu. Produktivitas alat berat bergantung pada tiga faktor, yaitu: waktu siklus, efisiensi kerja dan material.

3.2.1 Waktu Siklus

Menurut Yunus (2012) Siklus kerja dalam pemindahan material merupakan suatu kegiatan yang dilakukan berulang. Pekerjaan utama di dalam kegiatan tersebut adalah menggali, memuat, memindahkan, membongkar muatan dan kembali ke kegiatan awal. Semua kegiatan tersebut dapat dilakukan oleh satu alat atau oleh beberapa alat.

Waktu yang diperlukan dalam siklus kegiatan disebut waktu siklus atau *cycle time* (CT). Waktu siklus terdiri dari beberapa unsur yaitu, waktu muat atau *loading time* (LT), waktu angkut atau *hauling time* (HT), waktu kembali atau *return time* (RT), waktu pembongkaran atau *dumping time* (DT), dan unsur yang terakhir yaitu waktu tunggu atau *spotting time* (ST).

Menurut Rostiyanti (2008) *Loading time* (LT) merupakan waktu yang dibutuhkan oleh suatu alat untuk memuat material ke dalam alat angkut sesuai dengan kapasitas angkut alat tersebut. Nilai LT dapat ditentukan walaupun tergantung dari jenis tanah, ukuran unit pengangkut (blade, bowl, bucket, dst), dan metode dalam pemuatan sesuai efisiensi alat. Waktu angkut atau *Hauling time* (HT) merupakan waktu yang diperlukan suatu alat untuk bergerak dari tempat pemuatan ke tempat pembongkaran. Waktu tergantung dari jarak angkut, kondisi jalan, tenaga alat, dll. Pada saat alat kembali ke tempat pemuatan maka waktu yang diperlukan untuk kembali disebut waktu kembali atau *Return time* (RT), waktu kembali lebih singkat karena keadaan kembali dalam keadaan kosong muatan. Waktu pembongkaran atau *Dumping time* (DT) tergantung dari jenis tanah, jenis alat, dan metode yang dipakai. Waktu tunggu *Spotting time* (ST) adalah saat alat kembali ke tempat pemuatan dan menunggu sampai alat diisi kembali.

Waktu siklus memiliki pengaruh yang besar terhadap produksi kerja alat berat karena besar atau kecilnya sebuah waktu siklus akan sangat berpengaruh dan menjadi penentu produktivitas alat berat itu sendiri, dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Komponen waktu siklus (Suhendra,2006)

Jenis Alat	Waktu Siklus			
	I	II	III	IV
<i>Excavator</i>	Waktu gali	Waktu putar isi	Waktu buang	Waktu bongkar kosong
<i>Dump Truck</i>	Waktu muat	Waktu angkut	Waktu buang	Waktu kembali
<i>Motor Grader</i>	Waktu Grading	Waktu Lain	-	-
<i>Vibrator Roller</i>	Waktu Compact	Waktu lain	-	-

Pada Tabel 3.1 dapat dilihat bahwa waktu siklus dalam pengoperasian alat berat sangat berpengaruh dalam menentukan produktivitas pekerjaan konstruksi.

3.2.2 Efisiensi Kerja

Menurut Rostiyanti (2008) Besar nilai efisiensi kerja ini sulit ditentukan secara tepat tetapi berdasarkan pengalaman-pengalaman dapat ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan. Efektivitas alat tersebut bekerja tergantung dari beberapa hal yaitu :

1. Kemampuan operator pemakai alat.
2. Pemilihan dan pemeliharaan alat.
3. Perencanaan dan pengaturan letak alat.
4. Topografi dan volume pekerjaan.
5. Kondisi cuaca.
6. Metode pelaksanaan alat.

Nilai efisiensi kerja alat berat dapat dilihat dari kondisi operasi alat berat yang digunakan pada proyek pekerjaan. Menurut Rochmanhadi (1886) nilai-nilai efisiensi kondisi operasi alat berat digunakan untuk menghitung produktivitas sebuah alat berat seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Efisiensi Kerja (Rochmanhadi,1986)

Kondisi Operasi Alat Berat	Pemeliharaan Mesin				
	Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,61	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
Buruk sekali	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

Dari tabel 3.2 dapat dilihat bahwa kondisi operasi alat berat dan pemeliharaan mesin memiliki pengaruh dalam menentukan produktivitas pekerjaan konstruksi.

3.2.3 Material

Material merupakan barang yang telah dibeli atau dibuat, yang kemudian disimpan untuk pekerjaan, dipakai, diproses lebih lanjut maupun dijual. Material adalah bahan dasar untuk membuat dan membentuk sesuatu (Shadaly, 1983). Menurut Ensiklopedia Nasional Indonesia (ENI, 1996) Pengertian material adalah sesuatu yang mencakup setiap zat yang dipentingkan keberadaannya, penempatannya dalam ruang dan sifat – sifat mekaniknya. Dalam sebuah proyek, material konstruksi terdiri dari 2 jenis sebagai berikut (Ervianto,2007) :

1. Bahan Permanen adalah bahan yang dibutuhkan oleh kontraktor untuk membangun gedung, jalan, jembatan yang bersifat tetap sebagai elemen. Jenis bahannya tercantum dalam dokumen kontrak.
2. Bahan Sementara, dibutuhkan dalam proyek, namun tidak menjadi bagian dari bangunan. Jenis bahan ini tidak dicantumkan dalam dokumen kontrak sehingga kontraktor bebas menentukan bahan dan pemasoknya (vendor).

3.3 Penentuan Alat Berat

Wilopo (2009) Salah satu hal yang penting dalam perencanaan kebutuhan alat berat yang akan digunakan untuk pelaksanaan pekerjaan atau proyek terlebih dahulu harus mengetahui data – data pekerjaan sebagai berikut :

1. Lokasi proyek.
2. Kondisi lingkungan kerja.
3. Jenis dan item pekerjaan.
4. Volume pekerjaan.
5. Target waktu penyelesaian.

Dari data – data yang diperoleh tersebut kemudian dikembangkan :

1. Studi penggunaan metode kerja / metode konstruksi yang tepat dengan skala pekerjaan.
2. Pemilihan alat berdasarkan metode konstruksi dan kondisi medan proyek.
3. Pemilihan jenis alat berdasarkan skala pekerjaan

Setelah alat memenuhi syarat secara aspek teknis, analisis kemudian dilanjutkan ke perhitungan berikut (Wilopo, 2009) :

1. Kapasitas produksi alat.
2. Memperhitungkan jumlah alat yang dibutuhkan.
3. Memperkirakan biaya investasi
4. Menghitung biaya operasi dan pemeliharaan termasuk biaya mobilisasi.

3.4 Klasifikasi dan Fungsional Alat Berat

Maksud dari klasifikasi dan fungsional alat berat adalah pembagian alat berat berdasarkan fungsi – fungsi utama alat (Rostiyanti, 2008).

1. Alat pengolah lahan

Kondisi lahan proyek kadang masih berbentuk lahan asli yang harus dipersiapkan sebelum lahan tersebut mulai di olah. Jika lahan masih terdapat semak atau pepohonan maka pembukaan lahan dapat menggunakan *dozer* atau *excavator*. Untuk pengangkatan lapisan tanah paling atas dapat digunakan *scraper*. Sedangkan untuk pembentukan permukaan supaya rata selain *dozer* juga dapat menggunakan *motor grader*.

2. Alat pengangkut material

Pengangkutan material dibagi menjadi pengangkutan horizontal dan vertikal. Untuk pengangkutan secara horizontal dapat menggunakan truck atau wagon karena material yang diangkut hanya dipindahkan secara horizontal dari satu tempat ke tempat lain dan umumnya dipakai untuk pengangkutan material

lepat (loose material) dengan jarak tempuh yang relatif cukup jauh. Truck dan wagon memerlukan alat berat lain untuk membantu memuat material ke dalam bucket. Sedangkan untuk pengangkutan vertikal alat berat yang digunakan adalah crane. Material yang diangkut crane dipindahkan dari satu elevasi ke elevasi yang lebih tinggi secara vertikal dan jaak pengangkutan relatif cukup kecil.

3.4.1 Alat Berat Excavator

Excavator adalah alat untuk pengangkat, pemuat, dan penggali tanpa harus berpindah tempat menggunakan tenaga *power take off* dari mesin dan terdiri dari tiga bagian utama (Rochmanhadi,1982) sebagai berikut :

1. Alat putar bagian atas (*Revolving unit*).
2. Alat perpindahan bagian bawah (*Traveling unit*).
3. Bagian tambahan (*attachment*) yang dapat diganti yang sesuai.

Attcahment yang penting adalah *crane, shovel, dipper, backhoe, dragline,* dan *clamshell*. Pada *excavator* bagian bawah ada yang menggunakan roda rantai (*track/crawler*) dan ada juga yang dipasang diatas truck (*truck mounted*). Pada umumnya *excavator* mempunyai tiga pasag mesin penggerak yaitu :

1. Alat penggerak untuk mengendalikan attachment.mengangkat, menggali.
2. Alat penggerak untuk berputar revolving unit.
3. Alat penggerak untuk menjalankan excavator agar dapat berpindah – pindah.

Excavator merupakan alat yang berfungsi sebagai alat penggali maupun pemuat dengan jenis kendali *hydraulic* seperti pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Excavator (Sumber : Volvoce, 2020)

Pada Gambar 3.1 dapat dilihat bahwa *excavator* memiliki fungsi dalam memudahkan pekerjaan penggali untuk memuat material agregat ke dalam bak *dump truck* dengan tenaga hidrolik mesin diesel dan berjalan di atas kaki roda rantai. Waktu siklus excavator terdiri dari 4 komponen yaitu :

1. Waktu mengisi bucket/gali (*excavating time*).
2. Waktu putar isi (*loaded swing time*)
3. Waktu buang/bongkar (*dumping time*)
4. Waktu putar kosong (*empty swing time*)

Adapun untuk mencari produksi kerja excavator telah diatur dalam Permen PUPR Nomor 28 Tahun 2016 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum seperti pada Persamaan 3.1

$$Q = \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts \times Fv} \quad (3.1)$$

Dimana :

Q = Produksi per jam (m^3/jam)

Ts = waktu siklus (detik)

Fb = Faktor Bucket

Fa = Faktor Efisiensi alat

Fv = Faktor Konversi (Kedalaman < 40%)

Untuk Faktor konversi kedalaman galian (Fv) telah diatur dalam Permen PUPR Nomor 28 Tahun 2016 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum seperti pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Faktor Konversi Galian (Fv) untuk alat excavator

Kondisi Galian (Kedalaman galian / Kedalaman Galian Maksimum)	Kondisi Membuang/Menumpahkan (Dumping)			
	Mudah	Normal	Agak Sulit	Sulit
<40 %	0,7	0,9	1,1	1,4
(40 – 50) %	0,8	1	1,3	1,6
>75 %	0,9	1,1	1,5	1,8

Jenis material pada proyek yang diamati sangat berpengaruh dalam perhitungan produktivitas *excavator*. Kondisi material juga dapat dilihat di lapangan dengan melakukan pengamatan. Penentuan waktu siklus excavator didasarkan pada pemilihan kapasitas bucket (Rostiyanti, 1999). Untuk nilai faktor pengisi bucket excavator dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Faktor pengisian bucket untuk excavator (Peurifoy,2006)

Material	Faktor Pengisi 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

Dari Tabel 3.3 dapat dilihat beberapa nilai faktor pengisi bucket excavator memiliki pengaruh dalam produktivitas kerja sesuai dengan jenis material yang di angkut mulai dari tanah lempung sampai batu pecah.

3.4.2 Alat Berat *Motor Grader*

Motor grader adalah sebuah mesin sortir dan alat angkut rancang – bangun dengan suatu pemotong besar yang digunakan untuk menciptakan sebuah permukaan datar. Ciri khasnya mempunyai tiga poros sumbu dengan mesin/motor

diletakkan di atas poros belakang dari kendaraan dan dengan mata pisau di tengahnya. Tujuan mesin grader digunakan sebagai proses akhir (meratakan dengan tepat) permukaan yang keras/kasar yang dilakukan oleh alat yang dirancang sebagai alat yang lebih berat seperti traktor dan pengikis seperti yang terlihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.2 *Motor Grader* (Sumber : Komansu.Eu,2020_)

Dari Gambar 3.2 dapat dilihat bahwa *Motor grader* memiliki fungsi tersendiri. Menurut Rostiyanti (2008) *Motor grader* mempunyai fungsi bermacam – macam, antara lain :

1. Meratakan dan membentuk permukaan.
2. Merawat jalan.
3. Mengupas tanah.
4. Menyebarkan material ringan

Motor grader terdiri dari enam bagian utama, yaitu penggerak (*prime mover*), kerangka (*frame*), pisau (*moldboard*), *sacrifier*, *circle* dan drawbar. Alat penggerak *motor grader* adalah roda ban yang terletak dibelakang. *Frame* menghubungkan penggerak dan as depan. *Motor grader* menggunakan pisau yang disebut *moldboard* yang dapat digerakkan sesuai dengan kebutuhan bentuk permukaan. Panjang *blade* biasanya berkisar antara 3sampai 5 meter.

Menurut Rochmanhadi (1992) produktivitas *motor grader* dihitung berdasarkan waktu bekerjanya. Hal ini disebabkan karena dalam proses pekerjaannya volume yang dipindahkan bervariasi dan juga tidak terlalu penting. Hal yang paling penting adalah jumlah passing yang diperlukan dalam mengerjakan suatu medan, karena yang diperlukan adalah waktu yang bekerja dari

motor grader yang bersangkutan dalam pekerjaan perataan medan. Waktu ini relatif tergantung dari syarat dan ketelitian yang diperlukan pada pekerjaan *grading* tersebut.

Kecepatan operasi alat berat relatif rendah dan konstan, hal ini memberikan kemudahan bagi operator agar lebih teliti dalam pada saat pekerjaan *grading*. Pengalaman operator memiliki pengaruh yang besar karena banyak jumlah lintasan bergantung pada saat proses *grading* berlangsung. Dalam menghitung produktivitas dapat telah diatur pada Permen PUPR Nomor 28 Tahun 2016 Tentang Analisa harga satuan pekerjaan Bidang pekerjaan umum seperti pada Persamaan 3.2

$$Q = \frac{Lh \times (N(b-bo) + bo) \times t \times Fa \times 60}{N \times n \times Ts} \quad (3.2)$$

Dimana :

- Q = Produksi alat per jam (m^3/jam)
- Lh = Panjang Operasi Grader sekali Jalan (m)
- b = Lebar efektif blade (m)
- bo = Lebar overlap (m)
- N = Jumlah pass
- Fa = Faktor efisiensi alat
- V = Kecepatan rata – rata alat (Km/jam)
- n = Jumlah lintasan
- t = Tebal lapis agregat padat
- Ts = Waktu siklus (menit)

N (*passes*) adalah berapa kali *motor grader* harus melakukan gerakan bolak balik pada suatu tempat sebelum hasil yang diinginkan tercapai. Jumlah N tergantung pada kondisi permukaan, kemampuan operator alat, dan bentuk permukaan seperti apa yang diinginkan. Menurut Rochmanhadi (1992) jika pekerjaan relatif pendek, dan waktu pergi maupun kembali tidak ada perubahan persneling yang sama, untuk kecepatannya bisa diambil kecepatan rata – rata V_a dan persamaannya seperti yang terlihat di persamaan 3.3.

$$T = \frac{2 dN}{Va.E} \text{ (Menit)} \quad (3.3)$$

Efisiensi operasi tergantung pada beberapa faktor sebagai berikut :

1. Kemampuan operator,
2. Keseragaman grading.
3. Ketentuan pekerjaan grading.
4. Kelurusan pekerjaan dalam tiap laluan (lintasan).

3.4.3 Alat Berat *Dump Truck*

Dump truck adalah kendaraan yang digunakan untuk megangkut bahan material untuk keperluan konstruksi. *Dump truck* berfungsi untuk pengangkutan jarak jauh yang lebih efisien seperti pada Gambar 3.3. Kelebihan alat berat *dump truck* antara lain (Rostiyanti, 2008):

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



Gambar 3.3 *Dump Truck* (Sumber : ktbFuso, 2020_)

Rostiyanti (2008) dalam pemilihan ukuran dan konfigurasi truk ada beberapa faktor yang mempengaruhi, yaitu material yang akan diangkut dan excavator atau loader pemuat. Truk tidak hanya digunakan untuk pengangkutan tanah tetapi juga material – material lain. Untuk pengangkutan material tertentu, ada beberapa faktor yang harus 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 tutup bagian atas dengan terpal.
3. Untuk material lengket seperti lempung bash, pilih bak bersudut bulat.

Produktivitas alat berat selalu bergantung dari waktu siklus. Waktu siklus truck terdiri dari waktu pemuatan, waktu pengangkutan, waktu pembongkaran muatan, waktu kembali, dan waktu antre (Rostiyanti,2008). Faktor yang mempengaruhi beberapa waktu tersebut adalah :

1. Waktu muat :
 - a. Ukuran dan jenis alat pemuat.
 - b. Jenis dan kondisi material yang dimuat.
 - c. Kapasitas alat angkut.
 - d. Kemampuan operator alat pemuat dan pengangkut.
2. Waktu berangkat atau pengangkutan :
 - a. Jarak tempuh alat angkut.
 - b. Kondisi jalan yang dilalui (kelandaian, *rolling resistance*, dan lain – lain).
3. Waktu pembongkaran :
 - a. Jenis dan kondisi material.
 - b. Cara pembongkaran material.
 - c. Jenis alat angkut.
4. Waktu kembali juga dipengaruhi oleh hal yang sama seperti waktu pengangkutan.
5. Waktu antre :
 - a. Jenis alat pemuat.
 - b. Posisi alat pemuat
 - c. Kemampuan alat untuk berputar.

Rostiyanti (2008) Rumus yang dipakai untuk menghitung produktivitas truk adalah dengan menggunakan Persamaan 3.4.

$$Prod = C \times \frac{60}{CT} \times E \quad (3.4)$$

Dimana :

C = Kapasitas.

CT = Waktu siklus.

E = Efisiensi.

Analisa produktivitas *dump truck* adalah dengan cara menghitung kemampuan alat tersebut untuk mengangkut atau memindahkan material dari satu tempat ke tempat yang lain. Untuk menghitung produktivitas alat berat *dump truck* dapat juga menggunakan beberapa faktor pengaruh dalam analisa produktivitas sebagai berikut :

1. Produktivitas per jam

Hadihardja (1998) produktivitas per jam adalah kemampuan produksi alat berat dalam bekerja selama satu jam. menghitung jumlah produksi *dump truck* per jam yang telah melakukan pekerjaan secara terus menerus dapat menggunakan rumus pada Persamaan 3.5.

$$Q = \frac{C \times 60 \times Et}{Cmt} \quad (3.5)$$

Dimana :

Q = produksi per jam (M^3 /jam)

C = Produksi per siklus (m^3)

Et = Faktor efisiensi kerja *dump truck*

Cmt = Waktu siklus *dump truck*

2. Produksi per siklus

Produksi per siklus adalah kemampuan alat berat dalam menyelesaikan pekerjaan dalam satu kali kegiatan/siklus. Untuk menghitung produksi *dump truck* secara per siklus dapat menggunakan Persamaan 3.6.

$$C = q \times k \quad (3.6)$$

Dimana :

C = Produktivitas per siklus (m^3)

q = Kapasitas bucket (m^3)

k = Faktor bucket

3. Waktu tempuh HT (*Hauling Time*)

Waktu tempuh *dump truck* adalah waktu dimana *dump truck* menempuh jarak mulai dari lokasi material (*quarry, stockyard, dll*) menuju lokasi pekerjaan. Waktu tempuh dihitung menggunakan Persamaan 3.7.

$$HT = D/Vt \quad (3.7)$$

Dimana :

HT = Waktu tempuh

D = Jarak angkut (meter)

V_i = Kecepatan rata – rata saat muatan penuh (menit)

4. Waktu Bongkar DT (*Dumpling Time*)

Perhitungan waktu bongkar *dump truck* adalah waktu kegiatan *dump truck* dalam proses bongkar (*dumpling*) material yang telah di angkut ke lokasi pekerjaan. Untuk menghitung waktu bongkar dapat menggunakan Persamaan 3.8.

$$DT = D/V_2 \quad (3.8)$$

Dimana :

DT = Waktu bongkar

D = Jarak angkut (meter)

V_2 = Kecepatan rata – rata muatan kosong (m/menit)

5. Waktu muat TL (*Loading Time*)

Waktu muat *dump truck* adalah waktu *dump truck* dalam memuat material ke dalam bak dengan menggunakan bantuan *excavator*. Untuk menghitung waktu muat menggunakan Persamaan 3.9.

$$TL = \frac{Cd}{q_1} \times K \times Cm \quad (3.9)$$

Dimana :

TL = Waktu muat

Cd = Kapasitas *dump truck* (m^3)

Cm = Waktu siklus (CT)

ql = Kapasitas bucket alat pemuat (m^3)

K = Faktor bucket

Untuk mengetahui waktu tunggu dan bongkar alat berat *dump truck*, dapat mengambil acuan dari Tabel 3.4.

Tabel 3.5 waktu tunggu dan bongkar (rochmanhadi,1984)

Kondisi Operasi Pekerjaan	t_1 (Menit)
Baik	0,5 – 0,7
Sedang	1,0 – 1,3
Kurang	1,5 – 2,0

Dari Tabel 3.5 dapat dilihat kapasitas waktu tunggu dan bongkar serta perkiraan waktu yang diperlukan.

3.4.4 Alat Berat *Vibrator Roller*

Vibrator Roller adalah versi lain dari Tandem Roller yang juga berfungsi sebagai alat pemadat yang rode depannya berbentuk penggilas getar. Menurut Rochmanhadi (1992) *Vibration Roller* memiliki efisiensi pemadatan yang sangat baik dan memungkinkan untuk digunakan secara luas pada tiap jenis pekerjaan pemadatan. Akibat dari efek *Vibrator Roller* adalah gaya dinamis terhadap tanah atau permukaan. Butir – butir tanah atau permukaan cenderung mengisi bagian kosong yang ada di antara butirannya. Sehingga getaran ini mengakibatkan tanah menjadi padat dengan susunan yang seragam. Ada 3 faktor yang harus diperhatikan dalam proses pemadatan dengan menggunakan *Vibrator Roller* (Rochmanhadi,1992) :

1. Frekuensi getaran.
2. Amplitudo getaran.
3. Gaya sentrifugal.



Gambar 3.4 *Vibrator Roller* (Sumber : Sakainet, 2012)

Pada Gambar 3.4 dapat dilihat bahwa roda depan dan belakang *Vibrator Roller* memiliki jenis yang berbeda. Roda depan terbuat dari besi yang dilengkapi dengan fungsi getar sedangkan roda belakang sebagai tenaga pendorong menggunakan roda karet.

Pada umumnya perhitungan produktivitas untuk alat pemadat sama. Mulai dari *Smooth Steel Roller*, *Tandem Rollers*, *Pneumatic Tire Roller*, dan *Sheep Foot Rollers*. Hal yang menjadi perbedaan hanyalah fungsi yang berbeda – beda dari masing - masing alat pemadat. Adapun cara dalam menghitung produktivitas *Vibrator Roller* menurut Rochmanhadi (1986) adalah menggunakan Persamaan 3.11.

$$Cm^3/Jam = \frac{W \times L \times S}{P} \quad (3.11)$$

Dimana :

W = Lebar pemadatan dalam satu laluan (meter untuk satuan metrik)

L = Tebal lapisan (mm)

S = Kecepatan rata – rata (Km/Jam)

P = Jumlah pass yang diperlukan untuk kepadatan tertentu

Dalam menghitung produktivitas *vibrator roller* telah diatur dalam Permen PU No 28 Tahun 2016 Tentang Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum seperti dapat dilihat pada Persamaan 3.12.

$$Q = \frac{(be \times V \times 1000) \times t \times Fa}{n} \quad (3.12)$$

Dimana :

be = Lebar efektif pemadatan = $b - bo$ (overlap) (m)

b = Lebar efektif pemadatan (m)

bo = lebar overlap (m)

V = Kecepatan rata – rata (Km/jam)

n = Jumlah lajur lintasan

Fa = Faktor efisiensi alat

t = Tebal lapis agregat (m)

1000 = Perkalian dari Km ke m (m)

3.5 Pekerjaan Lapis Pondasi Atas (*Base course*)

Lapisan pondasi atas (base) adalah lapisan perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan (Hendarsin, 2000). Lapisan pondasi atas berfungsi sebagai bantalan perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawah.

Toleransi dimensi dan elevasi lapis pondasi harus sesuai dengan Spesifikasi Umum Tahun 2010 sebagai berikut :

- a. Permukaan lapis pondasi agregat kelas a untuk lapis resap pengikat ataupun pelaburan adalah + 0cm dan -1cm.
- b. Pada permukaan semua lapis pondasi agregat tidak boleh terdapat ketidakrataan yang dapat menampung air dan semua punggung (camber) permukaan itu harus sesuai dengan yang ditunjukkan dalam gambar.
- c. Tebal total minimum lapis pondasi agregat tidak boleh kurang satu sentimeter dari tebal yang diisyaratkan.
- d. Tebal minimum lapis pondasi agregat kelas a tidak boleh kurang satu sentimeter dari tebal yang diisyaratkan.
- e. Pada permukaan lapis pondasi agregat kelas A yang disiapkan untuk lapisan resap pengikat atau pelaburan permukaan, bilamana semua bahan yang terlepas harus dibuang dengan sikat yang keras, maka penyimpangan

maksimum pada kerataan permukaan yang diukur dengan mistar lurus sepanjang 3 m, diletakkan sejajar atau melintang sumbu jalan, maksimum 1 cm.

3.6 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Alat Berat

Dalam menghitung produktivitas alat berat terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi cepat atau lambatnya produktivitas. Beberapa faktor tersebut bisa disebabkan oleh faktor mesin, faktor lokasi atau tata laksana proyek, dan faktor operator. Ervianto (2005) ada beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas antar lain :

1. Metode dan teknologi, terdiri dari desain rekayasa, metode konstruksi, urutan kerja, dan pengukuran kerja.
2. Manajemen lapangan, terdiri dari perencanaan, penjadwalan, tata letak lapangan, komunikasi di lapangan, manajemen material, manajemen peralatan, dan manajemen tenaga kerja.
3. Lengkungan kerja, terdiri dari lingkungan manusia, lingkungan fisik, kualitas pengawasan, keamanan kerja, latihan kerja dan partisipasi.
4. Faktor manusia, terdiri dari tingkat upah kerja, kepuasan pekerja, dan hubungan kerja

3.6.1 Faktor Mesin

Suryana (2014) mesin penggerak utama (*prime mover*) alat berat terdiri dari dua yaitu *tractor* dan *excavator*. *Tractor* adalah alat yang mengubah energi mesin menjadi energi mekanik untuk menarik atau mendorong alat berat. Alat berat yang menggunakan *tractor* akan mempunyai gerakan kesana-kemari yang lebih lincah seperti dozer, ripper, dan scrapper.

Sedangkan *excavator* sebagaimana namanya yaitu penggali, dimana alat berat yang menggunakan excavator akan lebih sering diam ditempat dan yang paling sering bergerak adalah lengannya. Karena lengan *excavator* cukup panjang dan bekerja dengan mengangkat beban berat maka menimbulkan momen besar yang harus diatasi oleh *excavator*, maka pada umumnya *excavator* mempunyai

berat yang besar dan tidak jarang juga diberi tambahan kaki-kaki untuk menjaga kestabilan dalam bekerja seperti *backhoe*, *crane mobile*, *dragline*.

3.6.2 Faktor Tata Laksana dan Elevasi Proyek

Wedhanto (2009) Faktor tata laksana proyek adalah bagian dari efisiensi kerja yang dipengaruhi oleh kondisi pengaturan lapangan diantaranya jalan yang akan digunakan oleh alat, tempat alat bekerja, komunikasi atau pengawasan terhadap operator alat berat. Termasuk pool alat, tempat pemeliharaan alat, penyimpanan bahan bakar dan gudang bahan. Faktor tata laksana proyek (koefisien tata laksana) antara 0,6 sampai 1,0. Elevasi memiliki pengaruh terhadap hasil kerja mesin. Hal ini disebabkan karena kerja mesin dipengaruhi oleh tekanan dan temperatur udara luar.

Berdasarkan pengalaman, kenaikan 1000 ft (300 m) pertama dari permukaan laut tidak berpengaruh pada mesin empat tak. Tetapi, untuk selanjutnya setiap kenaikan 1000 ft ke dua (dihitung dari permukaan laut) HP rata – rata berkurang sebesar $\pm 3\%$ sedangkan pada mesin – mesin dua tak penurunannya sebesar 1%.

3.6.3 Faktor Efisiensi Operator

Wedhanto (2009) faktor manusia sebagai operator alat sangat sulit ditentukan dengan tepat. Sebab selalu berubah – ubah dari eaktu ke waktu, bahkan dari jam ke jam tergantung pada keadaan cuaca, kondisi alat yang dikemudikan, suasana kerja dan lain – lain.

Operator alat berat tidak beda dengan sopir kendaraan atau pilot pesawat terbang. Jenis alat yang pernah ia operasikan, lamanya ia mengoperasikan alat dan pengalaman berbagai jenis medan yang pernah ia alami akan mempengaruhi kecepatan bekerja. Di samping itu tentunya kemampuan *psikomotorik* (bakat mengoperasikan) juga berpengaruh. Faktor operator (koefisien operator) berkisar antara 0,6 sampai 1,0.

Dalam kerja seorang operator umumnya tidak akan dapat bekerja selama 60 menit secara penuh. Hal ini disebabkan karena selalu ada hambatan –

hambatan yang tidak dapat dihindari seperti pergantian komponen yang rusak, memindahkan alat ke tempat lain, dan sebagainya.

3.7 Metode *Time Study*

Metode *Time Study* (pembelajaran waktu) adalah metode pengukuran produktivitas di lapangan dengan cara penentuan waktu standar untuk suatu pekerjaan yang dikembangkan oleh F.W. Taylor untuk menentukan sistem pekerjaan yang baik. Kegunaan utama dari *time study* adalah untuk menghasilkan waktu standar suatu pekerjaan dengan kondisi tertentu, sehingga dapat dihitung produktivitasnya (Trisiany dan Halim, 2006).

Metode *Time Study* adalah metode yang paling sering digunakan dalam pengamatan langsung di lapangan karena memiliki manfaat dan kegunaan yang baik sehingga lebih efektif digunakan dalam pengamatan. Manfaat dan kegunaan Manfaat dan kegunaan dari metode *Time Study* adalah sebagai berikut (Leonart ,2015):

1. Menghasilkan waktu standar suatu pekerjaan dengan kondisi tertentu, setelah itu dapat dihitung produktivitasnya.
2. Mempelajari suatu jenis pekerjaan atau metode konstruksi yang masih baru dan belum mempunyai gambaran output yang jelas.
3. Perencanaan dan penjadwalan proyek.
4. Mencocokkan bila ada komplain mengenai target yang ketat.
5. Meneliti keterlambatan yang terjadi.
6. Mengamati efektivitas kerja untuk berbagai operasi yang membantu dalam menentukan upah dan insentif.

Dalam metode *Time Study* terdapat teknik pengukuran yang dapat dilakukan sesuai kondisi . Leonart (2015) Teknik pengukuran dalam metode *time study* terdiri dari dua cara yaitu sebagai berikut :

1. Teknik pengukuran langsung adalah pengukuran waktu kerja yang dilakukan secara langsung terhadap objek. Metode yang dipakai dalam teknik pengukuran langsung adalah jam henti dan *work sampling*.
2. Teknik pengukuran tidak langsung
Adalah pengukuran waktu kerja yang dilakukan melalui pendekatan tabel waktu baku.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Studi kasus dalam penelitian ini adalah pelaksanaan proyek Pembangunan Jalan Tol Ruas Pekanbaru – Padang di Seksi VI Pekanbaru – Bangkinang yang lokasinya berada di Kecamatan Rumbio Jaya, Desa Bukit Kratai, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Metode pengamatan dilakukan dengan cara *Time study*, yaitu pengamatan langsung di lapangan untuk memperoleh waktu siklus. Selain itu dalam penelitian juga membahas tentang faktor – faktor yang berpengaruh terhadap produktivitas.

Dalam metode penelitian ini menjelaskan tentang lokasi penelitian, alat yg digunakan di lapangan, teknik dan cara pengambilan data di lapangan, tahapan penelitian dan *flow chart* (bagan alir) penelitian.

4.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Ruas Pekanbaru – Padang Seksi VI Pekanbaru – Bangkinang STA 22 + 245 – STA 23+ 050 yang terletak di desa Rumbio jaya, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar seperti terlihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian yang terletak di kawasan perkebunan kelapa sawit

Dari Gambar 4.1 bisa dilihat bahwa lokasi penelitian pekerjaan terletak pada daerah perkebunan sawit di desa Rumbio Jaya, Kecamatan Tambang, Kabupaten Kampar.

4.3 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data di dalam penelitian ini didukung dengan menggunakan data primer dan data sekunder sebagai berikut :

1. Data primer

Data primer diperoleh dengan melakukan peninjauan langsung dan wawancara di lapangan yang bisa didapatkan melalui kontraktor, sub kontraktor, dan tenaga kerja. Data primer didapat dengan melakukan beberapa cara sebagai berikut :

a. Observasi Langsung di Lapangan.

Observasi bertujuan melakukan pengamatan langsung di lapangan menggunakan metode *Time Study*. Form tabel pengamatan alat berat dengan metode *time study* berbeda – beda untuk setiap alat berat. Pengamatan tersebut dilakukan untuk mendapatkan waktu siklus dan informasi seperti alat berat yang digunakan, data peta lokasi proyek, dan schedule pekerjaan.

b. Diskusi langsung di lapangan.

Teknik Pengumpulan data dengan diskusi langsung di lapangan dilakukan untuk memperoleh informasi permasalahan terkait faktor – faktor penyebab produktivitas di lapangan. Diskusi dilakukan dengan mengajukan beberapa pertanyaan kepada beberapa pihak terkait. Pertanyaan yang diajukan kepada narasumber disusun berdasarkan form yang telah dipersiapkan terlebih dahulu.

Adapun form pengamatan waktu siklus dan form pertanyaan yang akan digunakan untuk mendapatkan data pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Form Pengamatan Waktu Siklus

Nama Alat		: Excavator				
Kontraktor		:				
Kapasitas Bucket		:				
Waktu Kerja		:				
Jam Kerja		:				
No	Siklus	Waktu Gali T1 (detik)	Waktu Putar Isi T2 (detik)	Waktu Buang T3 (detik)	Waktu Putar Kosong T4 (detik)	Jumlah
1	Ke – 1					
2	Ke – 2					
3	Ke – 3					
4	Ke – 4					
5	Ke – 5					
6	Ke – 6					
7	Ke – 7					
8	Ke – 8					
9	Ke – 9					
10	Ke – 10					
11	Ke – 11					
12	Ke – 12					
13	Ke – 13					
14	Ke – 14					
Total						
Rata –rata						

Pada Tabel 4.1 Dapat dilihat salah satu contoh form pengamatan waktu siklus alat berat di lapangan. Form pengamatan untuk tiap alat yang akan diteliti berbeda dengan menyesuaikan setiap alat berat yang digunakan. Selanjutnya untuk form pertanyaan terkait faktor penyebab yang diajukan pada narasumber dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Form Pertanyaan Faktor Penyebab Produktivitas Alat Berat

No	Kontraktor / Sub Kontraktor	Teknisi Laborat	Operator Alat Berat
1	Kapan awal mula pekerjaan penghamparan agregat dilakukan ?	Kapan awal mula pekerjaan penghamparan agregat dilakukan ?	Apa jenis alat berat yang digunakan operator di lapangan ?
2	Apa saja alat berat yang digunakan pada saat penghamparan material agregat untuk pekerjaan base A di STA 22 – STA 23?	Apa jenis material yang digunakan untuk pekerjaan base A di STA 22 - 23 ?	Berapa jarak yang ditempuh dump truck untuk mengangkut material ke lokasi pekerjaan?
3	Berapa jarak pengangkutan material menuju lokasi pekerjaan di STA 22 - STA 23 ?	Apa faktor yang menjadi kendala sehingga mempengaruhi pekerjaan penghamparan material base A (produktivitas) di STA 22 – 23 ?	Berapa jumlah alat berat yang digunakan ?
4	Apa faktor yang menjadi kendala sehingga mempengaruhi pekerjaan penghamparan material base A (produktivitas) di STA 22 – 23 ?	Bagaimana cara mengatasi kendala tersebut ?	Bagaimana kondisi medan pekerjaan yang dilalui ?

Tabel 4.2 (Lanjutan)

5	Bagaimana cara mengatasi kendala tersebut ?		Apa kendala pada saat mengoperasikan alat berat ?
6			Bagaimana cara mengatasi kendala tersebut ?

2. Data sekunder

Data sekunder didapat dari instansi yang bersangkutan. Biasanya data yang diperoleh berupa data laporan dan dokumentasi yang telah tersedia. Data sekunder yang diperlukan seperti :

- a. Data spesifikasi alat berat
- b. Data kontrak
- c. Jumlah volume material.

4.4 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian merupakan langkah – langkah yang dilakukan mulai dari awal sampai akhir untuk menyelesaikan penelitian. Dalam tahapan penelitian menyajikan garis besar alur penelitian yang dilakukan. Hal ini dilakukan agar penelitian berjalan lancar dan terarah. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Mulai

Mulai adalah tahap awal dalam melakukan penelitian. Tahap ini dilakukan sebelum melakukan kegiatan seperti mencari judul penelitian yang akan dilakukan.

2. Tahap Persiapan

Tahap persiapan adalah langkah yang perlu dilakukan dalam penelitian tugas akhir seperti mempersiapkan gambaran tentang penelitian yang dilakukan

berdasarkan judul yang sudah ditentukan. Kemudian mencari permasalahan pada judul dan menentukan lokasi penelitian.

3. Studi Literatur.

Studi literatur dilakukan untuk menentukan metode penelitian, teknik pengumpulan data, serta analisa pengolahan data. Studi literatur didapat melalui

referensi penelitian sebelumnya, buku, jurnal, dan lain – lain.

4. Pengumpulan Data

Dalam mengumpulkan data terdapat dua cara yaitu observasi pengamatan langsung di lapangan dan diskusi dengan pihak – pihak terkait.

5. Pengolahan Data

Pada saat pengumpulan data sudah dilakukan, kemudian dilakukan pengolahan data yang telah di dapatkan di lapangan. Pengolahan data bertujuan untuk mendapatkan gambaran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

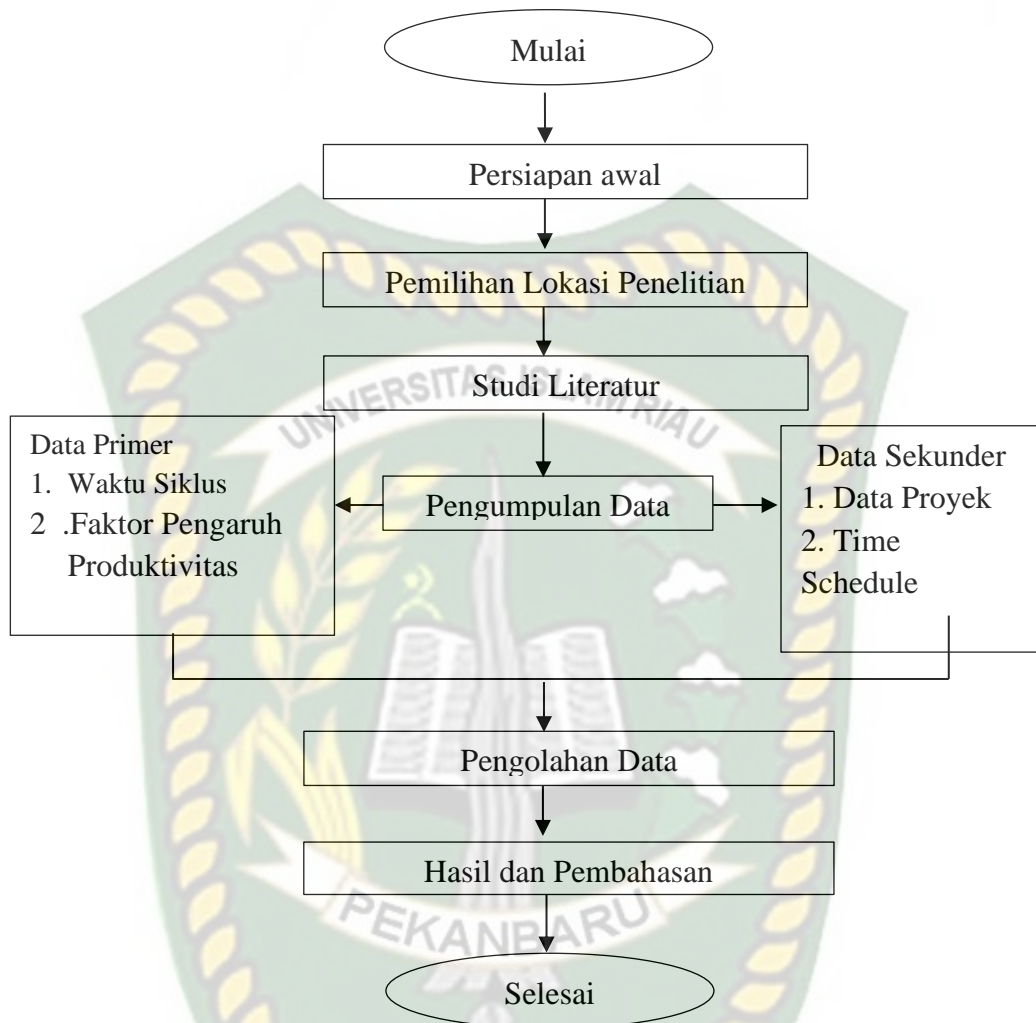
6. Hasil dan Pembahasan

Tahap ini menjelaskan hasil – hasil yang didapat dari penelitian dalam bentuk tabel. Hal ini bertujuan untuk memudahkan dalam memahami isi hasil penelitian.

7. Kesimpulan dan Saran

Hasil yang sudah ada dan yang telah dibahas kemudian disimpulkan kemudian memberikan saran terhadap hasil penelitian.

Tahapan penelitian yang dilakukan kemudian digambarkan dalam bentuk bagan alir seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Bagan Alir

4.5 Cara Analisis Data

Analisis data adalah proses pengolahan terhadap data yang telah dikumpulkan. Analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis menyangkut tentang produktivitas alat berat pada pekerjaan penghamparan material agregat. Setelah mendapatkan semua data yang diperlukan, proses selanjutnya yaitu pengolahan data dengan cara perhitungan manual. Adapun cara dalam analisis data adalah sebagai berikut :

1. Menentukan Volume pekerjaan

Dalam menentukan volume pekerjaan dapat dihitung dengan menggunakan rumus volume persegi panjang. Hal ini dilakukan karena tidak adanya nilai volume pasti pada pekerjaan.

2. Menghitung waktu siklus .

Setelah data waktu siklus di lapangan telah dikumpulkan. Kemudian dilakukan penjumlahan untuk mencari rata – rata waktu siklus setiap alat berat. Data yang dikumpulkan dalam bentuk tabel kemudian dianalisis menggunakan program *Microsoft excel*

3. Menentukan Hasil Kapasitas Produktivitas Alat Berat

Setelah data volume dan jumlah alat berat didapatkan. Kemudian hasil dihitung menggunakan persamaan yang sudah ditentukan sesuai dengan alat berat yang ditinjau. Pada alat berat *Motor Grader*, untuk mencari produktivitasnya menggunakan Persamaan 3.1. Untuk mencari produktivitas alat berat *Dump Truck* menggunakan Persamaan 3.3 sampai dengan Persamaan 3.8. Untuk alat berat *vibrator roller* dalam menghitung produktivitasnya dapat menggunakan Persamaan 3.11.

4. Membuat Tabel dan Grafik Perbandingan

Setelah masing – masing nilai produktivitas alat berat didapatkan. Kemudian, hasil tersebut di masukkan ke dalam bentuk tabel dan grafik. Hal ini dilakukan agar perbandingan produktivitas alat dapat terlihat.

5. Menjabarkan Faktor – faktor Penyebab Produktivitas

Diskusi dan tanya jawab yang dilakukan di lapangan dengan beberapa pihak terkait kemudian dirangkum dan dijelaskan. Faktor penyebab yang diambil adalah faktor penyebab yang memiliki pengaruh paling dominan pada saat pekerjaan penghamparan material agregat. Penjabaran faktor – faktor penyebab dilakukan berdasarkan fakta di lapangan.

6. Kesimpulan

Setelah hasil produktivitas dan faktor – faktor penyebab telah dianalisa, kemudian di rangkum menjadi beberapa kesimpulan. Kesimpulan diambil dari garis besar hasil penelitian.

7. Saran

Saran dari penelitian ini bertujuan untuk memberikan masukan atau solusi opsi lain yang bersifat membangun.



BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Prinsip dasar perhitungan produktivitas alat berat adalah menghitung produksi alat berat (m^3) kemudian dapat ditentukan jumlah alat berat yang digunakan serta faktor – faktor penyebab Pada proyek pembangunan Jalan To Ruas Pekanbaru – Padang Seksi VI Pekanbaru – Bangkinang. Lokasi pekerjaan jalan tol seksi VI Pekanbaru – Bangkinang dapat dilihat pada Gambar 5.1



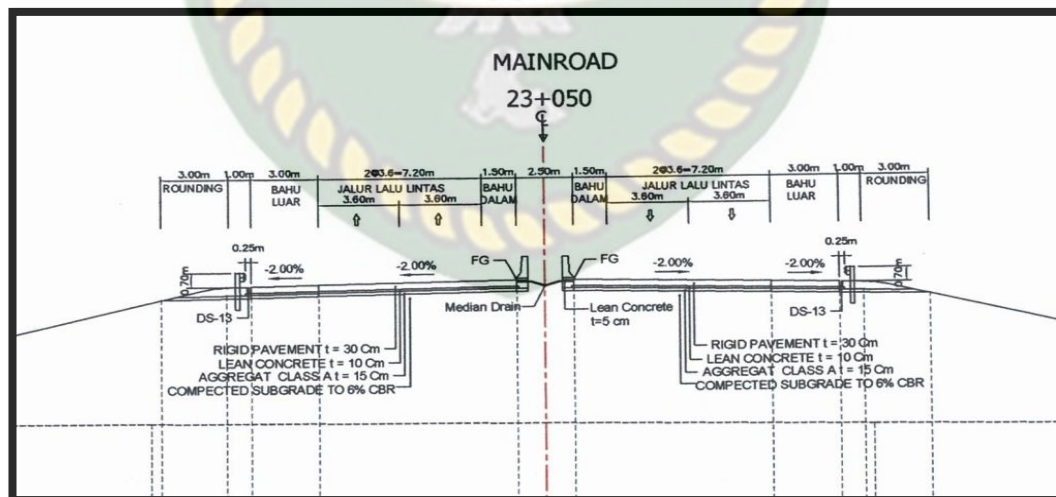
Gambar 5.1 Lokasi Jalan Tol Seksi VI Pekanbaru Bangkinang (Dok. HKi 2020)

Pada Gambar 5.1 dapat dilihat awal mula pekerjaan jalan tol seksi VI Pekanbaru – Bangkinang sepanjang 40 Km dimulai dari STA 0+000 – STA 40+000 dan dibagi menjadi 2 zona. Zona 1 dimulai dari STA 0+000 – STA 10+000, sedangkan zona 2 dimulai dari STA 10+000 – STA 40+000.

Pada Gambar 5.1 dapat dilihat awal mula pekerjaan jalan tol seksi VI Pekanbaru – Bangkinang sepanjang 40 Km dimulai dari STA 0+000 – STA 40+000 dan dibagi menjadi 2 zona. Zona 1 dimulai dari STA 0+000 – STA 10+000, sedangkan zona 2 dimulai dari STA 10+000 – STA 40+000.

Pekerjaan Pembangunan Jalan Tol Ruas Pekanbaru – Padang Seksi VI Pekanbaru – Bangkinang termasuk dalam Proyek Strategis Nasional (PSN) dengan nomor kontrak pekerjaan yaitu DPBJT/FE.844B/S.Perj.11/III/2019 memiliki nilai kontrak dengan jumlah sebesar Rp. 3.503.734.500.000 (Tiga Triliun Lima Ratus Tiga Miliar Tujuh Ratus Tiga Puluh Empat Juta Lima Ratus Ribuh Rupiah). Lokasi dari pekerjaan jalan tol ini berada di Desa Rumbio Jaya, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Waktu pelaksanaan sesuai kontrak pekerjaan adalah 730 hari kalender dan kontraktor pelaksana yang ditunjuk dalam pekerjaan ini adalah PT. Utama Karya Infrastruktur (Hki).

Lokasi yang ditinjau pada pekerjaan penghamparan material agregat adalah STA 22 + 425 – STA 23 + 060. Untuk pekerjaan penghamparan material agregat volume yang diperlukan mengacu pada rencana *Main Road* STA 23 seperti pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Tipikal *Main Road* STA 23 (HKi,2020)

Pada Gambar 5.2 dapat dilihat bahwa untuk tebal agregat kelas A adalah 0,15m. lebar badan jalan 23,4m. dan jarak STA 23 adalah 1Km atau 1000 m. untuk volume pekerjaan penghamparan material agregat dapat dihitung dengan menjumlahkan tebal, lebar jalan, dan jarak jalan. Hasil penjumlahan tersebut maka

5.2 Identifikasi Proses Pekerjaan Penghamparan Material Agregat

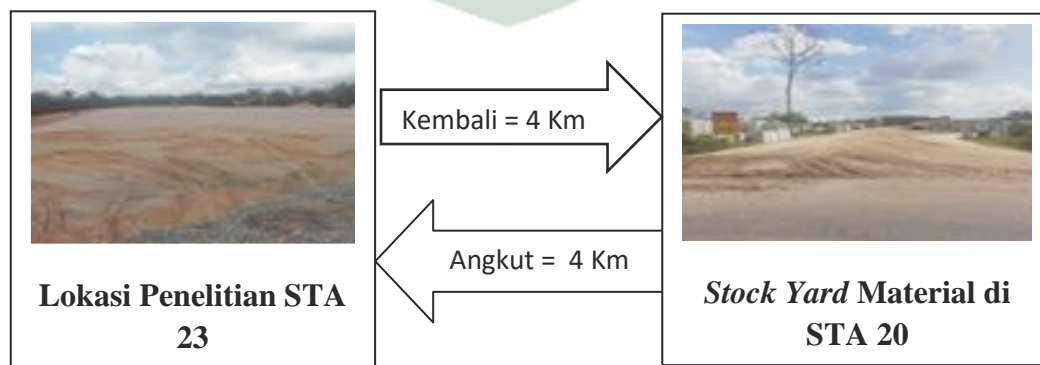
Dalam pelaksanaan pekerjaan penghamparan material agregat untuk pekerjaan Base di STA 23 dibutuhkan bantuan tenaga alat berat sebagai pendukung dalam melakukan pekerjaan. Pada saat pengamatan alat berat yang digunakan di lapangan adalah *Excavator* sebagai alat pemuat, *Dump Truck* untuk alat angkut, *Motor Grader* sebagai alat hampar material, dan *Vibrator Roller* sebagai alat pemadat. Alur dalam pekerjaan penghamparan agregat melalui beberapa proses, yaitu :

1. Pengangkutan material dari stock yard ke lokasi pekerjaan dan pembongkaran material di lokasi pekerjaan
2. Proses penghamparan agregat menggunakan alat berat *Motor Grader*
3. Proses pemadatan agregat yang telah terhampar menggunakan alat berat *Vibrator Roller*.

Proses kegiatan pekerjaan penghamparan agregat adalah sebagai berikut :

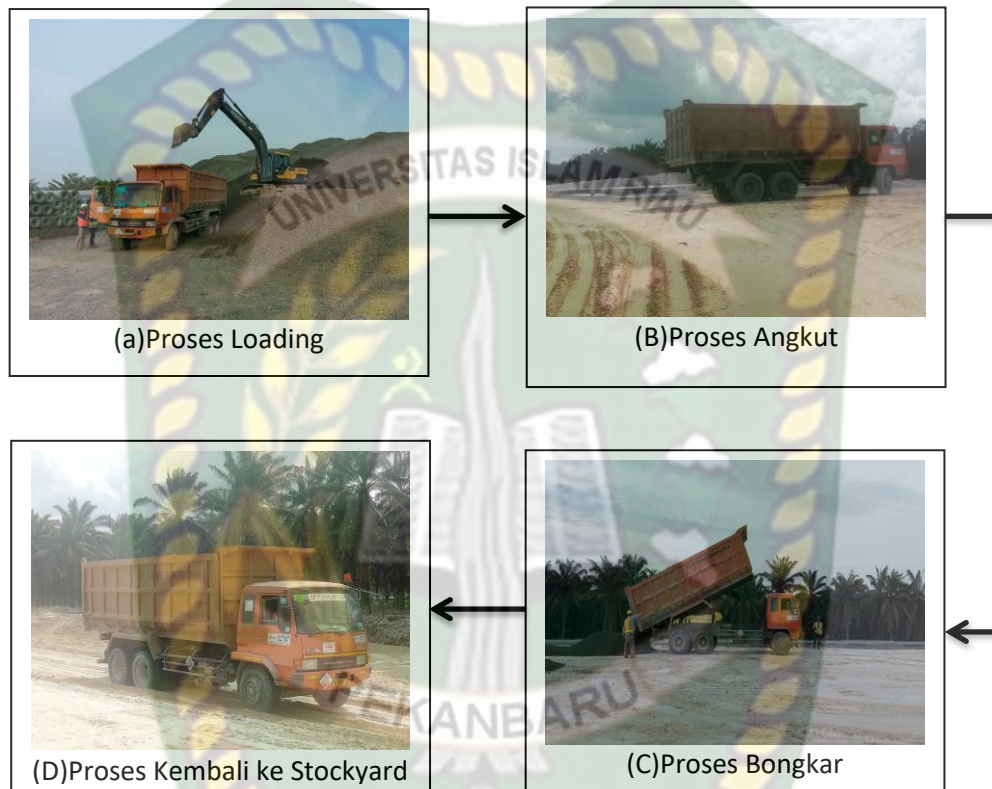
1. Pengangkutan material dari *stock yard* ke lokasi pekerjaan.

Pengangkutan material dari *stock yard* ke lokasi pekerjaan dilakukan dengan menggunakan alat berat dump truck dengan jarak angkut 4km dan material yang diangkut berupa batuan kerikil seperti pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Lokasi penelitian dan *Stockyard* (2020)

Pada Gambar 5.3 dapat dilihat bahwa tempat penyimpanan material agregat berada di STA 20 dan lokasi penelitian berada di STA 23. Jarak dari *stockyard* menuju lokasi penelitian. Untuk proses pengangkutan material agregat dapat dilihat pada gambar 5.4



Gambar 5.4 Proses pengangkutan material agregat (Dokumentasi,2020)

Pada gambar 5.4 dapat dilihat bagaimana proses pengangkutan material agregat yang diangkut dari stockyard menuju lokasi pekerjaan. Pada Gambar 5.4 (A) Sebelum pengangkutan dilakukan tahapan pengisian *bucket dump truck* atau loading. Tahap ini dilakukan dengan dua alat yaitu *dump truck* dan *excavator*. *Dump truck* yang digunakan di lapangan memiliki kapasitas bucket lebih dari 14m³. Sedangkan, bucket *excavator* memiliki kapasitas bucket 0,8 m³. Tahapan loading dilakukan dengan melakukan pengisian bucket *excavator* kemudian diangkut dan dimasukkan ke dalam *bucket dump truck* sebanyak 14m³. Setelah proses pengisian *bucket/loading* selesai

dilakukan kemudian dilakukan tahapan pengangkutan seperti pada Gambar 5.4 (B). Pada proses pengangkutan, kecepatan dump truck adalah 40 Km/jam. Kecepatan dump truck dan medan perjalanan perlu diperhatikan agar pada saat pengangkutan material yang dibawa tidak terjatuh dan juga mengurangi risiko kecelakaan kerja. Setelah *dump truck* telah sampai di lokasi pekerjaan dilakukan proses bongkar material. Proses pembongkaran material dilakukan dengan 2 teknik pelaksanaan. Pertama material dibongkar dan diletakkan pada satu titik. Kedua, material dibongkar dan diletakkan menjadi beberapa titik seperti pada Gambar 5.4 (C) . Pada Gambar 5.4 (D) Setelah proses bongkar material selesai dilakukan maka selanjutnya dump truck kembali ke *stockyard*. Kecepatan *dump truck* pada saat muatan kosong adalah 60 km/jam.

2. Proses penghamparan agregat menggunakan *Motor Grader*

Setelah proses pembongkaran material, kemudian dilakukan proses penghamparan material. Tahap persiapan, pada tahap ini sebelum penghamparan dilakukan terlebih dulu persiapan alat berat yang harus tersedia dan tidak jauh dari lokasi pekerjaan. Jika alat berat sudah siap, selanjutnya mesin *motor grader* dinyalakan untuk beberapa saat dengan interval waktu sekitar 2 – 5 menit. Setelah dinyalakan, alat berat kemudian di posisikan pada area pekerjaan. Proses pekerjaan penghamparan material agregat dapat dilihat pada Gambar 5.5.

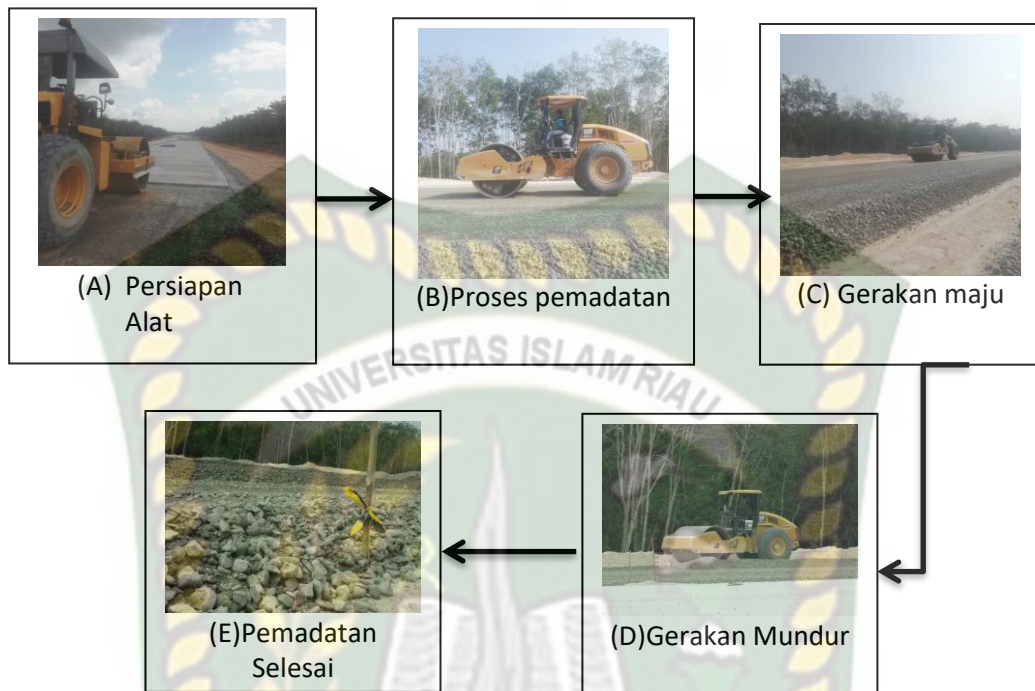


Gambar 5.5 Proses penghamparan material agregat (Dokumentasi,2020)

Pada Gambar 5.5 dapat dilihat proses pekerjaan penghamparan material agregat untuk base. Pada Gambar 5.5 (A) *motor grader* berada pada posisi area pekerjaan, kemudian bergerak maju dan menurunkan *blade* untuk menghamparkan agregat. Lebar *blade* pada *motor grader* yang digunakan di lapangan adalah 3,7m. dan lebar overlap 0,3 m. kecepatan motor grader pada saat menghampar agregat adalah 5 Km/jam. Selanjutnya pada Gambar 5.5 (B) *Motor grader* bergerak maju untuk menghampar, kemudian bergerak mundur untuk melakukan *passing* (lintasan) selanjutnya. *Passing* (lintasan) adalah gerak maju mundur dari *motor grader* dalam satu kali gerakan. Kecepatan mundur dari *motor grader* adalah 10 Km/jam. Pada saat proses penghamparan, motor grader mengarahkan material ke setiap area hamparan hingga tertutupi sepenuhnya. Selain menghampar agregat material, *blade* pada *motor grader* berfungsi untuk meratakan permukaan area yang telah terhampar seperti pada Gambar 5.5 (C). pada proses terakhir motor grader melakukan perataan yang dilakukan dengan maksud untuk mencapai keseragaman elevasi area permukaan. Elevasi dari lapisan base sudah ditentukan pada perencanaan jalan tol yaitu 15 cm seperti pada Gambar 5.5 (D). Setelah tercapai elevasi yang diinginkan kemudian dilakukan kegiatan pemadatan menggunakan alat pemadat *Vibrator Roller*.

3. Proses pemadatan agregat menggunakan *Vibrator Roller*.

Setelah agregat material telah terhampar dan diratakan menggunakan *motor grader*, kemudian dilakukan persiapan pemadatan menggunakan alat berat *Vibrator Roller*. Proses pekerjaan pemadatan dapat dilihat pada Gambar 5.6



Gambar 5.6 Proses pemadatan material agregat (Dokumentasi,2020)

Pada Gambar 5.6 dapat dilihat proses pekerjaan pemadatan material agregat menggunakan alat *vibrator roller*. Pada Gambar 5.6 (A) adalah tahap persiapan, dilakukan dengan mengatur posisi alat berat ke area yang akan dipadatkan. Setelah itu mesin dari *vibrator roller* dinyalakan dengan interval waktu kurang lebih 2 – 5 menit. Pada Gambar 5.6 (B) setelah alat telah siap, *vibrator roller* kemudian bergerak maju dengan kecepatan 2 Km/jam. kecepatan maju *vibrator roller* cenderung sangat lambat, hal ini bertujuan agar agregat menjadi padat secara optimal. Sambil bergerak maju, *vibrator roller* operator dari juga menyalakan fungsi getar pada alat pemadat. Fungsi getar ini bertujuan untuk memadatkan agregat agar tidak terdapat celah – celah sehingga material menjadi padat dengan optimal seperti pada Gambar 5.6 (C). Pada Gambar 5.6 (D) *vibrator roller* bergerak maju, *vibrator roller* juga bergerak mundur dengan kecepatan mundur 2,5 Km/jam. saat bergerak mundur operator *vibrator roller* menyalakan fungsi getar pada alat pemadat dengan tujuan untuk memadatkan agregat agar tidak terdapat celah – celah

sehingga material menjadi padat dengan optimal. Satu kali gerak maju mundur pada *vibrator roller* dihitung menjadi 1 siklus (1 passing). Terakhir pada Gambar 5.6 (E) proses pemadatan dilakukan hingga agregat mencapai elevasi yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan yaitu 15 cm untuk tebal lapisan base.

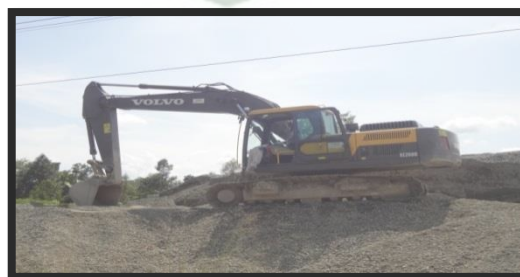
5.3 Hasil Analisa Produktivitas Alat Berat

Dalam penelitian ini volume pekerjaan pada pekerjaan penghamparan material agregat adalah 3510 m³ yang terdiri dari batu kerikil berukuran 2/3, 1/2, 1, dan abu batu sesuai dengan *JMF (Job Mix Formula)* yang telah ditentukan. Alat berat yang digunakan pada pekerjaan penghamparan material ini adalah *Excavator* sebagai alat gali dan pemuat material, *Dump truck* sebagai alat angkut, *Motor Grader* sebagai alat hampar dan meratakan, *Vibrator Roller* sebagai alat pemadat. Waktu siklus alat berat diperoleh dari pengamatan durasi waktu di lapangan dengan menggunakan metode *time study* dan waktu jam kerja adalah selama 8 jam/hari.

Setelah semua data waktu siklus telah didapat, selanjutnya pengolahan data dilakukan untuk mengetahui hasil penelitian. Analisa produktivitas alat berat pada penghamparan material agregat pada STA 23 adalah sebagai berikut :

5.3.1 Hasil Analisa Produktivitas *Excavator*

Dalam pekerjaan penghamparan material agregat, *excavator* digunakan sebagai alat pemuat material ke dalam bak penampung *dump truck*. *Excavator* yang digunakan seperti pada Gambar 5.7.



Gambar 5.7 *Excavator* Volvo EC200D (2020)

Pada Gambar 5.7 dapat dilihat excavator yang digunakan di lapangan. *Excavator* yang digunakan di lapangan adalah *excavator* Volvo tipe EC200D. kapasitas bucket *excavator* adalah 0,8 m³. Untuk spesifikasi dari *excavator* Volvo EC200D dapat dilihat pada Tabel 5.1

Tabel 5.1 Spesifikasi Excavator Volvo EC200D(2020)

Excavator Volvo EC200D		
Description	Unit	
Bucket	m ³	0,8
Boom	m	5,7
Arm	m	5,9

Pada Tabel 5.1 dapat dilihat kapasitas bucket (ql) adalah 0,8 m³, boom excavator memiliki panjang 5,7 m, dan panjang lengan/arm adalah 5,9 m. Dalam satu siklus pekerjaan, excavator memiliki empat gerakan (kegiatan). Mulai dari kegiatan waktu gali (T1), waktu putar isi (T2), waktu buang (T3), dan waktu putar kosong (T4). Dengan menggunakan metode *time study* dan observasi, maka didapatkan waktu dari tiap kegiatan mulai dari T1, T2, T3, dan T4 yang dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Waktu Siklus Excavator

No	Kegiatan	Waktu (Detik)
T1	Waktu Muat	4,5
T2	Waktu Putar isi	3,71
T3	Waktu Buang	3,21
T4	Waktu Putar Kosong	3,71
Total		15,13

Pada Tabel 5.2 dapat dilihat rata – rata dari nilai waktu siklus dari tiap kegiatan excavator mulai dari T1, T2, T3, dan T4 .Sehingga waktu siklus dari alat berat *excavator* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Ct &= T1 + T2 + T3 + T4 \\
 &= 4,5 + 3,71 + 3,21 + 3,71 \\
 &= 15,13 \approx 16 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisa, waktu siklus yang diperoleh adalah 16 detik dan untuk penjabaran waktu siklus dapat dilihat pada Lampiran B-2. Selanjutnya, untuk faktor bucket (F_b) dapat dilihat dari Tabel 3.3. Nilai faktor bucket yang diambil adalah nilai maksimum 0,9 dengan material yang diangkut adalah batu pecah sempurna. Faktor efisiensi alat (F_a) dapat dilihat dari Tabel 3.2. Nilai dari faktor efisiensi yang diambil adalah 0,83. Setelah instrumen untuk menghitung nilai produktivitas didapatkan, kemudian dapat dilakukan analisa produktivitas excavator dengan menggunakan Persamaan 3.1:

Produktivitas Per jam

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{(V \times F_b \times F_a \times 3600)}{T_s \times F_v} \\
 &= \frac{(0,8 \times 0,9 \times 0,83 \times 3600)}{16 \times 0,7} \\
 &= 192,085 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Hasil dari analisa produktivitas per jam didapat nilai sebesar 192,085 m³/jam. Karena waktu pekerjaan yang ditetapkan di lapangan adalah 8 jam/hari maka analisa produktivitas *excavator* dalam satu hari adalah sebagai berikut :

Site *out put* per hari (Waktu kerja 8 jam/hari)

$$\begin{aligned}
 &= 8 \times 192,085 \\
 &= 1536,08 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Dari hasil analisa, nilai dari produktivitas alat berat *excavator* dalam satu hari adalah 972 m³/jam. Setelah nilai produktivitas *excavator* didapat, kemudian dilakukan analisa produktivitas alat berat *dump truck*.

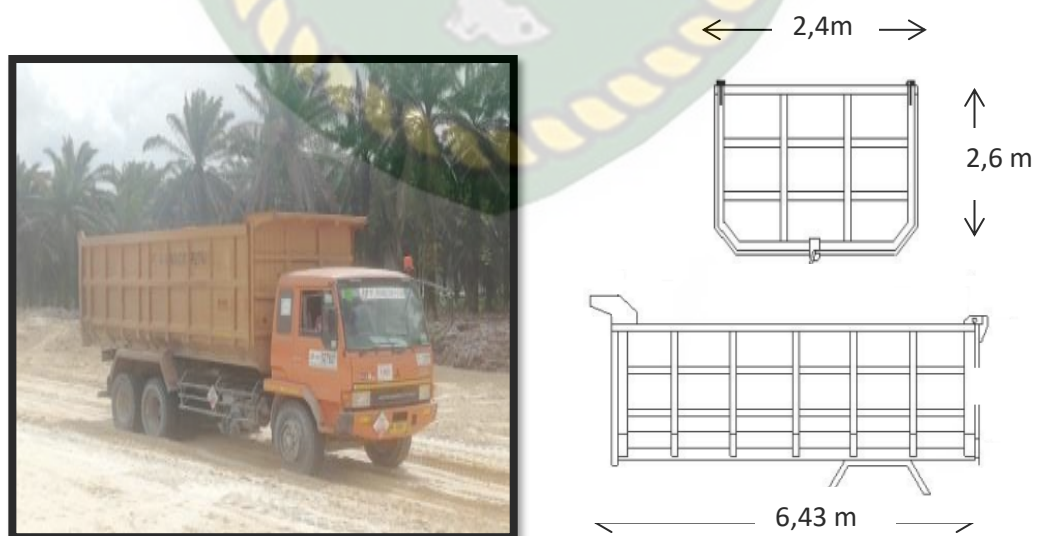
5.3.2 Hasil Analisa Produktivitas *Dump Truck*

Dalam pekerjaan penghamparan material agregat ini, *dump truck* digunakan sebagai alat angkut material dari *stockyard* menuju lokasi penelitian dengan jarak angkut sejauh 4 Km (4000 m). Untuk spesifikasi alat berat *dump truck* dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Spesifikasi Alat Berat *Dump Truck* (www.ktbfuso.co.id 2020)

MITSUBISHI FUSO 6X4		
Model	Satuan	
Panjang keseluruhan	Mm	8.475
Lebar keseluruhan	Mm	2.455
Tinggi keseluruhan	Mm	2.683
Berat G V W	Kg	26.000
Kecepatan Maximum	Km/jam	74
Kapasitas Bucket	m ³	14

Pada Tabel 5.3 dapat dilihat spesifikasi alat berat *dump truck* merek *Mitsubishi FUSO 6x4* mulai dari penggerak sampai kapasitas pengemudi. Untuk Spesifikasi bak penampung *dump truck* dapat dilihat pada Gambar 5.8



Gambar 5.8 *Dump truck* di lapangan dan dimensi bak penampung (2020)

Pada Gambar 5.8 dapat dilihat jenis *dump truck* yang digunakan di lapangan dan dimensi bak penampung *dump truck*. Dimensi bak penampung *dump truck* memiliki tinggi 2,6 m, lebar bak, 2,4 m, dan panjang keseluruhan bak penampung adalah 6,43 m.

Volume bak penampung adalah 40 m³ dan pada Tabel 5.1 kapasitas bak penampung sebesar 26.000 Kg atau setara dengan 26 m³, sedangkan berdasarkan wawancara di lapangan *dump truck* hanya diizinkan untuk membawa material agregat dengan berat 14 m³. Hal ini dilakukan karena jika bak penampung terisi penuh, dikhawatirkan akan terjadi pembuangan material yang sia – sia akibat terjatuh saat proses pengangkutan menuju lokasi pekerjaan. Maka dari itu untuk faktor efisiensi alat yang diambil sesuai dengan Tabel 3.2 adalah kategori baik dengan nilai koefisien 0,75. Pada saat proses loading atau pengisian bak penampung, *dump truck* di bantu dengan menggunakan alat berat *excavator*. *Excavator* yang digunakan di lapangan adalah *excavator* seperti pada Gambar 5.9.



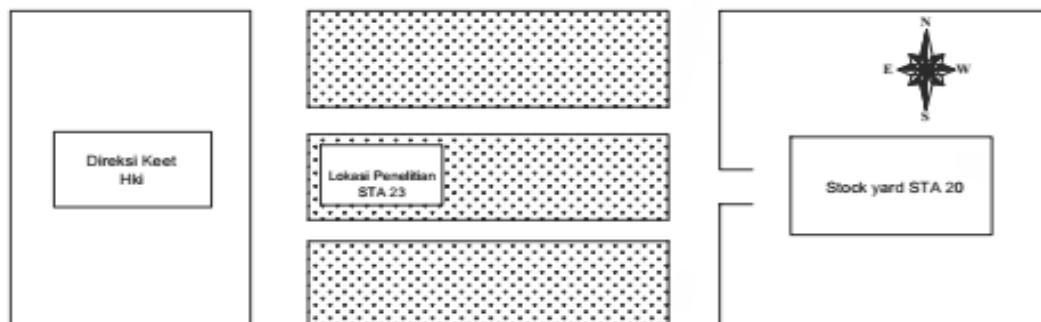
Gambar 5.9 Proses loading *dump truck* menggunakan *excavator* (2020)

Pada Gambar 5.9 dapat dilihat proses pengisian bak penampung menggunakan *excavator*. *Excavator* yang digunakan di lapangan adalah *excavator* dengan jenis Volvo EC200D. Spesifikasi dari alat berat *excavator* Volvo EC200D dapat dilihat pada Tabel 5.1. Berdasarkan wawancara di lapangan bahwa kapasitas bucket yang diambil adalah 0,8 m³. Untuk faktor pengisi bucket diambil dari

Tabel 3.3 yaitu 0,9 dengan pertimbangan untuk mendapatkan nilai maksimum dengan kategori material batu pecah sempurna.

Pada proses loading atau muat material dalam penelitian ini, waktu siklus tidak alat berat tidak dianalisis. Hal ini disebabkan karena penentuan waktu muat material dilakukan dengan cara pengamatan langsung di lapangan secara *real time* menggunakan alat bantu ukur waktu *stopwatch*. Setelah proses loading atau muat material selesai, selanjutnya dilakukan pengangkutan material menuju lokasi pekerjaan. Berdasarkan wawancara dan diskusi dengan operator *dump truck*, kecepatan rata – rata *dump truck* dalam kondisi material terisi sebanyak 14 m³ adalah 40 Km/jam. Saat *dump truck* telah sampai di lokasi pekerjaan kemudian dilakukan proses pembongkaran material. Pembongkaran material di lakukan di area yang akan dihamparkan. Setelah proses pembongkaran material selesai dilakukan, kemudian *dump truck* kembali ke *stockyard* untuk memuat material kembali. Berdasarkan wawancara dan diskusi dengan operator di lapangan, kecepatan *dump truck* pada saat muatan kosong adalah 60 Km/jam. Setelah semua proses telah dilakukan didapatkan data sebagai berikut :

1. Waktu muat *dump truck* menggunakan bantuan alat *excavator* tidak dianalisis karena prosesnya dilakukan dengan cara pengamatan langsung secara *real time* di lapangan menggunakan *stopwatch*. Rata – rata waktu muat *dump truck* yang di dapatkan di lapangan adalah (T1) 2,17 menit dan lebih lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran – B3.
2. Waktu angkut *dump truck* dari *stockyard* menuju lokasi penelitian dengan jarak angkut (D) adalah 4 Km seperti pada Gambar 5.10 sebagai berikut :



Gambar 5.10 Jarak *stockyard* menuju lokasi penelitian (2020)

Pada Gambar 5.10 dapat dilihat bahwa *stockyard* berada pada STA 20 dan lokasi penelitian berada pada STA 23 sehingga jarak angkut *dump truck* adalah 4 Km atau 4000 m dan kecepatan rata – rata *dump truck* dalam keadaan terisi berdasarkan wawancara dan diskusi dengan operator adalah (V1) 40 Km/jam atau 40.000 m/jam. waktu angkut *dump truck* dari *stockyard* menuju lokasi adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} T2 &= \frac{Dx 1000}{V1x 1000} \\ &= \frac{4 x 1000}{40 x 1000} \\ &= 0,1 \text{ jam} = 6 \text{ menit} \end{aligned}$$

3. Waktu bongkar material didapat dengan menggunakan alat bantu *stopwatch* dan dilakukan berdasarkan pengamatan langsung di lapangan secara *real time* sehingga waktu bongkar material adalah (T3) 0,63 menit dan lebih lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran – B3.
4. Waktu kembali *dump truck* dari lokasi penelitian menuju *stockyard* memiliki jarak yang sama yaitu (D) 4 Km atau 4000m dan kecepatan rata - rata *dump truck* dengan muatan kosong berdasarkan wawancara dan diskusi dengan operator adalah 60 Km/jam atau 60.000 m/jam. Sehingga waktu kembali *dump truck* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} T4 &= \frac{Dx 1000}{v2 x 1000} \\ &= \frac{4 x 1000}{60 x 1000} \\ &= 0,06 \text{ jam} = 4 \text{ menit} \end{aligned}$$

Setelah seluruh rata – rata waktu dari kegiatan *dump truck* mulai dari loading sampai dengan *dump truck* kembali ke *stockyard* dapat dilihat pada Tabel 5.4

Tabel 5.4 Waktu siklus *dump truck*

No	Kegiatan	Waktu (menit)
T1	Waktu Muat	2.17
T2	Waktu Angkut	6
T3	Waktu Bongkar	0,63
T4	Waktu Kembali	4
Total		12,8

Pada Tabel 5.4 dapat dilihat waktu dari setiap kegiatan alat berat *dump truck* mulai dari waktu muat (T1) sampai dengan waktu kembali (T4). Sehingga waktu siklus dari *dump truck* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Siklus (Ct)} &= T1 + T2 + T3 + T4 \\
 &= 2,17 + 6 + 0,63 + 4 \\
 &= 12,8 \text{ menit} \approx 13 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Setelah waktu siklus rata – rata *dump truck* didapatkan yaitu sebesar (Ct) 13 menit dan untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran – B3. Kemudian dilakukan analisa produksi *dump truck* per siklus. Sebelumnya telah diketahui bahwa kapasitas bak penampung *dump truck* (C) adalah 14 m³ dan faktor koreksi pengisi bucket (K) berdasarkan Tabel 5.3 adalah 0,9, maka produksi per siklus (q) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas per siklus (q)} &= C \times k \\
 &= 14 \times 0,9 \\
 &= 12,6 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Produksi per siklus *dump truck* yang telah dianalisis adalah 12, 6 m³. selanjutnya adalah menghitung waktu produksi per jam *dump truck*. Analisa produksi per jam menggunakan Persamaan 3.3. Sebelumnya telah diketahui bahwa waktu siklus *dump truck* (Ct) adalah 13 menit dan faktor efisiensi yang diambil berdasarkan Tabel 3.2 adalah (E) 0,83 karena melihat kondisi alat langsung di lapangan. Maka analisa produksi per jam *dump truck* (Q) adalah sebagai berikut :

Produktivitas Per Jam

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{q \times 60 \times E}{Cm} \\
 &= \frac{12,6 \times 60 \times 0,83}{13} \\
 &= 48,267 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisa, didapatkan nilai hasil produktivitas alat berat dump truck per jam adalah 43,62 m³/jam. Karena jam kerja yang ditetapkan adalah 8 jam/hari, maka untuk menghitung *out put* pekerjaan per hari adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Site out put per hari (1 hari 8 jam)} \\
 &= 8 \times Q \\
 &= 8 \times 48,267 \\
 &= 386,141 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisa, produktivitas alat berat *dump truck* dengan waktu kerja selama 8 jam/hari maka didapat nilai produktivitasnya sebesar 348,96 m³/hari. Selanjutnya untuk jumlah alat berat *dump truck* di lapangan dilakukan dengan membagi kapasitas produktivitas per jam yaitu 43,62 m³/jam dengan lama waktu kerja yaitu 8 jam.

5.3.3 Hasil Analisa Produktivitas *Motor Grader*

Dalam penelitian ini, alat berat yang digunakan untuk menghampar material agregat pada pekerjaan base adalah alat berat *motor grader*. Jenis dari motor grader yang digunakan di lapangan adalah motor grader dengan jenis Trakindo CAT 120K seperti pada Gambar 5.11.



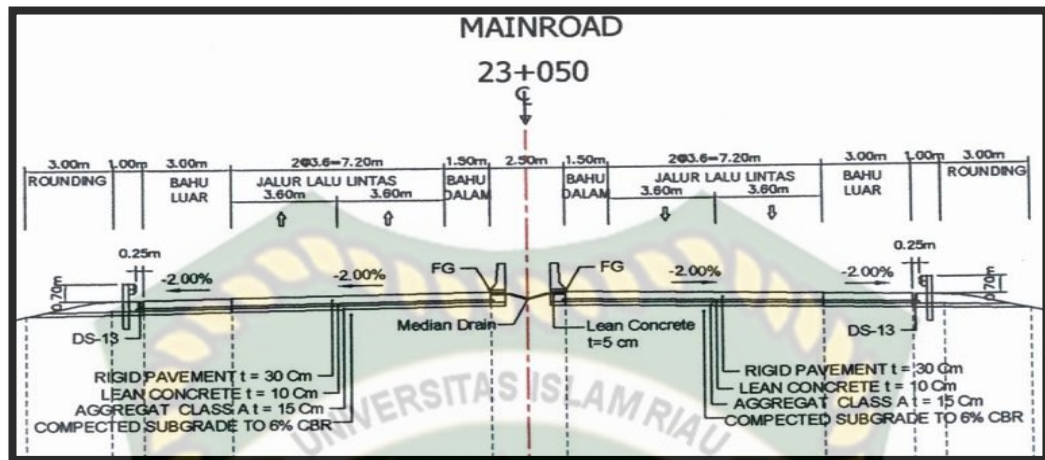
Gambar 5.11 Motor Grader Trakindo CAT 120K (Dok. Lapangan 2020)

Motor grader yang di lapangan digunakan sebagai alat untuk membuat badan jalan, membentuk slope, menghamparkan agregat, meratakan permukaan dan. Tiap jenis motor grader memiliki karakteristik dan spesifikasi masing - masing. Spesifikasi dari motor grader Trakindo CAT 120K dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Spesifikasi *Motor Grader* CAT 120K (2020)

Motor Grader Trakindo CAT 120K		
Model	Satuan	
Panjang Blade	M	3,7
Kecepatan Maju	Km/jam	5
Kecepatan Mundur	Km/jam	10
Sudut blade	°	45

Pada Tabel 5.5 dapat dilihat spesifikasi dari *motor grader* Trakindo CAT 120K. Pada pekerjaan penghamparan material agregat base, jarak yang akan di hampar adalah (Lh) adalah 50 m. Untuk lebih detail dapat dilihat pada Gambar 5.12



Gambar 5.12 Cross Section STA 23 (Sumber HKi, 2020)

Pada Gambar 5.12 dapat dilihat *cross section* atau potongan dari STA 23 + 50. Lebar badan jalan (W) yang akan dihamparkan agregat adalah 23,4 m (sisi kiri dan kanan 11,7 m). Sedangkan untuk tebal dari base (t) berdasarkan rencana adalah 15 cm (0,15 m). Berdasarkan Gambar 5.12 dan wawancara di lapangan dengan pihak operator alat berat, panjang *blade motor grader* (L) adalah 3,7 m dan pengaturan sudut kemiringan *blade* saat menghampar material adalah 45°. Dengan memakai hukum pythagoras sehingga panjang efektif blade (b) adalah sebagai berikut

$$L = 3,7 \text{ m}$$

$$b = \sin 45 \times L$$

$$= \sin 45 \times 3,7$$

$$= 2,616 \text{ m}$$

Berdasarkan analisa didapat panjang efektif *blade* (b) adalah 2,616 m. Selain itu pada motor grader terdapat istilah lebar *overlap*. Overlap adalah tumpang tindih material pada saat *motor grader* menghampar agregat seperti pada Gambar 5.13



Gambar 5.13 *Overlap* pada saat penghamparan agregat

Pada Gambar 5.13 dapat dilihat pada saat *motor grader* melakukan penghamparan. *Overlap* dilakukan dengan cara mengambil sedikit ruang pada lintasan agar garis hamparan tidak terputus dan material menjadi tumpah tindih. Pada penelitian ini tebal *overlap* adalah 0,3m. Selanjutnya untuk mendapatkan jumlah lintasan *motor grader* (n) dapat dilakukan dengan cara analisa sebagai berikut :

$$\text{Lebar blade (L)} = 3,7 \text{ m}$$

$$\text{Lebar badan jalan total (W)} = 23,4/2 = 11,7$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah lintasan (n)} &= \frac{\text{Lebar badan jalan (W)}}{\text{Lebar blade (L)}} \\ &= \frac{11,7 \text{ m}}{3,7 \text{ m}} \\ &= 3,162 \approx 4 \text{ lintasan} \end{aligned}$$

Berdasarkan analisa didapat jumlah lintasan (n) untuk satu sisi adalah 4 lintasan untuk penghamparan material pada badan jalan dengan lebar 23,4m. selanjutnya untuk jumlah lajur lintasan (N) di lapangan adalah 2 . Dalam pekerjaan penghamparan material agregat, kondisi alat harus dalam kondisi yang baik agar tidak mengalami kendala akibat mesin pada saat pekerjaan berlangsung. Oleh karena itu nilai faktor efisiensi alat (Fa) adalah 0.75 yang diambil dari Tabel 3.2. Data dari motor grader dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Data Pekerjaan penghamparan material *Motor Grader* (2020)

Data	Satuan	Nilai
Panjang Hamparan (<i>Lh</i>)	M	50
Lebar jalan total (<i>W</i>)	M	$23,4/2 = 11,7$
Elevasi Perkerasan (<i>t</i>)	M	0,15
Panjang efektif blade (<i>b</i>)	M	2,616
Lebar Overlap (<i>bo</i>)	M	0,3
Jumlah Lintasan (<i>n</i>)	-	4
Jumlah Lajur Lintasan (<i>N</i>)	-	2
Faktor Efisiensi Alat (<i>Fa</i>)	-	0,83

Pada Tabel 5.6 dapat dilihat beberapa data dari pekerjaan penghamparan material agregat *motor grader*. Selanjutnya untuk waktu siklus *motor grader* diperoleh dengan pengamatan langsung di lapangan menggunakan metode time study dan dibantu oleh alat ukur waktu *stopwatch*. Dalam siklus motor grader terdiri dari kegiatan penghamparan (*T1*) dan kegiatan lainnya (*T2*). Waktu Siklus (*Ct*) di dapatkan dengan menambahkan *T1* dan *T2*. Waktu dari kegiatan motor grader dapat dilihat pada Tabel 5.7

Tabel 5.7 Waktu Siklus *Motor Grader* (2020)

No	Kegiatan	Waktu (Menit)
T1	Grading	1,159
T2	Lain – lain	0,897
Total		1,99

Pada Tabel 5.7 dapat dilihat nilai dari waktu kegiatan dan waktu siklus *motor grader*. Nilai waktu siklus *motor grader* adalah 1,99, untuk lebih lengkap dapat dilihat pada Lampiran – B4. Selanjutnya, produktivitas *motor grader* dianalisis menggunakan Persamaan 3.3.

Produktivitas Per jam

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{Lh \times (N(b-bo)+bo) \times t \times Fa \times 60}{N \times n \times (Ct)} \\
 &= \frac{50 \times (2(2,616-0,3)+0,3) \times 0,15 \times 0,83 \times 60}{2 \times 4 \times (1,99)} \\
 &= 115,709 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisa, di dapatkan produktivitas dari motor grader adalah sebesar 115,709 m³/jam. Selanjutnya karena waktu kerja adalah 8 jam/hari, maka produktivitas *motor grader* dalam 1 hari adalah sebagai berikut :

Produktivitas per hari (8 jam/hari)

$$Q = 115,709 \times 8 = 925,627 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Berdasarkan analisa produktivitas dengan jam kerja sebanyak 8 jam/hari maka didapatkan besar produktivitas *motor grader* adalah sebesar 925,627 m³/jam.

5.3.4 Hasil Analisa Produktivitas *Vibrator Roller*

Dalam penelitian ini, alat berat vibrator roller digunakan sebagai alat pemadat material yang telah terhampar. *Vibrator roller* yang digunakan di pada penelitian ini adalah *vibrator roller* dengan jenis CAT CS11 GC seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.14.



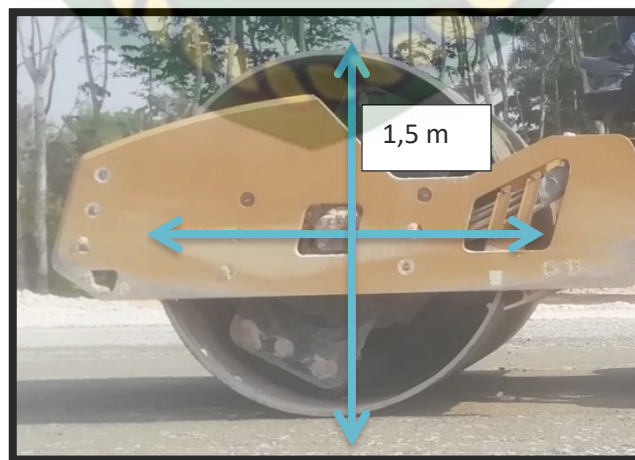
Gambar 5.14 *Vibrator Roller* CAT CS11 GC (sumber : lapangan, 2020)

Dalam satu siklus, vibrator roller memiliki beberapa kegiatan yaitu waktu pemadatan (T_1) dan waktu lain – lain (T_2). Waktu siklus diperoleh dengan melakukan pengamatan langsung di lapangan menggunakan metode *time study* dan di bantu dengan alat *stopwatch*. Spesifikasi dari *vibrator roller* CAT CS11 GC dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.8 Spesifikasi Vibrator Roller CAT CS11 GC (CAT, 2020)

Vibrator Roller CAT CS11 GC		
Model	Satuan	
Lebar Pemadatan	M	2,134
Kecepatan Maju	Km/jam	2,5
Kecepatan Mundur	Km/jam	3
Diameter roda	M	1,5

Berdasarkan spesifikasi dan wawancara dengan operator di lapangan, alt pemadat vibrator roller memiliki lebar efektif pemadatan (b) 2.134 m. lebar *overlap* (tumpang tindih) berdasarkan di lapangan adalah (b_0) 30cm atau 0,3m. untuk lebar drum 1.5 m seperti pada Gambar 5.15.



Gambar 5.15 Diameter *vibrator roller* (sumber : lapangan 2020)

Kecepatan maju dan kecepatan mundur *vibrator roller* berdasarkan wawancara dengan operator adalah (v1) 2,5 km/jam dan (v2) 3 km/jam. Sehingga kecepatan rata – rata (V) dari *vibrator roller* adalah

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan rata – rata (V)} &= \frac{V_1+V_2}{2} \\ &= \frac{2,5+3}{2} \\ &= 2,75 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisa, didapatkan kecepatan rata – rata *vibrator roller* (V) adalah 2,75 km/jam. Karena area pekerjaan pemadatan menggunakan *vibrator roller* sama dengan area penghamparan menggunakan *motor grader*, maka Jumlah lintasan (n) adalah 4 lintasan dan jumlah lajur lintasan (N) adalah 2. Untuk faktor efisiensi alat diambil berdasarkan Tabel 3.2 dan melihat kondisi alat di lapangan, sehingga diambil angka efisiensi (Fa) adalah 0,83. Ketebalan dari material yang telah di padatkan adalah 0.15m seperti pada Gambar 5.16.



Gambar 5.16 Tebal pemadatan agregat (Dokumentasi di lapangan 2020)

Pada Gambar 5.16 dapat dilihat tebal pemadatan yang ditandai dengan pita kuning. Penandaan dengan pita kuning dilakukan agar pada saat pemadatan, jika agregat yang di padatkan menggunakan *vibrator roller* memiliki tinggi dan elevasi

yang sama dengan pita kuning tersebut. Selanjutnya ketika sudah sama maka akan dilakukan pengukuran elevasi menggunakan alat ukur *waterpass*. Data pekerjaan pemadatan menggunakan alat berat vibrator roller dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Data Pemadatan Vibrator Roller (2020)

Data	Satuan	Nilai
Panjang Pemadatan (<i>Lh</i>)	M	50
Lebar jalan total (<i>W</i>)	M	$23,4/2 = 11,7$
Elevasi Perkerasan (<i>t</i>)	M	0,15
Lebar Pemadatan (<i>b</i>)	m	2,134
Lebar Overlap (<i>bo</i>)	M	0,3
Jumlah Lintasan (<i>n</i>)	-	4
Jumlah Lajur Lintasan (<i>N</i>)	-	2
Faktor Efisiensi Alat (<i>Fa</i>)	-	0,83
Kecepatan Rata – rata (<i>V</i>)	Km/jam	2,75

Pada Tabel 5.9 dapat dilihat data pemadatan dari alat berat *vibrator roller*. Selanjutnya untuk waktu siklus *vibrator roller* diperoleh dengan metode *time study* dengan menggunakan alat bantu *stopwatch* untuk menghitung waktunya. Dalam satu siklus *vibrator roller*, terdiri dari gerakan maju (*T1*) dan gerakan mundur (*T2*). Waktu siklus diperoleh dengan menjumlahkan *T1* dan *T2* yang dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Waktu siklus *Vibrator Roller* (2020)

No	Kegiatan	Waktu (Menit)
T1	Waktu Pemadatan	1,475
T2	Lain – lain	1,06
Total		2,54

Pada Tabel 5.10 dapat dilihat *T1* waktu pemadatan memiliki durasi 1,475 menit dan *T2* 1,06 menit. Waktu siklus (*Ct*) diperoleh dengan cara menjumlahkan

rata – rata T1 dan T2 kemudian didapat nilai waktu siklus selama 2,54 menit. Untuk data waktu siklus yang lengkap dapat dilihat di Lampiran – B5. Dengan data yang telah didapatkan, baik dari spesifikasi maupun observasi dan wawancara di lapangan maka untuk analisa produktivitas alat berat *vibrator roller* adalah sebagai berikut :

Kapasitas Produksi Per jam

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{(be \times V \times 1000) \times t \times Fa}{4} \\
 &= \frac{(1,834 \times 2,75 \times 1000) \times 0,15 \times 0,83}{4} \\
 &= 156,978 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Dari hasil analisa didapat nilai produktivitas alat berat *vibrator roller* adalah sebesar 156,978 m³/jam. Untuk site out put per hari dengan waktu kerja selama 8 jam/hari maka produktivitas vibrator roller adalah sebagai berikut :

Kapasitas Produksi Per hari (8 jam/hari)

$$\begin{aligned}
 &= 156,978 \times 8 \\
 &= 1255,83 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Dari hasil analisa site out put 8 jam/hari, didapat hasil produktivitas alat berat *vibrator roller* adalah sebesar 1255,83 m³/hari.

5.4 Hasil Analisa Kebutuhan Alat Berat dan Durasi Pekerjaan

Setelah analisa produktivitas alat berat dilakukan, selanjutnya dilakukan analisa mengenai kebutuhan alat berat dan durasi pekerjaan berdasarkan nilai produksi masing – masing alat berat. Hasil dari analisa produktivitas alat berat dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Analisa Perbandingan Produktivitas Alat Berat

No	Alat berat	Produktivitas per jam (m ³ /jam)	Site out put per hari (m ³ /hari)
1	<i>Excavator</i>	192,085	1536,68
2	<i>Dump Truck</i>	48,267	386,141
3	<i>Motor Grader</i>	115,709	925,709
4	<i>Vibrator Roller</i>	156,978	1255,83

Pada tabel 5.1 dapat dilihat nilai produktivitas dari masing – masing alat berat. *Excavator* memiliki nilai produktivitas terbesar dibandingkan alat berat lainnya dan untuk kebutuhan alatnya dihitung 1 unit. Sehingga dalam menghitung jumlah alat berat lainnya dilakukan analisa dengan membagi produktivitas motor grader dengan alat lain (*excavator*, *dump truck*, dan *vibrator roller*). Analisa kebutuhan alat berat adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas per hari } Excavator &= 1536,68 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 1 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu yang diperlukan } Excavator &= \frac{\text{Volume pekerjaan terhampar}}{\text{Produktivitas per hari } Excavator} \\ &= \frac{1257,3}{1536,68} \\ &= 0,818 \approx 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

Untuk alat berat *excavator*, hasil analisa menunjukkan bahwa kebutuhan alat untuk motor grader adalah 1 unit dan durasi pekerjaan selama 1 hari. Selanjutnya untuk mengetahui jumlah alat berat *excavator* maka di lakukan analisa sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah alat berat } Dump Truck &= \frac{\text{Produktivitas per hari } Excavator}{\text{Produktivitas per hari } Dump Truck} \\ &= \frac{1536,68}{386,141} \\ &= 3,97 \approx 4 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi alat berat } \textit{Dump Truck} &= \frac{\textit{Volume pekerjaan terhampar}}{\textit{Produktivitas per hari Dump Truck}} \\
 &= \frac{1257,3}{386,141} \\
 &= 3,25 \approx 4 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisa, didapatkan jumlah alat berat *Dump truck* adalah 4 unit dan durasi waktu yang telah dianalisa adalah selama 4 hari. Selanjutnya untuk menghitung kebutuhan alat berat durasi pekerjaan *Motor Grader* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah alat berat } \textit{Motor Grader} &= \frac{\textit{Produktivitas per hari Excavator}}{\textit{Produktivitas per hari Motor Grader}} \\
 &= \frac{1536,68}{925,709} \\
 &= 1,6 \approx 2 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi alat berat } \textit{Motor Grader} &= \frac{\textit{Volume pekerjaan terhampar}}{\textit{Produktivitas per hari Motor Grader}} \\
 &= \frac{1257,3}{925,709} \\
 &= 1,3 \approx 2 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Dari hasil analisa didapatkan jumlah alat berat *Motor Grader* yang dibutuhkan adalah sebanyak 2 unit dan durasi pekerjaan yang telah didapatkan adalah 2 hari. Selanjutnya untuk menghitung kebutuhan alat berat dan durasi pekerjaan *vibrator roller* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah alat berat } \textit{Vibrator roller} &= \frac{\textit{Produktivitas per hari motor grader}}{\textit{Produktivitas per hari vibrator roller}} \\
 &= \frac{1536,68}{1255,83} \\
 &= 1,2 \approx 2 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi alat berat } \textit{Vibrator roller} &= \frac{\textit{Volume pekerjaan terhampar}}{\textit{Produktivitas hari Vibrator roller}} \\
 &= \frac{1256,3}{1255,83} \\
 &= 1 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Dari hasil analisa, didapatkan jumlah *vibrator roller* yang diperlukan adalah sebanyak 2 unit dan durasi pekerjaannya adalah selama 1 hari. Setelah semua analisa kebutuhan alat dan durasi pekerjaan didapatkan selanjutnya dilakukan perbandingan sesuai dengan kenyataan di lapangan.

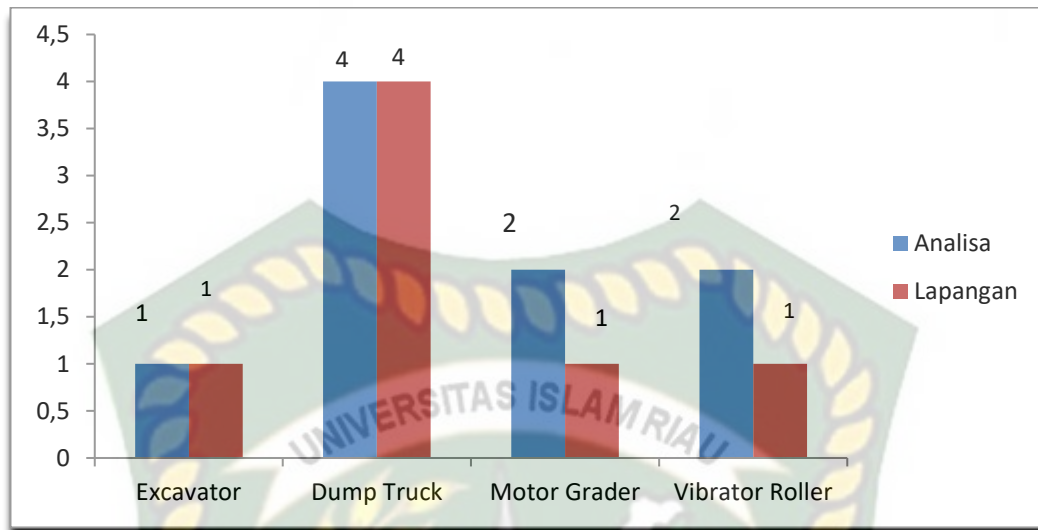
5.5 Perbandingan Hasil Analisa dan Lapangan

Pada pekerjaan penghamparan material agregat Base A, volume rencana adalah 3510 m³ sedangkan di lapangan pekerjaan yang telah dilakukan adalah penghamparan pada sisi kiri badan jalan (L) dengan volume yang telah dikerjakan adalah sebesar 1257,3 m³ sehingga dalam penelitian ini volume pekerjaan mengacu pada volume pekerjaan yang telah dilakukan. Sehingga untuk perbandingan kebutuhan alat berdasarkan analisa dan kenyataan di lapangan dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Perbandingan Jumlah Alat Berat

No	Jenis Alat Berat	Jumlah	
		Analisa	Lapangan
1	<i>Excavator</i>	1	1
2	<i>Dump Truck</i>	4	4
3	<i>Motor Grader</i>	2	1
4	<i>Vibrator Roller</i>	2	1

Pada Tabel 5.12 dapat dilihat perbandingan kebutuhan alat berat berdasarkan analisa dan kenyataan di lapangan. Dari hasil analisa diperoleh jumlah *excavator* sebanyak 1 unit, *dump truck* sebanyak 4 unit, *motor grader* 2 unit, dan *vibrator roller* sebanyak 2 unit. Sedangkan di lapangan alat berat *excavator* yang digunakan hanya 1 unit, *dump truck* sebanyak 4 unit, *motor grader* 1 unit, dan *vibrator roller* 1 unit. Hal tersebut membuat hasil analisa dan kenyataan di lapangan tidak begitu jauh perbandingannya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.17.



Gambar 5.17 Grafik Perbandingan Kebutuhan Alat berat

Pada Gambar 5.17 dapat dilihat grafik perbandingan mulai dari alat *excavator*, *dump truck*, *motor grader*, dan *vibrator roller* berdasarkan hasil analisa dan kenyataan di lapangan. Kebutuhan alat juga berpengaruh terhadap durasi pekerjaan. Berdasarkan analisa, durasi pekerjaan dapat dilihat dalam Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Hasil Analisa Durasi Pekerjaan

No	Alat Berat	Durasi (Hari)
1	<i>Excavator</i>	1
2	<i>Dump Truck</i>	4
3	<i>Motor Grader</i>	2
4	<i>Vibrator Roller</i>	1

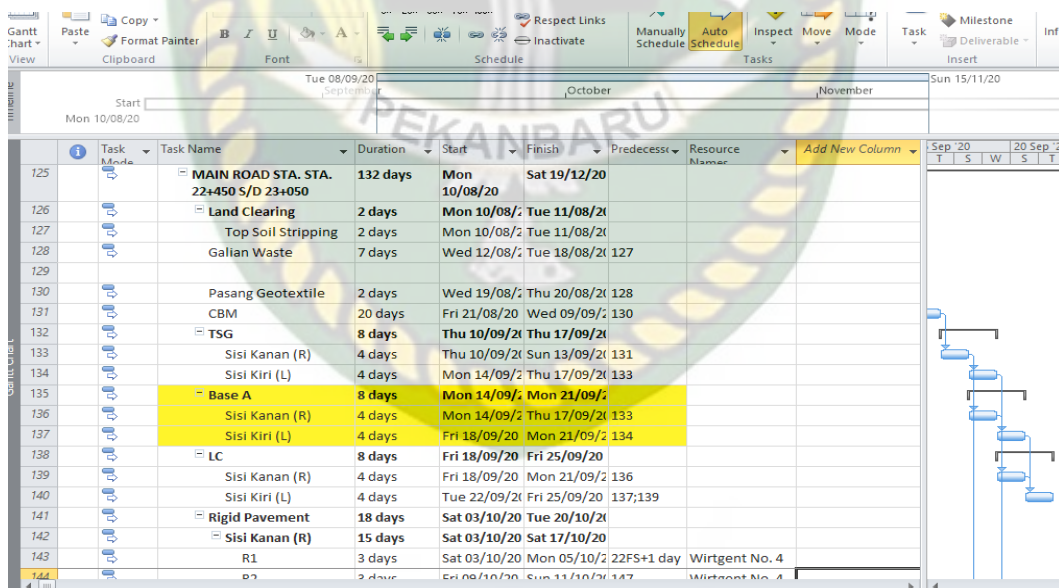
Pada Tabel 5.13 dapat dilihat durasi dari tiap alat berat. *Excavator* memiliki durasi pekerjaan selama 2 hari, *dump truck* 4 hari, *motor grader* 1 hari, dan *vibrator roller* selama 2 hari. Dari semua alat, durasi pekerjaan *dump truck* adalah yang paling lama dan alat berat lain pun mengikuti durasi dari *dump truck* sehingga durasi pekerjaan menjadi 4 hari dan dapat dilihat pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 Durasi Pekerjaan Alat Berat

No	Alat Berat	Durasi (Hari)	Koefisien	Durasi Pekerjaan
1	<i>Excavator</i>	1	4	4
2	<i>Dump Truck</i>	4	1	4
3	<i>Motor Grader</i>	1	4	4
4	<i>Vibrator Roller</i>	2	2	4

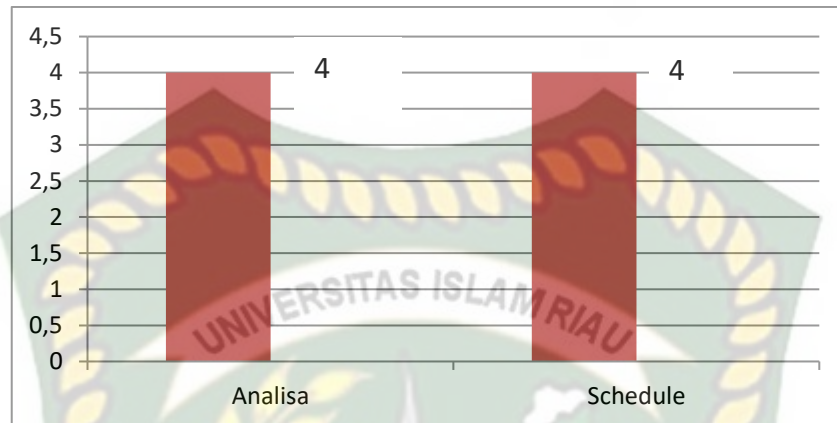
Pada Tabel 5.14 dapat dilihat durasi pekerjaan semua alat berat adalah 4 hari. Koefisien diperoleh dengan cara membagi durasi alat terbesar yaitu *dump truck* dengan durasi setiap alat lainnya dan selanjutnya dijumlahkan antara durasi dengan koefisien. Hal ini dilakukan karena agar durasi yang diperoleh menjadi seragam.

Berdasarkan analisa dengan jumlah volume pekerjaan base yang telah dikerjakan sebesar 1257,3 m³, total dari keseluruhan durasi pekerjaan adalah 4 hari. Berdasarkan rencana *schedule* durasi pekerjaan dapat dilihat pada Gambar 5.18.

**Gambar 5.18** Rencana Schedule Pekerjaan (HKi,2020)

Pada Gambar 5.18 dapat dilihat durasi untuk pekerjaan base adalah 8 hari. Durasi 8 hari terdiri dari 4 hari pekerjaan di sisi kiri jalan (L) dan 4 hari di sisi kanan jalan (R). Volume yang telah dikerjakan pada sisi kiri jalan (L) sebanyak 1256.3 m³(Lampiran C-8) dengan durasi waktu selama 4 hari kerja. Perbandingan

durasi pekerjaan berdasarkan analisa dan rencana schedule di lapangan dapat dilihat pada Gambar 5.19



Gambar 5.19 Grafik Perbandingan Durasi Pekerjaan

Pada Gambar 5.19 dapat dilihat perbandingan dari hasil analisa dan schedule di lapangan adalah sama. Berdasarkan analisa waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pekerjaan base dengan volume yang telah dilaksanakan sebesar 1256,3 m³ (Lampiran C-8) adalah selama 4 hari sama dengan rencana pada Gambar 5.18. Hal tersebut membuktikan bahwa durasi pekerjaan berdasarkan analisa sesuai dengan kenyataan di lapangan.

Jika selama 8 hari kerja pada kedua sisi jalan (L dan R) volume yang dihasilkan sama, maka untuk mencapai volume pekerjaan yang diinginkan yaitu sebanyak 3510 m³ durasi pekerjaan yang dibutuhkan adalah selama 24 hari kerja. Pada rencana *schedule* juga dapat dilihat bahwa pekerjaan di mulai pada tanggal 14/09/2020 dan selesai pada 21/09/2020. Berdasarkan realisasi di lapangan, pekerjaan penghamparan material untuk pekerjaan base ditunda kemudian dilaksanakan pada bulan november tahun 2020. Hal tersebut akan menyebabkan progres pekerjaan yang lain menjadi terlambat.

Karena progres pekerjaan menjadi terlambat, kemudian dilakukan wawancara dan diskusi terkait apa saja faktor – faktor yang mempengaruhi dalam produktivitas alat berat dalam pekerjaan base. Diskusi dilakukan dengan beberapa pihak yang terlibat langsung di lapangan.

5.6 Faktor – faktor Penyebab yang Mempengaruhi Produktivitas Alat Berat

Salah satu cara untuk mengetahui faktor – faktor penyebab yang mempengaruhi produktivitas alat berat dalam pekerjaan penghamparan material agregat base di STA 23 adalah dengan melakukan diskusi dan wawancara semi terstruktur berupa tanya jawab dengan pihak terkait yang ada di lapangan. Hal ini dilakukan untuk memperkuat hasil dari penelitian ini. Pihak yang diwawancarai adalah Pak yondi yang menjabat sebagai sub contractor, Pak Roymadoni S.T, yang menjabat sebagai *Quality Control (QC)*, Pak Muhammad Rizky Sebagai Teknisi Laboorat PT. Hki, Pak rinaldi, guntur, Fajar, S.Pd, dan Ngaspan sebagai driver alat dan beberapa operator alat berat yang bersangkutan. Berdasarkan hasil diskusi dan tanya jawab di lapangan terdapat faktor – faktor penyebab yang mempengaruhi produktivitas yaitu sebagai berikut :

1. Cuaca dan Iklim

Pada saat pengambilan data di lapangan yang dilaksanakan pada akhir tahun bulan November – Desember 2020. Pada saat pengambilan data di lapangan tingkat kelembapan dan curah hujan sangat tinggi. Dalam waktu satu minggu hujan bisa turun sekitar 3 sampai 4 kali dan dalam durasi yang lama. Hal ini menyebabkan area kerja di lapangan menjadi basah dan proses pekerjaan terpaksa harus dihentikan. Jika terjadi hujan pada malam hari, maka otomatis pada saat pekerjaan di pagi hari harus di tunda dan dipindahkan ke pekerjaan siang hari. Hal ini disebabkan kondisi lapangan yang lembap dan memiliki resiko penurunan tanah akibat terlalu banyak menampung air hujan. Selain itu untuk mengeringkan area dibutuhkan waktu yang lama, salah satu cara agar area pekerjaan menjadi kering adalah dengan menunggu matahari terik kembali dan area kering secara merata.

2. Operator

Operator adalah orang yang mengoperasikan alat berat pada saat pekerjaan di lapangan. Pada pekerjaan penghamparan material agregat di STA 23 terdapat 3 operator alat berat yaitu operator *dump truck*, operator *motor grader*, dan

operator *vibrator roller*. Kinerja dari operator akan sangat mempengaruhi produktivitas dari alat berat. Jika kinerja operator baik, maka produktivitas yang dihasilkan juga akan baik dan begitu juga sebaliknya. Operator yang handal dinilai dari kemampuannya menguasai medan kerja di lapangan. Dapat bekerja sesuai target yang telah ditetapkan, dan juga tepat waktu. Operator yang dipilih harus memiliki pengalaman dan keterampilan kerja yang baik. Hal ini juga dikarenakan agar pada saat pekerjaan dimulai operator mampu dengan cepat beradaptasi dengan lingkungan kerja. Berikut beberapa pendapat dari operator alat berat di lapangan mengenai faktor – faktor penyebab produktivitas di lapangan :

a. Operator *Dump Truck*

Operator dump truck ini diwakili oleh Pak Fajar S.Pd yang mengatakan bahwa faktor yang mempengaruhi dalam produktivitas adalah cuaca. Curah hujan yang cukup tinggi menyebabkan jalan akses menuju lokasi pekerjaan menjadi licin. Maka dari itu sebagai operator harus lebih hati – hati dalam mengemudikan alat berat. Akses menuju lokasi yang tidak terlalu mulus juga menjadi faktor. Hal ini dikarenakan kondisi jalan yang kurang baik maka akan membuat material yang diangkut terkadang tumpah walaupun tidak banyak. Tetapi, tetap saja akan mengurangi kapasitas dari material agregat tersebut.

b. Operator *Motor Grader*

Operator *Motor grader* ini diwakili oleh pak Rinaldi. Faktor - faktor penyebab produktivitas alat berat motor grader adalah cuaca dan iklim yang sering tidak menentu. Tingkat curah hujan yang cukup tinggi menyebabkan alat tidak bisa beroperasi. Kondisi tanah dan material yang basah juga menyebabkan material tidak bisa dihampar karena akan mengakibatkan penurunan dan daya lekat pada material agregat akan berkurang.

c. Operator *Vibrator Roller*

Operator *Vibrator Roller* di wakili oleh Pak Guntur. Tidak berbeda dengan *motor grader*, faktor – faktor penyebab produktivitas alat berat *vibrator*

roller adalah cuaca dan iklim yang tidak jelas. Curah hujan yang cukup tinggi membuat area pekerjaan menjadi basah dan waktu untuk mengeringkan area pekerjaan sangat lama. Akibatnya proses pemadatan tidak bisa dilakukan.

3. Akses Menuju Lokasi

Akses menuju lokasi pekerjaan yang baik juga menjadi faktor penyebab yang mempengaruhi produktivitas. Jalan menuju lokasi pekerjaan ada dua yaitu melalui perkebunan warga dan melalui akses masuk warga biasa. Jarak antara stockyard menuju lokasi pekerjaan melalui dua jalur tersebut sama – sama 4 Km. Perbedaan kedua akses nya adalah akses perkebunan kondisi jalannya hanya jalan tanah tetapi jarang digunakan oleh warga setempat seperti pada Gambar 5.20.



Gambar 5.20 Akses Jalan Tanah (*Sumber : Dokumentasi di lapangan 2020*)

Pada gambar 5.20 (a) adalah gambar akses menuju lokasi yang dekat dengan pemukiman dan selalu dilalui warga setempat. Pada Gambar 5.20 (b) adalah akses menuju lokasi pekerjaan melalui jalur perkebunan warga. Dapat dilihat kondisi jalan tanah yang cenderung berlumpur dan licin tetapi jarang dilewati oleh warga sekitar. Hal ini menyebabkan operator alat berat harus lebih berhati – hati agar kendaraan tidak tergelincir saat membawa muatan. Adapun akses lain menuju lokasi pekerjaan adalah dengan menggunakan akses warga biasa yang dapat dilihat seperti pada Gambar 5.21.



Gambar 5.21 Akses Jalan Biasa (Sumber : Dokumentasi di lapangan 2020)

pada Gambar 5.21 dapat dilihat akses jalan yang biasa dilalui warga punya kondisi yang baik. Jalan sudah diaspal dan tidak ada kerusakan. Tetapi untuk menghindari ketidaknyamanan masyarakat sekitar pada saat pekerjaan. Akses menggunakan jalan ini akhirnya hanya dijadikan sebagai akses untuk mobil kecil dan bukan untuk alat berat.

4. Masalah Pembebasan Lahan

Masalah pembebasan lahan menjadi faktor terbesar dalam produktivitas alat berat. Masalah pembebasan lahan terjadi karena masih banyak masyarakat yang tidak ingin perkebunan sawitnya dijual. Hal ini menyebabkan proses pekerjaan menjadi terganggu dan terputus di tengah – tengah. Pada STA 23 lahan yang baru bebas masih banyak sehingga pekerjaan menjadi tertunda lahan yang belum bebas dapat dilihat pada Gambar 5.22.



Gambar 5.22 Lahan yang Belum Bebas di STA 23 (Sumber : Doc Hki,2020)

Pada Gambar 5.22 diperlihatkan perkebunan atau lahan sawit yang belum bebas pada STA 23 yang berada tepat di samping Direksi Keet Hki. Hal ini disebabkan karena masyarakat sekitar dan pemilik lahan enggan untuk menjual lahan mereka karena harus menunggu panen dan ganti rugi yang tergolong terlalu murah. Sebagian lahan yang telah bebas karena sawitnya sudah melewati masa panen.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisa produktivitas yang telah dilakukan pada alat *excavator*, *dump truck*, *motor grader*, dan vibrator roller dengan metode *time study* diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Produktivitas alat berat *excavator* per jam adalah sebesar 192,085 m³/jam, dan produktivitas per hari dengan durasi pekerjaan 8 jam/hari adalah sebesar 1536,08 m³/hari dan rata – waktu siklus selama 16 detik. Produktivitas alat berat *dump truck* per jam adalah sebesar 48,267 m³/jam dan produktivitas per hari dengan durasi waktu pekerjaan 8 jam/hari adalah sebesar 386,141 m³/hari dan rata – rata waktu siklus selama 13 menit. Produktivitas *motor grader* produktivitas per jam adalah sebesar 115,709 m³/jam dan produktivitas per hari dengan durasi pekerjaan 8 jam/hari adalah sebesar 925,627 m³/hari dan rata – rata waktu siklus selama 1,99 menit. Produktivitas *vibrator roller* per jam adalah sebesar 156,978 m³/jam dan produktivitas per hari adalah sebesar 1255,83 m³/hari dan waktu siklus rata – rata adalah selama 2,54 menit.
2. Berdasarkan analisa, jumlah alat berat *excavator* yang dibutuhkan 1 unit sedangkan di lapangan 1 unit. Jumlah alat berat *dump truck* adalah 4 unit sesuai dengan kenyataan di lapangan yaitu 4 unit. Jumlah kebutuhan alat *motor grader* adalah 2 unit sedangkan di lapangan yang digunakan 1 unit. Untuk alat berat *vibrator roller* dibutuhkan sebanyak 2 unit sedangkan di lapangan sebanyak 1 unit.
3. Berdasarkan analisa waktu yang dibutuhkan alat berat *excavator* adalah selama 1 hari, alat berat *dump truck* memiliki durasi waktu 4 hari, *motor grader* memiliki durasi waktu 2 hari, dan *vibrator roller* memiliki durasi waktu selama 1 hari.

Berdasarkan analisa waktu pekerjaan dibutuhkan selama 4 hari dengan volume pekerjaan sebesar 1256,3 m³ sesuai *time schedule* dengan waktu durasi pekerjaan adalah 4 hari dengan volume pekerjaan sebesar 1256,3 m³. Berdasarkan analisa durasi dan schedule dengan nilai yang sama terdapat perbedaan pada hari pekerjaan antara analisa dan rencana *schedule* di lapangan maka analisa faktor penyebab di lakukan.

4. Faktor – faktor penyebab yang berpengaruh dalam produktivitas alat berat dalam pekerjaan penghamparan material adalah cuaca dan iklim, operator, akses lokasi, dan masalah pembebasan lahan.

6.2 Saran

Adapun saran yang didapatkan berdasarkan analisa produktivitas alat berat dan faktor – faktor penyebab yang mempengaruhi dalam pekerjaan penghamparan material agregat dengan metode *time study* adalah sebagai berikut :

1. Untuk PT. Utama Karya Infrastruktur (HKi) sebaiknya agar dapat lebih memperhatikan pengawasan di lapangan dan di *stockyard*. Hal itu dilakukan agar produktivitas yang di oleh pihak kontraktor dapat terpenuhi dan waktu yang digunakan juga lebih efisien. Akses menuju lokasi pun sebaiknya juga lebih diperhatikan karena berdekatan dengan akses masyarakat sehingga kecelakaan kerja bisa diminimalisir. Dan yang terakhir masalah pembebasan lahan yang sebaiknya diselesaikan dengan cepat sehingga pekerjaan dapat selesai tepat waktu.
2. Untuk peneliti selanjutnya yang ingin melakukan penelitian mengenai produktivitas alat berat dan faktor – faktor penyebab yang mempengaruhi dalam pekerjaan material agregat dapat menggunakan metode yang berbeda sehingga mendapatkan perbandingan dari penelitian ini dengan penelitian selanjutnya.
3. Untuk penelitian selanjutnya agar dapat menambahkan kombinasi alat berat lain sehingga semakin banyak orang yang mengetahui tentang kombinasi alat berat.

DAFTAR PUSTAKA

- Eko Saputra, dkk. (2018). Optimalisasi Penggunaan Alat Berat pada Proyek Jalan Desa Sawah – Kayu Aro di Kabupaten Kampar. *Jurnal Teknik*.
- Ervianto. (2003). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: ANDI.
- Handoko, B. N. (2017). Produktivitas Alat Berat Pada Pembangunan Jalan Ruas Jailolo – Matui Provinsi Maluku Utara.
- Mujiono, E. (2020). Analisa Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Perpipaan Air Limbah Kota Pekanbaru Area Selatan (Paket SC-2). *Tugas Akhir*.
- Nugraha, D. (2018). Analisis Biaya dan Produktivitas Pemakaian Alat Berat Pada Kegiatan Pembangunan Jalan Akses Siak IV Pekanbaru.
- Pernanda, F. (2020). Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat dan Biaya Pada Pekerjaan Jalan. *Laporan Tugas Akhir*.
- Rachmanhadi. (1992). *Alat - Alat Berat dan Penggunaannya*. Jakarta: Badan Penerbit PU.
- Rostianty, Susy Fatena. (2008). *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi Edisi 2*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Rostyanti. (1999). *Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Konstruksi*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Wedhanto. (2009). *Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis (DIKTAT)*. Malang: Univeritas Negeri Malang.
- Wilopo, D. (2009). *Metode Konstruksi dan Alat - Alat Berat*. Jakarta: UI- Press.
- Pawiro, S. 2015. " Optimalisasi Produktivitas Tenaga Kerja dalam Proyek Konstruksi". Manado : Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, No 28/PRT/M/2016. Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang PekerjaanUmum.