

ANALISIS PRODUKTIVITAS DAN KEBUTUHAN ALAT BERAT
(Studi Kasus: Proyek Preservasi dan Pelebaran Jalan Palur-Sragen-Mantingan
STA 0+325 – STA 2+325)

Wilhelmus William Dedimus Jehedo

Program Studi Teknik Sipil Universitas Tunas Pembangunan
dedyjehedo41732@Gmail.com

Herman Susila

Program Studi Teknik Sipil Universitas Tunas Pembangunan
herman.susila@lecture.utp.ac.id

Erni Mulyandari

Program Studi Teknik Sipil Universitas Tunas Pembangunan
erni.mulyandari@lecture.utp.ac.id

Abstrak

Proyek infrastruktur jalan sebagian besar menggunakan alat berat. Alat berat harus digunakan secara efisien sehingga perlu mengetahui kemampuan alat, jenis-jenis alat, keterbatasan alat, serta biaya operasional alat. Produktivitas alat berat bergantung pada jenis atau tipe alat, metode kerja, kondisi medan kerja, serta waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui produktivitas serta jumlah alat berat yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek jalan Palur-Sragen-Mantingan. Metode penelitian dilakukan dengan menghitung volume pekerjaan, menghitung produktivitas, durasi pekerjaan, dan menghitung kebutuhan alat. Hasil analisis didapat bahwa produktivitas alat berat pada pekerjaan galian : Excavator = 859 m³/hari, Dumptruck = 888,14 m³/hari. Pada pekerjaan LPA : vibrator roller = 2.990 m³/hari, Bulldozer = 2.452 m³/hari. Pada pekerjaan AC-Base : Asphalt Finisher = 2.416,55 Ton/hari, Tandem Roller = 1.567 Ton/hari, Pneumatic tire roller = 1.567 Ton/hari. Pada pekerjaan AC-BC : Asphalt Finisher = 974,95 Ton/hari, Tandem Roller = 632,19 Ton/hari, Pneumatic tire roller = 1.039,48 Ton/hari. Pada pekerjaan AC-WC : Asphalt Finisher = 652,75 Ton/hari, Tandem Roller = 423,26 Ton/hari, Pneumatic tire roller = 713,319 Ton/hari. Pada pekerjaan lapis resap aspal : Asphalt sprayer = 16.494,5 m²/hari. Pada pekerjaan pembersihan : Air Compressor = 2.721,6 m²/hari. Waktu yang dibutuhkan alat berat dalam pelaksanaan pekerjaan galian = 8 hari , pekerjaan Lapis pondasi Atas = 3 hari, pada pekerjaan AC-Base = 3 hari, pekerjaan AC-BC = 3 hari, pekerjaan AC-WC = 3 hari, pekerjaan lapis resap aspal = 4 hari, pekerjaan pembersihan = 4 hari. Alat berat yang dibutuhkan selama pekerjaan pada masing-masing pekerjaan yaitu : Excavator = 2 unit, Dumptruck = 8 unit, Vibrator roller = 1 unit, Bulldozer = 2 unit, Asphalt Finisher = 2 unit, Tandem Roller = 2 unit, Tire Roller = 1 unit, asphalt sprayer = 1 unit, Air compressor = 2 unit.

Kata kunci: infrastruktur jalan, alat berat, produktivitas.

Abstract

Road infrastructure projects mostly use heavy equipment. Heavy equipment must be used efficiently so it is necessary to know the capabilities of the tool, the types of tools, the limitations of the tools, and the operational costs of the equipment. Productivity of heavy equipment depends on the type or type of equipment, work methods, working conditions, and the time it takes to complete a job. This study aims to determine the productivity and the number of heavy equipment needed to complete the Palur-Sragen-Mantingan road project. The research method is carried out by calculating the volume of work, calculating productivity, duration of work, and calculating the need for tools. The results of the analysis showed that the productivity of heavy equipment in

excavation work: Excavator = 859 m/day, Dumptruck = 888.14 m³/day. In LPA work: vibrator roller = 2.990 m/day, Bulldozer = 2.452 m³/day. On AC-Base work: Asphalt Finisher = 2,416.55 Tons/day, Tandem Roller = 1,567 Tons/day, Pneumatic tire roller = 1,567 Tons/day. On AC-BC work: Asphalt Finisher = 974.95 Tons/day, Tandem Roller = 632.19 Tons/day, Pneumatic tire roller = 1,039.48 Tons/day. On AC-WC work: Asphalt Finisher = 652.75 Tons/day, Tandem Roller = 423.26 Tons/day, Pneumatic tire roller = 713,319 Tons/day. For asphalt infiltration work: Asphalt sprayer = 16,494.5 m²/day. On cleaning work : Air Compressor = 2,721.6 m²/day. The time required for heavy equipment to carry out excavation work = 8 days, Top foundation layer work = 3 days, AC-Base work = 3 days, AC-BC work = 3 days, AC-WC work = 3 days, asphalt infiltration work = 4 days, cleaning work = 4 days. Heavy equipment needed for each job, namely: Excavator = 2 units, Dumptruck = 8 units, Vibrator roller = 1 unit, Bulldozer = 2 units, Asphalt Finisher = 2 units, Tandem Roller = 2 units, Tire Roller = 1 units, asphalt sprayer = 1 unit, Air compressor = 2 units.

Keywords: *road infrastructure, heavy equipment, productivity.*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Proyek preservasi dan pelebaran jalan Pada dunia proyek saat ini, telah banyak mengalami perkembangan dari segi peralatan dan material. Tentunya hal ini terjadi karena pekerjaan yang dilakukan manusia dengan alat konvensional sudah tidak efisien, sehingga penggunaan alat berat menjadi pilihan terbaik untuk menyelesaikan proyek dengan skala besar.

Ada banyak kelebihan dengan metode ini, diantaranya progres pekerjaan lebih cepat, manajemen pekerjaan jadi lebih terukur, dapat memangkas jumlah pekerja, di lain sisi alat berat juga memiliki kekurangan dari segi estimasi biaya yang cukup tinggi untuk biaya penggunaan dan pemeliharaan alat, serta mobilisasi yang rumit pada saat alat bekerja. Menyusun manajemen alat berat sebaiknya lebih memperhatikan dari segi volume pekerjaan dan jenis pekerjaan yang akan dilaksanakan, kemudian kemampuan produktivitas alat berat

yang dipakai, agar estimasi biaya dan jumlah alat, sesuai dengan yang dibutuhkan.

B. Pengembangan Dan Penyusutan Material

Pengembangan dan penyusutan material adalah perubahan berupa penambahan atau pengurangan volume material/tanah. Dimana material berubah dari bentuk aslinya (digali, dipindahkan, diangkut atau dipadatkan). Perubahan volume tersebut akan diikuti pula dengan perubahan dari kepadatan (*densiti*) material, atau dengan kata lain, faktor pengembangan dan penyusutan volume sama dengan faktor perubahan *densiti* material dalam kondisi yang sama. (*sumber : PT United Tractors Tbk.2019. manajemen alat-alat berat*)

Tabel 1. Faktor Kembang Susut Material

Jenis Tanah	Kondisi Tanah Semula	Kondisi Tanah Yang Akan Dikerjakan		
		Asli	Lepas	Padat
Pasir	A	1,00	1,11	0,95
	B	0,90	1,00	0,86
	C	1,05	1,17	1,00
tanah liat	A	1,00	1,25	0,90
	B	0,70	1,00	0,63
	C	1,11	1,59	1,00
	A	1,00	1,18	1,08
	B	0,85	1,00	0,91

Tanah	C	0,93	1,09	1,00
Kerikil	A	1,00	1,13	1,03
	B	0,88	1,00	0,91
	C	0,97	1,10	1,00
Kerikil kasar	A	1,00	1,42	1,29
	B	0,70	1,00	0,91
	C	0,77	1,10	1,00
Pecahan cadas atau batuan lunak	A	1,00	1,65	1,22
	B	0,61	1,00	0,74
	C	0,82	1,35	1,00
Pecahan granit atau batuan keras	A	1,00	1,70	1,31
	B	0,59	1,00	0,77
	C	0,76	1,30	1,00
Pecahan batu	A	1,00	1,75	1,40
	B	0,57	1,00	0,80
	C	0,71	1,24	1,00
Bahan hasil peledakan	A	1,00	1,80	1,30
	B	0,56	1,00	0,72
	C	0,77	1,38	1,00
A adalah tanah asli				
B adalah tanah lepas				
C adalah tanah padat				

Sumber : M. Sajhrudin dkk. 1998

C. Faktor Efisiensi Kerja

Menurut Rochmadi (1983) Dalam melaksanakan suatu proyek, produktivitas per jam dari suatu alat yang diperlukan adalah produktivitas standar dari alat tersebut dalam kondisi ideal dikalikan dengan suatu faktor. Faktor tersebut dinamakan efisiensi kerja. Efisiensi kerja tergantung pada banyak faktor seperti : topografi, keahlian operator, pemilihan standar pemeliharaan, dan sebagainya yang menyangkut operasi alat.

Tabel 2. Faktor Efisiensi Kerja

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

Sumber : Rochmanhadi, 1985 alat-alat berat dan pengembangan

D. Waktu Siklus

Siklus kerja dalam pekerjaan pemindahan material merupakan suatu kegiatan yang dilakukan berulang menggunakan alat,bahan, tenaga dengan kuantitas yang selama proses

pekerjaan berlangsung. Pekerjaan utama di dalam kegiatan tersebut adalah menggali, memuat, memindahkan, membongkar muatan dan kembali ke kagiatan awal. Semua kegiatan tersebut dapat dilakukan oleh satu alat atau oleh beberapa alat sekaligus.

$$Cycle\ time = LT + DT + HT + RT + ST$$

Keterangan :

LT = waktu muat (menit)

DT = waktu bongkar (menit)

HT = waktu angkut (menit)

RT = waktu kembali (menit)

WT = waktu tunggu (menit)

E. Durasi Pekerjaan Durasi Pekerjaan

Dalam menentukan durasi suatu pekerjaan maka hal-hal yang perlu diketahui adalah volume pekerjaan dan produktivitas alat tersebut. Produktivitas adalah perbandingan antara hasil yang dicapai (*output*) dengan seluruh sumber data yang digunakan (*input*). Produktivitas alat tergantung dari kapasitas dan waktu siklus alat. Rumus dasar untuk mencari produktivitas alat (Rostiyanti, 2002).

$$Durasi = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas terkecil}}$$

Untuk menghitung jumlah alat-alat lainnya di gunakan rumus sebagai berikut :

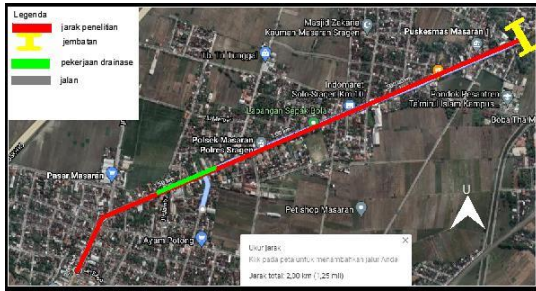
$$\text{Jumlah alat} = \frac{\text{Produktivitas terbesar}}{\text{Produktivitas alat}}$$

(sumber: Rostiyanti,2002)

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi proyek preservasi dan pelebaran menambah lajur jalan Palur-Sragen Mantingan terletak di Jl. Raya Solo-Sragen, kebyan 1, Krikilan, kec.Masaran, Kabupaten Sragen, provinsi Jawa Tengah.



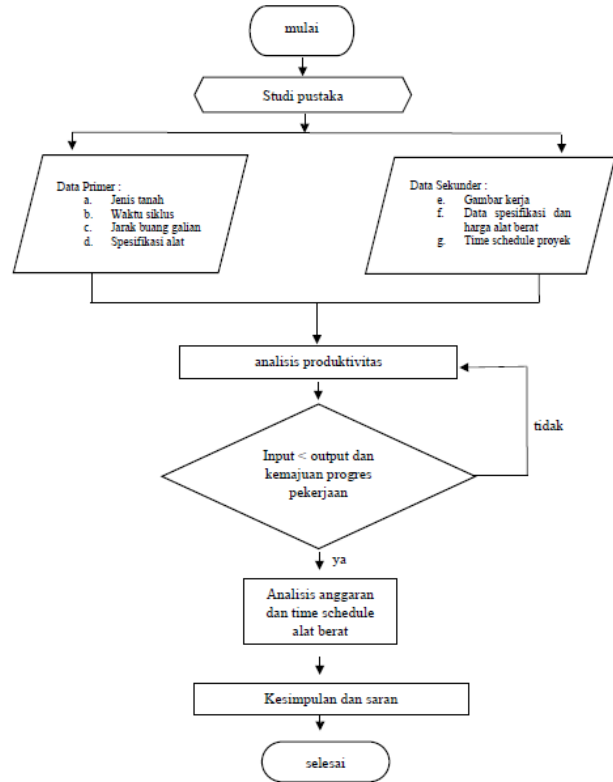
Gambar 1. Gambaran Lokasi Penelitian Dengan Google Maps

(Sumber : <https://www.google.com/maps>)

B. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi dan metode literatur. Format dan simpan citra grafis Anda menggunakan program pemrosesan grafis yang sesuai dan legal. Sesuaikan ukuran dan resolusi dari citra tersebut agar setiap tulisan maupun bentuk obyek yang terkandung di dalamnya tetap dapat dibaca atau dibedakan.

C. Alur Penelitian



Gambar 2. Alur Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Volume Pekerjaan

Dari analisis perhitungan volume pekerjaan berdasar data gambar, maka diperoleh volume pekerjaan seperti pada tabel 4.1

Tabel 3. Rekapitulasi volume pekerjaan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
1	Pekerjaan galian tanah	12.980	m ³
2	Pekerjaan LPA	10.500	m ³
3	Pekerjaan AC-Base	6.960	Ton/m ³
4	Pekerjaan AC-BC	2.808	Ton/m ³
5	Pekerjaan AC-WC	1.880	Ton/m ³

B. Produktivitas Alat

1. Produktivitas Excavator

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Cms}$$

$$Q = \frac{1,52 \times 3600 \times 0,83}{37}$$

$$Q = 122,75 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\begin{aligned} Q/\text{hari} &= \text{produktivitas per jam} \times \text{jam kerja/hari} \\ &= 122,75 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam/hari} \\ &= 859 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

2. Produktivitas *Dump Truck*

$$\frac{Q}{\text{jam}} = \frac{q \times 60 \times E \times M}{Cm}$$

$$\begin{aligned} \frac{Q}{\text{jam}} &= \frac{4,7059 \times 60 \times 0,83 \times 4}{7,39} \\ &= 126,88 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q/\text{hari} &= \text{produktivitas per jam} \times \text{jam kerja/hari} \\ &= 126,88 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam/hari} \\ &= 888,14 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

3. Produktivitas Bulldozer

$$\frac{Q}{\text{jam}} = \frac{q \times 60 \times E}{Cm}$$

$$\begin{aligned} \frac{Q}{\text{jam}} &= \frac{2,919 \times 60 \times 0,83}{0,42} \\ &= 350,22 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q/\text{hari} &= \text{produktivitas per jam} \times \text{jam kerja/hari} \\ &= 350,22 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam/hari} \\ &= 2.452 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

4. Produktivitas Tandem Roller

$$\frac{Q}{\text{jam}} = \frac{(v \times 1000) \times (N(b - b_0) + b_0) \times t \times F \times D1}{n}$$

$$= \frac{(1,5 \times 1000) \times (2(1,7 - 0,30) + 0,30) \times 0,15 \times 0,83 \times 2,32}{6}$$

$$= 223,851 \text{ Ton/jam}$$

Produksi per hari

$$\begin{aligned} Q/\text{hari} &= \text{produktivitas perjam} \times \text{jam kerja/hari} \\ &= 223,851 \text{ Ton/jam} \times 7 \text{ jam/hari} \\ &= 1.567 \text{ Ton/hari} \end{aligned}$$

5. Produktivitas *Asphalt Finisher*

$$\begin{aligned} Q/\text{jam} &= V \times b \times 60 \times F_a \times t \times D1 \\ &= 8 \times 2,49 \times 60 \times 0,83 \times 0,15 \times 2,32 \\ &= 345,22 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

Produksi Per Hari

$$\begin{aligned} Q/\text{hari} &= \text{produktivitas perjam} \times \text{jam kerja/hari} \\ &= 345,22 \text{ ton/jam} \times 7 \text{ jam/hari} \\ &= 2.416,55 \text{ Ton/hari} \end{aligned}$$

6. Produktivitas *vibrator roller*

$$Q/\text{jam} = \frac{be \times v \times 1000 \times t \times F_a}{n}$$

$$\begin{aligned} N &= \frac{\text{lebar jalan rencana}}{\text{lebar pemadatan}} = \frac{10 \text{ m}}{1,93} = 5,19 \sim 6 \\ &= \frac{1,93 \times 4 \times 1000 \times 0,40 \times 0,83}{6} \\ &= 427,18 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Produktivitas per hari

$$\begin{aligned} Q/\text{hari} &= \text{produktivitas perjam} \times \text{jam kerja/hari} \\ &= 427,18 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7 \text{ jam/hari} \\ &= 2.990 \text{ Ton/hari} \end{aligned}$$

7. Produktivitas *Tire Roller*

$$\frac{Q}{\text{jam}} = \frac{(v \times 1000) \times (N(b - b_0) + b_0) \times t \times F \times D1}{n}$$

$$= \frac{(1,75 \times 1000) \times (2(2,065 - 0,30) + 0,30) \times 0,15 \times 0,83 \times 2,32}{5}$$

$$= 387,19 \text{ Ton/jam}$$

Produksi per hari

$$\begin{aligned} Q/\text{hari} &= \text{produktivitas per jam} \times \text{jam kerja/hari} \\ &= 387,19 \text{ Ton/jam} \times 7 \text{ jam/hari} \\ &= 2.710,33 \text{ Ton/hari} \end{aligned}$$

8. Produktivitas *Asphalt Sprayer*

$$Q/\text{jam} = \frac{Pa \times Fa \times 60}{lt}$$

$$= \frac{60 \times 0,72 \times 60}{1,1}$$

$$= 2.356,36 \text{ m}^2/\text{jam}$$

Produksi per hari

$$Q/\text{hari} = \text{produktivitas per jam} \times \text{jam kerja/hari}$$

$$= 2.356,36 \text{ m}^2/\text{jam} \times 7 \text{ jam/hari}$$

$$= 16.494,5 \text{ m}^2/\text{hari}$$

9. Produktivitas Air Compressor

$$Q/\text{jam} = \frac{v \times Fa \times 60}{5}$$

$$Q/\text{jam} = \frac{45 \times 0,72 \times 60}{5}$$

$$= 388,8 \text{ m}^2/\text{jam}$$

Produksi per hari

$$Q/\text{hari} = \text{produktivitas per jam} \times \text{jam kerja/hari}$$

$$= 388,8 \text{ m}^2/\text{jam} \times 7 \text{ jam/hari}$$

$$= 2.721,6 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Tabel 4. Rekapitulasi Produktivitas Alat Pada Pekerjaan

No	uraian	Naman alat	Produktivitas (Ton/hari)
1	AC-base	Aspal finisher	2.416,55
		Tandem roller	1.567
		Tire roller	2.710,33
2	AC-BC	Aspal finisher	974,95
		Tandem roller	632,19
		Tire roller	1.039,48
3	AC-WC	Aspal finisher	652
		Tandem roller	423,26
		Tire roller	713,319

C. Durasi pekerjaan

1. Pekerjaan galian

$$waktu = \frac{\text{volume tanah galian}}{\text{produktivitas perjam} \times \text{jumlah alat}}$$

$$waktu = \frac{11.000 \text{ m}^3 \times 1,18 \text{ (faktor gembur)}}{122,75 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ unit}}$$

$$waktu = \frac{12.980 \text{ m}^3}{122,75 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ unit}}$$

$$= 52,872 \sim 53 \text{ jam}$$

2. Pekerjaan LPA

$$waktu = \frac{\text{volume Lapis Pondasi Atas}}{\text{produktivitas perjam} \times \text{jumlah alat}}$$

$$waktu = \frac{6.000 \text{ m}^3 \times 1,75 \text{ (faktor gembur)}}{350,220 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ unit}}$$

$$waktu = \frac{10.500 \text{ m}^3}{700,44 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$waktu = 14,99 \sim 15 \text{ jam}$$

3. Pekerjaan AC-Base

$$waktu = \frac{\text{volume tanah galian}}{\text{produktivitas perjam} \times \text{jumlah alat}}$$

$$waktu = \frac{3000 \text{ m}^3 \times 2,32 \text{ (berat jenis material)}}{223,851 \text{ Ton/jam} \times 2 \text{ unit}}$$

$$waktu = \frac{6.960 \text{ Ton}}{447,720 \text{ Ton/jam}}$$

$$waktu = 15,546 \sim 16 \text{ jam}$$

4. Pekerjaan AC-BC

$$waktu = \frac{\text{volume pekerjaan AC - BC}}{\text{produktivitas perjam} \times \text{jumlah alat}}$$

$$waktu = \frac{1.200 \text{ m}^3 \times 2,34 \text{ (berat jenis material)}}{90,312 \text{ Ton/jam} \times 2 \text{ unit}}$$

$$waktu = \frac{2.808 \text{ Ton}}{180,62 \text{ Ton/jam}}$$

$$waktu = 15,546 \sim 16 \text{ jam}$$

5. Pekerjaan AC-WC

$$waktu = \frac{volume\ pekerjaan\ AC - BC}{produktivitas\ perjam\ x\ jumlah\ alat}$$

$$waktu = \frac{800\ m^3\ x\ 2,34\ (berat\ jenis\ material)}{90,312\ Ton/jam\ x\ 2\ unit}$$

$$waktu = \frac{1.880\ Ton}{120,93\ Ton/jam}$$

$$waktu = 15,55 \sim 16\ jam$$

D. kebutuhan alat

berikut rumus untuk mencari kebutuhan alat berat :

$$M = \frac{produktivitas\ terbesar}{kapasitas\ produksi\ alat}$$

Tabel 5. Rekapitulasi Kebutuhan Alat Berat

No	Jenis Alat	Kebutuhan
1	Excavator	2 unit/hari
2	Dump truck	8 unit/hari
3	Vibrator roller	1 unit/hari
4	Bulldozer	2 unit/hari
5	Aspal finisher	2 unit/hari
6	Tandem roller	2 unit/hari
7	Tire roller	1 unit/hari
8	Aspal sprayer	1 unit/hari
9	Air compressor	2 unit/hari

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Dari analisis perhitungan produktivitas, durasi dan kebutuhan alat berat, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Produktivitas alat berat

- 1) Excavator = 859 m³/hari
- 2) Dumptruck = 888,14 m³/hari
- 3) Vibrator Roller = 4.485 m³/hari
- 4) Bulldozer = 2.452 m³/hari

- 5) Asphalt Finisher = 966,62 Ton/hari
- 6) Tandem Roller = 626,783Ton/hari
- 7) Pneumatic Tire Roller =1.069,98 T/hari
- 8) Aspal Sprayer = 16.494,5 m²/hari
- 9) Air Compressor = 2.721,6 m²/hari

2. Waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pekerjaan dengan alat berat

- 1) Pekerjaan galian = 8 hari
- 2) Pekerjaan Lapis pondasi atas = 3 hari
- 3) Pekerjaan AC-Base = 3 hari
- 4) Pekerjaan AC-BC = 3 hari
- 5) Pekerjaan AC-WC = 3 hari
- 6) Pekerjaan lapis resap aspal = 4 hari
- 7) Pekerjaan pembersihan = 4 hari

3. Kebutuhan alat berat dalam rencana pelaksanaan pekerjaan

- 1) Excavator = 2 unit/hari
- 2) Dumptruck = 8 unit/hari
- 3) Vibrator Roller = 1 unit/hari
- 4) Bulldozer = 2 unit/hari
- 5) Asphalt Finisher = 2 unit/hari
- 6) Tandem Roller = 2 unit/hari
- 7) Tire Roller = 1 unit/hari
- 8) Asphalt Sprayer = 1 unit/hari
- 9) Air Compressor = 2 unit/hari

DAFTAR PUSTAKA

Caterpillar publicatio, (2021), “caterpillar performance” Handbook 49 edition, William adams.USA

Donald Donny Supit, (2020). “Analisa Produktivitas Dan Efisiensi Alat Berat Untuk Pekerjaan Tanah, Dan Pekerjaan Perkerasan Berbutir”, Manado

Gusnandar Surya Miharja, dkk (2020).
“*Optimalisasi penggunaan alat berat*”,
Medan

Kusrin, (2008), “*Pemindahan Tanah Mekanis
Dan Alat Berat*. Semarang University
Press. Semarang

Lampiran Peraturan Menteri pekerjaan umum
dan perumahan rakyat, Nomor
28/PRT/M/2016, Tentang “*Analisis
harga satuan pekerjaan bidang
pekerjaan umum*”, Departemen
Pekerjaan Umum.

Rochmanhadi, (1992). “*alat-alat berat dan
penggunaannya*”. Jakarta : Yayasan
badan penerbit bidang pekerjaan
umum. Jakarta.

Sjachdirin, M. dkk. (1998), “*Pemindahan tanah
mekanik*”, ITN Malang

Susy Fatena Rostiyanti, M.Sc.(2002). “*Alat
berat untuk proyek konstruksi*”, Bineka
Cipta, Jakarta.