



EFISIENSI WAKTU DAN BIAYA DALAM PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN PEMELIHARAAN OVERLAY RUAS TOL CIPULARANG JALUR A.

Syapril Janizar^[1], Faisal Hadi Abdullah^[2]

Teknik Sipil Universitas Winaya Mukti ^[1,2]

email : sjanizar@gmail.com^[1], faisalhadi290896@gmail.com^[2]

ABSTRAK

Jalan tol merupakan prasarana transportasi yang memiliki peranan yang sangat penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi, sosial, dan budaya. Dengan berjalannya waktu, jalan tol akan mengalami penurunan kondisi seperti kerusakan perkerasan jalan, maka diperlukan pemeliharaan jalan. Dalam pemeliharaan jalan tol, pemakaian alat - alat berat sangatlah diperlukan dengan tujuan untuk mempermudah pekerjaan di lapangan. Namun apabila dalam penggunaannya tidak dilakukan dengan secara bijak, maka akan mengalami kerugian dalam hal biaya dan waktu, seperti tidak tercapainya target atau jadwal yang sudah direncanakan, kemudian biaya sewa dan biaya pemeliharaan alat berat yang membengkak. Agar tidak mengalami kerugian dalam penggunaan alat berat pada suatu pekerjaan konstruksi, maka diperlukan manajemen pengelolaan dalam penggunaan alat berat dengan melakukan optimasi biaya dan waktu agar penggunaan alat berat bekerja secara efisien, dan tepat waktu sesuai dengan yang telah direncanakan.

Kata Kunci : Optimasi, Biaya, Waktu, Alat Berat

ABSTRACT

Toll roads are transportation infrastructure that has a very important role in supporting economic, social, and cultural growth. With the passage of time, toll roads will due to an decrease in conditions such as damage to road pavements, so road maintenance is needed. In toll road maintenance, in the use of heavy equipment is very necessary with the aim of facilitating work in the location. However, if its use is not done wisely, it will experience losses in terms of costs and time, such as not reach the targets or schedules that have been planned, then rental costs and heavy equipment maintenance costs that swell. In order not to experience losses in the use of heavy equipment in a construction project, it is necessary to manage management in the use of heavy equipment by optimizing costs and time so that the use of heavy equipment worth efficiently, and on time as planned.

Key Words : Optimization, Cost, Time, Heavy Equipment.

1. PENDAHULUAN

Jalan tol merupakan prasarana transportasi yang memiliki peranan yang sangat penting dan strategis terutama dalam mendukung pertumbuhan ekonomi, sosial, dan budaya serta lingkungan. Seiring dengan berjalannya waktu, jalan tol akan mengalami penurunan kondisi yang diindikasikan dengan terjadinya kerusakan pada perkerasan jalan.



Dalam pemeliharaan jalan tol, pemakaian alat - alat berat sangatlah diperlukan, terutama pada pekerjaan *overlay* dan rekonstruksi, dengan menggunakan alat berat dapat mempermudah dan mempercepat proses pengerjaan pemeliharaan jalan tol sesuai dengan target yang telah ditentukan.

Meskipun alat berat memiliki fungsi untuk mempermudah suatu pekerjaan konstruksi, apabila dalam penggunaannya tidak dilakukan dengan secara bijak, maka akan mengalami kerugian dalam hal waktu dan biaya karena penggunaan alat berat yang berlebihan.

Agar tidak mengalami kerugian dalam penggunaan alat berat pada pekerjaan konstruksi, maka diperlukan manajemen pengelolaan dalam penggunaan alat berat dengan melakukan optimasi biaya dan waktu agar penggunaan alat berat bekerja secara optimal.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Produktivitas Alat Berat

Produktivitas alat adalah perbandingan antara hasil yang dicapai dengan dengan seluruh sumber daya yang digunakan. Produksi kerja alat tergantung pada kapasitas alat, waktu siklus alat, dan faktor efisiensi alat. (Rochmanhadi, 1992).

$$Q = q \times N \times Fa \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

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

q = Produksi dalam satu siklus kemampuan alat (m^3/jam)

N = Jumlah siklus dalam satu jam

$$N = \frac{60}{T_s}$$

Fa = Efisiensi Kerja

Ts = Waktu siklus (menit)



Faktor Efisiensi Kerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan menggunakan alat berat ada beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas alat berat yaitu efisiensi kerja alat. (Rostiyanti, 2008). Bagaimana efisiensi kerja alat tersebut bekerja tergantung dari beberapa hal yaitu :

1. Kemampuan operator alat
2. Pemilihan dan pemeliharaan alat
3. Perencanaan dan pengaturan letak alat
4. Kondisi cuaca
5. Metode pelaksanaan alat

Waktu Siklus Alat

Waktu siklus dalam penggunaan alat berat merupakan suatu kegiatan yang berulang. Pekerjaan utama dari kegiatan tersebut adalah menggali, memuat, mengangkat, memindahkan, menumpahkan muatan, dan kembali ke kegiatan awal. Semua kegiatan tersebut dapat dilakukan oleh satu alat atau beberapa alat. (Rostiyanti, 2008). Berikut rumus yang digunakan untuk memperhitungkan waktu siklus sebuah alat berat adalah sebagai berikut:

$$T_s = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

- T_s = Waktu siklus (menit)
- T_1 = Waktu untuk pengisian (menit)
- T_2 = Waktu untuk pengangkutan (menit)
- T_3 = Waktu untuk menumpahkan (menit)
- T_4 = Waktu untuk kembali (menit)

Jumlah Kebutuhan Alat dan Durasi Pekerjaan

Pada umumnya dalam suatu pekerjaan terdapat lebih dari satu jenis alat yang dipakai dalam sebuah proyek. Karena dari setiap jenis alat berat memiliki produktivitas yang tidak sama pada setiap alat, maka perlu diperhitungkan jumlah masing – masing alat. Untuk menentukan jumlah alat dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Jumlah}_{\text{alat}} = \frac{\text{Produktivitas}_{\text{besar}}}{\text{Produktivitas}_{\text{alat}}} \dots\dots\dots(2.3)$$



Untuk menentukan durasi suatu pekerjaan dapat menggunakan rumus berikut :

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Produktivitas Alat}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Biaya Operasional dan Biaya Sewa Alat

Biaya Pasti

Biaya pasti (*Fixed Cost*) adalah biaya pengembalian modal dan bunga setiap tahun.

a. Nilai Sisa Alat

Nilai sisa alat atau nilai jual kembali adalah perkiraan harga peralatan yang bersangkutan pada akhir umur ekonomisnya. Nilai sisa alat dapat diambil rata-rata 10% dari harga pokok alat.

b. Faktor Angsuran Modal

Faktor Angsuran Modal merupakan tingkat suku bunga bank (*i*) pinjaman investasi yang berlaku pada waktu pembelian peralatan yang bersangkutan.

Faktor angsuran modal dengan rumus berikut :

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

D = Faktor angsuran atau pengembalian modal

i = Tingkat suku bunga pinjaman investasi (% per tahun)

A = Umur ekonomis alat (tahun)

Biaya pengembalian modal dengan rumus berikut:

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

Keterangan :

B = Harga pokok alat (rupiah)

C = Nilai sisa alat (%)

W = Jumlah jam kerja alat dalam satu tahun (jam)

c. Biaya Asuransi dan Pajak

Besarnya nilai asuransi dan pajak kepemilikan peralatan ini umumnya diambil rata-rata per tahun sebesar 0,2% dari harga pokok alat, atau 2% dari nilai sisa alat (apabila nilai sisa alat = 10% dari harga pokok alat).



$$F = \frac{\text{Ins} \times B}{W}$$

Keterangan :

Ins = Asuransi (%)

B = Harga pokok alat (rupiah)

W = Jumlah jam kerja alat dalam satu tahun (jam)

d. Biaya Pasti

Biaya pasti (owning cost) adalah biaya pengembalian modal dan bunga setiap tahun, dihitung sebagai berikut :

$$G = \frac{(B - C) \times D}{W} + \frac{\text{Ins} \times B}{W}$$

Keterangan :

G = Biaya pasti per jam (rupiah)

B = Harga pokok alat setempat (rupiah)

C = Nilai sisa alat

D = Faktor angsuran atau pengembalian modal

W = Jumlah jam kerja alat dalam satu tahun

Biaya Tidak Pasti

Komponen biaya operasi tiap unit peralatan dihitung berdasarkan bahan yang diperlukan. Untuk perhitungan dengan cara pendekatan dengan rumus rata-rata untuk biaya tidak pasti atau biaya operasi adalah sebagai berikut:

a. Biaya bahan bakar (H)

$$H = (12,00 \text{ s/d } 15,00)\% \times \text{Tenaga Mesin}$$

Keterangan :

H = Banyaknya bahan bakar yang dipergunakan dalam 1 jam dengan satuan liter/jam

Tenaga Mesin = Kapasitas penggerak

12,00% - 15,00% = Persentase Penggunaan Alat

b. Biaya minyak pelumas (I)

$$I = (2,5 \text{ s/d } 3)\% \times \text{Tenaga Mesin}$$

Keterangan :



I = Banyaknya minyak pelumas yang dipakai dalam 1 (satu) jam dengan satuan liter / jam

Tenaga Mesin = Kapasitas penggerak

2,5 % - 3 % = Persentase Penggunaan Alat

c. Biaya bengkel (J)

Besarnya biaya bengkel (workshop) tiap jam dihitung sebagai berikut :

$$J = (6,25 \% \text{ s/d } 8,75 \%) \times \frac{B}{W}$$

Keterangan :

B = Harga pokok alat setempat

W = Jumlah jam kerja alat dalam satu tahun

6,25% - 8,75% = Persentase Penggunaan Alat

d. Biaya perbaikan (K)

Untuk mengetahui biaya perbaikan termasuk penggantian suku cadang dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$K = (12,5 \% \text{ s/d } 17,5 \%) \times B/W$$

Keterangan :

B = Harga pokok alat setempat

W = Jumlah jam kerja alat dalam satu tahun

12,5% - 17,5% = Persentase Penggunaan Alat

e. Biaya operasi (P)

Setelah semua komponen biaya tidak pasti sudah diketahui, kemudian menghitung biaya operasi dengan rumus sebagai berikut :

$$P = H + I + J + K + L + M$$

Keterangan :

P = Biaya Operasi

H = Banyaknya bahan bakar yang dipakai dalam 1 (satu) jam (liter/jam)

I = Banyaknya minyak pelumas yang dipakai dalam 1 (satu) jam (liter/jam)

J = Besarnya biaya bengkel (workshop) tiap jam

K = Biaya perbaikan termasuk penggantian suku cadang yang aus

L = Upah operator atau driver

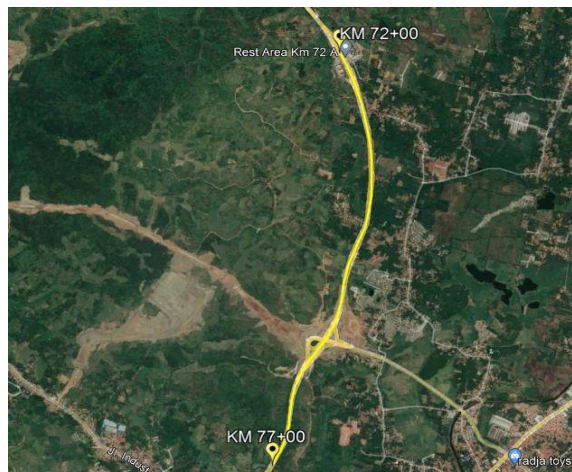


M = Upah pembantu operator atau pembantu driver

3. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang dipilih dalam tugas akhir ini adalah proyek Pekerjaan Pemeliharaan (SFO) dan Rekonstruksi Rigid Ruas Tol Cipularang Jalur A yang berlokasi di Jalan Tol Cipularang Jalur A KM 72+000 sampai dengan KM 77+000, Purwakarta, Jawa Barat. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.

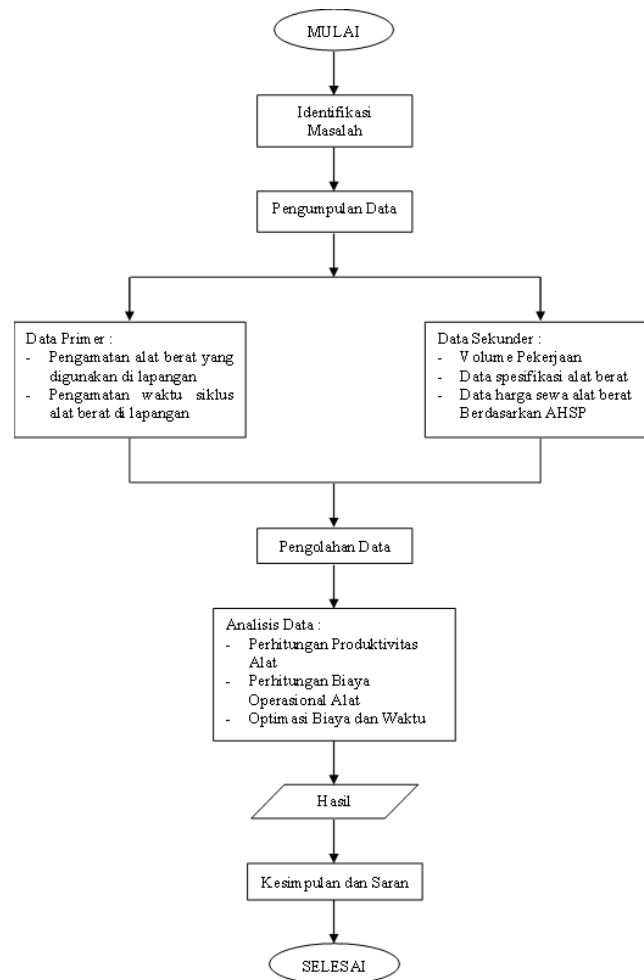


Gambar 3.1 Lokasi Proyek Tol Cipularang KM 72+000 s/d KM 77+000

Sumber : Google Earth

Analisis Data

Analisis Data adalah kegiatan pengolahan data yang didapat dari peninjauan langsung di lapangan dan pustaka atau literatur yang berkaitan dengan penelitian tugas akhir. Data yang diperlukan dalam penelitian adalah data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang didapat secara langsung dengan melakukan observasi atau peninjauan langsung di lapangan. Data sekunder adalah data yang didapat dari studi kepustakaan atau studi yang pernah dilakukan penelitian sebelumnya yang berfungsi sebagai pendukung penelitian. Untuk tahapan analisis lebih rinci dapat dilihat dari diagram alir penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Produktivitas Alat

Produktivitas alat adalah perbandingan antara hasil yang dicapai dengan dengan seluruh sumber daya yang digunakan (Rochmanhadi, 1992). Produksi kerja alat tergantung pada kapasitas alat, waktu siklus alat, dan faktor efisiensi alat. Berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan produktivitas dari setiap alat yang digunakan di lapangan :

1. Wheel Loader

Diketahui :

Nama Alat Berat = Volvo L260H



Berat Isi Agregat (lepas) = 1,25 ton/m³ (Lampiran C-2)

Faktor bucket (Fb) = 0,85

Kapasitas bucket (V) = 1,50 m³

Kecepatan pergi rata – rata (V₁) = 15 km/jam

Kecepatan kembali rata – rata (V₂) = 20 km/jam

Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,81 (Tabel 2.1)

Jam Kerja/Hari = 7 jam

a. Menghitung Waktu Siklus

Waktu siklus *Wheel Loader* yaitu terdiri dari waktu muat, waktu kembali, dan waktu lainnya. Untuk mencarinya dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

Memuat ke Bin :

$$T_1 = \frac{1 \times 60}{V_1}$$

$$T_1 = \frac{0,05 \times 60}{15} = 0,20 \text{ menit}$$

Kembali ke *Stok Pile* :

$$T_2 = \frac{1 \times 60}{V_2}$$

$$T_2 = \frac{0,05 \times 60}{20} = 0,15 \text{ menit}$$

Lain – lain :

T₃ = 1 menit (Asumsi)

Maka :

$$T_s = 0,20 + 0,15 + 1$$

$$T_s = 1,35 \text{ menit}$$

b. Menghitung Kapasitas Produksi

Setelah menghitung waktu siklus *Wheel Loader*, selanjutnya menghitung kapasitas produksi *Wheel Loader* dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = \frac{V \times F_b \times F_a \times 60 \times BiL}{T_s}$$



$$Q = \frac{1,50 \times 0,85 \times 0,81 \times 60 \times 1,25}{1,35}$$

$$= 50,49 \text{ ton/jam}$$

Jadi kapasitas produksi yang dihasilkan *Wheel Loader* adalah 50,49 ton/jam.

c. Produksi Dalam Sehari

= Kap. Produksi/jam $\times$ Jam Kerja Efektif

= 50,49 $\times$ 7

= 353,49 ton/hari

Dari hasil perhitungan produktivitas alat berat, dapat diketahui besarnya produktivitas dari masing-masing alat berat seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Rekapitulasi Produktivitas Masing – masing Alat Berat

Nama Alat	Produktivitas Alat Berat	
	(ton/jam)	(ton/hari)
Wheel Loader	50,49	353,43
Asphalt Mixing Plant	49,80	348,60
Asphalt Sprayer	*447,32	*3341,24
Dump Truck	5,18	373,1
Asphalt Finisher	44,82	313,74
Tandem Roller	49,48	346,36
Pneumatic Tire Roller	50,82	355,74

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Perhitungan Jumlah Alat dan Lama Waktu Pekerjaan

Karena setiap alat berat memiliki produktivitas alat yang berbeda – beda, maka perlu diketahui jumlah setiap alat. Setelah diketahui jumlah dari setiap alat berat yang dibutuhkan, selanjutnya menghitung durasi pekerjaan dari alat – alat tersebut.

Dari hasil perhitungan produktivitas alat berat, dapat diketahui besarnya kapasitas produksi perjam kebutuhan alat dan durasi penggunaan dari masing-masing alat berat seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.2 dan Tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Rekapitulasi Kebutuhan Alat dan Lama Waktu Pekerjaan berdasarkan Kondisi Aktual Lapangan

Nama Alat	Produktivitas Alat Berat		Jumlah Alat Berat (unit)	Lama Waktu Pekerjaan	
	(ton/jam)	(ton/hari)		(hari)	(jam)



Wheel Loader	50,49	353,43	2	10	70
Asphalt Mixing Plant	49,80	348,60	1	10	70
Asphalt Sprayer	*447,32	*3341,24	1	10	70
Dump Truck	5,18	373,1	9	10	70
Asphalt Finisher	44,82	313,74	1	10	70
Tandem Roller	49,48	346,36	1	10	70
Pneumatic Tire Roller	50,82	355,74	3	10	70

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Tabel 4.3 Rekapitulasi Kebutuhan Alat dan Durasi Pekerjaan berdasarkan Pedoman Biaya Pekerjaan Konstruksi No.1/PRT/M/2022

Nama Alat	Produktivitas Alat Berat		Jumlah Alat Berat (unit)	Lama Waktu Pekerjaan	
	(ton/jam)	(ton/hari)		(hari)	(jam)
Wheel Loader	50,49	353,43	1	6	42
Asphalt Mixing Plant	49,80	348,60	1	6	42
Asphalt Sprayer	*447,32	*3341,24	1	6	42
Dump Truck	5,18	373,1	10	6	42
Asphalt Finisher	44,82	313,74	1	6	42
Tandem Roller	49,48	346,36	1	6	42
Pneumatic Tire Roller	50,82	355,74	1	6	42

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Perhitungan Biaya Operasional dan Biaya Sewa

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.1/PRT/M/2022 tentang Pedoman Penyusunan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Bina Marga, Biaya langsung terdiri dari alat, bahan, dan upah. Sedangkan biaya tidak langsung terdiri atas biaya umum dan keuntungan.

Setelah melakukan perhitungan biaya operasional dan biaya sewa , berikut rincian harga biaya alat dan biaya sewa alat/jam yang diperlukan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.4 :

Tabel 4.4 Biaya Sewa Alat Berat dari Hasil Analisis Harga Satuan Alat

No	Nama Alat	Tenaga Mesin (HP)	Satuan	Biaya Harga Alat	Biaya Sewa Alat/Jam
1	Asphalt Mixing Plant	290	Ton	3.135.000.000	4.818.593,08
2	Wheel Loader	96	Ton	564.000.000	253.964,94



3	Asphalt Sprayer	4	Liter	90.000.000	46.256,45
4	Dump Truck	190	Ton	420.000.000	337.592,25
5	Asphalt Finisher	72	Ton	2.205.000.000	820.779,19
6	Tandem Roller	82	Ton	1.195.425.000	379.339,78
7	Pneumatic Tired Roller	100	Ton	900.000.000	335.448,22

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.5 pada hasil kondisi aktual di lapangan, pekerjaan pemeliharaan overlay dapat selesai 100% dengan lama waktu pekerjaan selama 10 hari dengan waktu jam kerja selama 7 jam/hari, kemudian untuk biaya total sewa alat berat pada pekerjaan pemeliharaan overlay adalah sebesar **Rp. 743.230.130,30**.

Tabel 4.5 Hasil Analisis Waktu dan Biaya berdasarkan Aktual di Lapangan

Nama Alat	Produktivitas	Jumlah Alat Berat	Lama Waktu Pekerjaan	Jam Kerja Alat	Biaya Sewa Alat/Jam	Total Biaya Sewa
	(ton/jam) *(liter/jam)		(hari)	(jam)	(jam)	(rupiah)
Wheel Loader	50,49	2	10	7	253.964,94	35.555.091,60
Asphalt Mixing Plant	49,80	1	10	7	4.818.593,08	337.301.515,60
Asphalt Sprayer	*477,32	1	10	7	46.256,45	3.237.952,50
Dump Truck	5,33	9	10	7	337.592,25	212.683.117,50
Asphalt Finisher	44,82	1	10	7	820.779,19	57.454.543,30
Tandem Roller	49,48	1	10	7	379.339,78	26.553.784,60
Pneumatic Tire Roller	50,82	3	10	7	335.448,22	70.444.126,20
Total						743.230.130,30

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Pada hasil analisis berdasarkan Pedoman Biaya Pekerjaan Konstruksi No.1/PRT/M/2022 Bidang Bina Marga, pekerjaan pemeliharaan overlay dapat selesai 100% dengan lama waktu pekerjaan selama 6 hari dengan waktu jam kerja selama 7 jam/hari, kemudian untuk biaya total sewa alat berat pada pekerjaan pemeliharaan overlay adalah sebesar **Rp. 421.272.774,72**. Berikut rekapitulasi hasil analisis waktu dan biaya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil Analisis Waktu dan Biaya berdasarkan Pedoman Biaya Pekerjaan Konstruksi No.1/PRT/M/2022

Nama Alat	Produktivitas	Jumlah Alat	Lama Waktu	Jam Kerja	Biaya Sewa Alat/Jam	Total Biaya Sewa
-----------	---------------	-------------	------------	-----------	---------------------	------------------



		Berat	Pekerjaan	Alat		
	(ton/jam) *(liter/jam)		(hari)	(jam)	(jam)	(rupiah)
Wheel Loader	50,49	1	6	7	253.964,94	10.666.527,48
Asphalt Mixing Plant	49,80	1	6	7	4.818.593,08	202.380.909,36
Asphalt Sprayer	*477,32	1	6	7	46.256,45	1.942.770,90
Dump Truck	5,33	10	6	7	337.592,25	141.788.745,00
Asphalt Finisher	44,82	1	6	7	820.779,19	34.472.725,98
Tandem Roller	49,48	1	6	7	379.339,78	15.932.270,76
Pneumatic Tire Roller	50,82	1	6	7	335.448,22	14.088.825,24
Total						421.272.774,72

Sumber : Hasil Pengolahan Data

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan, pengumpulan data, dan analisis data selama penelitian pada Pekerjaan Pemeliharaan (SFO) dan Rekonstruksi Rigid Ruas Tol Cipularang Jalur A, maka dapat diambil sebuah kesimpulan, pada hasil analisis berdasarkan peninjauan langsung di lapangan, pekerjaan pemeliharaan overlay dapat selesai 100% dengan lama waktu pekerjaan selama 10 hari dengan waktu jam kerja selama 7 jam/hari, kemudian untuk biaya total sewa alat berat pada pekerjaan pemeliharaan overlay adalah sebesar **Rp. 743.230.130,30**, sedangkan pada hasil analisis menurut Pedoman Biaya Pekerjaan Konstruksi No.1/PRT/M/2022 Bidang Bina Marga, pekerjaan pemeliharaan overlay dapat selesai 100% dengan lama waktu pekerjaan selama 6 hari dengan waktu jam kerja selama 7 jam/hari, kemudian untuk biaya total sewa alat berat pada pekerjaan pemeliharaan overlay adalah sebesar **Rp. 421.272.774,72**.

Setelah melakukan optimasi biaya dan waktu, maka analisis berdasarkan Pedoman Biaya Pekerjaan Konstruksi No.1/PRT/M/2022 Bidang Bina Marga yang lebih optimal dan efisien dari segi biaya dan waktu jika dibandingkan dengan analisis berdasarkan pengamatan eksisting di lapangan dengan selisih biaya sebesar **Rp. 309.791.496,70** atau 41,89% dan selisih waktu 4 hari lebih cepat.



DAFTAR PUSTAKA

- Setiawan, F., & Janizar, S. (2021). Percepatan Jadwal Konstruksi dan Pengaruhnya Terhadap Biaya Penyelesaian Proyek Konstruksi. *JURNAL TEKNIK SIPIL CENDEKIA (JTSC)*, 2(1), 23-58.
- Janizar, S., & Suprpto, E. R. (2021). Analisis Penempatan Dan Penentuan Jumlah Tower Crane (Tc). *Jurnal Teknik Sipil Cendekia (Jtsc)*, 2(2), 23-34.
- Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi*. (2022). Jakarta: Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat.
- Diklat Pelaksanaan Beton Aspal Campuran Panas (Modul 2 Pelaksanaan Pengaspalan)*. (2017). Bandung: Pusdiklat Jalan, Perumahan, Permukiman, dan Pengembangan Infrastruktur Wilayah.
- Rochmanhadi. (1992). *Alat - alat Berat dan Penggunaannya*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Rochmanhadi. (1992). *Kapasitas dan Produksi Alat - alat Berat* . Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Rochmanhadi. (1992). *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Menggunakan Alat Berat*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Rostiyaniti, S. F. (2008). *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta: Rineka Cipta.