

Analisis Waktu Dan Biaya Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Permukaan (AC – BC) Pada Proyek Rekontruksi Jalan Kabupaten Ruas Lili Kira – Buangin

Leonardo Massolo^{*1a}, Junus Mara ^{*2}, Herby Calvin Pascal Tiyow ^{*3}

Submit:
3 Mei 2024

Review:
10 Mei 2024

Revised:
12 Agustus 2024

Published :
5 November 2024

^{*1} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, leonardomassolo342@gmail.com

^{*2} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, marajunus@gmail.com

^{*3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, herbycalvin@ukipaulus.ac.id

^aCorresponding Author: leonardomassolo342@gmail.com

Abstrak

Untuk setiap jenis pekerjaan, memilih alat berat yang tepat sangat penting untuk memaksimalkan kinerjanya. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil perhitungan alat berat metode pengamatan secara langsung untuk menentukan hasil biaya alat yang lebih ekonomis karena alat berat aspal relatif mahal dan sangat penting untuk menyelesaikan pekerjaan proyek jalan raya. *Dump truck*, *finisher asphalt*, *tandem roller*, dan *pneumatic tired roller* adalah alat berat yang digunakan untuk menyelesaikan proyek ini. Mencakup biaya alat berat tinjauan pada proses pengaspalan jalan Kabupaten ruas Lilikira - Buangin dengan panjang ruas jalannya ialah 2,66 km, Dari hasil pembahasan diketahui produksi aktual pada *asphalt finisher* sebesar 46,154 ton/jam, untuk *dump truck* 5,217 ton/jam apa bila dihitung 15 unit *Dump truck* sebesar 78,255 ton/jam, *Tandem roller* sebesar 15 ton/jam, dan *pneumatic tired roller* 12,96 ton/jam. Harga Satuan pekerjaan peralatan yaitu, *dump truck* Rp. 188,996.22/m³, *Asphalt finisher* Rp. 23,833.25/m³, *Tandem roller* Rp. 35,333.33/m³, dan *Pneumatic tired roller* Rp. 54,012.35/m³.

Kata Kunci: Produktivitas, biaya peralatan, alat berat

Abstract

For any kind of job, choosing the right heavy gear is crucial to maximizing its performance. This study aims to compare the calculations of the heavy equipment observation methods directly to determine the cost of the equipment more economical because asphalt heavy equipment is relatively expensive and very important to complete the work of the road project. *Dump trucks*, *asphalt finisher*, *tandem roller*, and *pneumatic tired roller* are heavy vehicles used to complete this project. Including the cost of heavy equipment examination on the process of road filling district street Lilikira - Buangin with the length of the street is 2.66 km, from the results of discussions known actual production on *asphalt finisher* of 46,154 tons/hour, for *dump truck* 5,217 tons/h what when counted 15 units *Dump truck* of 78,255 tons/hr, *Tandem roller* of 15 tons /h, and *pneumatic tired roller* 12,96 tons/ hour. The price of the unit of equipment is, *dump truck* Rs. 188,996.22/m³, *Asphalt finisher* Rs. 23,833.25 /m³, *Tandem roller* Rs. 35,333.33/m³ and *Pneumatic tired roller* Rp. 54,012.35/m³.

Keywords: Productivity, equipment costs, heavy equipment

PENDAHULUAN

Perkembangan industri konstruksi saat ini telah menghasilkan peningkatan penggunaan alat berat dan permintaan di setiap lokasi konstruksi. Perubahan ini mendorong pemerintah untuk memperbaiki pembangunan di semua bidang. Salah satu cara untuk mencapai tujuan ini adalah dengan membangun atau meningkatkan jalan yang sudah ada. Penulis memilih untuk melakukan penelitian tentang alat berat yang digunakan pada pekerjaan perkerasan lentur (*flexible pavement*) karena di Indonesia jenis jalan ini lebih banyak digunakan dan proses konstruksinya tidak membutuhkan waktu yang lama karena jalan tersebut dapat dilalui langsung.

Pembangunan jalan sangat penting untuk meningkatkan ekonomi di sebuah daerah selain berfungsi sebagai cara untuk menghubungkan antara wilayah. Sebagai contoh, proyek pembangunan jalan baru di jalan Kabupaten antara Lilikira dan Buangin akan dilakukan untuk mempermudah arus lalu lintas.

Selain itu, alat berat diperlukan dalam proses pelaksanaan pekerjaan untuk mendukung pelaksanaannya. Misalnya, pekerjaan lapisan perkerasan lentur menggunakan *dump truck*, *finisher asphalt*, *tandem roller*, dan *roller ban pneumatic*. Produksi alat berat yang tinggi selama proses pekerjaan di lapangan tidak terlalu efisien, yang berdampak pada lamanya waktu penyelesaian pekerjaan dan biaya yang dikeluarkan, menjadi alasan penelitian ini. Analisis produktivitas alat berat dilakukan untuk mengurangi waktu pekerjaan dan biaya.

Alat berat lebih hemat biaya dibandingkan dengan alat manual karena dapat menyelesaikan pekerjaan konstruksi lebih cepat, sehingga waktu pelaksanaan dapat tercapai secara optimal. Namun, alat berat harus dipilih dengan benar agar pekerjaan dapat berjalan dengan lancar; jika tidak, pekerjaan akan tidak berhasil dan biaya akan meningkat.

Pengamatan dilakukan dengan cara menghitung kapasitas produksi masing-masing alat berat untuk mendapatkan nilai produktivitas serta menentukan alokasi kebutuhan alat berat yang diperlukan dalam proyek yang sedang dianalisis. Metode yang digunakan dalam perhitungan ini adalah analisis data, yang mencakup analisis material dan jenis pekerjaan, alat berat yang digunakan, perhitungan produksi alat berat, serta perhitungan jumlah efektif penggunaan alat berat, waktu pelaksanaan, dan hasil analisis keseluruhan. Produktivitas merupakan aspek krusial yang harus dipahami dalam pelaksanaan suatu proyek. Keberhasilan suatu proyek dapat diukur dari kemampuan kontraktor dalam meraih laba maksimum, pemilik proyek yang memperoleh hasil memuaskan, serta penyelesaian proyek yang tepat waktu. Salah satu faktor penentu keberhasilan proyek adalah tingkat produktivitas kerja.[1]. Dalam penelitian ini, langkah awal yang dilakukan adalah mengidentifikasi tujuan penelitian yang berkaitan dengan objek yang diteliti, serta mengkaji literatur yang relevan dengan permasalahan yang ada. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan studi kasus, di mana data disajikan dalam bentuk kuantitatif (angka) dan analisis dilakukan dengan membandingkan biaya serta kelebihan dan kekurangan dari masing-masing metode kerja. Hasil penelitian yang membandingkan metode kerja konvensional dan penggunaan alat berat untuk galian timbunan menunjukkan bahwa pekerjaan cut and fill yang memakan waktu 180 hari melibatkan total 188 pekerja dengan biaya mencapai Rp.1.546.351.702. Sebaliknya, dengan penerapan metode kombinasi antara alat berat dan konvensional, waktu pelaksanaan dapat dipersingkat menjadi 35 hari dengan penggunaan 3 alat berat excavator untuk pekerjaan galian dan 362 pekerja untuk pekerjaan timbunan, dengan total biaya sebesar Rp.1.129.615.995. Metode kerja ini terbukti efektif dalam menciptakan lapangan kerja di tengah pandemi.[2]. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas, waktu, dan biaya penggunaan alat berat dengan membandingkan data rencana dan data aktual selama pelaksanaan. Hasil analisis menunjukkan bahwa produktivitas alat berat berdasarkan data pabrikan lebih tinggi dibandingkan dengan yang tercatat saat pelaksanaan, yang mengakibatkan waktu pelaksanaan menjadi 95 hari lebih

lama dari yang direncanakan. Selain itu, total biaya yang dikeluarkan selama pelaksanaan mencapai Rp 205.800.000, sedangkan biaya yang direncanakan adalah Rp 559.397.556, sehingga terdapat selisih biaya sebesar Rp 353.597.556, di mana biaya pelaksanaan ternyata lebih rendah dibandingkan dengan biaya yang telah direncanakan.[3]. Proyek pembangunan jalan baru di Lingkar Cipanas, Kabupaten Garut, mencakup panjang 3000 meter dengan lebar jalan 2 x 7 meter dan ruang milik jalan seluas 25 meter. Pekerjaan ini direncanakan berlangsung selama 180 hari kalender dengan anggaran sekitar 4,8 miliar rupiah. Lokasi proyek terletak di Kecamatan Tarogong Kaler, Kabupaten Garut. Salah satu aspek yang akan dianalisis adalah perbandingan antara waktu dan biaya pembangunan jalan baru menggunakan alat berat, dibandingkan dengan rencana awal dan hasil di lapangan. Produktivitas alat berat yang akan dievaluasi dalam proses pemindahan dan pemadatan tanah meliputi *excavator*, *bulldozer*, *vibrator roller*, dan *dump truck*, yang masing-masing memiliki fungsi, waktu, biaya, dan produktivitas yang berbeda. Proyek pembangunan jalan baru di Lingkar Cipanas mengalami percepatan, di mana awalnya direncanakan selesai dalam 180 hari kalender, namun di lapangan, proyek ini berhasil diselesaikan 100% sekitar dua bulan lebih awal dari jadwal yang ditentukan. Hal ini menyebabkan ketidaksesuaian antara jumlah alat berat yang tersedia di lokasi dengan rencana awal, sehingga percepatan proyek terjadi, meskipun biaya meningkat dari yang direncanakan untuk setiap item pekerjaan. Hasil analisis menunjukkan bahwa proyek pembangunan Lingkar Cipanas dapat diselesaikan dalam waktu 102 hari atau 14,57 minggu, yang berarti 80 hari atau 11,24 minggu lebih cepat, dengan tambahan biaya sewa alat berat sebesar Rp.80.847.900,00. Untuk menutupi biaya tambahan sewa alat berat, efisiensi waktu selama 82 hari kalender dapat dimanfaatkan, di mana setiap *item* pekerjaan dalam periode tersebut dapat menggantikan biaya tambahan dan bahkan menghasilkan keuntungan sebesar Rp.127.038.100,00 bagi kontraktor.[4]. Penelitian mengenai alat berat seperti truk trailer/tronton menunjukkan bahwa produktivitasnya mencapai 60,614 menit. Sementara itu, *excavator* memiliki produktivitas sebesar 21 m³/jam, *vibrator roller* mencapai 155,625 m³/jam, dan *wheel loader* berproduktivitas 91,098 m³/jam. *Water tanker* mencatat produktivitas 14,229 m³/jam, *motor grader* mencapai 942,880 m²/jam, dan *dump truck* memiliki produktivitas 26,981 m³/jam. Setelah menganalisis produktivitas alat berat, langkah selanjutnya adalah menghitung efisiensi waktu untuk setiap jenis pekerjaan. Dalam hal ini, pekerjaan mobilisasi hanya memerlukan waktu 17 hari, yang lebih cepat dibandingkan dengan rencana awal dalam dokumen kontrak yang menetapkan waktu 28 hari. Sedangkan untuk pekerjaan timbunan biasa dari sumber galian, waktu yang dibutuhkan adalah 247 hari, juga lebih cepat dari rencana kontrak yang mencantumkan 287 hari.[5]. Penelitian ini mengungkapkan bahwa dalam kondisi normal, proyek memerlukan waktu 180 hari dengan total biaya sebesar Rp.9.623.581.000. Setelah dilakukan penambahan jam kerja lembur, hasilnya menunjukkan bahwa dengan tambahan 1 jam lembur, waktu proyek menjadi 164,36 hari dengan biaya Rp.9.642.449.620. Sementara itu, penambahan 2 jam lembur mengurangi waktu menjadi 154,46 hari dengan biaya Rp.9.732.056.859, dan penambahan 3 jam lembur menghasilkan waktu 148,32 hari dengan biaya Rp.9.855.824.505. Selain itu, waktu dan biaya proyek setelah penambahan alat akibat lembur menunjukkan bahwa dengan 1 jam lembur, waktu menjadi 164,36 hari dengan biaya Rp.9.591.488.049, sedangkan dengan 2 jam lembur, waktu menjadi 154,46 hari dengan biaya Rp.9.568.245.162, dan dengan 3 jam lembur, waktu menjadi 148,32 hari dengan biaya Rp.9.557.430.488. Dari analisis penambahan jam lembur dan alat, penambahan alat akibat lembur selama 3 jam terbukti paling efisien, dengan pengurangan waktu sebesar 31,68 hari dan selisih biaya Rp.66.150.512. Dengan demikian, biaya untuk mempercepat durasi proyek melalui penambahan alat berat lebih ekonomis dibandingkan dengan biaya yang harus ditanggung jika proyek mengalami keterlambatan dan dikenakan denda.[6]. Penjadwalan yang efektif dapat meningkatkan efisiensi dalam penggunaan sumber daya tanpa mengorbankan kualitas dari proses perawatan itu sendiri. Penelitian ini

bertujuan untuk merancang jadwal Preventive Maintenance (PM) untuk alat berat di PT Kalimantan Prima Persada. Temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa setelah penjadwalan diterapkan, kejadian kerusakan mendadak berkurang secara signifikan, kesiapan alat untuk beroperasi meningkat, dan kondisi unit tetap terjaga. Dengan adanya rencana kerja yang telah disusun, waktu pelaksanaan menjadi lebih cepat dibandingkan dengan pekerjaan yang tidak terjadwal.[7]. Dalam pelaksanaan proyek, kapasitas daya produksi kendaraan berat memiliki peranan yang sangat penting, sehingga diperlukan analisis yang mendalam mengenai kapasitas volume dari pekerjaan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas volume pekerjaan pada proyek pembangunan Jalan Tol Semarang Demak seksi 1C dari KM 35+400 hingga KM 36+400, dengan fokus pada kapasitas daya produksi dari alat berat seperti asphalt finisher, dump truck, pneumatic tired roller, dan tandem roller. Metode analisis yang digunakan adalah metode volumetrik, yang bertujuan untuk menghitung kapasitas volume dan daya produksi kendaraan berat dalam konteks pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak seksi 1C pada rentang KM 35+400 hingga KM 36+400. Hasil dari analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa perhitungan volume dan produktivitas kendaraan berat yang diterapkan dalam proyek ini telah sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan sebelumnya.[8]. Untuk menyelesaikan proyek sesuai jadwal, salah satu faktor penting yang harus diperhatikan adalah pemilihan alat berat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas alat berat, biaya, dan waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A dengan menggunakan metode Bina Marga Tahun 2018. Hasil analisis menunjukkan produktivitas masing-masing alat berat sebagai berikut: *Wheel Loader* mencapai 827,58 m³/hari, *Dump truck* 13,73 m³/hari, *Motor Grader* 8.495,28 m³/hari, *Vibratory Roller* 761,94 m³/hari, dan *Water Tanker* 1.110,88 m³/hari. Selain itu, perhitungan biaya dan waktu yang diperlukan untuk setiap alat berat dalam pekerjaan Agregat Kelas A adalah sebagai berikut: *Wheel Loader* dengan biaya Rp.5.648.000,00 untuk 1 unit selama 2 hari, *Dump truck* dengan biaya Rp.63.648.000,00 untuk 26 unit selama 4 hari, *Motor Grader* dengan biaya Rp.2.732.000,00 untuk 1 unit selama 1 hari, *Vibratory Roller* dengan biaya Rp.2.968.000,00 untuk 1 unit selama 2 hari, dan *Water Tanker* dengan biaya Rp.1.320.000,00 untuk 1 unit selama 2 hari.[9]. Untuk memperluas jalan Cukir-Jombang, diperlukan alat berat. Ruas jalan yang diperbarui meliputi STA. 0+000–STA. 0+936 dan STA. 1+912–STA. 2+790. Penelitian ini memerlukan analisis produktivitas alat berat dengan menggunakan metode produktivitas lapangan. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui maksimal produktivitas alat berat dan biaya pengaspalan mulai dari STA 0+000 sampai selesai, sehingga menghasilkan efisiensi biaya dan waktu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada waktu penyewaan alat berat selama 8 jam dan masing-masing alat berat terdiri dari 2 Asphalt Finisher, 20 Dump Truk, 3 Tandem roller, 2 Pneumatic Tired Roller, dan 1 Asphalt Sprayer. Biaya penyewaan alat berat masing-masing adalah 4.180.000,00 Rp, 34.200.000,00 Rp, 5.700.000,00 Rp, dan 3.800.000,00. [10]. Baik kontraktor maupun pemerintah sangat menginginkan sebuah model yang dapat membantu mereka menganalisis dampak instrumen kebijakan lingkungan (EPI) terhadap penggantian peralatan konstruksi dari perspektif stokastik [11]. Penjadwalan proyek konstruksi memerlukan parameter dan estimasi tambahan jika proyek tersebut melibatkan banyak peralatan. Karena pemeliharaan preventif, operasi pergerakan ganda, dan kendaraan yang tidak digunakan tidak hanya memengaruhi aktivitas atau durasi proyek secara keseluruhan, tetapi juga anggaran proyek, penjadwalan peralatan berat perlu mendapat perhatian khusus[12] [13]. Parameter pengendalian yang mempengaruhi produksi mesin diidentifikasi yaitu biaya perbaikan mesin, biaya perawatan, biaya penyusutan mesin, gaji pekerja, biaya asuransi mesin, dan biaya bahan bakar mesin [14]. Produktivitas peralatan konstruksi memegang peranan penting dalam menyelesaikan proyek konstruksi sesuai jadwal dan anggaran. Namun, pemantauan produktivitas di lokasi konstruksi saat ini

sangat bergantung pada pengamatan dan pencatatan aktivitas peralatan secara manual, yang membutuhkan banyak tenaga kerja dan waktu[15].

METODOLOGI

A. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan untuk penelitian ini yaitu dengan cara pengamatan secara langsung di lapangan. Pengamatan dilakukan dengan pengamatan produktivitas dari peralatan pengaspalan. Setelah itu menghitung produktivitas dari peralatan pengaspalan.

B. Lokasi Penelitian

Objek tempat penelitian ini dilakukan pada pelaksanaan pengaspalan jalan kabupaten ruas kabupaten Lilikira-Buangin, Lembang Lilikira, Kecamatan Nanggala, Kabupaten Toraja Utara, Sulawesi Selatan.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

C. Gambaran Umum Lokasi Proyek

Berikut ini gambaran lokasi proyek:

1. Nama Proyek : Penangana Jalan Kabupaten Ruas Lilikira-Buangin
2. Lokasi Proyek : Kecamatan Nanggala Kabupaten Toraja Utara
3. Nilai Kontrak : Rp. 8.343.175.000,00
4. Waktu Pelaksanaan : 210 (Dua ratus sepuluh) Hari kerja

D. Pengumpulan Data

Pengumpulan data penelitian pada proyek Rekontruksi Jalan Kabupaten Ruas Lilikira – Buangin, Kecamatab Nanggala, Kabupaten Toraja Utara Diproleh Data Primer.

1. Data Primer

Data Primer Pada Penelitian ini diperoleh dari hasil wawancara dan pengamatan secara langsung terhadap volume pengaspalan dan durasi waktu pada pelaksanaan pengaspalan.

2. Data Sekunder

Data Sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari data spesifikasi alat berat yang digunakan pada proyek Rekontruksi Jalan Kabupaten Ruas Lilikira – Buangin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Data

Dalam melakukan pekerjaan pengaspalan Lapis Permukaan (AC-BC) mekanisme dengan menggunakan alat berat, satu hal penting yang harus diperhatikan adalah mengetahui kapasitas operasi dari alat berat yang digunakan. Alat berat yang akan dihitung adalah *dump truck*, *finisher asphalt*, *tandem roller*, dan *tyre roller pneumatic*.

1. Perhitungan volume pekerjaan

Panjang jalan (P) = 2660 m

Lebar jalan (L) = 3 m

Tebal lapisan aspal (t) = 0,06 m

Berat Jenis aspal (BJ) = 2,25 ton/m³

Dari data diatas dapat dihitung volume aspal yang akan digunakan seabagai berikut

$$\begin{aligned}\text{Volume aspal} &= P \times L \times t \times BJ \\ &= 2660 \times 3 \times 0,06 \times 2,25 \\ &= 1.077,3 \text{ ton/m}^3\end{aligned}$$

Jarak AMP ke Pengaspalan adalah 16.000 m

2. Perhitungan produktivitas peralatan pengaspalan

a. Dump Truck

Dump truck digunakan untuk mengangkut aspal panas dari lokasi *Asphalt mixing plant* yang berada di Panga' Toraja Utara.

Tabel 1 Waktu siklus *Dump Truck*

No	Hari		
	I	II	III
1	1:10	1:10	1:10
2	1:12	1:12	1:12
3	1:09	1:09	1:09
4	1:10	1:10	1:10
5	1:08	1:08	1:08
6	1:12	1:12	1:12
7	1:09	1:09	1:09
8	1:08	1:08	1:08
9	1:10	1:10	1:10
10	1:12	1:12	1:12

11	1:11	1:11	1:11
12	1:08	1:08	1:08
13	1:09	1:09	1:09
14	1:10	1:10	1:10
15	1:11	1:11	1:58
Rata-rata	1:09	1:09	1:09
		1:09	

Dari tabel diatas didapatkan waktu rata – rata siklus *dump truck* adalah 1 : 09 Jam maka;

Kapasitas *Dump Truck* = 6 ton

Waktu siklus *dump truck* = 1:09 jam

$$\begin{aligned}\text{Produksi } \textit{Dump truck} &= \frac{\text{Kapasitas } \textit{Dump Truck}}{\text{Waktu Siklus } \textit{Dump truck}} \\ &= \frac{6}{1.09} \\ &= 5,217 \text{ ton/jam}\end{aligned}$$

b. *Asphalt Finisher*

Asphalt Finisher berjumlah 1 yang digunakan untuk menghamparkan aspal panas ke jalan yang akan diaspal dengan lebar 3 meter dengan ketebalan 0,08 meter.

Tabel 2 Waktu siklus *Asphalt Finisher*

No	Hari					
	I		II		III	
	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai
1	10:50	10:58	10:50	10:58	10:50	10:58
2	10:58	11:05	10:58	11:05	10:58	11:05
3	11:05	11:14	11:05	11:14	11:05	11:14
4	11:14	11:22	11:14	11:14	11:14	11:14
5	11:22	11:28	11:22	11:28	11:22	11:28
6	11:28	11:38	11:28	11:38	11:28	11:38
7	11:38	11:47	11:38	11:47	11:38	11:47
8	11:47	11:54	11:47	11:54	11:47	11:54
9	11:54	12:04	11:54	12:04	11:54	12:04
10	12:04	12:10	12:04	12:10	12:04	12:10
11	12:10	12:17	12:10	12:17	12:10	12:17
12	12:17	12:26	12:17	12:26	12:17	12:26
13	12:26	12:35	12:26	12:35	12:26	12:35
14	12:35	12:46	12:35	12:46	12:35	12:46
15	12:46	12:52	12:46	12:52	12:46	12:52

Dari tabel di atas didapatkan waktu rata – rata siklus *Asphalt Finisher* adalah 8 menit, maka:

Kapsitas *Dump Truck* = 6 ton

Waktu Siklus *Asphalt Finisher* = 8 menit

=0,13 jam

$$\begin{aligned}\text{Produktivitas } \textit{Asphalt Finisher} &= \frac{\text{Kapasitas } \textit{Dump Truck}}{\text{Waktu Siklus } \textit{Asphalt Finisher}} \\ &= \frac{6}{0,13} \\ &= 46,154 \text{ ton/jam}\end{aligned}$$

c. *Tandem roller*

Tandem roller berjumlah 1 digunakan untuk memadatkan aspal yang telah dihampar dengan *passing* 4 dimana satu kali *passing* sama dengan satu kali bolak balik.

Tabel 3 Waktu siklus *Tandem roller*

No	Hari		
	I	II	III
1	0:14	0:14	0:14
2	0:13	0:13	0:13
3	0:12	0:12	0:12
4	0:15	0:15	0:15
5	0:12	0:12	0:12
6	0:16	0:16	0:16
7	0:15	0:15	0:15
8	0:13	0:13	0:13
9	0:13	0:13	0:13
10	0:14	0:14	0:14
11	0:11	0:11	0:11
12	0:10	0:10	0:10
13	0:11	0:11	0:11
14	0:14	0:14	0:14
15	0:17	0:17	0:17
Rata-rata	0:13	0:13	0:13

Dari tabel di atas didapatkan waktu rata – rata siklus *Tandem roller* adalah 13 menit, maka:

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Siklus Tandem Roller} &= 13 \text{ menit} \\
 &= 0,216 \text{ jam} \\
 \text{Volume pemadatan} &= b \times L \times t \\
 &= 18 \times 3 \times 0,06 \\
 &= 3,24 \text{ ton} \\
 \text{Produksi} &= \frac{\text{Vol}}{\text{WS total}} \\
 &= \frac{3,24}{0,216} \\
 &= 15 \text{ ton/ jam}
 \end{aligned}$$

d. *Pneumatic Tired Roller*

Pneumatic tyre roller berjumlah 1 digunakan untuk memadatkan serta membentuk aspal dimana samping kiri dan kanan aspal membentuk penurunan dengan *passing* 4-6 lintasan yang terlebih dahulu dipadatkan oleh *Tandem roller*.

Tabel 4 Waktu siklus *Pneumatic Tired Roller*

No	Hari					
	I		II		III	
	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai	Mulai	Selesai
1	11:19	11:32	11:19	11:32	11:19	11:32
2	11:33	11:44	11:33	12:44	11:33	12:44
3	11:47	12:00	11:47	12:00	11:47	12:00
4	12:05	12:21	12:05	12:21	12:05	12:21
5	12:17	12:33	12:17	12:33	12:17	12:33
6	12:36	12:49	12:36	12:49	12:36	12:49

7	12:52	13:01	12:52	13:01	12:52	13:01
8	13:02	13:13	13:02	13:13	13:02	13:13
9	13:16	13:33	13:16	13:33	13:16	13:33
10	13:34	13:49	13:34	13:49	13:34	13:49
11	13:55	14:07	13:55	14:07	13:55	14:07
12	14:10	14:22	14:10	14:22	14:10	14:22
13	14:25	14:34	14:25	14:34	14:25	14:34
14	14:35	14:46	14:35	14:46	14:35	14:46
15	14:52	15:02	14:52	15:02	14:52	15:02

Dari tabel di atas didapatkan waktu rata – rata siklus *Pneumatic Tired roller* adalah 15 menit, maka:

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu Siklus PTR} &= 15 \text{ menit} \\
 &= 0,25 \text{ jam} \\
 \text{Volume pemadatan} &= b \times L \times t \\
 &= 18 \times 3 \times 0,06 \\
 &= 3,24 \text{ ton} \\
 \text{Produksi} &= \frac{\text{Vol}}{\text{WS total}} \\
 &= \frac{3,24}{0,25} \\
 &= 12,96 \text{ ton/ jam}
 \end{aligned}$$

B. Analisis Biaya Alat

Harga satuan pekerjaan adalah harga pekerjaan alat ton per kubik dihitung dengan rumus, harga sewa alat per jam dibagi dengan total pekerjaan per jam.

Tabel 5 Analisis harga satuan pekerjaan

No	Jenis Alat	Harga sewa/Jam	Ton/jam	Harga/ m ³
1	<i>Dump Truck</i>	Rp 450,000.00	5.217	Rp 86,256.47
2	<i>Asphalt Finisher</i>	Rp 1,100,000.00	46.154	Rp 23,833.25
3	<i>Tandem roller</i>	Rp 530,000.00	15	Rp 35,333.33
4	<i>PTR</i>	Rp 700,000.00	12.96	Rp 54,012.35

C. Pembahasan

1. Produksi terbesar adalah produksi *asphalt finisher* sebesar 46,154 ton/jam, sedang produksi terkecil adalah *dump truck* sebesar 5,217 ton/jam, jadi total *dump truck* yang menuang aspal panas ke *asphalt finisher* per jam adalah ± 8 *dump truck*.
2. *Tandem roller* waktu siklus *tandem roller* adalah 13 menit atau 0,216 jam, sehingga untuk menghitung produktivitas *tandem roller* yaitu dengan cara menghitung volume penebaran *asphalt finisher* dari satu *dump truck* dibagi waktu siklus *tandem roller* hasilnya adalah 15 ton/jam.
3. *Pneumatic tired roller* waktu siklus dari *pneumatic tired roller* adalah 15 menit atau 0,25 jam, sehingga menghitung prduktivitas dari *pneumatic tired roller* yaitu dengan cara menghitung volume penebaran *asphalt finisher* dari satu *dump truck* dibagi waktu siklus *pneumatic tired roller* hasilnya adalah 12,96 ton/jam.
4. Harga satuan pekerjaan:
 - 1) *dump truck* yaitu Rp. 188,996.22/m³,
 - 2) *asphalt finisher* Rp. 23,833.25/m³
 - 3) *tandem roller* Rp. 35,333.33/m³
 - 4) *Pneumatic tired roller* Rp. 54,012.35/m³

KESIMPULAN

Produksi aktual pada *asphalt finisher* sebesar 46,154 ton/jam, untuk *dump truck* 5,217 ton/jam apabila dihitung 15 unit *Dump truck* sebesar 78,255 ton/jam, *Tandem roller* sebesar 15 ton/jam, dan *pneumatic tired roller* 12,96 ton/jam. Harga Satuan pekerjaan peralatan yaitu, *dump truck* Rp. 188,996.22/m³, *Asphalt finisher* Rp. 23,833.25/m³, *Tandem roller* Rp. 35,333.33/m³, dan *Pneumatic tired roller* Rp. 54,012.35/m³.

REFERENSI

- [1] D. D. Supit, "Analisa Produktivitas dan Efisiensi Alat Berat Untuk Pekerjaan Tanah dan Pekerjaan Perkerasan Berbutir: Studi Kasus : Proyek Rehabilitasi Ring Road II – Paniki," *J. Dyn. St.*, vol. 5, no. 1, pp. 906–917, May 2020, doi: 10.47178/dynamicsaint.v5i1.959.
- [2] Agus Bambang Siswanto, Purwantini, Resti Dwiyantoro, and Fery Anderiyanto, "Analisis Perbandingan Metode Kerja Konvensional dan Alat Berat untuk Pekerjaan Galian Timbunan" *J. Civ. Eng. Technol. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, Apr. 2022, doi: 10.56444/jcets.v1i1.37.
- [3] A. B. Listyawan, M. N. Sahid, G. S. Mulyono, and H. K. Fadhlullah, "Analisis Produktivitas Alat Berat Dan Biaya Pekerjaan Pemindahan Tanah Pada Pembangunan RSUD Pondok Aren Tangerang Selatan," *Din. Tek. Sipil Maj. Ilm. Tek. Sipil*, vol. 14, no. 1, pp. 8–12, Jul. 2021, doi: 10.23917/dts.v14i1.15272.
- [4] M. I. Ramdhani and G. J. Johari, "Analisis Produktivitas Pemakaian Alat Berat Terhadap Biaya dan Waktu pada Pembangunan Jalan Baru Lingkar Cipanas Kabupaten Garut," *J. Konstr.*, vol. 18, no. 2, pp. 62–71, Feb. 2021, doi: 10.33364/konstruksi/v.18-2.810.
- [5] M. I. Sangadji, E. R. Ahadian, and M. Darwis, "Analisis Produktivitas Waktu Kerja Alat Berat Pada Pembangunan Lanjutan Reklamasi Dan Jalan Kawasan Kayu Merah-Kalumata," *J. Sci. Eng.*, vol. 4, no. 1, p. 59, May 2021, doi: 10.33387/josae.v4i1.3110.
- [6] I. Setiawan, I. Siboro, and M. Faisyal, "Optimasi Waktu dan Biaya Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (TCTO): Time and Cost Project Optimization Using the Time Cost Trade Off (TCTO) Method," *J. Ilm. Tek. Sipil TRANSUKMA*, vol. 3, no. 2, pp. 114–128, Jun. 2021, doi: 10.36277/transukma.v3i2.80.
- [7] I. Noor, "Perancangan Preventif Maintenance Alat Berat di PT. KALIMANTAN PRIMA PERSADA," *J. Ind. Eng. Oper. Manag.*, vol. 3, no. 2, Dec. 2020, doi: 10.31602/jieom.v3i2.5357.
- [8] Y. P. A. Rumbyarso, "Perhitungan Produktivitas Peralatan Berat pada Proyek Jalan Tol Semarang Demak, Seksi 1C KM 35+400 sampai dengan 36+400," *Mechonversio Mech. Eng. J.*, vol. 6, no. 2, pp. 34–39, Jan. 2024, doi: 10.51804/mmej.v6i2.16427.
- [9] A. F. Firda, B. Asmawi, Akhirini, and D. Parlaungan, "Produktivitas Dan Efektivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Lapis Pondasi Proyek Rehabilitasi Jalan," *J. Deform.*, vol. 8, no. 1, pp. 100–110, Jun. 2023, doi: 10.31851/deformasi.v8i1.11486.
- [10] Rahmat Tri Prasetya, Totok Yulianto, Meriana Wahyu Nugroho, and Titin Sundari, "Analisis Waktu dan Biaya Berdasarkan Acuan Produktivitas Lapangan Menggunakan Metode Estimasi Biaya Aktual," *JURAL Ris. RUMPUN ILMU Tek.*, vol. 2, no. 2, pp. 11–20, Jul. 2023, doi: 10.55606/jurritek.v2i2.1570.
- [11] Z. Huang, et.al, "An improved stochastic life-cycle cost analysis model for examining the impact of environmental policy instruments on construction equipment replacement," *Environment Impact Assessment Review*, vol. 90, 2021.
- [12] Ghafoor et.al, "Cost factors affecting the utilisation of secondary materials in the construction sector: A systematic literature review," *Resources, Conservation and Recyclig Advances*, vol. 23, 2024.
- [13] Gurcanli "Heavy Equipment Scheduling for Horizontal Construction Projects," *Procedia Engineering*, vol. 182, 2017.

- [14] Obeti, et.al “Investigating equipment productivity in feeder road maintenance in Uganda,” *Transportaton Research Interdisciplinary Perspectives*, vol. 17, 2023.
- [15] C. Chen, et.al “Automated excavators activity recognition and productivity analysis from construction site surveillance videos,” *Automation in Construction*, vol. 110, 2020.