

**ANALISIS PRODUKTIVITAS DAN BIAYA PENGGUNAAN  
ALAT BERAT PADA PELAKSANAAN PEKERJAAN  
LAPISAN PERKERASAN LENTUR  
(Studi Kasus: Proyek Peningkatan Struktur Jalan Sirombu-  
Afulu)**

**SKRIPSI**

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

**OLEH**

**JUWITA MILKA SIMBOLON  
168110018**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2021**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 15/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)15/12/21

## LEMBAR PENGESAHAN

# ANALISIS PRODUKTIVITAS DAN BIAYA PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PELAKSANAAN PEKERJAAN LAPISAN PERKERASAN LENTUR (Studi Kasus: Proyek Peningkatan Struktur Jalan Sirombu- Afulu)

## SKRIPSI

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

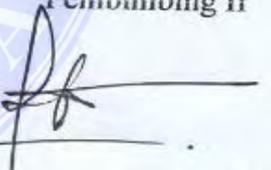
Disusun Oleh  
Juwita Milka Simbolon  
168110018

Disetujui,

Pembimbing I

  
Ir. Melloukey Ardan, M.T

Pembimbing II

  
Suranto, S.T., M.T

Mengetahui,

Dekan Teknik  
  
Dr. Ir Dina Maizana, M.T

Program Studi  
  
Susilawati S.Kom., M.Kom

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

iii

Document Accepted 15/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)15/12/21

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Juwita Milka Simbolon

Npm : 168110018

Judul : Analisis Produktivitas Dan Biaya Penggunaan Alat Berat Pada Pelaksanaan Pekerjaan Lapisan Perkerasan Lentur  
(Studi Kasus: Proyek Peningkatan Struktur Jalan Sirombu-Afulu)

Saya menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi ini adalah karya saya. Jika karya orang lain dikutip, saya akan menunjukkan sumbernya. Jika pernyataan ini ternyata tidak benar di kemudian hari, saya bersedia menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku. Oleh karena itu, saya membuat pernyataan ini tanpa paksaan dari salah satu pihak.

Medan, 28 September 2021



Juwita Milka Simbolon

168110018

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

---

Sebagai sivitas akademik universitas medan area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Juwita Milka Simbolon

NPM : 168110018

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk menyerahkan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalty Non-Eksklusif (*non-exclusive royalty free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISIS PRODUKTIVITAS DAN BIAYA PENGGUNAAN ALAT  
BERAT PADA PELAKSANAAN PEKERJAAN LAPISAN PERKERASAN  
LENTUR**

**(Studi Kasus: Proyek Peningkatan Struktur Jalan Sirombu-Afulu)**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan Hak Bebas Royalty Non-Eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir/Skripsi/Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Dibuat Di: Medan  
Pada Tanggal: September 2021  
Yang Menyatakan

  
Juwita Milka Simbolon

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Pertama-tama saya ingin mengucapkan syukur dan trimakasih banyak kepada Tuhan yang maha kuasa pencipta langit semesta ini, karna anugerah dan kemurahanNya saya bisa ada sampai hari ini.

Skripsi ini saya persembahkan sepenuhnya untuk kedua orang tua saya, trimakasih banyak atas cinta, kasih sayang dan segala pengorbanan yang sudah dilakukan untukku, terutama saya berterimakasih kepada mamaku, yang sudah setia menemaniku saat dalam titik terendahku sekalipun, beliau selalu disampingku.

Saya juga ingin mengucapkan terimakasih, kepada abangku Alfredo dan Gerson beserta istri yang telah membantuku dalam segala urusan finansial untuk bisa menyelesaikan skripsi ini.

Terakhir saya mengucapkan terimakasih banyak kepada diri saya sendiri, yang sudah kuat dan tegar dalam pergumulan saat menyusun skripsi ini, meskipun dilalui dengan penuh air mata, dan bahkan dalam keadaan terpapar Covid-19.

Ada ayat Alkitab yang selalu menguatkan saya, yang tertulis dalam *Yesaya 41:10* “*Janganlah takut, sebab Aku menyertai engkau, janganlah bimbang, sebab Aku ini Allahmu; Aku akan meneguhkan, bahkan akan menolong engkau; Aku akan memegang engkau dengan tangan kanan-Ku yang membawa kemenangan.* Puji Tuhan semuanya dapat terlewati, karna lawatan Tuhan yang luar biasa di hidupku, dan bisa sampai dititik ini semua karna kemurahan dan kebaikan Tuhan.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini.

Skripsi ini dapat dikatakan sebagai prasyarat terakhir untuk memperoleh gelar sarjana teknik dari Universitas Medan Area. Penulis mengetahui bahwa makalah ini dapat diselesaikan berkat bantuan banyak pihak, dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya saya sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc. Sebagai Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Dr. Ir. Dina Maizana, M.T. Sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Susilawati, S.Kom, M.Kom. Sebagai Plt Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Melloukey Ardan, M.T. Sebagai Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membantu pelaksanaan skripsi ini.
5. Bapak Suranto, ST., M.T. sebagai Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membantu pelaksanaan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen dan Pegawai di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.
7. Terima kasih kepada Juwita Milka Simbolon yaitu diri saya sendiri yang sudah kuat dan tegar menghadapi banyak rintangan dalam penyusunan tugas akhir ini.
8. Saya sangat berterima kasih kepada keluarga saya, terutama orang tua saya, ayah dan ibu saya, yang telah memberi penulis begitu banyak cinta, dukungan spiritual dan material serta doa yang tak henti-hentinya.
9. Terima kasih kepada teman-teman seperjuangan Teknik Sipil.

10. Terima kasih kepada staf dan pekerja proyek di PT. Mandiri Tunas Djaya Gemilang.

11. Terima kasih kepada sahabat-sahabat saya sukma, silvia, hanna, dan rugun yang telah mendengarkan keluh kesah sepanjang mengerjakan skripsi ini.

Harapan saya Semoga penulisan ini dapat memenuhi syarat dan bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan. Bagaimanapun hasil dari dokumen ini semoga dapat bermanfaat bagi masyarakat dan mahasiswa.

Medan, September 2021

Penyusun



Juwita Milka Simbolon

168110018



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>PRAKATA</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>DAFTAR SYMBOL DAN LAMBANG</b> .....	xiv
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	xvii
<b>DAFTAR ISTILAH</b> .....	xviii
<b>ABSTRAK</b> .....	xix
<b>ABSTRACT</b> .....	xx
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Lingkup Penelitian .....	2
1.4 Maksud Dan Tujuan .....	2
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Review Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 Konstruksi Jalan .....	6
2.3 Produktivitas Alat metode Rochmanhadi .....	7
2.4 Biaya Pengoperasian Alat Berat metode Rochmanhadi.....	11
2.4.1 Biaya Pasti .....	11
2.4.2 Biaya Operasi Alat Per Jam .....	12
2.5 Alat Berat Untuk Pekerjaan Lapisan Perkerasan .....	13

2.5.1	Asphalt Finisher .....	13
2.5.2	Dump Truck .....	15
2.5.3	Pneumatic tire Roller.....	17
2.5.4	Tandem Roller.....	19
2.6	Produktivitas Alat Metode Bina Marga .....	20
2.6.1	Dump truck.....	20
2.6.2	Aspal finisher .....	21
2.6.3	Tandem roller .....	22
2.6.4	Pneumatic tire Roller.....	22
2.7	Biaya pengoperasian alat Metode bina marga .....	23
2.8	Tenaga kerja .....	25
2.9	Pekerjaan Perkerasan Aspal .....	26
2.9.1	Pekerjaan Lapis Resap Pengikat.....	26
2.9.2	Lapis Perekat .....	27
2.9.3	Laston Lapis Aus (Ac-Wc) .....	28
2.9.4	Bahan Anti Pengelupasan.....	29
2.10	Time schedule .....	30
<b>BAB III. METODE PENELITIAN .....</b>		<b>31</b>
3.1.	Metode penelitian.....	31
3.1.1	Metode survei .....	31
3.1.2	Metode studi pustaka.....	31
3.2.	Pengumpulan Data .....	32
3.3.	Pengolahan data .....	32
3.3.1	Menentukan Jenis Peralatan Masing-Masing Pekerjaan .....	32
3.3.2	Menghitung Durasi Masing-Masing Pekerjaan.....	32
3.3.3	Menghitung Biaya Peralatan Dari Masing-Masing Pekerjaan .....	33
3.3.4	Perbandingan Biaya metode Rochmanhadi dan Bina Marga .....	33

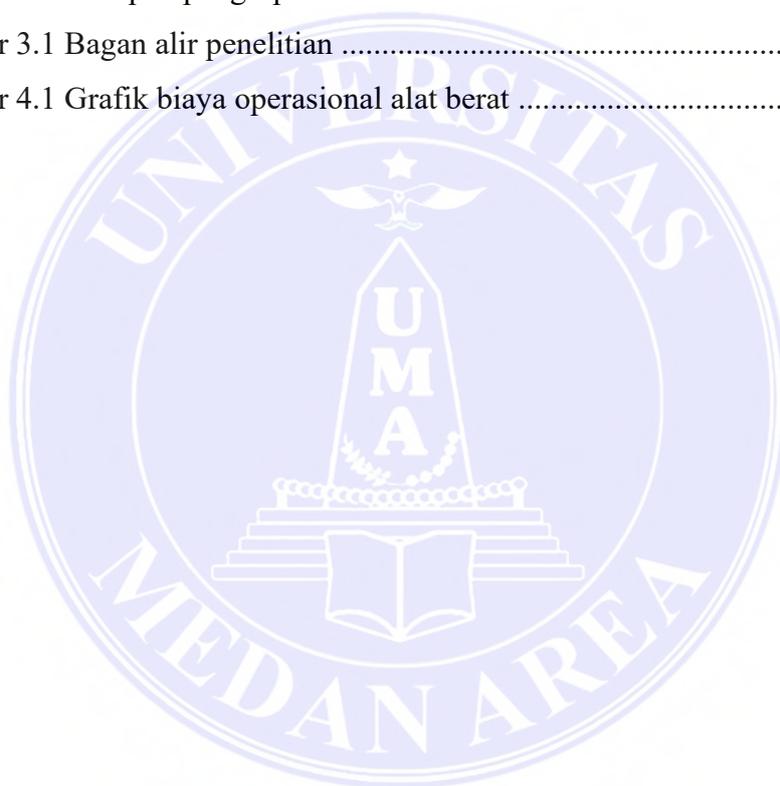
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b> .....	35
4.1 Hasil Pengolahan Data .....	35
4.2 Data teknis.....	35
4.3 Analisa produktivitas dan biaya operasional alat berat metode Rochmanhadi .....	38
4.3.1 Produktivitas Dump Truck .....	38
4.3.2 Produktivitas Asphalt Finisher .....	40
4.3.3 Produktivitas Tandem Roller .....	41
4.3.4 Produktivitas Pneumatic Tire Roller .....	43
4.4 Perhitungan Biaya operasional alat berat metode Rochmanhadi ....	44
4.4.1 Asphalt Finisher .....	44
4.4.2 Dump Truck .....	48
4.4.3 Tandem Roller .....	51
4.4.4 Pneumatic Tire Roller .....	55
4.5 Analisa produktivitas dan biaya operasional alat berat metode Bina Marga.....	59
4.6 Biaya operasional metode Bina Marga .....	64
4.7 Total biaya alat berat pada pekerjaan pengaspalan metode Rochmanhadi dan Bina Marga .....	74
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	76
5.1 Kesimpulan .....	76
5.2 Saran.....	77
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	78
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Alat Berat Penggunaanya Dan Rumus Produktivitasnya.....	8
Tabel 2.2	Waktu pelaksanaan .....	30
Tabel 4.1	Faktor efisiensi alat (Fa).....	41
Tabel 4.2	Jumlah pemadatan .....	42
Tabel 4.3	Kecepatan operasi <i>compactor</i> .....	42
Tabel 4.4	Hasil perhitungan dan durasi masing-masing pekerjaan metode Rochmanhadi.....	44
Tabel 4.5	Hasil Perhitungan Produktivitas Dan Biaya Operasional Alat Berat Metode Rochmanhadi .....	59
Tabel 4.6	Hasil perhitungan dan durasi masing-masing pekerjaan metode Bina Marga .....	63
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Produktivitas Dan Biaya Operasional Alat Berat Metode Bina Marga.....	74
Tabel 4.8	Perbandingan Analisa Biaya Operasional Alat Berat Metode Rochmanhadi 1985 Dan Bina Marga 2010 .....	74

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lapisan perkerasan .....	6
Gambar 2.2 Alat <i>asphalt finisher</i> .....	14
Gambar 2.3 Alat <i>dump truck</i> .....	15
Gambar 2.4 Alat <i>pneumatic tire roller</i> .....	18
Gambar 2.5 Alat <i>tandem roller</i> .....	19
Gambar 2.6 Pekerjaan lapis resap pengikat .....	26
Gambar 2.7 Tahapan pengaspalan .....	29
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian .....	34
Gambar 4.1 Grafik biaya operasional alat berat .....	75



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar spesifikasi alat

Lampiran 2. Daftar Upah Dan Bahan

Lampiran 3. Daftar harga material

Lampiran 4. Daftar sewa alat per jam

Lampiran 5. Struktur organisasi

Lampiran 6. Gambar Tipikal Potongan Melintang Jalan

Lampiran 7. Dokumentasi



## DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

### 1. Produktivitas Alat Berat

P	=	produksi per jam (ton / jam)
Q	=	kapasitas produksi (ton / jam)
Fa	=	faktor efisiensi alat
Cmt	=	waktu siklus <i>dump truck</i> (menit)
M	=	jumlah <i>dump truck</i> yang bekerja
D	=	jarak angkut <i>dump truck</i> (km)
$v_1$	=	kecepatan rata-rata <i>dump truck</i> bermuatan (km/jam)
$v_2$	=	kecepatan rata-rata <i>dump truck</i> kosong (km/jam)
$t_1$	=	waktu buang (menit)
$t_2$	=	waktu tunggu <i>dump truck</i> (menit)
P	=	produktivitas alat ( $m^3$ / jam)
C	=	kapasitas <i>dump truck</i>
E	=	faktor efisiensi kerja alat
Cmt	=	waktu siklus <i>dump truck</i> (menit)
M	=	jumlah <i>dump truck</i> yang bekerja
Q	=	produksi per jam (ton/jam)
N	=	jumlah lintasan
W	=	lebar efektif pemadatan (m)
V	=	kecepatan rata-rata alat

- E = faktor efisiensi alat
- H = tebal hamparan (m)
- B = berat jenis laston ( $\text{ton} / \text{m}^3$ )

## 2. Biaya Operasional Alat Berat

- C = Nilai sisa alat (Rupiah)
- B = Harga alat (Rupiah)
- i = tingkat suku bunga per tahun (% per tahun)
- D = faktor angsuran modal
- A = umur alat (tahun)
- i = tingkat suku bunga per tahun (% per tahun)
- D = faktor angsuran modal
- A = umur alat (tahun)
- C = Nilai sisa alat (Rupiah)
- B = Harga alat (Rupiah)
- E = biaya pengembalian modal (Rupiah)
- B = Harga alat (rupiah)
- C = Nilai sisa alat (Rupiah)
- D = faktor angsuran modal
- W = jam kerja 1 tahun (jam)
- E = asuransi dll (rupiah)
- B = harga alat (rupiah)
- W = jam kerja alat 1 tahun (jam)
- Pw = Tenaga Alat (HP)

$M_s$  = Bahan Bakar Solar (liter)

$P_w$  = Tenaga alat (HP)

$M_p$  = Minyak Pelumas (liter)

$B'$  = harga pokok alat

$W$  = jam kerja alat

$B$  = Harga Alat

$W$  = Jam Operasi Dalam Satu Tahun

$U_1$  = Upah Operator/supir

$U_2$  = Upah pembantu Operator/supir



## DAFTAR SINGKATAN

AHSP PU : Analisa Harga Satuan Pekerjaan Umum

BPPU : Badan Penerbit Pekerjaan Umum

AMP : *Asphalt Mixing Plant*



## DAFTAR ISTILAH

1. Waktu siklus alat berat  
Waktu yang dibutuhkan alat berat untuk melaksanakan satu siklus operasi.
2. Produktivitas alat berat  
Kemampuan alat berat untuk menghasilkan sesuatu dalam per-satuan waktu.
3. AC-BC (*asphalt concrete – binder course*)  
Campuran aspal yang terletak pada Lapisan permukaan diantara lapisan pondasi atas (*base course*) dengan lapisan aus (*wearing course*).
4. AMP (*asphalt mixing plant*)  
Unit Pencampur Aspal (*Asphalt Mixing Plant*), merupakan satu unit alat yang memproduksi campuran beraspal panas.



## ABSTRAK

Penting untuk memilih alat berat dalam setiap jenis pekerjaan, agar alat berat dapat bekerja dengan maksimal. Alat berat aspal relatif mahal dan memegang peranan penting dalam pelaksanaan pekerjaan proyek jalan raya. Tujuan penelitian ini ialah membandingkan hasil perhitungan alat berat metode Rochmanhadi dan Bina Marga untuk mendapatkan hasil biaya alat yang lebih ekonomis. Pelaksanaan proyek ini menggunakan alat berat antara lain *dump truck*, *asphalt finisher*, *tandem roller*, dan *pneumatic tire roller*. Mencakup biaya alat berat tinjauan pada proses pengaspalan jalan Sirombu-Afulu dengan panjang ruas jalannya ialah 6 km, yang di analisis kembali dengan menggunakan metode analisis Rochmanhadi 1985 dan metode Bina Marga 2010. Dari perhitungan metode Rochmanhadi diperoleh total biaya operasional alat berat yaitu Rp. 584.033.037, yang terinci biaya sewa alat per jam antara lain yaitu *dump truck* Rp. 414.816,54 , *asphalt finisher* Rp. 393.204,14, *tandem roller* Rp. 327.527,39, dan *pneumatic tire roller* Rp. 390.901,14 sedangkan jumlah total biaya perhitungan metode Bina Marga yaitu Rp. 450.781.739,5 diantaranya biaya sewa alat per jam yaitu *dump truck* Rp. 446.119,26 *asphalt finisher* Rp. 475.288,02, *tandem roller* Rp. 391.034,94 dan *pneumatic tire roller* Rp 422.810,49. Untuk selisih jumlah dari total biaya operasional alat berat metode Rochmanhadi dan metode Bina Marga ialah Rp. 133.251.298 dapat disimpulkan dengan menggunakan metode Bina Marga didapatkan lah hasil perhitungan biaya operasional alat berat yang lebih ekonomis.

**Kata Kunci:** *Produktivitas, biaya peralatan, alat berat*

## ABSTRACT

*It is very important to choose heavy equipment for each type of job so that the heavy equipment can operate at its best. The cost of using heavy equipment is relatively high and plays an important role in the implementation of road projects. The purpose of this study is to compare the calculation results of heavy equipment with the Rochmanhadi and Bina Marga methods to obtain more economical equipment costs. The implementation of this project uses heavy equipment, including dump trucks, asphalt finisher, tandem rollers, and pneumatic tire rollers. Overview of the cost of heavy equipment in the process of paving the Sirombu-Afulu road with a road length of 6 km, which was re-analyzed using the Rochmanhadi 1985 analysis method and the Bina Marga 2010 method. From the calculation of the Rochmanhadi method, the total operating cost of heavy equipment is Rp. 584.033.037, detailing the cost of renting equipment per hour, among others, the dump truck Rp. 414,816.54, asphalt finisher Rp. 393,204.14, tandem roller Rp. 327,527.39, and a pneumatic tire roller Rp. 390,901.14 while the total cost of calculating the highways method is Rp. 450.781.739,5, including the cost of renting equipment per hour, namely the dump truck Rp. 446,119.26 asphalt finisher Rp. 475,288.02, tandem roller Rp. 391,034.94 and pneumatic tire roller Rp 422,810.49. For the difference in the amount of the total operational costs of the heavy equipment Rochmanhadi method and the Bina Marga method is Rp. 133.251.298 It can be concluded that by using the Bina Marga method, the calculation of the cost of heavy equipment is more economical.*

*Keywords: Productivity, Equipment Cost, Heavy Equipment*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada saat ini perkembangan dunia konstruksi telah menyebabkan peningkatan penggunaan dan permintaan alat berat di setiap lokasi konstruksi. Perkembangan tersebut mendorong pemerintah untuk membenahi pembangunan disemua sektor. Salah satu diantaranya adalah sektor perhubungan darat dengan membangun/meningkatkan jalan yang sudah ada, disini penulis memilih meneliti alat berat yang digunakan pada pekerjaan perkerasan lentur (*flexible pavement*) dikarenakan di indonesia lebih sering menggunakan jalan perkerasan lentur, dan untuk proses konstruksinya tidak menunggu terlalu lama, karena bisa langsung berfungsi untuk di lalui kendaraan.

Pembangunan jalan bukan saja merupakan sarana untuk menghubungkan satu daerah ke daerah lain nya tetapi juga merupakan hal penting dalam meningkatkan perekonomian daerah tersebut. Sebagai contoh proyek membuka jalan baru untuk kelancaran arus lalu lintas, yang akan dibangun mulai dari Kecamatan Sirombu Nias Barat, sampai ke Afulu Nias Utara.

Sejalan dengan itu, untuk mendukung pelaksanaan pekerjaan tersebut diperlukan alat-alat berat dalam proses pelaksanaannya. Misalnya pada pekerjaan lapisan perkerasan lentur yang memakai alat berat *dump truck*, *asphalt finisher*, *tandem roller*, dan *pneumatic tire roller*. Alasan penelitian ini dilakukan karena besar produktivitas alat berat dalam proses pekerjaan di lapangan tidak terlalu efisien dan berdampak pada lamanya waktu penyelesaian pekerjaan dan biaya yang dikeluarkan.

Maka dalam penelitian ini dilakukan analisis produktivitas alat berat agar dapat menekan waktu pekerjaan dan biaya yang dikeluarkan. Analisis yang dilakukan yaitu perhitungan produktivitas dan biaya masing-masing alat berat dalam 2 metode yaitu metode Rochmanhadi dan Bina Marga

Dibandingkan dengan alat manual, alat berat lebih hemat biaya karena dapat menyelesaikan pekerjaan konstruksi lebih cepat, sehingga waktu pelaksanaan dapat tercapai secara optimal. pemilihan alat berat harus tepat agar pekerjaan dapat berjalan dengan lancar. Pilihan alat berat yang salah akan membuat pekerjaan tidak berhasil, keterlambatan dalam menyelesaikan pekerjaan akan mengakibatkan biaya meningkat.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa produktivitas pemakaian alat berat?
2. Berapa besar biaya operasional dan waktu penggunaan alat pada pekerjaan lapisan perkerasan ruas jalan lentur di jalan Sirombu-Afulu.?

## 1.3 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian adalah agar pokok permasalahan tidak meluas dan fokus pada masalah utama yang akan diteliti. Adapun lingkup penelitian ini adalah:

1. Menghitung produktivitas dan penggunaan biaya pemakaian alat berat sesuai dengan kebutuhan, sehingga pemakaian peralatan dapat lebih ekonomis dan efisien agar pelaksanaan proyek dapat selesai sesuai rencana.
2. Perhitungan alat berat pada proyek ini hanya pada pekerjaan pelapisan perkerasan aspal.
3. Alat berat yang dianalisis adalah *Dump Truck*, *Asphalt Finisher*, *Tandem Roller*, dan *Pneumatic Tire Roller*.

## 1.4 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perbandingan biaya penggunaan alat-alat berat dengan menggunakan metode Rochmanhadi 1985 dan Bina Marga 2010 dalam pekerjaan lapisan perkerasan lentur.

Tujuannya adalah untuk mendapatkan hasil perbandingan biaya pemakaian alat berat yang lebih ekonomis diantara metode Rochmanhadi 1985 dan Bina Marga 2010 dalam pekerjaan lapisan perkerasan lentur.

## 1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian dalam penelitian ini adalah melakukan pengamatan lapangan dan pengumpulan data menggunakan data primer dan data sekunder, data primer didapat langsung di lapangan, sedangkan data sekunder merupakan data yang diperlukan untuk melengkapi dan dalam bentuk yang sudah jadi dari suatu badan atau instansi.

## 1.6 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang hendak dicapai, maka penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat dalam pendidikan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1. Manfaat teoritis

Secara teoritis hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat yaitu:

- a. Memberikan sumbangan pemikiran bagi pembaharuan kurikulum di Program Studi Teknik Sipil UMA yang terus berkembang sesuai dengan tuntutan masyarakat dan sesuai dengan kebutuhan perkembangan pengetahuan.
- b. Memberikan sumbangan ilmiah dalam bidang ilmu Teknik Sipil, yaitu membuat inovasi penggunaan metode dalam pengembangan ilmu pengetahuan.
- c. Sebagai pijakan dan referensi pada penelitian-penelitian selanjutnya yang berhubungan produktivitas dan biaya penggunaan alat-alat berat dalam pekerjaan lapisan perkerasan lentur serta menjadi bahan kajian lebih lanjut.

### 2. Manfaat praktis

Secara praktis penelitian ini dapat bermanfaat sebagai berikut:

- a. Bagi penulis dapat menambah wawasan dan pengalaman langsung tentang analisis produktivitas dan biaya penggunaan alat-alat berat dalam pekerjaan lapisan perkerasan lentur melalui metode kajian analisis.

- b. Bagi sivitas akademika menambah pengetahuan dan sumbangan pemikiran tentang produktivitas dan biaya penggunaan alat-alat berat dalam pekerjaan lapisan perkerasan lentur metode kajian analisis.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Tinjauan pustaka bertujuan untuk mengetahui kerangka teori dan konsep dasar metode pemecahan masalah. Tujuannya adalah untuk memberikan landasan teori berupa asumsi dasar, rumus, dan teori yang berkaitan dengan topik masalah.

#### 2.1 Review Penelitian Terdahulu

Sebelum melakukan penelitian mengenai Analisis Produktivitas Penggunaan Alat Berat Pada Pelaksanaan Pekerjaan Lapisan Perkerasan Lentur (Studi Kasus: Proyek Peningkatan Struktur Jalan Sirombu-Afulu). Peneliti terlebih dahulu melakukan tinjauan literatur. Tinjauan pustaka oleh peneliti merupakan tinjauan terhadap penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian yang akan peneliti lakukan. Berikut ini adalah beberapa penelitian sejenis dan terkait yang peneliti gunakan sebagai referensi untuk melakukan penelitian.

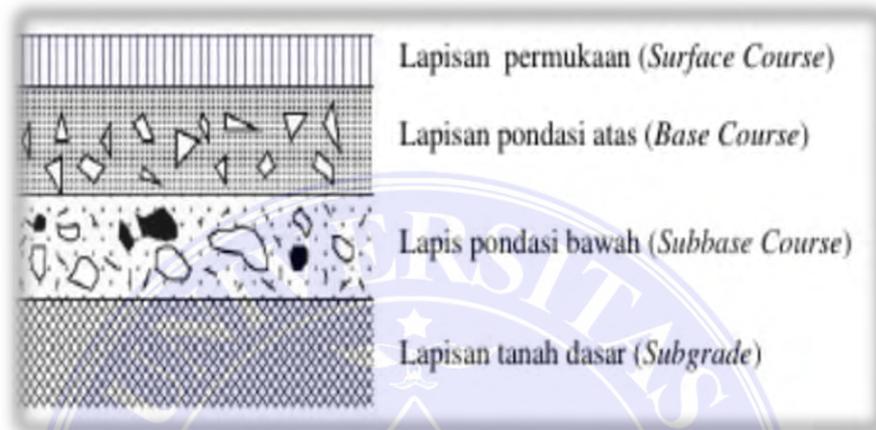
Bagus Nur Handoko (2004), dalam penelitiannya dengan judul Produktivitas Alat Berat pada Pembangunan Jalan Ruas Jailolo-Matui Provinsi Maluku Utara, menyatakan bahwa Produktivitas 1 unit bulldozer didapat 339,98  $m^3$ /jam.

Edi Nurhadi Kulo (2017), dalam penelitian yang dilakukan dengan judul Analisa Produktivitas Alat Berat Untuk Pekerjaan Pembangunan Jalan, menyimpulkan bahwa durasi waktu yg efektif untuk mengerjakan pekerjaan utama adalah 100 hari kerja.

Devid nugraha (2018), menyatakan bahwa hasil penelitian yang dilakukan dengan judul Analisis Biaya dan Produktivitas Pemakaian Alat Berat Pada Kegiatan Pembangunan Jalan Akses Siak IV, bahwa dalam penggunaan alat berat HPS owner dengan persentase penghematan biaya sebesar 13,39% terhadap biaya pemakaian alat berat kontraktor.

## 2.2 Kontruksi Jalan

Sukirman menyatakan bahwa Struktur perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atas jalan yang telah dipadatkan. Fungsi dari lapisan-lapisan ini adalah menerima beban lalu lintas dan mendistribusikannya ke lapisan-lapisan yang lebih rendah. Konstruksi perkerasan dapat di lihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Lapisan perkerasan  
Sumber: Sukirman, 1995

Sukirman, menyatakan konstruksi perkerasan terdiri dari beberapa lapisan:

1. Lapisan permukaan (*surface course*) merupakan lapisan perkerasan terletak paling atas, yang berfungsi sebagai:
  - a. lapis permukaan menahan beban roda
  - b. lapis kedap air
  - c. lapis aus
  - d. lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah
2. Lapisan pondasi atas (*base course*) merupakan lapisan yang terletak diantara lapisan pondasi bawah dan lapisan permukaan, yang berfungsi sebagai:
  - a. bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan ke lapisan bawahnya
  - b. lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah
  - c. bantalan terhadap lapisan permukaan

3. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*) merupakan lapisan perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi atas dan tanah dasar berfungsi sebagai:
  - a. bagian perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar
  - b. mengurangi tebal lapisan di atasnya yang lebih mahal
  - c. lapisan peresapan, agar air tidak berkumpul di pondasi
  - d. lapisan untuk mencegah agar partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan pondasi atas.
  
4. Lapisan tanah dasar (*subgrade*) merupakan lapisan tanah setebal 50 – 100 cm, yang di atasnya akan diletakkan lapisan pondasi bawah yang berfungsi sebagai penahan lapisan pondasi bawah, lapisan pondasi atas, dan lapisan permukaan.

### 2.3 Produktivitas Alat Metode Rochmanhadi

Rochmanhadi (1985), menyatakan bahwa Produktivitas per jam dari alat yang diperlukan adalah produktivitas standar alat dalam kondisi ideal dikalikan dengan faktor efisiensi kerja, Produktivitas adalah ukuran kemampuan peralatan untuk berproduksi berupa hasil kerjanya yang aktual per satuan waktu kerja efektif.

Hal lain yang mempengaruhi produktivitas peralatan secara keseluruhan dalam satu hari kerja adalah efisiensi operator, efisiensi waktu dan efisiensi kerja. Efisiensi operator tergantung dari keahlian atau keterampilan operator dalam mengoperasikan dari pendidikan atau pengalaman kerja. Makin sempurna keterampilan operator makin tinggi nilai faktor efisiensinya. Sedangkan efisiensi waktu adalah berapa menit peralatan bekerja dalam satu jam kerja.

Perhitungan produktivitas peralatan sebagai berikut:

a. produktivitas harian = produktivitas alat / jam × 7 jam ..... (1)

b. Durasi =  $\frac{volume}{jumlah\ alat \times produktivitas\ alat}$  ..... (2)

Tabel 2.1 Alat Berat Penggunaanya Dan Rumus Produktivitasnya

Alat berat dan penggunaanya	Rumus produktivitas alat	Keterangan
<i>Dump Truck</i> berfungsi untuk mengangkut material ke lokasi	$P = \frac{C \times 60 \times fa}{Cmt} \times M$ <p>Jumlah n siklus alat muat :</p> $n = \frac{C}{q1}$ <p>waktu siklus :</p> $Cmt = n \times cm + \frac{D}{v1} + t_1 + \frac{D}{v2} + t_2$ <p>Cmt = waktu muat + waktu buang + waktu kembali + waktu tunggu dan tunda</p>	<p>P = produktivitas alat (ton/ jam )</p> <p>C = kapasitas dum truck</p> <p>Fa = faktor efisiensi alat</p> <p>Cmt = waktu siklus dump truck ( menit )</p> <p>M = jumlah <i>dump truck</i> yang bekerja</p> <p>D = jarak angkut <i>dump truck</i> ( km )</p> <p><math>v_1</math> = kecepatan rata-rata <i>dump truck</i> bermuatan (km/jam)</p> <p><math>v_2</math> = kecepatan rata-rata <i>dump truck</i> kosong (km/jam)</p> <p><math>t_1</math> = waktu buang (menit)</p> <p><math>t_2</math> = waktu tunggu <i>dump truck</i> ( menit )</p>
<i>Asphalt Finisher</i> berfungsi untuk menghampar campuran aspal yang telah di proses di AMP	$P = Q \times Fa \times B$	<p>P = Produktivitas <i>asphalt finisher</i> (ton)</p> <p>Q = Kapasitas produksi (40 ton/jam)</p> <p>Fa = Faktor efisiensi alat (0,83) dapat dilihat pada tabel 4.1</p> <p>B = Berat jenis AC-BC (2,3 ton/m<sup>2</sup>)</p>

Alat berat dan penggunaannya	Rumus produktivitas alat	Keterangan
<i>Tandem Roller</i> berfungsi untuk pemadat material yang agak halus	$Q = \frac{W \times V \times 1000 \times H \times E \times B}{N}$	Q = produksi per jam ( ton/jam) N = jumlah lintasan W = lebar roller ( m ) V = kecepatan Kerja ( km / jam ) E = faktor efisiensi alat H = tebal hamparan ( m ) B = berat jenis laston ( ton / m <sup>3</sup> )
<i>Pneumatic Tire Roller</i> berfungsi untuk pemadatan lapisan <i>hotmix</i> dan pemadatan tahap akhir	$Q = \frac{W \times V \times 1000 \times H \times E \times B}{N}$	Q = produksi per jam ( ton/jam) N = jumlah lintasan W = lebar roller( m ) V = kecepatan rata – rata alat E = faktor efisiensi alat H = tebal hamparan ( m ) B = berat jenis laston ( ton / m <sup>3</sup> )

Sumber: Rochmanhadi 1985

Produktivitas alat berat bergantung pada tiga faktor yaitu:

1. Waktu siklus

Siklus kerja dalam pemindahan material merupakan suatu kegiatan yang dilakukan berulang. Pekerjaan utama didalam kegiatan tersebut adalah menggali, memuat, memindahkan, membongkar muatan, dan kembali ke kegiatan awal.

Waktu yang diperlukan didalam siklus kegiatan diatas disebut waktu siklus atau *cycle time* (CT). waktu siklus terdiri dari beberapa unsur. Pertama adalah waktu muat atau *loading time* (LT). waktu muat merupakan waktu yang dibutuhkan alat untuk memuat material kedalam alat angkut sesuai dengan kapasitas alat angkut tersebut.

Unsur kedua adalah waktu angkut atau *hauling time* (HT). waktu angkut merupakan waktu yang diperlukan oleh suatu alat untuk bergerak dari tempat pemuatan ketempat pembongkaran. Pada saat alat kembali ketempat pemuatan maka waktu kembali atau *return time* (RT).

Waktu pembongkaran atau *dumping time* (DT) juga merupakan unsur penting dari waktu siklus. waktu pembongkaran merupakan bagian yang terkecil dari waktu siklus.

Unsur terakhir adalah waktu tunggu atau *spotting time* (ST). pada alat kembali ke tempat pemuatan adakalanya alat tersebut perlu mengantri dan menunggu sampai alat di isi kembali. Saat mengantri dan menunggu ini yang disebut waktu tunggu. Dengan demikian:  $CT = LT+HT+DT+RT+ST$

## 2. Material

Material merupakan suatu bahan yang akan dikerjakan, dipindahkan, didorong, digali dan dipadatkan oleh alat berat. Dengan demikian harus diketahui terlebih dahulu jenis dan sifat materialnya agar memudahkan dalam perhitungan produksi alat dan mendapatkan hasil yang terbaik dan akurat yang sesuai dengan rencana.

## 3. Efisiensi

Saat menggunakan alat berat untuk melakukan suatu pekerjaan, ada beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas alat, yaitu efisiensi alat. Efektivitas alat tergantung pada 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.

Metode umum yang digunakan untuk menentukan efisiensi suatu alat adalah dengan menghitung jumlah menit alat tersebut bekerja secara efektif dalam satu jam.

## 2.4 Biaya Pengoperasian Alat Berat Metode Rochmanhadi

Setiap penggunaan mesin akan dikenakan biaya operasional peralatan. Operator alat operasi juga termasuk dalam biaya alat operasi.

Harga satuan dasar alat terdiri dari:

- Biaya pasti (*Initial Cost atau Capital Cost*)
- Biaya operasi dan pemeliharaan (*Direct Operational And Maintenance Cost*)

### 2.4.1 Biaya Pasti

Biaya pasti (pengembalian modal dan bunga) setiap tahun dihitung sebagai berikut:

1. Biaya nilai sisa alat, dapat ditentukan dengan rumus:

$$C = 10\% \times B(\text{rupiah}) \dots\dots\dots (3)$$

Dengan:

C = Nilai sisa alat (Rupiah)

B = Harga alat (Rupiah)

i = tingkat suku bunga per tahun (% per tahun)

D = faktor angsuran modal

A = umur alat (tahun)

2. Faktor angsuran modal dapat ditentukan dengan rumus :

$$D = \frac{20\% \times (1+20\%)^A}{(1+20\%)^A - 1} \dots\dots\dots (4)$$

Dengan:

A = umur alat (tahun)

3. Biaya pasti perjam

Biaya pengembalian modal dihitung:

$$E = \frac{(B-C) \times D}{W} \dots\dots\dots (5)$$

Dengan:

E = biaya pengembalian modal (Rupiah)

B = Harga alat (rupiah)

C = Nilai sisa alat (Rupiah)

D = faktor angsuran modal

W = jam kerja 1 tahun (jam)

Asuransi dapat dihitung :

$$E = \frac{0,2\% \times B}{W} \dots\dots\dots (6)$$

dengan:

E = asuransi dll (rupiah)

B = harga alat (rupiah)

W = jam kerja alat 1 tahun (jam)

Biaya pasti per jam = biaya pengembalian modal + asuransi

#### 2.4.2 Biaya Operasi Alat Per Jam

Perhitungan cara pendekatan dengan rumus rata-rata untuk biaya operasi dan pemeliharaan adalah sebagai berikut:

1. Biaya bahan bakar dapat ditentukan dengan rumus :

$$H = 0,120 \times Pw \times Ms \text{ (Rupiah)} \dots\dots\dots (7)$$

Dengan:

Pw = Tenaga Alat (HP)

Ms = Bahan Bakar Solar (liter)

2. Biaya pelumas dapat dihitung :

$$I = 0,275 \times Pw \times Mp \text{ (Rupiah)} \dots\dots\dots (8)$$

Dengan:

Pw = Tenaga alat (HP)

Mp = Minyak Pelumas (liter)

3. Biaya bengkel dapat ditentukan dengan rumus

$$\text{Bengkel (J)} = \frac{(8,75\%) \times B'}{W'} \dots\dots\dots (9)$$

Dengan:

B' = harga pokok alat

$w'$  = jam kerja alat

4. Biaya perbaikan dapat di tentukan dengan rumus :

$$K = \frac{(12,5\% - 17,5\%) \times B'}{w'} \text{ (Rupiah)} \dots\dots\dots (10)$$

Dengan:

$B'$  = harga pokok alat

$w'$  = Jam Operasi Dalam Satu Tahun

5. Biaya operator dapat dihitung :

$$L = (1 \text{ org/jam}) \times U1 \text{ (Rupiah)} \dots\dots\dots (11)$$

Dengan:

$U1$  = Upah Operator/supir

6. Biaya pembantu operator dapat dihitung :

$$M = (1 \text{ org/jam}) \times U2 \text{ (Rupiah)} \dots\dots\dots (12)$$

Dengan:

$U2$  = Upah pembantu operator/supir

Biaya operasi per jam kerja =  $(a+b+c+d+e)$  Rupiah

Total biaya sewa alat per jam (S) = biaya pasti perjam + biaya operasi perjam kerja.

## 2.5 Alat Berat Untuk Pekerjaan lapisan Perkerasan

### 2.5.1 Asphalt Finisher

Pembangunan jalan membutuhkan banyak jenis alat berat. Salah satunya adalah *asphalt finisher*. Alat ini digunakan untuk menghamparkan aspal yang diproses dari mesin pengolah aspal, sekaligus sebagai lapisan perata.

Konstruksi *Asphalt Finisher* cukup besar sehingga membutuhkan trailer untuk mengangkut alat ini ke medan proyek. *Asphalt Finisher* Memiliki roda yang berupa kelabang atau dimaksud dengan *crawler track* dengan hopper yang tidak beralas. Sedangkan dibawah hopper terdapat pisau yang juga selebar hopper. Ketika sistem penghamparan, awalnya diawali dengan memasukkan aspal ke

hopper. Lalu aspal bakal segera turun ke permukaan serta disisir oleh pisau. Untuk memperoleh tingkat rata-rata yang dikehendaki bakal ditata oleh pisau tersebut.



Gambar 2.2 *Asphalt Finisher*  
Sumber: PT. Mandiri Tunas Djaya Gemilang, 2020

Umumnya, hamparan aspal yang belum dipadatkan dapat mencapai 14 cm. Produksi alat ini akan mencapai 50 ton per jam dengan lapisan 5 cm dan kecepatan 1-1,5 meter per menit. Pada tingkat kecepatan ini, mesin cukup untuk berjalan dengan kekuatan 9 HP

Berikut ini kriteria yang harus dipenuhi oleh beton aspal yang digunakan pada konstruksi besar.

Syarat ini merupakan kriteria yang sangat ketat harus dipenuhi:

- a. Memiliki stabilitas yang cukup tinggi
- b. Mempunyai kekuatan gilas dan rata untuk dilewati kendaraan
- c. Memiliki sambungan memanjang dan melintang dengan baik, sehingga tidak mengganggu stabilitas kendaraan yang akan melewatinya.

Mesin *Asphalt Finisher* adalah alat untuk menyebarkan campuran aspal panas yang dihasilkan oleh *Asphalt Mixing Plant (AMP)* pada jalan yang akan dikerjakan. Ada dua jenis *Aspal Finisher* yaitu tipe crawler dan tipe beroda karet (*wheeled*). Pada *Aspal Finisher* jenis track, penyebarannya lebih halus dan rata dibandingkan dengan *aspal finisher* yang menggunakan roda karet ukuran yang sama.

Perlu diperhatikan suhu material pada waktu menghamparnya 120° - 140° (*spraying temperature*) dan suhu pada waktu menggilas 110° - 120° (*Rolling Temperature*), agar suhu pada waktu penghamparan harus secepatnya dilakukan jangan ditunda-tunda lagi. Jadi pekerjaan dapat selesai tepat dan suhu tetap stabil, agar hasil dari pekerjaan sesuai dengan yang diharapkan.

Menurut Rochmanhadi (1985), untuk menghitung produktivitas kerja *asphalt finisher* digunakan rumus sebagai berikut:

$$P = Q \times Fa \times B \dots\dots\dots (13)$$

Keterangan :

P = Produktivitas *asphalt finisher* (ton)

Q = Kapasitas produksi ( ton/jam)

Fa = Faktor efisiensi alat

B = Berat jenis AC-BC

### 2.5.2 *Dump Truck*

Untuk pekerjaan konstruksi, terutama konstruksi teknik sipil diperlukan peralatan pengangkut. Alat ini berfungsi untuk mengangkut material tanah, pasir, batuan untuk proyeksi. Pemilihan jenis alat pengangkutan tergantung pada kondisi lapangan, volume material, waktu dan biaya. Volume material yang diangkut harus sesuai dengan kapasitas truk.



Gambar 2.3 *Dump Truck*  
Sumber: PT. Mandiri Tunas Djaya Gemilang, 2020

Jika pengangkutan material oleh truk dilaksanakan melampaui batas kapasitasnya maka hal-hal yang tidak diinginkan dapat terjadi seperti:

1. Konsumsi bahan bakar bertambah,
2. Umur ban berkurang,
3. Kerusakan pada bak,
4. Mengurangi produktivitas.

Produktivitas suatu alat selalu tergantung dari waktu siklus. waktu siklus truk terdiri dari waktu pemuatan, waktu pengangkutan, waktu pembongkaran muatan, waktu perjalanan kembali, dan waktu antre.

Faktor-faktor yang mempengaruhi waktu-waktu tersebut adalah:

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

untuk menghitung waktu siklus *dump truck* digunakan rumus:

$$Cmt = n \times cms + \frac{D}{v_1} + t_1 + \frac{D}{v_2} + t_2 \dots\dots\dots(14)$$

Keterangan:

Cmt = waktu siklus *dump truck* (menit)

M = jumlah *dump truck* yang bekerja

D = jarak angkut *dump truck* (km)

$v_1$  = kecepatan rata-rata *dump truck* bermuatan (km/jam)

$v_2$  = kecepatan rata-rata *dump truck* kosong (km/jam)

$t_1$  = waktu buang (menit)

$t_2$  = waktu tunggu *dump truck* (menit)

Untuk menghitung produktivitas *dump truck* digunakan rumus:

$$P = \frac{C \times 60 \times fa}{Cmt} \times M \dots\dots\dots(15)$$

Keterangan:

P = produktivitas alat (  $m^3$  / jam)

C = kapasitas *dump truck*

fa = faktor efisiensi alat

Cmt = waktu siklus *dump truck* (menit)

M = jumlah *dump truck* yang bekerja

### 2.5.3 Pneumatic Tired Roller

Alat ini juga disebut mesin gilas roda ban. Biasanya alat ini digunakan untuk pemadatan aspal *hotmix*. Proses pemadatan alat ini menggunakan gabungan antara metode *kneading action* dan *static weight*. Alat ini ada yang kecil dengan dua poros roda *tandem* yang terdiri dari empat sampai Sembilan roda pada setiap porosnya.



Gambar 2.4 *Pneumatic Tire Roller*  
 Sumber: PT. Mandiri Tunas Djaya Gemilang Abadi, 2020

Roda belakang dan roda depan letaknya tidak sejajar sehingga rongga antara roda dapat tetap dipadatkan dengan roda belakang. Tekanan pada roda yang sangat besar serta berat dari alat yang cukup besar membuat alat ini mampu memadatkan tanah sampai kedalaman yang lebih besar dari pada alat yang kecil. alat pemadat yang kecil baik digunakan untuk memadatkan lapisan dengan kedalaman berkisar antara 10 sampai 20 cm, sedangkan alat yang besar dapat mencapai kedalaman 60 cm. dalam hal perhitungan produksi pemadatan ada dua macam cara yang dapat digunakan yaitu dengan volume material yang di padatkan atau luas daerah yang dipadatkan. Hal ini dalam perhitungannya sama dengan perhitungan *tandem roller*.

untuk menghitung produktivitas kerja *pneumatic tired roller* digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = \frac{W \times V \times 1000 \times H \times E \times B}{N} \dots\dots\dots (16)$$

Keterangan:

Q = produksi per jam ( ton/jam)

N = jumlah lintasan

W = lebar roller(m)

V = kecepatan rata-rata alat

E = faktor efisiensi alat

H = tebal hamparan ( m)

B = berat jenis laston (ton / m<sup>3</sup> )

#### 2.5.4 Tandem Roller

Jenis lain dari *smooth steel roller* adalah *tandem rollers* yang terdiri atas berporos 2 (*two axle*) dan berporos 3 (*three axle tandem rollers*). Roller jenis ini biasanya digunakan untuk mendapatkan permukaan yang cukup halus, seperti pada penggilasan beton aspal dan sejenisnya. Tandem roller ini memberikan lintasan yang sama pada setiap roda, beratnya antara 8 - 14 ton, dan tambahan berat yang disebabkan oleh pemberat adalah antara 25% dan 60% dari berat roller. Untuk mencapai kepadatan yang lebih tinggi dalam pekerjaan penggulangan, roller tandem tiga poros biasanya digunakan. Sebaiknya tidak menggunakan *tandem roller* untuk menggiling batu yang keras dan tajam, karena akan merusak *roller*.



Gambar 2.5 Tandem Roller

Sumber: PT. Mandiri Tunas Djaya Gemilang, 2020

untuk menghitung produktivitas *tandem roller* digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = \frac{W \times V \times 1000 \times H \times E \times B}{N} \dots\dots\dots (17)$$

Keterangan:

Q = produksi per jam ( ton/jam)

N = jumlah lintasan

W = lebar roller (m)

V = kecepatan kerja (km / jam)

E = faktor efisiensi alat

H = tebal hamparan ( m)

B = berat jenis laston (ton / m<sup>3</sup> )

## 2.6 Produktivitas Alat Metode Bina Marga

### 2.6.1 *Dump Truck*

Produktivitas suatu alat selalu bergantung dari waktu siklus. waktu siklus truk terdiri dari waktu pemuatan, waktu pegangkutan, waktu pembongkaran muatan, waktu perjalanan kembali, dan waktu antre.

Untuk menghitung waktu siklus *dump truck* rumus sebagai berikut :

Waktu siklus :

$$\text{mengisi bak} = (V:Q2b) \times Tb \dots\dots\dots (18)$$

Dimana:

V = kapasitas bak

Q2b =kapasitas *AMP/batch*

Tb = waktu menyimpan 1 batch ac-bc

$$\text{Angkut} = (L : V1) \times 60 \dots\dots\dots (19)$$

dimana :

L = jarak rata-rata *AMP* ke lokasi

V1 = kecepatan rata-rata bermuatan

$$\text{Kembali} = (L:V2) \times 60 \dots\dots\dots (20)$$

Dimana :

L = jarak rata-rata AMP ke lokasi

V2 = kecepatan rata-rata kosong

Waktu total (TS2) = T1 + T2 + T3 + T4

Rumus menghitung kapasitas produksi yaitu :

$$\text{Kapasitas produksi/jam} = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts2} \dots\dots\dots (21)$$

Dimana :

V = kapasitas bak *dump truck*

Fa = faktor efisiensi alat

Ts2 = waktu total

### 2.6.2 Asphalt Finisher

*Asphalt finisher* adalah alat untuk menghamparkan campuran aspal *hot mix* yang dihasilkan dari alat produksi aspal yaitu *Asphalt Mixing Plant* (AMP) pada permukaan jalan yang akan dikerjakan.

Untuk menghitung produktivitas alat berat asphalt finisher sebagai berikut :

$$P = V \times b \times t \times 60 \times fa \times B \dots\dots\dots (22)$$

Dimana :

P = Produktivitas *asphalt finisher* ( ton )

Q = Kapasitas produksi (ton/jam)

Fa = Faktor efisiensi alat

B = Berat jenis AC-BC (ton)

V = kecepatan menghampar (menit)

b = lebar hamparan (m)

t = tebal lapis AC-BC (m)

### 2.6.3 Tandem Roller

*Tandem roller* adalah alat pemadat awal pada saat penghamparan aspal .  
 untuk menghitung produktivitas *tandem roller* menggunakan rumus :

$$Q = \frac{W \times V \times 1000 \times H \times E \times B}{N} \dots\dots\dots (23)$$

Dimana :

Q = produksi per jam ( ton/jam)

N = jumlah lintasan

W = lebar efektif pemadatan (m)

V = kecepatan Kerja (km / jam)

E = faktor efisiensi alat

H = tebal hamparan ( m)

B = berat jenis laston (ton / m<sup>3</sup> )

### 2.6.4 Pneumatic Tire Roller

Alat ini juga disebut mesin gilas roda ban. Umumnya alat ini digunakan  
 untuk pemadatan aspal *hotmix*. Untuk menghitung produktivitas alat berat PTR  
 sebagai berikut:

$$PTR Q = \frac{W \times V \times 1000 \times H \times E \times B}{N} \dots\dots\dots (24)$$

Dimana :

Q = produksi per jam ( ton/jam)

N = jumlah lintasan

W = lebar efektif pemadatan (m)

V = Kecepatan Kerja (km / jam)

E = faktor efisiensi alat

H = tebal hamparan ( m)

B = berat jenis laston (ton / m<sup>3</sup> )

## 2.7 Biaya Pengoperasian Alat Berat Metode Bina Marga

Uraian analisa harga satuan terdiri dari :

1. Biaya pasti (*initial cost*)
2. Biaya operasi dan pemeliharaan (*direct operational and maintenance cost*)

### Biaya pasti

Biaya pengoperasian alat akan timbul setiap saat alat berat dipakai. Operator yang menggerakkan alat juga termasuk dalam biaya pengoperasian alat.

Harga satuan dasar alat terdiri dari :

- Biaya pasti (*Initial Cost atau Capital Cost*)

Biaya pasti (pengembalian modal dan bunga) setiap tahun dihitung sebagai berikut :

1. Biaya nilai sisa alat, dapat ditentukan dengan rumus :

$$C = 10\% \times B(\text{rupiah}) \dots\dots\dots (25)$$

Dengan :

C = Nilai sisa alat (Rupiah)

B = Harga alat (Rupiah)

- 2) Faktor angsuran modal dapat ditentukan dengan rumus :

$$D = \frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1} \dots\dots\dots (26)$$

Dengan :

i = tingkat suku bunga per tahun (% per tahun)

D = faktor angsuran modal

A = umur alat (tahun)

- 3) Biaya pasti perjam

Biaya pengembalian modal dihitung :

$$E = \frac{(B-C) \times D}{W} \dots\dots\dots (27)$$

Dengan :

E = biaya pengembalian modal (Rupiah)

B = Harga alat (rupiah)

C = Nilai sisa alat (Rupiah)

D = faktor angsuran modal

W = jam kerja 1 tahun (jam)

Asuransi dapat dihitung :

$$F = \frac{0,002 \times B}{W} \dots\dots\dots (28)$$

dengan :

E = asuransi dll (rupiah)

B = harga alat (rupiah)

W = jam kerja alat 1 tahun (jam)

Biaya pasti per jam (G) = E + F

**Biaya Operasi Dan Pemeliharaan Alat**

Perhitungan cara pendekatan dengan rumus rata-rata untuk biaya operasi dan pemeliharaan adalah sebagai berikut:

1. Biaya bahan bakar dapat ditentukan dengan rumus :

$$H = (12\% - 15\%) \times Pw \times Ms \text{ (Rupiah)} \dots\dots\dots (29)$$

Dengan :

Pw = Tenaga Alat (HP)

Ms = Bahan Bakar Solar (liter)

2. Biaya pelumas dapat dihitung :

$$I = (2,5\% - 3\%) \times Pw \times Mp \text{ (Rupiah)} \dots\dots\dots (30)$$

Dengan :

Pw = Tenaga alat (HP)

Mp = Minyak Pelumas (liter)

3. Biaya bengkel dapat ditentukan dengan rumus

$$\text{Bengkel (J)} = \frac{(6,25\% \text{ dan } 8,75\%) \times B}{W} \dots\dots\dots (31)$$

Dengan :

$B$  = harga pokok alat

$w$  = jam kerja alat

4. Biaya perawatan dan perbaikan dapat di tentukan dengan rumus :

$$K = \frac{(12,5\% - 17,5\%) \times B}{w} \text{ (Rupiah) ..... (32)}$$

Dengan :

$B$  = harga pokok alat

$w$  = Jam Operasi Dalam Satu Tahun

5. Biaya operator dapat dihitung :

$$L = (1 \text{ org/jam}) \times U1 \text{ (Rupiah) ..... (33)}$$

Dengan :

$U1$  = Upah Operator/supir

6. Biaya pembantu operator dapat dihitung :

$$M = (1 \text{ org/jam}) \times U2 \text{ (Rupiah) ..... (34)}$$

Dengan :

$U2$  = Upah pembantu operator/supir

Biaya operasi per jam kerja =  $(H+I+J+K+L+M)$  Rupiah

Total biaya sewa alat per jam  $(S) = G + P$

## 2.8 Tenaga kerja

Permintaan tenaga kerja selama pelaksanaan proyek sangat penting. Oleh karena itu, kita harus benar-benar memperhatikan status tenaga kerja di tempat kerja. Menurut Soedrajat (1994), permintaan tenaga kerja dalam bekerja sebenarnya tergantung pada jenis pekerjaan dan kondisi setempat, serta keterampilan pekerja itu sendiri. Metode harian umumnya didasarkan pada waktu.

Cara yang lebih memuaskan adalah bekerja satu jam sekali, karena lamanya jam kerja bisa berbeda-beda, ada yang 6, 7, 8, 9, hingga 10 jam/hari.

## 2.9 Pekerjaan Perkerasan Aspal

### 2.9.1 Pekerjaan Lapis Resap Pengikat

Pekerjaan ini harus mencakup penyediaan dan penempatan material aspal pada permukaan yang disiapkan untuk lapisan aspal berikutnya, dan lapisan perekat penyerap harus disebar pada permukaan pondasi.

Lapis resap pengikat dibuat diatas lapis pondasi agregat kelas A, atau sebelum pelaksanaan laston lapis antara (*AC-BC*). Bahan lapis resap pengikat diencerkan dengan minyak tanah (*kerosen*), lapisan resap pengikat hanya dikerjakan pada suatu permukaan jalan yang kering atau sedikit lembab.

Permukaan jalan yang akan dilapisi dengan lapis resap pengikat dibersihkan dengan menggunakan air *compressor*. Penyemprotan lapis resap pengikat dilakukan dengan *asphalt sprayer* dengan kadar penyemprotan 0,85 liter/m<sup>2</sup>.



Gambar 2.6 Pekerjaan Lapis Resap Pengikat  
Sumber: PT Mandiri Tunas Djaya Gemilang

Tahapan pekerjaan selanjutnya adalah pekerjaan laston lapis antara /aspal beton (*AC-BC*), Pekerjaan ini meliputi proses penghamparan dan pemadatan jalan yang disiapkan sesuai dengan persyaratan.

Aspal dihamparkan di atas jalan yang telah dilapisi lapisan perekat. Sebelum dilakukan pencampuran aspal, terlebih dulu dibuat *job mix formula (JMF)* dengan mengacu terhadap hasil *job mix design (JMD)*, pencampuran aspalnya dilakukan dengan *asphalt mixing plant (AMP)*. Material aspal diangkut keluar dari *AMP* menggunakan *dump truck*, memastikan lebar dan tebal bagian aspal, kemudian memasang balok atau garis pembatas atau garis batas di tepi jalan.

Kemudian dari *dump truck* material aspal di tumpahkan ke asphalt finisher yang dilengkapi dengan carang curah dan ulir-ulir pendistribusian, menempatkan material secara merata didepan batang perata dapat di atur. Kemudian tuangkan bahan aspal dari *dump truck* ke dalam alat *asphalt finisher* dan letakkan secara merata di depan batang perata.

Dalam penghamparan selalu diikuti tenaga *surveyor* dan direksi pekerjaan, untuk mengontrol ketebalan dan kemiringan penghamparan. Penggilasan aspal yang telah dihamparkan oleh *asphalt finisher* kemudian dipadatkan dengan alat *tandem roller* dan *Pneumatic tire roller*.

Penggilasan harus terdiri dari tiga operasi yaitu: penggilasan awal 0-10 menit, penggilasan sekunder 10-20 menit dan penggilasan akhir 20-45 menit, pemadatan dilaksanakan dengan menggunakan *tandem roller* dan *PTR*.

Pemadatan awal (*breakdown rolling*) menggunakan tandem roller, pemadatan awal dilaksanakan sedekat mungkin dengan mesin penghampar, pemadatan awal dilakukan pada saat temperature 125°C - 145°C atau sekitar 0-10 menit setelah penghamparan.

Pemadatan sekunder dilakukan pada saat temperatur 100°C-125°C atau sekitar 0-10 menit setelah penghamparan, penghamparan ini dilakukan menggunakan alat *PTR*, Pemadatan akhir dilakukan pada suhu > 95°C atau sekitar > 45 menit setelah penghamparan, dengan menggunakan alat *tandem roller*.

## 2.9.2 Lapis perekat

Pekerjaan ini harus mencakup penyediaan dan penempatan material aspal pada permukaan dimana lapisan aspal selanjutnya disiapkan terlebih dahulu, dan lapisan perekat harus dioleskan pada permukaan aspal *AC-BC*.

Bahan lapis resap pengikat diencerkan dengan minyak tanah (*kerosen*), Lapisan perekat penyerap hanya cocok untuk jalan kering atau sedikit basah. Menggunakan *compressor* udara untuk membersihkan permukaan jalan yang akan dilapisi dengan lapisan perekat.

Dengan *asphalt sprayer* dilakukan penyemprotan lapis perekat dengan kadar penyemprotan 0,15 liter/m<sup>2</sup> s/d 0,35 liter/m<sup>2</sup>. *compressor* dan alat bantu lainnya digunakan untuk pekerjaan ini.

Setelah pekerjaan penyemprotan selesai, pengaturan lalu lintas dibuat dengan menggunakan rambu-rambu jalan untuk mencegah kendaraan melewati permukaan yang baru disemprot

### 2.9.3 Laston Lapis Aus (AC-WC)

Tahap pekerjaan selanjutnya adalah pekerjaan laston lapis aus/aspal beton (*AC-WC*), yang meliputi proses penghamparan dan pemadatan pada perkerasan yang telah disiapkan sesuai kebutuhan.

Aspal dihampar pada jalan yang telah selesai dilapisi lapis resap pengikat atau lapis perekat. Sebelum dilakukan pencampuran aspal, terlebih dulu dibuat *job mis formula (JMF)* dengan mengacu terhadap hasil *job mix design (JMD)*, pencampuran aspalnya dilakukan dengan *asphalt mixing plant (AMP)*.

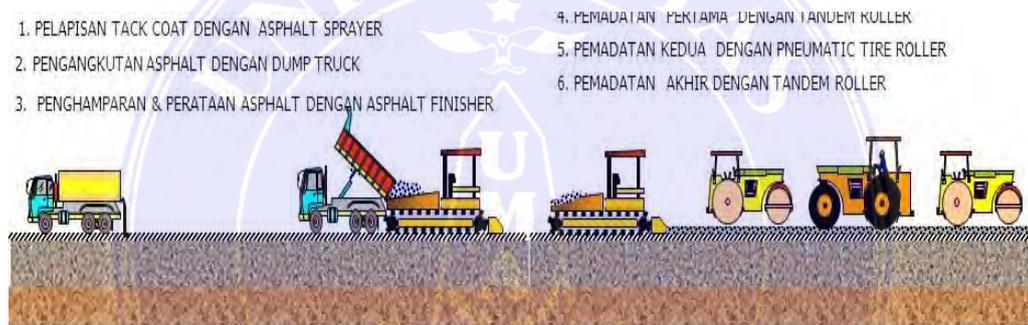
Material aspal diangkut dari *AMP* dengan menggunakan *dump truck*, untuk memastikan lebar dan tebal hamparan aspal, maka pada tepi-tepi jalan dipasang balok pembatas atau benang garis atau garis pembatas. Kemudian dari *dump truck* material aspal di tumpahkan ke *asphalt finisher* yang dilengkapi dengan carang curah dan ulir-ulir pendistribusian, menempatkan material secara merata didepan batang perata dapat di atur.

Dalam penghamparan selalu diikuti tenaga *surveyor* dan direksi pekerjaan, agar dapat mengontrol ketebalan dan kemiringan penghamparan. Penggilasan aspal yang telah dihamparkan oleh *asphalt finisher* kemudian dipadatkan dengan alat *tandem roller* dan *Pneumatic tire roller*.

Penggilasan harus terdiri dari tiga operasi yaitu: penggilasan awal 0-10 menit, penggilasan sekunder 10-20 menit dan penggilasan akhir 20-45 menit, pemadatan dilaksanakan dengan menggunakan *tandem roller* dan *PTR*

Pemadatan awal (*breakdown rolling*) menggunakan *tandem roller*, pemadatan awal dilaksanakan sedekat mungkin dengan mesin penghampar, pemadatan awal dilakukan pada saat temperature 125°C - 145°C atau sekitar 0-10 menit setelah penghamparan.

Pemadatan sekunder dilakukan pada saat temperature 100°C-125°C atau sekitar 0-10 menit setelah penghamparan, penghamparan ini dilakukan menggunakan alat *PTR* Pemadatan akhir dilakukan pada suhu > 95°C atau sekitar > 45 menit setelah penghamparan, dengan menggunakan alat *tandem roller*.



Gambar 2.7 Tahapan pengaspalan

Sumber : <https://docplayer.info/91373251-Bab-i-pendahuluan-latar-belakang.html>

#### 2.9.4 Bahan Anti Pengelupasan

Perekat dan aditif anti-pengupasan (*anti stripping agent*) akan ditambahkan ke campuran agregat dalam bentuk cair dengan salah satu cara berikut: Menggunakan Pompa penakar (*dozing pump*) digunakan selama pencampuran basah pugmil. Secara manual dengan mencampur bahan aditif kedalam tangka aspal sesuai proporsi/ takaran yang ditentukan.

Kuantitas pemakaian *aditif stripping* dalam rentang 0,2%-0,3% terhadap berat

## 2.10 Time Schedule (Rencana Kerja)

Menurut Ibrahim Bachtiar (2001), time schedule adalah waktu yang telah ditentukan. Jadi penjadwalan waktu berarti menyusun rencana kerja untuk suatu bagian atau unit kerja. Kegiatan yang termasuk dalam jadwal meliputi:

- a. Kebutuhan tenaga kerja.
- b. Kebutuhan material.
- c. Kebutuhan waktu.
- d. Dan kebutuhan transportasi/pengangkutan.

Dari jadwal/rencana kerja, secara kasar kita akan memahami berapa lama pekerjaan dapat diselesaikan, dan bagian-bagian pekerjaan yang saling terkait, dan kemudian merumuskan rencana kerja. Kita harus memperhatikan pekerjaan yang saling terkait dan pekerjaan yang saling terikat, Itu bisa dimulai tanpa menunggu selesainya pekerjaan lain.

Tabel 2.2 Waktu Pelaksanaan

		Minggu Ke												Keterangan	
	Jenis pekerjaan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Persiapan														
2	Pengaspalan dengan hotmix														

Sumber: Soedrajat, 1994

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian adalah metode ilmiah untuk mencari dan memperoleh data, yang berkaitan dengan tata cara pelaksanaan penelitian dan teknis penelitian. Proses perencanaan untuk melakukan investigasi membutuhkan analisis yang cermat. Semakin kompleks masalahnya, semakin kompleks analisisnya. Analisis yang baik membutuhkan data atau informasi yang lengkap dan akurat, dilengkapi dengan teori atau konsep dasar yang terkait. Metode penelitian yang digunakan antara lain:

##### 3.1.1 Metode Survei

Metode survei terdiri dari mengamati secara langsung keadaan yang sebenarnya di tempat. Untuk memahami situasi nyata saat ini, hal ini mutlak diperlukan, sehingga diharapkan tidak terjadi kesalahan dalam penilaian dan perencanaan. Data yang diperoleh dari kegiatan survei ini disebut data mentah. Data tangan pertama adalah data utama yang diperoleh dengan pengamatan langsung di lapangan.

##### 3.1.2 Metode Studi Pustaka

Setelah menentukan topik, diperlukan penelusuran literatur sebagai referensi penelitian. Penelitian sastra juga merupakan landasan teori penelitian, yang mengacu pada buku-buku, pendapat dan teori-teori yang berkaitan dengan penelitian.

### 3.2 Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini diperlukan data-data pendukung berupa data primer dan data sekunder yang digunakan untuk pengolahan data dan analisa yaitu:

1. Data primer adalah data yang didapat dari sumber pertama, data diperoleh dengan cara observasi atau survei langsung di lapangan dengan pihak yang terkait.
2. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari studi literatur, seperti buku, jurnal, penelitian terdahulu atau bisa diperoleh dari meminta data kontrak pekerjaan kepada kontraktor.

### 3.3 Metode Pengolahan Data

Langkah-langkah kerja dalam analisa produktivitas dan biaya operasional alat berat pada proyek peningkatan struktur jalan sirombu-afulu terdiri dari:

1. Menentukan jenis –jenis alat pekerjaan
2. Menghitung durasi dari masing-masing alat berat
3. Menghitung produktivitas dan biaya masing-masing pekerjaan
4. Perbandingan biaya alat berat dengan metode Rochmanhadi 1985 dengan Bina Marga 2010

#### 3.3.1 Menentukan Jenis-Jenis Peralatan Untuk Masing-Masing Pekerjaan

Penggunaan alat dalam pelaksanaan proyek merupakan sarana bantu untuk menyelesaikan pekerjaan. Alat berat yang digunakan sesuai dengan jenis pekerjaan di lapangan

#### 3.3.2 Menghitung Durasi Masing-Masing Pekerjaan

Waktu yang digunakann pada pada pekerjaan ini di asumsikan dalam 1 hari 7 jam kerja yaitu dari pukul (08.00 -12.00) dan dalam satu minggu 6 hari kerja (hari Senin-hari Sabtu). Perhitungan produktivitas per jam setiap alat menggunakan rumus-rumus. Durasi dari masing-masing pekerjaan dapat dihitung berdasarkan volume masing-masing pekerjaan dan produktivitas alat. Selanjutnya,

dihitung produktivitas harian menggunakan rumus. untuk menghitung durasi masing-masing pekerjaan dapat diketahui dengan cara volume pekerjaan dibagi produktivitas per hari dan masing-masing peralatan pada setiap pekerjaan seperti yang terdapat pada rumus sehingga diperoleh total hari yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.

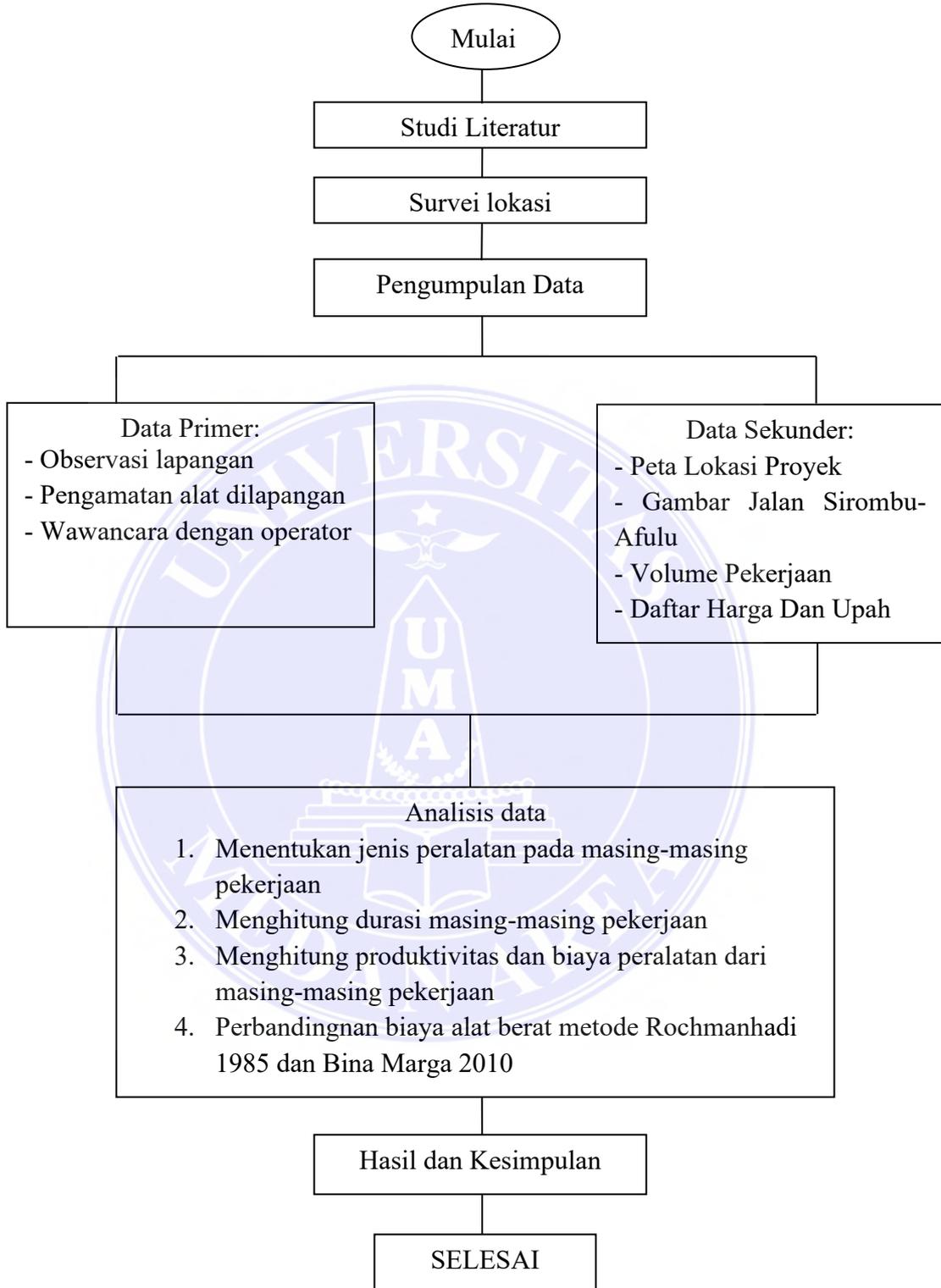
### **3.3.3 Menghitung Biaya Peralatan Dari Masing-Masing Pekerjaan**

Analisa ini untuk menghitung biaya penggunaan alat berat per satuan waktu atau yang disebut dengan biaya satuan alat berat. Besarnya biaya ini sangat bergantung pada waktu (durasi) penyelesaian proyek. Semuanya berubah seiring waktu dan kemajuan proyek, adapun biaya alat berat terdiri dari biaya pasti per jam dan biaya operasi per jam, untuk biaya alat berat per jam. Untuk menghitung biaya penggunaan alat berat per hari maka total biaya per jam dikalikan jam kerja efektif per hari yaitu 7 jam sehingga akan di dapat total biaya dasar penggunaan alat per hari.

### **3.3.4 Perbandingan Biaya Penggunaan Peralatan Antara Metode Rochmanhadi Dengan Bina Marga**

Setelah dilakukan analisa perhitungan sesuai langkah-langkah diatas, maka dari masing-masing pekerjaan diperoleh biaya penggunaan peralatan lalu dibandingkan dengan metode Rochmanhadi dan Bina Marga.

Berikut ini adalah diagram alir urutan kerja penelitian yang akan dilakukan:



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan sebagaimana telah di uraikan pada BAB IV, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kapasitas produksi dan biaya alat berat dengan metode Rochmanhadi yaitu:
  - a. Produktivitas alat berat *Dump Truck* ialah 665,84 ton/hari dengan durasi waktu 6 hari, serta jumlah alat yang dipakai adalah 30 unit dan menghabiskan biaya operasional sebesar Rp. 522.668.840
  - b. Produktivitas alat berat *Asphalt Finisher* adalah 1069,04 ton/hari dengan durasi waktu 4 hari, serta jumlah alat yang dipakai ialah 2 unit dan menghabiskan biaya operasional sebesar Rp. 22.019.431,8
  - c. Produktivitas alat berat *Tandem Roller* adalah 898,1 ton/hari dengan durasi waktu 5 hari, serta jumlah alat yang dipakai adalah 2 unit dan menghabiskan biaya operasional sebesar Rp. 22.926.917,3
  - d. Produktivitas alat berat *Pneumatic Tire Roller* adalah 1336,3 ton/hari dengan durasi waktu 3 hari, serta jumlah alat yang dipakai ialah 2 unit dan menghabiskan biaya operasional sebesar Rp. 16.417.847,9
2. Kapasitas produksi dan biaya alat berat dengan metode Bina Marga yaitu :
  - a. Produktivitas alat berat *Dump Truck* ialah 1121,4 ton/hari dengan durasi waktu 4 hari, serta jumlah alat yang dipakai adalah 30 unit dan menghabiskan biaya operasional sebesar Rp. 374.740.178
  - b. Produktivitas alat berat *Asphalt Finisher* adalah 1515,5 ton/hari dengan durasi waktu 3 hari, serta jumlah alat yang dipakai ialah 2 unit dan menghabiskan biaya operasional sebesar Rp. 19.962.096,8
  - c. Produktivitas alat berat *Tandem Roller* adalah 593,32 ton/hari dengan durasi waktu 7 hari, serta jumlah alat yang dipakai ialah 2 unit dan menghabiskan biaya operasional sebesar Rp. 38.321.424,1
  - d. Produktivitas alat berat *Pneumatic Tire Roller* adalah 1329,72 ton/hari dengan durasi waktu 3 hari, serta jumlah alat yang dipakai adalah 2 unit dan menghabiskan biaya operasional sebesar Rp. 17.758.040,6

3. Jadi total biaya alat berat *Dump Truk, Asphalt Finisher, Tandem Roller*, dan *Pneumatic Tire Roller* dengan metode Rochmanhadi sebesar Rp. 584.033.037 sedangkan total biaya alat berat *Dump Truk, Asphalt Finisher, Tandem Roller*, dan *Pneumatic Tire Roller* dengan metode Bina Marga sebesar Rp. 450.781.739,5 dapat disimpulkan hasil perhitungan metode Bina Marga lebih ekonomis dibanding metode Rochmanhadi.

## 5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil perhitungan yang telah disimpulkan diatas, maka dalam hal ini penulis mengajukan saran-saran:

1. Disarankan menggunakan metode Bina Marga untuk menghitung biaya penggunaan alat berat untuk menghemat biaya konstruksi
2. Pada proyek besar yang menggunakan alat berat, sebaiknya pertimbangkan untuk memiliki alat sendiri, karena biaya sewa alat berat sangat tinggi.
3. Karena peralatan memiliki dampak yang besar pada pelaksanaan proyek jalan, maka sangat perlu untuk merencanakan durasi pekerjaan konstruksi dan biaya peralatan dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Kholil. 2012. *Alat Berat*, Penerbit Remaja Rosda Karya, Bandung.
- Anonim. 2013. *Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum* Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta
- Direktorat Bina Marga 1995. *Panduan Analisa Harga Satuan No 028/T/BM/1995*, Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum.
- Devid Nugraha, Rian Trikomara Iriana, Sri Djuniati, *Analisis Biaya Dan Produktivitas Pemakaian Alat Berat pada Kegiatan Pembangunan Jalan Akses Siak Iv Pecan Baru*, Jurnal Teknik Sipil, Universitas Riau.
- Edi Nurhadi Kulo, Joice E. Waani, Oscar H. Kaseke, *Analisa Produktivitas Alat Berat Untuk Pekerjaan Pembangunan Jalan*, Jurnal Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- M. Fauzan, Mukhlis, M.Danil, *Tinjauan Biaya Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Pengaspalan Jalan Ujong Pacu.Cot Trieng Kec Muara Satu Kota Lhokseumawe*, Jurnal Teknik Sipil, Universitas Malikussaleh.
- Rochmanhadi, 1994, *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Dengan Menggunakan Alat-Alat Berat*, Badan Penerbit Department Pekerjaan Umum Penerbit Department Pekerjaan Umum.
- Rochmanhadi. 1985. *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat-Alat Berat*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum (BPPU), Jakarta
- Rostiyanti Fatena S., 2002. *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Soedrajat S.A, 1994. *Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan* Penerbit Nova Bandung
- Spesifikasi umum bina marga 2010. *Panduan analisa harga satuan pekerjaan umum*.
- Sukirman S. 1995 *Perkerasan Lentur Jalan Raya* Penerbit Nova Bandung

## Lampiran

### Spesifikasi Alat

No	Jenis peralatan	Type	tenaga	kapasitas	kondisi	Harga alat baru	Umur ekonomis	Jam kerja 1 tahun
1	<i>Dump truck</i>	Fuso	190,0 hp	10 ton	baik	360.000.000	5 tahun	2000 jam
2	<i>Asphalt finsher</i>	bomag	72,4 hp	40 ton	Baik	1.000.000.000	6 tahun	1400 jam
3	<i>Tandem roller</i>	dynapac	82,0 hp	8,1 ton	Baik	900.000.000	5 tahun	2000 jam
4	<i>Pneumatic tire roller</i>	dynapac	100,5 hp	9,0 ton	baik	900.000.000	5 tahun	2000 jam
Sumber : PT Mandiri Tunas Djaya Gemilang								

### Daftar Upah Tenaga Kerja

No	Uraian	Upah (Rp)	satuan
1	Operator	21.428,57	Jam
2	Supir	17.142,86	Jam
3	Pembantu operator	11.428,57	Jam
4	Pembantu supir	10.000	Jam
5	Mekanik	22.857,14	Jam
6	Pekerja	10.000	Jam
7	Mandor	15.714,29	Jam
8	Tukang	17.142,86	Jam
9	Kepala Tukang	21.428,57	Jam
Sumber PT: Mandiri Tunas Djaya Gemilang Abadi			

### Daftar Harga Material

No	Material	Harga (Rp)	Satuan
1	Minyak Bensin	9.500	Liter
2	Minyak Solar	12.250	Liter
3	Minyak Pelumas	9.000	Liter
Sumber : PT Mandiri Tunas Djaya Gemilang Abadi			

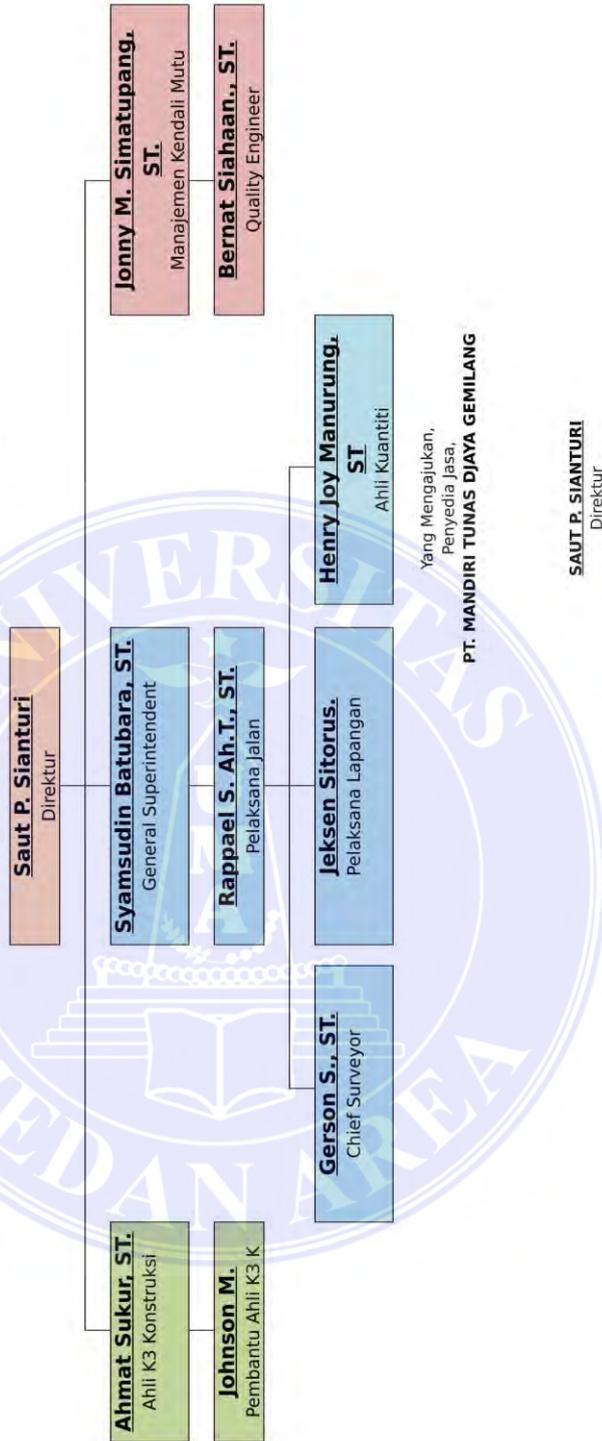
No.	JENIS ALAT	KODE ALAT	SATUAN	VOL.
B.	PERALATAN			
1	ASPHALT MIXING PLANT	E01	Unit	1
2	ASPHALT FINISHER	E02	Unit	2
3	ASPHALT SPRAYER	E03	Unit	2
4	COMPRESSOR 4000-6500 LM	E05	Unit	2
5	CONCRETE MIXER 0.3-0.6 M3	E06	Unit	2
6	DUMP TRUCK 3.5 TON	E08	Unit	5
7	DUMP TRUCK 10 TON	E09	Unit	30
8	EXCAVATOR 80-140 HP	E10	Unit	2
9	GENERATOR SET	E12	Unit	2
10	MOTOR GRADER >100 HP	E13	Unit	2
11	TRACK LOADER 75-100 HP	E14	Unit	2
12	WHEEL LOADER 1.0-1.6 M3	E15	Unit	1
13	TANDEM ROLLER 6-8 T.	E17	Unit	2
14	TIRE ROLLER 8-10 T.	E18	Unit	2
15	VIBRATORY ROLLER 5-8 T.	E19	Unit	2



**PT. MANDIRI TUNAS DJAYA GEMILANG**  
 KONTRACTOR - LEVERANSIR  
 mandirigemilang@gmail.com

**STRUKTUR ORGANISASI PROYEK**

PAKET : Peningkatan Struktur Jalan Afulu - Batas Nias Barat.



Komp. Puri Tj. Sari Kav. IV Medan



## Dokumentasi



“Pembongkaran Aspal Dari Dump Truck ke Asphalt Finisher”



“Penghamparan Aspal Dengan Menggunakan Alat Asphalt Finisher”



“Pemadatan Aspal Menggunakan Pneumatic Tire Roller”



“Pemadatan Asal Menggunakan Tandem Roller”



“Pekerjaan Lapis Resap Pengikat”



“Dump Truck Membawa Aspal ke Lokasi”