



EVALUASI PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA PEKERJAAN PEMBANGUNAN RUAS JALAN BORA-PANDERE DI KABUPATEN SIGI

Eko Widodo*¹, Ahmad Solihin Ansari¹, Devi Eka Ikhwana¹

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palu, Palu, Jalan Hang Tuah No. 114

*Penulis korespondensi: widodoeko1975@gmail.com

DISUBMIT 3 Februari 2026 DIREVISI 5 Februari 2026 DITERIMA 7 Februari 2026

ABSTRAK Pelaksanaan pekerjaan jalan, alat berat memegang peranan penting dalam menyelesaikan pekerjaan tersebut. Waktu pelaksanaan berbanding lurus dengan jumlah alat-alat berat yang dimobilisasi pada pekerjaan tersebut bertujuan untuk mengetahui produktivitas alat berat dilapangan peneliti pada proyek pembangunan jalan pada ruas jalan Bora-Pandere. Metode peneliti yang dilakukan adalah membandingkan antara produktivitas sesuai dengan Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Konstruksi Nomor 68/SE/DK/2024. Dengan metode pelaksanaan dilapangan. Hasil penelitian diperoleh bahan pelaksanaan pekerjaan penghamparan aspal yaitu laston lapis Aus AC-WC diselesaikan selama 19 hari, dengan volume aspal sebesar 5678,27 ton. Namun dalam pelaksanaan dilapangan waktu yang dibutuhkan adalah 7 bulan. Hal ini disebabkan pekerjaan pengaspalan tergantung pada pelaksanaan pekerjaan struktur bawah pekerjaan tersebut. Pada pekerjaan Pembangunan Jalan Bora-Pandere yaitu pengaspalalan alat-alat berat yang digunakan antara lain: Dump Truck, Asphalt Finisher, Tandem Roller, dan Pneumatic tire roller.

KATA KUNCI *Alat berat, Produktivitas alat berat, AC-WC*

1 PENDAHULUAN

Saat ini, Perkembangan disektor konstruksi mengakibatkan meningkatnya kebutuhan dan penggunaan alat berat diberbagai lokasi proyek. Dinamika ini mendorong pemerintah untuk melakukan pembenahan diseluruh sektor Pembangunan. Salah satu fokus utamanya adalah sektor transportasi darat, melalui Pembangunan maupun peningkatan kualitas jalan yang sudah ada. Infrastruktur transportasi, khususnya jaringan jalan memegang peran penting didalam upaya meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Jalan berfungsi sebagai sarana prasarana yang mendukung kelancaran distribusi barang dan jasa, mempermudah mobilitas penduduk, memperluas konektivitas antar wilayah, serta turut berkontribusi dalam meningkatkan kesejahteraan dan taraf hidup Masyarakat. Pembangunan jalan tidak hanya berfungsi sebagai penghubung antar wilayah, tetapi juga memiliki peran sangat penting yang strategis didalam mendorong pertumbuhan ekonomi di daerah tersebut. Sebagai contoh proyek Pembangunan jalan baru yang bertujuan memperlancar arus lalu lintas direncanakan akan dibuka mulai dari arah Desa Bora, Kecamatan Sigi Kota hingga

Desa Pandere, Kecamatan Gumbasa. Berdasarkan dengan perjanjian kontrak nomor: 622/108/SP-DIS.BMPR, tanggal 24 Januari 2023, royek pekerjaan ini dimulai dengan nama: Pembangunan Ruas Jalan Bora-Pandere (MYC)". Proyek pekerjaan ini merupakan proyek *Multi Years Contrat* (MYC) yang sumber dananya berasal dari APBD Provinsi Sulawesi Tengah dan pelaksana pekerjaan proyek ini di tangani oleh PT. Passokorang. Alat berat merupakan faktor yang penting di dalam mendukung pelaksanaan paket pekerjaan proyek tersebut. Pada paket pekerjaan pembangunan jalan diperluakaan alat-alat berat, diantaranya: AMP (*Asphalt Mix Plant*), *Dump Truck*, *Asphal Finisher*, *Tandom Roller* dan *Pneumatic Roller*. Alasan penelitian dilakukan untuk mengetahui produktivitas alat berat yang digunakan di lapangan untuk efisiensi waktu yang dikeluarkan, sehingga dapat menyelesaikan pekerjaan konstruksi lebih cepat dan tercapai dengan optimal. Pemilihan alat berat dalam pekerjaan konstruksi harus tepat agar pekerjaan berjalan dengan lancar dan penyelesaian pekerjaan tercapai sesuai

dengan jadwal yang telah ditentukan atau disepakati.

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel. Pernyataan tersebut tertuang dalam Undang-Undang Republik Indonesia No.2 Tahun 2022 pasal 1, tentang perubahan kedua atas Undang-Undang No.38 Tahun 2004 tentang jalan, sebagai landasan hukumnya.

Produktivitas diartikan sebagai kemampuan untuk menghasilkan suatu hal. Dengan demikian, produktivitas alat berat dapat dijelaskan sebagai kemampuan alat berat untuk menghasilkan suatu hasil dalam suatu periode waktu tertentu. (Edi Nurhadi Kulo Dkk 2017). Selanjutnya produktivitas alat berat bergantung pada tiga faktor, yaitu : waktu siklus, material, dan efisiensi.

Waktu Siklus. Setiap pekerjaan pemindahan material, alat berat beroperasi menurut pola siklus tertentu: memuat, mengangkut, membuang dan kembali ke tempat pemuatan atau kombinasi dari keempatnya. Waktu siklus adalah jangka waktu yang dibutuhkan alat berat untuk merampung serangkaian operasi kerja. Untuk menaksir waktu siklus suatu alat berat yaitu dimulai ketika alat sudah siap untuk beroperasi. Pengukuran waktu siklus dilakukan beberapa kali, kemudian dihitung berapa rata-rata dari waktu siklus tersebut. Waktu siklus dapat digolongkan dalam dua kategori yaitu, waktu tetap dan waktu variabel. Waktu tetap adalah waktu yang digunakan untuk memuat dan membuang.

Material. Khususnya untuk pekerjaan alat berat, yang dimaksudkan dengan material disini adalah tanah, yang meliputi: a. Batu yang dalam hal ini sebagai tanah yang berukuran butiran besar atau berbentuk

bongkahan berupa granit, batu kapur, cadas, dll.; b. Tanah dalam hal ini merupakan campuran batu-batu yang berukuran butir kecil; c. Campuran batu dengan tanah.

Efisiensi. Efisiensi di definisikan sebagai besar presentasi kerja alat efektif dibandingkan dengan waktu kerja keseluruhan, misalnya beberapa menit efektifnya beroperasi alat berat tersebut dalam waktu satu jam kerja.

Hasil produksi yang sebenarnya dari suatu peralatan yang digunakan tidak akan sama dengan hasil perhitungan berdasarkan data kapasitas yang ditulis pada brosur, banyaknya faktor-faktor yang mempengaruhi proses produksi. Faktor-faktor tersebut adalah:

- 1 Faktor operator.
- 2 Faktor peralatan.
- 3 Faktor kondisi medan/lapangan.
- 4 Faktor manajemen kerja.

Estimasi besaran pada setiap faktor diatas adalah sulit sehingga untuk mempermudah pengambilan nilai yang digunakan, faktor-faktor tersebut di gabungkan menjadi satu yang merupakan faktor kondisi kerja secara umum. Selanjutnya faktor tersebut digunakan sebagai faktor efisiensi kerja alat.

Tabel 1 Faktor Efisiensi Alat

Kondisi Operasi	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,53	0,50	0,47	0,42	0,32

Sumber : SE DIRJEN BIKON No : 68/SE/DK/2024, (2025)

Kapasitas produksi alat berat merujuk pada jumlah output atau volume pekerjaan yang dihasilkan oleh alat berat dalam satu unit waktu tertentu. Perhitungan produktivitas alat melibatkan faktor standar kinerja yang disediakan oleh produsen alat, efisiensi alat, operator, kondisi lapangan dan material. Metode perhitungan produktivitas alat bervariasi tergantung pada fungsi dan tujuan

penggunaan alat tersebut. (Ronald, dalam jurnal Tekno 2018). Dalam menghitung kapasitas alat berat dapat dilakukan sebagai berikut:

Dump Truck. Rochmanhadi (1982), *dump truck* adalah peralatan yang berfungsi untuk mengangkut material dari satu lokasi ke lokasi lain. Pada umumnya, untuk pekerjaan konstruksi sipil, digunakan truck yang dapat secara otomatis melepaskan muatan dari baknya. Truck semacam ini dikenal sebagai *dump truck* atau *tripping truck*.

Asphalt Finisher. *Asphalt Finisher*, Rochmanhadi (1982), adalah peralatan yang berperan dalam menyebarkan material yang telah melalui proses di *mixing plant*, yang dikenal sebagai aspal beton dari AMP. Material ini diangkut menggunakan *dump truck* ke lokasi pekerjaan dan kemudian dituangkan ke dalam *asphalt finisher*. Pada *asphalt finisher*, terdapat sebuah alat yang disebut *hopper* (corong tuang), namun tanpa alas, sehingga material yang dituangkan oleh truk langsung jatuh ke bawah. Di bagian belakangnya, terdapat pisau selebar *hopper* yang diatur sedemikian rupa sehingga tingginya di atas permukaan jalan dapat diatur antara 0-14 cm (sebelum padat) sesuai dengan kebutuhan.

Tandem roller. Rochmanhadi (1982), *tandem roller* adalah peralatan yang digunakan dalam pekerjaan pemadatan untuk mencapai permukaan yang rata, seperti pada proses penggilasan aspal. *Tandem roller* berperan sebagai alat pemadat pada tahap awal untuk lapisan Asphalt Beton (Laston) yang dipadatkan pada suhu antara 900 C hingga 1100 C. *Tandem roller* ini beroperasi setelah proses penghamparan aspal oleh *Asphalt Finisher*.

Pneumatic Tired Roller. Rochmanhadi (1982) menjelaskan bahwa *pneumatic tired roller* adalah peralatan penggilas yang terdiri dari roda-roda dengan ban karet yang diisi dengan udara (*pneumatic*). *Pneumatic Tired*

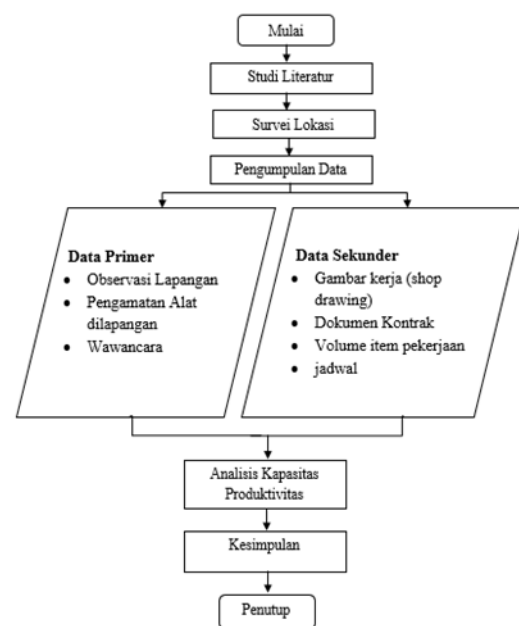
Roller berperan sebagai alat pemadat terakhir ketika melakukan penggilasan pada saat proses penyebaran Asphalt Beton (Laston) yang dipadatkan pada suhu 800 C.

2 METODOLOGI

Lokasi. Lokasi pekerjaan proyek pembanguna ruas jalan ini berlokasi di jalan poros Bora–Pandere, Kabupaten Sigi.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian



Gambar 2 Bagan Alir

Salah satu komponen yang penting dalam penelitian adalah proses dengan pengumpulan data. Kesalahan yang dilakukan dalam proses pengumpulan data akan membuat proses analisis menjadi sulit. Selain itu hasil dan kesimpulan yang akan didapatpun akan menjadi kacau susunan kalimatnya apabila pengumpulan data tidak dilakukan dengan benar. Untuk

menghitung besarnya produktivitas aktual alat berat yang di butuhkan untuk operasional alat berat diperlukan pengumpulan sejumlah data. Pengumpulan data dalam tugas akhir ini menggunakan 3 cara yaitu observasi, wawancara dan studi dokumen.

3 PEMBAHASAN DAN DISKUSI

Data. Perhitungan volume pekerjaan pada pembangunan ruas Jalan Bora-Pandere ialah sebagai berikut:

Panjang hampar (P) = 11166,706 m
 Lebar badan jalan (L) = 4,5 m (Bervariasi)
 Tebal (t) = 0,05 m
 Berat jenis aspal (D) = 2,26 ton/m³
 Volume (V) = $P \times L \times t \times D$
 $= 11166,706 \times 4,5 \times 0,05 \times 2,26$
 $= 5678,27 \text{ ton}$

Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC)

Asphalt Mixing Plant (AMP). *Asphalt Mixing Plant* (AMP) merupakan alat yang digunakan untuk memproduksi campuran aspal hotmix. Kemampuan AMP untuk berproduksi berupa hasil kerjanya yang aktual per satuan waktu kerja efektif. Kapasitas produksi AMP yang digunakan pada lokasi penelitian yakni 300 ton per hari selama 16 jam dengan efisiensi kerja peralatan 0,78. Maka didapatkan produktivitas AMP per jam adalah:
 $Q = 300/16 = 18,75 \text{ ton/jam}$

Dump truk Material akan diangkut menggunakan *dump truck* dari lokasi AMP ke lokasi penghamparan. Produktivitas kerja dump truck yaitu kemampuan kerja dalam menyelesaikan pekerjaan per satuan kerja efektif. Untuk menghitung jumlah produksi per jam dari dump truck yang melakukan pekerjaan secara terus menerus, digunakan data sebagai berikut:
 Efisiensi kerja (Fa) = 0,80
 Jarak angkut (L) = 37 km (dari AMP ke lokasi pekerjaan)
 Kapasitas dump truck (V) = 10 ton
 Kecepatan rata-rata bermuatan (v1) = 30 km/jam

Kecepatan rata-rata kosong (v2) = 40 km/jam
 Waktu muat = 78 menit
 Waktu kosong = 60 menit
 Waktu muat AMP = 15 menit
 Waktu hampar = 30 menit
 Waktu siklus (CT) = waktu muat + waktu angkut + waktu hampar + waktu kembali
 $= 15 + 78 + 30 + 60 = 183 \text{ menit}$
 $= 3,05 \text{ jam.}$
 Produktivitas per jam (Q) = $V = 10 \text{ ton/jam.}$

Asphalt Finisher. Untuk menghampar campuran aspal hot mix yang di produksi oleh *asphalt mix plant* (AMP) digunakan *asphalt finisher*. Untuk menghitung produktivitas alat berat ini, digunakan data sebagai berikut:

Kapasitas hopper (cp) = 10 ton
 Tenaga penggerak (pw) = 72,4 HP
 Kapasitas lebar penghamparan (b) = 4,5 m
 Kapasitas tebal penghamparan (t) = 0,05 m
 Kecepatan menghampar (v) = 5 m/menit
 Berat jenis aspal = 2,3 ton/m³
 Produktivitas alat (Q) = $v \times b \times 60 \times Fa \times t \times D$
 $= 5 \times 4,5 \times 60 \times 0,75 \times 0,05 \times 2,3$
 $= 116,44 \text{ ton/jam.}$

Tandem roller. Untuk memadatkan campuran aspal hot mix yang telah di hampar oleh alat berat *asphalt finisher* digunakan *Tandem Roller*. Campuran aspal tersebut di lindak atau diratakan oleh alat *tandem roller* sehingga menjadi padat. Untuk menghitung produktivitas alat, digunakan data sebagai berikut:

Kecepatan rata-rata (V) = 1,5 km/jam
 Lebar efektif pemadatan (b) = 2,30 m
 Tebal lapis padat AC-WC (t) = 0,05 m
 Jumlah lintasan (n) = 3 lintasan
 Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,75
 Berat isi AC-WC (D) = 2,3 ton/m³
 Produktivitas alat (Q) = $(V \times 1000 \times b \times t \times Fa \times D) / n$
 $= (1,5 \times 1000 \times 2,3 \times 0,05 \times 0,75 \times 2,3) / 3$
 $= 99,19 \text{ ton/jam}$

Pneumatic Tire Roller. *Pneumatic tire roller* adalah peralatan penggilas yang terdiri dari roda-roda dengan ban karet yang diisi dengan udara berperan sebagai alat pemadat kedua setelah pemadatan

pertama menggunakan *tandem roller*. Untuk menghitung produktivitas kerja alat berat *Pneumatic tire roller*, digunakan data sebagai berikut:

Lebar total roda pemadatan (b) = 2,43 m
 Lebar overlap (bo) = 0,3 m
 Lebar efektif pemadat = b-bo = 2,43 – 0,3 = 2,13 m
 Kecepatan pemadatan (v) = 2,5 km/jam.
 Faktor efisiensi kerja (FA) = 0,75
 Tebal pemadatan (t) = 0,05 m
 Lajur lintasan (N) = 2(lajur)
 Jumlah lintasan (n) = 14 (lintasan)
 Berat jenis aspal = 2,3 ton/m³
 Produktivitas alat (Q) = $((V \times 1000)(N(b-b_0)+b_0) F_a \times t \times D) / n$
 $= ((2,5 \times 1000)(2(2,13)+0,3) 0,75 \times 0,05 \times 2,3) / 14$
 $= 70,23 \text{ ton/jam.}$

Waktu Pelaksanaan Pada Pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC)

Asphalt Mixing Plant (AMP)

Kapasitas produksi per jam (Q) = 18,75 ton/jam
 Volume pekerjaan = 5.678,27 ton
 Waktu (durasi) yang dibutuhkan untuk mengerjakan = $\text{vol}/Q = 5678,27/18,75 = 302,84 \text{ jam.}$
 Jam kerja efektif (per hari) = 16 jam
 Jumlah hari yang diperlukan = $302,84/16 = 18,92 \text{ hari} \rightarrow 19 \text{ hari}$

Dump Truck

Kapasitas produksi per unit = 15 ton
 Jumlah dump truck yang digunakan = 15 Unit
 Total kapasitas produksi (Qt) = $15 \times 10 = 150/8 = 18,75 \text{ ton/jam}$
 Waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan = $(\text{vol.})/Q_t = 5678,27/18,75 = 144,38 \text{ jam.}$
 Jam kerja efektif = 8 jam
 Jumlah hari yang dibutuhkan = $144,38/7 = 20,63 \text{ hari} \rightarrow 21 \text{ hari.}$
 Karena waktu AMP (Asphalt Mixing Plant) adalah 19 hari, maka untuk dump truck mengikuti hari kerja AMP.

Asphalt Finisher

Kapasitas produksi per jam (Q) = 116,44 ton/jam

Jumlah Asphalt Finisher yang digunakan = 1 Unit

Waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan = $(\text{vol.})/Q = 5678,27/116,44 = 48,77 \text{ Jam}$
 Jam kerja efektif = 8 jam
 Jumlah hari yang dibutuhkan = $48,77/8 = 6,1 \text{ hari} \rightarrow 6 \text{ hari.}$

Tandem Roller

Kapasitas produksi per jam (Q) = 99,19 ton/jam
 Jumlah Tandem roller yang digunakan = 1 Unit
 Waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan = $(\text{vol.})/Q_t = 5678,27/99,19 = 57,25 \text{ Jam}$
 Jam kerja efektif = 8 jam
 Jumlah hari yang dibutuhkan = $57,25/8 = 7,16 \text{ hari} \rightarrow 7 \text{ hari.}$

Pneumatic Tire Roller

Kapasitas produksi per jam (Q) = 70,23 ton/jam
 Jumlah pneumatic tire roller yang digunakan = 1 Unit
 Total kapasitas produksi (Qt) = $2 \times 70,23 = 140,46 \text{ ton/jam}$
 Waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan = $(\text{vol.})/Q_t = 5678,27/140,46 = 40,43 \text{ Jam.}$
 Jam kerja efektif = 8 jam
 Jumlah hari yang dibutuhkan = $40,43/8 = 5,05 \text{ hari} \rightarrow 5 \text{ hari.}$

Berdasarkan dari evaluasi produktivitas alat berat pada pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC), didapatkan hasil **Tabel 2**.

Tabel 2 Rekapitulasi Waktu Pelaksanaan Alat Berat

No	Peralatan	Jumlah Alat Berat	Kapasitas Produksi	Durasi waktu
1	AMP (Asphalt Mixing Plant)	1	18,75 Ton/jam	19 Hari
2	Dump Truck	15	18,75 ton/jam	19 Hari
3	Asphalt Finisher	1	116,44 ton/jam	6 Hari
4	Tandem Roller	1	99,19 ton/jam	7 Hari
5	Pneumatic Tire Roller	1	70,23 ton/jam	5 Hari

Waktu pelaksanaan sesuai schedule yang telah ditetapkan adalah 7 bulan kerja,

Tabel 3 Perbandingan alat digunakan dilapangan dengan perhitungan AHSP

No	Nama Alat yang digunakan	Sesuai Perhitungan AHSP	Pelaksanaan di lapangan	Keterangan
1	AMP (<i>Asphalt Mixing Plant</i>)	AMP Kapasitas 300 ton/jam	AMP Kapasitas 300 ton/jam	Sesuai di lapangan
2	<i>Dump Truck</i>	7 unit	15 Unit	Tidak Sesuai dengan di lapangan
3	<i>Asphalt Finisher</i>	1 Unit	1 Unit	Sesuai di lapangan
4	<i>Tandem Roller</i>	1 Unit	1 Unit	Sesuai di lapangan
5	<i>Pneumatic Tire Roller</i>	1 Unit	1 Unit	Sesuai di lapangan

sedangkan dari hasil perhitungan waktu pelaksanaan Laston Lapis Aus (AC-WC) kurang lebih 19 hari kerja, hal ini disebabkan karena waktu dalam schedule pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC) dilakukan secara bertahap menyesuaikan pekerjaan struktur bawah jalan tersebut dari pelaksanaan dilapangan diketahui bahwa pekerjaan lapis bawah jalan tidak dilaksanakan secara menyeluruh. Namun dilaksanakan bertahap sesuai dengan jadwal pekerjaan berdasarkan dengan dokumen kontrak.

4 KESIMPULAN

Hasil analisis dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Waktu pelaksanaan sesuai *schedule* yang telah ditetapkan adalah 7 bulan kerja, sedangkan dari hasil perhitungan waktu pelaksanaan Laston Lapis Aus (AC-WC) kurang lebih 19 hari kerja, hal ini disebabkan karena waktu dalam *schedule* pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC) dilakukan secara bertahap menyesuaikan pekerjaan struktur bawah jalan tersebut dari pelaksanaan dilapangan diketahui bahwa pekerjaan lapis bawah jalan tidak dilaksanakan secara menyeluruh. Namun dilaksanakan bertahap sesuai dengan jadwal pekerjaan berdasarkan dengan dokumen kontrak.
2. Berdasarkan hasil analisis perhitungan antara lain:

- a. Produktivitas AMP (*Asphalt Mixing Plant*) = 18,75 ton/Jam
 - b. Produktivitas untuk *Dump Truck* adalah 18,75 ton/jam
 - c. Produktivitas untuk alat berat *Asphalt Finisher* adalah 116,44 ton/jam.
 - d. Produktivitas untuk alat berat *Tandem Roller* adalah 99,19 ton/jam
- Produktivitas untuk alat berat *Pneumatic Tire Roller* adalah 70,23 ton/jam.

Setelah penulis melakukan penelitian dan pengamatan langsung dilapangan, maka penulis mengemukakan saran-saran untuk kemajuan pekerjaan kedepannya, antara lain:

1. Karena alat berat memiliki dampak yang berpengaruh besar pada pelaksanaan pekerjaan proyek, maka sangat perlu merencanakan dan mengevaluasi produktivitas alat berat pada pekerjaan.
2. Untuk penelitian selanjutnya agar dapat menambahkan ruang lingkup pekerjaan sehingga alat berat lebih bervariasi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Edi Nurhadi Kulo, Joice E. Waani, Oscar H. Kaseke. *Analisa Produktivitas Alat Berat Untuk Pekerjaan Pembangunan Jalan (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Lingkar SKPD Tahap 2 Lokasi Kecamatan Tutuyan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur)*. Jurnal Sipil Statik Vol.5 No.7, September 2017 Universitas Sam Ratulangi Manado.
- [2] Juwita Milka Simbolon, *Analisis Produktivitas dan Biaya Penggunaan Alat Berat pada Pelaksanaan Pekerjaan Lapisan Perkerasan Lentur (Studi Proyek Peningkatan*

- Struktur Jalan Sirombu-Afulu*), Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil, Universitas Medan Area.
- [3] Muhammad Haykal, Muhammad Reza Kusman, 2024. *Optimasi Produktivitas dan Biaya Penggunaan Alat Berat pada Pekerjaan Galian untuk Saluran Drainase Proyek Pelebaran Jalan Batu Aji -Kuaoo*. Jurnal Teknik Universitas Gadjah Mada.
- [4] Pekerjaan Preservasi Jalan Batui-Toili-Rata-Baturube. Tugas akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako Palu.
- [5] Ronald, Tisano TJ. Arsjad, Grace Malingkas, 2018. *Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Gali-Muat (Excavator) Dan Alat Angkut (Dump Truck) Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Perumahan Residence Jordan Sea*. Jurnal Tekno, Vol. 16, No. 70, 2018 Sam Ratulangi Manado.
- [6] Rivelya Ivanka T.V Bannegau, Bahtiar, Helen G. wayangkau 2024. *Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Peningkatan Jalan Batas Kota Pegaf – Batas Kabupaten Manokwari Selatan*. Jurnal Sipil Terapan Universitas Cendrawasih Jl. Kampwolker Perumnas 3 Waena Jayapura, Papua.
- [7] Suci Indah Sari, Eka Purnamasari, Akhmad Gazali, 2017. *Analisa Biaya Waktu dan Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Peningkatan Kapasitas Jalan Anjir Talaran-Tabukan Raya*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Kalimantan MAB Banjarmasin.
- [8] Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Konstruksi Nomor 68/SE/DK/2024 tentang tata cara penyusunan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat.
- [9] Susy Fatena Rostiyanti, 2008, *Alat-alat Berat untuk Proyek Konstruksi Edisi kedua*. Rineke Cipta, Jakarta.
- [10] Triyas Afrilia, 2018 *Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Balikpapan – Samarinda Km 28*. Proposal Tugas Akhir Politeknik Negeri Balikpapan.
- [11] Wilopo 2009. *Metode konstruksi dan alat-alat berat*. UI-Pres, Jakarta.

