

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan jalan mempunyai peran penting untuk pengembangan antar daerah yang seimbang dan pemerataan hasil Pembangunan dalam bidang ekonomi, politik, sosial, budaya dan pertahanan keamanan Khususnya pada ruas Jalan Rawa Makmur RT.IV Kunto Darussalam. Sebagian besar peningkatan tersebut menggunakan alat berat. Dalam pelaksanaan proyek konstruksi, penggunaan alat berat merupakan faktor yang sangat penting untuk menunjang efisiensi dan efektivitas pekerjaan. Menurut Rochmanhadi, alat berat adalah peralatan mekanis yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan konstruksi dengan kapasitas besar, sehingga dapat mempercepat waktu pelaksanaan dan meningkatkan produktivitas kerja.

Selain itu, dalam Metode Bina Marga juga ditekankan pentingnya perhitungan produktivitas alat, waktu kerja, serta biaya operasional sebagai dasar dalam perencanaan penggunaan alat berat. Dengan adanya perencanaan yang baik, maka pekerjaan konstruksi dapat dilaksanakan secara optimal, efisien, dan sesuai dengan standar teknis yang berlaku.

Pada pembangunan infrastruktur jalan Rawa Makmur RT.IV Kunto Darussalam dibutuhkan waktu yang cepat dan tepat maka alat berat adalah hal yang tepat memegang peranan penting dalam keberhasilan suatu proyek, alat berat yang dipakai haruslah sesuai pada fungsinya sehingga proyek berjalan lancar. Pada proyek pengaspalan jalan ini didapat volume dilapangan sebesar 2.019,72 Ton, dengan tebal aspal Ac-Wc 5 cm, lebar 4 m dan panjang aspal 4.487 m.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Berapa produktivitas masing-masing alat berat yang pada proyek pengaspalan menggunakan metode Rocmanhadi 1985 dan Bina Marga 2010 ?
- b. Berapa biaya alat berat pada rencana anggaran biaya jika menggunakan metode Rocmanhadi 1985 dengan Bina Marga 2010 dan lebih efisien mana biaya alat berat dengan menggunakan metode diantara keduanya?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui produktivitas masing-masing alat berat pada proyek pengaspalan dengan menggunakan metode Rocmanhadi 1985 dan Bina Marga 2010.
2. Untuk mengetahui biaya alat berat yang didapat pada rencana anggaran biaya dengan menggunakan metode Rocmanhadi 1985 dengan Bina Marga 2010 dan lebih efisien mana biaya alat berat dengan menggunakan diantara metode keduanya.

Adapun manfaat penelitian ini adalah :

1. Dapat mengetahui produktivitas masing-masing alat berat pada proyek pengaspalan dengan menggunakan metode Rocmanhadi 1985 dan Bina Marga 2010.
2. Dapat mengetahui biaya alat berat pada rencana anggaran biaya menggunakan metode Rocmanhadi 1985 dengan Bina Marga 2010 dan mengetahui lebih efisien mana biaya alat berat dengan menggunakan diantara metode keduanya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah penyusunan tugas akhir ini yaitu :

1. Analisis dilakukan di Proyek rekonstruksi/peningkatan jalan Rawa Makmur RT.IV Kunto Darussalam yang merupakan Proyek Lelang.

2. Alat berat yang ditinjau untuk pengaspalan adalah Tandem roller 6-8 T, Pneumatic Tire roller 8-10 T , Asphalt Finisher, Dump Truck 6 ton.
3. Menghitung perbandingan biaya yang lebih efisien dan produktivitas penggunaan alat berat dengan metode Rochmanhadi 1985 dengan Bina marga 2010.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

1. Eddy dkk (2025), Judul “Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Pengaspalan Jalan Matang Seping – Pelita Kabupaten Aceh Tamiang”. Infrastruktur jalan berperan penting dalam menunjang pertumbuhan ekonomi dan mobilitas masyarakat. Desa Matang Seping, Kabupaten Aceh Tamiang, mengalami kerusakan jalan yang cukup parah sehingga menghambat distribusi hasil pertanian dan perikanan. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan proyek pengaspalan Jalan Matang Seping–Pelita yang memerlukan perencanaan matang dan penggunaan alat berat secara efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan dan produktivitas alat berat dalam pekerjaan pengaspalan jalan tersebut. Analisis difokuskan pada identifikasi jenis alat berat yang digunakan, perhitungan produktivitas berdasarkan metode Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) Tahun 2023, serta penentuan jumlah dan waktu operasional alat berat. Alat berat yang digunakan pada pekerjaan lapis resap pengikat adalah compressor dan asphalt sprayer, sedangkan pada lapis pondasi atas (Asphalt Concrete-Base Course) digunakan dump truck, asphalt finisher, tandem roller, dan pneumatic tire roller. Hasil perhitungan menunjukkan produktivitas masing-masing alat cukup bervariasi, dengan asphalt sprayer mencapai 13.695 liter/jam dan asphalt finisher sebesar 134,46 ton/jam. Seluruh alat dioperasikan selama dua hari, dengan jumlah alat sesuai kebutuhan, termasuk 12 unit dump truck untuk mendukung kelancaran pekerjaan di lapangan.
2. Oktaviani & Lizar (2025), Judul “Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Perkerasan Aspal Pada Proyek Peningkatan Jalan”. Penelitian ini menganalisis produktivitas alat berat pada pekerjaan perkerasan aspal di proyek peningkatan Jalan Poros Buluh Apo menuju Sei. Meranti,

Kabupaten Bengkalis. Tujuan penelitian meliputi perhitungan produktivitas, jumlah kebutuhan alat, dan biaya operasional untuk skenario kerja 8 jam dan 12 jam. Data diperoleh dari observasi lapangan selama September–Desember 2024, mencakup Dump Truck, Asphalt Finisher, Tandem Roller, dan Pneumatic Tire Roller pada lapisan AC-BC dan AC-WC. Metode perhitungan mengacu pada Rochmanhadi dan Bina Marga, dengan faktor efisiensi 0,83. Hasil menunjukkan produktivitas optimal per hari mencapai 321,77 m³ (AC-BC) dan 280,77 m³ (AC-WC) pada 8 jam kerja, meningkat $\pm 50\%$ pada 12 jam kerja. Kebutuhan alat meliputi 12 unit Dump Truck dan masing-masing 1–2 unit untuk alat lainnya. Biaya operasional per jam bervariasi, misalnya Dump Truck Rp722.978,44/jam (8 jam) menjadi Rp903.915,94/jam (12 jam). Kendala teknis, seperti kerusakan Tandem Roller, berpengaruh terhadap keterlambatan pekerjaan. Disarankan penambahan alat cadangan dan pengelolaan jadwal yang lebih ketat untuk meningkatkan efisiensi proyek.

3. Mutia dkk (2025), Judul “Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Pengaspalan Jalan Keude Birem - Alur Teh Kecamatan Birem Bayeun Aceh Timur”. Pekerjaan pengaspalan jalan memiliki peran penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat, sebagaimana diamanatkan dalam PPRI 34/2006. Namun, pelaksanaan proyek ini sering terkendala oleh kerusakan jalan serta keterbatasan alat berat dan operator yang kurang terlatih. Tujuan spesifik penelitian meliputi identifikasi jenis alat berat, perhitungan kapasitas produksinya, serta analisis durasi pekerjaan utama. Metode yang digunakan adalah time study, dengan pengumpulan data primer melalui survei lapangan dan data sekunder dari dokumen pendukung seperti gambar kerja dan literatur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap alat berat memiliki deviasi produktivitas yang berbeda antara tahap perencanaan dan pelaksanaan. Dump Truck mengalami kenaikan produktivitas dari 2,98 m³ menjadi 3,49 m³, sementara Motor Grader menurun dari 366,18 m³ menjadi 317,475 m³. Vibrator Roller dan Air Compressor mengalami peningkatan signifikan,

sedangkan Asphalt Finisher, Tandem Roller, dan Pneumatic Tired Roller menunjukkan penurunan produktivitas yang cukup besar. Asphalt Sprayer tetap stabil pada angka 4,980 liter/jam. Kesimpulannya, produktivitas alat berat sangat dipengaruhi oleh jenis alat, kondisi lapangan, dan koordinasi operasional, yang semuanya krusial untuk memastikan penyelesaian proyek tepat waktu dengan kualitas sesuai standar.

4. Sa'dillah dkk (2024) Judul, “Analisa Produktifitas Alat Berat Pada Pekerjaan Pengaspalan Di Kecamatan Tajung Kabupaten Tabalong Provinsi Kalimantan Selatan”. Alat berat adalah mesin berukuran besar yang didesain untuk melaksanakan fungsi konstruksi seperti konstruksi jalan, konstruksi bangunan dan konstruksi pertambangan. Keuntungan menggunakan alat berat yaitu dapat menyelesaikan pembangunan dengan lebih cepat. Analisis biaya adalah suatu perhitungan harga satuan yang dijabarkan dalam pengalihan indeks alat yg digunakan dalam pembangunan, upah kerja, harga sewa dan standar pengipahan. Penelitian ini bertujuan menganalisis produktifitas alat berat pada pembangunan jalan yang berada di Kecamatan Tanjung, Kabupaten Tabalong menggunakan metode Rochmanhadi dengan Bina Marga berdasarkan hasilnya ditemukan dibutuhkan biaya minimal penggunaan alat berat Excavator dibutuhkan biaya minimal Rp27.537.616/hari, Dump Truck dibutuhkan biaya minimal Rp 1.284.348/hari, Vibratory roller dibutuhkan biaya minimal Rp 6.374.892/hari, Motor graider dibutuhkan biaya minimal Rp 3.276.203/hari, Tandem roller dibutuhkan biaya minimal Rp 3.212.844/hari. Dimana perhitungan analisa biaya tersebut berdasarkan data lapangan yang diperoleh dari konsultan dan pengawas harian lapangan.
5. Oktaviani dkk (2024) Judul, “Analisa Produktivitas Penggunaan Alat Berta Untuk Pengaspalan Pada Proyek Jalan Padang – Bukit Tinggi”. Lokasi penelitian berada di depan Pertamina Baso, Kabupaten Agam, Sumatera Barat. Analisa data yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian ini adalah dengan menghitung masing masing produktivitas alat berdasarkan hasil pengamatan dilapangan. Penelitian ini bertujuan

untuk menghitung besar produktivitas alat berat yang digunakan pada pekerjaan pengaspalan proyek jalan, menghitung durasi waktu dalam kegiatan satu siklus pekerjaan pengaspalan pada proyek jalan, mengetahui jumlah alat pada pekerjaan pengaspalan pada proyek jalan, membandingkan jumlah alat berat yang dihitung dengan keadaan di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produktivitas alat berat untuk Tandem roller sebesar 2,330 Ton/Hari, Aspal Finisher sebesar 2,574 Ton/Hari, Pneumatic Tired Roller sebesar 14,880 Ton/Hari, Dump Truck sebesar 0,663 Ton/Hari. Didapat waktu rata-rata alat persiklusnya 0,046 hari dengan jumlah alat berat yang dibutuhkan yaitu 1 unit untuk tandem roller, aspal finisher, pneumatic tired roller, dan dump truck sebanyak 12 unit. Didapat perbandingan jumlah produksi yang dihasilkan tandem roller sebesar 50,652 Ton/Hari, aspal finisher sebesar 55,956 Ton/Hari, pneumatic tired roller sebesar 323,478 Ton/Hari, dump truck sebesar 14,413 Ton/Hari.

6. Sopacua dkk (2023), Judul “Tinjauan Produktivitas Peralatan Pengaspalan Pada Proyek Peningkatan Kapasitas Struktur Jalan Tanah Karaeng-Allu Gowa”. Pembangunan infrastruktur jalan merupakan salah satu prasarana transportasi, jalan dibutuhkan sebagai sarana transportasi yang menghubungkan dua atau tiga lokasi. Untuk meningkatkan kapasitas jalan Tanah Karaeng-Allu, Kecamatan Manuju Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan maka dilaksanakan proyek peningkatan kapasitas proyek jalan dalam 3 tahap pelaksanaan. Pelaksanaan pekerjaan pengaspalan pada proyek ini menggunakan peralatan konstruksi (alat berat). Alat berat digunakan dalam pekerjaan pengaspalan karena volume pekerjaan yang cukup besar dan agar mendapatkan mutu dan waktu pelaksanaan yang sesuai dengan mutu dan waktu rencana. Produktivitas alat berat yang digunakan dalam pekerjaan perlu dianalisa agar didapatkan jumlah alat dan jumlah alat. Hasil analisa produktivitas alat yang digunakan adalah Asphalt Mixing Plant (AMP) 288 ton/hari, Dump Truck (DT) 36,066 ton/hari dan jumlah DT adalah 8 DT, Asphalt Finisher (AF) yang digunakan 247,48 m³/jam jumlah alat yang digunakan adalah satu (1) alat. Tandem Roller (TR)

dengan produktivitas per hari 99,42 ton/ hari. Pneumatic Tyre Roller (PTR) 505,296/ hari ton / hari jumlah alat satu (1) alat.

7. Ridho dkk (2023) Judul, “ Analisa Produktivitas Alat Berat Dalam Pekerjaan Aspal Pada Proyek Peningkatan Kapasitas Struktur Jalan Bade-Batangan (DAK) Kecamatan Simo Kabupaten Boyolali”. Jalan Bade-Batangan merupakan akses jalan utama perekonomian warga, untuk pekerjaan pengaspalan saat ini banyak digunakan campuran aspal panas (Hotmix) dan alat berat yang digunakan adalah Dump Truck yang berfungsi mengangkut campuran aspal dari AMP (Asphalt Mixing Plant) ke lokasi proyek yang akan dikerjakan. Lalu Asphalt Finisher yang berfungsi untuk menghamparkan campuran aspal panas diatas permukaan badan jalan sesuai dengan lebar dan tinggi ketebalan hamparan yang direncanakan. Sedangkan Tandem Roller berfungsi untuk memadatkan aspal dan meratakan aspal tersebut. Metode yang digunakan adalah metode survei maupun metode analisis dengan perhitungan secara manual menggunakan rumus produktivitas supaya menghasilkan nilai produktivitas,waktu serta biaya sewa alat berat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai produktivitas dari alat berat Asphalt Finisher, Tandem Roller, dan Dump Truck dan mengetahui kombinasi yang efisien dari segi waktu dan biaya. Hasil dari Analisa ini yaitu (1) Mendapatkan nilai produktivitas Asphalt Finisher sebesar 270 ton/hari dan Tandem Roller 1.155,58 m³/hari dan Dump truck 141,154 m³ / hari, (2) biaya yang dibutuhkan untuk Asphalt Finisher selama 40 jam adalah Rp. 24.100.000 ,biaya yang dibutuhkan untuk Tandem Roller selama 40 jam adalah Rp. 14.592.000 ,biaya yang dibutuhkan untuk Dump Truck selama 50 jam adalah Rp. 30.480.000,00. Harga sewa dihitung dengan acuan buku HSPK (harga satuan pekerjaan konstruksi) 2022.
8. Faizah dkk (2022), Judul “Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Pemadatan Perkerasan Aspal Pada Proyek Peningkatan Jalan Ruas Pasar Banjit – Jukuh Batu Kabupaten Way Kanan”. Dalam proses pembangunan jalan, pemakaian alat berat sangatlah diperlukan dalam mempercepat proses

pelaksanaan pekerjaan suatu proyek konstruksi agar selesai sesuai dengan target yang telah ditentukan. Produktivitas alat tergantung pada jenis atau tipe alat, metode kerja, kondisi lapangan, serta waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Nilai efektivitas penggunaan alat berat dapat dilihat dari besarnya kapasitas produksi dari alat tersebut. Pemadatan merupakan salah satu bagian penting dalam berbagai pekerjaan konstruksi dan pekerjaan sipil lainnya. Pada saat ini pekerjaan pemadatan mulai dari perencanaan sampai dengan pelaksanaan selalu dibuat dengan memperhatikan usaha pencapaian kualitas yang baik, sehingga diperoleh hasil dengan ketahanan yang lebih menguntungkan. Salah satu usahanya, yaitu dengan memperhatikan produktivitas alat berat yang digunakan. Pada artikel ini dilakukan analisis produktivitas alat berat pada pekerjaan pemadatan perkerasan aspal pada Proyek Peningkatan Jalan Ruas Pasar Banjit – Jukuh Batu Kabupaten Way Kanan. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui produktivitas alat berat pemadatan perkerasan aspal yang digunakan di lapangan, jumlah alat berat yang dibutuhkan, dan juga untuk mengetahui berapa lama waktu yang diperlukan alat berat untuk menyelesaikan pekerjaan pemadatan perkerasan aspal tersebut. Sehingga, diperoleh kesimpulan produktivitas alat pemadatan Tandem Roller sebesar 78,39 ton/jam, jumlah alat yang dibutuhkan 1 unit dan jumlah hari kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan adalah 1 hari kerja. Sedangkan, produktivitas alat pemadatan Pneumatic-tired roller sebesar 118,93 ton/jam, jumlah alat yang dibutuhkan 1 unit dan jumlah hari kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan adalah 1 hari kerja.

9. Fajar dkk (2022), Judul “Menghitung Produktivitas Pemakaian Alat Berat Untuk Pengaspalan (Studi Kasus : Jalan Studi Kasus : Pekerjaan Preservasi Jalan Bukittinggi – Batas Sumut Kab. Pasaman)”. Pekerjaan Preservasi Jalan Bukittinggi-Batas Sumut terdapat jalan ambles di Km 199+500 tepatnya di Palupuah Kab. Agam. Setelah ditelusuri lebar jalan yang mulanya lebar 3.5 meter, sekarang sudah menjadi 2,5 meter dengan panjang jalan yang ambles 50 meter dengan lebar bahu jalan 1,5 meter, maka untuk

menindak lanjuti dibangunlah dinding penahan tanah (Retaining Wall), selanjutnya dilakukanlah galian tanah, dan mengisi kembali dengan tanah yang berkualitas bagus, dan seterusnya dilakukanlah pengaspalan dan pelebaran pada jalan yang amblas. Analisa data yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian ini adalah dengan menghitung masing masing produktivitas alat berdasarkan hasil pengamatan dilapangan. Kemudian dilakukan perhitungan biaya alat berat, sehingga kita dapat mengetahui biaya yang di butuhkan untuk pengadaan operasional tersebut. Berdasarkan hasil analisa dari pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut, Produktivitas penggunaan alat berat untuk pekerjaan pengaspalan adalah $33,52 \text{ m}^3 / \text{Jam}$ berdasarkan waktu rata – rata pelaksanaan persiklus alat 0.26 jam dengan volume 10.5 m^3 . Biaya total penggunaan alat berat untuk pekerjaan pengaspalan pada proyek Preservasi Jalan Bukittinggi – Bts. Sumut adalah Rp. 996.023.250 dari harga satuan pengerjaan pengaspalan, dan biaya alat per m^3 adalah Rp. 1.020.842 / m^3 .

10. Simbolon (2021) Judul, ” Analisis Produktivitas Dan Biaya Penggunaan Alat Berat Pada Pelaksanaan Pekerjaan Lapisan Perkerasan Lentur”. Penting untuk memilih alat berat dalam setiap jenis pekerjaan, agar alat berat dapat bekerja dengan maksimal. Alat berat aspal relatif mahal dan memegang peranan penting dalam pelaksanaan pekerjaan proyek jalan raya. Tujuan penelitian ini ialah membandingkan hasil perhitungan alat berat metode Rochmanhadi dan Bina Marga untuk mendapatkan hasil biaya alat yang lebih ekonomis. Pelaksanaan proyek ini menggunakan alat berat antara lain dump truck, asphalt finisher, tandem roller, dan pneumatic tire roller. Mencakup biaya alat berat tinjauan pada proses pengaspalan jalan Sirombu-Afulu dengan panjang ruas jalannya ialah 6 km, yang di analisis kembali dengan menggunakan metode analisis Rochmanhadi 1985 dan metode Bina Marga 2010. Dari perhitungan metode Rochmanhadi diperoleh total biaya operasional alat berat yaitu Rp. 584.033.037, yang terinci biaya sewa alat per jam antara lain yaitu dump truck Rp. 414.816,54 , asphalt finisher Rp. 393.204,14, tandem roller Rp. 327.527,39, dan pneumatic tire roller Rp.

390.901,14 sedangkan jumlah total biaya perhitungan metode Bina Marga yaitu Rp. 450.781.739,5 diantaranya biaya sewa alat per jam yaitu dump truck Rp. 446.119,26 asphalt finisher Rp. 475.288,02, tandem roller Rp. 391.034,94 dan pneumatic tire roller Rp 422.810,49. Untuk selisih jumlah dari total biaya operasional alat berat metode Rochmanhadi dan metode Bina Marga ialah Rp. 133.251.298 dapat disimpulkan dengan menggunakan metode Bina Marga didapatkan lah hasil perhitungan biaya operasional alat berat yang lebih ekonomis.

2.2 Keaslian Penelitian

Keaslian penelitian diperlukan sebagai bukti agar tidak adanya plagiarisme antara penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan. Penelitian Analisis Produktivitas Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Pengaspalan Rekonstruksi / Peningkatan Jalan Rawa Makmur RT.IV – Kunto Darussalam belum pernah dilakukan sebelumnya,. Keaslian penelitian ini teridentifikasi pada :

1. Lokasi yang diteliti terletak di jalan Rawa Makmur RT.IV – Kunto Darussalam Kecamatan Kunto Darussalam.
2. Perbandingan Perhitungan Produktivitas alat berat pada pengaspalan menggunakan metode Rochmanhadi dan Bina marga

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Manajemen Alat Berat

Produktivitas berasal dari Bahasa Inggris *productivity* yang merupakan gabungan dari dua kata, yaitu *product* dan *activity*. Pembangunan infrastruktur jalan merupakan salah satu prasarana transportasi, jalan dibutuhkan sebagai sarana transportasi yang menghubungkan dua atau tiga lokasi (Sopacua, H. A. I., Mara, J., Parubak, 2023). Jika dilihat berdasarkan asal kata, produktivitas memiliki arti suatu bentuk aktivitas yang dilakukan untuk menghasilkan produk barang atau jasa. Produktivitas merupakan suatu hal yang penting dalam menilai suatu pekerjaan. Kurangnya pengertian terhadap produktivitas di kalangan tenaga kerja mengakibatkan rendahnya pekerjaan yang dihasilkan. Produktivitas akan bagus apabila mampu menyelesaikan pekerjaan dengan waktu yang lebih singkat dari tanggal yang ditentukan dan biaya seminimal mungkin. Infrastruktur jalan berperan penting dalam menunjang pertumbuhan ekonomi dan mobilitas masyarakat (Agusti, E., Muammar, R., 2025). Keberhasilan suatu proyek suatu proyek dapat diukur dari dua hal, yaitu keuntungan yang didapat serta ketepatan waktu penyelesaian proyek. Kedua tergantung pada perencanaan terhadap metode pelaksanaan, penggunaan alat dan penjadwalan. Alat berat adalah mesin berukuran besar yang didesain untuk melaksanakan fungsi konstruksi seperti konstruksi jalan, konstruksi bangunan dan konstruksi pertambangan. (Sa'dillah & Abdurrahman., Adawiyah, 2024). Peralatan dianggap memiliki kapasitas tinggi bila menghasilkan produksi yang tinggi dan optimal tetapi dengan biaya yang rendah. Kontribusi alat berat terhadap pelaksanaan proyek pembangunan membutuhkan manajemen yang baik dalam memanfaatkan sumber daya ini. Usaha pembangunan perekonomian dapat tercapai jika prasarana jalan memadai (Fajar, Y. S., Wijaya, H., Andriani, 2022). Pemilihan alat berat untuk setiap jenis proyek akan sangat penting agar mendapat operasi yang optimal dan saling menunjang terhadap alat berat lainnya. Pekerjaan pengaspalan jalan

memiliki peran penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat, sebagaimana diamanatkan dalam PPRI 34/2006 (Mutia, E., 2025).

Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan alat berat, sehingga kesalahan dalam pemilihan alat dapat dihindari, antara lain :

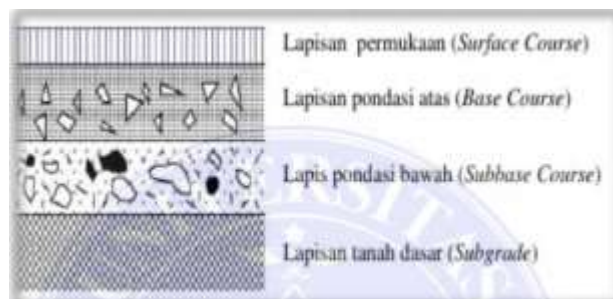
- a. Fungsi yang harus dilaksanakan. Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, seperti untuk menggali, mengangkut, meratakan permukaan
- b. Kapasitas peralatan. Pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat material yang harus dikerjakan. Kapasitas alat yang dipilih harus sesuai sehingga pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan
- c. Cara operasi. Alat berat dipilih berdasarkan arah (horizontal maupun vertikal) dan jarak gerakan, kecepatan, frekuensi gerakan
- d. Pembatasan dari metode yang dipakai. Pembatasan yang mempengaruhi pemilihan alat berat antara lain peraturan lalu lintas, biaya, dan pembongkaran. Selain itu metode konstruksi yang dipakai dapat membuat pemilihan alat dapat berubah
- e. Ekonomi. Selain biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor penting didalam pemilihan alat berat
- f. Jenis proyek. Ada beberapa jenis proyek yang umumnya menggunakan alat berat. Proyek tersebut antara lain proyek gedung, pelabuhan, jalan, jembatan, irigasi, dan pembukaan hutan
- g. Lokasi proyek. Lokasi proyek juga merupakan hal lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat. Sebagai contoh lokasi proyek di dataran tinggi memerlukan alat berat yang berbeda dengan lokasi proyek di dataran rendah
- h. Jenis dan daya dukung tanah. Jenis tanah di lokasi proyek dan jenis material yang akan dikerjakan dapat mempengaruhi alat berat yang

akan dipakai. Tanah dapat dalam kondisi padat, lepas, keras, atau lembek

- i. Kondisi lapangan. Kondisi dengan medan yang sulit dan medan yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

3.2 Konstruksi jalan

Struktur perkerasan lentur terdiri dari lapisanlapisan yang diletakkan di atas jalan yang telah dipadatkan. Fungsi dari lapisanlapisan ini adalah menerima beban lalu lintas dan mendistribusikannya ke lapisan-lapisan yang lebih rendah.



Gambar 3. 1 lapisan perkerasan

Konstruksi perkerasan terdiri dari beberapa lapisan, bbrapa lapisan ini dapat dilihat dari gambar 3.1 sebagai berikut:

1. Lapisan permukaan merupakan lapisan perkerasan terletak paling atas, yang berfungsi sebagai:
 - a. lapis permukaan menahan beban roda
 - b. lapis kedap air
 - c. lapis aus
 - d. lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah
2. Lapisan pondasi atas merupakan lapisan yang terletak diantara lapisan pondasi bawah dan lapisan permukaan, yang berfungsi sebagai:
 - a. bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan ke lapisan bawahnya
 - b. lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah
 - c. bantalan terhadap lapisan permukaan

3. Lapisan pondasi bawah merupakan lapisan perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi atas dan tanah dasar berfungsi sebagai:
 - a. bagian perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar
 - b. mengurangi tebal lapisan di atasnya yang lebih mahal
 - c. lapisan peresapan, agar air tidak berkumpul di pondas
 - d. lapisan untuk mencegah agar partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan pondasi atas
4. Lapisan tanah dasar merupakan lapisan tanah setebal 50 – 100 cm, yang diatasnya akan diletakkan lapisan pondasi bawah yang berfungsi sebagai penahan lapisan pondasi bawah, lapisan pondasi atas, dan lapisan permukaan.

3.3 Produktivitas Alat Berat Metode Rochmanhadi

Produktivitas per jam dari alat yang diperlukan adalah produktivitas standar alat dalam kondisi ideal dikalikan dengan faktor efisiensi kerja, Produktivitas adalah ukuran kemampuan peralatan untuk berproduksi berupa hasil kerjanya yang aktual per satuan waktu kerja efektif.(Ir. Rochmanhadi, 1992). Hal lain yang mempengaruhi produktivitas peralatan secara keseluruhan dalam satu hari kerja adalah efisiensi operator, efisiensi waktu dan efisiensi kerja. Efisiensi operator tergantung dari keahlian atau keterampilan operator dalam mengoperasikan dari pendidikan atau pengalaman kerja. Pemadatan perkerasan aspal adalah proses yang bertujuan untuk meningkatkan kepadatan material aspal sehingga dapat menahan beban lalu lintas dan memperpanjang umur jalan (Oktaviani, P., 2025). Makin sempurna keterampilan operator makin tinggi nilai faktor efisiensinya. Sedangkan efisiensi waktu adalah berapa menit peralatan bekerja dalam satu jam kerja.

Untuk dapat mengetahui produktivitas peralatan maka perlu untuk kita mengetahui dengan jelas fungsi peralatan dan jenis pekerjaan yang menggunakan alat tersebut. Pemilihan alat berat harus tepat agar pekerjaan dapat berjalan dengan lancar (Simbolon, 2021). Sebagai pengguna, alat harus digunakan secara efisien. Untuk digunakan secara efisien perlu untuk

mengetahui kemampuan alat, jenis alat, dan keterbatasan alat, serta biaya operasional alat.

Efisiensi merupakan faktor koreksi yang diperhitungkan karena mempengaruhi produksi agar mendapatkan nilai yang mendekati kenyataan di lapangan.

Produktivitas per jam alat yang harus diperhitungkan dalam perencanaan adalah produktivitas standar alat pada kondisi ideal dikalikan suatu faktor yang disebut efisiensi kerja alat (Fa). Besarnya nilai efisiensi kerja ini sulit ditentukan secara tepat, tetapi berdasarkan pengalaman-pengalaman dapat ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan. Faktor efisiensi kerja alat dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut :

Tabel 3. 1 faktor efisiensi alat berat

Kondisi Operasi Alat	Pemeliharaan Mesin Sangat Baik	Baik	Normal	Buruk	Sangat Buruk
Sangat Baik	0,83	0,81	0,76	0,7	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,6
Normal	0,72	0,69	0,65	0,6	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Sangat Buruk	0,52	0,5	0,47	0,42	0,3

(Sumber : Rochmanhadi, 1984)

Perhitungan produktivitas peralatan sebagai berikut :

a. Produktivitas harian = produktivitas alat / jam x 7 jam(1)

b. Durasi = $\frac{\text{volume}}{\text{jumlah alat} \times \text{produktivitas alat}}$ (2)

Untuk mengetahui rumus produktivitas alat berat dengan menggunakan metode rochmanhadi pada perkerasan Ac-Wc, dapat dilihat pada tabel 3.2 sebagai berikut :

Tabel 3. 2 Rumus Produktivitas Alat Berat Menurut Rochmandahi 1985

No	Alat berat dan penggunaannya	Rumus produktivitas alat	Keterangan
----	------------------------------	--------------------------	------------

1	Dump Truck berfungsi untuk mengangkut material ke lokasi	$P = \frac{Cx60xfa}{Cmt} \times M$ Cms = 6 menit Amp mengisi 1 ton ke dump itu sama dengan 1 menit, dikarenakan kapasitas dump 6 ton, maka untuk cms adalah 6 menit Rumus Cmt : $Cmt = n \times cms + \frac{D}{v1} + t1 + \frac{D}{v2} + t2$ Cmt = waktu muat + waktu buang + waktu kembali + waktu tunggu dan tunda.	P = produktivitas alat (ton/ jam) C = kapasitas dump truck Fa = faktor efisiensi alat Cmt = waktu siklus dump truck (menit) Cms = waktu siklus amp mengisi dump M = jumlah dump truck yang bekerja D = jarak angkut dump truck (km) v1= kecepatan rata-rata dump truck bermuatan (km/jam) v2= kecepatan rata-rata dump truck kosong (km/jam) t1 = waktu buang (menit) t2= waktu
---	--	---	---

			tunggu dump truck (menit) 60 = menit persiklus (menit)
2	Asphalt Finisher berfungsi untuk menghampar campuran aspal yang telah di proses di AMP	$P = Q \times Fa \times B$	P = Produktivitas asphalt finisher (ton) Q = Kapasitas produksi (40 ton/jam) Fa = Faktor efisiensi alat (0,83) dapat dilihat pada tabel 3.3 B = Berat jenis ACBC (2,3 ton/m ²)

3	Tandem Roller berfungsi untuk memadat material yang agak halus	$Q = \frac{W \times V \times 1000 \times H \times E \times B}{N}$	Q = produksi perjam(ton/jam) N = jumlah lintasan W = lebar roller (m) V = kecepatan Kerja (km / jam) E = faktor efisiensi alat H = tebal hamparan (m) B = berat jenis laston (ton / m³)
4	Pneumatic Tire Roller berfungsi untuk pemadatan lapisan hotmix dan pemadatan tahap akhir	$Q = \frac{W \times V \times 1000 \times H \times E \times B}{N}$	Q = produksi perjam(ton/jam) N = jumlah lintasan W = lebar roller (m) V = kecepatan Kerja (km / jam) E = faktor efisiensi alat H = tebal hamparan (m) B = berat jenis

			laston (ton / m ³)
--	--	--	---------------------------------

(Sumber Rochmanhadi 1985)

Produktivitas alat berat bergantung pada tiga faktor yaitu :

1. Waktu siklus

Siklus kerja dalam pemindahan material merupakan suatu kegiatan yang dilakukan berulang. Pekerjaan utama didalam kegiatan tersebut adalah menggali, memuat, memindahkan, membongkar muatan, dan kembali ke kegiatan awal. Waktu yang diperlukan didalam siklus kegiatan diatas disebut waktu siklus atau cycle time (CT). waktu siklus terdiri dari beberapa unsur. Pertama adalah waktu muat atau loading time (LT). waktu muat merupakan waktu yang dibutuhkan alat untuk memuat material kedalam alat angkut sesuai dengan kapasitas alat angkut tersebut. Unsur kedua adalah waktu angkut atau hauling time (HT). waktu angkut merupakan waktu yang diperlukan oleh suatu alat untuk bergerak dari tempat

pemuatan ketempat pembongkaran. Pada saat alat kembali ketempat pemuatan maka waktu kembali atau return time (RT). Waktu pembongkaran atau dumping time (DT) juga merupakan unsur penting dari waktu siklus. waktu pembongkaran merupakan bagian yang terkecil dari waktu siklus. Unsur terakhir adalah waktu tunggu atau spotting time (ST). pada alat kembali ke tempat pemuatan adakalanya alat tersebut perlu mengantri dan menunggu sampai alat di isi kembali. Saat mengantri dan menunggu ini yang disebut waktu tunggu. Dengan demikian:

$$CT = LT+HT+DT+RT+ST$$

2. Material

Material merupakan suatu bahan yang akan dikerjakan, dipindahkan, didorong, digali dan dipadatkan oleh alat berat. Dengan demikian harus diketahui terlebih dahulu jenis dan sifat materialnya agar memudahkan dalam perhitungan produksi alat dan mendapatkan hasil yang terbaik dan akurat yang sesuai dengan rencana

3. Efisiensi

Saat menggunakan alat berat untuk melakukan suatu pekerjaan, ada beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas alat, yaitu efisiensi alat. Efektivitas alat tergantung pada beberapa hal, yaitu.

1. Kemampuan operator pemakai alat.
2. Pemilihan dan pemeliharaan alat.
3. Perencanaan dan pengaturan letak alat.
4. Topografi dan volume pekerjaan.
5. Kondisi cuaca.
6. Metode pelaksanaan alat.

Metode umum yang digunakan untuk menentukan efisiensi suatu alat adalah dengan menghitung jumlah menit alat tersebut bekerja secara efektif dalam satu jam.

3.4 Biaya Pengoperasian Alat Berat Metode Rochmanhadi

Setiap penggunaan mesin akan dikenakan biaya operasional peralatan.

Operator alat operasi juga termasuk dalam biaya alat operasi.

Harga satuan dasar alat terdiri dari :

- Biaya pasti (Initial Cost atau Capital Cost)
- Biaya operasi dan pemeliharaan (Direct Operational And Maintenance Cost)

3.4.1 Biaya Pasti

Biaya pasti (pengembalian modal dan bunga) setiap tahun dihitung sebagai berikut:

1. Biaya nilai sisa alat, dapat ditentukan dengan rumus:

$$C = 10\% \times B \text{ (Rupiah)} \dots\dots\dots(3)$$

Dengan :

C = Nilai sisa alat (rupiah)

B = Harga alat (rupiah)

i = tingkat suku bunga per tahun (% per tahun)

D = faktor angsuran modal

A = umur alat (tahun)

2. Faktor angsuran modal dapat ditentukan dengan rumus :

$$D = \frac{20\% \times (1+20\%)^A}{(1+20\%)^A - 1} \dots\dots\dots(4)$$

Dengan :

A = umur alat (tahun)

3. Biaya pasti perjam

Biaya pengembalian modal dihitung :

$$E = \frac{(B-C) \times D}{W} \dots\dots\dots(5)$$

Dengan :

E = biaya pengembalian modal (rupiah)

B = Harga alat (rupiah)

C = Nilai sisa alat (rupiah)

D = faktor angsuran modal

W = jam kerja 1 tahun (jam)

Asuransi dapat dihitung :

$$E = \frac{0,2\% \times B}{W} \dots\dots\dots(6)$$

Dengan :

E = asuransi dll (rupiah)

B = harga alat (rupiah)

W = jam kerja alat 1 tahun (jam)

Biaya pasti perjam = biaya pengembalian modal + asuransi

3.4.2 Biaya Operasi Alat Per Jam

Perhitungan cara pendekatan dengan rumus rata-rata untuk biaya operasi dan pemeliharaan adalah sebagai berikut:

1. Biaya bahan bakar dapat ditentukan dengan rumus :

$$H = 12\% \times Pw \times Ms \text{ (Rupiah)} \dots\dots\dots(7)$$

Dengan :

Pw = Tenaga alat (HP)

Ms = Bahan bakar solar

2. Biaya pelumas dapat dihitung :

$$I = 2\% \times Pw \times Mp \text{ (rupiah)} \dots\dots\dots(8)$$

Dengan :

Pw = Tenaga alat (HP)

Mp = Minyak pelumas

3. Biaya bengkel dapat ditentukan dengan rumus

$$\text{Bengkel (J)} = \frac{(6,25\%) \times B'}{W'} \dots\dots\dots(9)$$

Dengan :

B' = harga pokok alat

W' = jam kerja alat

4. Biaya perbaikan dapat di tentukan dengan rumus :

$$K = \frac{(12,5\% - 17,5\%) \times B'}{W'} \text{ (Rupiah)(10)}$$

Dengan :

B' = harga pokok alat

W' = jam operasi dalam satu tahun

5. Biaya operator dapat dihitung :

$$L = (1 \text{ org/jam}) \times U1 \text{ (Rupiah)(11)}$$

Dengan :

U1 = Upah Operator/supir

6. Biaya pembantu operator dapat dihitung :

$$M = (1 \text{ org/jam}) \times U2 \text{ (Rupiah)(12)}$$

Dengan:

U2 = Upah pembantu operator/supir

Biaya operasi per jam kerja = (a+b+c+d+e) Rupiah

Total biaya sewa alat per jam (S) = biaya pasti perjam + biaya operasi perjam kerja.

3.4.3 Alat Berat Pengaspalan

1. Asphalt Finisher (AF)



Gambar 3. 2 Asphalt Finisher (AF)

Asphalt finisher adalah alat berat yang digunakan secara khusus dalam proyek pembuatan jalan untuk menghamparkan (*laying*) campuran aspal panas (*hot mix asphalt*) secara merata di permukaan jalan. Alat

ini memastikan bahwa lapisan aspal yang diaplikasikan memiliki ketebalan, kemiringan, dan kerataan sesuai dengan desain jalan.

Menurut Rochmanhadi (1985), untuk menghitung produktivitas kerja asphalt finisher digunakann rumus sebagai berikut:

$$P = Q \times Fa \times B \dots\dots\dots(13)$$

Keterangan :

P = Produktivitas asphalt finisher (ton)

Q = Kapasitas produksi (ton/jam)

Fa = Faktor efisiensi alat

B = Berat jenis AC-BC

Berikut beberapa fungsi utama pada alat berat pengaspalan jalan :

Fungsi Utama Asphalt Finisher :

a. Menghamparkan Aspal Secara Merata

Menghamparkan campuran aspal panas di atas lapisan dasar dengan ketebalan yang diatur sesuai kebutuhan.

b. Mengontrol Ketebalan dan Lebar Aspal

Dilengkapi dengan sistem *screed* yang dapat diatur untuk memastikan ketebalan dan lebar lapisan aspal sesuai spesifikasi.

c. Membentuk Permukaan Jalan yang Rata

Asphalt finisher dirancang untuk menghasilkan permukaan yang halus dan merata, yang sangat penting untuk kenyamanan pengguna jalan.

d. Menyesuaikan Kemiringan Jalan

Dapat disetel untuk membuat kemiringan (*cross slope*) pada permukaan jalan agar sesuai dengan desain sistem drainase.

e. Meningkatkan Efisiensi Pekerjaan.

Proses penghamparan menjadi lebih cepat dan efisien dibandingkan dengan cara manual, terutama untuk proyek berskala besar.

2. Dump Truck 6 Ton (DT)



Gambar 3. 3 Dump Truck (DT)

Dump Truck adalah kendaraan berat yang digunakan dalam proyek konstruksi untuk mengangkut material berat seperti tanah, pasir, batu, agregat, dan aspal. Dump truck dilengkapi dengan bak terbuka yang dapat diangkat untuk memudahkan proses pemuatan dan pembongkaran material di lokasi proyek.

Untuk menghitung waktu siklus dump truck digunakan rumus :

Keterangan :

$$Cmt = n \times cms + \frac{D}{v_1} + t_1 + \frac{D}{v_2} + t_2 \dots\dots\dots(14)$$

Cmt = waktu siklus dump truck (menit)

M = jumlah dump truck yang bekerja

D = jarak angkut dump truck (km)

v_1 = kecepatan rata-rata dump truck bermuatan (km/jam)

v_2 = kecepatan rata-rata dump truck kosong (km/jam)

t_1 = waktu buang (menit)

t_2 = waktu tunggu dump truck (menit)

untuk menghitung produktivitas dump truck digunakan rumus :

$$P = \frac{c \times 60 \times f_a}{cmt} \times M \dots\dots\dots(15)$$

Keterangan :

P = produktivitas alat (m³/jam)

C = kapasitas dump truck

Fa = faktor efisiensi alat

Cmt = waktu siklus dump truck (menit)

M = jumlah dump truck yang bekerja

Fungsi Utama Dump Truck dalam Proyek Pembuatan Jalan

a. Mengangkut Material Konstruksi

Dump truck digunakan untuk mengangkut berbagai jenis material konstruksi, termasuk tanah, pasir, agregat kasar, aspal, dan material lainnya dari satu lokasi ke lokasi lain.

b. Pengangkutan Aspal Panas

Digunakan untuk mengangkut campuran aspal panas dari pabrik aspal atau *mixing plant* ke lokasi proyek. Pada proyek pembuatan jalan, dump truck memastikan pengiriman aspal tepat waktu untuk proses penghamparan.

c. Pengangkatan Material Tanah dan Subbase

Sebelum lapisan aspal diaplikasikan, dump truck digunakan untuk mengangkut material dasar seperti tanah, subbase, dan base course ke area konstruksi jalan.

d. Pembongkaran Material

Bak dump truck dapat diangkat untuk membuang material di lokasi tertentu, baik secara manual (dengan membuka bak) atau secara otomatis (dengan menggunakan sistem hidrolik).

e. Pengangkutan Limbah

Dump truck juga digunakan untuk mengangkut limbah konstruksi seperti puing-puing beton, bahan yang tidak terpakai, atau material sisa dari proyek konstruksi.

3. Dump Truck 10 Ton (DT)



Gambar 3. 4 Dump Truck 10 Ton

Dump Truck tronton adalah Truk tronton 10 ton adalah jenis kendaraan logistik berat dengan 3 sumbu roda (1 depan, 2 belakang) dan total 10 roda, yang dirancang untuk mengangkut muatan berat hingga 10-25 ton. Umumnya, tronton memiliki kapasitas volume sekitar 30 CBM (meter kubik) dan populer digunakan untuk ekspedisi antarkota, material konstruksi, atau alat berat. kendaraan berat ini digunakan dalam proyek konstruksi untuk mengangkut material berat seperti tanah, pasir, batu, agregat, dan aspal. Dump truck dilengkapi dengan bak terbuka yang dapat diangkat untuk memudahkan proses pemuatan dan pembongkaran material di lokasi proyek.

Untuk menghitung waktu siklus dump truck digunakan rumus :

Keterangan :

$$Cmt = n \times cms + \frac{D}{v_1} + t_1 + \frac{D}{v_2} + t_2 \dots\dots\dots(14)$$

Cmt = waktu siklus dump truck dari AMP - Lokasi (menit)

M = jumlah dump truck yang bekerja

D = jarak angkut dump truck (km)

v_1 = kecepatan rata-rata dump truck bermuatan (km/jam)

v_2 = kecepatan rata-rata dump truck kosong (km/jam)

t_1 = waktu buang (menit)

t_2 = waktu tunggu dump truck (menit)

cms = siklus pengisian amp ke dump

untuk menghitung produktivitas dump truck digunakan rumus :

$$P = \frac{c \times 60 \times fa}{Cmt} \times M \dots\dots\dots(15)$$

Keterangan :

P = produktivitas alat (m^3/jam)

C = kapasitas dump truck

Fa = faktor efisiensi alat

Cmt = waktu siklus dump truck (menit)

M = jumlah dump truck yang bekerja

Fungsi Utama Dump Truck dalam Proyek Pembuatan Jalan

f. Mengangkut Material Konstruksi

Dump truck digunakan untuk mengangkut berbagai jenis material konstruksi, termasuk tanah, pasir, agregat kasar, aspal, dan material lainnya dari satu lokasi ke lokasi lain.

g. Pengangkutan Aspal Panas

Digunakan untuk mengangkut campuran aspal panas dari pabrik aspal atau *mixing plant* ke lokasi proyek. Pada proyek pembuatan jalan, dump truck memastikan pengiriman aspal tepat waktu untuk proses penghamparan.

h. Pengangkatan Material Tanah dan Subbase

Sebelum lapisan aspal diaplikasikan, dump truck digunakan untuk mengangkut material dasar seperti tanah, subbase, dan base course ke area konstruksi jalan.

i. Pembongkaran Material

Bak dump truck dapat diangkat untuk membuang material di lokasi tertentu, baik secara manual (dengan membuka bak) atau secara otomatis (dengan menggunakan sistem hidrolik).

j. Pengangkutan Limbah

Dump truck juga digunakan untuk mengangkut limbah konstruksi seperti puing-puing beton, bahan yang tidak terpakai, atau material sisa dari proyek konstruksi.

4. Tandem Roller



Gambar 3. 5 Tandem Roller

Tandem Roller adalah jenis alat berat yang digunakan untuk pemadatan material seperti tanah, subbase, base course, dan terutama lapisan aspal. Alat ini memiliki dua drum penggilas (roller) di bagian depan dan belakang, yang dirancang untuk memberikan tekanan merata pada permukaan jalan.

Untuk menghitung produktivitas tandem roller digunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = \frac{W \times V \times 1000 \times H \times E \times B}{n} \dots\dots\dots(16)$$

Keterangan :

Q = produksi per jam (ton/jam)

N = jumlah lintasan

W = lebar roller (m)

V = kecepatan kerja (km/jam)

E = faktor efisiensi alat

H = tebal hamparan (m)

B = berat jenis laston (ton/m³)

Fungsi Tandem Roller dalam Proyek Jalan Aspal

a. Pemadatan Aspal

Digunakan untuk memadatkan lapisan aspal, baik pada tahap awal (*initial rolling*) maupun tahap akhir (*finishing rolling*), agar mencapai kepadatan optimal.

b. Menghaluskan Permukaan Jalan

Drum ganda pada tandem roller membantu menghasilkan permukaan jalan yang rata dan halus, sangat penting untuk kenyamanan pengguna jalan.

c. Memadatkan Material Dasar

Tandem roller juga digunakan untuk memadatkan material subbase dan base sebelum pelapisan aspal.

d. Meningkatkan Daya Tahan Jalan

Pemadatan yang dilakukan oleh tandem roller membantu mengurangi rongga udara dalam material, sehingga meningkatkan kekuatan dan daya tahan jalan.

e. Menyempurnakan Lapisan Aspal

menghasilkan permukaan yang padat, rata, halus, dan tahan lama.

5. Pneumatic Tire Roller (PTR)



Gambar 3. 6 Pneumatic Tire Roller (PTR)

Pneumatic Tyred Roller (PTR) adalah jenis alat berat yang digunakan untuk pemadatan material, seperti tanah, subbase, base course, dan lapisan aspal. Alat ini memiliki roda karet yang memberikan tekanan dinamis dan statis pada material, sehingga menghasilkan pemadatan yang lebih halus dan menyeluruh dibandingkan dengan roller drum konvensional.

Untuk menghitung produktivitas kerja pneumatic tired roller digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = \frac{w \times v \times 1000 \times H \times E \times B}{N} \dots\dots\dots(17)$$

Keterangan :

Q = produksi per jam (ton/jam)

N = jumlah lintasan

W = lebar roller (m)

V = kecepatan rata-rata alat

E = faktor efisiensi alat

H = tebal hamparan (m)

B = berat jenis laston (ton/m^3)

1. Fungsi Pneumatic Tyred Roller

a. Memadatkan Lapisan Aspal

- Digunakan untuk pemadatan akhir (*final compaction*) pada lapisan aspal agar permukaannya lebih rata dan stabil.
- Meningkatkan daya lekat antar partikel aspal dan mengurangi porositas.

b. Memadatkan Material Granular

- Cocok untuk material granular seperti agregat kasar dan base course karena tekanan dari roda karet dapat menjangkau material secara merata.

c. Memperbaiki Permukaan Jalan

PTR digunakan untuk menyempurnakan permukaan lapisan jalan yang telah dipadatkan oleh vibratory roller atau tandem roller

d. Meningkatkan Kepadatan Lapisan

Menyediakan tekanan yang fleksibel untuk memastikan pemadatan yang lebih efektif, terutama pada material dengan karakteristik elastis seperti aspal.

e. Mengurangi Retak atau Kerusakan

Dengan tekanan merata dari roda karet, PTR membantu mencegah keretakan atau deformasi pada lapisan aspal.

3.5 Produktivitas Alat Berat Metode Bina Marga 2010

(PUPR, 2023) Produktivitas per jam alat yang harus diperhitungkan dalam perencanaan adalah produktivitas standar alat pada kondisi ideal dikalikan suatu faktor yang disebut efisiensi kerja alat (Fa) pada tabel 3.3, besarnya nilai efisiensi kerja ini sulit ditentukan secara tepat, tetapi berdasarkan pengalaman-pengalaman dapat ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan. Faktor efisiensi kerja alat dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3. 3 Faktor efisiensi alat berat menurut Bina Marga

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

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Bina Marga)

3.5.1 Dump Truck 6 – 10 Ton

Produktivitas suatu alat selalu bergantung dari waktu siklus. waktu siklus truk terdiri dari waktu pemuatan, waktu pegangkutan, waktu pembongkaran muatan, waktu perjalanan kembali, dan waktu antre. Untuk menghitung waktu siklus dump truk rumus sebagai berikut :

Waktu siklus :

$$\text{Mengisi bak} = (V:Q2b) \times Tb \dots\dots\dots(18)$$

Dimana :

V = kapasitas bak

Q2b = kapasitas AMP/batch

Tb = waktu menyimpan 1 batch ac-bc

$$\text{Angkut} = (L : V1) \times 60 \dots\dots\dots(19)$$

L = jarak rata-rata AMP ke lokasi

V1 = kecepatan rata-rata bermuatan

$$\text{Kembali} = (L:V2) \times 60 \dots\dots\dots(20)$$

Dimana :

L = jarak rata-rata AMP ke lokasi

V2 = kecepatan rata-rata kosong

$$\text{Waktu total (TS2)} = T1 + T2 + T3 + T4$$

Rumus menghitung kapasitas produksi yaitu :

$$\text{Kapasitas produksi/jam} = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts2} \dots\dots\dots(21)$$

Dimana :

V = kapasitas bak dump truk

Fa = faktor efisiensi alat

Ts2 = waktu total

3.5.2 Asphalt Finisher

Asphalt finisher adalah alat untuk menghamparkan campuran aspal hot mix yang dihasilkan dari alat produksi aspal yaitu Asphalt Mixing Plant (AMP) pada permukaan jalan yang akan dikerjakan. Untuk menghitung produktivitas alat berat asphalt finisher sebagai berikut :

$$P = V \times b \times t \times 60 \times fa \times B \dots\dots\dots(22)$$

Dimana :

P = Produktivitas asphalt finisher (ton)

Fa = Faktor efisiensi alat

B = Berat jenis AC-BC (ton)

V = kecepatan menghampar (menit)

b = lebar hamparan (m)

t = tebal lapis AC-BC (m)

3.5.3 Tandem Roller

Tandem roller adalah alat pemadat awal pada saat penghamparan aspal .
untuk menghitung produktivitas tandem roller menggunakan rumus :

$$Q = \frac{W \times V \times 1000 \times H \times Fa \times B}{n} \dots\dots\dots(23)$$

Dimana :

Q = produksi per jam (ton/jam)

N = jumlah lintasan

W = lebar efektif pemadatan (m)

V = kecepatan Kerja (km / jam)

Fa = faktor efisiensi alat

H = tebal hamparan (m)

B = berat jenis laston (ton / m³)

3.5.4 Pneumatic Tire Roller

Alat ini juga disebut mesin gilas roda ban. Umumnya alat ini digunakan
untuk pemadatan aspal hotmix. Untuk menghitung produktivitas alat
berat PTR sebagai berikut:

$$PTR Q = \frac{W \times V \times 1000 \times H \times E \times B}{n} \dots\dots\dots(24)$$

Dimana :

Q = produksi per jam (ton/jam)

N = jumlah lintasan

W = lebar efektif pemadatan (m)

V = Kecepatan Kerja (km / jam)

E = faktor efisiensi alat H = tebal hamparan (m)

B = berat jenis laston (ton / m³)

3.6 Biaya Pengoperasian Alat Berat Metode Bina Marga

Uraian analisa harga satuan terdiri dari :

1. Biaya pasti (initial cost)
2. Biaya operasi dan pemeliharaan (direct operational and maintenance cost)

3.6.1 Biaya pasti

Biaya pengoperasian alat akan timbul setiap saat alat berat dipakai. Operator yang menggerakkan alat juga termasuk dalam biaya pengoperasian alat. Harga satuan dasar alat terdiri dari :

- Biaya pasti (Initial Cost atau Capital Cost)
- Biaya pasti (pengembalian modal dan bunga) setiap tahun dihitung sebagai berikut :

1. Biaya nilai sisa alat, dapat ditentukan dengan rumus :

$$C = 10\% \times B(\text{rupiah}) \dots\dots\dots(25)$$

Dengan :

C = Nilai sisa alat (Rupiah)

B = Harga alat (Rupiah)

2. Faktor angsuran modal dapat ditentukan dengan rumus :

D =

$$\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1} \dots\dots\dots(26)$$

Dengan :

i = tingkat suku bunga per tahun (% per tahun)

D = faktor angsuran modal

A = umur alat (tahun)

3. Biaya pasti perjam

Biaya pengembalian modal dihitung :

$$E = \frac{(B-C) \times D}{W} \dots\dots\dots(27)$$

Dengan :

E = biaya pengembalian modal (Rupiah)

B = Harga alat (rupiah)

C = Nilai sisa alat (Rupiah)

D = faktor angsuran modal

W = jam kerja 1 tahun (jam)

Asuransi dapat dihitung :

$$F = \frac{0,002 \times B}{W} \dots\dots\dots(28)$$

Dengan :

E = asuransi dll (rupiah)

B = harga alat (rupiah)

W = jam kerja alat 1 tahun (jam)

Biaya pasti per jam (G)= E + F

3.6.2 Biaya Operasi dan Pemeliharaan Alat

Perhitungan cara pendekatan dengan rumus rata-rata untuk biaya operasi dan pemeliharaan adalah sebagai berikut:

1. Biaya bahan bakar dapat ditentukan dengan rumus :

$$H = (12\% - 15\%) \times Pw \times Ms \text{ (Rupiah)} \dots\dots\dots (29)$$

Dengan :

Pw = Tenaga Alat (HP)

Ms = Bahan Bakar Solar

2. Biaya pelumas dapat dihitung :

$$I = (2,5\% - 3\%) \times Pw \times Mp \text{ (Rupiah)} \dots\dots\dots(30)$$

Dengan :

Pw = Tenaga alat (HP)

Mp = Minyak Pelumas

3. Biaya bengkel dapat ditentukan dengan rumus

$$\text{Bengkel (J)} = \left(\frac{6,25\% \text{ dan } 8,75\%}{W} \right) \times B \dots\dots\dots(31)$$

Dengan :

B= harga pokok alat

w = jam kerja alat

4. Biaya perawatan dan perbaikan dapat di tentukan dengan rumus :

$$K = \frac{(12,5\% - 17,5\%) \times B}{W} \text{ (Rupiah)} \dots\dots\dots(32)$$

Dengan :

B = harga pokok alat

w = Jam Operasi Dalam Satu Tahun

5. Biaya operator dapat dihitung :

$$L = (1 \text{ Org/jam}) \times U1 \text{ (Rupiah)} \dots\dots\dots(33)$$

6. Biaya pembantu operator dapat dihitung :

$$M = (1 \text{ Org/jam}) \times U2 \text{ (rupiah)} \dots\dots\dots(34)$$

Dengan :

$U2$ = upah pembantu operator/supir

Biaya operasi per jam kerja = $(H+I+J+K+L+M)$ Rupiah Total

biaya sewa alat per jam $(S) = G + P$

3.7 Perbandingan kapasitas produksi dan Biaya Penggunaan Peralatan Antara Metode Rochmanhadi dengan Bina Marga

Setelah dilakukan analisa perhitungan sesuai langkah-langkah diatas, maka dari masing-masing pekerjaan diperoleh biaya penggunaan peralatan lalu dibandingkan dengan metode Rochmanhadi dan Bina Marga.

Tabel 3. 4 Perbedaan Perbandingan kapasitas Produksi Metode Rochmanhadi dan Binamarga

NO	Rochmanhadi	Bina Marga
1.	Dump Truck 1. Menghitung waktu siklus (cmt) : Rumus Cmt : $Cmt = n \times cms + \frac{D}{V1} + t1 + \frac{D}{V2} + t2$	Dump Truck 2. Menghitung waktu siklus (cmt) : Waktu siklus : - Mengisi bak = $(V:Q2b) \times Tb$ - Angkut = $(L:V1) \times 60$ - Kembali = $(L:V2) \times 60$ Ket : V = Kapasitas bak dumptruck $V1$ = Kecepatan rata-rata muatan $V2$ = Kcepatan rata-rata kosong

	$n = 1$ (jumlah kali alat muat AMP melakukan pengisian ke alat angkut) $D =$ jarak AMP ke lokasi $V1 =$ Kecepatan rata-rata muatan $V2 =$ Kecepatan rata-rata kosong $Cms =$ $t1 =$ waktu buang (rata rata 0,5-1,5 menit) $t2 =$ waktu tunggu dump truck (10 menit)	
2.	Rumus Asphalt Finisher : $P = Q \times Fa \times B$ Ket : $Q =$ Kapasitas Produksi $Fa =$ Faktor efisiensi $B =$ berat jenis aspal	Rumus Asphalt Finisher : $P = V \times b \times t \times 60 \times Fa \times B$ Ket : $V =$ kecepatan menghampar $b =$ lebar hamparan $t =$ tebal lapis acwc $fa =$ faktor efisiensi $B =$ Berat jenis aspal

Tabel 3. 5 Perbedaan Perbandingan biaya Metode Rochmanhadi dan Binamarga

NO	Rochmanhadi	Bina Marga
1.	Faktor angsuran modal pada biaya pasti untuk suku bunga	Faktor angsuran modal pada biaya pasti untuk suku bunga pertahunnya

	pertahunnya sebesar 20% dengan rumus : $D = \frac{20\% \times (1+20\%)^A}{(1+20\%)^A - 1}$ Ket : A = Umur alat	sebesar 9,08% sesuai dengan data yang digunakan pada data dina PUPR Kab. Rohul dengan rumus : $D = \frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$ Ket : A = Umur alat I = suku bunga pertahun %
2.	Biaya bahan bakar menggunakan 12,5% dengan rumus : $(12,5\%) \times Pw \times Ms$ Ket : Pw = Tenaga alat Ms = minyak pelumas	Biaya bahan bakar menggunakan 12% dengan rumus : $(12\%) \times Pw \times Ms$ Pw = Tenaga alat Ms = minyak pelumas
3.	Biaya bahan bakar menggunakan 12,5% dengan rumus : $H = 12,5\% \times Pw \times Ms$ Pw = Tenaga alat Ms = minyak pelumas	Biaya bahan bakar menggunakan 15 % dengan rumus : $H = 15\% \times Pw \times Ms$ Pw = Tenaga alat Ms = minyak pelumas
4.	Biaya bahan pelumas menggunakan 2,5% dengan rumus : $H = 2,5\% \times Pw \times Ms$ Pw = Tenaga alat Ms = minyak pelumas	Biaya bahan pelumas menggunakan 3% dengan rumus : $H = 3\% \times Pw \times Ms$ Pw = Tenaga alat Ms = minyak pelumas