

TUGAS AKHIR

**ANALISIS EFISIENSI PRODUKTIVITAS ALAT
BERAT PADA PEKERJAAN LAPIS PERMUKAAN
JALAN (*SURFACE*)
(*EFFICIENCY ANALYSIS OF HEAVY EQUIPMENT IN
ROAD SURFACING OPERATIONS*)**

(Studi Kasus pada Proyek Pelebaran Jalan Menambah Lajur Anjir Pasar (Bts.Prov.
Kalteng) – SP.Serapat - Batas Kota Banjarmasin)

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



Akmal Bintang Fadhlurrohman

21511044

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2026**

TUGAS AKHIR

ANALISIS EFISIENSI PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA PEKERJAAN LAPIS PERMUKAAN JALAN (*SURFACE*) (*EFFICIENCY ANALYSIS OF HEAVY EQUIPMENT IN ROAD SURFACING OPERATIONS*)

(Studi Kasus pada Proyek Pelebaran Jalan Menambah Lajur Anjir Pasar (Bts.Prov.
Kalteng) – SP.Serapat - Batas Kota Banjarmasin)

Disusun oleh:

Akmal Bintang Fadhlurrohman

21511044

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 29 Januari 2026

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

Adityawan Sigit, S.T., M.T., Ph.D.
NIK: 155110108

Penguji I

Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IPM
NIK: 005110101

Penguji II

Ir. Tri Nugroho Sulistyantoro, S.T., M.T.
NIK: 195110502

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Ir. Yunalia Muntafi., S.T., M.T., Ph.D. (Eng.) IPM

NIK: 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan bahwa sesungguhnya Tugas Akhir yang telah saya buat sebagai syarat untuk persyaratan memperoleh derajat Sarjana Strata Satu (S1) di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian Laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, maka saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya dapat sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 9 Februari 2026

Yang membuat pernyataan,



Akmal Bintang Fadhlurrohman

(21511044)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Efisiensi Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Lapis Permukaan Jalan (*Surface*)”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam Penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran dan kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus dan mendalam kepada:

1. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng)., IPM., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Adityawan Sigit, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing, senantiasa memberikan arahan dan nasihat baik dalam hal akademik maupun sosial selama proses penyusunan, yang mengantarkan penulis untuk merampungkan Tugas Akhir ini dengan baik.
3. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IPM. selaku Dosen Penguji I. Terima kasih atas segala saran, ilmu, dan bimbingan selama masa studi maupun saat sidang, yang telah mengantarkan penulis menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.
4. Bapak Ir. Tri Nugroho Sulistyantoro, S.T.,M.T selaku Dosen Penguji II. Terima kasih atas segala saran, ilmu, dan bimbingan selama masa studi maupun saat sidang, yang telah mengantarkan penulis menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.

5. Sege nap jajaran PT. Pandji Pratama Indonesia yang telah memberikan kesempatan dan izin kepada penulis untuk melakukan pengamatan, serta membantu dalam penyediaan data-data yang diperlukan selama proses penyusunan Tugas Akhir.

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membaca dan mencari referensi dalam penelitian yang serupa.

Yogyakarta, 9 Februari 2026

Penulis,



Akmal Bintang Fadhlurrohman
(21511044)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan dan semangat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada::

1. Rasa bakti dan terima kasih penulis persembahkan kepada Ibu, dan Ayah. Doa tulus, dukungan moral, serta semangat yang diberikan tanpa henti telah menjadi kekuatan utama bagi penulis dalam menjalani setiap proses hingga saat ini.
2. Teman-teman Darul Dingo. Terima kasih atas dukungan, kebersamaan setiap momen yang dilalui bersama menjadi penyemangat sehingga tugas akhir dapat diselesaikan.
3. Teman-teman SMA, yang menjadi pemicu semangat. Dukungan serta pencapaian kalian di jalan masing-masing menjadi motivasi tersendiri bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Seseorang yang telah mendampingi penulis selama kuliah, Nisrina Khairunnisa. Terima kasih selalu memberikan semangat dan dukungan, serta mendengarkan keluh kesah penulis.
5. Seluruh teman-teman Teknik Sipil 2021 yang telah membantu dan mendukung bersama-sama semasa kuliah

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
TUGAS AKHIR	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
ABSTRAK	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Penelitian	3
1.6 Lokasi Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Umum	4
2.2 Penelitian Terdahulu	4
2.2.1 Tinjauan Efektivitas Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Jalan Kurai Mudiak Liki, Kec.Suliki	4
2.2.2 Analisis Produktivitas Alat Berat Di Proyek Pembangunan / Rehabilitasi Jalan Kelurahan Kepanjen Kab. Jombang	5

2.2.3 Analisis Penggunaan Alat Berat Terhadap Waktu dan Biaya (Studi Kasus : Proyek Jalan Raya Babatbojonegoro KM 72-73)	5
2.2.4 Analisis Perhitungan Produktivitas dan Biaya untuk Pemakaian Alat Berat pada Proyek Peningkatan Jalan Mojowarno-Cukir	6
2.2.5 Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Perkerasan Aspal Pada Proyek Peningkatan Jalan	6
BAB III LANDASAN TEORI	10
3.1 Manajemen Proyek	10
3.1.1 Pengertian Manajemen Proyek	10
3.1.2 Tujuan Manajemen Proyek	10
3.2 Manajemen Konstruksi	11
3.3 Manajemen Alat Berat	11
3.4 Konstruksi Jalan	12
3.5 Alat Berat	13
1. Alat Berat <i>Dump truck</i>	14
2. Alat Berat <i>Asphalt finisher</i>	16
3. Alat Berat <i>Tandem roller</i>	19
4. Alat Berat <i>Pneumatic roller</i>	20
3.6 Produktivitas Alat Berat	22
3.6.1 Produktivitas <i>Dump truck</i>	22
3.6.2 Produktivitas <i>Asphalt finisher</i>	23
3.6.3 Produktivitas <i>Tandem roller</i>	23
3.6.4 Produktivitas <i>Pneumatic roller</i>	24
3.7 Waktu Siklus	25
3.8 Efisiensi Alat	25
3.9 Parameter Teknis	27
3.10 Koefisien Peralatan	29
3.11 Siklus Pekerjaan Lapis Perkerasan Jalan AC-WC	30
BAB IV METODE PENELITIAN	32
4.1 Metode Penelitian	32
4.2 Subjek dan Objek Penelitian	32

4.3	Pengumpulan Data	32
4.4	Penentuan Faktor Efisiensi Alat	33
4.4.1	Dasar Penentuan Faktor Efisiensi Alat	33
4.5	Tahapan Penelitian	34
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		37
5.1	Pelaksanaan Penelitian	37
5.2	Data Penelitian	37
5.2.1	Gambaran Umum Proyek	37
5.2.2	Data Spesifikasi Alat Berat	38
5.2.3	Lokasi Pengaspalan	42
5.3	Analisis Data	44
5.3.1	Volume Pekerjaan	44
5.3.2	Perhitungan Kecepatan Alat Berat Sesuai Data Lapangan	48
5.4	Analisis Produktivitas Alat Berat Sesuai Data Lapangan	53
5.5	Analisis Koefisien Alat Berat Sesuai Data Lapangan	62
5.5.1	Perbandingan Koefisien Rencana dan Koefisien Lapangan	65
5.6	Analisis Kebutuhan Alat Berat Sesuai Kondisi Lapangan	67
5.7	Pembahasan	70
5.7.1	Produktivitas Alat Berat Sesuai Data Lapangan	70
5.7.2	Perbandingan Koefisien Rencana Dan Lapangan	74
5.7.3	Kebutuhan Alat Berat Di Lapangan	76
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		77
6.1	Kesimpulan	77
6.2	Saran	79
DAFTAR PUSTAKA		81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Lokasi Proyek Pelebaran Jalan Menambah Jalur Anjir Pasar (BTS.Prov. Kalteng) - SP.Serapat – BTS Kota Banjarmasin	3
Gambar 3. 1	Penyebaran Beban Roda Melalui Lapis Permukaan Jalan	13
Gambar 3. 2	Rear Drum	15
Gambar 3. 3	Side Drum	15
Gambar 3. 4	Bottom Dump	16
Gambar 3. 5	<i>Asphalt finisher Tracked</i>	17
Gambar 3. 6	<i>Asphalt finisher Wheeled</i>	17
Gambar 3. 7	<i>Two Axle Tandem roller</i>	19
Gambar 3. 8	<i>Three Axle Tandem roller</i>	20
Gambar 3. 9	<i>Pneumatic roller Besar</i>	21
Gambar 3. 10	<i>Pneumatic roller Kecil</i>	22
Gambar 3. 11	Ilustrasi Perjalanan Dump Truck ke Lokasi Proyek	30
Gambar 3. 12	Ilustrasi Dump Truck Menunggu dan Membongkar Muatan	31
Gambar 3. 13	Ilustrasi Penghamparan dan Pematatan	31
Gambar 3. 14	Ilustrasi Pematatan Akhir	31
Gambar 4. 1	Flowcart Penelitian	36
Gambar 5. 1	<i>Rear Dump truck</i>	38
Gambar 5. 2	<i>Asphalt finisher Wheeled</i>	39
Gambar 5. 3	<i>Asphalt finisher Tracked</i>	39
Gambar 5. 4	<i>Tandem roller</i>	40
Gambar 5. 5	Lebar Drum <i>Tandem roller</i>	40
Gambar 5. 6	<i>Pneumatic roller</i>	41
Gambar 5. 7	Lebar Roda Pematat <i>Pneumatic roller</i>	42
Gambar 5. 8	Lokasi Penelitian Segmen 4	42
Gambar 5. 9	Lokasi Penelitian Segmen 6	43
Gambar 5. 10	Lokasi Penelitian Segmen 7	43

Gambar 5. 11	Lokasi Penelitian Segmen 8	43
Gambar 5. 12	Lokasi Penelitian Segmen 9	44
Gambar 5. 13	Grafik Produktivitas <i>Rear Dump truck</i>	61
Gambar 5. 14	Grafik Produktivitas <i>Asphalt finisher</i>	61
Gambar 5. 15	Grafik Produktivitas <i>Tandem roller</i>	62
Gambar 5. 16	Grafik Produktivitas <i>Pneumatic roller</i>	62
Gambar 5. 17	Grafik Perbandingan Koefisien Rencana Dan Rata-Rata Koefisien Lapangan	66
Gambar 5. 18	Grafik Produktivitas <i>Dump truck</i>	72
Gambar 5. 19	Grafik Produktivitas <i>Asphalt finisher</i>	72
Gambar 5. 20	Grafik Produktivitas <i>Tandem roller</i>	73
Gambar 5. 21	Grafik Produktivitas <i>Pneumatic roller</i>	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Perbandingan Penelitian Terdahulu Terhadap Penelitian yang akan dilaksanakan	7
Tabel 3. 1	Faktor Efisiensi Alat	27
Tabel 3. 2	Faktor Efisiensi Alat <i>Dump truck</i>	27
Tabel 5. 1	Alat Berat Pada Proyek	42
Tabel 5. 2	Rekapitulasi Volume Pekerjaan AC-WC	47
Tabel 5. 3	Data Pengamatan Lapangan <i>Asphalt finisher</i>	48
Tabel 5. 4	Data Pengamatan Lapangan <i>Tandem roller</i>	48
Tabel 5. 5	Data Pengamatan Lapangan <i>Pneumatic roller</i>	48
Tabel 5. 6	Rekapitulasi Kecepatan Alat Berat Pada Lapangan	52
Tabel 5. 7	Rekapitulasi Produktivitas Alat Berat Sesuai Data Lapangan	60
Tabel 5. 8	Rekapitulasi Koefisien Alat Berat Sesuai Data Lapangan	65
Tabel 5. 9	Jumlah Kebutuhan Alat Lapangan	70
Tabel 5. 10	Rekapitulasi Produktivitas Alat Berat Sesuai Data Lapangan	71
Tabel 5. 11	Nilai Koefisien Alat Berat Rencana	74
Tabel 5. 12	Nilai Rata-Rata Koefisien Alat Berat Lapangan	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic Roller Hari ke- 1	84
Lampiran 2	Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic Roller Hari ke- 2	87
Lampiran 3	Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic Roller Hari ke- 3	90
Lampiran 4	Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic Roller Hari ke- 4	93
Lampiran 5	Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic Roller Hari ke- 5	96
Lampiran 6	Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic Roller Hari ke- 6	99
Lampiran 7	Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic Roller Hari ke- 7	102
Lampiran 8	Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic Roller Hari ke- 8	105
Lampiran 9	Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic Roller Hari ke- 9	108
Lampiran 10	Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic Roller Hari ke- 10	111
Lampiran 11	Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic Roller Hari ke- 11	114
Lampiran 12	Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic Roller Hari ke- 12	117
Lampiran 13	Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic Roller Hari ke- 13	120
Lampiran 14	Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic Roller Hari ke- 14	123

Lampiran 15	Data Nilai Koefisien Rencana Proyek	126
Lampiran 16	Data Berat Jenis Aspal AC-WC	127

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

AC-WC	: Asphalt Concrete-Wearing Course
AMP	: Asphalt Mixing Plant
HP	: Horse Power
STA	: Stationing
Wita	: Waktu Indonesia Tengah
V	: Volume pekerjaan
P	: Panjang hamparan/pemadatan
L	: Lebar hamparan/pemadatan
T	: Tebal hamparan/pemadatan
v1	: Kecepatan rata <i>dump truck</i> bermuatan
v2	: Kecepatan rata-rata <i>dump truck</i> muatan kosong
Tb	: Waktu menyiapkan 1 <i>batch</i> aspal
T1	: Waktu mengisi bak
T2	: Waktu angkut
T3	: Waktu tunggu + dump + putar
T4	: Waktu kembali
Ts2	: Waktu siklus <i>dump truck</i>
Q1	: Kap. Produksi/jam <i>dump truck</i>
v	: Kecepatan rata-rata alat berat
w	: Lebar hamparan
D ₁	: Berat jenis AC-WC
t	: Tebal hamparan
Q2	: Kap. Produksi/jam <i>asphalt finisher</i>
b	: Lebar efektif pemadatan
bo	: Lebar <i>overlap</i>
N	: Lajur lintasan
n	: Jumlah lintasan
Q3	: Kap. Produksi/jam <i>tandem roller</i>

Q4 : Kap. Produksi/jam *pneumatic roller*
Tk : Jam kerja efektif per-hari
Fa : Faktor efisiensi

ABSTRAK

Pekerjaan lapis permukaan jalan merupakan salah satu tahapan penting dalam konstruksi jalan yang sangat bergantung pada kinerja dan produktivitas alat berat. Penggunaan alat berat yang tidak efisien dapat menyebabkan keterlambatan waktu pelaksanaan serta peningkatan biaya proyek. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi produktivitas alat berat pada pekerjaan permukaan jalan (AC-WC) pada Proyek Pelebaran Jalan Menambah lajur Anjir Pasar (Batas Provinsi Kalimantan Tengah)-SP.Serapat-Batas Kota Banjarmasin. Alat berat yang ditinjau dalam penelitian ini meliputi *dump truck*, *asphalt finisher*, *tandem roller*, dan *pneumatic roller*.

Metode penelitian yang digunakan adalah pengamatan langsung di lapangan selama 14 hari untuk mendapatkan data waktu kerja, kecepatan, dan volume pekerjaan alat berat yang meliputi *dump truck*, *asphalt finisher*, *tandem roller*, *pneumatic roller*. Data dianalisis untuk memperoleh nilai produktivitas aktual, koefisien alat berat, serta kebutuhan jumlah alat berdasar kondisi lapangan. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata produktivitas *dump truck* sebesar 4,419 ton/jam, *asphalt finisher* sebesar 30,399 ton/jam, *tandem roller* sebesar 13,460 ton/jam, dan *pneumatic roller* sebesar 22,024 ton/jam.

Nilai koefisien alat berat lapangan lebih besar dibandingkan dengan koefisien rencana, yang mengindikasikan adanya penurunan efisiensi kerja alat. Penurunan efisiensi disebabkan karena beberapa faktor, antara lain waktu tunggu alat yang cukup tinggi, ketidakseimbangan kinerja antar alat berat, kondisi teknis alat, serta pengaruh kondisi lapangan dan cuaca. Berdasarkan analisis kebutuhan alat berat, diperlukan penyesuaian jumlah alat berat agar tercapai keseimbangan kerja yang lebih efisien. Dengan demikian, pengelolaan dan penyesuaian kombinasi alat berat berdasarkan produktivitas aktual lapangan sangat diperlukan untuk meningkatkan efisiensi pelaksanaan pekerjaan lapis permukaan jalan.

Kata kunci: produktivitas, koefisien, alat berat, efisiensi, lapis permukaan jalan.

ABSTRACT

Surface course pavement work is one of the most important stages in road construction, which highly depends on the performance and productivity of heavy equipment. Inefficient use of heavy equipment can cause delays in project completion time and increase construction costs. Therefore, this study aims to analyze the efficiency of heavy equipment productivity in surface course pavement (AC-WC) work on the Road Widening Project of Adding Lanes Anjir Pasar (Boundary of Central Kalimantan Province)-SP. Serapat-Banjarmasin City Boundary. The heavy equipment analyzed in this study includes dump truck, asphalt finisher, tandem roller, and pneumatic roller

The research method used was direct field observation conducted over a period of 14 days to obtain data on working time, operating speed, and volume of work of the heavy equipment. The collected data were analyzed to determine actual productivity, equipment coefficients, and required number of equipment based on field conditions. The result show that the average productivity of dump truck sebesar 4,419 ton/hour, asphalt finisher sebesar 30,399 ton/hour, tandem roller sebesar 13,460 ton/hour, dan pneumatic roller sebesar 22,024 ton/hour.

The equipment coefficient values obtained from field data are higher than the planned coefficient, indicating a decrease in equipment working efficiency. This decrease in efficiency is caused by several factors, including high equipment waiting time, imbalance in performance among heavy equipment, technical condition of the equipment requirement, adjustments to the number of equipment are necessary to achieve better work balance and efficiency. Therefore, proper management and adjustment of heavy equipments combinations based on actual field productivity are essential to improve the efficiency of surface course pavement work.

Keyword: *productivity, coefficient, heavy equipment, efficiency, surface course pavement*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur jalan merupakan salah satu upaya pemerintah untuk mempercepat pertumbuhan ekonomi dan pemerataan pembangunan Mayasari dan Sari, (2023). Di Kalimantan Selatan, ruas jalan Anjir Pasar (Batas Provinsi Kalimantan Tengah) – SP.Serapat – Batas Kota Banjarmasin menjadi jalur penting yang menjadi penghubung dua provinsi dan mendukung aktivitas ekonomi, logistik, dan mobilitas masyarakat. Dengan demikian, kesuksesan serta efektivitas dalam pelaksanaan proyek sangat penting.

Dalam proses pekerjaan lapis permukaan jalan, peran alat berat sangat penting. Berbagai jenis alat berat seperti *dump truck*, *aspalt finisher*, *tandem roller*, *pneumatic roller* digunakan guna membantu menyelesaikan pekerjaan dengan cepat. Menurut Ainurrizki dkk., (2020), produktivitas alat berat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti medan, cuaca, tipe alat. Dalam pelaksanaannya, efisiensi alat berat di lapangan sering kali lebih rendah dibandingkan dengan perencanaan ideal.

Penelitian sebelumnya juga menyoroti pentingnya produktivitas alat berat dalam proyek konstruksi jalan, Prasetya dkk., (2023) dalam studinya menunjukkan berapa besar produktivitas yang dilakukan alat berat pada pekerjaan pengaspalan. Arrasyid dkk., (2021) dalam studinya mencari volume pekerjaan serta mengetahui produktivitas alat berat pada proyek pembangunan jalan Kelurahan Kepanjen.

Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih terbatas untuk mencari produktivitas alat berat di lapangan. Oleh karena itu, fokus utama pada penelitian ini adalah membandingkan antara koefisien di lapangan dan perencanaan, sehingga akan mengetahui seberapa efisien alat yang digunakan serta faktor apa yang dapat memengaruhi produktivitas alat berat yang digunakan. Pada Proyek Pelebaran Jalan Menambah Lajur Anjir Pasar (Bts.Prov. Kalteng) – SP.Serapat - Batas Kota Banjarmasin. Dengan memahami faktor-faktor yang memengaruhi

produktivitas alat berat, pihak pelaksana proyek dapat mengambil langkah-langkah perbaikan yang tepat guna meningkatkan efisiensi kerja.

Proyek Pelebaran Jalan Menambah Lajur Anjir Pasar (Bts.Prov. Kalteng) - SP.Serapat - Batas Kota Banjarmasin sebagai studi kasus karena proyek ini sedang dan masih berlangsung dengan skala besar dan masa waktu pengerjaan yang cukup lama sehingga memungkinkan untuk dilakukan observasi langsung terhadap produktivitas alat berat perkerasan jalan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang, maka peneliti akan merumuskan beberapa masalah sebagai berikut.

1. Berapa produktivitas alat berat pada pekerjaan lapis permukaan jalan?
2. Mencari nilai rata-rata koefisien lapangan dan dibandingkan dengan koefisien rencana?
3. Berapa jumlah alat berat yang dibutuhkan agar proyek tidak terjadi *idle*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui berapa produktivitas alat berat pada pekerjaan lapis permukaan jalan.
2. Mengetahui nilai rata-rata koefisien lapangan dan dibandingkan dengan koefisien rencana.
3. Mengetahui jumlah alat berat yang dibutuhkan agar proyek tidak terjadi *idle*.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan Tujuan Penelitian di atas manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk menambah pengetahuan mengenai efisiensi produktivitas alat berat pada pekerjaan lapis perkerasan jalan
2. Mengetahui kebutuhan alat agar proyek dapat lebih efisien dalam waktu pelaksanaan
3. Sebagai referensi pada penelitian selanjutnya.

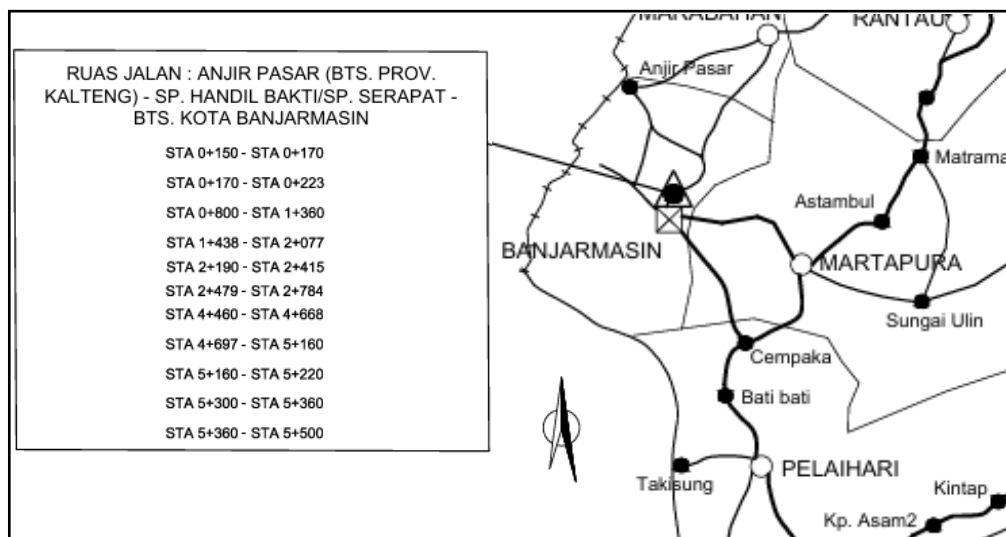
1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan-batasan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian dilakukan hanya pada pekerjaan lapis permukaan jalan (AC-WC)
2. Alat yang ditinjau adalah *Dump truck*, *Asphalt finisher*, *Tandem roller*, dan *Pneumatic roller*
3. Kecepatan *dump truck* mengikuti kecepatan yang tercantum dalam Bina Marga 2025 Nomor 182
4. Data *dump truck* didapatkan ketika di lokasi proyek, bukan dari AMP
5. Perhitungan kebutuhan alat berat dihitung berdasarkan kapasitas produktivitas dari *asphalt finisher*
6. Penelitian hanya dilakukan 14 hari kerja
7. Perhitungan produktivitas alat berat menggunakan perhitungan dari Bina Marga 2025 Nomor 182

1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Proyek Pelebaran Jalan Menambah Jalur Anjir Pasar (Batas.Prov. Kalteng) - SP.Serapat - Batas Kota Banjarmasin. Lokasi Proyek Dapat dilihat pada Gambar 1.1 berikut ini.



Gambar 1. 1 Lokasi Proyek Pelebaran Jalan Menambah Jalur Anjir Pasar (BTS.Prov. Kalteng) - SP.Serapat – BTS Kota Banjarmasin

(Sumber: BPJN Kalimantan Selatan, 2024)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Tinjauan pustaka merupakan langkah untuk mengidentifikasi, evaluasi, dan merangkum penelitian terdahulu yang relevan dengan topik yang sedang diteliti.

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Berikut penelitian terdahulu yang menjadi acuan dalam penelitian ini.

2.2.1 Tinjauan Efektivitas Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Jalan Kurai Mudiak Liki, Kec.Suliki

Penelitian ini dilakukan oleh Esa dkk., (2022) membahas mengenai analisa produktivitas alat berat agar dapat lebih efisien dari biaya dan waktu. Alat berat yang ditinjau oleh penulis adalah *motor grader*, *vibrator roller*, *dump truck*, *water tank*, *Asphalt finisher*, *Tandem roller*, dan *pneumatic tyre roller*. Metode yang digunakan oleh penulis adalah deskripsi analitis dengan mengumpulkan data primer (survei lapangan, wawancara) dan sekunder (data dari instansi terkait). Analisis dilakukan dengan menghitung produktivitas dan kombinasi alat berat, serta perhitungan biaya operasional dan sewa. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan produktivitas dari alat berat *motor grader* 39 m³/jam, kebutuhan alat 1 unit dengan durasi pengerjaan ±17 hari, biaya yang dibutuhkan per hari Rp 2.076.500. *Vibrator roller* 35,65 m³/jam, kebutuhan alat 1 unit dengan durasi pengerjaan ±12 hari, biaya yang dibutuhkan per hari Rp 2.080.532. *Dump truck* 0,8 m³/jam, kebutuhan alat 12 unit, biaya yang dibutuhkan per hari Rp 1.035.994 untuk pekerjaan lapis pondasi kelas A dan untuk pekerjaan laston AC-BC sebesar Rp 1.105.000. *Water tank* 74,28 m³/jam, kebutuhan alat 1 unit dengan durasi pengerjaan ±3 hari, biaya yang dibutuhkan per hari Rp 1.044.505. *Asphalt finisher* 43,87 m³/jam, kebutuhan alat 1 unit dengan durasi pengerjaan ±3 hari, biaya yang dibutuhkan per hari Rp 3.002.690. *Tandem roller* 21,9 m³/jam, kebutuhan alat 1 unit

dengan durasi pengerjaan ± 5 hari, biaya yang dibutuhkan per hari Rp 1.992.570. *Pneumatic roller* 24,24 m³/jam, kebutuhan alat 1 unit dengan durasi pengerjaan ± 4 hari, biaya yang dibutuhkan per hari Rp 2.692.150.

2.2.2 Analisis Produktivitas Alat Berat Di Proyek Pembangunan / Rehabilitasi Jalan Kelurahan Kepanjen Kab. Jombang

Arrasyid dkk., (2021) melakukan penelitian berjudul "Analisis Produktivitas Alat Berat Di Proyek Pembangunan/Rehabilitasi Jalan Kelurahan Kepanjen Kab. Jombang". Penelitian ini bertujuan mengetahui produktivitas alat berat yaitu *dump truck*, *tandem roller*, *pneumatic roller*, dan *asphalt finisher*. Metode yang dilakukan pengumpulan data primer berupa observasi pada lapangan dan data sekunder berupa *shop drawing*, *RAB*, *schedule*. Produktivitas alat berat lapis AC-BC *asphalt finisher* ruas 1 sebesar 70,128 m³/jam, *dump truck* 12,11 m³/jam (3 unit), *tandem roller* 0,0074 m³/jam. Sedangkan lapis AC-WC *asphalt finisher* ruas 1 sebesar 58,128 m³/jam, *dump truck* 6,35 m³/jam (5 unit), *tandem roller* 0,0052 m³/jam. Hasil dari penelitian ini menunjukkan produktivitas alat berat pada proyek ini sesuai dengan rencana awal, sehingga mendukung efisiensi waktu dan biaya proyek.

2.2.3 Analisis Penggunaan Alat Berat Terhadap Waktu dan Biaya (Studi Kasus : Proyek Jalan Raya Babatbojonegoro KM 72-73)

Mayasari dan Sari, (2023) melakukan penelitian yang membahas analisis efisiensi penggunaan alat berat dengan fokus pada waktu dan biaya untuk menyelesaikan proyek perbaikan jalan pada pekerjaan pengaspalan jalan raya Babat-Bojonegoro KM 72-73. Metode yang digunakan adalah analisis kapasitas kerja alat berat, waktu kerja dihitung dengan membagi volume pekerjaan dengan kapasitas alat berat, dan biaya dihitung biaya sewa dikalikan total jam kerja. Hasil dari penelitian ini didapat waktu yang dibutuhkan seluruh alat berat untuk menyelesaikan pekerjaan dengan volume 3612 ton/m³ adalah 167,5 jam dengan biaya total penggunaan alat berat sebesar Rp 405.486.106.

2.2.4 Analisis Perhitungan Produktivitas dan Biaya untuk Pemakaian Alat Berat pada Proyek Peningkatan Jalan Mojowarno-Cukir

Prasetya dkk., (2023) melakukan penelitian tentang produktivitas dan biaya alat berat pada proyek jalan Mojowarno-Cukir. Fokus penelitian ini pelebaran bahu jalan, dan pembangunan dinding penahan dengan tujuan mendapatkan kebutuhan, biaya, dan produktivitas alat berat yang optimal. Dalam perhitungannya dibutuhkan data primer dan sekunder. Hasil dari penelitian ini didapatkan produktivitas alat berat *Asphalt finisher* 89,64 m³/jam (AC-BC), 59,76 m³/jam (AC-WC) dengan total biaya per jam Rp. 169.562,85. *Dump truck* 0,45 m³/jam (segmen 1), 0,134 m³/jam (segmen 2) dengan total biaya per jam Rp. 101.740,58. *Tandem roller* 0,134 m³/jam (segmen 1), 0,066 m³/jam (segmen 2) dengan total biaya per jam Rp. 421.218,25. *Pneumatic tired roller* 0,134 m³/jam (segmen 1), 0,066 m³/jam (segmen 2) dengan total biaya per jam Rp. 42.218,25.

2.2.5 Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Perkerasan Aspal Pada Proyek Peningkatan Jalan

Oktaviani dan Lizar, (2025) melakukan analisis produktivitas alat berat pada proyek peningkatan jalan Proso Buluh Apo menuju Sei, kabupaten Bengkali, Riau. Penelitian bertujuan mencari produktivitas dan kebutuhan alat dengan menggunakan perhitungan Rochmanhadi dan Bina Marga dengan Fa 0.83. Hasil menunjukkan bahwa penerapan skenario 12 jam meningkatkan produktivitas harian $\pm 50\%$ dibandingkan kerja normal 8 jam. Dari segi manajemen dan biaya, penelitian menemukan kebutuhan *dump truck* dominan sekitar 12 unit untuk mengimbangi siklus kerja alat utama, sementara alat pendukung seperti *asphalt finisher*, *tandem roller*, dan *pneumatic roller* cukup dialokasikan 1-2 unit. Penerapan skenario 12 jam meningkatkan biaya operasional sewa per jam—misalnya Dump Truck naik dari Rp722.978 menjadi Rp903.915. penelitian ini menekankan pentingnya mitigasi risiko teknis mengingat adanya keterlambatan akibat kerusakan *tandem roller*, sehingga penyediaan alat cadangan sangat disarankan untuk menjaga kontinuitas pekerjaan

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Terdahulu Terhadap Penelitian yang akan dilaksanakan

Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
Arrasyid dkk., (2021)	Analisis Produktivitas Alat Berat Di Proyek Pembangunan/ Rehabilitasi Jalan Kelurahan Kepanjen Kab. Jombang.	Mengetahui produktivitas alat berat <i>dump truck</i> , <i>Tandem roller</i> , <i>Pneumatic roller</i> , dan <i>Asphalt finisher</i> , serta mengetahui volume pekerjaan pada proyek pembangunan jalan Kelurahan Kepanjen.	Metode yang digunakan analisis data yang dilakukan di satu ruas jalan aspal AC-BC dan lima ruas jalan aspal AC-WC. Data didapat dari observasi lapangan dan shop drawing.	Produktivitas alat berat lapis AC-BC <i>Asphalt finisher</i> ruas 1 sebesar 70,128 m ³ /jam, <i>dump truck</i> 12,11 m ³ /jam (3 unit), <i>Tandem roller</i> 0,0074 m ³ /jam. Sedangkan lapis AC-WC <i>Asphalt finisher</i> ruas 1 sebesar 58,128 m ³ /jam, <i>dump truck</i> 6,35 m ³ /jam (5 unit), <i>Tandem roller</i> 0,0052 m ³ /jam.
Esa dkk., (2022)	Tinjauan Efektivitas Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Jalan Kurai Mudiak Liki, Kec.Suliki.	Mengetahui kombinasi alat berat agar produktivitas alat berat lebih optimum dari segi waktu dan biaya.	Metode yang digunakan adalah deskripsi analitis untuk mendeskripsikan gambaran suatu objek penelitian melalui data yang terkumpul. Data diambil secara langsung di lapangan lewat survei dan wawancara.	Kombinasi alat berat motor grader, vibrator roller, dump truck, water tank, Asphalt finisher, Tandem roller, dan Pneumatic roller menghasilkan produktivitas yang optimal dengan biaya yang efisien.
Mayasari dan Sari, (2023)	Analisis Penggunaan Alat Berat Terhadap Waktu Dan Biaya (Studi Kasus : Proyek Jalan Raya Babatbojonegoro Km 72-73).	Mengetahui waktu dan biaya alat berat untuk menyelesaikan pekerjaan pengaspalan.	Metode yang digunakan adalah metode Rochmanhadi. Digunakan data teknis serta data alat berat yang sesuai pada lokasi proyek.	Waktu yang didapatkan untuk pekerjaan pengaspalan dengan volume 3162 ton/m ³ adalah 167,5 jam atau 24 hari. Biaya total yang diperlukan dalam pelaksanaan ini sebesar Rp. 405.486.106.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu Terhadap Penelitian yang akan dilaksanakan

Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
Prasetya dkk., (2023)	Analisis Perhitungan Produktivitas dan Biaya untuk Pemakaian Alat Berat pada Proyek Peningkatan Jalan Mojowarno-Cukir.	Menghitung volume pekerjaan, produktivitas dan biaya alat berat pengaspalan.	Metode yang digunakan pengumpulan data dari observasi lapangan serta shop drawing dan harga sewa alat berat.	Produktivitas dan biaya <i>Asphalt finisher</i> 89,64 m ³ /jam (AC-BC), dan 59,76 m ³ /jam (AC-WC) total biaya Rp 169.562,58. <i>Dump truck</i> 0,45 m ³ /jam (segmen 1) dan 0,134 m ³ /jam (segmen 2) total biaya Rp 101.740,58, <i>Tandem roller</i> dan <i>pneumatic tired roller</i> 0,132-0,088 m ³ /jam (segmen 1) dan 0,066 m ³ /jam (segmen 2) total biaya Rp. 421.218,25.
Oktaviani dan Lizar, (2025)	Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Perkerasan Aspal Pada Proyek Peningkatan Jalan	Mendapatkan perhitungan produktivitas alat berat produktivitas, jumlah alat, dan biaya operasional.	Metode yang digunakan adalah observasi langsung di lapangan.	Produktivitas optimal harian tercatat sebesar 321,77 m ³ (AC-WC) dan 280,77 m ³ (AC-WC) selama 8 jam kerja, dan angka ini meningkat sekitar 50% pada pola kerja 12 jam. Kebutuhan alat mencakup 12 unit <i>dump truck</i> serta 1-2 unit alat pendukung lainnya, dengan biaya operasional per jam dari Rp 722.978,44 (8 jam) – Rp 903.915,94 (12 jam).

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, dapat diketahui bahwa penelitian ini memiliki beberapa perbedaan yang membedakannya dengan studi terdahulu. Perbedaan tersebut terletak pada lokasi penelitian, rumus yang digunakan, serta tujuan penelitian.

Penelitian ini difokuskan pada pekerjaan lapis perkerasan jalan (AC-WC) pada Proyek Pelebaran Jalan Menambah Lajur Anjir Pasar (Bts.Prov. Kalteng) – SP.Serapat - Batas Kota Banjarmasin

Adapun tujuan dari penelitian ini tidak hanya terbatas mencari produktivitas alat berat, tetapi juga untuk mencari nilai koefisien sesuai data lapangan dan melakukan perbandingan antara nilai koefisien lapangan yang sudah dianalisis dengan nilai koefisien rencana. Hal ini menjadi pembeda utama dibandingkan penelitian terdahulu yang umumnya berfokus pada analisis produktivitas alat berat.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Manajemen Proyek

3.1.1 Pengertian Manajemen Proyek

Rani, (2016) menyatakan manajemen proyek merupakan proses merencanakan, mengatur, memimpin, dan mengawasi sumber daya perusahaan untuk mencapai tujuan jangka pendek yang telah ditetapkan. Manajemen proyek muncul sebagai hasil dari keinginan untuk menemukan pendekatan pengelolaan yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik kegiatan proyek, yang dinamis dan berbeda dengan kegiatan operasional biasa.

3.1.2 Tujuan Manajemen Proyek

Melly dkk., (2024) menyatakan secara rinci, manajemen proyek dilakukan dengan tujuan:

1. Meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, biaya, dan waktu
2. Mengendalikan risiko dan ketidakpastian yang berarti dapat mengurangi tingkat risiko yang mungkin terjadi dan dapat dengan cepat menanggapi perubahan (pengaruh situasi dan kondisi di lapangan) selama pelaksanaan proyek
3. Mengawasi berbagai aspek proyek untuk memastikan proyek berjalan sesuai rencana dan selesai tepat waktu
4. Membuat perencanaan yang tepat, mencakup tujuan proyek, biaya dan jadwal pelaksanaan serta sumber daya yang diperlukan dengan mempertimbangkan faktor eksternal yang mempengaruhi proyek
5. Kontrol proyek yang lebih baik untuk memastikan spesifikasi, biaya, sumber daya, dan waktu proyek
6. Koordinasi yang lebih efektif dan efisien
7. Menambahkan nilai kualitas dan produktivitas yang lebih baik
8. Terjaminnya nilai kepuasan pemangku kepentingan

9. Memaksimalkan potensi tim dengan memastikan ketersediaan sumber daya yang memadai untuk menyelesaikan proyek, serta menetapkan peran yang jelas bagi setiap anggota.
10. Meningkatkan tanggung jawab, semangat, dan loyalitas tim terhadap proyek dengan memberikan tugas yang kepada setiap anggota
11. Identifikasi dan evaluasi peluang untuk memanfaatkan kemajuan IPTEK dan kebijakan pemerintahan sehingga didapat strategi yang menguntungkan pelaksanaan proyek yang dapat dilaksanakan oleh tim.

Dapat disimpulkan bahwa manajemen proyek memiliki peran penting untuk menjamin keberhasilan pelaksanaan konstruksi.

3.2 Manajemen Konstruksi

Rani, (2016) menyatakan manajemen konstruksi merupakan usaha yang dilakukan melalui proses manajemen, yaitu perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian kegiatan proyek dari awal hingga akhir dengan penggunaan sumber daya yang efektif dan efisien untuk mencapai sasaran yang diinginkan. Yunus dkk., (2023) menyatakan sumber daya pada manajemen konstruksi meliputi 6M+I+S+T, yaitu *money* (uang), *material* (bahan), *machine* (mesin), *man-power* (tenaga manusia), *market* (pasar), *method* (metode) serta *information* (informasi), *space* (ruang), dan *time* (waktu). Tujuan manajemen konstruksi untuk mengontrol pekerjaan agar dapat terlaksana secara efisien dan efektif.

3.3 Manajemen Alat Berat

Manajemen alat berat merupakan perencanaan, memimpin, mengatur, dan mengendalikan alat berat untuk mencapai tujuan pekerjaan. Ada faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat, agar alat yang digunakan dapat lebih efisien Wirataman, (2016) :

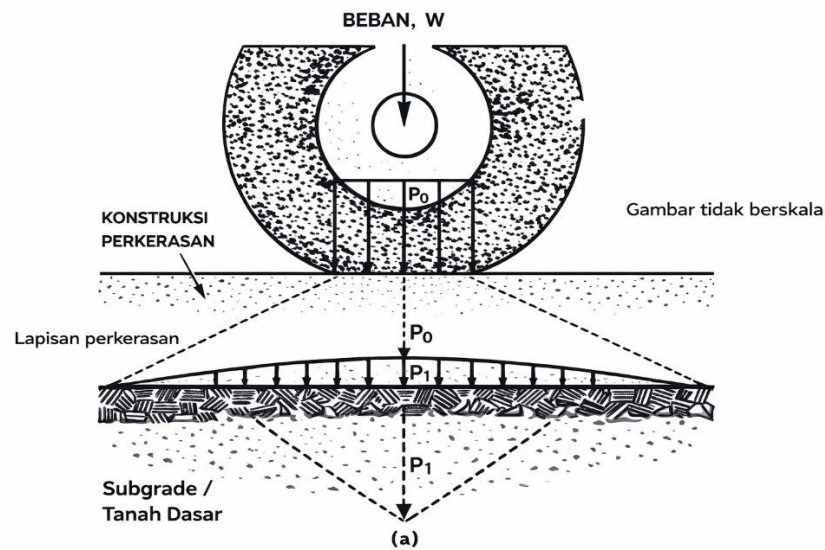
1. Alat yang digunakan harus sesuai dengan fungsi seperti untuk menggali, mengangkat, dan meratakan
2. Alat yang digunakan bisa disesuaikan dengan kapasitas yang dibutuhkan agar dapat bekerja lebih efisien

3. Alat berat dipilih berdasar cara kerjanya seperti arah gerak, kecepatan, frekuensi gerakan, dan jarak
4. Peraturan lalu lintas, biaya dan pembongkaran adalah beberapa pembatasan yang mempengaruhi pemilihan alat berat. Metode konstruksi juga dapat mempengaruhi pemilihan alat
5. Biaya perlu diperhatikan dalam memilih alat berat, mulai dari biaya sewa, biaya operasi dan biaya pemeliharaan
6. Perbedaan jenis proyek berpengaruh untuk menentukan alat berat yang digunakan. Proyek tersebut antara lain gedung, jalan, bendungan, irigasi, jembatan
7. Pertimbangkan lokasi proyek karena lokasi proyek yang terletak di dataran tinggi memerlukan alat yang berbeda dengan proyek di dataran rendah
8. Alat berat yang digunakan dapat dipengaruhi oleh jenis tanah di lokasi proyek dan jenis material yang akan dikerjakan. Tanah dapat lepas, keras, padat, atau lembek
9. Kondisi medan yang sulit dijangkau dan medan yang gampang memiliki perbedaan alat berat yang digunakan.

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor diatas, penggunaan alat berat dapat menjadi lebih efisien dan efektif, serta mampu meningkatkan produktivitas dan menekan biaya pelaksanaan.

3.4 Konstruksi Jalan

Menurut Sukirman, (1999), perkerasan lentur merupakan jenis perkerasan dimana aspal digunakan sebagai bahan pengikat. Lapisan perkerasannya bersifat menyebarkan dan memindahkan beban lalu lintas. Lapisan permukaan harus mampu menerima semua jenis gaya yang bekerja. Kelenturan adalah kemampuan bahan lapisan perkerasan untuk mengalami kerusakan yang disebabkan oleh beban lalu lintas berulang tanpa mengalami retak atau perubahan volume.



Gambar 3. 1 Penyebaran Beban Roda Melalui Lapis Permukaan Jalan

(Sumber: Sukirman)

Pada umumnya, perkerasan lentur terdiri dari berbagai jenis lapisan yang tersusun dari bawah ke atas. Menurut Seliani, (2017) susunan lapisan perkerasan sebagai berikut.

1. Lapis tanah dasar (*subgrade*)
2. Lapis pondasi bawah (*subbase grade*)
3. Lapis pondasi atas (*base course*)
4. Lapis permukaan/penutup (*surface course*)

3.5 Alat Berat

Alat berat merupakan mesin berukuran besar yang dirancang untuk menjalankan berbagai fungsi dalam pekerjaan konstruksi. Alat berat menjadi bagian penting yang mendukung serta memiliki peran besar dalam pembangunan sarana dan prasarana. Alat ini sangat membantu manusia dalam menyelesaikan konstruksi dengan lebih efisiensi Y Waney dkk., (2023). Keuntungan yang didapat dengan menggunakan alat berat antara lain Wilopo, (2009).

1. Mempercepat waktu pengerjaan, mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan yang dikejar target penyelesaiannya.

2. Meningkatkan mutu hasil kerja, dengan alat berat hasil akan lebih presisi dan sesuai spesifikasi teknis.
3. Tenaga besar, melaksanakan jenis pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan oleh manusia.
4. Ekonomis, karena alasan efisiensi, keterbatasan tenaga kerja, keamanan dan faktor ekonomis lainnya.

Pada proyek Pelebaran Jalan Menambah Jalur Anjir Pasar (Batas.Prov. Kalteng) - SP.Serapat - Batas Kota Banjarmasin, penelitian ini meninjau alat berat pada pekerjaan pengaspalan yaitu, *dump truck*, *asphalt finisher*, *tandem roller*, dan *pneumatic roller*.

1. Alat Berat *Dump truck*

Dump truck merupakan alat angkut yang digunakan untuk memindahkan berbagai jenis material konstruksi dalam jarak tertentu, mulai dari titik pemuatan hingga lokasi konstruksi Kementerian Pekerjaan Umum, (2014). Menurut Prima dan Rumbyarso, (2023) *dump truck* mampu melakukan penumpahan material secara *hidrolis*, dimana salah satu sisi bak akan terangkat sementara sisi lainnya berperan sebagai titik putar atau engsel. Berdasarkan metode pembongkaran material tersebut, *dump truck* diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu :

1. *Rear Dump*

Rear Dump terdiri atas dua tipe, yaitu *rear dump truck* dan *rear dump tractor wagon*. Jenis yang paling umum digunakan pada pekerjaan konstruksi adalah *rear dump truck* karena memiliki kemampuan bergerak dengan baik pada medan atau jalan yang menanjak. Proses pembongkaran material dilakukan dengan cara mengangkat bagian depan bak menggunakan sistem hidrolik. Material yang dapat diangkut umumnya berupa tanah dan pasir kering, sedangkan material seperti batuan atau pasir basah tidak dianjurkan karena dapat menimbulkan kerusakan pada bak.



Gambar 3. 2 Rear Drum

(Sumber:Prima dan Rumbyarso, 2023)

2. *Side Dump*

Side Dump, baik pada tipe truk maupun wagon, melakukan proses pembongkaran material dengan mengangkat salah satu sisi bak ke arah samping. Jarak ini sesuai untuk digunakan pada area kerja yang sempit dan memanjang. Namun demikian, model ini memiliki kelemahan berupa potensi ketidakseimbangan muatan pada salah satu sisi, yang dapat menyebabkan truk terbalik.



Gambar 3. 3 Side Drum

(Sumber:Prima dan Rumbyarso, 2023)

3. *Bottom Dump*

Bottom dump umumnya berbentuk semitrailer. Pada *bottom dump tractor wagon*, material dibongkar melalui bagian bawah bak yang dapat terbuka di bagian tengah. Pintu bak terletak di sisi bagian bawah dan memanjang dari depan hingga belakang, yang dapat dibuka maupun ditutup menggunakan

sistem hidrolik. Proses pembongkaran dilakukan saat kendaraan bergerak. Jenis material yang diangkut cukup beragam, mulai dari pasir, tanah, kerikil, batuan, lempung hingga sedimen (lumpur). Namun, alat ini tidak dapat dioperasikan pada medan yang terjal, karena batas kemiringan yang diizinkan hanya sekitar 5%.



Gambar 3. 4 Bottom Dump

(Sumber:Prima dan Rumbyarso, 2023)

2. Alat Berat *Asphalt finisher*

Asphalt finisher merupakan alat berat yang berfungsi untuk menghamparkan aspal. Proses penghamparan aspal dimulai dengan memasukkan aspal ke dalam *Hopper* Prima dan Rumbyarso, (2023). Di dalam Kementerian Pekerjaan Umum, (2014) terdapat dua jenis *Asphalt finisher* sebagai berikut.

1. *Asphalt finisher Tracked*

Jenis ini digerakkan oleh sistem rantai baja atau *crawler*. Rantai ini memberikan kontak area yang lebih luas dengan permukaan tanah yang meningkatkan stabilitas serta penghamparan lebih halus dan datar dibanding jenis yang menggunakan roda karet dengan ukuran sama.



Gambar 3. 5 *Asphalt finisher Tracked*

(Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, Katalog Alat Berat Konstruksi 2013)

2. *Asphalt finisher Wheeled*

Jenis ini digerakkan dengan roda ban karet. Roda karet ini memiliki keunggulan dalam hal mobilitas yang lebih fleksibel dan kemampuan manuver yang lebih baik dibandingkan dengan jenis crawler.



Gambar 3. 6 *Asphalt finisher Wheeled*

(Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, Katalog Alat Berat Konstruksi 2013)

Asphalt finisher dibekali dengan beberapa komponen penting, masing-masing memiliki fungsi khusus. Komponen utama dari *Asphalt finisher* menurut dewa aspal, (2025) sebagai berikut.

1. *Hopper*

Komponen ini berbentuk bak besar dan biasanya dilengkapi dengan pelat getar untuk mencegah aspal menggumpal. Setelah aspal diturunkan dari truk pengangkut, aspal kemudian dialirkan ke sistem *conveyor* untuk diproses lebih lanjut. Ukuran dan kapasitas *hopper* sangat mempengaruhi efisiensi kerja, terutama untuk proyek jalan yang panjang.

2. *Conveyor*

Komponen ini berbentuk rantai logam berjalan yang terletak di bagian bawah *Hopper* dan berfungsi untuk mengalirkan aspal dari *hopper* ke bagian tengah mesin, tepat ke arah *auger*. *Conveyor* perlu bekerja dengan kecepatan yang dikontrol agar pasokan material tetap stabil dan tidak terlalu banyak atau terlalu sedikit. Kelancaran aspal yang didistribusikan ke tahap selanjutnya dipengaruhi oleh keandalan sistem *conveyor*.

3. *Auger*

Komponen ini adalah sistem ulir horizontal yang letaknya di bagian bawah dekat *screed*. Fungsinya adalah memastikan bahwa material aspal didistribusikan secara merata ke sisi kiri dan kanan sebelum *screed* diratakan, sehingga permukaan jalan menjadi rata dari sisi ke sisi. Arah dan kecepatan putaran *auger* biasanya dapat disesuaikan dengan ketebalan lapisan dan kebutuhan.

4. *Screed*

Komponen ini merupakan bagian paling penting dari *Asphalt finisher*, digunakan untuk meratakan dan memberikan ketebalan dan lebar lapisan aspal sesuai dengan rencana. *Screed* juga memberikan pemadatan awal melalui getaran dan pemanas (biasanya menggunakan gas atau listrik) sehingga kualitas permukaan jalan sebelum pemadatan akhir berpengaruh.

5. Panel Kontrol

Panel kontrol berfungsi sebagai pusat kontrol dimana operator dapat mengatur semua fungsi dan parameter kerja *Asphalt finisher*. Melalui panel ini, operator dapat mengatur kecepatan *conveyor*, putaran *auger*, suhu *screed*,

tinggi *screed*, dan kecepatan alat. Panel kontrol harus beroperasi dengan baik agar semua komponen dapat bekerja dengan sinkron.

3. Alat Berat *Tandem roller*

Tandem roller merupakan jenis alat berat yang digunakan untuk memadatkan campuran aspal yang telah dihamparkan *asphalt finisher* atau untuk memadatkan permukaan tanah dengan meratakannya Hartanto, (2024). Menurut Munsil, (2018) *Tandem roller* digunakan untuk penggilasan akhir. Jika diinginkan alat ini dapat diisi dengan air, sehingga akan menambah berat hingga 25-60%. Menurut United Tractors, (2025) ada dua jenis utama dari *Tandem roller*, berikut penjelasannya.

1. *Two Axle Tandem roller*

Two Axle Tandem roller memiliki berat antara 8-14 ton dan biasanya digunakan pada proyek konstruksi berskala kecil hingga menengah. Alat ini cocok untuk proyek pembangunan atau jalan raya yang tidak membutuhkan pemadatan yang sangat besar.



Gambar 3. 7 *Two Axle Tandem roller*

(Sumber: United Tractors)

2. *Three Axle Tandem roller*

Three Axle Tandem roller digunakan untuk konstruksi dalam skala besar, seperti membangun landasan pesawat. Jenis *roller* ini memiliki tiga poros, yang memberikan distribusi beban yang lebih merata, yang membuatnya lebih efisien untuk pemadatan area yang luas. Jenis ini memiliki fitur tambahan berupa satu roda depan yang terpasang pada *frame* atas atau dikenal

dengan *walking beam*. *Walking beam* berfungsi agar mobilitas alat lebih fleksibel terutama di tempat yang sempit dan berkelok.



Gambar 3. 8 *Three Axle Tandem roller*

(Sumber: Dynapac)

Setelah memahami penjelasan dari *Tandem roller* dalam memadatkan lapisan perkerasan jalan, alat ini memiliki komponen penting yang harus bekerja dengan sinkron untuk mencapai hasil pemadatan yang baik. Komponen tersebut sebagai berikut Rumah Aspal, (2025).

1. *Drum*

Drum merupakan komponen utama yang digunakan untuk menekan permukaan tanah atau material konstruksi, *Drum* biasanya terbuat dari logam dan dapat memiliki berbagai bentuk.

2. *Rops (Roll-Over Protective Structure)*

Rops merupakan komponen yang melindungi operator *roller* dalam kasus kecelakaan.

3. *Seat*

Kursi *roller* dirancang untuk kenyamanan operator dalam mengontrol dan mengatur kecepatan, arah, dan fungsi lainnya dari alat ini.

4. Alat Berat *Pneumatic roller*

Pneumatic roller digunakan untuk memadatkan lapis aspal atau agregat pada pekerjaan lapis jalan, alat ini memiliki susunan roda depan dan roda belakang yang selang-seling sehingga bagian yang tidak tergilas roda depan dapat tergilas oleh roda belakang Munsil, (2018). Menurut Prima dan Rumbyarso, (2023) *Pneumatic*

roller memiliki karakteristik unik karena efek *kneading*, dimana air dan udara dapat ditekan keluar dari tepi ban sehingga membuat bagian yang dilintasi menjadi kering. Alat ini baik digunakan pada pekerjaan pemadatan pada material granular atau lapisan aus, antara dan lapis pondasi. Menurut Bumi Citra Traktor Nusantara, (2023) *Pneumatic roller* memiliki dua jenis, berikut penjelasannya.

1. *Pneumatic roller* Ukuran Besar

Pneumatic roller jenis ini memiliki 9 roda, 4 roda di depan dan 5 roda di belakang. Roda ini diletakan selang-seling. Ban *pneumatic* dapat menghasilkan tekanan udara yang diperlukan untuk meningkatkan kepadatan agregat dan tanah.



Gambar 3. 9 *Pneumatic roller* Besar

(Sumber: Iron Planet)

2. *Pneumatic roller* Ukuran Kecil

Pneumatic roller jenis ini memiliki 7 roda, 3 roda di depan dan 4 roda di belakang. Jenis ban ini baik untuk mencapai kepadatan yang diinginkan dan memberikan kehalusan pada permukaan jalan di area yang sempit.



Gambar 3. 10 *Pneumatic roller* Kecil

(Sumber: United Tractors)

3.6 Produktivitas Alat Berat

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) produktivitas adalah kemampuan untuk menghasilkan sesuatu. Sehingga produktivitas alat berat diartikan dengan kemampuan suatu alat berat untuk menghasilkan pekerjaan. Menurut Hartanto dan Rumbyarso, (2025) produktivitas alat berat mencakup kemampuan peralatan dalam menghasilkan *output* maksimal dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara optimal. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, (2022) menyatakan rasio antara *output* dan *input*, jika *input* dan waktu kecil maka *output* yang didapat besar sehingga produktivitasnya meningkat.

3.6.1 Produktivitas *Dump truck*

Dalam Bina Marga, (2025) untuk memperoleh produktivitas *dump truck* dengan persamaan berikut.

$$T1 = \left(\frac{V \times D}{Q2b} \right) \times Tb \quad (3.1)$$

$$T2 = \left(\frac{L}{v1} \right) \times 60 \quad (3.2)$$

$$T3 = \text{tunggu} + \text{bongkar} + \text{putar} \quad (3.3)$$

$$T4 = \left(\frac{L}{v2} \right) \times 60 \quad (3.4)$$

Kapasitas produksi (ton/jam):

$$V = \frac{\text{banyak aspal diangkut}}{\text{Massa jenis aspal}} \quad (3.5)$$

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60 \times D}{Ts2} \quad (3.6)$$

Keterangan:

V = Muatan dalam bak yang diizinkan (m³)

Fa = Faktor efisiensi alat

D₁ = Berat isi campuran beraspal (ton/m³)

Ts₂ = Waktu siklus (menit)

60 = Perkalian 1 jam ke menit

3.6.2 Produktivitas *Asphalt finisher*

Dalam Bina Marga, (2025) untuk memperoleh produktivitas *asphalt finisher* dengan persamaan berikut.

Kapasitas produksi (ton/jam):

$$Q = v \times w \times 60 \times fa \times t \times D_1 \quad (3.7)$$

Keterangan:

v = Kecepatan menghampar

Fa = Faktor efisiensi alat

w = Lebar hamparan, (m)

D₁ = Berat isi campuran beraspal (ton/m³)

t = Tebal hamparan, (m)

60 = Perkalian 1 jam ke menit

3.6.3 Produktivitas *Tandem roller*

Menurut Bina Marga, (2025) untuk memperoleh produktivitas *tandem roller* dengan persamaan berikut.

Kapasitas produksi (ton/jam) tanpa mempertimbangkan lebar jalur (W)

$$Q = \frac{b \times v \times 1000 \times Fa \times t}{n} \quad (3.8a)$$

Kapasitas produksi (ton/jam) dengan mempertimbangkan lebar jalur (W)

$$Q = \frac{\{N \times (b-b_0) + b_0\} \times v \times 1000 \times F_a \times t}{n \times N} \quad (3.8b)$$

Keterangan:

be = Lebar efektif pemadatan = $(b-b_0)$, (m)

b = Lebar roda alat pemadat (m)

bo = Lebar *overlap* (m)

W = Lebar area pemadatan (m)

V = Kecepatan pemadatan (Km/jam)

1000 = Perkalian dari Km ke m

Fa = Faktor efisiensi alat

n = Jumlah lintasan

N = Jumlah lajur lintasan pemadatan

3.6.4 Produktivitas *Pneumatic roller*

Menurut Bina Marga, (2025) untuk memperoleh produktivitas *pneumatic roller* dengan persamaan berikut.

Kapasitas produksi (ton/jam) tanpa mempertimbangkan lebar jalur (W)

$$Q = \frac{b \times v \times 1000 \times F_a \times t}{n} \quad (3.9a)$$

Kapasitas produksi (ton/jam) dengan mempertimbangkan lebar jalur (W)

$$Q = \frac{\{N \times (b-b_0) + b_0\} \times v \times 1000 \times F_a \times t}{n \times N} \quad (3.9b)$$

Keterangan:

be = Lebar efektif pemadatan = $(b-b_0)$, (m)

b = Lebar roda alat pemadat (m)

bo = Lebar *overlap* (m)

W = Lebar area pemadatan (m)

V = Kecepatan pemadatan (Km/jam)

- 1000 = Perkalian dari Km ke m
 Fa = Faktor efisiensi alat
 n = Jumlah lintasan
 N = Jumlah lajur lintasan pemadatan

Untuk mengetahui kebutuhan alat berat digunakan persamaan berikut.

$$N = \frac{Q_{\text{aspalt finisher}}}{Q_{\text{alat pendukung}}} \quad (3.10)$$

3.7 Waktu Siklus

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, (2022) menyatakan waktu siklus, atau jumlah waktu yang diperlukan alat untuk melakukan pekerjaan yang sama berulang kali. Waktu siklus produksi adalah rangkaian aktivitas pekerjaan dan operasi pemrosesan sampai mencapai suatu tujuan atau hasil yang terus-menerus yang terkait dengan pembuatan suatu produk. Waktu siklus ini mempengaruhi kapasitas produksi dan koefisien peralatan.

$$\text{Waktu Siklus DT (Ts2)} : T1 + T2 + T3 + T4 \quad (3.11)$$

Keterangan:

- T1 = Waktu mengisi
 T2 = Waktu angkut
 T3 = Waktu tunggu + bongkar + putar
 T4 = Waktu kembali

3.8 Efisiensi Alat

Menurut Mayasari dan Sari, (2023) penggunaan alat berat menjadi sangat penting dalam berbagai pekerjaan konstruksi jalan raya. Kapasitas kerja optimal setiap unit tidak hanya dipengaruhi oleh spesifikasi teknisnya, tetapi juga dipengaruhi oleh efisiensi alat sebagai faktor penting. Untuk menentukan besarnya efisiensi kerja cukup sulit. Menurut (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2022) faktor yang mempengaruhi efisiensi alat berat diantaranya adalah.

1. Faktor operator
Kemampuan dan pengalaman yang dimiliki operator alat dapat memberikan pengaruh signifikan terhadap efisiensi serta produktivitas peralatan. Operator memiliki kecakapan tinggi mampu mengoptimalkan kemampuan alat dan menghindari kesalahan yang berpotensi menurunkan efektivitas operasional.
2. Faktor peralatan
Penentuan peralatan yang tepat sesuai dengan tipe pekerjaan dan karakteristik lapangan merupakan hal yang krusial. Perawatan berkala dan penanganan perbaikan yang dilakukan secara tepat waktu menjamin bahwa peralatan beroperasi secara optimal, meminimalkan potensi kerusakan serta efisiensi kerja.
3. Faktor cuaca
Kondisi cuaca yang ekstrem, seperti hujan deras atau temperatur sangat tinggi, dapat berdampak pada performa alat berat dan keadaan lokasi kerja. Kondisi iklim yang tidak mendukung dapat menurunkan efisiensi alat, meningkatkan potensi kecelakaan kerja, serta menghambat progres pekerjaan.
4. Faktor kondisi medan/lapangan
Karakteristik geografis atau topografi area proyek, seperti tingkat kelandaian tanah atau medan berkarang, memberikan pengaruh terhadap metode operasional alat berat. Peralatan yang didesain untuk kondisi medan spesifik akan beroperasi lebih optimal dalam situasi yang sesuai, sementara medan yang menantang membutuhkan adaptasi dalam pendekatan operasional.
5. Faktor manajemen kerja
Perencanaan yang matang terkait posisi penempatan alat dan pengorganisasiannya di area proyek mampu meningkatkan efisiensi operasional. Pengaturan yang akurat dapat mengurangi durasi perpindahan dan meminimalisir hambatan, sehingga produktivitas kerja meningkat.

Untuk mempermudah pengambilan nilai yang digunakan, faktor-faktor tersebut digabungkan menjadi faktor kondisi kerja secara umum dan digunakan sebagai faktor efisiensi alat (F_a). Dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Faktor Efisiensi Alat

Kondisi Operasi	Pemeliharaan Mesin				
	Baik sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk sekali
Sangat baik	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,75	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Sangat buruk	0,53	0,50	0,47	0,42	0,32

(Sumber: Bina Marga Tahun 2025 nomor 182, Lampran II)

Untuk alat berat *dump truck* memiliki faktor efisiensi yang berbeda dari *asphalt finisher*, *tandem roller*, dan *pneumatic roller*. Berikut faktor efisiensi *dump truck* dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Faktor Efisiensi Alat *Dump truck*

Kondisi Kerja	Efisiensi Kerja
Baik	0.83
Sedang	0.80
Kurang Baik	0.75
Buruk	0.70

(Sumber: Bina Marga Tahun 2025 nomor 182, Lampran II)

3.9 Parameter Teknis

Pada pekerjaan lapisan aspal AC-WC, kapasitas produksi besar diperlukan agar produksi yang dilakukan dapat sesuai atau lebih cepat dari yang direncanakan sehingga dapat lebih menghemat biaya dan waktu pengerjaan. Kapasitas produksi bukan hanya ditentukan oleh jumlah alat berat, namun juga oleh parameter teknis yang memengaruhi kemampuan alat di lapangan. Menurut Yansen dkk. Terdapat beberapa parameter yang memengaruhi produktivitas alat berat pada pekerjaan lapis perkerasan jalan sebagai berikut.

1. Kapasitas Alat

- a. Pada *asphalt finisher* diperlukan kemampuan alat untuk menghamparkan aspal dengan cepat, kapasitas *hopper* yang besar, lebar *screed* perlu diatur dengan baik sesuai medan agar lebih optimal, kecepatan *paving* dalam menurunkan aspal agar tidak bergelombang, dan efisiensi dari konveyor dan *auger* perlu diperhatikan agar aspal pada *hopper* tidak menumpuk di satu sisi.
- b. Pada *tandem roller* berat alat menjadi aspek yang penting untuk memadatkan aspal panas yang telah dihamparkan, jumlah *pass* yang dilakukan juga dapat mempengaruhi produktivitas, semakin banyak *pass* semakin optimal kepadatan, namun waktu yang dibutuhkan lebih banyak.
- c. Pada *pneumatic roller* berat alat adalah aspek penting dalam pemadatan terakhir, tekanan ban yang optimal dapat memengaruhi produktivitas, dan semakin banyak *pass* yang dilakukan untuk *finishing* semakin optimal, namun lebih banyak butuh waktu.

2. Kecepatan Alat

- a. Kecepatan aspal finisher dipengaruhi karena faktor isi ulang aspal dari *dump truck* ketika *hopper* kosong, hal ini tergantung kemampuan dari operator *dump truck* dalam menumpahkan aspal ke dalam *hopper*. Kecepatan *asphalt finisher* perlu diperhatikan karena jika terlalu cepat dapat membuat hamparan tidak merata dan kecepatan terlalu rendah dapat membuat produktivitas menurun.
- b. Kecepatan *tandem roller* dipengaruhi karena suhu dari aspal yang telah dihamparkan, semakin dingin suhunya maka semakin rendah kecepatan yang dilakukan, hal ini untuk menghindari *slippage*. Kemampuan operator juga diperlukan agar produktivitas dapat lebih tinggi.
- c. Kecepatan *pneumatic roller* dipengaruhi karena suhu dari aspal yang telah dihamparkan, aspal dengan viskositas tinggi memerlukan kecepatan lebih rendah untuk menghindari *slippage*. Kemampuan operator juga diperlukan agar produktivitas dapat lebih tinggi.

3. Ketebalan Lapisan Aspal
 - a. Pada *asphalt finisher* tebal lapis yang dihamparkan berpengaruh pada volume yang diolah per meter panjang jalan. Semakin tebal lapisan memerlukan waktu kerja yang lebih banyak, sehingga mengurangi produktivitas.
 - b. Pada *tandem roller* tebal lapisan aspal dapat memengaruhi waktu produktivitas karena semakin tebal lapisan maka alat akan memadatkan dengan kecepatan yang rendah dan *pass* lebih banyak sehingga lebih banyak memakan waktu.
 - c. Pada *pneumatic roller* tebal lapisan aspal dapat memengaruhi waktu produktivitas karena semakin tebal lapisan maka alat akan memadatkan dengan kecepatan yang rendah dan *pass* lebih banyak sehingga lebih banyak memakan waktu.
4. Lebar Lintasan
 - a. Lebar lintasan dapat memengaruhi produktivitas *asphalt finisher* karena semakin lebar lintasan hamparan, *screed* yang digunakan semakin panjang sehingga kecepatan dari *asphalt finisher* perlu diperhatikan agar hamparan aspal dapat lebih merata dan optimal.
 - b. Efek lebar lintasan pada *tandem roller* dapat memengaruhi waktu pengerjaan, semakin lebar waktu yang dibutuhkan semakin banyak. Hal tersebut juga tergantung dengan lebar drum dari *tandem roller*.
 - c. Efek lebar lintasan pada *pneumatic roller* dapat memengaruhi waktu pengerjaan, semakin lebar waktu yang dibutuhkan semakin banyak. Hal tersebut juga tergantung dengan lebar roda pemadat dari *pneumatic roller*.

3.10 Koefisien Peralatan

Menurut Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, (2022), koefisien peralatan merupakan jumlah waktu yang diperlukan oleh suatu perangkat/alat untuk menyelesaikan produksi sebesar satu satuan jenis pekerjaan. Untuk menghitung efisiensi alat diperlukan data sebagai berikut.

1. Jenis alat
2. Kapasitas produksi

3. Faktor efisiensi alat
4. Waktu siklus, dan
5. Kapasitas produksi alat

Koefisien alat (K_a) adalah berbanding terbalik dengan kapasitas produksi. Besarnya koefisien suatu alat dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 3.11.

$$K_a = \frac{1}{Q_1} \quad (3.12)$$

Keterangan:

- K_a : Koefisien alat yang diukur dalam satuan waktu, seperti jam atau hari.
 Q : Kapasitas produksi diukur dalam satuan waktu.

3.11 Siklus Pekerjaan Lapis Perkerasan Jalan AC-WC

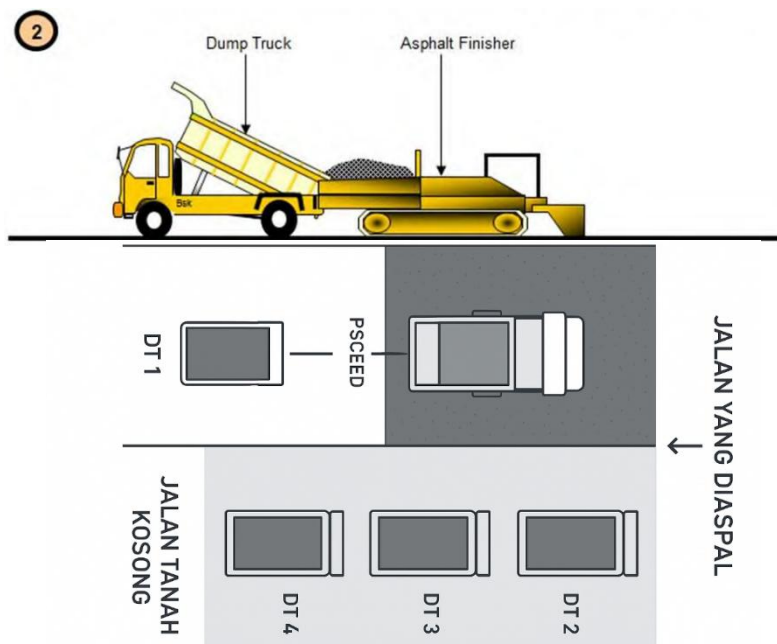
Berikut merupakan ilustrasi siklus alat berat dalam pekerjaan lapis perkerasan jalan.

1. *Dump truck* perjalanan dari AMP ke lokasi proyek dengan bak tertutup terpal untuk menjaga suhu aspal.



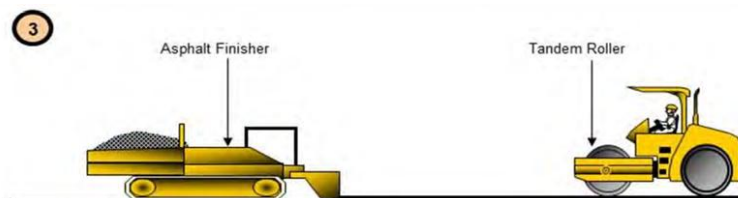
Gambar 3. 11 Ilustrasi Perjalanan Dump Truck ke Lokasi Proyek

2. *Dump truck* datang dan berbaris menunggu antrean untuk membongkar muatan aspal ke dalam *hopper asphalt finisher*.



Gambar 3. 12 Ilustrasi Dump Truck Menunggu dan Membongkar Muatan

3. *Asphalt finisher* melakukan proses penghamparan, kemudian dilanjut dengan pemadatan aspal *loose* dengan *tandem roller* dengan jumlah lintasan 6-10 kali.



Gambar 3. 13 Ilustrasi Penghamparan dan Pemadatan

4. Setelah *tandem roller* melakukan pemadatan, dilanjutkan dengan pemadatan oleh *pneumatic roller* dengan jumlah lintasan 16-22 kali.



Gambar 3. 14 Ilustrasi Pemadatan Akhir

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Metode Penelitian

Menurut Sugiono, (2013), Metode penelitian merupakan teknik ilmiah pengumpulan data untuk tujuan dan manfaat tertentu. Desain penelitian harus sesuai dengan pendekatan yang dipilih, dan prosedur, teknik, dan alat yang digunakan harus sesuai dengan metode yang ditetapkan.

Pada penelitian ini, dilakukan metode *time study* di lapangan pada pekerjaan lapis permukaan jalan (*surface*). Menurut Purbasari dkk., (2023) *time study* merupakan metode untuk menetapkan standar atau waktu baku bagi pekerja yang memenuhi syarat untuk menyelesaikan tugas tertentu dengan tingkat kinerja yang diinginkan dalam kondisi dan waktu kerja normal. Penelitian ini tidak membutuhkan hipotesis seperti penelitian bersifat eksperimen. Hasil observasi adalah data primer yang dikumpulkan selama pekerjaan lapis permukaan jalan, peneliti kemudian menghitung dan menganalisis objek untuk mendapat nilai produktivitas alat berat dari data lapangan.

4.2 Subjek dan Objek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah pelaksanaan pekerjaan lapis permukaan jalan (AC-WC) pada Proyek Pelebaran Jalan Menambah Jalur Anjir Pasar (Batas.Prov. Kalteng) - SP.Serapat - Batas Kota Banjarmasin. Sedangkan untuk objek yang dimaksud merupakan produktivitas alat berat, faktor yang mempengaruhi efisiensi alat berat, dan jumlah kebutuhan alat berat.

4.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah langkah dalam proses penelitian yang melibatkan pengumpulan informasi atau fakta yang relevan. Oleh karena itu, data primer dan sekunder adalah data yang diperlukan dalam penelitian ini.

1. Data Primer

Data primer merupakan sumber asli yang dikumpulkan oleh peneliti untuk menjawab masalah dalam penelitian Sugiono, (2013). Dalam penelitian ini data primer berupa:

a. Observasi Langsung di Lapangan

Pengamatan langsung dilakukan dengan metode *time study*. Pengamatan ini dilakukan untuk mendapatkan data lapangan yang dibutuhkan untuk perhitungan produktivitas alat berat serta informasi alat berat yang digunakan.

b. Diskusi Langsung di Lapangan

Untuk mendapatkan informasi tentang masalah yang berkaitan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi alat berat, diskusi langsung digunakan sebagai metode pengumpulan data.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapatkan oleh peneliti dari sumber yang sudah ada. Data digunakan untuk mendukung data primer yang diperoleh, yang dapat berasal dari buku, jurnal, media online, dan dokumen Hasan, (2002). Dalam penelitian ini data sekunder berupa:

a. Data gambar kerja

b. Spesifikasi alat berat

c. Metode kerja yang dilakukan

4.4 Penentuan Faktor Efisiensi Alat

Analisis produktivitas alat berat memerlukan faktor efisien sebagai parameter penyesuaian terhadap kondisi lapangan. Penelitian ini menggunakan pendekatan sesuai acuan tabel Bina Marga Tahun 2025. Pendekatan ini dipilih karena sesuai dengan tujuan penelitian yang mencari produktivitas alat berat dengan pengamatan di lapangan.

4.4.1 Dasar Penentuan Faktor Efisiensi Alat

Berdasarkan Bina Marga, (2025), yaitu:

1. Kondisi operasi, kondisi ini berkaitan dengan kinerja dari operator, koordinasi antar alat, kondisi lapangan, dan kelancaran proses kerja di lapangan.
2. Kondisi pemeliharaan mesin, kondisi ini berkaitan dengan kondisi teknis alat, keandalan mesin, dan penghentian alat selama operasi.

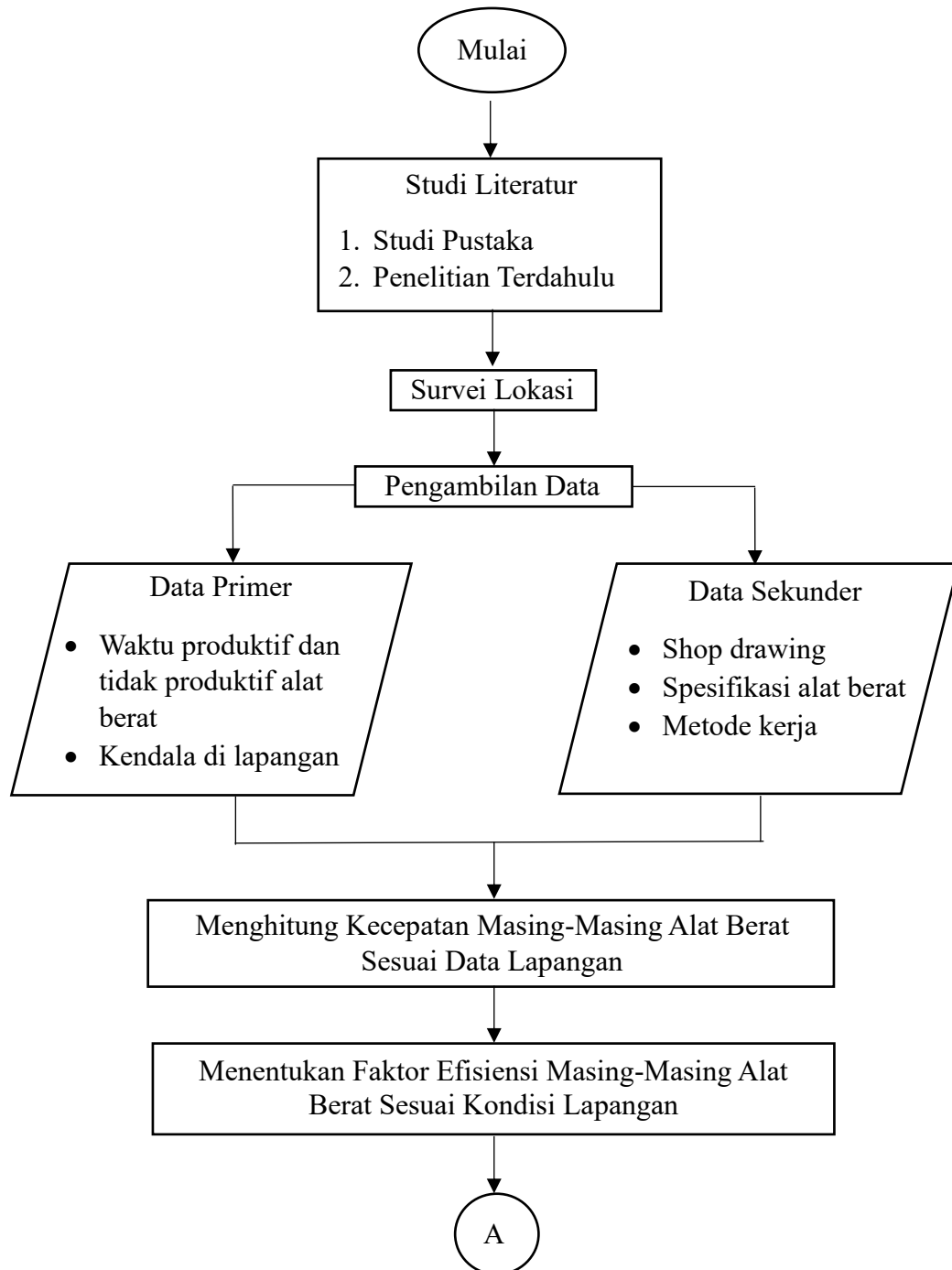
Kedua aspek ini dinilai berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan, kemudian dikonversikan menjadi nilai faktor efisien menggunakan tabel yang tersedia dalam Bina Marga Tahun 2025.

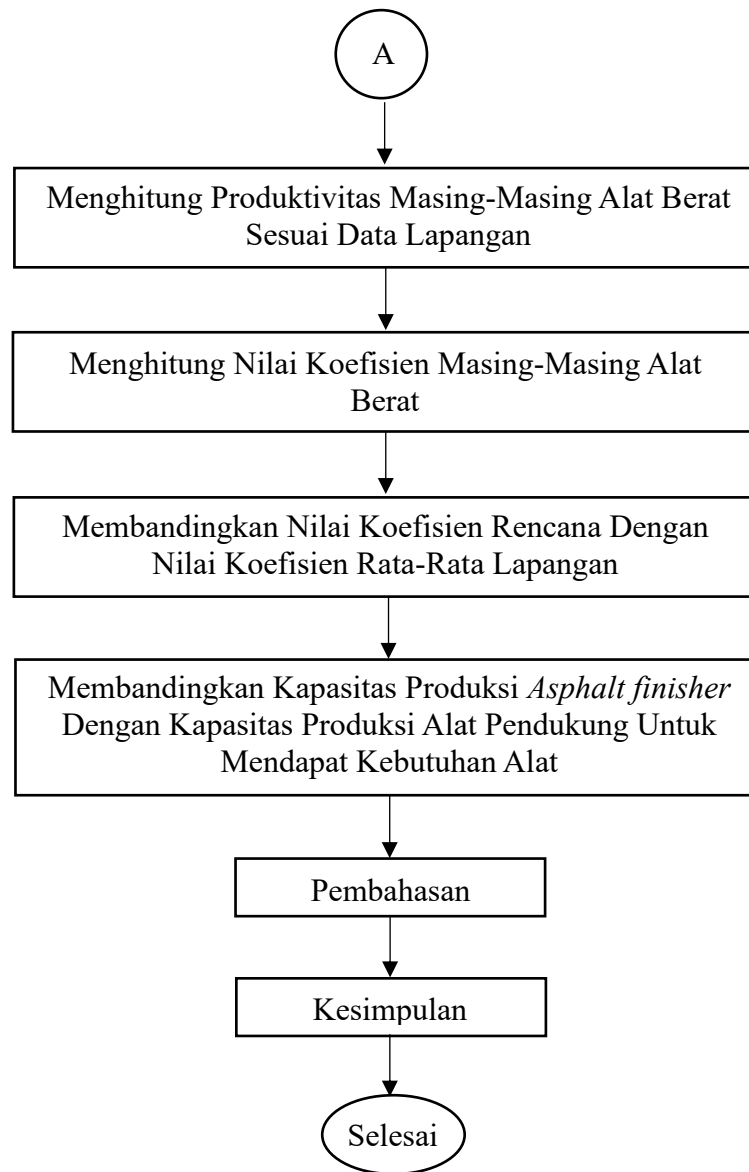
4.5 Tahapan Penelitian

Tahapan dalam analisis data mencakup mengelompokkan data berdasarkan variabel yang dipertimbangkan, membuat tabel berdasarkan variabel tersebut, menampilkan data untuk masing-masing variabel tersebut, melakukan perhitungan untuk menjawab rumusan masalah, dan melakukan perhitungan untuk menguji hipotesis yang diusulkan Sugiono, (2013). Tahapan penelitian pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Melakukan tinjauan pustaka yang relevan dengan topik penelitian melalui jurnal, buku, dan penelitian terdahulu yang dapat dijadikan acuan
2. Mengumpulkan teori penting tentang manajemen proyek dan konstruksi serta elemen yang relevan dengan topik yang diteliti
3. Mengambil data yang meliputi sebagai berikut.
 - a. Data primer
 - b. Data sekunder
4. Menghitung waktu siklus alat berat yang ditinjau
5. Menghitung produktivitas alat berat yang ditinjau
6. Menghitung jumlah alat berat yang ditinjau
7. Melakukan perbandingan antara koefisien alat berat di lapangan dengan perencanaan
8. Mencari faktor yang mempengaruhi efisiensi alat berat
9. Pembahasan hasil analisis penelitian
10. Kesimpulan dan saran dari hasil penelitian.

Adapun diagram alir penelitian, dapat dilihat pada gambar 4.1 di bawah ini





Gambar 4. 1 *Flowcart* Penelitian

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian pada Proyek Pelebaran Jalan Menambah Lajur Anjir Pasar (Bts.Prov. Kalteng) - SP.Serapat - Batas Kota Banjarmasin, didapatkan data produktivitas dari alat berat *dump truck*, *asphalt finisher*, *tandem roller*, dan *pneumatic roller* dalam melakukan pekerjaan pengaspalan. Dalam pelaksanaan penelitian ini alat bantu yang digunakan diantaranya *stopwatch*, kamera, *form* penelitian, dan meteran.

Stopwatch digunakan untuk menghitung waktu tempuh yang dapat dilakukan satu alat dalam menyelesaikan satu pekerjaan, yang digunakan untuk mendapat data kecepatan alat. Kamera digunakan untuk mendokumentasikan pekerjaan yang dilakukan pada saat pengambilan data di lapangan. *Form* penelitian digunakan untuk mencatat data waktu hasil pengamatan yang telah dihitung dari *stopwatch*. Meteran digunakan untuk mengukur dimensi dari aspal yang dihampar dan dimensi alat berat yang ditinjau.

5.2 Data Penelitian

5.2.1 Gambaran Umum Proyek

Penelitian ini dilaksanakan dengan melalui pengamatan langsung di proyek pelebaran jalan di Kalimantan Selatan. Berikut detail proyek yang ditinjau.

Nama Proyek	: Pelebaran Jalan Menambah Lajur Anjir Pasar (Bts.Prov. Kalteng) - SP.Serapat - Batas Kota Banjarmasin
Lokasi Penelitian	: Handil bakti, Kec. Alalak, Kabupaten Barito Kuala, Kalimantan selatan
Pemilik Proyek	: Pemerintah Daerah Provinsi Kalimantan Selatan
Panjang Lajur	: Segmen 1 – 20 meter Segmen 2 – 53 meter Segmen 3 – 560 meter

Segmen 4 – 639 meter

Segmen 5 – 225 meter

Segmen 6 – 305 meter

Segmen 7 – 208 meter

Segmen 8 – 463 meter

Segmen 9 – 60 meter

5.2.2 Data Spesifikasi Alat Berat

1. *Dump truck*

Pemilik alat : PT. Pandji Pratama Indonesia

Tipe : *Rear dump truck* Hino Dutro

Kapasitas bak : 10 ton

Tahun keluaran : 2018/2019



Gambar 5.1 *Rear Dump truck*

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

2. *Asphalt finisher Wheeled*

Pemilik alat : PT. Pandji Pratama Indonesia

Tipe : Sumitomo HA44W

Daya mesin : 75 HP

Kapasitas *hopper* : 10 ton

Lebar *screed* : 4,5 meter

Berat alat : 8.579 kg

Tahun keluaran : 2007

Tahun pemakaian : 2009

Jumlah alat berat : 1



Gambar 5. 2 Asphalt finisher Wheeled

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

3. *Asphalt finisher Tracked*

Pemilik alat : PT. Pandji Pratama Indonesia

Tipe : Sumitomo HA60C3

Daya mesin : 95 HP

Kapasitas *hopper* : 13 ton

Lebar *screed* : 6,5 meter

Berat alat : 10 ton

Tahun keluaran : 2001

Jumlah alat berat : 1



Gambar 5. 3 Asphalt finisher Tracked

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

4. *Tandem roller*

Pemilik Alat	: PT. Pandji Pratama Indonesia
Tipe	: Junma 2YJ8/10
Berat alat	: 6-10 ton
Daya mesin	: 42 kw
Beban statik linier	: 414 N/cm
Lebar Drum	: 145 cm
Tahun keluaran	: 2007
Tahun pemakaian	: 2009
Jumlah alat berat	: 1



Gambar 5. 4 *Tandem roller*

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)



Gambar 5. 5 Lebar Drum *Tandem roller*

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

5. *Pneumatic roller*

Pemilik Alat	: PT. Pandji Pratama Indonesia
Tipe	: Sakai T2
Berat alat	: 8 - 10 ton
Daya mesin	: 110 HP
Jumlah Roda	: 7 buah
Lebar Roda	: 230 cm
Tahun keluaran	: 2008
Tahun pemakaian	: 2009
Jumlah alat berat	: 1



Gambar 5. 6 *Pneumatic roller*

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)





Gambar 5. 7 Lebar Roda Pematik *Pneumatic roller*

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Tabel 5. 1 Alat Berat Pada Proyek

Alat Berat	Fungsi Alat Berat	Tipe	Kapasitas Alat	Jumlah Alat
<i>Rear Dump truck</i>	Mengangkut material aspal	Hino Dutro	10 Ton	4-11
<i>Asphalt finisher Wheeled</i>	Menghamparkan aspal di lokasi	Sumitomo HA44W	10 Ton	1
<i>Asphalt finisher Tracked</i>	Menghamparkan aspal di lokasi	Sumitomo HA60C3	13 Ton	1
<i>Tandem roller</i>	Memadatkan aspal <i>loose</i>	Junma 2YJ8/10	-	1
<i>Pneumatic roller</i>	Memadatkan aspal	Sakai T2	-	1

5.2.3 Lokasi Pengaspalan

Lokasi yang diamati pada penelitian ini terdapat empat segmen dengan rincian sebagai berikut.

1. Segmen 4 mulai dari STA 1+438 sampai STA 2+077 diamati pada pengamatan ke- 10.



Gambar 5. 8 Lokasi Penelitian Segmen 4

(Sumber : Dokumen Proyek)

2. Segmen 6 mulai dari STA 2+479 sampai STA 2+784 diamati pada pengamatan ke- 1, 2, dan 3.



Gambar 5. 9 Lokasi Penelitian Segmen 6

(Sumber : Dokumen Proyek)

3. Segmen 7 mulai dari STA 4+460 sampai STA 4+668 diamati pada pengamatan ke- 8, 9, dan 14.



Gambar 5. 10 Lokasi Penelitian Segmen 7

(Sumber : Dokumen Proyek)

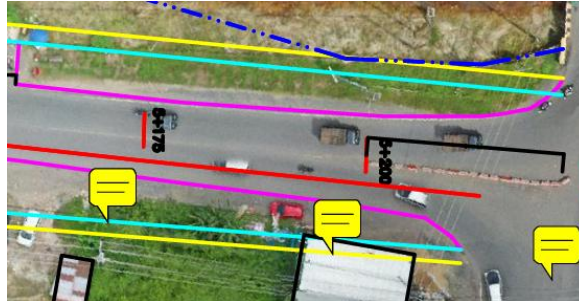
4. Segmen 8 mulai dari STA 4+697 sampai STA 5+160 diamati pada pengamatan ke- 4, 5, 11, 12, dan 13.



Gambar 5. 11 Lokasi Penelitian Segmen 8

(Sumber : Dokumen Proyek)

5. Segmen 9 mulai dari STA 5+160 sampai STA 5+220 diamati pada pengamatan ke- 6, dan 7.



Gambar 5. 12 Lokasi Penelitian Segmen 9

(Sumber : Dokumen Proyek)

5.3 Analisis Data

5.3.1 Volume Pekerjaan

1. Tanggal 15 Juli 2025 (Pengamatan ke- 1)

Pada pengamatan ke- 1 dilaksanakan pekerjaan lapis perkerasan AC-WC di segmen 6. Berikut data alat berat yang didapat.

a. *Rear dump truck*

Jumlah alat di lapangan : 4 buah

Pada lapangan aspal yang dibawa oleh satu *dump truck* sebesar 10 ton, maka:

$$\begin{aligned} \text{Muatan dalam bak} &: \frac{\text{Banyak aspal diangkut (Ton)}}{\text{Massa jenis aspal (Ton/m}^3\text{)}} \\ &: \frac{10}{2,225} \\ &: 4,494 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

b. *Asphalt finisher Wheeled*

Panjang hamparan : 107 m

Lebar hamparan : 2,80 m

Tebal hamparan : 0,04 m

c. *Tandem roller*

Panjang pemadatan : 107 m

Lebar pemadatan : 2,80 m

Tebal pemadatan : 0,04 m

Jumlah lintasan : 8

d. *Pneumatic roller*

Panjang pemadatan : 107 m

Lebar pemadatan : 2,80 m

Tebal pemadatan : 0,04 m

Jumlah lintasan : 22

Dari data diatas dapat dihitung volume pekerjaan AC-WC dengan rumus.

$$V = P \times L \times T$$

$$V = 107 \times 2,8 \times 0,04$$

$$V = 11,984 \text{ m}^3$$

Jadi volume aspal yang terhampar pada 15 Juli 2025 sebesar 11,984 m³.

2. Tanggal 18 Juli 2025 (Pengamatan ke- 2)

Pada pengamatan ke- 2 dilaksanakan pekerjaan lapis perkerasan AC-WC di segmen 6. Berikut data alat berat yang didapat.

a. *Rear dump truck*

Jumlah alat di lapangan : 4 buah

Pada lapangan aspal yang dibawa oleh satu *dump truck* sebesar 10 ton, maka:

$$\text{Muatan dalam bak} : \frac{\text{Banyak aspal diangkut (Ton)}}{\text{Massa jenis aspal (Ton/m}^3\text{)}}$$

$$: \frac{10}{2,225}$$

$$: 4,494 \text{ m}^3$$

b. *Asphalt finisher Wheeled*

Panjang hamparan : 111 m

Lebar hamparan : 2,67 m

Tebal hamparan : 0,04 m

c. *Tandem roller*

Panjang pemadatan : 115 m

Lebar pemadatan : 2,67 m

Tebal pemadatan : 0,04 m

Jumlah lintasan : 7

d. *Pneumatic roller*

Panjang pemadatan	: 115 m
Lebar pemadatan	: 2,67 m
Tebal pemadatan	: 0,04 m
Jumlah lintasan	: 24

Dari data diatas dapat dihitung volume pekerjaan AC-WC dengan rumus.

$$V = P \times L \times T$$

$$V = 115 \times 2,67 \times 0,04$$

$$V = 11,840 \text{ m}^3$$

Jadi volume aspal yang terhampar pada 18 Juli 2025 sebesar 11,840 m³.

3. Tanggal 19 Juli 2025 (Pengamatan ke- 3)

Pada pengamatan ke- 3 dilaksanakan pekerjaan lapis perkerasan AC-WC di segmen 6. Berikut data alat berat yang didapat.

a. *Rear dump truck*

Jumlah alat di lapangan : 4 buah

Pada lapangan aspal yang dibawa oleh satu *dump truck* sebesar 10 ton, maka:

$$\begin{aligned} \text{Muatan dalam bak} &: \frac{\text{Banyak aspal diangkut (Ton)}}{\text{Massa jenis aspal (Ton/m}^3\text{)}} \\ &: \frac{10}{2,225} \\ &: 4,494 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

b. *Asphalt finisher Wheeled*

Panjang hamparan	: 117 m
Lebar hamparan	: 2,56 m
Tebal hamparan	: 0,04 m

c. *Tandem roller*

Panjang pemadatan	: 117 m
Lebar pemadatan	: 2,56 m
Tebal pemadatan	: 0,04 m
Jumlah lintasan	: 8

d. *Pneumatic roller*

Panjang pemadatan	: 117 m
Lebar pemadatan	: 2,56 m
Tebal pemadatan	: 0,04 m
Jumlah lintasan	: 21

Dari data diatas dapat dihitung volume pekerjaan AC-WC dengan rumus.

$$V=P \times L \times T$$

$$V=117 \times 2,56 \times 0,04$$

$$V=11,981 \text{ m}^3$$

Jadi volume aspal yang terhampar pada 19 Juli 2025 sebesar 19,981 m³.

Berikut ini adalah rekapitulasi volume pekerjaan yang didapat selama 14 hari pada Proyek Pelebaran Jalan Menambah Lajur Anjir Pasar (Bts.Prov. Kalteng) – SP.Serapat - Batas Kota Banjarmasin dapat dilihat pada tabel 5.1 sebagai berikut.

Tabel 5. 2 Rekapitulasi Volume Pekerjaan AC-WC

Pengamatan ke-	Panjang Hampanan (m)	Lebar Hampanan (m)	Tinggi Lapisan (m)	Volume Aspal (m ³)
1	107	2,8	0,04	11,984
2	115	2,67	0,04	11,840
3	117	2,56	0,04	11,981
4	121	3,7	0,04	17,908
5	134	3,48	0,04	18,653
6	60	2,83	0,04	6,800
7	64	3,42	0,04	8,768
8	90	3,53	0,04	12,720
9	141	3,54	0,04	19,966
10	149	3,00	0,04	17,880
11	150	3,85	0,04	23,100
12	201	4,00	0,04	32.160
13	152	3,55	0,04	21,584
14	141	3,80	0,04	21,432

5.3.2 Perhitungan Kecepatan Alat Berat Sesuai Data Lapangan

Kecepatan kerja alat berat merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kelancaran dan produktivitas pekerjaan pengaspalan. Penentuan kecepatan alat berat pada penelitian ini didasarkan pada data pengamatan langsung di lapangan agar sesuai dengan kondisi kerja yang sebenarnya. Data kecepatan diperoleh dari hasil pencatatan waktu tempuh alat pada jarak tertentu selama proses pekerjaan berlangsung. Data yang diperoleh saat pengamatan di lapangan dapat dilihat pada tabel 5.3, 5.4, dan 5.5 berikut.

Tabel 5. 3 Data Pengamatan Lapangan *Asphalt finisher*

Jam Mulai (Wita)	Jam Selesai (Wita)	Delay (Menit)	Jarak Tempuh (Meter)	Lebar Hampanan (Meter)
10:54	11:06	6,1	17	2,8
11:23	11:45	11,9	25	2,8
12:00	12:35	13,5	65	2,8

Tabel 5. 4 Data Pengamatan Lapangan *Tandem roller*

Jam Mulai (Wita)	Jam Selesai (Wita)	Delay (Menit)	Jarak Tempuh (Meter)	Jumlah Lintasan
11:19	11:27	1,3	17	6
11:49	11:54	0,78	20	8
12:15	12:22	0,68	20	8
12:30	12:39	0	18	8
12:52	13:07	0	32	8

Tabel 5. 5 Data Pengamatan Lapangan *Pneumatic roller*

Jam Mulai (Wita)	Jam Selesai (Wita)	Delay (Menit)	Jarak Tempuh (Meter)	Jumlah Lintasan
11:28	11:32	0	10	24
12:04	12:11	0,1	15	24
12:34	12:45	0,46	19	24
12:55	13:01	0	18	16
13:10	13:17	0	20	22
13:23	13:34	0	25	24

1. Kecepatan Alat Berat (15 Juli 2025)

Pengamatan alat berat pada lapangan dilakukan untuk mengetahui kecepatan alat berat saat melakukan pekerjaan pengaspalan.

a. *Asphalt finisher*

Lama waktu pekerjaan = 101 menit

Lama waktu *delay* = 63 menit

Panjang hamparan = 107 meter

Waktu efektif = 101 – 63

= 38 menit

Kecepatan *asphalt finisher* = $\frac{\text{Waktu efektif}}{\text{panjang hamparan}}$

= $\frac{38}{107}$

= 2,85 meter/ menit

b. *Tandem roller*

Lama waktu pekerjaan = 108 menit

Lama waktu *delay* = 70 menit

Panjang hamparan = 822 meter

Lintasan = 38

Waktu efektif = 108 – 70

= 38 menit

Kecepatan *tandem roller* = $\frac{\text{Waktu efektif}}{\text{panjang hamparan}}$

= $\frac{38}{822}$

= 19,94 meter/ menit

= 1,20 Km/jam

c. *Pneumatic roller*

Lama waktu pekerjaan = 126 menit

Lama waktu *delay* = 81 menit

Panjang hamparan = 2384 meter

Lintasan = 134

Waktu efektif = 126 – 81

$$= 45 \text{ menit}$$

$$\text{Kecepatan } \textit{pneumatic roller} = \frac{\text{Waktu efektif}}{\text{panjang hamparan}}$$

$$= \frac{45}{2384}$$

$$= 52,90 \text{ meter/ menit}$$

$$= 3,17 \text{ Km/jam}$$

2. Kecepatan Alat Berat (18 Juli 2025)

Pengamatan alat berat pada lapangan dilakukan untuk mengetahui kecepatan alat berat saat melakukan pekerjaan pengaspalan.

a. *Asphalt finisher*

$$\text{Lama waktu pekerjaan} = 295 \text{ menit}$$

$$\text{Lama waktu } \textit{delay} = 252 \text{ menit}$$

$$\text{Panjang hamparan} = 111 \text{ meter}$$

$$\text{Waktu efektif} = 295 - 252$$

$$= 43 \text{ menit}$$

$$\text{Kecepatan } \textit{asphalt finisher} = \frac{\text{Waktu efektif}}{\text{panjang hamparan}}$$

$$= \frac{43}{111}$$

$$= 2,58 \text{ meter/ menit}$$

b. *Tandem roller*

$$\text{Lama waktu pekerjaan} = 336 \text{ menit}$$

$$\text{Lama waktu } \textit{delay} = 288 \text{ menit}$$

$$\text{Panjang hamparan} = 848 \text{ meter}$$

$$\text{Lintasan} = 44$$

$$\text{Waktu efektif} = 336 - 288$$

$$= 48 \text{ menit}$$

$$\text{Kecepatan } \textit{tandem roller} = \frac{\text{Waktu efektif}}{\text{panjang hamparan}}$$

$$= \frac{48}{848}$$

$$= 17,61 \text{ meter/ menit}$$

$$= 1,06 \text{ Km/jam}$$

c. *Pneumatic roller*

$$\begin{aligned}
 \text{Lama waktu pekerjaan} &= 299 \text{ menit} \\
 \text{Lama waktu } \textit{delay} &= 250 \text{ menit} \\
 \text{Panjang hamparan} &= 2664 \text{ meter} \\
 \text{Lintasan} &= 96 \\
 \text{Waktu efektif} &= 299 - 250 \\
 &= 49 \text{ menit} \\
 \text{Kecepatan } \textit{pneumatic roller} &= \frac{\text{Waktu efektif}}{\text{panjang hamparan}} \\
 &= \frac{49}{2664} \\
 &= 54,93 \text{ meter/ menit} \\
 &= 3,30 \text{ Km/jam}
 \end{aligned}$$

3. Kecepatan Alat Berat (19 Juli 2025)

Pengamatan alat berat pada lapangan dilakukan untuk mengetahui kecepatan alat berat saat melakukan pekerjaan pengaspalan.

a. *Asphalt finisher*

$$\begin{aligned}
 \text{Lama waktu pekerjaan} &= 234 \text{ menit} \\
 \text{Lama waktu } \textit{delay} &= 190 \text{ menit} \\
 \text{Panjang hamparan} &= 117 \text{ meter} \\
 \text{Waktu efektif} &= 234 - 190 \\
 &= 44 \text{ menit} \\
 \text{Kecepatan } \textit{asphalt finisher} &= \frac{\text{Waktu efektif}}{\text{panjang hamparan}} \\
 &= \frac{44}{117} \\
 &= 2,67 \text{ meter/ menit}
 \end{aligned}$$

b. *Tandem roller*

$$\begin{aligned}
 \text{Lama waktu pekerjaan} &= 261 \text{ menit} \\
 \text{Lama waktu } \textit{delay} &= 215 \text{ menit} \\
 \text{Panjang hamparan} &= 936 \text{ meter} \\
 \text{Lintasan} &= 48 \\
 \text{Waktu efektif} &= 261 - 215
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 46 \text{ menit} \\
 \text{Kecepatan } \textit{tandem roller} &= \frac{\text{Waktu efektif}}{\text{panjang hamparan}} \\
 &= \frac{46}{936} \\
 &= 20,16 \text{ meter/ menit} \\
 &= 1,23 \text{ Km/jam}
 \end{aligned}$$

c. *Pneumatic roller*

$$\begin{aligned}
 \text{Lama waktu pekerjaan} &= 283 \text{ menit} \\
 \text{Lama waktu } \textit{delay} &= 236 \text{ menit} \\
 \text{Panjang hamparan} &= 2608 \text{ meter} \\
 \text{Lintasan} &= 128 \\
 \text{Waktu efektif} &= 283 - 236 \\
 &= 48 \text{ menit} \\
 \text{Kecepatan } \textit{pneumatic roller} &= \frac{\text{Waktu efektif}}{\text{panjang hamparan}} \\
 &= \frac{48}{2608} \\
 &= 53,89 \text{ meter/ menit} \\
 &= 3,29 \text{ Km/jam}
 \end{aligned}$$

Berikut ini adalah rekapitulasi kecepatan bergerak alat berat yang didapat selama 14 hari penelitian pada Proyek Pelebaran Jalan Menambah Lajur Anjir Pasar (Bts.Prov. Kalteng) – SP.Serapat - Batas Kota Banjarmasin dapat dilihat pada tabel 5.6 sebagai berikut.

Tabel 5. 6 Rekapitulasi Kecepatan Alat Berat Pada Lapangan

Pengamatan ke-	<i>Asphalt finisher</i> (meter/menit)	<i>Tandem roller</i> (Km/jam)	<i>Pneumatic roller</i> (Km/jam)
1	2,85	1,20	3,17
2	2,58	1,06	3,30
3	2,67	1,23	3,29
4	2,39	1,24	3,37
5	2,36	1,90	3,10
6	2,68	1,11	3,43
7	2,75	1,27	3,26
8	2,42	1,23	3,29

Lanjutan Tabel 5.6 Rekapitulasi Kecepatan Alat Berat Pada Lapangan

Pengamatan ke-	<i>Asphalt finisher</i> (meter/menit)	<i>Tandem roller</i> (Km/jam)	<i>Pneumatic roller</i> (Km/jam)
9	2,40	1,22	3,05
10	2,48	1,25	3,02
11	2,36	1,38	3,24
12	2,15	1,90	3,36
13	2,41	1,21	3,15
14	2,38	1,30	3,30

5.4 Analisis Produktivitas Alat Berat Sesuai Data Lapangan

Analisis produktivitas alat berat berdasarkan data lapangan dilaksanakan dengan memanfaatkan hasil pengamatan secara langsung di lokasi proyek untuk mengidentifikasi produktivitas aktual dalam situasi kerja yang sebenarnya. Berbagai faktor seperti karakteristik medan, kondisi cuaca, dan efisiensi operator menjadi variabel krusial yang memberikan pengaruh terhadap performa alat.

1. Produktivitas Alat berat (15 Juli 2025)

Berdasarkan pengamatan di lapangan pengaspalan tanggal 15 Juli 2025 dilakukan pada segmen 6 dengan panjang lintasan yang dihamparkan aspal 107 meter dan lebar rata-rata lintasan 2,8 meter.

a. *Dump truck*

$$v1 = 40 \text{ Km/Jam}$$

$$v2 = 60 \text{ Km/Jam}$$

$$Tb = 2 \text{ Menit}$$

$$D = 2,225 \text{ ton/m}^3 \text{ (Lampiran 16)}$$

$$V = 4,49 \text{ m}^3$$

$$Fa = 0,80 \text{ (Tabel 3.2)}$$

Digunakan $Fa = 0,8$ dikarenakan saat pengamatan di tanggal 15 Juli 2025 *dump truck* tidak perlu menunggu antrean yang lama, sehingga digunakan $Fa = 0,8$, kondisi operasi sedang.

Waktu siklus :

$$\text{Mengisi bak (T1)} = \left(\frac{V \times D}{Q_{2b}} \right) \times Tb$$

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{4,49 \times 2,225}{1} \right) \times 2 \\
 &= 20 \text{ menit} \\
 \text{Angkut (T2)} &= \left(\frac{L}{v_1} \right) \times 60 \\
 &= \left(\frac{34,7}{40} \right) \times 60 \\
 &= 52,05 \text{ menit} \\
 \text{Tunggu+dump+putar (T3)} &= 23,16 \text{ menit} \\
 \text{Kembali (T4)} &= 0 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus (Ts2)} &= T1 + T2 + T3 + T4 \\
 &= 20 + 52,05 + 23,16 + 0 \\
 &= 95,21 \text{ menit} \\
 \text{Kap. Produksi/jam (Q1)} &= \left(\frac{V \times Fa \times 60 \times D}{T_{s2}} \right) \\
 &= \left(\frac{4,49 \times 0,80 \times 60 \times 2,225}{95,21} \right) \\
 &= 5,04 \text{ ton/jam}
 \end{aligned}$$

b. *Asphalt finisher*

$$\begin{aligned}
 v &= 2,85 \text{ m/menit (Tabel 5.6)} \\
 w &= 2,8 \text{ meter} \\
 D_1 &= 2,225 \text{ ton/m}^3 \text{ (Lampiran 16)} \\
 t &= 0,04 \text{ meter} \\
 Fa &= 0,75 \text{ (Tabel 3.1)}
 \end{aligned}$$

Digunakan $Fa = 0,75$ dikarenakan saat pengamatan di tanggal 15 Juli 2025 *asphalt finisher* bergerak dengan lancar tanpa ada hambatan dari kondisi alat, namun dikarenakan umur alat yang sudah cukup lama, sehingga alat tidak dapat bekerja dengan optimal. Jadi diambil faktor pemeliharaan alat kondisi baik. Untuk faktor operasi alat diambil kondisi baik karena pada pelaksanaannya waktu istirahat sedikit dan tidak ada halangan dalam pelaksanaannya.

$$\begin{aligned}
 \text{Kap. Produksi/jam (Q2)} &= v \times w \times 60 \times fa \times t \times D_1 \\
 &= 2,85 \times 2,8 \times 60 \times 0,75 \times 0,04 \times 2,225
 \end{aligned}$$

$$= 31,94 \text{ ton/jam}$$

c. *Tandem roller*

$$v = 1,20 \text{ Km/menit (Tabel 5.6)}$$

$$b = 1,45 \text{ meter}$$

$$b_o = 20\%$$

$$N = 2,2$$

$$n = 8$$

$$t = 0,04 \text{ meter}$$

$$F_a = 0,71 \text{ (Tabel 3.1)}$$

Digunakan $F_a = 0,71$ dikarenakan saat pengamatan di tanggal 15 Juli 2025 *tandem roller* pada saat pemadatan ada kesulitan dibagian transmisi (kendala dalam bergerak), namun hal tersebut tidak terjadi selalu, ditambah umur alat yang sudah cukup lama, sehingga alat tidak dapat bekerja dengan optimal. Jadi diambil faktor pemeliharaan alat kondisi sedang. Untuk faktor operasi alat diambil kondisi baik karena pada pelaksanaannya waktu istirahat sedikit dan tidak ada halangan dalam pelaksanaannya.

$$\begin{aligned} \text{Kap. Produksi/jam (Q3)} &= \frac{\{N \times (b-b_o) + v \times 1000 \times F_a \times t\}}{n \times N} \\ &= \frac{\{2,2 \times (1,45 - 20\%) + 1,20 \times 1000 \times 0,71 \times 0,04\}}{8 \times 2,2} \\ &= 13,32 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

d. *Pneumatic roller*

$$v = 3,17 \text{ Km/menit (Tabel 5.6)}$$

$$b = 2,3 \text{ meter}$$

$$b_o = 20\%$$

$$N = 2,0$$

$$n = 22$$

$$t = 0,04 \text{ meter}$$

$$F_a = 0,75 \text{ (Tabel 3.1)}$$

Digunakan $F_a = 0,75$ dikarenakan saat pengamatan di tanggal 15 Juli 2025 *pneumatic roller* pada saat pemadatan ada kesulitan dibagian transmisi

(kendala dalam bergerak), namun hal tersebut tidak terjadi selalu, ditambah umur alat yang sudah cukup lama, sehingga alat tidak dapat bekerja dengan optimal. Jadi diambil faktor pemeliharaan alat kondisi sedang. Untuk faktor operasi alat diambil kondisi baik karena pada pelaksanaannya waktu istirahat sedikit dan tidak ada halangan dalam pelaksanaannya.

$$\begin{aligned} \text{Kap. Produksi/jam (Q4)} &= \frac{\{N \times (b-b_0) + v \times 1000 \times \text{Fa} \times t\}}{n \times N} \\ &= \frac{\{N \times (2,3-20\%) + 3,17 \times 1000 \times 0,75 \times 0,04\}}{22 \times 2,0} \\ &= 20,87 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

2. Produktivitas Alat Berat (18 Juli 2025)

Berdasarkan pengamatan di lapangan pengaspalan tanggal 18 Juli 2025 dilakukan pada segmen 6 dengan panjang lintasan yang dihamparkan aspal 115 meter dan lebar rata-rata lintasan 2,67 meter.

a. *Dump truck*

$$v_1 = 40 \text{ Km/Jam}$$

$$v_2 = 60 \text{ Km/Jam}$$

$$T_b = 2 \text{ Menit}$$

$$F_a = 0,80 \text{ (Tabel 3.2)}$$

$$D = 2,225 \text{ ton/m}^3 \text{ (Lampiran 16)}$$

$$V = 4,49 \text{ m}^3$$

Waktu siklus :

$$\begin{aligned} \text{Mengisi bak (T1)} &= \left(\frac{V \times D}{Q_{2b}} \right) \times T_b \\ &= \left(\frac{4,49 \times 2,225}{1} \right) \times 2 \\ &= 20 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Angkut (T2)} &= \left(\frac{L}{v_1} \right) \times 60 \\ &= \left(\frac{34,7}{40} \right) \times 60 \\ &= 52,05 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\text{Tunggu+dump+putar (T3)} = 33,17 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
\text{Kembali (T4)} &= 0 \\
\text{Waktu siklus (Ts2)} &= T1 + T2 + T3 + T4 \\
&= 10 + 52,05 + 33,17 + 0 \\
&= 105,22 \text{ menit} \\
\text{Kap. Produksi/jam (Q1)} &= \left(\frac{V \times Fa \times 60 \times D}{Ts2} \right) \\
&= \left(\frac{4,49 \times 0,80 \times 60 \times 2,225}{105,22} \right) \\
&= 4,56 \text{ ton/jam}
\end{aligned}$$

b. *Asphalt finisher*

$$\begin{aligned}
v &= 2,58 \text{ m/menit (Tabel 5.6)} \\
Fa &= 0,69 \text{ (Tabel 3.1)} \\
w &= 2,67 \text{ meter} \\
D_1 &= 2,225 \text{ ton/m}^3 \text{ (Lampiran 16)} \\
t &= 0,04 \text{ meter} \\
\text{Kap. Produksi/jam (Q2)} &= v \times w \times 60 \times fa \times t \times D_1 \\
&= 2,66 \times 2,58 \times 60 \times 0,69 \times 0,04 \times 2,225 \\
&= 25,39 \text{ ton/jam}
\end{aligned}$$

c. *Tandem roller*

$$\begin{aligned}
v &= 1,06 \text{ Km/menit (Tabel 5.6)} \\
Fa &= 0,69 \text{ (Kondisi baik, Tabel 3.1)} \\
b &= 1,45 \text{ meter} \\
bo &= 20\% \\
N &= 2,1 \\
n &= 7 \\
t &= 0,04 \text{ meter} \\
\text{Kap. Produksi/jam (Q3)} &= \frac{\{N \times (b-bo) + v \times 1000 \times Fa \times t\}}{n \times N} \\
&= \frac{\{2,1 \times (1,45 - 20\%) + 1,06 \times 1000 \times 0,69 \times 0,04\}}{7 \times 2,1} \\
&= 11,89 \text{ ton/jam}
\end{aligned}$$

d. *Pneumatic roller*

$$v = 3,30 \text{ Km/menit (Tabel 5.6)}$$

$$Fa = 0,69 \text{ (Tabel 3.1)}$$

$$b = 2,3 \text{ meter}$$

$$bo = 20\%$$

$$N = 2,0$$

$$n = 24$$

$$t = 0,04 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} \text{Kap. Produksi/jam (Q4)} &= \frac{\{N \times (b-bo) + v \times 1000 \times Fa \times t\}}{n \times N} \\ &= \frac{\{2,0 \times (2,3-20\%) + 3,30 \times 1000 \times 0,69 \times 0,04\}}{24 \times 2,0} \\ &= 18,55 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

3. Produktivitas Alat Berat (19 Juli 2025)

Berdasarkan pengamatan di lapangan pengaspalan tanggal 19 Juli 2025 dilakukan pada segmen 6 dengan panjang lintasan yang dihamparkan aspal 117 meter dan lebar rata-rata lintasan 2,56 meter.

a. *Dump truck*

$$v1 = 40 \text{ Km/Jam}$$

$$v2 = 60 \text{ Km/Jam}$$

$$Tb = 2 \text{ Menit}$$

$$Fa = 0,80 \text{ (Tabel 3.1)}$$

$$D = 2,225 \text{ ton/m}^3 \text{ (Lampiran 16)}$$

$$V = 4,49 \text{ m}^3$$

Waktu siklus :

$$\begin{aligned} \text{Mengisi bak (T1)} &= \left(\frac{V \times D}{Q2b} \right) \times Tb \\ &= \left(\frac{4,49 \times 2,225}{1} \right) \times 2 \\ &= 20 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Angkut (T2)} &= \left(\frac{L}{v1} \right) \times 60 \\ &= \left(\frac{34,7}{40} \right) \times 60 \\ &= 52,05 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\text{Tunggu+dump+putar (T3)} = 32,76 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
\text{Kembali (T4)} &= 0 \\
\text{Waktu siklus (Ts2)} &= T1 + T2 + T3 + T4 \\
&= 10 + 52,05 + 32,76 + 0 \\
&= 104,81 \\
\text{Kap. Produksi/jam (Q1)} &= \left(\frac{V \times Fa \times 60 \times D}{Ts2} \right) \\
&= \left(\frac{4,49 \times 0,80 \times 60 \times 2,225}{104,81} \right) \\
&= 4,58 \text{ ton/jam}
\end{aligned}$$

b. *Asphalt finisher*

$$\begin{aligned}
v &= 2,67 \text{ m/menit (Tabel 5.6)} \\
Fa &= 0,65 \text{ (Kondisi baik, Tabel 3.1)} \\
w &= 2,56 \text{ meter} \\
D_1 &= 2,225 \text{ ton/m}^3 \text{ (Lampiran 16)} \\
t &= 0,04 \text{ meter} \\
\text{Kap. Produksi/jam (Q2)} &= v \times w \times 60 \times fa \times t \times D_1 \\
&= 2,67 \times 2,56 \times 60 \times 0,69 \times 0,04 \times 2,225 \\
&= 23,75 \text{ ton/jam}
\end{aligned}$$

c. *Tandem roller*

$$\begin{aligned}
v &= 1,23 \text{ Km/menit (Tabel 5.6)} \\
Fa &= 0,69 \text{ (Tabel 3.1)} \\
b &= 1,45 \text{ meter} \\
bo &= 20\% \\
N &= 2,0 \\
n &= 8 \\
t &= 0,04 \text{ meter} \\
\text{Kap. Produksi/jam (Q3)} &= \frac{\{N \times (b-bo) + v \times 1000 \times Fa \times t\}}{n \times N} \\
&= \frac{\{N \times (1,45 - 20\%) + 1,23 \times 1000 \times 0,69 \times 0,04\}}{8 \times 2,0} \\
&= 12,73 \text{ ton/jam}
\end{aligned}$$

d. *Pneumatic roller*

$$v = 3,29 \text{ Km/menit (Tabel 5.6)}$$

Fa = 0,69 (Kondisi baik, Tabel 3.1)

b = 2,3 meter

bo = 20%

N = 2,0

n = 21

t = 0,04 meter

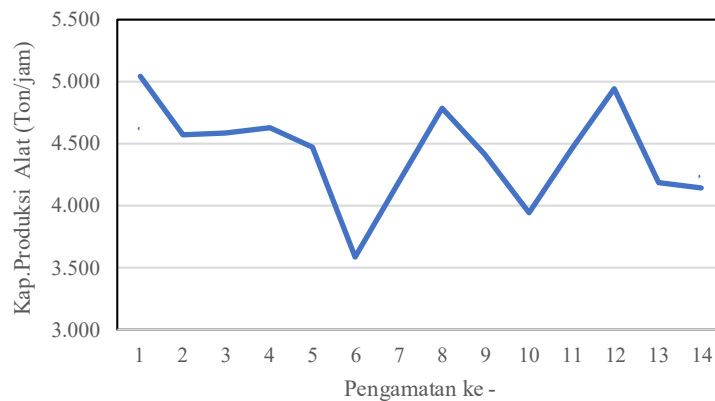
$$\begin{aligned} \text{Kap. Produksi/jam (Q4)} &= \frac{\{N \times (b-bo) + v \times 1000 \times Fa \times t\}}{n \times N} \\ &= \frac{\{2 \times (2,3 - 20\%) + 3,23 \times 1000 \times 0,69 \times 0,04\}}{21 \times 2,0} \\ &= 20,86 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

Dalam perhitungan alat *dump truck* waktu kembali dianggap nol karena *dump truck* yang datang dengan sistem batch. Berikut ini adalah rekapitulasi produktivitas alat berat yang didapat selama 14 hari penelitian pada Proyek Pelebaran Jalan Menambah Lajur Anjir Pasar (Bts.Prov. Kalteng) – SP.Serapat - Batas Kota Banjarmasin dapat dilihat pada tabel 5.7 sebagai berikut.

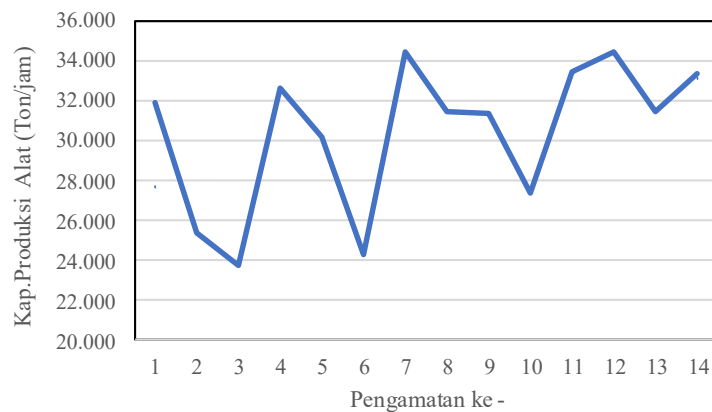
Tabel 5. 7 Rekapitulasi Produktivitas Alat Berat Sesuai Data Lapangan

Pengamatan ke-	<i>Dump truck</i> (Ton/jam)	<i>Asphalt finisher</i> (Ton/jam)	<i>Tandem roller</i> (Ton/jam)	<i>Pneumatic roller</i> (Ton/jam)
1	5,04	31,94	13,32	20,87
2	4,56	25,39	11,89	18,55
3	4,58	23,75	12,73	20,86
4	4,63	32,60	15,08	21,37
5	4,47	30,21	17,88	16,56
6	3,58	24,31	11,38	24,81
7	4,19	34,46	12,95	21,17
8	4,78	31,47	12,51	21,13
9	4,41	31,35	13,64	29,82
10	3,94	27,38	12,84	24,50
11	4,45	33,45	11,11	21,19
12	4,94	34,46	18,09	26,79
13	4,18	31,48	12,23	20,47
14	4,13	33,35	12,79	20,24
Rata-rata	4,42	30,40	13,46	22,02

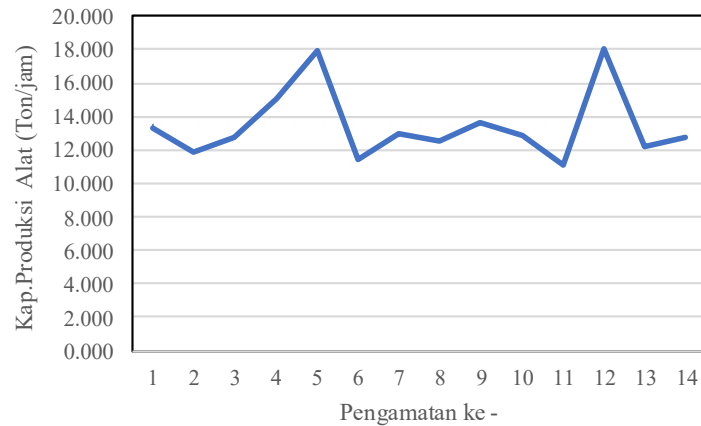
Berdasarkan hasil rekapitulasi produktivitas *dump truck*, *asphalt finisher*, *tandem roller*, dan *pneumatic roller* selama 14 hari pengamatan, diperoleh rata-rata produktivitas *dump truck* sebesar 4,419 ton/jam, *asphalt finisher* sebesar 30,386 ton/jam, *tandem roller* sebesar 13,460 ton/jam, dan *pneumatic roller* sebesar 22,004 ton/jam. Berikut grafik yang menunjukkan produktivitas alat berat tersebut selama 14 hari di lapangan dapat dilihat pada gambar 5.13, 5.14, 5.15, dan 5.16.



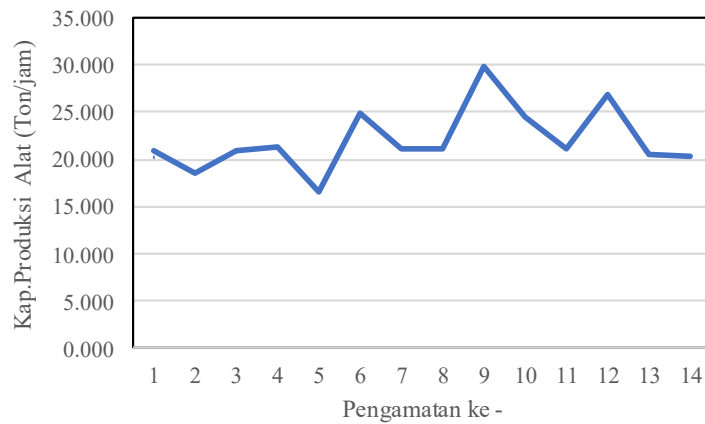
Gambar 5. 13 Grafik Produktivitas *Rear Dump truck*



Gambar 5. 14 Grafik Produktivitas *Asphalt finisher*



Gambar 5. 15 Grafik Produktivitas *Tandem roller*



Gambar 5. 16 Grafik Produktivitas *Pneumatic roller*

5.5 Analisis Koefisien Alat Berat Sesuai Data Lapangan

Analisis koefisien alat berat didapatkan setelah menghitung produktivitas alat berat di lapangan. Nilai dari analisis koefisien sesuai data lapangan akan digunakan sebagai bahan perbandingan dengan koefisien rencana/kontrak yang telah didapatkan, dengan tujuan mengetahui tingkat efisiensi kerja alat selama pelaksanaan.

1. Koefisien Alat berat (15 Juli 2025)

a. *Dump truck*

Q1 = 5,04 ton/jam (Tabel 5.7)

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat} &= \frac{1}{Q1} \\ &= \frac{1}{5,04} \end{aligned}$$

$$= 0,1984$$

b. *Asphalt finisher*

$$Q2 = 31,940 \text{ ton/jam (Tabel 5.7)}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat} &= \frac{1}{Q1} \\ &= \frac{1}{31,940} \\ &= 0,0313 \end{aligned}$$

c. *Tandem roller*

$$Q3 = 12,76 \text{ ton/jam (Tabel 5.7)}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat} &= \frac{1}{Q1} \\ &= \frac{1}{12,76} \\ &= 0,0783 \end{aligned}$$

d. *Pneumatic roller*

$$Q4 = 20,20 \text{ ton/jam (Tabel 5.7)}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat} &= \frac{1}{Q1} \\ &= \frac{1}{20,20} \\ &= 0,0495 \end{aligned}$$

2. Produktivitas Alat Berat (18 Juli 2025)

a. *Dump truck*

$$Q1 = 4,56 \text{ ton/jam (Tabel 5.7)}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat} &= \frac{1}{Q1} \\ &= \frac{1}{4,56} \\ &= 0,2192 \end{aligned}$$

b. *Asphalt finisher*

$$Q2 = 25,39 \text{ ton/jam (Tabel 5.7)}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat} &= \frac{1}{Q1} \\ &= \frac{1}{25,39} \end{aligned}$$

$$= 0,0394$$

c. *Tandem roller*

$$Q3 = 12,09 \text{ ton/jam (Tabel 5.7)}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat} &= \frac{1}{Q1} \\ &= \frac{1}{12,09} \\ &= 0,0827 \end{aligned}$$

d. *Pneumatic roller*

$$Q4 = 18,89 \text{ ton/jam (Tabel 5.7)}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat} &= \frac{1}{Q1} \\ &= \frac{1}{18,89} \\ &= 0,0529 \end{aligned}$$

3. Produktivitas Alat Berat (19 Juli 2025)

a. *Dump truck*

$$Q1 = 4,58 \text{ ton/jam (Tabel 5.7)}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat} &= \frac{1}{Q1} \\ &= \frac{1}{4,58} \\ &= 0,2184 \end{aligned}$$

b. *Asphalt finisher*

$$Q2 = 23,75 \text{ ton/jam (Tabel 5.7)}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat} &= \frac{1}{Q1} \\ &= \frac{1}{23,75} \\ &= 0,0421 \end{aligned}$$

c. *Tandem roller*

$$Q3 = 12,51 \text{ ton/jam (Tabel 5.7)}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat} &= \frac{1}{Q1} \\ &= \frac{1}{12,51} \\ &= 0,0799 \end{aligned}$$

d. *Pneumatic roller*

$$Q4 = 20,48 \text{ ton/jam (Tabel 5.7)}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat} &= \frac{1}{Q1} \\ &= \frac{1}{20,48} \\ &= 0,0488 \end{aligned}$$

Setelah melakukan analisis didapatkan nilai koefisien *dump truck*, *asphalt finisher*, *tandem roller*, dan *pneumatic roller* selama 14 hari pengamatan, diperoleh nilai dari koefisien alat berat pada lapangan. Dapat dilihat pada tabel 5.8.

Tabel 5. 8 Rekapitulasi Koefisien Alat Berat Sesuai Data Lapangan

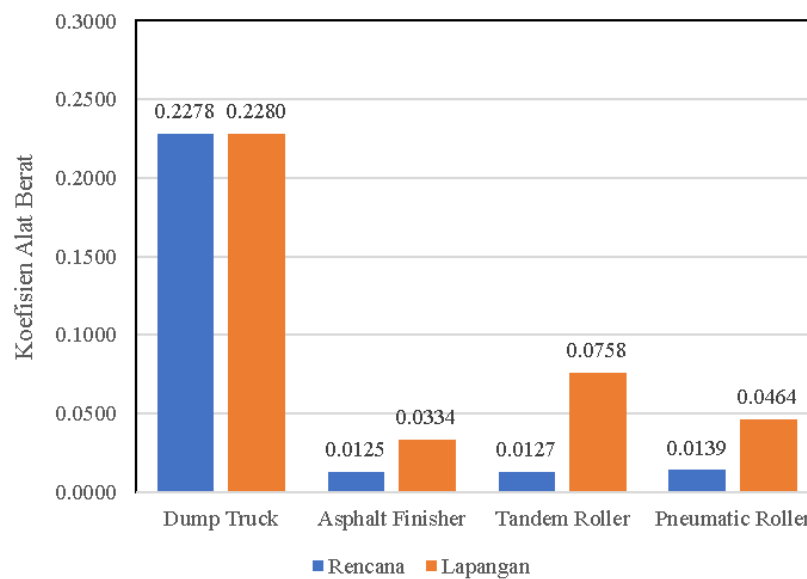
Pengamatan ke-	<i>Dump truck</i>	<i>Asphalt finisher</i>	<i>Tandem roller</i>	<i>Pneumatic roller</i>
1	0,1984	0,0313	0,0750	0,0495
2	0,2192	0,0394	0,0841	0,0529
3	0,2184	0,0421	0,0785	0,0488
4	0,2161	0,0307	0,0663	0,0471
5	0,2238	0,0331	0,0559	0,0575
6	0,2795	0,0411	0,0879	0,0403
7	0,2387	0,0292	0,0772	0,0496
8	0,2094	0,0318	0,0799	0,0473
9	0,2267	0,0319	0,0733	0,0333
10	0,2539	0,0365	0,0779	0,0408
11	0,2245	0,0299	0,0900	0,0467
12	0,2024	0,0290	0,0553	0,0373
13	0,2395	0,0318	0,0817	0,0489
14	0,2421	0,0300	0,0782	0,0494
Rata-rata	0,2280	0,0334	0,0758	0,0464

Berdasarkan hasil rekapitulasi koefisien *dump truck*, *asphalt finisher*, *tandem roller*, dan *pneumatic roller* selama 14 hari pengamatan, diperoleh rata-rata koefisien *dump truck* sebesar 0,2280 jam, *asphalt finisher* sebesar 0,0334 jam, *tandem roller* sebesar 0,0758 jam, dan *pneumatic roller* sebesar 0,0464 jam.

5.5.1 Perbandingan Koefisien Rencana dan Koefisien Lapangan

Setelah dilakukan analisis perhitungan koefisien alat berat didapatkan rata-rata dari koefisien tiap alat yaitu *dump truck* sebesar 0,2305 jam, *asphalt finisher* sebesar 0,0302 jam, *tandem roller* sebesar 0,0758 jam, dan *pneumatic roller* sebesar

0,0418 jam. Nilai koefisien lapangan akan dibandingkan dengan nilai koefisien rencana yaitu *dump truck* sebesar 0,2278 jam, *asphalt finisher* sebesar 0,0125 jam, *tandem roller* sebesar 0,0127 jam, dan *pneumatic roller* sebesar 0,0139 jam. Berikut ini merupakan perbandingan nilai koefisien rencana dan nilai rata-rata koefisien lapangan dapat dilihat pada gambar 5.17.



Gambar 5. 17 Grafik Perbandingan Koefisien Rencana Dan Rata-Rata Koefisien Lapangan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, diperoleh nilai koefisien lapangan *dump truck* relatif sama dengan nilai koefisien rencana, namun nilai koefisien lapangan pada alat lainnya seperti *asphalt finisher*, *tandem roller*, dan *pneumatic roller* memiliki selisih yang sangat besar dengan koefisien rencananya. Selisih ini menjelaskan bahwa adanya penurunan produktivitas alat berat selama pelaksanaan pekerjaan. Penurunan ini dapat dipengaruhi karena beberapa faktor, antara lain waktu tunggu alat, kondisi medan, faktor cuaca, dan masalah dari alat yang digunakan saat pelaksanaan. Oleh sebab itu perlu adanya evaluasi secara berkala untuk meningkatkan kinerja alat berat di lapangan.

5.6 Analisis Kebutuhan Alat Berat Sesuai Kondisi Lapangan

Pelaksanaan pekerjaan pengaspalan melibatkan beberapa alat berat yang bekerja secara saling berkaitan. Perbedaan kinerja antar alat di lapangan dapat menimbulkan ketidakseimbangan yang berdampak pada efisiensi pekerjaan. Oleh sebab itu diperlukan analisis kebutuhan alat berat berdasarkan kondisi lapangan untuk menentukan jumlah alat agar proyek lebih efisien sehingga dapat menjadi evaluasi kedepannya. Dalam perhitungan *asphalt finisher* menjadi alat utama untuk mengukur jumlah alat agar tidak terjadi idle yang lama di lapangan.

1. Kebutuhan Alat Berat (15 Juli 2025)

a. *Dump truck*

$$\begin{aligned}
 \text{Kap. Produksi } \textit{asphalt finisher} \text{ aktual} &= Q2 \times \text{Tk} \\
 &= 31,940 \times 0,63 \\
 &= 20 \text{ ton} \\
 \\
 \text{Kap. Produksi } \textit{dump truck} \text{ aktual} &= 5,041 \text{ ton} \\
 \text{Kebutuhan alat} &= \frac{20}{5,041} \\
 &= 4 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

b. *Tandem roller*

$$\begin{aligned}
 \text{Kap. Produksi } \textit{asphalt finisher} \text{ aktual} &= Q2 \times \text{Tk} \\
 &= 31,940 \times 0,63 \\
 &= 20 \text{ ton} \\
 \\
 \text{Kap. Produksi } \textit{tandem roller} \text{ aktual} &= Q3 \times \text{Tk} \\
 &= 13,325 \times 0,69 \\
 &= 9,153 \text{ ton} \\
 \\
 \text{Kebutuhan alat} &= \frac{20}{9,153} \\
 &= 3 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

c. *Pneumatic roller*

$$\begin{aligned}
 \text{Kap. Produksi } \textit{asphalt finisher} \text{ aktual} &= Q2 \times \text{Tk} \\
 &= 31,940 \times 0,63 \\
 &= 20 \text{ ton} \\
 \\
 \text{Kap. Produksi } \textit{pneumatic roller} &= Q4 \times \text{Tk}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 20,870 \times 0,75 \\
 &= 15,18 \text{ ton} \\
 \text{Kebutuhan alat} &= \frac{20}{15,675} \\
 &= 2 \text{ buah} \\
 2. \text{ Kebutuhan Alat Berat (18 Juli 2025)} \\
 \text{a. } \textit{Dump truck} \\
 \text{Kap. Produksi } \textit{asphalt finisher} \text{ aktual} &= Q2 \times Tk \\
 &= 25,386 \times 0,72 \\
 &= 18,20 \text{ ton} \\
 \text{Kap. Produksi } \textit{dump truck} \text{ aktual} &= 4,562 \text{ ton} \\
 \text{Kebutuhan alat} &= \frac{18,20}{4,56} \\
 &= 4 \text{ buah} \\
 \text{b. } \textit{Tandem roller} \\
 \text{Kap. Produksi } \textit{asphalt finisher} \text{ aktual} &= Q2 \times Tk \\
 &= 25,386 \times 0,72 \\
 &= 18,20 \text{ ton} \\
 \text{Kap. Produksi } \textit{tandem roller} \text{ aktual} &= Q3 \times Tk \\
 &= 11,886 \times 0,80 \\
 &= 9,54 \text{ ton} \\
 \text{Kebutuhan alat} &= \frac{18,20}{9,54} \\
 &= 2 \text{ buah} \\
 \text{c. } \textit{Pneumatic roller} \\
 \text{Kap. Produksi } \textit{asphalt finisher} \text{ aktual} &= Q2 \times Tk \\
 &= 25,386 \times 0,72 \\
 &= 18,20 \text{ ton} \\
 \text{Kap. Produksi } \textit{pneumatic roller} &= Q4 \times Tk \\
 &= 18,552 \times 0,80 \\
 &= 14,99 \text{ ton} \\
 \text{Kebutuhan alat} &= \frac{18,20}{14,99}
 \end{aligned}$$

- = 2 buah
3. Kebutuhan Alat Berat (19 Juli 2025)
- a. *Dump truck*
- Kap. Produksi *asphalt finisher* aktual = Q2 x Tk
 = 23,754 x 0,73
 = 17,32 ton
- Kap. Produksi *dump truck* aktual = 4,580 ton
- Kebutuhan alat = $\frac{17,32}{4,58}$
 = 4 buah
- b. *Tandem roller*
- Kap. Produksi *asphalt finisher* aktual = Q2 x Tk
 = 23,754 x 0,73
 = 17,32 ton
- Kap. Produksi *tandem roller* aktual = Q3 x Tk
 = 12,731 x 0.76
 = 9,68 ton
- Kebutuhan alat = $\frac{17,32}{9,68}$
 = 2 buah
- c. *Pneumatic roller*
- Kap. Produksi *asphalt finisher* aktual = Q2 x Tk
 = 23,750 x 0,73
 = 17,32 ton
- Kap. Produksi *pneumatic roller* = Q4 x Tk
 = 20,863 x 0.79
 = 16,52 ton
- Kebutuhan alat = $\frac{17,32}{16,52}$
 = 2 buah

Setelah melakukan analisis didapatkan kebutuhan alat berat *dump truck*, *tandem roller*, dan *pneumatic roller* agar proyek lebih efisien. Dapat dilihat pada tabel 5.10.

Tabel 5. 9 Jumlah Perhitungan Kebutuhan Alat Lapangan

Pengamatan ke-	<i>Dump truck</i>	<i>Tandem roller</i>	<i>Pneumatic roller</i>
1	4	3	2
2	4	2	2
3	4	2	2
4	6	3	2
, 5	7	3	2
6	3	2	2
7	4	3	2
8	5	3	2
9	7	3	2
10	7	3	2
11	8	3	2
12	11	3	2
13	8	3	2
14	8	4	2

Berdasarkan hasil analisis perhitungan kebutuhan alat berat yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa jumlah alat yang dibutuhkan di lapangan tidak selalu sama setiap harinya, namun kondisi ini tidak sepenuhnya dapat diterapkan di lapangan karena keterbatasan alat serta pertimbangan biaya operasional. Dalam pelaksanaannya, digunakan jumlah alat yang relatif tetap, meskipun berpotensi menimbulkan waktu tunggu pada kondisi tertentu.

Perbedaan jumlah alat dipengaruhi karena perubahan produktivitas dimana adanya perubahan kecepatan kerja, waktu tunggu, dan gangguan operasional alat selama pelaksanaan pekerjaan, sehingga jumlah alat yang dibutuhkan menjadi lebih besar. Sebagai alat utama *asphalt finisher* juga dapat menjadi faktor yang berdampak pada analisis ini, ketika *asphalt finisher* mengalami gangguan atau penurunan kecepatan, alat pendukung seperti *dump truck*, *tandem roller*, dan *pneumatic roller* tidak bekerja secara optimal.

5.7 Pembahasan

5.7.1 Produktivitas Alat Berat Sesuai Data Lapangan

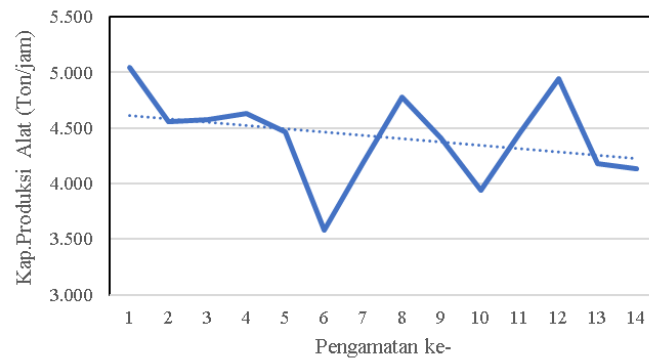
Berdasarkan hasil analisis produktivitas di lapangan, dapat dilihat nilai produktivitas alat berat di lapangan pada tabel 5.10 sebagai berikut.

Tabel 5. 10 Rekapitulasi Produktivitas Alat Berat Sesuai Data Lapangan

Pengamatan ke-	<i>Dump truck</i> (Ton/jam)	<i>Asphalt finisher</i> (Ton/jam)	<i>Tandem roller</i> (Ton/jam)	<i>Pneumatic roller</i> (Ton/jam)
1	5,04	31,94	13,32	20,87
2	4,56	25,39	11,89	18,55
3	4,58	23,75	12,73	20,86
4	4,63	32,60	15,08	21,37
5	4,47	30,21	17,88	16,56
6	3,58	24,31	11,38	24,81
7	4,19	34,46	12,95	21,17
8	4,78	31,47	12,51	21,13
9	4,41	31,35	13,64	29,82
10	3,94	27,38	12,84	24,50
11	4,45	33,45	11,11	21,19
12	4,94	34,46	18,09	26,79
13	4,18	31,48	12,23	20,47
14	4,13	33,35	12,79	20,24

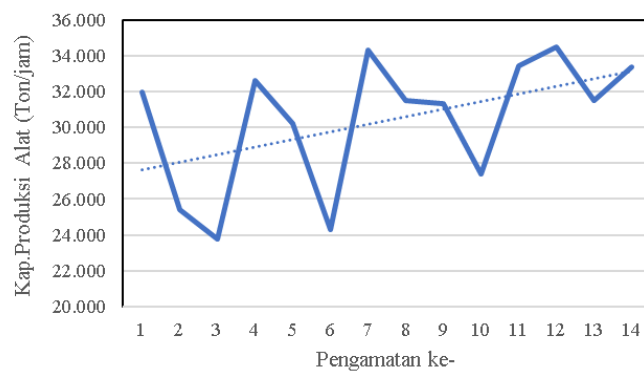
Berdasarkan data produktivitas alat berat selama 14 hari pengamatan, terlihat bahwa produktivitas masing-masing alat di lapangan tidak bersifat konstan, melainkan, mengalami naik-turun dari hari ke hari. Hal ini menunjukkan bahwa pelaksanaan pekerjaan pengaspalan di lapangan dipengaruhi oleh faktor operasional dan kondisi aktual yang berubah-ubah.

Pada *dump truck*, metode yang digunakan proyek dalam pengiriman aspal dari AMP ke lokasi dengan cara mengirim *dump truck* secara *batch*, hal ini dilakukan dikarenakan jarak AMP ke lokasi relatif jauh dan untuk mencegah adanya kehabisan material di lokasi. Dari pengamatan di lapangan didapatkan produktivitas 3,58 hingga 5,04 ton/jam. Pada beberapa hari awal, produktivitas relatif baik dan konsisten, yang berarti bahwa alur pengangkutan material berjalan dengan lancar. Namun, pada hari-hari tertentu terjadi penurunan produktivitas. Faktor yang paling signifikan dalam penurunan produktivitas alat ini dikarenakan waktu tunggu antrean yang relatif lama. Produktivitas selama 14 hari relatif menurun namun tidak signifikan dapat dilihat dari gambar 5.18 berikut.



Gambar 5. 18 Grafik Produktivitas *Dump truck*

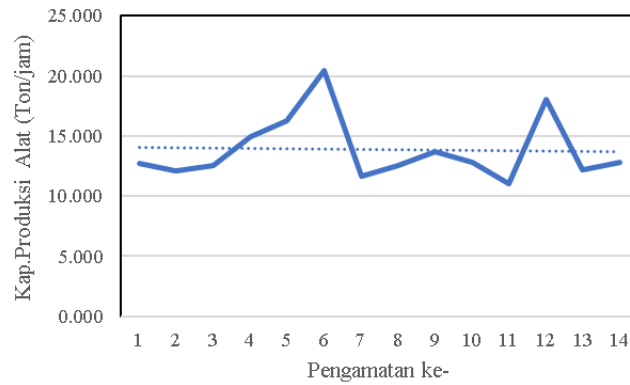
Produktivitas *asphalt finisher* secara keseluruhan mengalami peningkatan selama hari ke hari, namun peningkatan yang terjadi tidak secara konsisten. Dari pengamatan di lapangan, hal ini disebabkan oleh penyesuaian lebar *screed* dan kemiringan hamparan yang lebih cepat serta kecepatan alat yang ideal sehingga tidak adanya bagian yang tidak terhampar sepenuhnya. Faktor teknis yang memengaruhi produktivitas di lapangan adalah lebar serta kondisi medan dari lintasan yang akan dihamparkan. Produktivitas selama 14 hari relatif meningkat dapat dilihat dari gambar 5.19 berikut.



Gambar 5. 19 Grafik Produktivitas *Asphalt Finisher*

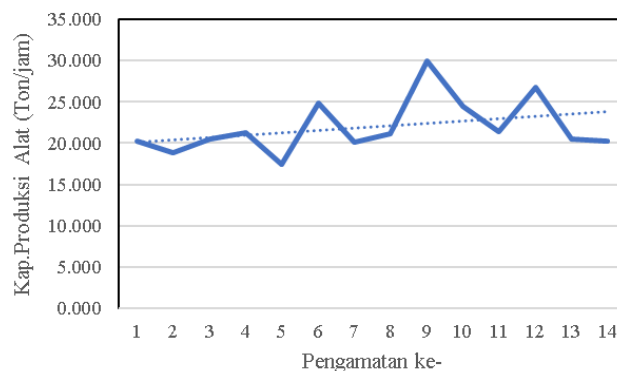
Pada *tandem roller*, produktivitas cenderung lebih rendah daripada alat berat yang lain dengan nilai sekitar 11 hingga 20 ton/jam. Penurunan yang terjadi diakibatkan karena lintasan pemadatan lebih banyak daripada yang direncanakan serta *tandem roller* sering kali menunggu antrean hasil penghamparan *asphalt*

finisher, sehingga waktu kerja yang tidak efektif. Produktivitas selama 14 hari relatif menurun namun tidak signifikan dapat dilihat dari gambar 5.20 berikut.



Gambar 5. 20 Grafik Produktivitas *Tandem Roller*

Produktivitas *pneumatic roller* menunjukkan pola naik-turun, antara 16 hingga 30 ton/jam. Produktivitas yang terjadi menunjukkan peningkatan. Saat dilakukan pengamatan *pneumatic roller* bekerja cukup konsisten. Faktor yang memengaruhi alat ini dalam bekerja adalah lama waktu tunggu antrean, serta jumlah lintasan yang dilakukan lebih banyak daripada yang direncanakan. Produktivitas selama 14 hari relatif meningkat namun tidak signifikan dapat dilihat dari gambar 5.21 berikut.



Gambar 5. 21 Grafik Produktivitas *Pneumatic Roller*

5.7.2 Perbandingan Koefisien Rencana Dan Lapangan

Berdasarkan hasil analisis koefisien rencana dan pengamatan lapangan, diperoleh nilai koefisien masing-masing alat berat, terdapat pada tabel 5.11 dan 5.12 sebagai berikut.

Tabel 5. 11 Nilai Koefisien Alat Berat Rencana

Alat Berat	Uraian Pekerjaan	Koefisien Alat
<i>Dump truck</i>	Mengangkut material aspal	0,2287
<i>Asphalt finisher</i>	Menghamparkan aspal panas	0,0125
<i>Tandem roller</i>	Memadatkan aspal loose	0,0127
<i>Pneumatic roller</i>	Memadatkan aspal	0,0139

Tabel 5. 12 Nilai Rata-Rata Koefisien Alat Berat Lapangan

Alat Berat	Uraian Pekerjaan	Koefisien Alat
<i>Dump truck</i>	Mengangkut material aspal	0,2280
<i>Asphalt finisher</i>	Menghamparkan aspal panas	0,0334
<i>Tandem roller</i>	Memadatkan aspal loose	0,0758
<i>Pneumatic roller</i>	Memadatkan aspal	0,0463

Pada tabel 5.11 didapatkan nilai koefisien alat berat rencana yang dianalisis menggunakan data kontrak dan faktor berdasarkan literatur. Nilai koefisien rencana *dump truck* didapatkan 0,2287, *asphalt finisher* 0,0125, *tandem roller* 0,0127, *pneumatic roller* 0,0139.

Terdapat perbedaan antara koefisien alat berat berdasarkan data rencana dan kondisi lapangan. Pada tabel 5.11 nilai koefisien rencana *dump truck* didapatkan 0,2287, *asphalt finisher* 0,0125, *tandem roller* 0,0127, *pneumatic roller* 0,0139, sedangkan hasil pengukuran di lapangan pada tabel 5.12 menunjukkan koefisien *dump truck* didapatkan 0,2280, *asphalt finisher* 0,0334, *tandem roller* 0,0758, *pneumatic roller* 0,0463. Selisih ini relatif besar, yang menyatakan bahwa kondisi operasional di lapangan tidak sesuai/ideal dengan rencana. Selisih yang besar ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti:

1. Waktu tunggu alat yang tinggi
Dump truck sering mengalami penumpukan antrean saat ingin membongkar muatan aspal ke *asphalt finisher*. Durasi menunggu ini tetap dihitung dalam satu siklus kerja meskipun alat tidak sedang bekerja, sehingga berdampak pada penurunan produktivitas alat.
2. Ketidakseimbangan antar alat berat
Kinerja alat di lapangan belum sepenuhnya seimbang, *asphalt finisher* beberapa kali berhenti untuk bekerja dikarenakan suplai material yang tidak sesuai dengan kebutuhan di lapangan sehingga perlu menunggu untuk proses penghamparan selanjutnya, dengan tidak bekerjanya *asphalt finisher* alat berat lain seperti *tandem roller* dan *pneumatic roller* perlu menunggu sampai hamparan selanjutnya berlangsung. Hal ini membuat tingkat efisiensi operasional keseluruhan alat mengalami penurunan.
3. Kondisi teknis alat yang kurang optimal
Alat yang digunakan tergolong alat yang sudah cukup tua sehingga tidak dapat dijalankan dengan optimal. Seperti *asphalt finisher* yang saat pelaksanaan hamparan terdapat masalah karena *v belt* yang putus sehingga perlu menunggu untuk penggantian yang baru, *tandem roller* mengalami kesulitan saat melakukan transmisi bahkan sampai tidak dapat bergerak sehingga perlu adanya perbaikan terlebih dahulu, *pneumatic roller* dimana perlu penyiraman minyak/oli secara manual sehingga membuat operator berhenti saat melakukan pemadatan.
4. Kondisi material dan suhu aspal
Suhu aspal yang makin menurun dikarenakan waktu antrean yang lama dan hujan memengaruhi kinerja alat, khususnya alat pemadatan *tandem roller* dan *pneumatic roller* menjadi kurang efektif sehingga diperlukan kecepatan yang lebih lambat dan lintasan tambahan pada pelaksanaannya.

5.7.3 Kebutuhan Alat Berat Di Lapangan

Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan alat berat yang telah disesuaikan dengan data produktivitas lapangan, diketahui jumlah alat yang digunakan dalam pekerjaan pengaspalan di beberapa hari perlu adanya penyesuaian agar tercapai kondisi kerja yang lebih efisien. Perhitungan ini dilakukan mempertimbangkan produktivitas aktual masing-masing alat.

Hasil analisis menunjukkan bahwa perbedaan produktivitas antar alat berat di lapangan menciptakan ketidakseimbangan operasional. Karena *dump truck* bekerja secara *batch*, maka *asphalt finisher* tidak kehabisan material selama pengerjaan. Namun, hal ini berdampak pada kinerja *dump truck* karena terjadi penumpukan material dan antrean yang cukup lama yang membuat kinerja alat tidak optimal dan memengaruhi kualitas material yang diangkut. .

Asphalt finisher berperan sebagai alat utama dalam penghamparan aspal menunjukkan produktivitas lapangan yang lebih rendah dari rencana, menjadikan faktor pembatas dalam sistem, hal ini membuat alat bantu yang lainnya tidak bekerja secara optimal.

Alat pemadat seperti *tandem roller* dan *pneumatic roller*, jumlah lintasan aktual di lapangan melebihi asumsi perencanaan, mengakibatkan durasi kerja yang lebih panjang, maka diperlukan penambahan alat agar menghindari keterlambatan.

Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa penyesuaian jumlah alat berdasarkan produktivitas lapangan mampu mengurangi ketidakseimbangan kerja antar alat dan sebagai evaluasi untuk proyek kedepannya.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan di bab V tentang produktivitas serta koefisien alat berat dan kebutuhan alat, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Produktivitas alat berat berdasarkan pelaksanaan di lapangan menunjukkan bahwa *dump truck* memiliki rata-rata produktivitas sebesar 4,42 ton/jam, *asphalt finisher* sebesar 30,40 ton/jam, *tandem roller* sebesar 13,46 ton/jam, dan *pneumatic roller* sebesar 22,02 ton/jam. Nilai produktivitas tersebut diperoleh dari hasil pengamatan yang dilakukan selama 14 hari kerja melalui pencatatan langsung di lapangan, sehingga mencerminkan kondisi operasional yang sebenarnya, dimana terdapat beberapa faktor yang menyebabkan kinerja alat yang kurang optimal.
2. Perbedaan koefisien berdasarkan data lapangan dan koefisien rencana dari data kontrak pada Proyek Pelebaran Jalan Menambah Lajur Anjir Pasar (Bts.Prov. Kalteng) – SP.Serapat - Batas Kota Banjarmasin disebabkan karena beberapa faktor utama. Waktu tunggu alat yang tinggi terkhususnya untuk *dump truck* yang harus menunggu cukup lama untuk membongkar muatan aspal ke *asphalt finisher* yang berdampak terhadap produktivitas dari *dump truck* menurun. Penurunan suhu aspal akibat waktu antrean yang panjang dan kondisi hujan menyebabkan proses pemadatan kurang efektif, sehingga diperlukan kecepatan kerja yang lebih rendah dan penambahan lintasan, yang berdampak pada menurunnya kinerja alat. Kinerja alat berat di lapangan belum berjalan secara seimbang karena *asphalt finisher* bekerja dengan lambat dan terlalu banyak waktu istirahat. Kondisi ini berdampak pada alat berat lainnya yang ikut menunggu proses penghamparan berikutnya, sehingga secara keseluruhan menurunkan efisiensi operasional pekerjaan. Selain itu,

kondisi alat berat yang sudah relatif tua menyebabkan kinerja operasional tidak optimal, ditandai dengan sering terjadinya gangguan teknis pada setiap alat yang mengakibatkan pekerjaan tertunda.

3. Berdasarkan analisis terhadap kebutuhan alat berat agar pekerjaan menjadi efisien pada Proyek Pelebaran Jalan Menambah Lajur Anjir Pasar (Bts.Prov. Kalteng) – SP.Serapat - Batas Kota Banjarmasin diperlukan penyesuaian jumlah alat agar keseimbangan dan efisiensi kerja yang lebih baik. Dengan penyesuaian jumlah alat berat sesuai kebutuhannya akan membuat proyek lebih efisien tanpa banyak waktu idle. Agar proyek tidak mengalami idle time pada masing-masing pengamatan, maka jumlah alat yang direkomendasikan adalah sebagai berikut:
 - a. Pengamatan 1 : Dump Truck 4 unit, Tandem Roller 3 unit, Pneumatic Roller 2 unit
 - b. Pengamatan 2 : Dump Truck 4 unit, Tandem Roller 2 unit, Pneumatic Roller 2 unit
 - c. Pengamatan 3 : Dump Truck 4 unit, Tandem Roller 2 unit, Pneumatic Roller 2 unit
 - d. Pengamatan 4 : Dump Truck 6 unit, Tandem Roller 3 unit, Pneumatic Roller 2 unit
 - e. Pengamatan 5 : Dump Truck 7 unit, Tandem Roller 3 unit, Pneumatic Roller 2 unit
 - f. Pengamatan 6 : Dump Truck 3 unit, Tandem Roller 2 unit, Pneumatic Roller 2 unit
 - g. Pengamatan 7 : Dump Truck 4 unit, Tandem Roller 3 unit, Pneumatic Roller 2 unit
 - h. Pengamatan 8 : Dump Truck 5 unit, Tandem Roller 3 unit, Pneumatic Roller 2 unit
 - i. Pengamatan 9 : Dump Truck 7 unit, Tandem Roller 3 unit, Pneumatic Roller 2 unit
 - j. Pengamatan 10 : Dump Truck 7 unit, Tandem Roller 3 unit, Pneumatic Roller 2 unit

- k. Pengamatan 11 : Dump Truck 8 unit, Tandem Roller 3 unit, Pneumatic Roller 2 unit
- l. Pengamatan 12 : Dump Truck 11 unit, Tandem Roller 3 unit, Pneumatic Roller 2 unit
- m. Pengamatan 13 : Dump Truck 8 unit, Tandem Roller 3 unit, Pneumatic Roller 2 unit
- n. Pengamatan 14 : Dump Truck 8 unit, Tandem Roller 4 unit, Pneumatic Roller 2 unit

Kebutuhan alat ini berfungsi sebagai acuan evaluatif untuk menilai efisiensi dan keseimbangan kerja alat, bukan sebagai jumlah yang harus diterapkan secara mutlak di lapangan

6.2 Saran

Berikut merupakan saran mengenai produktivitas alat berat pada Proyek Pelebaran Jalan Menambah Lajur Anjir Pasar (Bts.Prov. Kalteng) – SP.Serapat - Batas Kota Banjarmasin, berikut hal yang perlu diperhatikan:

1. Perencanaan produktivitas serta koefisien alat berat sebaiknya tidak hanya didasarkan pada kondisi ideal, namun juga mempertimbangkan kondisi aktual alat yang digunakan di lapangan. Hal ini bertujuan untuk memperoleh estimasi durasi pekerjaan dan kebutuhan alat yang lebih realistis, mengingat produktivitas alat berat dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor teknis maupun operasional.
2. Kondisi teknis suatu alat perlu mendapat perhatian melalui perawatan dan pemeriksaan rutin, khususnya pada alat yang berusia tua, untuk meminimalkan gangguan operasional yang dapat menghambat produktivitas.
3. Pengaturan suplai material perlu disesuaikan dengan kapasitas kerja *asphalt finisher* agar tidak terjadi penumpukan antrean *dump truck* maupun penghentian pekerjaan.

4. Faktor lingkungan seperti cuaca serta suhu aspal perlu diperhitungkan sebelum melakukan pekerjaan agar kondisi aspal tetap dalam suhu yang baik sehingga proses penghamparan serta pemadatan tetap berjalan dengan efektif dan tidak memperpanjang durasi pekerjaan.
5. Perlu dilakukan evaluasi dalam metode kerja dan penyesuaian jumlah alat berat secara berkala selama pelaksanaan pekerjaan untuk menghindari ketidakseimbangan operasional yang dapat menimbulkan waktu tunggu dan penurunan efisiensi kerja.
6. Pada penelitian ini efisiensi alat berdasarkan dari perbandingan koefisien alat di lapangan, belum termasuk dari faktor biaya. Penelitian berikutnya diharapkan membahas tentang biaya operasional untuk mengetahui dampak finansial dari ketidakefisienan alat.

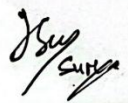
DAFTAR PUSTAKA

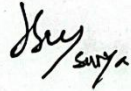
- Ainurrizki, M., Choiriyah, S., Mca, T., 2020. Analisis Pada Pekerjaan Galian Untuk Mencari Produktivitas Dan Kombinasi Alat Berat Di Proyek Pembangunan Refinery Di Pt. Salim Ivomas Pratama, TBK.
- Arrasyid, M.H., Yulianto, T., Sundari, T., 2021. Analisis Produktivitas Alat Berat Di Proyek Pembangunan/Rehabilitasi Jalan Kelurahan Kepanjen Kab. Jombang.
- Bina Marga, 2025. AHSP Bidang Bina Marga 1.
- Bumi Citra Traktor Nusantara, 2023. Pneumatic roller [WWW Document]. PT. Bumi Citra Trakt. Nusant. URL <https://bctn.co.id/blogs/detail/alat-berat-pneumatic-tired-roller>
- dewa aspal, 2025. Spesifikasi Aspal Finisher: Suhu Ideal, Harga & Kinerja Alat Berat [WWW Document]. URL <https://dewaaspal.com/aspal-finisher/>
- Esa, M., Priana, E.S., Kurniawan, D., 2022. Tinjauan Efektivitas Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Jalankurai Mudiak Liki, Kec. Suliki.
- Hartanto, B.G., 2024. Macam Jenis Peralatan Berat Untuk Pekerjaan Konstruksi Infrastruktur.
- Hartanto, B.G., Rumbyarso, Y.P.A., 2025. Kajian Produktivitas Alat Berat di Proyek Jalan Bebas Hambatan Serang-Panimbang KM 27+100 Sampai dengan 30+100. J. Ilm. Univ. Batanghari Jambi 25, 794. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v25i1.5660>
- Hasan, M., 2002. Pokok-Pokok Materi Metodologi Penelitian dan Aplikasinya. Ghalia Indonesia, Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2014. Katalog Alat Berat Konstruksi 2013. Jakarta Penerbit Pus. Pembina. Sumber Daya Investasi Badan Pembina. Konstr.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2022. Peraturan Menteri PUPR no 1 tahun 2022 Tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Menteri Pekerj. Umum dan Perumah. Rakyat Republik Indones. Nomor 1 Tahun 2022 95–140.
- Mayasari, I., Sari, S.A., 2023. Analisis Penggunaan Alat Berat Terhadap Waktu Dan Biaya (Studi Kasus : Proyek Jalan Raya Babatbojonegoro Km 72-73). DEARSIP J. Archit. Civ. 3, 108–117. <https://doi.org/10.52166/dearsip.v3i02.5214>

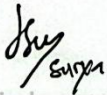
- Melly, S., Haryono, I., Mulyana, ely, Setyawati, D., Yunus, A.I., Hidayanto, Saptadi, N.T.S., Rela, I.Z., Tiawan, Liana, W., Purbaningsih, Y., 2024. Manajemen Proyek. CV HEI PUBLISHING INDONESIA.
- Munsil, D.P., 2018. Dasar Manajemen Konstruksi Proyek Jalan (Tatahapn Pre-Start). Deepublish.
- Oktaviani, P., Lizar, 2025. Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Perkerasan Aspal Pada Proyek Peningkatan Jalan 9, 144–148.
- Prasetya, T.P., Nugroho, M.W., Kholis, N., 2023. Analisis Perhitungan Produktivitas Danbiaya Untuk Pemakaian Alat Berat Padaprojek Peningkatan Jalanmojowarno – Cukir.
- Prima, Y., Rumbyarso, A., 2023. Kajian Peralatan Berat Pada Proyek Konstruksi.
- Purbasari, A., Sumarya, E., Mardhiyah, R., 2023. Penerapan Metode Studi Waktu dan Gerak Pada Proses Packing di PT. ABC 6, 290–299.
- Rani, H.A., 2016. Manajemen Proyek Konstruksi.
- Rumah Aspal, 2025. Roller | Tandem Roller – Definisi, Jenis Dan Fungsinya [WWW Document]. Rumah aspal. URL <https://www.rumahaspal.com/roller-alat-berat/>
- Seliani, D., 2017. Perkerasan Lentur.
- Sugiono, 2013. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D.
- Sukirman, S., 1999. Perkerasan Lentur Jalan Raya.
- United Tractors, 2025. Apa Itu Tandem Roller, Fungsi, Jenis, Hingga Cara Kerjanya [WWW Document]. UT.Connect. URL <https://utconnect.unitedtractors.com/news/a7f2f46b-b00a-4a8e-e274-08dd2eff224b>
- Wilopo, D., 2009. Metode Konstruksi Dan Alat Berat.
- Wirataman, A.M., 2016. Manajemen Alat Berat. Sustain. 11, 1–14.
- Y Waney, E. V, Runtunuwu, S., F Mandang, D.Y., C Lamia, K.A., 2023. Analisis Produktivitas Alat Berat Dan Harga Satuan Pada Proyek Peningkatan Jalan Ruas Dalam Kota Airmadidi. J. Ilm. Media Eng. 13, 1–14.
- Yansen, A.F., Nuh, S.M., Teknik, J., Fakultas, S., Universitas, T., Pontianak, T., Prodi, D., Sipil, T., Pontinanak, U.T., Sprayer, A., Roller, Tandem, Roller, Tyred, n.d. Analisis Produktivitas Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Preservasi Jalan Ruas Tanjung – Kembayan – Balai Karangan – Entikong – Bts .
- Yunus, I.A., Yendri, O., Duppa, H., Anton, E.E., Israjunna, Zulharnah, Amansah, M.S., Priana, S.E., Syarif, M., Suyadi, 2023. Manajemen Konstruksi. CV. Gita Lentera.

LAMPIRAN

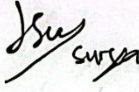
**Lampiran 1 Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic
Roller Hari ke- 1**

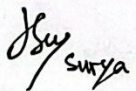
Pengamatan Alat Berat				Asphalt Finisher		
Hari				Selasa		
Tanggal				15 Juli 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	10:54		0,49	isi aspal		
2			1,01	isi aspal		
3			3,01	isi aspal dan halangan lalu lintas		
4		11:06	1,14	isi aspal	17	2,8
5			17	berhenti bekerja		
6	11:23		1,27	isi aspal		
7			2,36	ganti drum, isi aspal		
8			1,17	isi aspal		
9			1,18	isi aspal		
10			1,15	isi aspal		
11		11:45	1,29	isi aspal	25	2,8
12			15	istirahat		
13	12:00		1,22	isi aspal		
14			3,46	ganti drum isi aspal		
15			0,43	isi aspal		
16			0,55	isi aspal		
17			2,53	isi aspal dan hampan manual		
18			0,49	ganti drum isi aspal		
19			1,40	isi aspal		
20			1,14	isi aspal		
21			1,16	isi aspal		
22		12:35	1,24	isi aspal	65	2,8
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

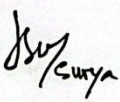
Pengamatan Alat Berat				Tandem Roller		
Hari				Selasa		
Tanggal				15 Juli 2021		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Kapasitas Lintasan (m)
1	11:19		0,42	mematikan air drum		
2		11:27	0,37	kendala dalam transmisi	17	6
3			22	nunggu giliran kerja		
4	11:49	11:54	0,47	matikan air drum	20	8
5			21	nunggu giliran kerja		
6	12:15	12:22	0,41	matikan air drum	20	8
7			8	nunggu giliran kerja		
8	12:30	12:39			18	8
9			13	nunggu giliran kerja		
10	12:52	13:07			32	8
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

Pengamatan Alat Berat				Pneumatic roller		
Hari				Selasa		
Tanggal				15 Juli 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	11:28	11:32			10	24
2			32	nunggu giliran kerja		
3	12:04	12:11	0.1	berenti	15	24
4			23	nunggu giliran kerja		
5	12:34	12:45	0.46	menyalakan air pada roller alat	19	24
6			10	menunggu giliran kerja		
7	12:55	13:01			18	16
8			9	menunggu giliran kerja		
9	13:10	13:17			20	22
10			6	menunggu giliran kerja		
11	13:23	13:24			25	24
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

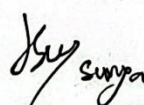
**Lampiran 2 Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic
Roller Hari ke- 2**

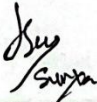
Pengamatan Alat Berat				Asphalt finisher		
Hari				Jumat		
Tanggal				18 Juli 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	11:45		6.00	isi aspal, Supir melakan		
2		11:56	1.08	isi aspal	10	2.8
3			42	Merakit		
4	12:38		0.46	isi aspal		
5			2.10	Ganti truck isi aspal		
6		12:57	1.00	isi aspal	29	2.60
7		13:07	1.10 1.81	1st lama		
8	15:58		1.11	isi aspal		
9			1.05	isi aspal		
10			1.04	Ganti truck isi aspal		
11			1.41	isi aspal		
12			1.55	isi aspal dan penambalan manual		
13			1.09	isi aspal		
14			1.38	isi aspal		
15			0.31	isi aspal		
16			0.52	isi aspal		
17			3.55	isi aspal dan ganti truck		
18			0.47	isi aspal		
19			0.44	isi aspal		
20		16:40	1.18	isi aspal	72	2.60
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

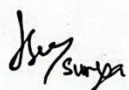
Pengamatan Alat Berat				Tandem roller		
Hari				Jumat		
Tanggal				18 Juli 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	12:04	12:07			10	4
2			42	nunggu giliran kerja		
3	12:49	12:57	0.1	kesulitan memajukan maju mundur	13	8
4			20	nunggu giliran kerja		
5	13:17	13:23		kendala lapangan (aspal basah)	16	8
6		13:44	0.18	memalukan air drum		
7			152	istirahat		
8	16:16	16:24			@ 20	8
9			21	nunggu giliran kerja		
10	16:45	16:53			27	8
11			35	nunggu giliran kerja		
12	17:28	17:40			25	8
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

Pengamatan Alat Berat				Pneumatic roller		
Hari				Jumat		
Tanggal				18 juli 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	13:11	13:20			20	24
2			38	menunggu giliran kerja		
3	13:58		0,53	kendala diban (siram oli)	22	24
4		14:08	0,08	berenti sejenak		
5			172	istirahat, dan tunggu giliran kerja		
6	17:00	17:04			35	24
7			38	menunggu giliran kerja		
8	17:52	18:09	0,3	mengatur dir mesin	34	24
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						


**Lampiran 3 Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic
Roller Hari ke- 3**

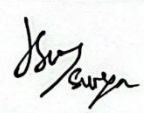
Pengamatan Alat Berat				Asphalt Finisher		
Hari				Sabtu		
Tanggal				19 - Juli 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	13:20		4,54	isi aspal, menunggu pengaliran		
2			2,19	isi aspal		
3			1,34	isi aspal		
4			1,00	isi aspal		
5			0,47	isi aspal		
6			1,42	Ganti truk isi aspal		
7			7,53	Kondisi medan, Penghamparan manual		
8			1,11	isi aspal		
9		14:00	1,46	isi aspal	40	2,6
10			107	istirahat dan menunggu truk dr HRP		
11	15:47		2,43	isi aspal dan penghamparan manual		
12			1,23	isi aspal		
13		16:00	0,37	Ganti truk isi aspal	20	2,6
14			4	Pengaturan mesin		
15	16:04		1,08	isi aspal		
16			1,27	isi aspal		
17		16:13	1,32	isi aspal	18	2,6
18			8	koordinasi		
19	16:21		0,36	Penghampar manual		
20			4,00	Ganti truk dan isi aspal		
21			3,39	hamparan manual		
22		16:44	0,53	isi aspal	24	2,5
23			25	mesin overheat		
24	17:06		1,22	isi aspal		
25			1,00	isi aspal		
26		17:14	1,48	isi aspal	15	2,5
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						


Pengamatan Alat Berat				Tandem roller		
Hari				Sabtu		
Tanggal				19 Juli 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lintasan (m)
1	13:35	13:38			11	8
2			19	nunggu giliran kerja		
3	13:57	14:07	0.41		20	8
4			12	nunggu giliran kerja		
5	14:19	14:23			14	8
6			159	nunggu giliran kerja, istirahat		
7	17:02	17:14	0.41	matikan air drum	25	8
8			17	nunggu giliran kerja		
9	17:31	17:43			27	8
10			5	berenti		
11	17:40	17:56	1.31	nyalakan air drum	20	8
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

Pengamatan Alat Berat				Pneumatic roller		
Hari				Sabtu		
Tanggal				16 Juli 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	13:53	14:02	1:30	memberi oli ke ban	11	16
2			27	menunggu waktu giliran kerja	2	
3	14:24	14:34			20	24
4			15	nunggu giliran kerja		
5	14:49	14:53			14	16
6			149	istirahat		
7	17:22	17:33			25	24
8			37	nunggu giliran kerja		
9	18:10	18:21			27	24
10			11	nunggu giliran kerja		
11	18:32	18:40			20	24
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

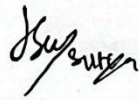
**Lampiran 4 Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic
Roller Hari ke- 4**

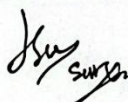
Pengamatan Alat Berat				Asphalt Finisher		
Hari				Sabtu		
Tanggal				16 Agustus 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	12:28		1:11	isi aspal		
2			2:21	ganti truk isi aspal		
3			1:45	isi aspal		
4		12:52	0:55	isi aspal	40	3,8
5			20	Pindah lokasi pengaspalan		
6	13:12		3:00	isi aspal dan perhamparan manual		
7		13:26	2:14	isi aspal	20	3,5
8			100	hujan dan istirahat, satu truk		
9	15:06	15:08			5	3,60
10			12	Pindah lokasi pengaspalan		
11	15:20		0:20	perhamparan manual	20	3,8
12			1:09	isi aspal		
13		15:30	0:30	ganti truk isi aspal		
14			41	Pindah lokasi, tunggu giliran kerja		
15	16:11		0:36	isi aspal		
16			1:02	ganti truk, isi aspal		
17			1:01	hamparan manual		
18		16:31	3:20	isi aspal	36	3,8
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

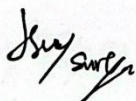
Pengamatan Alat Berat				Tandem roller		
Hari				Sabtu		
Tanggal				16 Agustus 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Jumlah Lintasan (m)
1	12:46	12:55			20	5
2				menunggu aliran kerja		
3	12:55	13:04			20	8
4			134	menunggu aliran kerja, dan hujan		
5	14:18	15:35	12,58	ngisi air drum tandem	11	6
6						
7	15:35	15:43			23	7
8			54	menunggu aliran kerja		
9	16:37	16:42			22	7
10			5	menunggu aliran kerja		
11	16:47	16:51			25	7
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

Pengamatan Alat Berat				Pneumatic roller		
Hari				Sabtu		
Tanggal				16 Agustus 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	XXXX Lintasan (m)
1	12:04		1:17	Cek mesin		
2			0:21	Steam oli ke ban		
3		13:25	1:05	melakukan air ban	40	24
4			1:40	Hujan		
5	15:45	15:55	1:37	berenti cek mesin	35	16
6			56	mungga silitan kerja		
7	16:51	17:11			46	24
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

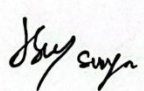
**Lampiran 5 Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic
Roller Hari ke- 5**


Pengamatan Alat Berat				Asphalt finisher		
Hari				Jumat		
Tanggal				22 Agustus 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	13:35		0.40	isi aspal		
2			2.53	isi aspal dan penghampar manual		
3		13:52	3.27	Ganti truk aspal dan isi aspal	22	3.8
4			1.14	menunggu oli tandem, PTR mogok		
5	15:46		1.09	isi aspal		
6			6.28	Ganti truk isi aspal dan penghampar manual		
7		16:03	2.22	Penghampar manual	20	3.8
8			2.4	menunggu oli tandem kerja		
9	16:27		1.09	Ganti truk isi aspal		
10			5.19	isi aspal dan hamparan manual		
11		16:55	0.37	Ganti truk isi aspal	35	3.2
12			3.7	menunggu oli tandem kerja		
13	17:32		1.20	isi aspal		
14			3.43	Ganti truk isi aspal		
15		17:52	6.32	hamparan manual	20	3.2
16			3.5	Pindah lokasi, ke lokasi lain menunggu oli tandem		
17	18:27		1.27	isi aspal		
18			0.34	isi aspal		
19			3.52	Ganti truk isi aspal		
20		18:53	1.20	isi aspal	37	3.4
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

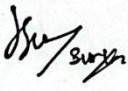
Pengamatan Alat Berat				Tandem roller		
Hari				Jumeda		
Tanggal				22 Agustus 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	15:17	15:22			22	8
2			53	nunggu giliran kerja		
3	16:21	16:25			15	8
4			35	nunggu giliran kerja		
5	17:00	17:10			35	8
6			41	nunggu giliran kerja		
7	17:51	17:53			9	5
8			6	nunggu giliran kerja		
9	17:59	18:07			20	8
10			52	menunggu giliran kerja		
11	18:55	19:03			29	8
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
				Tandem terlambat mulai karena masalah alat (oli tandem)		

Pengamatan Alat Berat				Pneumatic roller		
Hari				Jumat		
Tanggal				22 Agustus 2015		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Jarak Lintasan (m)
1	15:36	15:49	3,12	menyalakan air roda	22	20
2			67	menunggu giliran kerja		
3	16:56	17:06	1,08	menyalakan air roda	20	20
4			6	menunggu giliran kerja		
5	17:12	17:25			35	22
6			38	istirahat		
7	18:03		0,17	nyalakan air roda		
8		18:15	0,15	mengambil pompa di PTR	25	24
9			53	menunggu giliran kerja		
10	18:08	18:23	0,20	meletakkan kembali PTR	32	24
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

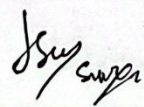
Lampiran 6 Waktu Kerja Alat *Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic Roller* Hari ke- 6

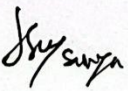
Pengamatan Alat Berat				Asphalt finisher		
Hari				Sabtu		
Tanggal				23 Agustus 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	13:16		1.00	isi aspal		
2			3:30	isi aspal dan hamparan manual		
3			0:20	isi aspal		
4			1:15	isi aspal		
5			0:57	isi aspal		
6		13:32	1:01	isi aspal	20	3:30
7			14	menunggu aliran kerja		
8	13:46		1:46	isi aspal		
9			1:10	isi aspal		
10			2:09	isi aspal		
11			1:51	isi aspal		
12		13:58	1:13	isi aspal	10	2:6
13			59	menunggu aliran kerja		
14	14:57		1:26	isi aspal		
15			1:25	isi aspal		
16			1:04	V belt putus		
17			9:0	test mesin dan ganti truss isi aspal		
18		17:05	2:34	isi aspal	30	2:60
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

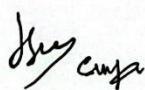
Pengamatan Alat Berat				Tandem roller		
Hari				Sabtu		
Tanggal				23 Agustus 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	13:43	13:52			20	8
2			21	menunggu giliran kerja		
3	14:13	14:18			10	8
4			29	menunggu giliran kerja		
5	15:37	12:22	93	menunggu asphalt finisher diperbaiki	30	8
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

Pengamatan Alat Berat				Pneumatic roller		
Hari				Sabtu		
Tanggal				23 Agustus 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Waktu Lintasan (m)
1	14:21	14:28			20	16
2			74	menunggu giliran kerja		
3	15:42	15:45			10	16
4			100	menunggu giliran kerja		
5	17:25	17:36			30	24
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

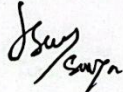
**Lampiran 7 Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic
Roller Hari ke- 7**

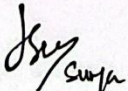
Pengamatan Alat Berat				Asphalt Finisher		
Hari				minggu		
Tanggal				24 Agustus 2021		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	13:46		1.59	isi aspal		
2			1.48	isi aspal		
3			6.38	isi aspal		
4		14:06	1.07	isi aspal	12	3,30
5			37	mengecil aliran kerja		
6	14:43		2.24	isi aspal		
7			2.44	ganti truk, isi aspal		
8		14:53	1.31	isi aspal	10	3,40
9			7	mengecil aliran kerja		
10	15:00		1.29	isi aspal		
11			1.00	isi aspal		
12			2.40	ganti truk, isi aspal		
13		15:09	0.57	hamparan manual	11	3,40
14			29	mengecil aliran kerja		
15	15:38		1.44	isi aspal		
16			0.54	isi aspal		
17			0.44	isi aspal		
18			1.35	isi aspal		
19			1.19	mengecil truk dar AMP		
20			1.14	ganti truk isi aspal		
21		17:48	1.16	isi aspal	11	3,60
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

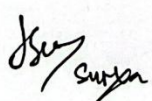
Pengamatan Alat Berat				Tandem roller		
Hari				minggu		
Tanggal				24 Agustus 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	14:10	14:18			18	8
2			53	nunggu giliran kerja		
3	15:11	15:14			8	8
4			20	nunggu giliran kerja		
5	15:34	15:38	0:30		10	8
6			16	nunggu giliran kerja		
7	15:56	16:00	0:42		11	8
8			123	nunggu giliran kerja		
9	18:03	18:09			17	8
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

Pengamatan Alat Berat				Pneumatic roller		
Hari				minggu		
Tanggal				24 Agustus 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	14:00	14:27			18	24
2			47	menunggu giliran kerja		
3	15:14	15:17			8	24
4			23	menunggu giliran kerja		
5	15:40	15:45			11	24
6			43	menunggu giliran kerja		
7	16:20	16:31	0.42		10	16
8			98	menunggu giliran kerja		
9	18:03	18:15			17	16
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

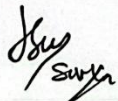
**Lampiran 8 Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic
Roller Hari ke- 8**

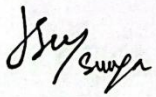
Pengamatan Alat Berat				Asphalt finisher		
Hari				29 Agustus		
Tanggal				29 Agustus 2015		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	14:16		2:36	isi aspal		
2			1:15	isi aspal		
3			1:29	isi aspal		
4			5:30	Banti truk, isi aspal		
5		14:43	1:14	isi aspal	39	3,60
6			45	munggu giliran, istirahat		
7	15:28		5:12	Banti truk, isi aspal		
8			3:23	hamparan mencekal		
9			1:36	isi aspal		
10			3:24	Banti truk, isi aspal		
11			1:35	isi aspal		
12		16:00	0:49	isi aspal	40	3,40
13			32	Pindah lokasi, munggu giliran kerja		
14	16:32		1:29	Banti truk, isi aspal		
15		16:41	1:16	isi aspal	11	3,60
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

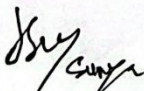
Pengamatan Alat Berat				Tandem roller		
Hari				Jumat		
Tanggal				29 Agustus		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	14:59	15:13			39	8
2			62	nunggu giliran kerja		
3	16:15	16:20			10	8
4			12	nunggu giliran kerja		
5	16:32	16:42			30	8
6			35	nunggu giliran kerja		
7	17:17	17:23			11	8
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

Pengamatan Alat Berat				Pneumatic roller		
Hari				Jumat		
Tanggal				23 Agustus 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	15:26	15:37			39	18
2			45	menunggu giliran kerja		
3	16:22	16:27			11	24
4			18	menunggu giliran kerja		
5	16:45	16:56			29	18
6			27	menunggu giliran kerja		
7	17:27	17:28			11	24
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

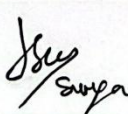
**Lampiran 9 Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic
Roller Hari ke- 9**


Pengamatan Alat Berat				Asphalt finisher		
Hari				Sabtu		
Tanggal				30 Agustus 2018		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	11:15		1,09	isi' aspal		
2			2,16	isi' aspal		
3			5,00	Banti truk, isi' aspal		
4			0,44	isi' aspal		
5		11:38	2,08	isi' aspal	34	3,00
6			87	Pindah lokasi, istirahat		
7	13:06		1,06	isi' aspal		
8			1,76	isi' aspal		
9		11:39	2,43	Banti truk, isi' aspal	25	3,10
10			22	Pindah lokasi		
11	13:44		1,46	isi' aspal		
12			0,56	isi' aspal		
13			1,30	Banti truk, isi' aspal		
14			13,14	istirahat		
15			2,48	Banti truk, isi' aspal		
16		14:29	1,21	isi' aspal	50	3,60
17			77	menunggu truk dari HMP		
18	15:46		0,49	isi' aspal		
19		15:52	2,07	isi' aspal		
20			10	nunggu billoran kerja		
21	16:02		0,55	isi' aspal		
22			1,25	Banti truk dan isi' aspal		
23		16:14	1,01	isi' aspal	24	3,80
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

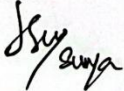
Pengamatan Alat Berat				Tandem roller		
Hari				Sabtu		
Tanggal				30 Agustus 2015		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	11:39	11:45	0.40	matikan air drum	20	5
2			3	berhenti menunggu giliran		
3	11:48	11:54			15	8
4			05	ishoma		
5	13:29	13:36			25	8
6			45	nunggu giliran kerja		
7	14:19	14:25			15	8
8			12	nunggu giliran kerja		
9	14:37	14:42			15	8
10			11	nunggu giliran kerja		
11	14:53	15:02			19	8
12			57	nunggu giliran kerja		
13	15:59	16:03			8	8
14			16	nunggu giliran kerja		
15	16:19	16:27			24	8
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

Pengamatan Alat Berat				Pneumatic roller		
Hari				Sabtu		
Tanggal				30 Agustus 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	12:01	12:08			35	10
2			04	menunggu giliran kerja		
3	13:42	13:54	1.09	isi oli mesin / cek kondisi mesin	25	18
4			71	menunggu giliran kerja		
5	15:05	15:14			50	12
6			74	menunggu giliran kerja		
7	16:28	16:36			37	12
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

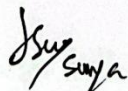
**Lampiran 10 Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic
Roller Hari ke- 10**

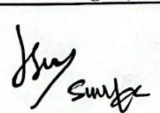
Pengamatan Alat Berat				Asphalt finisher		
Hari				minggu		
Tanggal				31 Agustus 2021		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	12:18	12:25	1,12	isi aspal	12	3,00
2			64	ishome		
3	13:24		1,00	isi aspal		
4			1,07	isi aspal		
5			10,43	ganti truck, isi aspal		
6			2,06	isi aspal		
7			1,24	isi aspal		
8			5,03	ganti truck, isi aspal		
9			2,25	isi aspal		
10			1,21	isi aspal		
11		14:24	4,48	ganti truck, isi aspal	65	3,00
12			58	nunggu gilirannya		
13	15:22		0,51	isi aspal		
14			1,16	ganti truck, isi aspal		
15			1,36	isi aspal		
16			3,00	isi aspal		
17			3,22	isi aspal, hamparan manual		
18			4,00	ganti truck, hamparan manual		
19			1,20	isi aspal		
20			0,45	isi aspal		
21			106,00	nunggu truck dr AMPP		
22			1,43	isi aspal		
23			1,24	isi aspal		
24			2,51	isi aspal		
25			2,44	isi aspal		
26		18:05	1,44	isi aspal	72	3,00
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

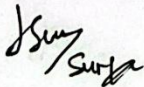
Pengamatan Alat Berat				Tandem roller		
Hari				minggu		
Tanggal				31 Agustus 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	12:40	12:44			12	8
2			68	nunggu giliran kerja		
3	13:52	14:02			23	8
4			17	nunggu giliran kerja		
5	14:19	14:26			20	8
6			25	menunggu giliran kerja		
7	14:51	15:00			22	8
8			49	nunggu giliran kerja		
9	15:49	16:01			30	8
10			47	menunggu giliran kerja		
11	16:48	16:54			20	8
12			99	nunggu giliran kerja		
13	18:13	18:22			22	8
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

Pengamatan Alat Berat				Pneumatic roller		
Hari				minggu		
Tanggal				31 Agustus 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	2000 Lintasan (m)
1	14:15	14:21			22	16
2			30	menunggu giliran kerja		
3	14:51	14:59			28	16
4			9	menunggu giliran kerja		
5	15:02	15:12			27	16
6			55	menunggu giliran kerja		
7	16:05	16:13			24	20
8			37	menunggu giliran kerja		
9	16:50	16:55			10	20
10			87	menunggu giliran kerja		
11	18:22	18:32			38	12
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

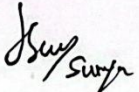
**Lampiran 11 Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic
Roller Hari ke- 11**

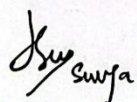
Pengamatan Alat Berat				Asphalt finisher		
Hari				Rabu		
Tanggal				3 September 2015		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	11:26		1.04	hamparan manual		
2			0.43	isi aspal		
3			6.29	ganti truk, isi aspal		
4			0.50	isi aspal		
5		11:56	3.40	ganti truk, isi aspal	40	3.70
6			1.10	khoma		
7	13:46		3.14	hamparan manual		
8			3.13	ganti truk, isi aspal		
9			2.24	isi aspal		
10			0.46	ganti truk, isi aspal		
11			2.02	ganti truk, isi aspal		
12			1.25	isi aspal		
13			10.32	ganti truk, isi aspal		
14			1.47	isi aspal		
15			2.02	isi aspal		
16			4.56	ganti truk, isi aspal		
17			0.30	hamparan manual		
18		15:07	1.46	isi aspal	110	4.00
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

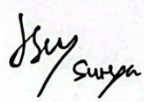
Pengamatan Alat Berat				Tandan roller		
Hari				Rabu		
Tanggal				3 September 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	12:10	12:26	0:26	menyalakan air drum	40	10
2			0:37	menunggu giliran kerja, ishome		
3	13:48	13:58			20	12
4			7	menunggu giliran kerja		
5	14:05	14:18			30	8
6			21	menunggu giliran kerja		
7	14:38	14:51			25	10
8			14	menunggu giliran kerja dan isi air drum		
9	15:05	15:20			35	10
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

Pengamatan Alat Berat				Pneumatic roller		
Hari				Rabu		
Tanggal				3 September 2021		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	12:35	12:56	1.02	Siram oli ke roda	52	20
2			94	ishome		
3	14:30	14:47			46	18
4			29	menunggu giliran kerja		
5	15:16		3.04	Siram oli ke roda		
6			0.50	Siram oli ke roda		
7		15:42	1.54	menunggu tambakan	58	24
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

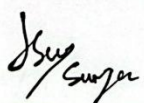
**Lampiran 12 Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic
Roller Hari ke- 12**

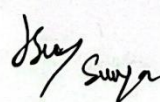
Pengamatan Alat Berat				Asphalt finisher		
Hari				Kamis		
Tanggal				4 september		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	13:04		6.42	hamparan manual dan isi aspal		
2			2.50	Banti truk, isi aspal		
3			1.00	koordinasi		
4			1.56	Banti truk, isi aspal		
5			1.58	Banti truk, isi aspal		
6			1.17	isi aspal		
7			0.44	isi aspal		
8			1.18	Banti truk, isi aspal		
9			1.22	Banti truk, isi aspal		
10			3.23	Banti truk, isi aspal		
11			2.16	Banti truk, isi aspal		
12			0.30	hamparan manual		
13			0.26	isi aspal		
14			6.50	Banti truk, isi aspal, dan hamparan manual		
15			2.30	Banti truk, isi aspal		
16			1.34	Banti truk, isi aspal		
17			0.34	hamparan manual		
18			15.37	berhenti, hamparan manual		
19		15:34	3.47	isi aspal	201	4.00
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

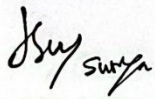
Pengamatan Alat Berat				Tandem roller		
Hari				Kamis		
Tanggal				4 September 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	2000 Lintasan (m)
1	13:48	14:11	0:26	nyedek air drum	53	10
2			33	menunggu giliran kerja		
3	14:44	15:02			56	10
4			13	menunggu giliran kerja		
5	15:15	15:25			37	8
6			30	menunggu giliran kerja		
7	15:55	16:00			25	8
8			16	menunggu giliran kerja		
9	16:16	16:21			24	10
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

Pengamatan Alat Berat				Pneumatic roller		
Hari				Kamis		
Tanggal				4 September 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Jarak Lintasan (m)
1	14:49	15:01			59	16
2						
3	15:01	15:26			56	20
4			4	menunggu aliran kerja		
5	15:30	15:37			37	16
6			32	menunggu aliran kerja		
7	16:09	16:20			35	20
8			1	menunggu aliran kerja		
9	16:21	16:31			24	20
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

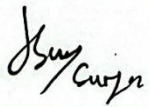
**Lampiran 13 Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic
Roller Hari ke- 13**

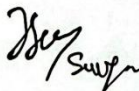
Pengamatan Alat Berat				Asphalt finisher		
Hari				Jumat		
Tanggal				5 September 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	13:58		0,40	hamparan manual		
2			1,06	Santi truk, isi aspal		
3			1,15	isi aspal		
4			1,14	isi aspal		
5			1,07	Santi truk, isi aspal		
6			1,36	Santi truk, isi aspal		
7			1,20	isi aspal		
8			109,	menunggu truk dr AMP, santi truk		
9			33,14	menunggu truk dr AMP		
10			0,30	hamparan manual		
11		13:11	2,45	Santi truk, isi aspal	92	3,6
12			22	Pindah posisi dan malcam		
13	13:33		0,40	isi aspal		
14			3,42	hamparan manual		
15			3,33	Santi truk, isi aspal		
16			1,53	isi aspal		
17			1,50	isi aspal		
18			1,14	Santi truk, isi aspal		
19			1,05	isi aspal		
20			1,00	isi aspal	60	3,5
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

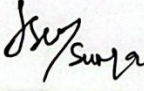
Pengamatan Alat Berat				Tandem roller		
Hari				Jumat		
Tanggal				4 September 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	14:18	14:37	1.43	mengisi air drum	35	8
2						
3	14:33	14:43			25	8
4			100	menunggu giliran kerja		
5	16:23	16:29			15	8
6			46	menunggu giliran kerja		
7	17:15	17:22			18	7
8			40	menunggu giliran kerja		
9	18:02	18:24	6.41	mengisi air drum	40	7
10						
11	18:24	18:32			20	10
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

Pengamatan Alat Berat				Pneumatic roller		
Hari				Jumat		
Tanggal				5 September 2021		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	14:32	14:46	1,23	Siran oli ke roda	35	24
2			19	menunggu giliran kerja		
3	15:05	15:10			25	14
4			126	menunggu truck dari AMP, giliran kerja		
5	17:16	17:26			33	22
6			55	menunggu giliran kerja		
7	18:21	18:33			39	24
8			2			
9	18:35	18:58	0,42	letakkan pompa ke mesin	20	20
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

**Lampiran 14 Waktu Kerja Alat Asphalt Finisher, Tandem Roller, Pneumatic
Roller Hari ke- 14**

Pengamatan Alat Berat				Asphalt finisher		
Hari				Selasa		
Tanggal				9 September 2024		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	11:17		1.06	hamparan manual		
2			1.04	isi aspal		
3			0.44	isi aspal		
4			1.06	isi aspal		
5		11:36	3.42	ganti truk, isi aspal	29	3.7
6			1.46	khoma, nunggu tandem rusak		
7	14:02		10.38	hamparan manual dan menambal		
8			0.21	isi aspal		
9			1.03	ganti truk, isi aspal		
10			1.24	hamparan manual		
11			4.23	ganti truk, isi aspal		
12			1.07	ganti truk, isi aspal		
13			37.23	ganti truk, isi aspal, serta istirahat		
14			1.02	ganti truk, isi aspal		
15			2.49	ganti truk, isi aspal		
16		15:55	1.23	hamparan manual agar alat bisa keluar	112	3.9
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
				Tandem rusak bagian transmisi		

Pengamatan Alat Berat				Tandem roller		
Hari				Selasa		
Tanggal				9 September 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Jarak Lintasan (m)
1	11:40	11:41			29	1
2			154	Iskora serta kerusakan bagian transmisi		
3	14:16	14:24			25	8
4			14	menunggu giliran kerja		
5	14:38	14:50			30	10
6			25	menunggu giliran kerja		
7	15:15	15:33			35	10
8			22	menunggu giliran kerja		
9	15:55	16:03			22	8
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
				Tandem mengalami kerusakan bagian transmisi, sehingga pekerjaan ditunda selama perbaikan		

Pengamatan Alat Berat				Pneumatic roller		
Hari				Selasa		
Tanggal				8 September 2025		
No	Jam Mulai	Jam Selesai	Delay (Menit)	Penyebab Delay	Jarak Tempuh (m)	Lebar Lintasan (m)
1	14:21	14:34			29	24
2			21	menunggu giliran kerja		
3	14:55	15:15			55	20
4			22	menunggu giliran kerja		
5	15:37	15:51			35	24
6			17	menunggu giliran kerja		
7	16:08	16:17			22	20
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
Mengetahui Staff Lapangan				Catatan		
						

Lampiran 15 Data Nilai Koefisien Rencana Proyek

FORMULIR STANDAR UNTUK PEREKAMAN ANALISA MASING-MASING HARGA SATUAN

ITEM PEMBAYARAN NO. : 6.3(5a)
 JENIS PEKERJAAN : Laston Lapis Aus (AC-WC)
 SATUAN PEMBAYARAN : Ton

NO.	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A. TENAGA					
1.	Pekerja (L01)	Jam	0,2008	22.265,87	4.471,06
2.	Mandor (L03)	Jam	0,0201	26.599,21	534,12
JUMLAH HARGA TENAGA					5.005,18
B. BAHAN					
1.	Agr Pch Mesin 5-10 & 1 (M92)	M3	0,3315	570.000,00	188.975,20
2.	Agr Pch Mesin 0 - 5 (M91)	M3	0,4128	570.000,00	235.288,17
3.	Semen (M12)	Kg	9,5880	1.400,00	13.423,20
4.	Aspal (M10)	Kg	61,2000	13.305,00	814.266,00
JUMLAH HARGA BAHAN					1.251.952,56
C. PERALATAN					
1.	Wheel Loader E15	Jam	0,0128	645.000,00	8.252,44
2.	AMP E01	Jam	0,0201	14.950.000,00	300.200,80
3.	Genset E12	Jam	0,0201	575.000,00	11.546,18
4.	Dump Truck 10 Ton E35	Jam	0,0492	645.000,00	31.748,12
5.	Asp. Finisher E02	Jam	0,0125	345.000,00	4.296,39
6.	Tandem Roller E17a	Jam	0,0127	626.335,90	7.942,83
7.	P. Tyre Roller E18	Jam	0,0139	710.932,68	9.904,55
8.	Alat Bantu	Ls	1,0000	10.000,00	10.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN					383.891,32
D. JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)					1.640.849,07
E. OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D					164.084,91
F. HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					1.804.933,98
G. HARGA SATUAN PEKERJAAN (Termasuk PPN 11%)					2.003.476,71

- Note: 1 Satuan dapat berdasarkan atas jam operasi untuk Tenaga Kerja dan Peralatan, volume dan/atau ukuran berat untuk bahan-bahan.
- 2 Kuantitas satuan adalah kuantitas perkiraan setiap komponen untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan dari nomor mata pembayaran. Harga Satuan yang disampaikan Penyedia Jasa tidak dapat diubah kecuali terdapat Penyesuaian Harga (Eskalasi/Deskalisasi) sesuai ketentuan dalam Instruksi Kepada Peserta (IKP)
- 3 Biaya satuan untuk peralatan sudah termasuk bahan bakar, bahan habis dipakai dan operator.
- 4 Biaya satuan sudah termasuk pengeluaran untuk seluruh pajak yang berkaitan (tetapi tidak termasuk PPN yang dibayar dari kontrak) dan biaya-biaya lainnya.

Lampiran 16 Data Berat Jenis Aspal AC-WC

MIX DESIGN HOT ROLLED SHEET WEARING COURSE (AC - WC)

I. COMPOSITION OF MIX

NO	HOT BIN	
1	Hot Bin I	54%
2	Hot Bin II	28%
3	Hot Bin III	17%
4	Filler (Semen)	1%
5	Asphalt	5.90 %
6	Aditif	0.30 %

II. GRADATION OF MIX

NO	SIEVE SIZE	3/4 "	1/2 "	3/8 "	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200
7	Combined Hot Bin	100.00	90.40	76.80	60.30	42.80	32.14	25.47	16.76	9.74	4.00
8	Spesification	100	90 - 100	77 - 90	53 - 69	33.0 - 53	21.0 - 40	14.0 - 30	9 - 22	6 - 15	4 - 9

III. MARSHALL PROPERTIES

NO	MIX PROPERTIES	UNIT	TEST RESULT	SPEKIFICATION
9	Density	gr / cm ³	2.225	-
10	Stability	kg	900	Min. 800
11	VMA	%	15.70	Min. 15
12	VIM		4.6	Min.3 - Max.5
13	VFB	%	70.0	Min. 65
14	Kelelahan	mm	3.35	Min.2 - Max.4
15	Marshall Quotient	kn / mm	267	Min. 250
16	Penyerapan Aspal	%	0.179	Max 1.7

IV. SIFAT - SIFAT AGREGAT HASIL TES LABORATORIUM

NO	MACAM TES	BIN I	BIN II	BIN III
17	Abrasi	-	-	-
18	Gradasi	Terlampir	Terlampir	Terlampir
19	Berat Jenis	2.657	2.698	2.758
20	Berat Jenis Semu	2.575	2.628	2.609
21	Penyerapan (%)	1.142	1.134	1.021

- Catatan :
1. Kadar aspal yang disarankan untuk campuran AC - WC ini adalah 5,90 % terhadap total campuran
 2. Dalam pelaksanaan perlu adanya kontrol pada AMP dan Stone Crusher secara berkala serta kontrol lapangan pada suhu / temperatur disamping diadakannya pelaksanaan " core drill "
 3. Apabila kontraktor mengadakan pengadaan bahan / material dari sumber / tempat lain maka harus diajukan terlebih dahulu secara tertulis kepada Direksi Proyek
 4. Pemakaian aditif 0,3 % dari berat aspal.
 5. Pengujian berdasarkan Spesifikasi teknis Bina Marga Tahun 2018 (Revisi 3)

Dibuat Oleh :
Kontraktor


Budi Kurniawan
Quality Control

Diperiksa Oleh :
Konsultan


TRI SUSANTI
Quality Engineer

Disetujui Oleh :
Proyek


Pengawas Lapangan