

BAB IV

MANAJEMEN PROYEK

4.1 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan dokumen perencanaan biaya proyek yang disusun secara sistematis berdasarkan volume pekerjaan, koefisien tenaga kerja, bahan dan peralatan, serta harga satuan yang berlaku. RAB berfungsi sebagai acuan dalam memperkirakan kebutuhan biaya keseluruhan proyek, sekaligus sebagai alat pengendalian biaya selama pelaksanaan pekerjaan. Dengan adanya RAB, pengalokasian sumber daya dapat dilakukan secara lebih efektif dan efisien sehingga pelaksanaan proyek dapat berjalan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan. Adapun perhitungan RAB pada perencanaan pembangunan Jalan Batas Jambi – Peninggalan, Kabupaten Musi Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan, disajikan sebagai berikut.

4.1.1 Perhitungan kuantitas pekerjaan

Berikut disajikan hasil perhitungan kuantitas pekerjaan pada Tabel 4.1 yang telah disusun berdasarkan perencanaan serta metode pelaksanaan yang ditetapkan. Hasil perhitungan tersebut menunjukkan volume masing-masing item pekerjaan yang digunakan sebagai dasar dalam pelaksanaan proyek.

Tabel 4. 1 Perhitungan Kuantitas Pekerjaan

No	Uraian	Perhitungan	Volume	Satuan
I	Pekerjaan Persiapan			
a.	Mobilisasi	=	1	Ls
b.	Pengukuran	= Panjang STA	5618	m
c.	Pembersihan	= $P \times L \times T$		
		= $5618 \times 9 \times 0,2$	10.112,40	m ³
d.	<i>Direksi Keet</i>	=		
	Luas	= $P \times L$		
		= 8×8	64	m ²

No	Uraian	Perhitungan	Volume	Satuan
	Panjang fondasi	= 32		m
	Lebar fondasi	= 0,2		m
	Tinggi fondasi	= 0,3		m
Kebutuhan material fondasi batu bata				
	Volume pondasi	= $P \times L \times T$	3,84	m ³
	Urugan pasir fondasi	= $0,4 \times 0,3 \times 32$	0,38	m ³
	Pasir ($1 \text{ m}^3 = 0.48 \text{ m}^3$)	= $1,92 \times 0,48$	1,84	m ³
	Kebutuhan Batu bata	=	2259	buah
	-Ukuran batu bata	= $9 \times 9 \times 16$		cm
	-Dimensi bata + spesi	=	0,0017	m ³
	a. Panjang batu bata	= 17 cm	0,17	m
	b. Lebar batu bata	= 10 cm	0,1	m
	c. Tinggi batu bata	= 10 cm	0,1	m
	-Batu bata per 1 m ³	=	588	buah
	-Semen ($1 \text{ m}^3 = 136.99 \text{ kg}$)	= $1,92 \times 136,99$		
		= 536,04	11	zak
Kebutuhan material lantai				
	Luas lantai	= 8×8	64	m ²
	Urugan pasir lantai	= $0,03 \times 8 \times 8$	1,92	m ³
	Pasir mortar ($1 \text{ m}^2 = 0.04 \text{ m}^3$)	= $64 \times 0,04$	2,56	m ³
	Semen mortar ($1 \text{ m}^2 = 10 \text{ kg}$)	= 64×10		
		= 640	13	zak
	Keramik			
	-Ukuran	= $0,4 \times 0,4$		
		0,16		m ²
	-Kebutuhan	= $64 / 0,09$		
		711	65	dus
Kebutuhan dinding triplek				
	Luas dinding			
	a. Depan - belakang	= $(8 \times 3) \times 2$	48	m ²

No	Uraian	Perhitungan	Volume	Satuan
	b. Samping	= $(8\text{m} \times 3\text{m}) \times 2$	48	m ²
	c. Dinding WC	= $(1,5\text{m} \times 3\text{m}) \times 2$	9	m ²
	total luas		105	m ²
	Tiang kolom kayu dolken	4 sudut + 4 tengah		
	Ø 8-10	= sisi + WC	13	buah
	Triplek	=	35	keping
	Ring balok 5/7	=	10	batang
Kebutuhan rangka atap kayu 5/7 & atap seng				
	Luas atap	= $9 \times 3 \times 2$ $(3,6 + 3,6 + 8 + 1,2$	54	m ²
	Rangka kuda - kuda	= $+ 1,2) \times 5$	88	m
	Gording	= 9×5	45	m
	Kaso kayu 5/7	= $9 \times 3 \times 2$	54	m
	total kebutuhan		47	buah
	seng	=	15	keping
	Lisplank	=	6	keping
Rekapitulasi kebutuhan total				
	Batu bata	= $3,84 \times 588$	2259	buah
	Pasir	= $1,84 \times 2,56$	4,40	m ³
	Semen	= $11+13$	24	zak
	Keramik 40 x 40	= $711/11$	65	dus
	Kayu dolken ø8–10	=	13	buah
	Triplek dinding	=	35	keping
	Kayu 5/7 (rangka + ring			
	balok)	= $18+47$	64	buah
	seng	=	15	keping
	Lisplank	=	6	keping
	Pintu Biasa	=	2	buah
	Pintu WC	=	1	buah
	Jendela	=	4	buah
	Kunci tanam	=	3	buah
	Engsel	=	6	buah

No	Uraian	Perhitungan	Volume	Satuan
II Pekerjaan Tanah				
a.	Pekerjaan Galian	= Volume galian	138,085	m ³
b.	Pekerjaan Timbunan	= Volume timbunan	49,144	m ³
III Pekerjaan Badan Jalan				
a.	Pekerjaan Lapisan AC-WC	= $P \times L \times T$ = $5618 \times 9 \times 0,04$	2022,480	m ³
b.	Pekerjaan Lapisan AC-BC	= $P \times L \times T$ = $5618 \times 9 \times 0,075$	3792,150	m ³
c.	Pekerjaan Prime Coat	= $P \times L \times 0,8 \text{ ltr/m}^2$ $5618 \times 9 \times 0,8$ = ltr/m ²	40449,6	m ³
d.	Pekerjaan Lapisan AC-Base	= $P \times L \times T$ = $5618 \times 9 \times 0,2$	10.112,4	m ³
e.	Pekerjaan <i>Tack coat</i>	= $P \times L \times 0,8 \text{ ltr/m}^2$ $5618 \times 9 \times 0,8$ = ltr/m ²	40.449	m ³
f.	Pekerjaan Agregat Kelas A	= $P \times L \times T$ = $5618 \times 9 \times 0,2$	10.112,4	m ³
g.	Pekerjaan Agregat Kelas B	= $P \times L \times T$ = $5618 \times 9 \times 0,15$	7.584,3	m ³
IV Pekerjaan Bahu Jalan				
a.	Pekerjaan Agregat Kelas S	= $P \times L \times T$ = $5618 \times 9 \times 0,2$	10.112,4	m ³
b.	Pekerjaan Agregat Kelas A	= $P \times L \times T$ = $5618 \times 9 \times 0,2$	10.112,4	m ³
c.	Pekerjaan Agregat Kelas B	= $P \times L \times T$ = $5618 \times 9 \times 0,15$	7.584,3	m ³
V Pekerjaan Finishing				
a.	Pembersihan Akhir	=	1	Ls
b.	Demobilisasi	=	1	Ls

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

4.1.2 Perhitungan koefisien material, alat dan tenaga kerja

Perencanaan kebutuhan sumber daya merupakan bagian penting dalam penyusunan rencana pelaksanaan proyek guna memastikan ketersediaan tenaga kerja, material, dan peralatan yang dibutuhkan selama proses konstruksi. Penentuan kebutuhan sumber daya dilakukan melalui perhitungan koefisien yang mempertimbangkan metode pelaksanaan pekerjaan serta tingkat produktivitas yang direncanakan. Hasil perhitungan tersebut kemudian digunakan sebagai dasar dalam penyusunan rencana pelaksanaan proyek agar pekerjaan dapat terlaksana secara efektif dan efisien. Adapun hasil perhitungan kebutuhan tenaga kerja, material, dan peralatan yang telah direncanakan disajikan sebagai berikut.

A. Pekerjaan Persiapan

1. Pembersihan

a. Koefisien bahan

b. Koefisien alat

1) *Bullzdozer*

Kapasitas pisau (q)	=	2,30 m ³
Faktor pisau/ <i>blade</i> (Fb)	=	0,70
Faktor efisiensi kerja (Fa)	=	0,75
Kecepatan mengupas (Vf)	=	3,00 km/jam
Kecepatan mundur (Vr)	=	4,00 km/jam
Faktor kemiringan (Fm)	=	1,00 m
Jarak pengupasan (L2)	=	30,00 m
Faktor pengembangan bahan (Fk)	=	0,70
Tebal pengupasan (t)	=	0,30
Waktu gusur (T1)	=	$\frac{(L2 \times 60)}{Vf}$
	=	$\frac{(30 \times 60)}{3}$
	=	0,60 menit
Waktu kembali (T2)	=	$\frac{(L2 \times 60)}{Vr}$

$$\begin{aligned}
 & \frac{(30 \times 60)}{4} \\
 & = 0,45 \text{ menit} \\
 \text{Waktu pasti (T3)} & = 0,10 \text{ menit} \\
 \text{Waktu Siklus(Ts)} & = T1 + T1 + T3 \\
 & = 0,60 + 0,45 + 0,10 \\
 & = 1,15 \text{ menit} \\
 \text{Kapaistas Produktivitas/jam (Q1)} & = \frac{(q \times Fb \times Fm \times Fa \times 60 \times Fk)}{(Ts \times t)} \\
 & = \frac{(2,30 \times 0,70 \times 1,00 \times 0,75 \times 60 \times 0,70)}{(Ts \times t)} \\
 & = 147,00 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Koefisien alat/m}^2 & = \frac{1}{Q1} \\
 & = \frac{1}{147,00} \\
 & = 0,007 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

2) *Truck loader*

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas bucket (V)} & = 0,80 \text{ m}^3 \\
 \text{Faktor bucket (Fb)} & = 0,85 \\
 \text{Tebal pengupasan (t)} & = 0,30 \text{ m} \\
 \text{Faktor pengembangan bahan (Fk)} & = 0,70 \\
 \text{Faktor efesiensi alat (Fa)} & = 0,83 \\
 \text{Muatan (T1)} & = 0,45 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus (Ts1)} & = 0,45 \text{ menit} \\
 \text{Kapaistas Produktivitas/jam (Q2)} & = \frac{(V \times Fb \times Fa \times 60 \times Fk)}{(Ts1 \times t)} \\
 & = \frac{(0,80 \times 0,85 \times 0,83 \times 60 \times 0,70)}{(0,45 \times 0,30)} \\
 & = 175,59 \text{ m}^2/\text{jam} \\
 \text{Koefisien alat/m}^2 & = \frac{1}{Q2} \\
 & = \frac{1}{175,59} \\
 & = 0,00569 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

3) *Dump truck*

$$\begin{aligned}
\text{Muatan \ bak yang diizinkan (V)} &= 11,76 \text{ m}^3 \\
\text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
\text{Kecepatan rata-rata bermuatan (v1)} &= 20,00 \text{ km/jam} \\
\text{Kecepatan rata-rata kosong (v2)} &= 40,00 \text{ km/jam} \\
\text{Tebal pengupasan (t)} &= 0,30 \text{ m} \\
\text{Quarry faktor (L)} &= 2,00 \text{ km} \\
\text{Muatan (T1)} &= \frac{V}{Q1} \times 60 \\
&= \frac{11,76}{147,00} \times 60 \\
&= 4,80 \text{ menit} \\
\text{Waktu tempuh isi (T2)} &= \frac{L}{v1} \times 60 \\
&= \frac{2,00}{20,0} \times 60 \\
&= 6,00 \text{ menit} \\
\text{Waktu tempuh kosong (T3)} &= \frac{L}{v2} \times 60 \\
&= \frac{2,00}{40,0} \times 60 \\
&= 3,00 \text{ menit} \\
\text{Lain-lain (T4)} &= 1,00 \text{ menit} \\
\text{Waktu siklus (Ts2)} &= T1 + T2 + T3 + T4 \\
&= 4,80 + 6,00 + 3,00 + 1,00 \\
&= 14,80 \text{ menit} \\
\text{Kapaistas Produktivitas /jam (Q3)} &= \frac{(V \times Fa \times 60)}{(Ts2 \times t)} \\
&= \frac{(11,76 \times 0,83 \times 60)}{(14,80 \times 0,30)} \\
&= 131,903 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q3}
\end{aligned}$$

$$= \frac{1}{131,903}$$

$$= 0,0076 \text{ jam}$$

4) Alat bantu

Linggis

Sekop

Gergaji listrik

c. Koefisien tenaga

Pekerja (P)	=	10 orang
Mandor (M)	=	1 orang
Jam kerja efektif/hari (Tk)	=	7 jam
Produksi pembersihan (Qt)	=	$Q_2 \times Tk$
	=	$175,59 \times 7$
	=	1.229,14
1) Pekerja	=	$\frac{(Tk \times P)}{Qt}$
	=	$\frac{(7 \times 10)}{1.229,14}$
	=	0,057 jam
2) Mandor	=	$\frac{(Tk \times M)}{Qt}$
	=	$\frac{(7 \times 1)}{1.229,14}$
	=	0,006 jam

2. Pengukuran

a. Koefisien Bahan

b. Koefisien Alat

Panjang jalan (L)	=	5618 m
Produktivitas pengukuran/hari (Pk)	=	1230 km/ hari
Durasi pekerjaan (D)	=	$\frac{L}{Pk}$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{5618}{1230} \\
 &= 5 \text{ hari} \\
 1) \text{ Waterpass} &= \frac{1}{P_k} \\
 &= \frac{1}{1230} \\
 &= 0,000813 \\
 2) \text{ Rambu ukur} &= \frac{1}{P_k} \\
 &= \frac{1}{1230} \\
 &= 0,000813 \\
 \text{c. Koefisien Tenaga} & \\
 \text{Kepala tim pengukuran (K)} &= 1 \text{ orang} \\
 \text{Juru ukur/surveyor (S)} &= 2 \text{ orang} \\
 \text{Helper (H)} &= 3 \text{ orang} \\
 \text{Jam kerja efektif/hari (Tk)} &= 7 \text{ jam} \\
 \text{Produktivitas pengukuran/hari (Pk)} &= 1230 \text{ km/ hari} \\
 \text{Koefisien tenaga/m}^3 & \\
 1) \text{ Kepala tim pengukuran} &= \frac{T_k \times K}{1230} \\
 &= \frac{7 \times 1}{1230} \\
 &= 0,005691 \text{ jam/km} \\
 2) \text{ Juru ukur/surveyor} &= \frac{T_k \times S}{1230} \\
 &= \frac{7 \times 2}{1230} \\
 &= 0,011383 \text{ jam/km} \\
 3) \text{ Helper} &= \frac{T_k \times H}{1230} \\
 &= \frac{7 \times 3}{1230}
 \end{aligned}$$

$$= 0,017075 \text{ jam/km}$$

3. *Direksi keet*

a. Koefisien Bahan

Batu bata	$= \frac{1129}{64}$
	$= 17,6471 \text{ buah}$
Pasir	$= \frac{3,48}{64}$
	$= 0,0544 \text{ m}^3$
Semen	$= \frac{18}{64}$
	$= 0,2822 \text{ zak}$
Keramik 40 x 40cm	$= \frac{65}{64}$
	$= 1,0099 \text{ dus}$
Kayu dolken ø 8–10	$= \frac{13}{64}$
	$= 0,2031 \text{ buah}$
Multiplek	$= \frac{35}{64}$
	$= 0,5505 \text{ lembar}$
Kayu 5/7 (rangka+ring balok)	$= \frac{56}{64}$
	$= 0,8789 \text{ buah}$
Seng	$= \frac{15}{64}$
	$= 0,2305 \text{ keping}$
Lisplank	$= \frac{6}{64}$
	$= 0,0938 \text{ keping}$
Pintu	$= \frac{2}{64}$
	$= 0,0313 \text{ buah}$

$$\begin{aligned}
 \text{Pintu WC} &= \frac{1}{64} \\
 &= 0,0156 \text{ buah} \\
 \text{Jendela} &= \frac{4}{64} \\
 &= 0,0544 \text{ buah} \\
 \text{Kunci tanam} &= \frac{3}{64} \\
 &= 0,0469 \text{ buah} \\
 \text{Engsel} &= \frac{6}{64} \\
 &= 0,0938 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

b. Koefisien Alat

Koefisien alat pada pekerjaan direksi keet tidak diperhitungkan karena proses pelaksanaan tidak menggunakan alat berat.

c. Koefisien Tenaga Kerja

$$\text{Pekerja (P)} = 6 \text{ orang}$$

$$\text{Mandor (M)} = 1 \text{ orang}$$

$$\text{Jam kerja efektif/hari (Tk)} = 7 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas/hari (Qt)} &= \frac{64}{\text{Tk}} \\
 &= \frac{64}{7}
 \end{aligned}$$

$$= 9 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Pekerja} &= \frac{(\text{Tk} \times \text{P})}{\text{Qt}} \\
 &= \frac{(7 \times 6)}{9} \\
 &= 4,5938 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Mandor} &= \frac{(\text{Tk} \times \text{M})}{\text{Qt}} \\
 &= \frac{(7 \times 1)}{9}
 \end{aligned}$$

$$= 0,7656 \text{ jam}$$

B. Pekerjaan tanah

1. Pekerjaan galian

a. Koefisien bahan

b. Koefisien alat

1) Excavator

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas bucket (V)} &= 3,4 \text{ m}^3 \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Faktor pengembangan bahan (Fk)} &= 0,80 \\
 \text{Faktor konversi (Fv)} &= 1,00 \\
 \text{Menggali dan swing } 180^\circ \text{ (T1)} &= 0,43 \text{ menit} \\
 \text{Lain-lain (T2)} &= 0,10 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus (Ts1)} &= T1 + T2 \\
 &= 0,43 + 0,10 \\
 &= 0,53 \text{ menit} \\
 \text{Jumlah siklus/jam} &= \frac{60}{Ts1} \\
 &= \frac{60}{0,53} \\
 &= 113,21 \text{ siklus/jam} \\
 \text{Produksi kerja kasar (PKK)} &= V \times \text{Jumlah siklus/jam} \\
 &= 3,4 \times 0,53 \\
 &= 384,91 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Kapaistas Produktivitas /jam (Q1)} &= \frac{PKK}{Fa} \\
 &= \frac{384,91}{0,83} \\
 &= 463,74 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q1} \\
 &= \frac{1}{463,74}
 \end{aligned}$$

$$= 0,002 \text{ jam}$$

2) *Dump truck*

$$\text{Muatan bak yang diizinkan (V)} = 9,09 \text{ m}^3$$

$$\text{Faktor efisiensi alat (Fa)} = 0,83$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan rata-rata bermuatan} \\ (\text{v1}) \end{aligned} = 20,00 \text{ km/jam}$$

$$\text{Kecepatan rata-rata kosong (v2)} = 40,00 \text{ km/jam}$$

$$\text{Jarak membuang hasil galian (L)} = 2,00 \text{ km/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Muatan (T1)} &= \frac{V}{Q1} \times 60 \\ &= \frac{9,09}{463,74} \times 60 \\ &= 1,18 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu tempuh isi (T2)} &= \frac{L}{V1} \times 60 \\ &= \frac{2,00}{20,00} \times 60 \\ &= 6,00 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu tempuh kosong (T3)} &= \frac{L}{V2} \times 60 \\ &= \frac{2,00}{40,00} \times 60 \\ &= 3,00 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\text{Lain-lain (T4)} = 1,00 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus (Ts)} &= T1 + T2 + T3 + T4 \\ &= 1,18 + 6,00 + 3,00 + 1,00 \\ &= 11,18 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapaistas Produktivitas /jam} \\ (\text{Q1}) &= \frac{(V \times Fa \times 60)}{Ts2} \\ &= \frac{(9,09 \times 0,83 \times 60)}{11,18} \\ &= 40,50 \text{ m}^2/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q_1} \\
 &= \frac{1}{40,50} \\
 &= 0,02 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

3) Alat bantu

Sekop

Keranjang

c. Koefisien tenaga

$$\begin{aligned}
 \text{Pekerja (P)} &= 2 \text{ orang} \\
 \text{Mandor (M)} &= 1 \text{ orang} \\
 \text{Jam kerja efektif/hari (Tk)} &= 7 \text{ jam} \\
 \text{Produksi galian/hari (Qt)} &= Q_1 \times Tk \\
 &= 463,74 \times 7 \\
 &= 3246,19 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Pekerja} &= \frac{(Tk \times P)}{Qt} \\
 &= 0,043 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Mandor} &= \frac{(Tk \times M)}{Qt} \\
 &= \frac{(7 \times 1)}{3246,19} \\
 &= 0,0022 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

2. Pekerjaan timbunan

a. Koefisien bahan

$$\begin{aligned}
 \text{Berat isi lepas (Bil)} &= 1,20 \text{ ton/m}^3 \\
 \text{Faktor kehilangan bahan (Fh)} &= 1,05 \\
 \text{Faktor pengembangan bahan (Fk)} &= 1,11 \\
 \text{Timbunan pilihan} &= 1 \times Fh \times Fk \\
 &= 1 \times 1,05 \times 1,11 \\
 &= 1,17 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

b. Koefisien alat berat

1) *Excavator*

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas bucket (V)} &= 0,93 \text{ m}^3 \\
 \text{Faktor efesiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Faktor konversi (Fv)} &= 1,10 \\
 \text{Menggali dan swing } 180^\circ \text{ (T1)} &= 0,43 \text{ menit} \\
 \text{Lain-lain (T2)} &= 0,10 \text{ menit} \\
 \text{Waktus siklus (Ts1)} &= T1 + T2 \\
 &= 0,43 + 0,10 \\
 &= 0,53 \text{ menit} \\
 \text{Kapasitas produktivitas/jam} &= \frac{V \times F_a \times 60}{T_{s1} \times F_v} \\
 &= \frac{0,93 \times 0,83 \times 60}{0,43 \times 1,10} \\
 &= 79,44 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q1} \\
 &= \frac{1}{79,44} \\
 &= 0,0126 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

2) *Dump Truck*

$$\begin{aligned}
 \text{Muatan dalam bak yang diizinkan} &= 8,33 \text{ m}^3 \\
 \text{(V)} & \\
 \text{Faktor pengembangan asli ke} &= 1,11 \\
 \text{lepas (Fk)} & \\
 \text{Faktor efisisensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Kecepatan rata-rata bermuatan} &= 20,00 \text{ km/jam} \\
 \text{(v1)} & \\
 \text{Kecepatan rata-rata kosong (v2)} &= 40,00 \text{ km/jam} \\
 \text{Jarak angkut hasil galian kelokasi} &= 2,809 \text{ km/jam} \\
 \text{timbunan (L)} &
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Muatan (T1)} &= \frac{V \times 60}{\text{Bil} \times \text{Fk} \times \text{Q1}} \\
&= \frac{8,33 \times 60}{1,20 \times 1,11 \times 79,44} \\
&= 4,72 \text{ menit} \\
\text{Waktu tempuh isi (T2)} &= \frac{L}{v1} \times 60 \\
&= \frac{2,809}{20,00} \times 60 \\
&= 8,43 \text{ menit} \\
\text{Waktu tempuh kosong (T3)} &= \frac{L}{v2} \times 60 \\
&= \frac{2,809}{40,00} \times 60 \\
&= 4,21 \text{ menit} \\
\text{Lain-lain (T4)} &= 1,00 \text{ menit} \\
\text{Waktu siklus (Ts)} &= \text{T1} + \text{T2} + \text{T3} + \text{T4} \\
&= 4,72 + 8,43 + 4,21 + 1,00 \\
&= 18,36 \text{ menit} \\
\text{Kapabilitas produktivitas/jam (Q2)} &= \frac{V \times \text{Fa} \times 60}{\text{Ts}} \\
&= \frac{8,33 \times 0,83 \times 60}{18,36} \\
&= 22,59 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{\text{Q2}} \\
&= \frac{1}{22,59} \\
&= 0,0443 \text{ jam}
\end{aligned}$$

3) Motor Grader

$$\begin{aligned}
\text{Panjang hamparan (L)} &= 50,00 \text{ m} \\
\text{Lebar area pemadatan (w)} &= 3,50 \text{ m} \\
\text{Lebar overlap (bo)} &= 0,30 \text{ m} \\
\text{Faktor efisiensi kerja (Fa)} &= 0,83
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Kecepatan rata-rata alat (v)} &= 4,00 \text{ km/jam} \\
\text{Jumlah lintasan (n)} &= 2,00 \text{ lintasan} \\
\text{Jumlah lajur lintasan (N)} &= \frac{w}{b - b_o} \\
&= \frac{3,50}{2,60 - 0,30} \\
&= 1,52 \text{ menit} \\
\text{Tebal hamparan padat (t)} &= 0,15 \text{ m} \\
\text{Lebar pisau efektif (b)} &= 2,60 \text{ m} \\
\text{Perataan satu kali lintasan (T1)} &= \frac{L_h \times 60}{V} \\
&= \frac{50,00 \times 60}{4,00} \\
&= 0,75 \text{ menit} \\
\text{Lain-lain (T2)} &= 1,00 \text{ menit} \\
\text{Waktu siklus (Ts)} &= T1 + T2 \\
&= 0,75 + 1,00 \\
&= 1,75 \text{ menit} \\
\text{Kapasitas produktivitas/jam (Q3)} &= \frac{L_h \times (N(b - b_o) + b_o) \times t \times F_a}{n \times N} \\
&= \frac{50,00 \times (1,52(2,60 - 0,30) + 0,30) \times 0,20 \times 0,83}{2,00 \times 1,52} \\
&= 266,48 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q3} \\
&= \frac{1}{266,48} \\
&= 0,0038 \text{ jam}
\end{aligned}$$

4) Tandem Roller

$$\begin{aligned}
\text{Kecepatan rata-rata alat (v)} &= 4,00 \text{ km/jam} \\
\text{Lebar area pemadatan (w)} &= 3,50 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar efektif pemadatan} &= 1,68 \text{ m} \\
 \text{(b)} & \\
 \text{Jumlah lintasan (n)} &= 2,00 \text{ lintasan} \\
 \text{Lebar overlap (bo)} &= 0,20 \\
 \text{Lajur lintasan (N)} &= \frac{w}{b - bo} \\
 &= \frac{3,50}{1,68 - 0,30} \\
 &= 2,00 \\
 \text{Tebal hamparan padat} &= 0,20 \text{ m} \\
 \text{(t)} & \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \text{ m} \\
 \text{Kapasitas} & \\
 \text{produktivitas/jam (Q4)} &= \frac{(V \times 1000) \times (N(b - bo) + bo) \times t \times Fa}{n \times N} \\
 &= \frac{(4,00 \times 1000) \times (2,00(1,68 - 0,20) + 0,20) \times 0,20 \times 0,83}{2,00 \times 2,00} \\
 &= 524,56 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q4} \\
 &= \frac{1}{524,56} \\
 &= 0,0019 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

5) *Water Tank Truck*

$$\begin{aligned}
 \text{Volume tanki air (V)} &= 4,000 \text{ liter} \\
 \text{Kebutuhan air (Wc)} &= 0,07 \text{ m}^3 \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Kapasitas pompa air (Pa)} &= 100 \text{ liter/menit} \\
 \text{Kapasitas produktivitas/jam} &= \frac{Pa \times Fa \times 60}{1000 \times Wc} \\
 \text{(Q5)} & \\
 &= \frac{100 \times 0,83 \times 60}{1000 \times 0,07} \\
 &= 71,14 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q_5} \\
 &= \frac{1}{71,14} \\
 &= 0,0141 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

6) Alat bantu

Sekop

c. Koefisien Tenaga

$$\begin{aligned}
 \text{Pekerja (P)} &= 4 \text{ orang} \\
 \text{Mandor (M)} &= 1 \text{ orang} \\
 \text{Jam kerja efektif/hari (Tk)} &= 7 \text{ jam} \\
 \text{Produksi galian/hari (Qt)} &= Tk \times Q_3 \\
 &= 266,48 \times 7 \\
 &= 1,865 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Pekerja} &= \frac{(Tk \times P)}{Qt} \\
 &= \frac{(7 \times 4)}{1,865} \\
 &= 0,0150 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Mandor} &= \frac{(Tk \times M)}{Qt} \\
 &= \frac{(7 \times 1)}{1,865} \\
 &= 0,0038 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

C. Pekerjaan badan jalan

1. Lapis fondasi agregat kelas B

a. Koefisien bahan

1) Agregat kelas B

$$\text{Agregat kelas B} = 1,2497 \text{ m}^3$$

2) Proporsi campuran

$$\text{Fraksi pecah mesin 5-10 \& 10-20 \& 20-40} = 36,30 \%$$

Pasir batu 0-40 ($4 < PI < 10$; $LL < 35$ %)	=	63,7 %
Berat isi padat (BiP)	=	1,7800 ton/m ³
Faktor kehilangan material (Fh)	=	1,025
Berat isi agregat lepas (BIL)	=	1,4600 ton/m ³

b. Koefisien alat

1) *Wheel loader*

Kapasitas bucket (V)	=	1,50 m ³
Faktor bucket (Fb)	=	1,05
Faktor efisiensi alat (Fa)	=	0,83
Memuat dan lain-lain (T1)	=	0,45 menit
Waktu siklus (Ts)	=	0,45 menit
Kapasitas produktivitas/jam (Q1)	=	$\frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts1}$
	=	$\frac{1,50 \times 1,05 \times 0,83 \times 60}{0,45}$
	=	174,30 m ³ /jam
Koefisien alat/m ³	=	$\frac{1}{Q1}$
	=	$\frac{1}{174.30}$
	=	0,0057 jam

2) *Dump truck*

Muatan dalam bak yang diizinkan (V)	=	6,84 m ³
Jarak rata-rata <i>basecamp</i> ke lokasi pekerjaan (L)	=	2,809 km
Faktor efisiensi alat (Fa)	=	0,83
Kecepatan rata-rata bermuatan (v1)	=	20,00 km/jam
Kecepatan rata-rata kosong (v2)	=	40,00 km/jam
Muatan (T1)	=	$\frac{V \times 60}{Q1}$

$$\begin{aligned}
&= \frac{6,84 \times 60}{174,30} \\
&= 2,35 \text{ menit} \\
\text{Waktu tempuh isi (T2)} &= \frac{L}{v1} \times 60 \\
&= \frac{2,809}{20,00} \times 60 \\
&= 8,43 \text{ menit} \\
\text{Waktu tempuh kosong (T3)} &= \frac{L}{v2} \times 60 \\
&= \frac{2,809}{40,00} \times 60 \\
&= 4,21 \text{ menit} \\
\text{Lain-lain (T4)} &= 1,45 \text{ menit} \\
\text{Waktu siklus (Ts)} &= T1 + T2 + T3 + T4 \\
&= 2,35 + 8,43 + 4,21 + 1,00 \\
&= 16,45 \text{ menit} \\
\text{Kapasitas produktivitas/jam (Q2)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{Ts} \\
&= \frac{6,84 \times 0,83 \times 60}{16,45} \\
&= 20,71 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q2} \\
&= \frac{1}{20,71} \\
&= 0,0483 \text{ jam}
\end{aligned}$$

3) Motor grader

$$\begin{aligned}
\text{Panjang hamparan (Lh)} &= 50,00 \text{ m} \\
\text{Lebar hamparan (w)} &= 3,50 \text{ m} \\
\text{Tebal lapis agregat padat} &= 0,15 \text{ m} \\
\text{(t)} & \\
\text{Lebar overlap (bo)} &= 0,30
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Lebar pisau efektif (b)} &= 2,60 \text{ m} \\
\text{Kecepatan rata-rata alat (v)} &= 4,00 \text{ km/jam} \\
\text{Jumlah lintasan (n)} &= 4,00 \text{ lintasan} \\
\text{Jumlah lajur lintasan (N)} &= \frac{w}{b - b_0} \\
&= \frac{3,50}{2,60 - 0,30} \\
&= 1,52 \text{ kali} \\
\text{Faktor efisiensi kerja (Fa)} &= 0,60 \\
\text{Perataan satu kali lintasan (T1)} &= \frac{L_h}{(v \times 1000) \times 60} \\
&= \frac{50,00}{(4,00 \times 1000) \times 60} \\
&= 0,75 \text{ menit} \\
\text{Lain-lain (T2)} &= 1,00 \text{ menit} \\
\text{Waktu siklus (Ts)} &= T1 + T2 \\
&= 0,75 + 1,00 \\
&= 1,75 \text{ menit} \\
\text{Kapasitas produktivitas/jam (Q3)} &= \frac{L_h \times (N(b - b_0) + b_0) \times t \times Fa \times 60}{n \times Ts^3 \times N} \\
&= \frac{50,00 \times (1,52(2,60 - 0,30) + 0,30) \times 0,15 \times 0,83 \times 60}{4,00 \times 1,75 \times 1,52} \\
&= 253,18 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q3} \\
&= \frac{1}{253,18} \\
&= 0,0039 \text{ jam}
\end{aligned}$$

4) *Vibratory roller*

$$\begin{aligned}
\text{Kecepatan rata-rata alat (v)} &= 3,00 \text{ km/jam}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Lebar lajur lintasan} &= 3,50 \text{ m} \\
(w) & \\
\text{Lebar roda pemadat} &= 1,68 \text{ m} \\
(b) & \\
\text{Lebar overlap (bo)} &= 0,20 \text{ m} \\
\text{Tebal lapis agregat} &= 0,15 \text{ m} \\
\text{padat (t)} & \\
\text{Lebar efektif} &= b - bo \\
\text{pemadatan (be)} & \\
&= 1,68 - 0,20 \\
&= 1,48 \text{ m} \\
\text{Jumlah lintasan (n)} &= 4,00 \text{ lintasan} \\
\text{Jumlah lajur lintasan} &= \frac{w}{b - bo} \\
(N) & \\
&= \frac{3,50}{1,68 - 0,15} \\
&= 2,36 \text{ kali} \\
\text{Faktor efisiensi alat} &= 0,83 \\
(Fa) & \\
\text{Kapasitas} &= \frac{(V \times 1000) \times (N(b - bo) + bo) \times t \times Fa}{n \times N} \\
\text{produktivitas/jam (Q4)} & \\
&= \frac{(4,00 \times 1000) \times (2,36(1,68 - 0,20) + 0,20) \times 0,15 \times 0,83}{4,00 \times 2,36} \\
&= 146,09 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q4} \\
&= \frac{1}{146,09} \\
&= 0,0068 \text{ jam}
\end{aligned}$$

5) Alat bantu

Kereta dorong

Sekop

Terpal

c. Koefisien tenaga

$$\begin{aligned}
 \text{Pekerja (P)} &= 7 \text{ orang} \\
 \text{Mandor (M)} &= 1 \text{ orang} \\
 \text{Jam kerja efektif/hari (Tk)} &= 7 \text{ jam} \\
 \text{Produksi galian/hari (Qt)} &= Tk \times Q1 \\
 &= 174,30 \times 7 \\
 &= 1,220 \text{ m}^3 \\
 1) \text{ Pekerja} &= \frac{(Tk \times P)}{Qt} \\
 &= \frac{(7 \times 7)}{1,220} \\
 &= 0,0402 \text{ jam} \\
 2) \text{ Mandor} &= \frac{(Tk \times M)}{Qt} \\
 &= \frac{(7 \times 1)}{1,220} \\
 &= 0,0057 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

2. Lapis fondasi agregat kelas A

a. Koefisien bahan

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Agregat kelas A} &= 1,2613 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat isi padat (BiP)} &= 1,7750 \text{ ton/m}^3 \\
 \text{Faktor kehilangan material (Fh)} &= 1,025 \\
 \text{Berat isi agregat lepas (BIL)} &= 1,4425 \text{ ton/m}^3 \\
 2) \text{ Proporsi campuran} \\
 \text{Fraksi pecah mesin 5-10 &\& 10-20 \& 20-40} &= 69,85 \% \\
 \text{Pasir urug (PI < 6\%, LL < 25\%) (PU)} &= 30,15 \%
 \end{aligned}$$

b. Koefisien alat berat

1) *Wheel loader*

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas bucket (V)} &= 1,50 \text{ m}^3 \\
 \text{Faktor bucket (Fb)} &= 1,05 \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Memuat dan lain-lain (T1)} &= 0,45 \text{ menit} \\
\text{Waktu siklus (Ts)} &= 0,45 \text{ menit} \\
\text{Kapabilitas produktivitas/jam (Q1)} &= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts1} \\
&= \frac{1,50 \times 1,05 \times 0,83 \times 60}{0,45} \\
&= 174,30 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q1} \\
&= \frac{1}{174,30} \\
&= 0,0057 \text{ jam}
\end{aligned}$$

2) *Dump truck*

$$\begin{aligned}
\text{Muatan dalam bak yang diizinkan (V)} &= 6,93 \text{ m}^3 \\
\text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
\text{Kecepatan rata-rata bermuatan (v1)} &= 40,00 \text{ km/jam} \\
\text{Kecepatan rata-rata kosong (v2)} &= 20,00 \text{ km/jam} \\
\text{Jarak rata-rata basecamp ke lokasi pekerjaan (L)} &= 2,809 \text{ km} \\
\text{Muatan (T1)} &= \frac{V \times 60}{Q1} \\
&= \frac{6,93 \times 60}{174,30} \\
&= 2,39 \text{ menit} \\
\text{Waktu tempuh isi (T2)} &= \frac{L}{v1} \times 60 \\
&= \frac{2,809}{40,00} \times 60 \\
&= 4,21 \text{ menit} \\
\text{Waktu tempuh kosong (T3)} &= \frac{L}{v2} \times 60 \\
&= \frac{2,809}{20,00} \times 60
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 8,43 \text{ menit} \\
 \text{Lain-lain (T4)} &= 1,45 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus (Ts)} &= T1 + T2 + T3 + T4 \\
 &= 2,39 + 4,21 + 8,43 + 1,45 \\
 &= 16,48 \text{ menit} \\
 \text{Kapasitas produktivitas/jam (Q2)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{Ts} \\
 &= \frac{6,93 \times 0,83 \times 60}{16,48} \\
 &= 20,946 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q2} \\
 &= \frac{1}{20,946} \\
 &= 0,0477 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

3) Motor grader

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang hamparan (Lh)} &= 50,00 \text{ m} \\
 \text{Lebar hamparan (W)} &= 3,50 \text{ m} \\
 \text{Tebal lapis agregat padat} &= 0,20 \text{ m} \\
 \text{(t)} & \\
 \text{Lebar overlap (bo)} &= 0,30 \text{ m} \\
 \text{Lebar pisau efektif (b)} &= 2,60 \text{ m} \\
 \text{Kecepatan rata-rata alat} &= 4,00 \text{ km/jam} \\
 \text{(v)} & \\
 \text{Jumlah lintasan (n)} &= 4 \text{ lintasan} \\
 \text{Jumlah lajur lintasan (N)} &= \frac{w}{b - bo} \\
 &= \frac{3,50}{2,60 - 0,30} \\
 &= 1,52 \text{ kali} \\
 \text{Faktor efisiensi kerja (Fa)} &= 0,60
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Perataan satu kali lintasan (T1)} &= \frac{Lh}{(v \times 1000) \times 60} \\
&= \frac{50,00}{(4,00 \times 1000) \times 60} \\
&= 0,75 \text{ menit} \\
\text{Lain-lain (T2)} &= 1,00 \text{ menit} \\
\text{Waktu siklus (Ts)} &= T1 + T2 \\
&= 0,75 + 1,00 \\
&= 1,75 \text{ menit} \\
\text{Kapabilitas produktivitas/jam (Q3)} &= \frac{Lh \times (N(b - b_o) + b_o) \times t \times F_a \times 60}{n \times T_{s3} \times N} \\
&= \frac{50,00 \times (1,52(2,60 - 0,30) + 0,30) \times 0,20 \times 0,83 \times 60}{4,00 \times 14,87 \times 1,52} \\
&= 337,57 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q3} \\
&= \frac{1}{337,57} \\
&= 0,0030 \text{ jam}
\end{aligned}$$

4) *Vibratory roller*

$$\begin{aligned}
\text{Kecepatan rata-rata alat (v)} &= 3,00 \text{ km/jam} \\
\text{Lebar lajur lintasan (w)} &= 3,50 \text{ m} \\
\text{Lebar roda pemadat (b)} &= 1,68 \text{ m} \\
\text{Lebar overlap (b_o)} &= 0,20 \text{ m} \\
\text{Tebal lapis agregat padat (t)} &= 0,20 \text{ m} \\
\text{Lebar efektif pemadatan (b_e)} &= b - b_o \\
&= 1,68 - 0,20 \\
&= 1,48 \text{ m} \\
\text{Jumlah lintasan (n)} &= 4 \text{ lintasan}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah lajur lintasan} &= \frac{w}{b - b_0} \\
 (N) &= \frac{3,50}{1,68 - 0,15} \\
 &= 2,36 \text{ kali}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor efisiensi alat} &= 0,83 \\
 (F_a) &
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas} &= \frac{(V \times 1000) \times (N(b - b_0) + b_0) \times t \times F_a}{n \times N} \\
 \text{produktivitas/jam (Q4)} &= \frac{(4,00 \times 1000) \times (2,36(1,68 - 0,20) + 0,20) \times 0,20 \times 0,83}{4,00 \times 2,36} \\
 &= 194,79 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q4} \\
 &= \frac{1}{194,79} \\
 &= 0,0051 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

5) Alat bantu

Kereta dorong

Sekop

Terpal

c. Koefisien tenaga

$$\begin{aligned}
 \text{Pekerja (P)} &= 7 \text{ orang} \\
 \text{Mandor (M)} &= 1 \text{ orang} \\
 \text{Jam kerja efektif/hari (Tk)} &= 7 \text{ jam} \\
 \text{Produksi galian/hari (Qt)} &= Tk \times Q1 \\
 &= 174,30 \times 7 \\
 &= 1,220 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Pekerja} &= \frac{(Tk \times P)}{Qt} \\
 &= \frac{(7 \times 7)}{1,220}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,0402 \text{ jam} \\
 2) \text{ Mandor} &= \frac{(T_k \times M)}{Q_t} \\
 &= \frac{(7 \times 1)}{1,220} \\
 &= 0,0057 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

3. Lapis perekat *Prime Coat*

a. Koefisien bahan

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor kehilangan bahan (Fh)/(PC)} &= 1,02 \\
 \text{Kadar residu aspal emulsi (Ae)} &= 57\% \\
 \text{Aspal emulsi (m}^3 \text{ 1a)} &= \frac{PC}{Ae} \\
 &= \frac{1,02}{57} \\
 &= 1,789 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

b. Koefisien alat berat

1) *Asphalt distributor*

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar penyemprotan (b)} &= 3,50 \text{ m} \\
 \text{Kecepatan penyemprotan (V)} &= 20,00 \text{ km/jam} \\
 \text{Kapasitan pompa aspal (pas)} &= 1,514 \text{ liter/menit} \\
 \text{Faktor koreksi untuk efektivitas (eff)} &= 0,75 \% \\
 \text{Faktor efisiensi kerja (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Kapasitas produktivitas/jam (Q1)} &= \text{pas} \times \text{eff} \times \text{Fa} \times 60 \\
 &= 1,514 \times 0,75 \times 0,83 \times 60 \\
 &= 565,48 \text{ liter} \\
 \text{Koefisien alat/Ltr} &= \frac{1}{Q1} \\
 &= \frac{1}{565,48} \\
 &= 0,00176 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

2) *Air compressor*

$$\text{Kecepatan (v1)} = 5,00 \text{ km/jam}$$

$$\begin{aligned}
\text{Lebar penyemprotan (b)} &= 0,75 \text{ m} \\
\text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
\text{Jumlah penyemprotan (n)} &= 2,00 \text{ kali} \\
\text{Asumsi kebutuhan } prime \text{ coat} &= 0,47 \text{ liter/m}^2 \\
\text{Kapasitas produktivitas/jam (Q1)} &= \frac{v1 \times 1000 \times b \times Fa \times Kdr}{n} \\
&= \frac{5,00 \times 1000 \times 0,75 \times 0,83 \times 0,47}{2,00} \\
&= 731,44 \text{ liter} \\
\text{Koefisien alat/Ltr} &= \frac{1}{Q2} \\
&= \frac{1}{731,44} \\
&= 0,00137 \text{ jam}
\end{aligned}$$

c. Koefisien tenaga kerja

$$\begin{aligned}
\text{Pekerja (P)} &= 4 \text{ orang} \\
\text{Mandor (M)} &= 1 \text{ orang} \\
\text{Jam kerja efektif/hari (Tk)} &= 7 \text{ jam} \\
\text{Produksi galian/hari (Qt)} &= Tk \times Q1 \\
&= 565,48 \times 7 \\
&= 3958,353 \text{ m}^3 \\
\text{1) Pekerja} &= \frac{(Tk \times P)}{Qt} \\
&= \frac{(7 \times 4)}{3958,353} \\
&= 0,007074 \text{ jam} \\
\text{2) Mandor} &= \frac{(Tk \times M)}{Qt} \\
&= \frac{(7 \times 1)}{3958,353} \\
&= 0,001768 \text{ jam}
\end{aligned}$$

4. Lapis aspal *AC BASE*

a. Koefisien bahan

1) Komposisi campuran *AC-BASE*

Agregat 20-30 mm`	=	14,12 %
Agregat 5-10 & 10-20 mm	=	38,19 %
Agregat 0-5 mm	=	41,84 %
Semen (FF)	=	0,95 %
Aspal (As)	=	4,9 %

2) Berat isi bahan

AC - Base (D)	=	2,3 ton/m ³
Agregat Pch Mesin 20-30 mm (Bill 1)	=	1,27 ton/m ³
Agregat Pch Mesin 5-10 & 10-20 mm (Bill 2)	=	1,27 ton/m ³
Agregat Pch Mesin 0 - 5 mm (Bill3)	=	1,31 ton/m ³
Rata-rata agregat pch mesin (Bill rata-rata)	=	1,28 ton/m ³
Faktor kehilangan material agregat (Fh1)	=	1,05
Faktor kehilangan material aspal (Fh2)	=	1,02

3) Perhitungan pemakaian bahan

$$\begin{aligned}
 \text{Agregat 20-30 mm} &= \frac{(\% \text{ Ag 20} - 30 \times \text{Fh1})}{\text{Bill 1}} \\
 &= \frac{(14,12 \times 1,05)}{1,27} \\
 &= 0,1167 \text{ m}^3 \\
 \text{Agregat 5-10 \& 10-20 mm} &= \frac{(\% \text{ Ag 5} - 20 \times \text{Fh1})}{\text{Bill 2}} \\
 &= \frac{(38,19 \times 1,05)}{1,27} \\
 &= 0,3157 \text{ m}^3 \\
 \text{Agregat 0-5 mm} &= \frac{(\% \text{ Ag 0} - 5 \times \text{Fh1})}{\text{Bill 3}} \\
 &= \frac{(41,84 \times 1,05)}{1,27} \\
 &= 0,3354 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Semen (FF)} &= (\% \text{ FF} \times Fh2) \times 1000 \\
 &= (0,95 \times 1,02) \times 1000 \\
 &= 9,690 \text{ kg} \\
 \text{Aspal (As)} &= (\% \text{ As} \times Fh2) \times 1000 \\
 &= (4,9 \times 1,02) \times 1000 \\
 &= 49,98 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b. Koefisien alat

1) *Wheel loader*

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas bucket (V)} &= 1,50 \text{ m}^3 \\
 \text{Faktor bucket (Fb)} &= 0,85 \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Kecepatan maju rata-rata (Vf)} &= 15 \text{ km/jam} \\
 \text{Kecepatan maju rata-rata (Vr)} &= 20 \text{ km/jam} \\
 \text{Muat ke bin (T1)} &= \frac{(I \times 60)}{Vf} \\
 &= \frac{(0,05 \times 60)}{15} \\
 &= 0,20 \text{ menit} \\
 \text{Kembali ke stock pile (T2)} &= \frac{(I \times 60)}{Vr} \\
 &= \frac{(0,05 \times 60)}{20} \\
 &= 0,15 \text{ menit} \\
 \text{Lain-lain (waktu pasti) (T3)} &= 0,70 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus (Ts)} &= T1 + T2 + T3 \\
 &= 0,20 + 0,15 + 0,70 \\
 &= 1,05 \text{ menit} \\
 \text{Kapasitas produktivitas/jam} &= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60 \times \text{Bill rata - rata}}{Ts1} \\
 \text{(Q1)} &= \frac{1,50 \times 0,85 \times 0,83 \times 60 \times 1,28}{1,05} \\
 &= 77,61 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q1} \\
 &= \frac{1}{77,61} \\
 &= 0,0129 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

2) *Asphalt mixing plant*

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas produksi (V)} &= 120 \text{ ton/jam} \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Kapasitas produktivitas/jam (Q2)} &= V \times Fa \\
 &= 120 \times 0,83 \\
 &= 99,6 \text{ ton} \\
 \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q2} \\
 &= \frac{1}{99,6} \\
 &= 0,0100 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

3) *Generator set*

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas produktivitas/jam (Q3)} &= V \times Fa \\
 &= 120 \times 0,83 \\
 &= 99,6 \text{ ton} \\
 \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q3} \\
 &= \frac{1}{99,6} \\
 &= 0,0100 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

4) *Dump truck*

$$\begin{aligned}
 \text{Muatan dalam bak yang} &= 4,35 \text{ m}^3 \\
 \text{diizinkan (V)} & \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Kecepatan rata-rata bermuatan} &= 20 \text{ km/jam} \\
 \text{(v1)} &
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Kecepatan rata-rata kosong (v2)} &= 40 \text{ km/jam} \\
\text{Kapasitas AMP/batch (Q2)} &= 1 \text{ ton} \\
\text{Waktu menyiapkan 1 batch AC-BC (Tb)} &= 1 \text{ menit} \\
\text{Jarak rata-rata } \textit{basecamp} \text{ ke lokasi pekerjaan (L)} &= 2,809 \text{ km} \\
\text{Mengisi bak (T1)} &= \frac{(V \times D)}{Q2b} \times Tb \\
&= \frac{(4,35 \times 2,3)}{1} \times 1 \\
&= 10,01 \text{ menit} \\
\text{Waktu angkut (T2)} &= \frac{L}{v1} \times 60 \\
&= \frac{2,809}{20,00} \times 60 \\
&= 8,43 \text{ menit} \\
\text{Waktu tunggu + } \textit{dump} \text{ + putar (T3)} &= 10,00 \text{ menit} \\
\text{Waktu kembali (T4)} &= \frac{L}{v2} \times 60 \\
&= \frac{4,30}{40,00} \times 60 \\
&= 4,214 \text{ menit} \\
\text{Waktu siklus (Ts)} &= T1 + T2 + T3 + T4 \\
&= 10,01 + 8,43 + 10,00 + 4,21 \\
&= 32,646 \text{ menit} \\
\text{Kapasitas produktivitas/jam (Q4)} &= \frac{V \times Fa \times 60 \times D}{Ts} \\
&= \frac{4,35 \times 0,83 \times 60 \times 2,3}{32,646} \\
&= 15,262 \text{ m}^3/\text{jam}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q4} \\
 &= \frac{1}{15,262} \\
 &= 0,0655 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

5) *Asphalt finisher*

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan menghampar (V)} &= 4 \text{ m/menit} \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Lebar hamparan (w)} &= 3,5 \text{ m} \\
 \text{Tebal lapis AC-base padat (t)} &= 0,20 \text{ m} \\
 \text{Kapasitas produktivitas/jam (Q5)} &= V \times w \times Fa \times t \times D \\
 &= 4 \times 3,5 \times 0,83 \times 0,20 \times 2,3 \\
 &= 320,71 \text{ ton} \\
 \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q5} \\
 &= \frac{1}{320,71} \\
 &= 0,0031 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

6) *Tandem roller*

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan rata-rata alat (v)} &= 5 \text{ km/jam} \\
 \text{Lebar area pemadatan (w)} &= 3,5 \text{ m} \\
 \text{Lebar efektif pemadatan (b)} &= 1,68 \text{ m} \\
 \text{Jumlah lintasan (n)} &= 6 \text{ lintasan} \\
 \text{Lebar overlap (bo)} &= 0,30 \text{ m} \\
 \text{Lajur lintasan (N)} &= \frac{w}{b - bo} \\
 &= \frac{3,5}{1,68 - 0,30}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 2,5 \text{ m} \\
 \text{Tebal hamparan} &= 0,20 \text{ m} \\
 \text{padat (t)} &= 0,20 \text{ m} \\
 \text{Faktor efisiensi alat} &= 0,83 \\
 \text{(Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Kapasitas} &= \frac{(V \times 1000) \times (N(b - b_o) + b_o) \times t \times F_a \times D1}{n \times N} \\
 \text{produktivitas/jam} &= \frac{(5,00 \times 1000) \times (2,5 (1,68 - 0,30) + 0,30) \times 0,20 \times 0,83 \times 2,3}{6,00 \times 2,5} \\
 \text{(Q6)} &= 439,07 \text{ ton} \\
 \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q6} \\
 &= \frac{1}{439,07} \\
 &= 0,0023 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

7) *Pneumatic tire roller*

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan rata-} &= 6 \text{ km/jam} \\
 \text{rata alat (v)} &= 6 \text{ km/jam} \\
 \text{Lebar area} &= 3,5 \text{ m} \\
 \text{pemadatan (w)} &= 3,5 \text{ m} \\
 \text{Lebar efektif} &= 2,29 \text{ m} \\
 \text{pemadatan (b)} &= 2,29 \text{ m} \\
 \text{Jumlah lintasan} &= 14 \text{ lintasan} \\
 \text{(n)} &= 14 \text{ lintasan} \\
 \text{Lebar overlap} &= 0,20 \text{ m} \\
 \text{(bo)} &= 0,20 \text{ m} \\
 \text{Lajur lintasan} &= \frac{w}{b - b_o} \\
 \text{(N)} &= \frac{3,5}{2,29 - 0,20} \\
 &= 1,67 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor efisiensi} &= 0,83 \\ \text{alat (Fa)} & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas} & \\ \text{produktivitas/jam} &= \frac{(V \times 1000) \times (N(b - b_0) + b_0) \times t \times Fa \times D1}{n \times N} \\ \text{(Q6)} & \\ &= \frac{(5,00 \times 1000) \times (1,67(2,29 - 0,30) + 0,30) \times 0,20 \times 0,83 \times 2,3}{14,00 \times 1,67} \\ &= 341,98 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q7} \\ &= \frac{1}{341,98} \\ &= 0,0029 \text{ jam} \end{aligned}$$

8) Alat bantu

Kereta dorong

Sekop

Garpu

Tongkat kontrol ketebalan hamparan

c. Koefisien tenaga kerja

$$\text{Pekerja (P)} = 10 \text{ orang}$$

$$\text{Mandor (M)} = 1 \text{ orang}$$

$$\text{Jam kerja efektif/hari (Tk)} = 7 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi galian/hari (Qt)} = Tk \times Q1$$

$$= 99,6 \times 7$$

$$= 697,2 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} 1) \text{ Pekerja} &= \frac{(Tk \times P)}{Qt} \end{aligned}$$

$$= \frac{(7 \times 10)}{697,2}$$

$$= 0,1004 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ Mandor} &= \frac{(Tk \times M)}{Qt} \end{aligned}$$

$$= \frac{(7 \times 1)}{697,2}$$

$$= 0,0100 \text{ jam}$$

5. Lapis perekat *Tack Coat*

a. Koefisien bahan

$$\begin{aligned} \text{Faktor kehilangan bahan (Fh)/(PC)} &= 1,02 \\ \text{Kadar residu aspal emulsi (Ae)} &= 60\% \\ \text{Aspal emulsi (m}^3 \text{ 1a)} &= \frac{PC}{Ae} \\ &= \frac{1,02}{60} \\ &= 1,700 \text{ liter} \end{aligned}$$

b. Koefisien alat

1) *Asphalt distributor*

$$\begin{aligned} \text{Lebar penyemprotan (b)} &= 3,50 \text{ m} \\ \text{Kecepatan penyemprotan (V)} &= 20,00 \text{ km/jam} \\ \text{Kapasitan pompa aspal (pas)} &= 1,514 \text{ liter/menit} \\ \text{Faktor koreksi untuk efektivitas (eff)} &= 0,75 \% \\ \text{Faktor efisiensi kerja (Fa)} &= 0,83 \\ \text{Kapasitas produktivitas/jam (Q1)} &= \text{pas} \times \text{eff} \times \text{Fa} \times 60 \\ &= 1,514 \times 0,75 \times 0,83 \times 60 \\ &= 565,48 \text{ liter} \\ \text{Koefisien alat/Ltr} &= \frac{1}{Q1} \\ &= \frac{1}{565,48} \\ &= 0,00177 \text{ jam} \end{aligned}$$

2) *Air compressor*

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan (v1)} &= 5,00 \text{ km/jam} \\ \text{Lebar penyemprotan (b)} &= 0,75 \text{ m} \\ \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah penyemprotan (n)} &= 1,00 \text{ kali} \\
 \text{Asumsi kebutuhan } tack \text{ coat} &= 0,17 \text{ liter/m}^2 \\
 \text{Kapasitas produktivitas/jam} &= \frac{v1 \times 1000 \times b \times Fa \times Kdr}{n} \\
 \text{(Q2)} &= \frac{5,00 \times 1000 \times 0,75 \times 0,83 \times 0,17}{1,00} \\
 &= 513,56 \text{ liter} \\
 \text{Koefisien alat/Ltr} &= \frac{1}{Q2} \\
 &= \frac{1}{513,56} \\
 &= 0,00195 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

c. Koefisien tenaga kerja

$$\begin{aligned}
 \text{Pekerja (P)} &= 4 \text{ orang} \\
 \text{Mandor (M)} &= 1 \text{ orang} \\
 \text{Jam kerja efektif/hari (Tk)} &= 7 \text{ jam} \\
 \text{Produksi galian/hari (Qt)} &= Tk \times Q1 \\
 &= 56,548 \times 7 \\
 &= 3958,353 \text{ m}^3 \\
 \text{1) Pekerja} &= \frac{(Tk \times P)}{Qt} \\
 &= \frac{(7 \times 4)}{3958,353} \\
 &= 0,0071 \text{ jam} \\
 \text{2) Mandor} &= \frac{(Tk \times M)}{Qt} \\
 &= \frac{(7 \times 1)}{3958,353} \\
 &= 0,0018 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

6. Lapis aspal AC-BC

a. Koefisien bahan

1) Komposisi campuran AC-BC

Agregat 5-10 & 10-20 mm	=	46,83 %
Agregat 0-5 mm	=	46,83 %
Semen (FF)	=	0,95 %
Asphalt (As)	=	5,4 %
Faktor kehilangan material agregat (Fh1)	=	1,05
Faktor kehilangan material aspal (Fh2)	=	1,02

2) Berat isi bahan

AC - BC (D)	=	2,3 ton/m ³
Agregat Pch Mesin 5-10 & 10-20 mm (Bill 1)	=	1,27 ton/m ³
Agregat Pch Mesin 0 - 5 mm (Bill 2)	=	1,31 ton/m ³
Rata-rata agregat pch mesin (Bill rata-rata)	=	1,29 ton/m ³

3) Perhitungan pemakaian bahan

Agregat 5-10 & 10-20 mm	=	$\frac{(\% \text{ Ag } 5 - 20 \times \text{Fh1})}{\text{Bill 1}}$
	=	$\frac{(46,83 \times 1,05)}{1,27}$
	=	0,3871 m ³
Agregat 0-5 mm	=	$\frac{(\% \text{ Ag } 0 - 5 \times \text{Fh1})}{\text{Bill 2}}$
	=	$\frac{(46,83 \times 1,05)}{1,31}$
	=	0,3753 m ³
Semen	=	$(\% \text{ FF } \times \text{Fh2}) \times 1000$
	=	$(0,9 \times 1,02) \times 1000$
	=	9,690 kg
Asphalt	=	$(\% \text{ As } \times \text{Fh2}) \times 1000$
	=	$(5,4 \times 1,02) \times 1000$
	=	55,08 kg

b. Koefisien alat berat

1) *Wheel loader*

Kapasitas bucket (V)	=	1,50 m ³
----------------------	---	---------------------

$$\begin{aligned}
\text{Faktor bucket (Fb)} &= 0,85 \\
\text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
\text{Jarak } stock \text{ pile ke cold bin (I)} &= 0,05 \text{ km} \\
\text{Kecepatan maju rata-rata (Vf)} &= 15 \text{ km/jam} \\
\text{Kecepatan maju rata-rata (Vr)} &= 20 \text{ km/jam} \\
\text{Muat ke bin (T1)} &= \frac{(I \times 60)}{Vf} \\
&= \frac{(0,05 \times 60)}{15} \\
&= 0,20 \text{ menit} \\
\text{Kembali ke } stock \text{ pile (T2)} &= \frac{(I \times 60)}{Vr} \\
&= \frac{(0,05 \times 60)}{20} \\
&= 0,15 \text{ menit} \\
\text{Lain-lain (waktu pasti) (T3)} &= 0,70 \text{ menit} \\
\text{Waktu siklus (Ts)} &= T1 + T2 + T3 \\
&= 0,20 + 0,15 + 0,70 \\
&= 1,05 \text{ menit} \\
\text{Kapasitas produktivitas/jam (Q1)} &= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60 \times \text{Bill rata - rata}}{Ts1} \\
&= \frac{1,50 \times 0,85 \times 0,83 \times 60 \times 1,29}{1,05} \\
&= 78,01 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q1} \\
&= \frac{1}{78,01} \\
&= 0,0128 \text{ jam}
\end{aligned}$$

2) Asphalt mixing plant

$$\begin{aligned}
\text{Kapasitas produksi (V)} &= 120 \text{ ton/jam} \\
\text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
\text{Kapasitas produktivitas/jam (Q2)} &= V \times Fa
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 120 \times 0,83 \\
 &= 99,6 \text{ ton} \\
 \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q2} \\
 &= \frac{1}{99,6} \\
 &= 0,0100 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

3) *Generator set*

$$\begin{aligned}
 \text{Kapabilitas produktivitas/jam (Q3)} &= V \times Fa \\
 &= 120 \times 0,83 \\
 &= 99,6 \text{ ton} \\
 \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q3} \\
 &= \frac{1}{99,6} \\
 &= 0,0100 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

4) *Dump truck*

$$\begin{aligned}
 \text{Muatan dalam bak yang} &= 4,35 \text{ m}^3 \\
 \text{diizinkan (V)} & \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Kecepatan rata-rata} &= 20 \text{ km/jam} \\
 \text{bermuatan (v1)} & \\
 \text{Kecepatan rata-rata kosong} &= 40 \text{ km/jam} \\
 \text{(v2)} & \\
 \text{Kapabilitas AMP/batch (Q2b)} &= 1 \text{ ton} \\
 \text{Waktu menyiapkan 1 batch} &= 1 \text{ menit} \\
 \text{AC-BC (Tb)} & \\
 \text{Jarak rata-rata basecamp ke} &= 2,809 \text{ km} \\
 \text{lokasi pekerjaan (L)} & \\
 \text{Mengisi bak (T1)} &= \frac{(V \times D)}{Q2b} \times Tb
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{(4,35 \times 2,3)}{1} \times 1 \\
&= 10,01 \text{ menit} \\
\text{Waktu angkut (T2)} &= \frac{L}{v1} \times 60 \\
&= \frac{2,809}{20} \times 60 \\
&= 8,427 \text{ menit} \\
\text{Waktu tunggu + dump +} \\
\text{putar (T3)} &= 10,00 \text{ menit} \\
\text{Waktu kembali (T4)} &= \frac{L}{v2} \times 60 \\
&= \frac{2,809}{40} \times 60 \\
&= 4,21 \text{ menit} \\
\text{Waktu siklus (Ts)} &= T1 + T2 + T3 + T4 \\
&= 10,00 + 8,247 + 10,00 + 4,21 \\
&= 32,65 \text{ menit} \\
\text{Kapabilitas produktivitas/jam} \\
\text{(Q4)} &= \frac{V \times Fa \times 60 \times D}{Ts} \\
&= \frac{4,35 \times 0,83 \times 60 \times 2,3}{32,65} \\
&= 15,262 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q4} \\
&= \frac{1}{15,262} \\
&= 0,066 \text{ jam}
\end{aligned}$$

5) Asphalt finisher

$$\begin{aligned}
\text{Kecepatan menghampar (V)} &= 5 \text{ m/menit} \\
\text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
\text{Lebar hamparan (w)} &= 3,5 \text{ m} \\
\text{Tebal lapis AC-BC padat (t)} &= 0,075 \text{ m}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas produktivitas/jam (Q5)} &= V \times w \times Fa \times t \times D \\
 &= 5 \times 3,5 \times 0,83 \times 0,075 \times 2,3 \\
 &= 150,35 \text{ ton} \\
 \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q5} \\
 &= \frac{1}{150,35} \\
 &= 0,007 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

6) *Tandem roller*

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan rata-rata alat (v)} &= 5 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar efektif pemadatan (b)} &= 1,68 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah lintasan (n)} &= 6 \text{ lintasan}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar overlap (bo)} &= 0,20 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lajur lintasan (N)} &= \frac{w}{b - bo} \\
 &= \frac{3,5}{1,68 - 0,20} \\
 &= 2,4 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal lapis AC-BC (t)} &= 0,075 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas produktivitas/jam (Q6)} &= \frac{(V \times 1000) \times (N(b - bo) + bo) \times t \times Fa \times D1}{n \times N} \\
 &= \frac{(5,00 \times 1000) \times (2,4 (1,68 - 0,20) + 0,20) \times 0,075 \times 0,83 \times 2,3}{6,00 \times 2,4} \\
 &= 186,673 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q_6} \\
 &= \frac{1}{186,673} \\
 &= 0,00536 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

7) *Pneumatic tire roller*

$$\begin{aligned}
 \text{Kecepatan rata-rata alat (v)} &= 6 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar efektif pemadatan (b)} &= 2,29 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah lintasan (n)} &= 14 \text{ lintasan}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar overlap (bo)} &= 0,20 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Lajur lintasan (N)} &= \frac{w}{b - b_o} \\
 &= \frac{3,5}{2,29 - 0,20} \\
 &= 1,67 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas produktivitas/jam (Q}_6\text{)} &= \frac{(V \times 1000) \times (N(b - b_o) + b_o) \times t \times F_a \times D}{n \times N} \\
 &= \frac{(6,00 \times 1000) \times (1,67(2,29 - 0,20) + 0,20) \times 0,07 \times 0,83 \times 2,3}{14,00 \times 1,67} \\
 &= 135,57 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q_7} \\
 &= \frac{1}{135,57} \\
 &= 0,0074 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

8) Alat bantu

Kereta dorong

Sekop

Tongkat kontrol ketebalan hamparan

c. Koefisien tenaga kerja

$$\begin{aligned}
 \text{Pekerja (P)} &= 10 \text{ orang} \\
 \text{Mandor (M)} &= 1 \text{ orang} \\
 \text{Jam kerja efektif/hari (Tk)} &= 7 \text{ jam} \\
 \text{Produksi galian/hari (Qt)} &= Tk \times Q_2 \\
 &= 7 \times 99,60 \\
 &= 697,2 \text{ m}^3 \\
 1) \text{ Pekerja} &= \frac{(Tk \times P)}{Qt} \\
 &= \frac{(7 \times 10)}{697,2} \\
 &= 0,1004 \text{ jam} \\
 2) \text{ Mandor} &= \frac{(Tk \times 1)}{Qt} \\
 &= \frac{(7 \times 1)}{697,2} \\
 &= 0,0100 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

7. Lapis aspal AC-WC

a. Koefisien bahan

1) Komposisi campuran AC-WC

$$\begin{aligned}
 \text{Agregat 5-10 \& 10-15 mm} &= 40,39 \% \\
 \text{Agregat 0-5 mm} &= 52,82 \% \\
 \text{Semen (FF)} &= 0,94 \% \\
 \text{Asphalt (As)} &= 5,85 \% \\
 \text{Faktor kehilangan material agregat (Fh1)} &= 1,05 \\
 \text{Faktor kehilangan material aspal (Fh2)} &= 1,02
 \end{aligned}$$

2) Berat isi bahan

AC - WC (D)	=	2,3 ton/m ³
Agregat Pch Mesin 5-10 & 10-20 mm (Bill 1)	=	1,27 ton/m ³
Agregat Pch Mesin 0 - 5 mm (Bill 2)	=	1,31 ton/m ³
Rata-rata agregat pch mesin (Bill rata-rata)	=	1,29 ton/m ³

3) Perhitungan pemakaian bahan

Agregat 5-10 & 10-15 mm	=	$\frac{(\% \text{ Ag } 5 - 15 \times \text{Fh1})}{\text{Bill 1}}$
	=	$\frac{(40,39 \times 1,05)}{1,27}$
	=	0,3339 m ³
Agregat 0-5 mm	=	$\frac{(\% \text{ Ag } 0 - 5 \times \text{Fh1})}{\text{Bill 2}}$
	=	$\frac{(52,82 \times 1,05)}{1,31}$
	=	0,4234 m ³
Semen	=	$(\% \text{ FF } \times \text{Fh2}) \times 1000$
	=	$(0,94 \times 1,02) \times 1000$
	=	9,588 kg
Asphalt	=	$(\% \text{ As } \times \text{Fh2}) \times 1000$
	=	$(5,85 \times 1,02) \times 1000$
	=	59,67 kg

b. Koefisien alat

1) *Wheel loader*

Kapasitas bucket (V)	=	1,50 m ³
Faktor bucket (Fb)	=	0,85
Faktor efisiensi alat (Fa)	=	0,83
Jarak <i>stock pile</i> ke <i>cold bin</i> (I)	=	0,05 km
Kecepatan maju rata-rata (Vf)	=	15 km/jam
Kecepatan maju rata-rata (Vr)	=	20 km/jam
Muat ke bin (T1)	=	$\frac{(I \times 60)}{Vf}$

$$\begin{aligned}
&= \frac{(0,05 \times 60)}{15} \\
&= 0,20 \text{ menit} \\
\text{Kembali ke } stock \text{ pile } (T2) &= \frac{(I \times 60)}{V_r} \\
&= \frac{(0,05 \times 60)}{20} \\
&= 0,15 \text{ menit} \\
\text{Lain-lain (waktu pasti) } (T3) &= 0,70 \text{ menit} \\
\text{Waktu siklus } (T_s) &= T1 + T2 + T3 \\
&= 0,20 + 0,15 + 0,70 \\
&= 1,05 \text{ menit} \\
\text{Kapabilitas produktivitas/jam} &= \frac{V \times F_b \times F_a \times 60 \times \text{Bill rata - rata}}{T_{s1}} \\
(Q1) &= \frac{1,50 \times 0,85 \times 0,83 \times 60 \times 1,29}{1,05} \\
&= 78,01 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q1} \\
&= \frac{1}{78,01} \\
&= 0,0128 \text{ jam}
\end{aligned}$$

2) Asphalt mixing plant

$$\begin{aligned}
\text{Kapabilitas produksi } (V) &= 120 \text{ ton/jam} \\
\text{Faktor efisiensi alat } (F_a) &= 0,83 \\
\text{Kapabilitas produktivitas/jam } (Q2) &= V \times F_a \\
&= 120 \times 0,83 \\
&= 99,6 \text{ ton} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q2} \\
&= \frac{1}{99,6} \\
&= 0,0100 \text{ jam}
\end{aligned}$$

3) *Generator set*

$$\begin{aligned}
 \text{Kapabilitas produktivitas/jam (Q3)} &= V \times Fa \\
 &= 120 \times 0,83 \\
 &= 99,6 \text{ ton} \\
 \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q3} \\
 &= \frac{1}{99,6} \\
 &= 0,0100 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

4) *Dump truck*

$$\begin{aligned}
 \text{Muatan dalam bak yang} & \\
 \text{diizinkan (V)} &= 4,320 \text{ m}^3 \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Kecepatan rata-rata} & \\
 \text{bermuatan (v1)} &= 20 \text{ km/jam} \\
 \text{Kecepatan rata-rata kosong} & \\
 \text{(v2)} &= 40 \text{ km/jam} \\
 \text{Kapabilitas AMP/batch (Q2b)} &= 1 \text{ ton} \\
 \text{Waktu menyiapkan 1 batch} & \\
 \text{AC-WC (Tb)} &= 1 \text{ menit} \\
 \text{Jarak rata-rata basecamp ke} & \\
 \text{lokasi pekerjaan (L)} &= 2,809 \text{ km} \\
 \text{Mengisi bak (T1)} &= \frac{(V \times D)}{Q2b} \times Tb \\
 &= \frac{(4,320 \times 2,3)}{1} \times 1 \\
 &= 10,00 \text{ menit} \\
 \text{Waktu angkut (T2)} &= \frac{L}{v1} \times 60 \\
 &= \frac{2,809}{20} \times 60 \\
 &= 8,427 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Waktu tunggu + dump +} & \\
\text{putar (T3)} &= 10,00 \text{ menit} \\
\text{Waktu kembali (T4)} &= \frac{L}{v2} \times 60 \\
&= \frac{2,809}{40} \times 60 \\
&= 4,2135 \text{ menit} \\
\text{Waktu siklus (Ts)} &= T1 + T2 + T3 + T4 \\
&= 10,00 + 8,43 + 10,00 + 4,21 \\
&= 32,64 \text{ menit} \\
\text{Kapasitas produktivitas/jam} &= \frac{V \times Fa \times 60 \times D}{Ts} \\
\text{(Q4)} &= \frac{4,32 \times 0,83 \times 60 \times 2,3}{32,64} \\
&= 15,257 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q4} \\
&= \frac{1}{15,527} \\
&= 0,06554 \text{ jam}
\end{aligned}$$

5) Asphalt finisher

$$\begin{aligned}
\text{Kecepatan menghampar (V)} &= 5 \text{ m/menit} \\
\text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
\text{Lebar hamparan (w)} &= 3,5 \text{ m} \\
\text{Tebal lapis AC-WC padat (t)} &= 0,040 \text{ m} \\
\text{Kapasitas produktivitas/jam (Q5)} &= V \times w \times Fa \times t \times D \\
&= 5 \times 3,5 \times 0,83 \times 0,040 \times 2,3 \\
&= 80,70 \text{ ton} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q5} \\
&= \frac{1}{80,70} \\
&= 0,0124 \text{ jam}
\end{aligned}$$

6) *Tandem roller*

$$\begin{array}{lcl} \text{Kecepatan rata-} & & \\ \text{rata alat (v)} & = & 4 \text{ km/jam} \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Lebar area} & & \\ \text{pemadatan (w)} & = & 3,5 \text{ m} \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Lebar efektif} & & \\ \text{pemadatan (b)} & = & 1,68 \text{ m} \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Jumlah lintasan} & & \\ \text{(n)} & = & 6 \text{ lintasan} \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Lebar overlap} & & \\ \text{(bo)} & = & 0,20 \text{ m} \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Lajur lintasan} & & \\ \text{(N)} & = & \frac{w}{b - bo} \\ & = & \frac{3,5}{1,68 - 0,20} \\ & = & 2,4 \text{ m} \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Tebal lapis AC-} & & \\ \text{WC (t)} & = & 0,075 \text{ m} \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Faktor efisiensi} & & \\ \text{alat (Fa)} & = & 0,83 \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Kapasitas} & & \\ \text{produktivitas/jam} & = & \frac{(V \times 1000) \times (N(b - bo) + bo) \times t \times Fa \times D}{n \times N} \\ \text{(Q6)} & & \\ & = & \frac{(5,00 \times 1000) \times (2,4 (1,68 - 0,20) + 0,20) \times 0,040 \times 0,83 \times 2,3}{6,00 \times 2,4} \\ & = & 80,17 \text{ ton} \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Koefisien alat/m}^3 & = & \frac{1}{Q6} \\ & = & \frac{1}{80,17} \\ & = & 0,0125 \text{ jam} \end{array}$$

7) *Pneumatic tire roller*

$$\begin{aligned}
\text{Kecepatan rata-rata alat (v)} &= 6 \text{ km/jam} \\
\text{Lebar area pemadatan (w)} &= 3,5 \text{ m} \\
\text{Lebar efektif pemadatan (b)} &= 2,29 \text{ m} \\
\text{Jumlah lintasan (n)} &= 14 \text{ lintasan} \\
\text{Lebar overlap (bo)} &= 0,20 \text{ m} \\
\text{Lajur lintasan (N)} &= \frac{w}{b - bo} \\
&= \frac{3,5}{2,29 - 0,20} \\
&= 1,67 \text{ m} \\
\text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
\text{Kapasitas produktivitas/jam (Q6)} &= \frac{(V \times 1000) \times (N(b - bo) + bo) \times t \times Fa \times D}{n \times N} \\
&= \frac{(6,00 \times 1000) \times (1,67(2,29 - 0,20) + 0,20) \times 0,040 \times 0,83 \times 2,3}{14,00 \times 1,67} \\
&= 72,78 \text{ ton} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q7} \\
&= \frac{1}{72,78} \\
&= 0,0137 \text{ jam}
\end{aligned}$$

8) Alat bantu

Kereta dorong

Rambu

Sekop

Garpu

Tongkat kontrol ketebalan hamparan

c. Koefisien tenaga kerja

$$\begin{aligned}
 \text{Pekerja (P)} &= 10 \text{ orang} \\
 \text{Mandor (M)} &= 1 \text{ orang} \\
 \text{Jam kerja efektif/hari (Tk)} &= 7 \text{ jam} \\
 \text{Produksi galian/hari (Qt)} &= Tk \times Q_2 \\
 &= 7 \times 99,60 \\
 &= 697,2 \text{ m}^3 \\
 1) \text{ Pekerja} &= \frac{(Tk \times P)}{Qt} \\
 &= \frac{(7 \times 10)}{697,2} \\
 &= 0,1004 \text{ jam} \\
 2) \text{ Mandor} &= \frac{(Tk \times 1)}{Qt} \\
 &= \frac{(7 \times 1)}{697,2} \\
 &= 0,0100 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

D. Pekerjaan bahu jalan

1. Bahu jalan lapis fondasi agregat kelas B

a. Koefisien bahan

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Agregat kelas B} &= 1,250 \text{ m}^3 \\
 2) \text{ Proporsi campuran} \\
 \text{Fraksi pecah mesin 5-10 \& 10-} & \\
 \text{20 \& 20-40} &= 36,30 \% \\
 \text{Pasir batu 0-40 (4 < PI < 10 ;} & \\
 \text{LL < 35 \%)} &= 63,7 \% \\
 \text{Berat isi padat (BiP)} &= 1,7800 \text{ ton/m}^3 \\
 \text{Faktor kehilangan material (Fh)} &= 1,025 \\
 \text{Berat isi agregat lepas (BIL)} &= 1,4600 \text{ ton/m}^3
 \end{aligned}$$

b. Koefisien alat berat

1) *Wheel loader*

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas bucket (V)} &= 1,50 \text{ m}^3 \\
 \text{Faktor bucket (Fb)} &= 1,05 \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Memuat dan lain-lain (T1)} &= 0,45 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus (Ts)} &= 0,45 \text{ menit} \\
 \text{Kapasitas produktivitas/jam (Q1)} &= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts1} \\
 &= \frac{1,50 \times 1,05 \times 0,83 \times 60}{0,45} \\
 &= 174,30 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q1} \\
 &= \frac{1}{174,30} \\
 &= 0,0057 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

2) *Dump truck*

$$\begin{aligned}
 \text{Muatan dalam bak yang} & \\
 \text{diizinkan (V)} &= 6,85 \text{ m}^3 \\
 \text{Jarak rata-rata basecamp ke} & \\
 \text{lokasi pekerjaan (L)} &= 2,809 \text{ km} \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Kecepatan rata-rata} & \\
 \text{bermuatan (v1)} &= 20,00 \text{ km/jam} \\
 \text{Kecepatan rata-rata kosong} & \\
 \text{(v2)} &= 40,00 \text{ km/jam} \\
 \text{Muatan (T1)} &= \frac{V \times 60}{Q1} \\
 &= \frac{6,85 \times 60}{174,30} \\
 &= 2,36 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Waktu tempuh isi (T2)} &= \frac{L}{v1} \times 60 \\
&= \frac{2,809}{20,00} \times 60 \\
&= 8,43 \text{ menit} \\
\text{Waktu tempuh kosong (T3)} &= \frac{L}{v2} \times 60 \\
&= \frac{2,809}{40,00} \times 60 \\
&= 4,21 \text{ menit} \\
\text{Lain-lain (T4)} &= 1,45 \text{ menit} \\
\text{Waktu siklus (Ts)} &= T1 + T2 + T3 + T4 \\
&= 2,36 + 8,43 + 4,21 + 1,45 \\
&= 16,45 \text{ menit} \\
\text{Kapasitas produktivitas/jam} &= \frac{V \times Fa \times 60}{Ts} \\
\text{(Q2)} &= \frac{6,85 \times 0,83 \times 60}{16,45} \\
&= 20,74 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q2} \\
&= \frac{1}{20,74} \\
&= 0,0482 \text{ jam}
\end{aligned}$$

3) *Motor grader*

$$\begin{aligned}
\text{Panjang hamparan} &= 50,00 \text{ m} \\
\text{(Lh)} & \\
\text{Lebar hamparan (w)} &= 1,00 \text{ m} \\
\text{Tebal lapis agregat} &= 0,15 \text{ m} \\
\text{padat (t)} & \\
\text{Lebar overlap (bo)} &= 0,30 \text{ m} \\
\text{Lebar efektifitas kerja} &= 2,60 \text{ m} \\
\text{blade (b)} &
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Kecepatan rata-rata alat (v)} &= 4,00 \text{ km/jam} \\
\text{Jumlah lintasan (n)} &= 4 \text{ lintasan} \\
\text{Jumlah lajur lintasan (N)} &= \frac{w}{b - b_o} \\
&= \frac{1,00}{2,60 - 0,30} \\
&= 0,43 \text{ kali} \\
\text{Faktor efisiensi kerja (Fa)} &= 0,60 \\
\text{Perataan satu kali lintasan (T1)} &= \frac{L_h}{(v \times 1000) \times 60} \\
&= \frac{50,00}{(4,00 \times 1000) \times 60} \\
&= 0,75 \text{ menit} \\
\text{Lain-lain (T2)} &= 1,00 \text{ menit} \\
\text{Waktu siklus (Ts)} &= T1 + T2 \\
&= 0,75 + 1,00 \\
&= 1,75 \text{ menit} \\
\text{Kapasitas produktivitas/jam (Q3)} &= \frac{L_h \times (N(b - b_o) + b_o) \times t \times Fa \times 60}{n \times Ts^3 \times N} \\
&= \frac{50,00 \times (0,43(2,60 - 0,30) + 0,30) \times 0,15 \times 0,60 \times 60}{4,00 \times 1,75 \times 0,43} \\
&= 115,33 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q3} \\
&= \frac{1}{115,33} \\
&= 0,00867 \text{ jam}
\end{aligned}$$

4) *Vibratory roller*

$$\begin{aligned}
\text{Kecepatan rata-rata alat (v)} &= 3,00 \text{ km/jam}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Lebar lajur lintasan} &= 1,00 \text{ m} \\
(w) & \\
\text{Lebar roda pemadat} &= 1,68 \text{ m} \\
(b) & \\
\text{Lebar overlap (bo)} &= 0,30 \text{ m} \\
\text{Tebal lapis agregat} &= 0,15 \text{ m} \\
\text{padat (t)} & \\
\text{Lebar efektif} &= b - bo \\
\text{pemadatan (be)} & \\
&= 1,68 - 0,30 \\
&= 1,38 \text{ m} \\
\text{Jumlah lintasan (n)} &= 4,00 \text{ lintasan} \\
\text{Jumlah lajur lintasan} &= \frac{w}{b - bo} \\
(N) & \\
&= \frac{1,00}{1,68 - 0,30} \\
&= 0,72 \text{ kali} \\
\text{Faktor efisiensi alat} &= 0,60 \\
(Fa) & \\
\text{Kapasitas} & \\
\text{produktivitas/jam} &= \frac{(V \times 1000) \times (N(b - bo) + bo) \times t \times Fa}{n \times N} \\
(Q4) & \\
&= \frac{(3,00 \times 1000) \times (0,72(1,68 - 0,30) + 0,30) \times 0,15 \times 0,60}{4,00 \times 0,72} \\
&= 121,10 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q4} \\
&= \frac{1}{121,10} \\
&= 0,00826 \text{ jam}
\end{aligned}$$

5) Alat bantu

Kereta dorong

Sekop

Garpu

Terpal

c. Koefisien tenaga kerja

$$\text{Pekerja (P)} = 7 \text{ orang}$$

$$\text{Mandor (M)} = 1 \text{ orang}$$

$$\text{Jam kerja efektif/hari (Tk)} = 7 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi galian/hari (Qt)} = \text{Tk} \times \text{Q1}$$

$$= 174,30 \times 7$$

$$= 1,220 \text{ m}^3$$

$$1) \text{ Pekerja} = \frac{(\text{Tk} \times \text{P})}{\text{Qt}}$$

$$= \frac{(7 \times 7)}{1,220}$$

$$= 0,04016 \text{ jam}$$

$$2) \text{ Mandor} = \frac{(\text{Tk} \times \text{M})}{\text{Qt}}$$

$$= \frac{(7 \times 1)}{1,220}$$

$$= 0,0057 \text{ jam}$$

2. Bahu jalan lapis fondasi agregat kelas A

a. Koefisien bahan

$$\text{Agregat kelas A} = 1,2613 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat isi padat (BiP)} = 1,7750 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Faktor kehilangan material (Fh)} = 1,025$$

$$\text{Berat isi agregat lepas (BIL)} = 1,4425 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Proporsi campuran} =$$

$$\text{Fraksi pecah mesin 5-10 \& 10-20 \& 20-40} = 69,85 \%$$

$$\text{Pasir urug (PI < 6\%, LL < 25\%) (PU)} = 30,15 \%$$

b. Koefisien alat berat

1) *Wheel loader*

$$\text{Kapasitas bucket (V)} = 1,50 \text{ m}^3$$

$$\text{Faktor bucket (Fb)} = 1,05$$

$$\begin{aligned}
\text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
\text{Memuat dan lain-lain (T1)} &= 0,45 \text{ menit} \\
\text{Waktu siklus (Ts)} &= 0,45 \text{ menit} \\
\text{Kapasitas produktivitas/jam (Q1)} &= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts1} \\
&= \frac{1,50 \times 1,05 \times 0,83 \times 60}{0,45} \\
&= 174,30 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q1} \\
&= \frac{1}{174,30} \\
&= 0,0057 \text{ jam}
\end{aligned}$$

2) Dump truck

$$\begin{aligned}
\text{Muatan dalam bak yang diizinkan (V)} &= 6,93 \text{ m}^3 \\
\text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
\text{Kecepatan rata-rata bermuatan (v1)} &= 40,00 \text{ km/jam} \\
\text{Kecepatan rata-rata kosong (v2)} &= 60,00 \text{ km/jam} \\
\text{Jarak rata-rata basecamp ke lokasi pekerjaan (L)} &= 2,809 \text{ km} \\
\text{Muatan (T1)} &= \frac{V \times 60}{Q1} \\
&= \frac{6,93 \times 60}{174,30} \\
&= 2,39 \text{ menit} \\
\text{Waktu tempuh isi (T2)} &= \frac{L}{v1} \times 60 \\
&= \frac{2,809}{40,00} \times 60 \\
&= 4,21 \text{ menit}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Waktu tempuh kosong (T3)} &= \frac{L}{v_2} \times 60 \\
&= \frac{2,809}{60,00} \times 60 \\
&= 2,81 \text{ menit} \\
\text{Lain-lain (T4)} &= 1,45 \text{ menit} \\
\text{Waktu siklus (Ts)} &= T1 + T2 + T3 + T4 \\
&= 2,39 + 4,21 + 2,81 + 1,45 \\
&= 10,86 \text{ menit} \\
\text{Kapabilitas produktivitas/jam (Q2)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{Ts} \\
&= \frac{6,93 \times 0,83 \times 60}{10,86} \\
&= 31,78 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q2} \\
&= \frac{1}{31,78} \\
&= 0,03146 \text{ jam}
\end{aligned}$$

3) Motor grader

$$\begin{aligned}
\text{Panjang hamparan} &= 50,00 \text{ m} \\
\text{(Lh)} & \\
\text{Lebar hamparan (W)} &= 1,00 \text{ m} \\
\text{Tebal lapis agregat} &= 0,315 \text{ m} \\
\text{padat (t)} & \\
\text{Lebar overlap (bo)} &= 0,30 \\
\text{Lebar kerja blade (b)} &= 2,60 \text{ m} \\
\text{Kecepatan rata-rata} &= 4,00 \text{ km/jam} \\
\text{alat (v)} &
\end{aligned}$$

$$\text{Jumlah lintasan (n)} = 4,00 \text{ lintasan}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah lajur lintasan (N)} &= \frac{w}{b - b_o} \\ &= \frac{1,00}{2,60 - 0,30} \\ &= 0,43 \text{ kali} \end{aligned}$$

$$\text{Faktor efisiensi kerja (Fa)} = 0,60$$

$$\begin{aligned} \text{Perataan satu kali lintasan (T1)} &= \frac{L_h}{(v \times 1000) \times 60} \\ &= \frac{50,00}{(4,00 \times 1000) \times 60} \\ &= 0,75 \text{ menit} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus (Ts)} &= T1 + T2 \\ &= 0,75 + 1,00 \\ &= 1,75 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produktivitas/jam (Q3)} &= \frac{L_h \times (N(b - b_o) + b_o) \times t \times Fa \times 60}{n \times Ts \times 3 \times N} \\ &= \frac{50,00 \times (0,43(2,60 - 0,30) + 0,30) \times 0,315 \times 0,60 \times 60}{4,00 \times 1,75 \times 0,43} \\ &= 242,19 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q3} \\ &= \frac{1}{242,19} \\ &= 0,00413 \text{ jam} \end{aligned}$$

4) *Vibratory roller*

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan rata-rata alat (v)} &= 3,00 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Lebar lajur lintasan} &= 1,00 \text{ m} \\
(w) & \\
\text{Lebar roda pemadat} &= 1,68 \text{ m} \\
(b) & \\
\text{Lebar overlap (bo)} &= 0,20 \text{ m} \\
\text{Tebal lapis agregat} &= 0,32 \text{ m} \\
\text{padat (t)} & \\
\text{Lebar efektif} &= b - bo \\
\text{pemadatan (be)} & \\
&= 1,68 - 0,20 \\
&= 1,48 \text{ m} \\
\text{Jumlah lintasan (n)} &= 8,00 \text{ lintasan} \\
\text{Jumlah lajur} &= \frac{w}{b - bo} \\
\text{lintasan (N)} &= \frac{1,00}{1,68 - 0,20} \\
&= 0,67 \text{ kali} \\
\text{Faktor efisiensi alat} &= 0,83 \\
(Fa) & \\
\text{Kapasitas} & \\
\text{produktivitas/jam} &= \frac{(V \times 1000) \times (N(b - bo) + bo) \times t \times Fa}{n \times N} \\
(Q4) & \\
&= \frac{(3,00 \times 1000) \times (0,67(1,68 - 0,20) + 0,20) \times 0,32 \times 0,83}{4,00 \times 0,67} \\
&= 174,13 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q4} \\
&= \frac{1}{174,13} \\
&= 0,00574 \text{ jam}
\end{aligned}$$

5) Alat bantu

Kereta dorong

Sekop

Terpal

c. Koefisien tenaga kerja

$$\begin{aligned}
 \text{Pekerja (P)} &= 7 \text{ orang} \\
 \text{Mandor (M)} &= 1 \text{ orang} \\
 \text{Jam kerja efektif/hari (Tk)} &= 7 \text{ jam} \\
 \text{Produksi galian/hari (Qt)} &= \text{Tk} \times \text{Q1} \\
 &= 174,30 \times 7 \\
 &= 1,220 \text{ m}^3 \\
 1) \text{ Pekerja} &= \frac{(\text{Tk} \times \text{P})}{\text{Qt}} \\
 &= \frac{(7 \times 7)}{1,220} \\
 &= 0,0402 \text{ jam} \\
 2) \text{ Mandor} &= \frac{(\text{Tk} \times \text{M})}{\text{Qt}} \\
 &= \frac{(7 \times 1)}{1,220} \\
 &= 0,0057 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

3. Bahu jalan lapis fondasi agregat kelas S

a. Koefisien bahan

$$\begin{aligned}
 \text{Agregat kelas A} &= 1,2635 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat isi padat (BiP)} &= 1,775 \text{ ton/m}^3 \\
 \text{Faktor kehilangan material (Fh)} &= 1,025 \\
 \text{Berat isi agregat lepas (BIL)} &= 1,4425 \text{ ton/m}^3
 \end{aligned}$$

b. Koefisien alat berat

1) *Wheel loader*

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas bucket (V)} &= 1,50 \text{ m}^3 \\
 \text{Faktor bucket (Fb)} &= 1,05 \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Memuat dan lain-lain (T1)} &= 0,45 \text{ menit} \\
 \text{Waktu siklus (Ts)} &= 0,45 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kapabilitas produktivitas/jam (Q1)} &= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts1} \\
 &= \frac{1,50 \times 1,05 \times 0,83 \times 60}{0,45} \\
 &= 174,30 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q1} \\
 &= \frac{1}{174,30} \\
 &= 0,0057 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

2) Dump truck

$$\begin{aligned}
 \text{Muatan dalam bak yang diizinkan (V)} &= 6,93 \text{ m}^3 \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,83 \\
 \text{Kecepatan rata-rata bermuatan (v1)} &= 20,00 \text{ km/jam} \\
 \text{Kecepatan rata-rata kosong (v2)} &= 40,00 \text{ km/jam} \\
 \text{Jarak rata-rata basecamp ke lokasi pekerjaan (L)} &= 2,809 \text{ km} \\
 \text{Muatan (T1)} &= \frac{V \times 60}{Q1} \\
 &= \frac{6,93 \times 60}{174,30} \\
 &= 2,39 \text{ menit} \\
 \text{Waktu tempuh isi (T2)} &= \frac{L}{v1} \times 60 \\
 &= \frac{2,809}{20,00} \times 60 \\
 &= 0,94 \text{ menit} \\
 \text{Waktu tempuh kosong (T3)} &= \frac{L}{v2} \times 60 \\
 &= \frac{2,809}{40,00} \times 60 \\
 &= 4,21 \text{ menit} \\
 \text{Lain-lain (T4)} &= 1,45 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus (Ts)} &= T1 + T2 + T3 + T4 \\
 &= 2,39 + 0,94 + 4,21 + 1,45 \\
 &= 8,99 \text{ menit} \\
 \text{Kapasitas produktivitas/jam (Q2)} &= \frac{V \times Fa \times 60}{Ts} \\
 &= \frac{6,93 \times 0,83 \times 60}{8,99} \\
 &= 38,41 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q2} \\
 &= \frac{1}{38,41} \\
 &= 0,02604 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

3) Motor grader

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang hamparan (Lh)} &= 50,00 \text{ m} \\
 \text{Lebar hamparan (W)} &= 1,00 \text{ m} \\
 \text{Tebal lapis agregat padat (t)} &= 0,20 \text{ m} \\
 \text{Lebar overlap (bo)} &= 0,30 \text{ m} \\
 \text{Lebar kerja blade (b)} &= 2,60 \text{ m} \\
 \text{Kecepatan rata-rata alat (v)} &= 4,00 \text{ km/jam} \\
 \text{Jumlah lintasan (n)} &= 4 \text{ lintasan} \\
 \text{Jumlah lajur lintasan (N)} &= \frac{w}{b - bo} \\
 &= \frac{1,00}{2,60 - 0,30} \\
 &= 0,43 \text{ kali} \\
 \text{Faktor efisiensi kerja (Fa)} &= 0,60
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Perataan satu kali} &= \frac{Lh}{(v \times 1000) \times 60} \\
\text{lintasan (T1)} &= \frac{50,00}{(4,00 \times 1000) \times 60} \\
&= 0,75 \text{ menit} \\
\text{Lain-lain (T2)} &= 1,00 \text{ menit} \\
\text{Waktu siklus (Ts)} &= T1 + T2 \\
&= 0,75 + 1,00 \\
&= 1,75 \text{ menit} \\
\text{Kapasitas} &= \frac{Lh \times (N(b - bo) + bo) \times t \times Fa \times 60}{n \times Ts \times N} \\
\text{produktivitas/jam} &= \frac{50,00 \times (1,52(0,43 - 0,30) + 0,30) \times 0,20 \times 0,60 \times 60}{4,00 \times 1,75 \times 0,43} \\
\text{(Q3)} &= 153,77 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q3} \\
&= \frac{1}{153,77} \\
&= 0,0065 \text{ jam}
\end{aligned}$$

4) *Vibratory roller*

$$\begin{aligned}
\text{Kecepatan rata-rata} &= 3,00 \text{ km/jam} \\
\text{alat (v)} &= \\
\text{Lebar lajur lintasan} &= 1,00 \text{ m} \\
\text{(w)} &= \\
\text{Lebar roda pemadat} &= 1,68 \text{ m} \\
\text{(b)} &= \\
\text{Lebar overlap (bo)} &= 0,20 \text{ m} \\
\text{Tebal lapis agregat} &= 0,20 \text{ m} \\
\text{padat (t)} &= \\
\text{Lebar efektif} &= b - bo \\
\text{pemadatan (be)} &=
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 1,68 - 0,20 \\
&= 1,48 \text{ m} \\
\text{Jumlah lintasan (n)} &= 8,00 \text{ lintasan} \\
\text{Jumlah lajur lintasan} &= \frac{w}{b - b_o} \\
\text{(N)} &= \frac{1,00}{1,68 - 0,20} \\
&= 0,68 \text{ kali} \\
\text{Faktor efisiensi alat} &= 0,83 \\
\text{(Fa)} & \\
\text{Kapasitas} & \\
\text{produktivitas/jam} &= \frac{(V \times 1000) \times (N(b - b_o) + b_o) \times t \times Fa}{n \times N} \\
\text{(Q4)} & \\
&= \frac{(3,00 \times 1000) \times (0,67(1,68 - 0,20) + 0,20) \times 0,20 \times 0,83}{4,00 \times 0,67} \\
&= 110,56 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Koefisien alat/m}^3 &= \frac{1}{Q4} \\
&= \frac{1}{110,56} \\
&= 0,00905 \text{ jam}
\end{aligned}$$

5) Alat bantu

Kereta dorong

Sekop

Terpal

c. Koefisien tenaga kerja

$$\begin{aligned}
\text{Pekerja (P)} &= 7 \text{ orang} \\
\text{Mandor (M)} &= 1 \text{ orang} \\
\text{Jam kerja efektif/hari (Tk)} &= 7 \text{ jam} \\
\text{Produksi galian/hari (Qt)} &= Tk \times Q1 \\
&= 174,30 \times 7 \\
&= 1,220 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Pekerja} &= \frac{(Tk \times P)}{Qt} \\
 &= \frac{(7 \times 7)}{1,220} \\
 &= 0,0402 \text{ jam} \\
 2) \text{ Mandor} &= \frac{(Tk \times M)}{Qt} \\
 &= \frac{(7 \times 1)}{1,220} \\
 &= 0,0057 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

4.1.3 Perhitungan biaya sewa alat berat

Dalam pelaksanaan pekerjaan, penggunaan alat berat diperlukan untuk menunjang produktivitas dan efisiensi pekerjaan. Oleh karena itu, dilakukan perhitungan biaya sewa alat berat sesuai dengan kebutuhan proyek yang disajikan dibawah ini.

A. *Excavator*

Tabel berikut menunjukkan perhitungan biaya sewa *excavator* per jam yang disusun berdasarkan kebutuhan operasional alat pada tahap pelaksanaan pekerjaan.

Tabel 4. 2 Perhitungan biaya sewa alat *excavator*

No	Uraian	Rumus	Kode	Koef	Satuan
A Uraian peralatan					
1		<i>Excavator</i> 80 HP			
2	Tenaga	=	Pw	133	HP
3	Kapasitas	=	Cp	rac0,93	m ³
4	Umur ekonomis	=	A	5,0	Tahun
5	Jam operasi 1 tahun	=	W	2000,000	Jam
6	Harga alat	=	B	1.100.000.000	Rupiah
B Biaya pasti per jam kerja					
1	Nilai sisa alat	= 10% × harga alat	C	110.000.000	Rupiah

No	Uraian	Rumus	Kode	Koef	Satuan
2	Faktor angsuran modal =	$\frac{i \times (1 + i)^A}{(1 + i)^A - 1}$	D	0,25876	-
3	Biaya pasti per jam kerja =	$\frac{(B - C) \times D}{W}$	G	129.187	Rupiah
	- Biaya pengembalian modal =	$\frac{0,002 \times B}{W}$	E	128.087	Rupiah
	- Biaya asuransi, dll =	(E + F)	F	1.100	Rupiah
C Biaya operasi per jam kerja					
1	Bahan bakar =	$(10\% - 12\%) \times Pw \times Ms$	H	297.016	Rupiah
2	Pelumas =	$(0.25\% - 0.35\%) \times Pw \times Mp$	I	20.249	Rupiah
	Biaya bengkel =	$\frac{(2.2\% \& 2.8\%) \times B}{W}$	J	15.400	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan =	$\frac{(6.4\% - 9.0\%) \times B}{W}$	K	49.500	Rupiah
4	Operator =	$(1 \text{ orang/jam}) \times U1$	L	33.368	Rupiah
5	Pembantu operator =	$(1 \text{ orang/jam}) \times U2$	M	29.049	Rupiah
6	Biaya operasi per jam =	(H + I + K + L + M)	P	444.582	Rupiah
D	Total biaya sewa alat/jam	= (G + P)	S	573.769	
E Lain-lain					
1	Tingkat suku bunga =		i	9,25%	%/Tahun
2	Upah operator/supir =		U1	33.368	Rp./Jam
3	Upah pembantu operator =		U2	29.049	Rp./Jam
4	Bahan bakar bensin =		Mb	10.000	Liter
5	Bahan bakar solar =		Ms	18.610	Liter
6	Minyak pelumas =		Mp	43.500	Liter

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan hasil perhitungan pada table diatas, biaya sewa *excavator* per jam telah ditentukan dan digunakan sebagai acuan dalam analisis biaya pelaksanaan.

B. Bulldozer

Perhitungan biaya sewa *bulldozer* per jam dilakukan berdasarkan kebutuhan operasional selama pelaksanaan pekerjaan, sebagaimana disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. 3 Perhitungan biaya sewa alat *bulldozer*

No	Uraian	Rumus	Kode	Koef	Satuan
A Uraian peralatan					
1		<i>Bulldozer</i> 100-150			
2	Tenaga =		Pw	155	HP
3	Kapasitas =		Cp	-	m ³
4	Umur ekonomis =		A	5,0	Tahun
5	Jam operasi dalam 1 tahun =		W	1600,000	Jam
6	Harga alat =		B	2.500.000.000	Rupiah
B Biaya pasti per jam kerja					
1	Nilai sisa alat =	$10\% \times \text{harga alat}$	C	250.000.000	Rupiah
2	Faktor angsuran modal =	$\frac{i \times (1 + i)^A}{(1 + i)^A - 1}$	D	0,2588	-
3	Biaya pasti per jam kerja =	$\frac{(B - C) \times D}{W}$	G	367.009	Rupiah
	- Biaya pengembalian modal =	$\frac{0,002 \times B}{W}$	E	363.884	Rupiah
	- Biaya asuransi, dll =	(E + F)	F	3.125	Rupiah
C Biaya operasi per jam kerja					
1	Bahan bakar =	$(10\% - 12\%) \times Pw \times Ms$	H	317.301	Rupiah
2	Pelumas =	$(0.25\% - 0.35\%) \times Pw \times Mp$	I	20.228	Rupiah
	Biaya bengkel =	$\frac{(2.2\% \& 2.8\%) \times B}{W}$	J	39.063	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan =	$\frac{(6.4\% - 9.0\%) \times B}{W}$	K	120.313	Rupiah
4	Operator =	$(1 \text{ orang/jam}) \times U1$	L	33.368	Rupiah
5	Pembantu operator =	$(1 \text{ orang/jam}) \times U2$	M	29.049	Rupiah

No	Uraian	Rumus	Kode	Koef	Satuan
6	Biaya operasi per jam	= (H + I + K + L + M)	P	559.320	Rupiah
D	Total biaya sewa alat/jam	= (G + P)	S	926.329	
E	Lain-lain				
1	Tingkat suku bunga	=	i	9,25%	%/Tahun
2	Upah operator/supir	=	U1	33.368	Rp./Jam
3	Upah pembantu operator	=	U2	29.049	Rp./Jam
4	Bahan bakar bensin	=	Mb	10.000	Liter
5	Bahan bakar solar	=	Ms	18.610	Liter
6	Minyak pelumas	=	Mp	43.500	Liter

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan hasil perhitungan pada table diatas, biaya sewa *bulldozer* per jam telah ditentukan dan digunakan sebagai acuan dalam analisis biaya pelaksanaan.

C. *Dump truck*

Berikut disajikan tabel perhitungan biaya sewa *dump truck* per jam yang dihitung berdasarkan kebutuhan operasional alat selama pelaksanaan pekerjaan.

Tabel 4. 4 Perhitungan biaya sewa alat *dump truck*

No	Uraian	Kode	Koef	Satuan
A	Uraian peralatan			
1	<i>Dump Truck 100</i>			
2	Tenaga	Pw	217	HP
3	Kapasitas	Cp	10	ton
4	Umur ekonomis	A	5,0	Tahun
5	Jam operasi dalam 1 tahun	W	2000,000	Jam
6	Harga alat	B	874.850.000	Rupiah

No	Uraian		Kode	Koef	Satuan
B	Biaya pasti per jam kerja				
1	Nilai sisa alat	=	$10\% \times \text{harga alat}$	C	87.485.000 Rupiah
2	Faktor angsuran modal	=	$\frac{i \times (1 + i)^A}{(1 + i)^A - 1}$	D	0,2588 -
3	Biaya pasti per jam kerja	=	$\frac{(B - C) \times D}{W}$	G	102.745 Rupiah
	- Biaya pengembalian modal	=	$\frac{0,002 \times B}{W}$	E	101.870 Rupiah
	- Biaya asuransi, dll	=	(E + F)	F	875 Rupiah
C	Biaya operasi per jam kerja				
1	Bahan bakar	=	$(10\% - 12\%) \times Pw \times Ms$	H	484.604 Rupiah
2	Pelumas	=	$(0.25\% - 0.35\%) \times Pw \times Mp$	I	33.038 Rupiah
	Biaya bengkel	=	$\frac{(2.2\% \& 2.8\%) \times B}{W}$	J	12.248 Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan	=	$\frac{(6.4\% - 9.0\%) \times B}{W}$	K	39.368 Rupiah
4	Operator	=	$(1 \text{ orang/jam}) \times U1$	L	33.368 Rupiah
5	Pembantu operator	=	$(1 \text{ orang/jam}) \times U2$	M	29.049 Rupiah
	Biaya operasi per jam	=	(H + I + K + L + M)	P	631.676 Rupiah
D	Total biaya sewa alat/jam	=	(G + P)	S	734.421
E	Lain-lain				
1	Tingkat suku bunga	=	i	9,25%	%/Tahun
2	Upah operator/supir	=	U1	33.368	Rp./Jam
3	Upah pembantu operator	=	U2	29.049	Rp./Jam
4	Bahan bakar bensin	=	Mb	10.000	Liter
5	Bahan bakar solar	=	Ms	18.610	Liter
6	Minyak pelumas	=	Mp	43.500	Liter

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan hasil perhitungan pada table diatas, biaya sewa *dump truck* per jam telah ditentukan dan digunakan sebagai acuan dalam analisis biaya pelaksanaan.

D. *Water tank truck*

Berikut disajikan tabel perhitungan biaya sewa *water tank truck* per jam yang dihitung berdasarkan kebutuhan operasional alat selama pelaksanaan pekerjaan.

Tabel 4. 5 Perhitungan biaya sewa alat *water tank truck*

No	Uraian	Kode	Koef	Satuan
A	Uraian peralatan			
1	<i>Water Tank Truck</i>			
2	Tenaga	Pw	135	HP
3	Kapasitas	Cp	4000	Liter
4	Umur ekonomis	A	5,0	Tahun
5	Jam operasi dalam 1 tahun	W	2000,000	Jam
6	Harga alat	B	660.000.000	Rupiah
B	Biaya pasti per jam kerja			
1	Nilai sisa alat = $10\% \times \text{harga alat}$	C	66.000.000	Rupiah
2	Faktor angsuran modal = $\frac{i \times (1 + i)^A}{(1 + i)^A - 1}$	D	0,2588	-
3	Biaya pasti per jam kerja = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	G	77.512	Rupiah
	- Biaya pengembalian modal = $\frac{0,002 \times B}{W}$	E	76.852	Rupiah
	- Biaya asuransi, dll = $(E + F)$	F	660	Rupiah
C	Biaya operasi per jam kerja			
1	Bahan bakar = $(10\% - 12\%) \times Pw \times Ms$	H	301.482	Rupiah
2	Pelumas = $(0.25\% - 0.35\%) \times Pw \times Mp$	I	20.554	Rupiah
	Biaya bengkel = $\frac{(2.2\% \& 2.8\%) \times B}{W}$	J	9.240	Rupiah

No	Uraian		Kode	Koef	Satuan
3	Perawatan dan perbaikan	$= \frac{(6.4\% - 9.0\%) \times B}{W}$	K	29.700	Rupiah
4	Operator	$= (1 \text{ orang/jam}) \times U1$	L	33.368	Rupiah
5	Pembantu operator	$= (1 \text{ orang/jam}) \times U2$	M	29.049	Rupiah
	Biaya operasi per jam	$= (H + I + K + L + M)$	P	423.393	Rupiah
D	Total biaya sewa alat/jam	$= (G + P)$	S	500.905	
E	Lain-lain				
1	Tingkat suku bunga	$=$	i	9,25%	%/Tahun
2	Upah operator/supir	$=$	U1	33.368	Rp./Jam
3	Upah pembantu operator	$=$	U2	29.049	Rp./Jam
4	Bahan bakar bensin	$=$	Mb	10.000	Liter
5	Bahan bakar solar	$=$	Ms	18.610	Liter
6	Minyak pelumas	$=$	Mp	43.500	Liter

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan hasil perhitungan pada table diatas, biaya sewa *water tank truck* per jam telah ditentukan dan digunakan sebagai acuan dalam analisis biaya pelaksanaan.

E. Tandem roller

Berikut disajikan tabel perhitungan biaya sewa *tandem roller* per jam yang dihitung berdasarkan kebutuhan operasional alat selama pelaksanaan pekerjaan.

Tabel 4. 6 Perhitungan biaya sewa alat *tandem roller*

No	Uraian	Kode	Koef	Satuan
A	Uraian peralatan			
1	<i>Tandem Roller 6-9 T</i>			
2	Tenaga	Pw	74,3	HP

No	Uraian			Kode	Koef	Satuan
3	Kapasitas			Cp	6,9	ton
4	Umur ekonomis			A	7,0	Tahun
5	Jam operasi dalam 1 tahun			W	2000,000	Jam
6	Harga alat			B	1.698.750.000	Rupiah
B	Biaya pasti per jam kerja					
1	Nilai sisa alat	=	$10\% \times \text{harga alat}$	C	169.875.000	Rupiah
2	Faktor angsuran modal	=	$\frac{i \times (1 + i)^A}{(1 + i)^A - 1}$	D	0,2004	-
3	Biaya pasti per jam kerja	=	$\frac{(B - C) \times D}{W}$	G	154.862	Rupiah
	- Biaya pengembalian modal	=	$\frac{0,002 \times B}{W}$	E	153.163	Rupiah
	- Biaya asuransi, dll	=	(E + F)	F	1.699	Rupiah
C	Biaya operasi per jam kerja					
1	Bahan bakar	=	$(10\% - 12\%) \times Pw \times Ms$	H	165.927	Rupiah
2	Pelumas	=	$(0.25\% - 0.35\%) \times Pw \times Mp$	I	11.312	Rupiah
	Biaya bengkel	=	$\frac{(2.2\% \& 2.8\%) \times B}{W}$	J	23.783	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan	=	$\frac{(6.4\% - 9.0\%) \times B}{W}$	K	76.444	Rupiah
4	Operator	=	$(1 \text{ orang/jam}) \times U1$	L	33.368	Rupiah
5	Pembantu operator	=	$(1 \text{ orang/jam}) \times U2$	M	29.049	Rupiah
	Biaya operasi per jam	=	(H + I + K + L + M)	P	339.882	Rupiah
D	Total biaya sewa alat/jam	=	(G + P)	S	494.744	
E	Lain-lain					
1	Tingkat suku bunga	=	i	9,25%	%/Tahun	
2	Upah operator/supir	=	U1	33.368	Rp./Jam	
3	Upah pembantu operator	=	U2	29.049	Rp./Jam	
4	Bahan bakar bensin	=	Mb	10.000	Liter	

No	Uraian		Kode	Koef	Satuan
5	Bahan bakar solar	=	Ms	18.610	Liter
6	Minyak pelumas	=	Mp	43.500	Liter

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan hasil perhitungan pada table diatas, biaya sewa *tendem roller* per jam telah ditentukan dan digunakan sebagai acuan dalam analisis biaya pelaksanaan.

F. Motor grader

Berikut disajikan tabel perhitungan biaya sewa *motor grader* per jam yang dihitung berdasarkan kebutuhan operasional alat selama pelaksanaan pekerjaan.

Tabel 4. 7 Perhitungan biaya sewa alat *motor grader*

No	Uraian	Kode	Koef	Satuan
A	Uraian peralatan			
1	Motor Grader 100			
2	Tenaga	Pw	136	HP
3	Kapasitas	Cp		-
4	Umur ekonomis	A	5,0	Tahun
5	Jam operasi dalam 1 tahun	W	1600,000	Jam
6	Harga alat	B	1.145.500.00	Rupiah
B	Biaya pasti per jam kerja			
1	Nilai sisa alat = $10\% \times \text{harga alat}$	C	114.550.000	Rupiah
2	Faktor angsuran modal = $\frac{i \times (1 + i)^A}{(1 + i)^A - 1}$	D	0,2588	-
3	Biaya pasti per jam kerja = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	G	168.164	Rupiah
	- Biaya pengembalian modal = $\frac{0,002 \times B}{W}$	E	166.732	Rupiah

No	Uraian		Kode	Koef	Satuan
	- Biaya asuransi, dll	= (E + F)	F	1.432	Rupiah
C	Biaya operasi per jam kerja				
1	Bahan bakar	= $(10\% - 12\%) \times P_w \times M_s$	H	303.715	Rupiah
2	Pelumas	= $(0.25\% - 0.35\%) \times P_w \times M_p$	I	17.156	Rupiah
	Biaya bengkel	= $\frac{(2.2\% \& 2.8\%) \times B}{W}$	J	17.898	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan	= $\frac{(6.4\% - 9.0\%) \times B}{W}$	K	55.127	Rupiah
4	Operator	= $(1 \text{ orang/jam}) \times U_1$	L	33.368	Rupiah
5	Pembantu operator	= $(1 \text{ orang/jam}) \times U_2$	M	29.049	Rupiah
	Biaya operasi per jam	= $(H + I + K + L + M)$	P	456.314	Rupiah
D	Total biaya sewa alat/jam	= (G + P)	S	624.478	
E	Lain-lain				
1	Tingkat suku bunga	=	i	9,25%	%/Tahun
2	Upah operator/supir	=	U1	33.368	Rp./Jam
3	Upah pembantu operator	=	U2	29.049	Rp./Jam
4	Bahan bakar bensin	=	Mb	10.000	Liter
5	Bahan bakar solar	=	Ms	18.610	Liter
6	Minyak pelumas	=	Mp	43.500	Liter

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan hasil perhitungan pada table diatas, biaya sewa *motor grader* per jam telah ditentukan dan digunakan sebagai acuan dalam analisis biaya pelaksanaan.

G. Vibrator roller

Berikut disajikan tabel perhitungan biaya sewa *vibratory roller* per jam yang dihitung berdasarkan kebutuhan operasional alat selama pelaksanaan pekerjaan.

Tabel 4. 8 Perhitungan biaya sewa alat *vibrator roller*

No	Uraian	Kode	Koef	Satuan
A Uraian peralatan				
1	<i>Vibratory Roller 5-8 Ton</i>			
2	Tenaga	Pw	83	HP
3	Kapasitas	Cp	7,1	ton
4	Umur ekonomis	A	5,0	Tahun
5	Jam operasi dalam 1 tahun	W	2000,00	Jam
6	Harga alat	B	644.300.000	Rupiah
B Biaya pasti per jam kerja				
1	Nilai sisa alat = $10\% \times \text{harga alat}$	C	64.430.000	Rupiah
2	Faktor angsuran modal = $\frac{i \times (1 + i)^A}{(1 + i)^A - 1}$	D	0,2588	-
3	Biaya pasti per jam kerja = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	G	75.669	Rupiah
	- Biaya pengembalian modal = $\frac{0,002 \times B}{W}$	E	75.024	Rupiah
	- Biaya asuransi, dll = $(E + F)$	F	644	Rupiah
C Biaya operasi per jam kerja				
1	Bahan bakar = $(10\% - 12\%) \times Pw \times Ms$	H	185.356	Rupiah
2	Pelumas = $(0.25\% - 0.35\%) \times Pw \times Mp$	I	12.637	Rupiah
	Biaya bengkel = $\frac{(2.2\% \& 2.8\%) \times B}{W}$	J	9.020	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan = $\frac{(6.4\% - 9.0\%) \times B}{W}$	K	28.994	Rupiah
4	Operator = $(1 \text{ orang/jam}) \times U1$	L	33.368	Rupiah
5	Pembantu operator = $(1 \text{ orang/jam}) \times U2$	M	29.049	Rupiah
	Biaya operasi per jam = $(H + I + K + L + M)$	P	298.423	Rupiah

No	Uraian		Kode	Koef	Satuan
D	Total biaya sewa alat/jam	(G + P)	S	374.092	
E	Lain-lain				
1	Tingkat suku bunga	=	i	9,25%	%/Tahun
2	Upah operator/supir	=	U1	33.368	Rp./Jam
3	Upah pembantu operator	=	U2	29.049	Rp./Jam
4	Bahan bakar bensin	=	Mb	10.000	Liter
5	Bahan bakar solar	=	Ms	18.610	Liter
6	Minyak pelumas	=	Mp	43.500	Liter

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan hasil perhitungan pada table diatas, biaya sewa *vibrator roller* per jam telah ditentukan dan digunakan sebagai acuan dalam analisis biaya pelaksanaan.

H. *Wheel loader*

Berikut disajikan tabel perhitungan biaya sewa *wheel loader* per jam yang dihitung berdasarkan kebutuhan operasional alat selama pelaksanaan pekerjaan.

Tabel 4. 9 Perhitungan biaya sewa alat *wheel loader*

No	Uraian	Kode	Koef	Satuan
A	Uraian peralatan			
1	<i>Wheel Loader</i> 1.0 - 1.06 m ³			
2	Tenaga	Pw	96	HP
3	Kapasitas	Cp	1,5	m ³
4	Umur ekonomis	A	5,0	Tahun
5	Jam operasi dalam 1 tahun	W	2000,000	Jam
6	Harga alat	B	1.700.000.000	Rupiah
B	Biaya pasti per jam kerja			

No	Uraian			Kode	Koef	Satuan
1	Nilai sisa alat	=	$10\% \times \text{harga alat}$	C	170.000.000	Rupiah
2	Faktor angsuran modal	=	$\frac{i \times (1 + i)^A}{(1 + i)^A - 1}$	D	0,0026	-
3	Biaya pasti per jam kerja	=	$\frac{(B - C) \times D}{W}$	G	199.653	Rupiah
	- Biaya pengembalian modal	=	$\frac{0,002 \times B}{W}$	E	197.953	Rupiah
	- Biaya asuransi, dll	=	(E + F)	F	1.700	Rupiah
C	Biaya operasi per jam kerja					
1	Bahan bakar	=	$(10\% - 12\%) \times Pw \times Ms$	H	214.387	Rupiah
2	Pelumas	=	$(0.25\% - 0.35\%) \times Pw \times Mp$	I	14.616	Rupiah
	Biaya bengkel	=	$\frac{(2.2\% \ \& \ 2.8\%) \times B}{W}$	J	23.800	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan	=	$\frac{(6.4\% - 9.0\%) \times B}{W}$	K	76.500	Rupiah
4	Operator	=	$(1 \text{ orang/jam}) \times U1$	L	33.368	Rupiah
5	Pembantu operator	=	$(1 \text{ orang/jam}) \times U2$	M	29.049	Rupiah
	Biaya operasi per jam	=	(H + I + K + L + M)	P	391.720	Rupiah
D	Total biaya sewa alat/jam		(G + P)	S	591.373	
E	Lain-lain					
1	Tingkat suku bunga	=		i	9,25%	%/Tahun
2	Upah operator/supir	=		U1	33.368	Rp./Jam
3	Upah pembantu operator	=		U2	29.049	Rp./Jam
4	Bahan bakar bensin	=		Mb	10.000	Liter

No	Uraian	Kode	Koef	Satuan
5	Bahan bakar solar =	Ms	18.610	Liter
6	Minyak pelumas =	Mp	43.500	Liter

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan hasil perhitungan pada table diatas, biaya sewa *whell loader* per jam telah ditentukan dan digunakan sebagai acuan dalam analisis biaya pelaksanaan.

I. Tandem roller

Perhitungan biaya penggunaan *tandem roller* per jam disajikan pada tabel berikut untuk dijadikan acuan dalam estimasi biaya operasional alat selama pelaksanaan pekerjaan.

Tabel 4. 10 Perhitungan biaya sewa alat *tandem roller*

No	Uraian	Kode	Koef	Satuan
A Uraian peralatan				
1	<i>Tandem Roller 6-9 T</i>			
2	Tenaga	Pw	74,3	HP
3	Kapasitas	Cp	6-9	ton
4	Umur ekonomis	A	7,0	Tahun
5	Jam operasi dalam 1 tahun	W	2000,000	Jam
6	Harga alat	B	1.698.750.000	Rupiah
B Biaya pasti per jam kerja				
1	Nilai sisa alat =	$10\% \times \text{harga alat}$	C	169.875.000 Rupiah
2	Faktor angsuran modal =	$\frac{i \times (1 + i)^A}{(1 + i)^A - 1}$	D	0,0026 -
3	Biaya pasti per jam kerja =	$\frac{(B - C) \times D}{W}$	G	154.862 Rupiah
	- Biaya pengembalian modal =	$\frac{0,002 \times B}{W}$	E	153.163 Rupiah
	- Biaya asuransi, dll =	(E + F)	F	1.699 Rupiah
C Biaya operasi per jam kerja				

No	Uraian		Kode	Koef	Satuan
1	Bahan bakar	= $(10\% - 12\%) \times Pw \times Ms$	H	165.927	Rupiah
2	Pelumas	= $(0.25\% - 0.35\%) \times Pw \times Mp$	I	11.312	Rupiah
	Biaya bengkel	= $\frac{(2.2\% \& 2.8\%) \times B}{W}$	J	23.783	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan	= $\frac{(6.4\% - 9.0\%) \times B}{W}$	K	76.444	Rupiah
4	Operator	= $(1 \text{ orang/jam}) \times U1$	L	33.368	Rupiah
5	Pembantu operator	= $(1 \text{ orang/jam}) \times U2$	M	29.049	Rupiah
	Biaya operasi per jam	= $(H + I + K + L + M)$	P	339.882	Rupiah
D	Total biaya sewa alat/jam	= $(G + P)$	S	494.744	
E	Lain-lain				
1	Tingkat suku bunga	=	i	9,25%	%/Tahun
2	Upah operator/supir	=	U1	33.368	Rp./Jam
3	Upah pembantu operator	=	U2	29.049	Rp./Jam
4	Bahan bakar bensin	=	Mb	10.000	Liter
5	Bahan bakar solar	=	Ms	18.610	Liter
6	Minyak pelumas	=	Mp	43.500	Liter

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan hasil perhitungan pada table diatas, biaya sewa *tendem roller* per jam telah ditentukan dan digunakan sebagai acuan dalam analisis biaya pelaksanaan.

J. Track loader

Berikut disajikan tabel perhitungan biaya sewa *track loader* per jam yang dihitung berdasarkan kebutuhan operasional alat selama pelaksanaan pekerjaan.

Tabel 4. 11 Perhitungan biaya sewa alat *track loader*

No	Uraian	Kode	Koef	Satuan
A	Uraian peralatan			

No	Uraian		Kode	Koef	Satuan	
1	Track loader 75-100 HP					
2	Tenaga		Pw	70	HP	
3	Kapasitas		Cp	0,8	m³	
4	Umur ekonomis		A	5,0	Tahun	
5	Jam operasi dalam 1 tahun		W	2000,000	Jam	
6	Harga alat		B	1.100.000.000	Rupiah	
B	Biaya pasti per jam kerja					
1	Nilai sisa alat	=	10% × harga alat	C	110.000.000	Rupiah
2	Faktor angsuran modal	=	$\frac{i \times (1 + i)^A}{(1 + i)^A - 1}$	D	0,0026	-
3	Biaya pasti per jam kerja	=	$\frac{(B - C) \times D}{W}$	G	129.187	Rupiah
	- Biaya pengembalian modal	=	$\frac{0,002 \times B}{W}$	E	128.087	Rupiah
	- Biaya asuransi, dll	=	(E + F)	F	1.100	Rupiah
C	Biaya operasi per jam kerja					
1	Bahan bakar	=	$(10\% - 12\%) \times Pw \times Ms$	H	156.324	Rupiah
2	Pelumas	=	$(0.25\% - 0.35\%) \times Pw \times Mp$	I	10.658	Rupiah
	Biaya bengkel	=	$\frac{(2.2\% \& 2.8\%) \times B}{W}$	J	15.400	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan	=	$\frac{(6.4\% - 9.0\%) \times B}{W}$	K	49.500	Rupiah
4	Operator	=	(1 orang/jam) × U1	L	33.368	Rupiah
5	Pembantu operator	=	(1 orang/jam) × U2	M	29.049	Rupiah
	Biaya operasi per jam	=	(H + I + K + L + M)	P	294.299	Rupiah
D	Total biaya sewa alat/jam		(G + P)	S	432.486	
E	Lain-lain					
1	Tingkat suku bunga	=	i	9,25%	%/Tahun	
2	Upah operator/supir	=	U1	33.368	Rp./Jam	

No	Uraian		Kode	Koef	Satuan
3	Upah pembantu operator	=	U2	29.049	Rp./Jam
4	Bahan bakar bensin	=	Mb	10.000	Liter
5	Bahan bakar solar	=	Ms	18.610	Liter
6	Minyak pelumas	=	Mp	43.500	Liter

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan hasil perhitungan pada table diatas, biaya sewa *track loader* per jam telah ditentukan dan digunakan sebagai acuan dalam analisis biaya pelaksanaan.

K. Asphalt distributor

Berikut disajikan tabel perhitungan biaya sewa *asphalt distributor* per jam yang dihitung berdasarkan kebutuhan operasional alat selama pelaksanaan pekerjaan.

Tabel 4. 12 Perhitungan biaya sewa alat *asphalt distributor*

No	Uraian		Kode	Koef	Satuan	
A	Uraian peralatan					
1	Asphalt Distributor					
2	Tenaga		Pw	115	HP	
3	Kapasitas		Cp	800	Liter	
4	Umur ekonomis		A	5,0	Tahun	
5	Jam operasi dalam 1 tahun		W	2000,000	Jam	
6	Harga alat		B	395.000.000	Rupiah	
B	Biaya pasti per jam kerja					
1	Nilai sisa alat	=	$10\% \times \text{harga alat}$	C	39.500.000	Rupiah
2	Faktor angsuran modal	=	$\frac{i \times (1 + i)^A}{(1 + i)^A - 1}$	D	0,2588	-

No	Uraian		Kode	Koef	Satuan
3	Biaya pasti per jam kerja	= $\frac{(B - C) \times D}{W}$	G	46.390	Rupiah
	- Biaya pengembalian modal	= $\frac{0,002 \times B}{W}$	E	45.995	Rupiah
	- Biaya asuransi, dll	= (E + F)	F	395	Rupiah
C	Biaya operasi per jam kerja				
1	Bahan bakar	= $(10\% - 12\%) \times Pw \times Ms$	H	214.015	Rupiah
2	Pelumas	= $(0.25\% - 0.35\%) \times Pw \times Mp$	I	12.506	Rupiah
	Biaya bengkel	= $\frac{(2.2\% \& 2.8\%) \times B}{W}$	J	4.345	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan	= $\frac{(6.4\% - 9.0\%) \times B}{W}$	K	12.640	Rupiah
4	Operator	= $(1 \text{ orang/jam}) \times U1$	L	33.368	Rupiah
5	Pembantu operator	= $(1 \text{ orang/jam}) \times U2$	M	29.049	Rupiah
	Biaya operasi per jam	= (H + I + K + L + M)	P	305.923	Rupiah
D	Total biaya sewa alat/jam	(G + P)	S	352.313	
E	Lain-lain				
1	Tingkat suku bunga	=	i	9,25%	%/Tahun
2	Upah operator/supir	=	U1	33.368	Rp./Jam
3	Upah pembantu operator	=	U2	29.049	Rp./Jam
4	Bahan bakar bensin	=	Mb	10.000	Liter
5	Bahan bakar solar	=	Ms	18.610	Liter
6	Minyak pelumas	=	Mp	43.500	Liter

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan hasil perhitungan pada table diatas, biaya sewa *asphalt distributor* per jam telah ditentukan dan digunakan sebagai acuan dalam analisis biaya pelaksanaan.

L. *Asphalt finisher*

Berikut disajikan tabel perhitungan biaya sewa *asphalt finisher* per jam yang dihitung berdasarkan kebutuhan operasional alat selama pelaksanaan pekerjaan.

Tabel 4. 13 Perhitungan biaya sewa alat *asphalt finisher*

No	Uraian	Kode	Koef	Satuan
A	Uraian peralatan			
1	<i>Asphalt Finisher</i>			
2	Tenaga	Pw	72	HP
3	Kapasitas	Cp	10	ton
4	Umur ekonomis	A	5,0	Tahun
5	Jam operasi dalam 1 tahun	W	2000,000	Jam
6	Harga alat	B	1.287.200.270	Rupiah
B	Biaya pasti per jam kerja			
1	Nilai sisa alat = $10\% \times \text{harga alat}$	C	128.720.027	Rupiah
2	Faktor angsuran modal = $\frac{i \times (1 + i)^A}{(1 + i)^A - 1}$	D	0,2588	-
3	Biaya pasti per jam kerja = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	G	151.173	Rupiah
	- Biaya pengembalian modal = $\frac{0,002 \times B}{W}$	E	149.886	Rupiah
	- Biaya asuransi, dll = $(E + F)$	F	1.287	Rupiah
C	Biaya operasi per jam kerja			
1	Bahan bakar = $(10\% - 12\%) \times Pw \times Ms$	H	133.992	Rupiah
2	Pelumas = $(0.25\% - 0.35\%) \times Pw \times Mp$	I	7.830	Rupiah
	Biaya bengkel = $\frac{(2.2\% \& 2.8\%) \times B}{W}$	J	14.159	Rupiah

No	Uraian		Kode	Koef	Satuan
3	Perawatan dan perbaikan	$= \frac{(6.4\% - 9.0\%) \times B}{W}$	K	41.190	Rupiah
4	Operator	$= (1 \text{ orang/jam}) \times U1$	L	33.368	Rupiah
5	Pembantu operator	$= (1 \text{ orang/jam}) \times U2$	M	29.049	Rupiah
	Biaya operasi per jam	$= (H + I + K + L + M)$	P	259.589	Rupiah
D	Total biaya sewa alat/jam	(G + P)	S	410.761	
E	Lain-lain				
1	Tingkat suku bunga	$=$	i	9,25%	%/Tahun
2	Upah operator/supir	$=$	U1	33.368	Rp./Jam
3	Upah pembantu operator	$=$	U2	29.049	Rp./Jam
4	Bahan bakar bensin	$=$	Mb	10.000	Liter
5	Bahan bakar solar	$=$	Ms	18.610	Liter
6	Minyak pelumas	$=$	Mp	43.500	Liter

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan hasil perhitungan pada table diatas, biaya sewa *asphalt finisher* per jam telah ditentukan dan digunakan sebagai acuan dalam analisis biaya pelaksanaan.

M. *Asphalt mixing plant*

Berikut disajikan tabel perhitungan biaya sewa *asphalt mixing plant* (AMP) per jam yang dihitung berdasarkan kebutuhan operasional alat selama pelaksanaan pekerjaan.

Tabel 4. 14 Perhitungan biaya sewa alat *asphalt mixing plant*

No	Uraian	Kode	Koef	Satuan
A	Uraian peralatan			
1	<i>Asphalt mixing plant</i>			
2	Tenaga	Pw	294	HP

No	Uraian		Kode	Koef	Satuan
3	Kapasitas		Cp	60	ton
4	Umur ekonomis		A	5,0	Tahun
5	Jam operasi dalam 1 tahun		W	2000,000	Jam
6	Harga alat		B	3.749.383.340	Rupiah
B	Biaya pasti per jam kerja				
1	Nilai sisa alat	=	$10\% \times \text{harga alat}$	C	374.938.334 Rupiah
2	Faktor angsuran modal	=	$\frac{i \times (1 + i)^A}{(1 + i)^A - 1}$	D	0,2588 -
3	Biaya pasti per jam kerja	=	$\frac{(B - C) \times D}{W}$	G	440.339 Rupiah
	- Biaya pengembalian modal	=	$\frac{0,002 \times B}{W}$	E	436.590 Rupiah
	- Biaya asuransi, dll	=	(E + F)	F	3.749 Rupiah
C	Biaya operasi per jam kerja				
1	Bahan bakar	=	$(10\% - 12\%) \times P_w \times M_s$	H	547.134 Rupiah
2	Pelumas	=	$(0.25\% - 0.35\%) \times P_w \times M_p$	I	31.973 Rupiah
	Biaya bengkel	=	$\frac{(2.2\% \& 2.8\%) \times B}{W}$	J	41.243 Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan	=	$\frac{(6.4\% - 9.0\%) \times B}{W}$	K	119.980 Rupiah
4	Operator	=	$(1 \text{ orang/jam}) \times U_1$	L	33.368 Rupiah
5	Pembantu operator	=	$(1 \text{ orang/jam}) \times U_2$	M	29.049 Rupiah
	Biaya operasi per jam	=	(H + I + K + L + M)	P	802.747 Rupiah
D	Total biaya sewa alat/jam		(G + P)	S	1.243.089
E	Lain-lain				
1	Tingkat suku bunga	=	i	9,25%	%/Tahun
2	Upah operator/supir	=	U1	33.368	Rp./Jam
3	Upah pembantu operator	=	U2	29.049	Rp./Jam
4	Bahan bakar bensin	=	Mb	10.000	Liter

No	Uraian		Kode	Koef	Satuan
5	Bahan bakar solar	=	Ms	18.610	Liter
6	Minyak pelumas	=	Mp	43.500	Liter

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan hasil perhitungan pada table diatas, biaya sewa *asphalt maxing plant* per jam telah ditentukan dan digunakan sebagai acuan dalam analisis biaya pelaksanaan.

N. Pneumatic tire roller

Berikut disajikan tabel perhitungan biaya sewa pneumatic tire roller per jam yang dihitung berdasarkan kebutuhan operasional alat selama pelaksanaan pekerjaan.

Tabel 4. 15 Perhitungan biaya sewa alat *pneumatic tire roller*

No	Uraian		Kode	Koef	Satuan	
A	Uraian peralatan					
1	Pneumatic Tire Roller 8-10 Ton					
2	Tenaga		Pw	135	HP	
3	Kapasitas		Cp	10	ton	
4	Umur ekonomis		A	5,0	Tahun	
5	Jam operasi dalam 1 tahun		W	2000,000	Jam	
6	Harga alat		B	1.425.000.000	Rupiah	
B	Biaya pasti per jam kerja					
1	Nilai sisa alat	=	10% × harga alat	C	142.500.000	Rupiah
2	Faktor angsuran modal	=	$\frac{i \times (1 + i)^A}{(1 + i)^A - 1}$	D	0,0026	-
3	Biaya pasti per jam kerja	=	$\frac{(B - C) \times D}{W}$	G	167.356	Rupiah
	- Biaya pengembalian modal	=	$\frac{0,002 \times B}{W}$	E	165.931	Rupiah

No	Uraian		Kode	Koef	Satuan
	- Biaya asuransi, dll	= (E + F)	F	1.425	Rupiah
C	Biaya operasi per jam kerja				
1	Bahan bakar	= $(10\% - 12\%) \times P_w \times M_s$	H	301.482	Rupiah
2	Pelumas	= $(0.25\% - 0.35\%) \times P_w \times M_p$	I	20.554	Rupiah
	Biaya bengkel	= $\frac{(2.2\% \& 2.8\%) \times B}{W}$	J	19.950	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan	= $\frac{(6.4\% - 9.0\%) \times B}{W}$	K	64.125	Rupiah
4	Operator	= $(1 \text{ orang/jam}) \times U_1$	L	33.368	Rupiah
5	Pembantu operator	= $(1 \text{ orang/jam}) \times U_2$	M	29.049	Rupiah
	Biaya operasi per jam	= $(H + I + K + L + M)$	P	468.528	Rupiah
D	Total biaya sewa alat/jam	(G + P)	S	635.884	
E	Lain-lain				
1	Tingkat suku bunga	=	i	9,25%	%/Tahun
2	Upah operator/supir	=	U1	33.368	Rp./Jam
3	Upah pembantu operator	=	U2	29.049	Rp./Jam
4	Bahan bakar bensin	=	Mb	10.000	Liter
5	Bahan bakar solar	=	Ms	18.610	Liter
6	Minyak pelumas	=	Mp	43.500	Liter

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan hasil perhitungan pada table diatas, biaya sewa *pneumatic tire roller* per jam telah ditentukan dan digunakan sebagai acuan dalam analisis biaya pelaksanaan.

O. Air compressor

Berikut disajikan tabel perhitungan biaya sewa air compressor per jam yang dihitung berdasarkan kebutuhan operasional alat selama pelaksanaan pekerjaan.

Tabel 4. 16 Perhitungan biaya sewa alat air *compressor*

No	Uraian	Kode	Koef	Satuan
A	Uraian peralatan			
1	<i>Air Compressor 4000-6500 L/M</i>			
2	Tenaga	Pw	75	HP
3	Kapasitas	Cp	0,8	m ³
4	Umur ekonomis	A	5,0	Tahun
5	Jam operasi dalam 1 tahun	W	2000,000	Jam
6	Harga alat	B	19.800.000	Rupiah
B	Biaya pasti per jam kerja			
1	Nilai sisa alat = $10\% \times \text{harga alat}$	C	1.980.000	Rupiah
2	Faktor angsuran modal = $\frac{i \times (1 + i)^A}{(1 + i)^A - 1}$	D	0,0026	-
3	Biaya pasti per jam kerja = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	G	3.876	Rupiah
	- Biaya pengembalian modal = $\frac{0,002 \times B}{W}$	E	3.843	Rupiah
	- Biaya asuransi, dll = $(E + F)$	F	33	Rupiah
C	Biaya operasi per jam kerja			
1	Bahan bakar =	H	139.575	Rupiah
2	Pelumas =	I	8.156	Rupiah
	Biaya bengkel =	J	363	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan =	K	1.056	Rupiah
4	Operator =	L	33.368	Rupiah
5	Pembantu operator =	M	29.049	Rupiah
	Biaya operasi per jam =	P	211.204	Rupiah
D	Total biaya sewa alat/jam	S	215.080	
E	Lain-lain			
1	Tingkat suku bunga =	i	9,25%	%/Tahun
2	Upah operator/supir =	U1	33.368	Rp./Jam

No	Uraian		Kode	Koef	Satuan
3	Upah pembantu operator	=	U2	29.049	Rp./Jam
4	Bahan bakar bensin	=	Mb	10.000	Liter
5	Bahan bakar solar	=	Ms	18.610	Liter
6	Minyak pelumas	=	Mp	43.500	Liter

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan hasil perhitungan pada table diatas, biaya sewa *air compressor* per jam telah ditentukan dan digunakan sebagai acuan dalam analisis biaya pelaksanaan.

4.1.4 Perhitungan jumlah jam & hari alat

Berikut disajikan hasil perhitungan kebutuhan jam kerja dan hari kerja untuk pelaksanaan pekerjaan pada proyek pembangunan jalan. Perhitungan ini digunakan sebagai dasar dalam menetapkan durasi pelaksanaan masing-masing item pekerjaan.

A. Mobilisasi

Pekerjaan mobilisasi direncanakan dilaksanakan dalam jangka waktu 10 hari kerja.

B. Pengukuran

Pekerjaan pengukuran direncanakan dilaksanakan selama 7 hari kerja.

C. Pembersihan

Pekerjaan pembersihan memiliki volume sebesar 12.360 m³. Berdasarkan volume tersebut, perhitungan kebutuhan hari kerja untuk pelaksanaan pekerjaan pembersihan disajikan pada Tabel 4.17.

Tabel 4. 17 Perhitungan jumlah hari kerja pembersihan

No	Alat	PKA (m ³ /jam)	Jumlah Alat (unit)		Jam Kerja	Hari Kerja	
1	<i>Bulldozer</i>	147.000	1	1	84.079	12.011	12
2	<i>Track Loader</i>	175.591	1	1	70.389	10.056	10
3	<i>Dump Truck</i>	131.903	1	1	893.702	13.386	13

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Hasil perhitungan pada Tabel 4.17 menunjukkan estimasi kebutuhan hari kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan pembersihan sesuai dengan volume pekerjaan yang direncanakan.

D. Direksi keet

Pekerjaan direksi keet direncanakan dilaksanakan dalam waktu 7 hari kerja.

E. Galian

Pekerjaan galian memiliki volume sebesar 138,086 m³. Berdasarkan volume tersebut, perhitungan kebutuhan hari kerja untuk pelaksanaan pekerjaan galian disajikan pada Tabel 4.18.

Tabel 4. 18 Perhitungan jumlah hari kerja galian

No	Alat	PKA (m ³ /jam)	Jumlah Alat (unit)		Jam Kerja	Hari Kerja	
1	<i>Excavator</i>	463.742	1	1	297.764	42.538	43
2	<i>Dump Truck</i>	40.50	11	11	309.922	44.275	44

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Hasil perhitungan pada Tabel 4.18 menunjukkan estimasi kebutuhan hari kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan galian sesuai dengan volume pekerjaan yang direncanakan.

F. Timbunan

Pekerjaan timbunan memiliki volume sebesar 49,145 m³. Berdasarkan volume tersebut, perhitungan kebutuhan hari kerja untuk menyelesaikan pekerjaan timbunan disajikan pada Tabel 4.19.

Tabel 4. 19 Perhitungan jumlah hari kerja timbunan

No	Alat	PKA (m ³ /jam)	Jumlah Alat (unit)		Jam Kerja	Hari Kerja	
1	Excavator	79.441	6.603	7	88.376	12.625	13
2	Dump Truck	22.590	18.000	18	120.863	17.266	17
3	Motor Grader	266.480	1.968	2	92.211	13.173	13
4	Tandem Roller	524.560	1.000	1	93.688	13.384	13
5	Water Tank	71.140	7.373	7	98.684	14.098	14

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Hasil perhitungan pada Tabel 4.19 menunjukkan estimasi kebutuhan hari kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan timbunan sesuai dengan volume pekerjaan yang direncanakan.

G. Badan jalan lapis fondasi agregat kelas B

Pekerjaan badan jalan lapis fondasi agregat kelas B memiliki volume sebesar 9,270 m³. Berdasarkan volume tersebut, perhitungan kebutuhan hari kerja untuk pelaksanaan pekerjaan disajikan pada Tabel 4.20.

Tabel 4. 20 Perhitungan jumlah hari kerja badan jalan agregat kelas b

No	Alat	PKA (m ³ /jam)	Jumlah Alat (unit)		Jam Kerja	Hari Kerja	
1	Wheel Loader	174.300	1.453	1	53.182	7.597	8
2	Dump Truck	20.711	12.223	12	37.294	5.328	5
3	Motor Grader	253.180	1.000	1	36.613	5.230	5
4	Vibratory Roller	146.090	1.733	2	31.726	4.532	5

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Hasil perhitungan pada Tabel 4.20 menunjukkan estimasi kebutuhan hari kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan badan jalan fondasi agregat kelas B sesuai dengan volume pekerjaan yang direncanakan.

H. Badan jalan lapis fondasi agregat kelas A

Pekerjaan badan jalan lapis fondasi agregat kelas A memiliki volume sebesar 12,360 m³. Berdasarkan volume tersebut, perhitungan kebutuhan hari kerja untuk menyelesaikan pekerjaan disajikan pada Tabel 4.21.

Tabel 4. 21 Perhitungan jumlah hari kerja badan jalan agregat kelas a

No	Alat	PKA (m3/jam)	Jumlah Alat (unit)		Jam Kerja	Hari Kerja	
1	Wheel Loader	174.300	1.937	2	35.455	5.065	5
2	Dump Truck	20.950	16.116	16	36.879	5.268	5
3	Motor Grader	337.573	1.000	1	36.613	5.230	5
4	Vibratory Roller	194.789	1.733	2	31.726	4.532	5

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Hasil perhitungan pada Tabel 4.21 menunjukkan estimasi kebutuhan hari kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan badan jalan fondasi agregat kelas A sesuai dengan volume pekerjaan yang direncanakan.

I. Lapisan Prime Coat

Pekerjaan prime coat memiliki volume sebesar 49,438 m³. Berdasarkan volume tersebut, perhitungan kebutuhan hari kerja untuk pelaksanaan pekerjaan disajikan pada Tabel 4.22.

Tabel 4. 22 Perhitungan jumlah hari kerja lapisan prime coat

No	Alat	PKA (m3/jam)	Jumlah Alat (unit)		Jam Kerja	Hari Kerja	
1	Asphalt Distributor	26.930	27.163	27	67.999	9.714	10
2	Air Compressor	731.438	1	1	67.591	9.656	10

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Hasil perhitungan pada Tabel 4.22 menunjukkan estimasi kebutuhan hari kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan lapisan *prime coat* sesuai dengan volume pekerjaan yang direncanakan.

J. Badan jalan lapisan AC-Base

Pekerjaan lapisan AC-Base memiliki volume sebesar 12,360 m³. Berdasarkan volume tersebut, perhitungan kebutuhan hari kerja untuk pelaksanaan pekerjaan lapisan AC-Base disajikan pada Tabel 4.23.

Tabel 4. 23 Perhitungan jumlah hari kerja lapisan ac-base

No	Alat	PKA (m3/jam)	Jumlah Alat (unit)		Jam Kerja	Hari Kerja	
1	Wheel Loader	77.605	5.658	6	26.544	3.792	4
2	Asphalt Mixing Plant	99.600	1.000	1	124.092	17.727	18
3	Dump Truck	15.260	28.768	29	27.924	3.989	4
4	Asphalt Finisher	320.712	1.369	1	38.538	5.505	6
5	Tandem Roller	439.070	1.000	1	28.149	4.021	4
6	Pneumatic Tire Roller	341.984	1.284	1	36.141	5.163	5

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Hasil perhitungan pada Tabel 4.22 menunjukkan estimasi kebutuhan hari kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan badan jalan fondasi *AC-Base* sesuai dengan volume pekerjaan yang direncanakan.

K. Lapisan *Tack Coat*

Pekerjaan *tack coat* memiliki volume sebesar 49,438 m³. Berdasarkan volume tersebut, perhitungan kebutuhan hari kerja untuk pelaksanaan pekerjaan *tack coat* disajikan pada Tabel 4.24.

Tabel 4. 24 Perhitungan jumlah hari kerja lapisan *tack coat*

No	Alat	PKA (m ³ /jam)	Jumlah Alat (unit)		Jam Kerja	Hari Kerja	
1	<i>Asphalt Distributor</i>	26.930	19.072	12	96.630	13.804	14
2	<i>Air Compressor</i>	513.563	1	1	96.266	13.752	14

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Hasil perhitungan pada Tabel 4.24 menunjukkan estimasi kebutuhan hari kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan lapisan *tack coat* sesuai dengan volume pekerjaan yang direncanakan.

L. Badan jalan lapisan *AC-BC*

Pekerjaan lapisan *AC-BC* memiliki volume sebesar 4,635 m³. Berdasarkan volume tersebut, perhitungan kebutuhan hari kerja untuk pelaksanaan pekerjaan lapisan *AC-BC* disajikan pada Tabel 4.25.

Tabel 4. 25 Perhitungan jumlah hari kerja lapisan *ac-bc*

No	Alat	PKA (m ³ /jam)	Jumlah Alat (unit)		Jam Kerja	Hari Kerja	
1	<i>Wheel Loader</i>	78.008	2.393	2	29.707	4.244	4
2	<i>Asphalt Mixing Plant</i>	99.600	1.874	2	23.267	3.324	3

No	Alat	PKA (m ³ /jam)	Jumlah Alat (unit)		Jam Kerja	Hari Kerja	
3	<i>Dump Truck</i>	15.260	12.231	12	25.306	3.615	4
4	<i>Asphalt Finisher</i>	150.334	1.242	1	30.830	4.404	4
5	<i>Tendem Roller</i>	186.673	1.000	1	24.829	3.547	4
6	<i>Pneumatic Tire Roller</i>	135.572	1.377	1	34.187	4.884	5

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Hasil perhitungan pada Tabel 4.25 menunjukkan estimasi kebutuhan hari kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan badan jalan fondasi AC-BC sesuai dengan volume pekerjaan yang direncanakan.

M. Badan jalan lapisan AC-WC

Pekerjaan lapisan AC-WC memiliki volume sebesar 2,472 m³. Berdasarkan volume tersebut, perhitungan kebutuhan hari kerja untuk pelaksanaan pekerjaan lapisan AC-WC disajikan pada Tabel 4.26.

Tabel 4. 26 Perhitungan jumlah hari kerja lapisan ac-wc

No	Alat	PKA (m ³ /jam)	Jumlah Alat (unit)		Jam Kerja	Hari Kerja	
1	<i>Wheel Loader</i>	78.008	1.277	1	31.688	4.527	5
2	<i>Asphalt Mixing Plant</i>	99.600	1.000	1	24.818	3.545	4
3	<i>Dump Truck</i>	15.260	6.528	7	23.145	3.306	3
4	<i>Asphalt Finisher</i>	80.70	1.242	1	30.631	4.376	4
5	<i>Tendem Roller</i>	80.170	1.242	1	30.835	4.405	4
6	<i>Pneumatic Tire Roller</i>	72.780	1.369	1	33.966	4.852	5

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Hasil perhitungan pada Tabel 4.26 menunjukkan estimasi kebutuhan hari kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan badan jalan fondasi AC-WC sesuai dengan volume pekerjaan yang direncanakan.

N. Bahu jalan lapis fondasi agregat kelas B

Pekerjaan bahu jalan lapis fondasi agregat kelas B memiliki volume sebesar 9.270 m³. Berdasarkan volume tersebut, perhitungan kebutuhan hari kerja untuk menyelesaikan pekerjaan bahu jalan lapis fondasi agregat kelas B disajikan pada Tabel 4.27.

Tabel 4. 27 Perhitungan jumlah hari kerja bahu jalan agregat kelas b

No	Alat	PKA (m3/jam)	Jumlah Alat (unit)		Jam Kerja	Hari Kerja	
1	Wheel Loader	174.300	1.000	1	53.182	7.597	8
2	Dump Truck	20.740	8.405	8	55.875	7.982	8
3	Motor Grader	115.330	1.511	2	40.188	5.741	6
4	Vibratory Roller	121.10	1.439	1	76.549	10.936	11

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Hasil perhitungan pada Tabel 4.27 menunjukkan estimasi kebutuhan hari kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan bahu jalan fondasi lapis pondasi agregat kelas B sesuai dengan volume pekerjaan yang direncanakan.

O. Bahu jalan lapis fondasi agregat kelas A

Pekerjaan bahu jalan lapis fondasi agregat kelas A memiliki volume sebesar 12,360 m³. Berdasarkan volume tersebut, perhitungan kebutuhan hari kerja untuk pelaksanaan pekerjaan bahu jalan lapis fondasi agregat kelas A disajikan pada Tabel 4.28.

Tabel 4. 28 Perhitungan jumlah hari kerja bahu jalan agregat kelas a

No	Alat	PKA (m3/jam)	Jumlah Alat (unit)	Jam Kerja	Hari Kerja		
1	Wheel Loader	174.300	1.390	1	70.910	10.130	10
2	Dump Truck	31.780	7.620	8	48.608	6.944	7
3	Motor Grader	242.190	1.000	1	51.033	7.290	7
4	Vibratory Roller	174.130	1.391	1	70.981	10.140	10

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Hasil perhitungan pada Tabel 4.28 menunjukkan estimasi kebutuhan hari kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan bahu jalan fondasi lapis pondasi agregat kelas A sesuai dengan volume pekerjaan yang direncanakan.

P. Bahu jalan lapis fondasi agregat kelas S

Pekerjaan bahu jalan lapis fondasi agregat kelas S memiliki volume sebesar 12,360 m³. Berdasarkan volume tersebut, perhitungan kebutuhan hari kerja untuk pelaksanaan pekerjaan bahu jalan lapis fondasi agregat kelas S disajikan pada Tabel 4.29.

Tabel 4. 29 Perhitungan jumlah hari kerja bahu jalan agregat kelas s

No	Alat	PKA (m3/jam)	Jumlah Alat (unit)		Jam Kerja	Hari Kerja	
1	Wheel Loader	174.300	1.000	1	70.910	10.130	10
2	Dump Truck	38.410	4.538	5	64.359	9.194	9
3	Motor Grader	153.771	1.134	1	80.376	11.482	11
4	Vibratory Roller	110.556	1.577	2	55.897	7.982	8

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Hasil perhitungan pada Tabel 4.29 menunjukkan estimasi kebutuhan hari kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan bahu jalan fondasi lapis pondasi agregat kelas S sesuai dengan volume pekerjaan yang direncanakan.

4.1.5 Perhitungan analisa harga satuan pekerjaan

Pada bagian berikut disajikan uraian pekerjaan yang digunakan sebagai dasar dalam perhitungan analisis harga satuan pekerjaan.

A. Pengukuran

Tabel 4.30 menyajikan hasil analisis harga satuan pekerjaan pengukuran yang digunakan sebagai acuan dalam menentukan biaya pelaksanaan pekerjaan.

Tabel 4. 30 Harga satuan pekerjaan pengukuran

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Harga satuan		Jumlah harga	
A	Tenaga						
1	Kepala tim pengukuran	jam/km	0,00872	Rp	31.091,34	Rp	271,178
2	Juru ukur/surveyor	jam/km	0,01744	Rp	17.857,14	Rp	311,50
3	Helper	jam/km	0,02617	Rp	10.000,00	Rp	261,659
Jumlah harga tenaga						Rp	844,335
B	Bahan						
	-					Rp	-
Jumlah harga bahan						Rp	-
C	Peralatan						
1	Waterpass	-	0,001246	Rp	550.000,00	Rp	685,297
2	Rambu ukur	-	0,001246	Rp	300.000,00	Rp	373,799
Jumlah harga peralatan						Rp	1.059,096
D	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)					Rp	1.903,431
E	Overhead & Profit (10,0% X D)					Rp	190,343
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)					Rp	2.093,774

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.30, hasil analisis harga satuan pekerjaan pengukuran menunjukkan besarnya biaya yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan.

B. Pembersihan

Tabel 4.31 menampilkan hasil analisis harga satuan pekerjaan pembersihan yang digunakan sebagai dasar dalam penyusunan biaya pekerjaan.

Tabel 4. 31 Harga satuan pekerjaan pembersihan

	Komponen	Satuan	Kuantitas	Harga satuan		Jumlah harga	
A	Tenaga						
1	Pekerja	jam	0,057	Rp	27.643,54	Rp	1.574,313
2	Mandor	jam	0,006	Rp	3.312,62	Rp	189,717
Jumlah harga tenaga						Rp	1.764,030
B	Bahan						
	-					Rp	-
Jumlah harga bahan						Rp	-
C	Peralatan						
1	Bulldozer	jam	0,007	Rp	926.329,47	Rp	6.301,561
2	Track Loader	jam	0,006	Rp	423.485,83	Rp	2.411,773
3	Dump Truck	jam	0,008	Rp	734.420,84	Rp	5.567,898
4	Alat bantu	Ls	1,000	Rp	-	Rp	-
Jumlah harga peralatan						Rp	14.281,232
D	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)					Rp	16.045,262
E	Overhead & Profit (10,0% X D)					Rp	1.604,526
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)					Rp	17.649,788

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.31, hasil analisis harga satuan pekerjaan pembersihan menunjukkan besarnya biaya yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan.

C. Direksi keet

Tabel 4.32 menyajikan hasil analisis harga satuan pekerjaan direksi keet yang digunakan sebagai dasar perhitungan biaya pelaksanaan.

Tabel 4. 32 Harga satuan pekerjaan direksi keet

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Harga satuan		Jumlah harga	
A Tenaga							
1	Pekerja	jam	4.594	Rp	27,643.54	Rp	126,987.512
2	Mandor	jam	0.766	Rp	33,312.62	Rp	25,504.975
Jumlah harga tenaga						Rp	152,492.487
B Bahan							
1	Batu bata	buah	35,2941	Rp	1.433,00	Rp	50.576,471
2	Pasir	m ³	0,0688	Rp	203.411,00	Rp	13.994,677
3	Semen	zak	0,3644	Rp	175.959,00	Rp	64.117,348
4	Keramik 40 x 40	dus	1,0099	Rp	203.411,00	Rp	205.433,553
5	Kayu dolken ø8–10	btg	0,2031	Rp	474.800,00	Rp	96.443,750
6	Multiplek	lembar	0,5505	Rp	-	Rp	-
7	Kayu 5/7 (rangka + ring balok)	buah	1,0039	Rp	474.800,00	Rp	476.654,688
8	Seng	keping	0,2305	Rp	1.433,00	Rp	330,353
9	Lisplank	keping	0,0938	Rp	45.000,00	Rp	4.218,750
10	Pintu Biasa	buah	0,0313	Rp	86.767,00	Rp	2.711,469
11	Pintu WC	buah	0,0156	Rp	86.767,00	Rp	1.355,734
12	Jendela	buah	0,0625	Rp	52.700,00	Rp	3.293,750
13	Kunci tanam	buah	0,0469	Rp	315.168,00	Rp	14.773,500
14	Engsel	buah	0,0938	Rp	203.801,00	Rp	19.106,344
Jumlah harga bahan						Rp	953.010,386
C Peralatan							
1	Alat Bantu	Ls	1.000	Rp	-	Rp	-
Jumlah harga peralatan						Rp	-
D Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)						Rp	1.105.502,872
E Overhead & Profit (10,0% X D)						Rp	110.550,287
F Harga satuan pekerjaan (D+E)						Rp	1.216.053,160

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.32, hasil analisis harga satuan pekerjaan *direksi keet* menunjukkan besarnya biaya yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan.

D. Galian

Tabel 4.33 menyajikan hasil analisis harga satuan pekerjaan galian yang digunakan sebagai dasar dalam penyusunan anggaran biaya.

Tabel 4. 33 Harga satuan pekerjaan galian

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Harga satuan	Jumlah harga
A	Tenaga				
1	Pekerja	jam	0,004	Rp 27.643,54	Rp 119,220
2	Mandor	jam	0,002	Rp 33.312,62	Rp 71,834
Jumlah harga tenaga					Rp 191,054
B	Bahan				
-	-				Rp -
Jumlah harga bahan					Rp -
C	Peralatan				
1	Excavator	jam	0,002	Rp 573.769,18	Rp 1.237,260
3	Dump Truck	jam	0,025	Rp 734.420,84	Rp 18.131,823
4	Alat bantu	Ls	1,000	Rp -	Rp -
Jumlah harga peralatan					Rp 19.369,084
D	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)				Rp 19.560,138
E	Overhead & Profit (10,0% X D)				Rp 1.956,014
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)				Rp 21.516,151

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.33, hasil analisis harga satuan pekerjaan galian menunjukkan besarnya biaya yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan.

E. Timbunan

Tabel 4.34 menyajikan rincian perhitungan analisis harga satuan pekerjaan timbunan sebagai dasar dalam penyusunan biaya pekerjaan.

Tabel 4. 34 Harga satuan pekerjaan timbunan

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Harga satuan		Jumlah harga	
A	Tenaga						
1	Pekerja	jam	0,011	Rp	27.643,54	Rp	414,942
2	Mandor	jam	0,003	Rp	33.312,62	Rp	125,009
Jumlah harga tenaga						Rp	539,052
B	Bahan						
	Timbunan						
	pilihan	m ³	1,17	Rp	50.000,00	Rp	58.275.000
Jumlah harga bahan						Rp	58.275.000
C	Peralatan						
1	Excavator	jam	0,013	Rp	573.769,18	Rp	7.222,599
2	Dunp Truck	jam	0,060	Rp	734.420,84	Rp	32.511,268
3	Motor Grader	jam	0,003	Rp	624.477,96	Rp	2.343,426
5	Tendem Roller	jam	0,003	Rp	494.743,83	Rp	943,160
6	Water Tank Truck	jam	0,007	Rp	500.905,15	Rp	7.040,835
7	Alat Bantu	Ls	1,000	Rp	-	Rp	-
Jumlah harga peralatan						Rp	50.061,287
D	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)					Rp	108.876,239
E	Overhead & Profit (10,0% X D)					Rp	10.887,624
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)					Rp	119.763,863

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.34, hasil analisis harga satuan pekerjaan timbunan menunjukkan besarnya biaya yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan.

F. Badan jalan lapis fondasi agregat kelas B

Tabel 4.35 menyajikan hasil analisis harga satuan pekerjaan badan jalan lapis fondasi agregat B yang digunakan sebagai dasar dalam menghitung kebutuhan biaya pelaksanaan.

Tabel 4. 35 Harga satuan pekerjaan badan jalan agregat kelas B

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Harga satuan		Jumlah harga	
A	Tenaga						
1	Pekerja	jam	0,281	Rp	27,643.54	Rp	1,110.182
2	Mandor	jam	0,040	Rp	33,312.62	Rp	191.122
Jumlah harga tenaga						Rp	1,301.305
B	Bahan						
	Agregat kelas B	m ³	1,2497	Rp	199,271.00	Rp	249,020.507
Jumlah harga bahan						Rp	249,020.507
C	Peralatan						
1	Wheel Loader	jam	0,006	Rp	591.373,35	Rp	3.392,848
2	Dump Truck	jam	0,0483	Rp	734.420,84	Rp	35.456,432
3	Motor Grader	jam	0,004	Rp	624.477,96	Rp	2.466,540
4	Vibratory Roller	jam	0,007	Rp	374.091,59	Rp	2.560,660
5	Alat bantu	Ls	1,000	Rp	-	Rp	-
Jumlah harga peralatan						Rp	43.876,481
D	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)					Rp	302.006,120
E	Overhead & Profit (10,0% X D)					Rp	30.200,612
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)					Rp	332.206,732

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.35, hasil analisis harga satuan pekerjaan badan jalan lapis fondasi agregat kelas B menunjukkan besarnya biaya yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan.

G. Badan jalan lapis fondasi agregat kelas A

Tabel 4.36 menyajikan hasil analisis harga satuan pekerjaan badan jalan lapis fondasi agregat A yang digunakan sebagai acuan dalam estimasi biaya pelaksanaan.

Tabel 4. 36 Harga satuan pekerjaan badan jalan agregat kelas A

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Harga satuan		Jumlah harga	
A	Tenaga						
1	Pekerja	jam	0,040	Rp	27.643,54	Rp	1.110,182
2	Mandor	jam	0,006	Rp	33.312,62	Rp	191,122
Jumlah harga tenaga						Rp	1.301,305
B	Bahan						
	Agregat Kelas A	m ³	1,2613	Rp	346.024,00	Rp	436.428,017
Jumlah harga bahan						Rp	436.428,017
C	Peralatan						
1	Wheel Loader	jam	0,006	Rp	591.373,35	Rp	3.392,848
2	Dump Truck	jam	0,067	Rp	734.420,84	Rp	35.061,889
3	Motor Grader	jam	0,003	Rp	624.477,96	Rp	1.849,905
4	Vibratory Roller	jam	0,005	Rp	374.091,59	Rp	1.920,495
5	Alat Bantu	Ls	1,000	Rp	-	Rp	-
Jumlah harga peralatan						Rp	42.225,137
D	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)					Rp	479.954,459
E	Overhead & Profit (10,0% X D)					Rp	47.995,446
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)					Rp	527.949,905

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.36, hasil analisis harga satuan pekerjaan badan jalan lapis fondasi agregat kelas A menunjukkan besarnya biaya yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan.

H. Lapis Prime Coat

Tabel 4.37 menyajikan hasil analisis harga satuan pekerjaan lapisan prime coat yang digunakan sebagai dasar dalam menentukan besarnya biaya pelaksanaan.

Tabel 4. 37 Harga satuan pekerjaan lapisan *Prime Coat*

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Harga satuan		Jumlah harga	
A	Tenaga						
1	Pekerja	jam	0,0071	Rp	27.643,54	Rp	195,541
2	Mandor	jam	0,0018	Rp	33.312,62	Rp	58,910
Jumlah harga tenaga						Rp	254,451
B	Bahan						
	Aspal Emulsi CSS-1	m ³	1,789	Rp	10.500,00	Rp	18.789,474
Jumlah harga bahan						Rp	18.789,474
C	Peralatan						
1	Ashpalt Distributor	jam	0,002	Rp	352.313,25	Rp	623,035
2	Air Compressor	jam	0,001	Rp	215.079,87	Rp	294,051
Jumlah harga peralatan						Rp	917,086
D	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)					Rp	19.961,011
E	Overhead & Profit (10,0% X D)					Rp	1.996,101
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)					Rp	21.957,112

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.36, hasil analisis harga satuan pekerjaan lapis *prime coat* menunjukkan besarnya biaya yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan.

I. Badan jalan lapisan AC-Base

Tabel 4.38 menyajikan hasil perhitungan analisis harga satuan pekerjaan lapisan *AC-Base* yang digunakan sebagai dasar dalam penyusunan estimasi biaya pelaksanaan proyek.

Tabel 4. 38 Harga satuan pekerjaan lapisan *AC-Base*

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Harga satuan		Jumlah harga	
A Tenaga							
1	Pekerja	jam	0,100	Rp	27.643,54	Rp	2.775,456
2	Mandor	jam	0,010	Rp	33.312,62	Rp	334,464
Jumlah harga tenaga						Rp	3.109,920
B Bahan							
1	Agregat 20-30 mm	m ³	0,116	Rp	315.168,00	Rp	36.792,762
2	Agregat 5-10 & 10-20 mm	m ³	0.315	Rp	315.168,00	Rp	99.512,435
3	Agregat 0-5 mm	m ³	0.335	Rp	315.168,00	Rp	105.694,356
4	Semen	kg	9.690	Rp	1.600,00	Rp	15.504,000
Jumlah harga bahan						Rp	257.503,552
C Peralatan							
1	Wheel Loader	jam	0,013	Rp	591.373,35	Rp	7.620,300
2	Asphalt Mixing Plant	jam	0,010	Rp	1.243.085,93	Rp	12.480,782
3	Generator Set	jam	0,010	Rp	497.970,68	Rp	4.999,706
4	Dump Truck	jam	0,138	Rp	734.420,84	Rp	101.308,270
5	Asphalt Finisher	jam	0,0031	Rp	410.761,31	Rp	1.280,779
6	Tandem Roller	jam	0,0023	Rp	494.743,83	Rp	1.126,799
7	Pneumatic Tire Roller	jam	0,0029	Rp	635.884,07	Rp	1.859,399
8	Alat Bantu	Ls	1,0000	Rp	-	Rp	-
Jumlah harga peralatan						Rp	130.676,035
D Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)						Rp	391.289,507
E Overhead & Profit (10,0% X D)						Rp	39.128,951
F Harga satuan pekerjaan (D+E)						Rp	430.418,458

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.38, hasil analisis harga satuan pekerjaan badan jalan lapis *AC-Base* menunjukkan besarnya biaya yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan.

J. Lapisan *Tack Coat*

Tabel 4.39 menyajikan hasil analisis harga satuan pekerjaan lapisan *Tack Coat* yang digunakan sebagai dasar dalam penentuan biaya pelaksanaan pekerjaan.

Tabel 4. 39 Harga satuan pekerjaan lapisan *Tack Coat*

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Harga satuan		Jumlah harga	
A	Tenaga						
1	Pekerja	jam	0,007	Rp	27.643,54	Rp	195,541
2	Mandor	jam	0,002	Rp	33.312,62	Rp	58,910
Jumlah harga tenaga						Rp	254,451
B	Bahan						
1	Aspal Emulsi CRS-1	Liter	1,700	Rp	12.000,00	Rp	20.400,000
Jumlah harga bahan						Rp	20.400,000
C	Peralatan						
1	Asphalt Distributor	jam	0,002	Rp	352.313,25	Rp	623,035
2	Air Compressor	jam	0,002	Rp	215.079,87	Rp	418,800
Jumlah harga peralatan						Rp	1.041,835
D	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)					Rp	21.696,286
E	Overhead & Profit (10,0% X D)					Rp	2.169,629
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)					Rp	23.865,915

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.39, hasil analisis harga satuan pekerjaan lapis *tack coat* menunjukkan besarnya biaya yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan.

K. Badan jalan lapis AC-BC

Tabel 4.40 menyajikan hasil analisis harga satuan pekerjaan lapisan AC-BC yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan biaya pekerjaan.

Tabel 4. 40 Harga satuan pekerjaan lapisan AC-BC

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Harga satuan		Jumlah harga	
A	Tenaga						
1	Pekerja	jam	0,100	Rp	27.643,54	Rp	2.775,456
2	Mandor	jam	0,010	Rp	33.312,62	Rp	334,464
Jumlah harga tenaga						Rp	3,109.920
B	Bahan						
1	Agregat 5-10 & 10-20 mm	m ³	0,3871	Rp	315.168,00	Rp	122.012,824
2	Agregat 0-5 mm	m ³	0,3753	Rp	315.168,00	Rp	118.287,242
3	Semen	kg	9,690	Rp	1.600,00	Rp	15.504,000
Jumlah harga bahan						Rp	255.804,066
C	Peralatan						
1	Wheel Loader	jam	0,013	Rp	591.373,35	Rp	7.580,918
2	Asphalt Mixing Plant	jam	0,010	Rp	1.243.085,93	Rp	12.480,782
3	Generator Set	jam	0,010	Rp	497.970,68	Rp	4.999,706
4	Dump Truck	jam	0,066	Rp	734.421,88	Rp	48.119,654
5	Asphalt Finisher	jam	0,0067	Rp	410.761,31	Rp	2.732,329
6	Tendem Roller	jam	0,0080	Rp	494.743,83	Rp	3.975,487
7	Pneumatic Tire Roller	jam	0,0111	Rp	635.884,07	Rp	7.035,563
8	Alat Bantu	Ls	1,000	Rp	-	Rp	-
Jumlah harga peralatan						Rp	86.924,439
D	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)					Rp	345.838,425
E	Overhead & Profit (10,0% X D)					Rp	34.583,842
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)					Rp	380.422,267

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.40, hasil analisis harga satuan pekerjaan badan jalan lapis *AC-BC* menunjukkan besarnya biaya yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan.

L. Badan jalan lapis *AC-WC*

Tabel 4.41 menyajikan hasil analisis harga satuan pekerjaan lapisan *AC-WC* yang digunakan sebagai dasar dalam penyusunan anggaran biaya.

Tabel 4. 41 Harga satuan pekerjaan lapisan *AC-WC*

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Harga satuan		Jumlah harga	
A	Tenaga						
1	Pekerja	jam	0,100	Rp	27.643,54	Rp	2.775,456
2	Mandor	jam	0,010	Rp	33.312,62	Rp	334,464
Jumlah harga tenaga						Rp	3.109,920
B	Bahan						
1	Agregat 5-10 & 10-20 mm	m ³	0,3339	Rp	315.168,00	Rp	105.245,018
2	Agregat 0-5 mm	m ³	0,4234	Rp	315.168,00	Rp	133.431,545
3	Semen	kg	9,588	Rp	1.600,00	Rp	15.340,800
Jumlah harga bahan						Rp	254.017,363
C	Peralatan						
1	Wheel Loader	jam	0,013	Rp	591.373,35	Rp	7.580,918
2	Asphalt Mixing Plant	jam	0,010	Rp	1.243.085,93	Rp	12.480,782
3	Generator Set	jam	0,010	Rp	497.970,68	Rp	4.999,706
4	Dump Truck	jam	0,066	Rp	734.421,88	Rp	48.136,340
5	Asphalt Finisher	jam	0,0124	Rp	410.761,31	Rp	5.089,922
6	Tandem Roller	jam	0,0125	Rp	494.743,83	Rp	6.171,449
7	Pneumatic Tire Roller	jam	0,0137	Rp	635.884,07	Rp	8.737,470
8	Alat Bantu	Ls	1,000	Rp	-	Rp	-

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Harga satuan	Jumlah harga
Jumlah harga peralatan					Rp 93.196,588
D	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)				Rp 350.323,871
E	Overhead & Profit (10,0% X D)				Rp 35.032,387
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)				Rp 385.356,258

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.41, hasil analisis harga satuan pekerjaan badan jalan lapis AC-WC menunjukkan besarnya biaya yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan.

M. Bahu jalan lapis fondasi agregat kelas B

Tabel 4.42 menyajikan rincian perhitungan analisis harga satuan pekerjaan bahu jalan lapis fondasi agregat B sebagai dasar dalam penyusunan biaya pekerjaan.

Tabel 4. 42 Harga satuan pekerjaan bahu jalan agregat kelas B

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Harga satuan	Jumlah harga
A	Tenaga				
1	Pekerja	jam	0,040	Rp 27.643,54	Rp 1.110,182
2	Mandor	jam	0,006	Rp 33.312,62	Rp 191,122
Jumlah harga tenaga					Rp 1.301,305
B	Bahan				
1	Agregat B	m ³	1,2497	Rp 199,271.00	Rp 249,020.507
Jumlah harga bahan					Rp 249,020.507
C	Peralatan				
1	Wheel Loader	jam	0,006	Rp 591.373,35	Rp 3.392,848
2	Dump Truck	jam	0,048	Rp 734.421,88	Rp 35.415,166
3	Motor Grader	jam	0,009	Rp 624.477,96	Rp 5.414,772
4	Vibratory Roller	jam	0,008	Rp 374.091,59	Rp 3.089,241
5	Alat Bantu	Ls	1,000	Rp -	Rp -

	Jumlah harga peralatan	Rp 47.312,027
D	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)	Rp 297.633,838
E	Overhead & Profit (10,0% X D)	Rp 29.763,384
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)	Rp 327.397,222

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.42, hasil analisis harga satuan pekerjaan bahu jalan lapis fondasi agregat kelas B menunjukkan besarnya biaya yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan.

N. Bahu jalan lapis fondasi agregat kelas A

Tabel 4.43 menyajikan hasil analisis harga satuan pekerjaan bahu jalan lapis fondasi agregat A yang digunakan sebagai acuan dalam estimasi biaya pekerjaan.

Tabel 4. 43 Harga satuan pekerjaan bahu jalan agregat kelas A

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Harga satuan		Jumlah harga	
A	Tenaga						
1	Pekerja	jam	0,040	Rp	27.643,54	Rp	1.110,182
2	Mandor	jam	0,006	Rp	33.312,62	Rp	191,122
	Jumlah harga tenaga					Rp	1.301,305
B	Bahan						
1	Agregat A	m ³	1,2613	Rp	346.024,00	Rp	436.428,017
	Jumlah harga bahan					Rp	436.428,017
C	Peralatan						
1	Whell Loader	jam	0,006	Rp	591.373,35	Rp	3.392,848
2	Dump Truck	jam	0,031	Rp	734.421,88	Rp	23.106,521
3	Motor Grader	jam	0,005	Rp	624.477,96	Rp	3.087,370
4	Vibratory Roller	jam	0,007	Rp	374.091,59	Rp	2.438,724
5	Alat Bantu	Ls	1,0000	Rp	-	Rp	-
	Jumlah harga peralatan					Rp	32.025,462
D	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)					Rp	469.754,784

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Harga satuan	Jumlah harga
E	Overhead & Profit (10,0% X D)			Rp	46.975,478
F	Harga satuan pekerjaan (D+E)			Rp	516.730,263

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.43, hasil analisis harga satuan pekerjaan bahu jalan lapis fondasi agregat kelas A menunjukkan besarnya biaya yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan.

O. Bahu jalan lapis fondasi agregat kelas S

Tabel 4.44 menyajikan hasil analisis harga satuan pekerjaan bahu jalan lapis fondasi agregat S yang digunakan sebagai dasar dalam menentukan besarnya biaya pelaksanaan.

Tabel 4. 44 Harga satuan pekerjaan bahu jalan agregat kelas

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Harga satuan	Jumlah harga
A	Tenaga				
1	Pekerja	jam	0,040	Rp 27.643,54	Rp 1.110,182
2	Mandor	jam	0,006	Rp 33.312,62	Rp 191,122
Jumlah harga tenaga					Rp 1,301.305
B	Bahan				
1	Agregat S	m ³	1,2613	Rp 346.024,00	Rp 436.428,017
Jumlah harga bahan					Rp 436.428,017
C	Peralatan				
1	Whell Loader	jam	0,006	Rp 591.373,35	Rp 3.392,848
2	Dump Truck	jam	0,031	Rp 734.421,88	Rp 19.121,381
3	Motor Grader	jam	0,005	Rp 624.477,96	Rp 4.862,608
4	Vibratory Roller	jam	0,007	Rp 374.091,59	Rp 3.840,990
5	Alat Bantu	Ls	1,0000	Rp -	Rp -
Jumlah harga peralatan					Rp 31.217,827
D	Jumlah harga tenaga, bahan, dan peralatan (A+B+C)				Rp 275.015,287
E	Overhead & Profit (10,0% X D)			Rp	27.501,529

F	Harga satuan pekerjaan (D+E)	Rp 302.516,816
----------	-------------------------------------	-----------------------

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.44, hasil analisis harga satuan pekerjaan bahu jalan lapis fondasi agregat kelas S menunjukkan besarnya biaya yang digunakan sebagai acuan dalam penyusunan estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan.

4.1.6 Perhitungan rekapitulasi hari kerja

Adapun hasil rekapitulasi perhitungan hari kerja untuk setiap jenis pekerjaan disajikan pada Tabel 4.45 berikut.

Tabel 4. 45 Rekapitulasi hari kerja

Jenis Pekerjaan	Total Hari
Mobilisasi	10
Pekerjaan Pengukuran	7
<i>Direksi Keet</i>	7
Pekerjaan Pembersihan	13
Pekerjaan Galian 1	22
Pekerjaan Timbunan 1	9
Pekerjaan Galian 2	22
Pekerjaan Timbunan 2	9
Pekerjaan Agregat Kelas B 1	4
Pekerjaan Agregat Kelas A 1	3
Pekerjaan Prime coat 1	5
Pekerjaan Lapisan AC-Base 1	9
Pekerjaan Tack Coat 1 Segmen I	4
Pekerjaan Lapisan AC-BC 1	3
Pekerjaan Tack Coat 2 Segmen I	4
Pekerjaan Lapisan AC-WC 1	3
Pekerjaan Agregat Kelas B 2	4
Pekerjaan Agregat Kelas A 2	3

Jenis Pekerjaan	Total Hari
Pekerjaan Prime <i>coat</i> 2	5
Pekerjaan Lapisan AC-Base 2	9
Pekerjaan Tack <i>Coat</i> 1 Segmen II	4
Pekerjaan Lapisan AC-BC 2	3
Pekerjaan Tack Coat 2 Segmen II	4
Pekerjaan Lapisan AC-WC 2	3
Pekerjaan Agregat Kelas B	11
Pekerjaan Agregat Kelas A	12
Pekerjaan Agregat Kelas S	14
Pembersihan Akhir	10
Demobilisasi	10
TOTAL	226

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.45, kebutuhan hari kerja setiap jenis pekerjaan telah ditentukan sesuai dengan hasil perhitungan yang dilakukan.

4.1.7 Perhitungan rencana anggaran biaya

Tabel 4.46 menyajikan rincian hasil perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk setiap item pekerjaan yang telah direncanakan.

Tabel 4. 46 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan		Harga Total	
Pekerjaan Persiapan							
I	a. Mobilisasi	1	Ls	Rp	69.753.976,58	Rp	69.753.976,58
	b. Pengukuran	5618	m	Rp	2.093,77	Rp	11.762.822,92
	c. Pembersihan	10.112,40	m³	Rp	17.649,79	Rp	178.481.719,61
	d. <i>Direksi Keet</i>	64	m³	Rp	1.216.053,16	Rp	77.827.402,22
Total						Rp	337.825.921,33
Pekerjaan Tanah							
II	a. Pekerjaan Galian	138085,5	m³	Rp	21.516,15	Rp	2.971.068.510,40
	b. Pekerjaan Timbunan	49144,8	m³	Rp	119.763,86	Rp	5.885.771.097,49
Total						Rp	8.856.839.607,89
Pekerjaan Badan Jalan							
III	a. Pekerjaan Agregat Kelas B	2022,48	m³	Rp	385.356,26	Rp	779.375.325,28
	b. Pekerjaan Agregat Kelas A	3792,15	m³	Rp	380.422,27	Rp	1.442.618.300,92

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan		Harga Total	
c.	Pekerjaan <i>Prime coat</i>	10112,4	m ³	Rp	430.418,46	Rp	4.352.563.609,64
d.	Pekerjaan Lapisan AC-Base	40449,6	m ³	Rp	21.957,11	Rp	888.156.393,54
e.	Pekerjaan <i>Tack Coat</i>	40449,6	m ³	Rp	23.865,91	Rp	965.366.699,64
f.	Pekerjaan Lapisan AC-BC	10112,4	m ³	Rp	527.949,90	Rp	5.338.840.614,95
g.	Pekerjaan Lapisan AC-WC	7584,3	m ³	Rp	332.206,73	Rp	2.519.555.514,80
Total						Rp	16.286.476.458,77
Pekerjaan Bahu Jalan							
IV	a. Pekerjaan Agregat Kelas S	10112,4		Rp	302.516,82	Rp	3.059.171.045,20
	b. Pekerjaan Agregat Kelas A	10112,4		Rp	516.730,26	Rp	5.225.383.109,95
	c. Pekerjaan Agregat Kelas B	7584,3		Rp	327.397,22	Rp	2.483.078.750,12
Total						Rp	10.767.632.905,58
Pekerjaan Finishing							
V	a. Pembersihan Akhir	1.00	Ls	Rp	69.753.976,58	Rp	69.753.976,58
	b. Demobilisasi	1.00	Ls	Rp	15.000.000,00	Rp	15.000.000,00
Total						Rp	84.753.976,58
Total Keseluruhan						Rp	36.333.528.869,84

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

4.1.8 Perhitungan rekapitulasi rencana anggaran biaya

Tabel 4.47 menyajikan hasil rekapitulasi perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada Perencanaan Geometrik dan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Batas Provinsi Jambi–Peninggalan STA 29+852–35+200.

Tabel 4. 47 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB)

No	Uraian Pekerjaan	Total Biaya
1	Pekerjaan Persiapan	Rp 337.825.921,33
2	Pekerjaan Tanah	Rp 8.856.839.607,89
3	Pekerjaan Badan Jalan	Rp 16.286.476.458,77
4	Pekerjaan Bahu Jalan	Rp 10.767.632.905,27
5	Pekerjaan <i>Finishing</i>	Rp 84.753.976,58
A	Biaya Pekerjaan (overhead & keuntungan)	Rp 36.333.528.869,84
B	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 11% x (A)	Rp 3.996.688.175,68
C	Jumlah Total Biaya Pekerjaan = (A) + (B)	Rp 40.330.217.045,52
D	Pembulatan	Rp 40.330.217.046,00
<i>Terbilang: Empat puluh tujuh miliar tiga puluh sembilan juta enam ratus enam belas ribu empat ratus tujuh puluh satu rupiah.</i>		

(Sumber: Hasil Perhitungan dan Pengolahan Data, 2026)

Berdasarkan Tabel 4.47, diperoleh total Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk pekerjaan Perencanaan Geometrik dan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Batas Provinsi Jambi–Peninggalan STA 29+852–35+200.

4.1.9 Network planning (NWP) dan Critical path method (CPM)

Terdapat pada lampiran

4.1.10 Kurva S dan Barchart

Terdapat pada lampiran