

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberhasilan proyek tidak hanya bergantung pada perencanaan yang baik, tetapi juga pada efisiensi dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Salah satu aspek penting dalam pelaksanaan proyek konstruksi adalah produktivitas alat berat (Arsjad & Mangare, 2020). Produktivitas alat berat memiliki dampak langsung pada biaya dan jangka waktu pelaksanaan proyek.

Tujuan penggunaan alat berat adalah untuk memudahkan manusia dalam melakukan pekerjaan sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai lebih mudah dalam waktu yang relatif lebih singkat. Dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dari proyek tertentu, penting untuk memilih peralatan yang tepat. Pemilihan alat berat sangat bergantung pada karakteristik masing-masing alat dan kebutuhan proyek tersebut. Namun, perlu diingat bahwa pengadaan alat berat melibatkan biaya yang signifikan. Oleh karena itu, keputusan dalam memilih alat berat memiliki dampak langsung pada biaya dan jangka waktu pelaksanaan proyek. Seperti pada proyek pekerjaan tanah, alat yang digunakan berbeda dari pekerjaan lain.

Pembangunan dan peningkatan infrastruktur jalan merupakan salah satu upaya strategis pemerintah daerah dalam mendukung pertumbuhan ekonomi, meningkatkan konektivitas antarwilayah, serta memperlancar mobilitas barang dan jasa. Kabupaten Rokan Hulu sebagai salah satu wilayah yang terus berkembang membutuhkan infrastruktur jalan yang andal untuk menunjang aktivitas masyarakat dan sektor ekonomi.

Proyek Peningkatan Jalan Padang Bulan – Pasir Intan merupakan salah satu proyek penting yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan kapasitas pelayanan jalan. Dalam pelaksanaannya, proyek ini melibatkan berbagai pekerjaan konstruksi seperti pekerjaan tanah, pengangkutan material, perataan permukaan jalan, serta pemadatan, yang sangat bergantung pada penggunaan alat berat.

Alat berat seperti excavator, dump truck, motor grader, dan vibratory roller memiliki peranan yang sangat signifikan dalam menentukan keberhasilan proyek, khususnya dari segi waktu pelaksanaan dan biaya. Produktivitas alat berat yang rendah dapat menyebabkan keterlambatan pekerjaan, meningkatnya waktu tunggu

antar alat, serta pembengkakan biaya operasional. Sebaliknya, penggunaan alat berat yang produktif dan seimbang akan meningkatkan efisiensi pelaksanaan proyek.

Dalam praktik di lapangan, sering dijumpai kondisi di mana produktivitas aktual alat berat tidak sesuai dengan perencanaan, baik akibat faktor teknis alat, kondisi lapangan, maupun manajemen penggunaan alat. Oleh karena itu, diperlukan suatu evaluasi terhadap produktivitas alat berat yang digunakan agar dapat diketahui tingkat kinerja alat serta potensi optimalisasi penggunaan alat berat pada proyek peningkatan jalan tersebut.

Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian dengan judul “Evaluasi Produktivitas Alat Berat dalam Proyek Peningkatan Jalan Padang Bulan – Pasir Intan Kabupaten Rokan Hulu” guna memperoleh gambaran produktivitas alat berat secara aktual dan sebagai dasar perbaikan perencanaan pada proyek sejenis di masa mendatang.

1.2 Rumus Masalah

Berdasarkan penjelasan dan latar belakang yang telah disampaikan, penyusun merumuskan permasalahan yang akan dibahas dalam hal sebagai berikut:

1. Berapakah nilai produktivitas yang dihasilkan oleh alat berat pada pekerjaan timbunan Proyek Peningkatan Jalan Padang Bulan – Pasir Intan?
2. Berapakah jumlah kombinasi alat berat yang lebih baik pada pekerjaan timbunan Proyek Peningkatan Jalan Padang Bulan – Pasir Intan?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penulisan ini adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan nilai produktivitas alat berat pada pekerjaan timbunan.
2. Menemukan kombinasi jumlah alat berat yang diperlukan pada pekerjaan timbunan.

Adapun manfaat yang diperoleh dari penulisan ini adalah :

1. Dapat diketahui nilai produktivitas yang dihasilkan alat berat pada pekerjaan timbunan.
2. Dapat diketahui kombinasi jumlah alat berat yang paling ekonomis dari segi biaya dan waktu pada pekerjaan timbunan.

1.4 Batasan Penulisan

Adapun batasan masalah dalam penulisan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada proyek peningkatan Jalan Padang Bulan – Pasir Intan dengan menganalisis nilai produktivitas alat berat pada pekerjaan tanah timbun pilihan dengan volume timbunan = 3.177,112 m³.
2. Alat berat yang digunakan saat ini adalah *Excavator, Dump truck, Motor Grader, dan Vibro Roller*. Jam kerja dengan waktu normal yaitu 8 jam/hari.
3. Penelitian ini tidak membahas tentang biaya dan mutu.
4. Penelitian ini tidak membahas tentang pekerja.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam Penelitian ini, penulis mengutip beberapa jurnal-jurnal yang sejenis dengan judul penelitian penulis, yaitu:

1. Faturahman (2025). Dengan Judul “Optimasi Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Utara Kota Tasismalaya”. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan produktivitas alat berat excavator, dump truk, motor grader, dan roller getar dalam pekerjaan penyebaran material agregat kelas A, yang mempengaruhi pekerjaan penyebaran material agregat kelas A. Hasil penelitian mengenai analisis produktivitas dan faktor penyebab menunjukkan bahwa produktivitas jam excavator adalah 92,731 m³/jam, produktivitas harian 556,38 m³/hari, dan waktu siklus 29 detik. Produktivitas jam dump truck adalah 8,57 m³/jam, produktivitas harian 59,99 m³/hari, dan waktu siklus 42 menit. Produktivitas motor grader per jam adalah 336,15 m³/jam, produktivitas harian adalah 2.353,05 m³/hari, dan waktu siklus 0,85 menit. Produktivitas per jam roller vibrator adalah 77,024 m³/jam, produktivitas harian adalah 539,17 m³/hari. Jumlah alat berat adalah 1 unit ekskavator, 9 unit truk dump, 1 unit motor grader, 1 unit roller vibrator, dengan waktu yang dibutuhkan untuk excavator 4 hari, truk dump 4 hari, motor grader 4 hari, roller vibrator 4 hari.
2. Putri & Soebandono (2025). Dengan Judul “Produktivitas Alat Berat pada Pekerjaan Galian dan Timbunan Embung IKN Nusantara”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui produktivitas alat berat durasi, biaya dan kombinasi alat berat yang dibutuhkan. Berdasarkan perhitungan didapatkan bahwa dengan durasi pekerjaan 8 jam/ hari dan menggunakan alat berat 2 unit excavator, 3 unit dump truck, 1 unit bulldozer dan 1 unit vibro roller menghasilkan produktivitas alat berat excavator sebesar 677,28 m³/hari, dump truck sebesar 271,636 m³/hari, bulldozer sebesar 281,606 m³/hari, vibro roller sebesar 639 m³/hari. Produktivitas alat di lapangan rendah karena kurangnya alat berat yang digunakan. Kombinasi alat berat yang dibutuhkan di lapangan adalah 5 unit excavator, 19 unit dump truck, 7 unit bulldozer, 3 unit vibro roller.

3. Agusti dkk (2025). Dengan Judul “Analisis Produktivitas Alat Berat pada Pekerjaan Pengaspalan Jalan Matang Seping-Pelita”. Studi ini bertujuan untuk menganalisis pemanfaatan dan produktivitas peralatan berat yang digunakan dalam proyek pengaspalan jalan. Analisis ini berfokus pada identifikasi jenis alat berat yang digunakan, perhitungan produktivitas berdasarkan pedoman tahun 2023 dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR), serta penentuan jumlah dan durasi operasional setiap unit alat berat. Hasil menunjukkan tingkat produktivitas yang bervariasi, dengan penyemprot aspal mencapai 13.695 liter/jam dan pemadat aspal 134,46 ton/jam. Semua peralatan dioperasikan selama dua hari, dengan jumlah disesuaikan dengan kebutuhan proyek, termasuk 12 truk dump untuk memastikan pelaksanaan pekerjaan lapangan berjalan 5anjan.
4. Mulya (2024). Dengan Judul “Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan Tanah. Penelitian ini membahas mengenai analisis produktivitas alat berat yang digunakan pada pekerjaan galian dan timbunan di penataan 5anjang Kampus UII bagian Embung Barat. Alat berat yang digunakan untuk pekerjaan ini berupa excavator, dump truck, dan bulldozer. Dengan adanya analisis produktivitas alat berat, didapatkan alternatif kombinasi alat berat yang lebih efisien dibandingkan kondisi di lapangan. Hasil perhitungan kombinasi alat berat pada kondisi di lapangan membutuhkan waktu 14 hari kerja dengan biaya sebesar Rp 97.264.286,00. Sedangkan, alternatif pertama membutuhkan waktu 4 hari kerja dengan biaya sebesar Rp 56.600.000,00. Alternatif kedua membutuhkan waktu 5 hari kerja dengan biaya sebesar Rp 59.000.000,00. Alternatif ketiga membutuhkan waktu 7 hari kerja dengan biaya sebesar Rp 66.493.483,00. Oleh karena itu, alternatif yang direkomendasikan untuk pekerjaan galian dan timbunan Proyek Penataan Kawasan Kampus UII bagian Embung Barat adalah Alternatif kedua yang membutuhkan 3 kelompok dump truck, 1 unit excavator, dan 1 unit bulldozer.
5. Kurniawati dan Putra (2024). Dengan Judul “Analisis Produktivitas Alat Berat pada Proyek Konstruksi Jalan Tol Solo – Yogyakarta – NYIA Kulon Progo, Seksi 1 Paket 1.1”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui spesifikasi dan produktivitas alat berat pada STA 14+000 – 15+000 dengan menggunakan

metode deskriptif kuantitatif. Alat berat yang diteliti adalah excavator, dump truck, bulldozer, vibratory roller, sheep foot roller, dan motor grader. Setelah dilakukan perhitungan, hasil produksi alat per jam adalah sebagai berikut: dump truck 3,56 m³/jam; excavator 65,94 m³/jam; bdozer 468 m³/jam; vibratory roller 105,67 m³/jam; sheep foot roller 105,67 m³/jam; motor grader 156,61 m³/jam. Durasi pekerjaan galian tanah adalah 58 hari, pekerjaan timbunan tanah 60 hari, dan pekerjaan geotextile dan timbunan LPA 60 hari dengan total durasi yang dibutuhkan untuk pekerjaan tanah adalah 178 hari atau 5,9 bulan 2 hari lebih cepat dari waktu yang direncanakan.

6. Suawji dan Anisasri (2024). Dengan Judul “Optimalisasi Penggunaan Alat Berat pada Pekerjaan Tanah di Jalan Lingkar Bandara Syamsudin Noor Banjarbaru”. Alat berat yang digunakan akan dihitung berdasarkan produktivitas, persyaratan alat, dan biaya operasional untuk setiap alat, yaitu: Komatsu PC 200 Excavator, Nissan Hino FM 260 JD 16 m³ Dump Truck, Catterpillar D6R Bulldozer, Catterpillar 120 G Motor Grader, dan Vibratory Roller Bomag Komatsu BW 217 D. Hasil analisis menunjukkan bahwa produktivitas Excavator adalah 150,70 m³/jam, jumlah 3 unit, biaya operasional Rp. 77 m³/jam, jumlah 2 unit, biaya operasional Rp. 1.617.521.830,24, Produktivitas Motor Grader 1.392 m³/jam, jumlah 1 unit, biaya operasional Rp. 247.830.796, 12 dan produktivitas Vibratory Roller 241,07 m³/jam, jumlah 2 unit, biaya operasional Rp. 757. 806.142,93. Dengan total biaya penggunaan alat berat untuk pekerjaan tanah sebesar Rp. 8.481.158.634,27.
7. Bannegau dkk (2024). Dengan judul “Analisis Produktivitas Alat Berat pada Peningkatan Jalan Batas Kota Pegaf-Manokwari Selatan”. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung produktivitas alat berat yang digunakan dalam pekerjaan perbaikan jalan, menganalisis keseimbangan alat-alat yang digunakan dalam pekerjaan perbaikan jalan, serta mengetahui total biaya dan waktu yang diperlukan dalam proyek perbaikan jalan. Disimpulkan bahwa produktivitas ekskavator tanggul biasa adalah 173,68 m³ per jam, truk dump 10 ton untuk tanggul biasa 45,58 m³ per jam, tanggul opsional 36,3 m³ per jam, lapisan dasar aspal (HRS Base) 7,91 m³/jam, truk dump 4 ton lapisan agregat Kelas A 4,02 m³/jam, lapisan agregat Kelas B 4,06 m³/jam, grader motor 315 m²/jam untuk

tanggul biasa, 174,30 m³/jam untuk tanggul opsional, 561 m²/jam untuk persiapan permukaan jalan, lapisan agregat Kelas A 274,63 m³/jam, lapisan agregat Kelas B 274,63 m³/jam, roller getar untuk tanggul 7anjang 159,36 m³/jam, lapisan agregat Kelas A 77,02 m³/jam, lapisan agregat Kelas B 77,02 m³/jam, serta total biaya sewa semua peralatan adalah Rp. 254.091.569.

8. Ramadhan (2024). Dengan Judul “Produktivitas Alat Berat Dump Truck Pada Pekerjaan Galian Dan Urugan Tanah Dengan Alat Pemuat Backhoe Pc 78 Proyek Tahap 3 Rumah Sakit Siti Khodijah Sidoarjo”. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan PC 78 backhoe loader, produktivitas truk dump adalah 9,42 m³/jam. Hasil produktivitas alat berat truk dump dalam melaksanakan kegiatan kerja dipengaruhi oleh kondisi optimal peralatan dan lingkungan sekitar.
9. Firda dkk (2023). Dengan judul “Produktivitas dan Efektivitas Alat Berat pada Pekerjaan Lapis Pondasi Rehabilitasi Jalan”. Pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui produktivitas alat berat, biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan lapis pondasi agregat kelas A digunakan metode Bina Marga Tahun 2018. Hasil analisis perhitungan terhadap masing-masing alat berat didapat yaitu : Wheel Loader sebesar 827,58 m³/hari, Dump Truck sebesar 13,73 m³/hari, Motor Grader sebesar 8.495,28 m³/hari, Vibratory Roller = 761,94 m³/hari, Water Tanker sebesar 1.110,88 m³/hari. Sedangkan untuk perhitungan biaya dan waktu yang dibutuhkan pada masing-masing alat berat pada pekerjaan Agregat Kelas A yaitu : Wheel Loader sebesar Rp.5.648.000,00 sebanyak 1 unit selama 2 hari, Dump Truck sebesar Rp.63.648.000,00 sebanyak 26 unit selama 4 hari, Motor Grader sebesar Rp.2.732.000,00 sebanyak 1 unit selama 1 hari, Vibratory Roller sebesar Rp.2.968.000,00 sebanyak 1 unit selama 2 hari, Water Tanker sebesar Rp.1.320.000,00 sebanyak 1 unit selama 2 hari.

2.2 Keaslian Penelitian

Dari analisis penelitian sebelumnya maka menunjukkan bahwa telah ada banyak studi mengenai produktivitas alat berat. Meskipun alat berat yang digunakan dalam penelitian-penelitian tersebut sama, namun hasil yang ditemukan bervariasi. Hal tersebut disebabkan oleh perbedaan volume pekerjaan, harga sewa alat berat,

dan durasi pemakaian alat berat. Perbedaan penulisan skripsi ini dengan sebelumnya terletak pada lokasi, pekerjaan serta alat berat yang digunakan di lapangan.

2.3 Alat Berat

Alat berat adalah peralatan mesin berukuran besar yang didesain untuk melaksanakan fungsi konstruksi seperti pengerjaan tanah, konstruksi jalan, konstruksi bangunan, perkebunan dan pertambangan. Pada umumnya alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu infrastruktur di bidang konstruksi merupakan ilmu teknik sipil pada alat berat. Alat berat merupakan faktor penting dalam pelaksanaan proyek terutama proyek yang cukup besar dengan tujuan untuk memudahkan manusia dalam menyelesaikan pekerjaannya sehingga mencapai hasil yang diharapkan dengan lebih mudah pada waktu yang panjang lebih singkat dan diharapkan hasilnya lebih baik (Rostiyanti, 2008).

Adapun keuntungan-keuntungan yang diperoleh dalam menggunakan alat berat antara lain (Wilopo, 2009).

1. Waktu pekerjaan lebih cepat, mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan yang sedang dikejar target penyelesaiannya.
2. Tenaga besar, melaksanakan pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan oleh manusia.
3. Ekonomis, karena efisien, keterbatasan tenaga kerja, keamanan dan faktor-faktor ekonomis lainnya.
4. Mutu hasil kerja yang lebih baik, dengan memakai peralatan berat.

2.4 Manajemen Alat Berat

Manajemen alat berat merupakan suatu proses manajemen terhadap semua aspek alat berat sepanjang sisa hidupnya mulai dari proses pemilihan sampai peremajaan. Menurut Rostiyanti (2008), dalam pemilihan alat berat terdapat faktor-faktor penentu seperti tahap perencanaan, jenis, jumlah, dan kapasitas alat berat. Maka dari itu, dalam pelaksanaan konstruksi sangat perlu pemilihan alat berat yang

tepat jika diperlukan. Efek yang akan ditimbulkan jika terjadi kesalahan dalam pemilihan alat berat seperti keterlambatan dalam pelaksanaan, biaya yang dikeluarkan proyek akan besar, mundurnya target penyelesaian, dan hasil yang tidak sesuai dengan rencana.

Penentuan jenis alat berat harus mempertimbangkan berbagai faktor pendukung yang berpengaruh terhadap efektivitas dan efisiensi pekerjaan, di antaranya sebagai berikut:

1. Kapasitas alat berat

Kapasitas alat berat harus yang dipilih harus ditentukan sesuai pekerjaan dilapangan agar pekerjaan dapat selesai sesuai dengan waktu yang sudah ditentukan.

2. Fungsi yang harus dilakukan

Fungsi dari alat berat seperti menggali, mengangkut serta meratakan tanah merupakan tindakan dalam pengelompokan alat berat sesuai dengan fungsinya.

3. Cara operasi

Pemilihan alat berat berdasarkan arah (*horizontal* atau *vertical*) dan jarak gerakan, kecepatan, dan frekuensi gerakan.

4. Jenis proyek

Alat berat yang dipilih sesuai dengan jenis proyeknya seperti proyek Gedung, jalan, jembatan, pelabuhan, irigasi, dan penggundulan hutan.

5. Lokasi proyek

Lokasi proyek yang tidak menentu seperti di dataran tinggi atau dataran rendah pasti membutuhkan alat berat yang berbeda.

6. Ekonomi

Pemilihan alat berat harus mempertimbangkan dari segi biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya pemeliharaan.

7. Kondisi lapangan

Kondisi lapangan dengan medan yang sulit dan kondisi lapangan dengan medan yang baik merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

2.5 Klasifikasi Alat Berat

Alat berat merupakan peralatan mekanis berukuran besar yang digunakan untuk membantu pekerjaan konstruksi agar lebih efektif dan efisien, terutama pada

pekerjaan tanah, perkerasan jalan, dan pekerjaan struktur. Menurut Rochmanhadi (1992), alat berat berfungsi untuk mempermudah pekerjaan manusia dengan kapasitas dan tenaga yang jauh lebih besar dibandingkan peralatan manual.

2.5.1 Klasifikasi alat berat berdasarkan fungsi

Berdasarkan fungsinya dalam proyek konstruksi, alat berat dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Alat Penggali (*Excavating Equipment*)

Alat penggali digunakan untuk pekerjaan menggali tanah, memuat material, serta memindahkan material dalam jarak pendek. Contoh alat penggali antara lain excavator, backhoe, dan power shovel. Excavator merupakan alat yang paling umum digunakan dalam proyek jalan karena fleksibilitasnya dalam pekerjaan galian dan pemuatan material ke alat angkut (Rochmanhadi, 1994).

2. Alat Pengangkut (*Hauling Equipment*).

Alat pengangkut berfungsi untuk memindahkan material hasil galian atau timbunan dari satu lokasi ke lokasi lain. Contoh alat ini adalah dump truck, articulated truck, dan scraper. Dump truck banyak digunakan pada proyek jalan untuk mengangkut tanah, agregat, dan material konstruksi lainnya. (Peurifoy et al., 2011).

3. Alat Perata (*Grading Equipment*)

Alat perata digunakan untuk meratakan permukaan tanah atau material timbunan agar sesuai dengan elevasi dan kemiringan yang direncanakan. Contoh alat perata adalah motor grader. Motor grader berperan penting dalam pekerjaan pembentukan badan jalan dan perataan lapis pondasi (Rochmanhadi, 1992).

4. Alat Pemadat (*Compacting Equipment*)

Alat pemadat berfungsi untuk memadatkan tanah atau material perkerasan sehingga mencapai kepadatan yang disyaratkan. Contoh alat pemadat antara lain vibratory roller, sheep foot roller, dan pneumatic roller. Vibratory roller umum digunakan dalam proyek jalan untuk pemadatan tanah dan lapis pondasi (Caterpillar Inc., 2014).

2.5.2 Klasifikasi alat berat berdasarkan cara kerja

Menurut Peurifoy et al. (2011), alat berat juga dapat diklasifikasikan berdasarkan cara kerjanya, yaitu:

1. Alat kerja siklus (*cyclic equipment*), seperti excavator dan dump truck, yang bekerja secara berulang dalam satu siklus tertentu.
2. Alat kerja kontinu (*continuous equipment*), seperti belt conveyor, yang bekerja secara terus-menerus.

2.5.3 Klasifikasi alat berat berdasarkan sumber tenaga

Berdasarkan sumber tenaga penggeraknya, alat berat dibedakan menjadi:

- 1) Alat berat bermesin diesel, yang paling umum digunakan karena memiliki daya besar dan efisiensi tinggi.
- 2) Alat berat bertenaga listrik, yang biasanya digunakan pada kondisi khusus atau area terbatas (Rochmanhadi, 1992).

2.5.4 Klasifikasi alat berat berdasarkan mobilitas

Berdasarkan sistem geraknya, alat berat dapat diklasifikasikan menjadi:

1. Crawler (roda rantai), cocok untuk kondisi tanah lunak dan tidak rata.
2. Wheel (roda ban), cocok untuk area kerja yang relatif keras dan membutuhkan mobilitas tinggi, (Caterpillar Inc., 2014).

2.6 Fungsi dan Kerja Alat Berat

2.6.1 Alat Berat Excavator

Excavator adalah alat berat yang selalu ada dalam kegiatan konstruksi awal, alat berat ini merupakan alat yang berperan penting dalam pekerjaan galian tanah. Alat berat ini bekerja dengan mengeruk atau menggali material dengan menggunakan bucket yang dipasangkan di bagian depan untuk dipindahkan ke suatu tempat yang telah ditentukan ataupun memuat ke suatu alat berat untuk memindahkan (Ramadhan and Nugraha, 2018).

Excavator adalah alat untuk pengangkat, pemuat, dan penggali tanpa harus berpindah tempat menggunakan tenaga power take off dari mesin dan terdiri dari tiga bagian utama (Rochmanhadi, 1992) sebagai berikut :

1. Alat putar bagian atas (*Revolving unit*).
2. Alat perpindahan bagian bawah (*Traveling unit*).

3. Bagian tambahan (attachment) yang dapat diganti yang sesuai.

Attcahment yang penting adalah crane, shovel, dipper, backhoe, dragline, dan clamshell. Pada excavator bagian bawah ada yang menggunakan roda rantai dan ada juga yang dipasang diatas truck. Pada umumnya excavator mempunyai tiga pasag mesin penggerak yaitu :

1. Alat penggerak untuk mengendalikan attachment.mengangkat, menggali.
2. Alat penggerak untuk berputar revolving unit.
3. Alat penggerak untuk menjalankan excavator agar dapat berpindah – pindah.



Gambar 2.1 Alat Berat Excavator
Sumber: (United Tractors, 2021)

Pada Gambar 2.1 dapat dilihat bahwa excavator memiliki fungsi dalam memudahkan pekerjaan penggali untuk memuat material agregat ke dalam bak dump truck dengan tenaga hidrolik mesin diesel dan berjalan di atas kaki roda rantai. Waktu siklus excavator terdiri dari 4 komponen yaitu :

1. Waktu mengisi bucket/gali (excavating time).
2. Waktu putar isi (loaded swing time).
3. Waktu buang/bongkar (dumping time).
4. Waktu putar kosong (empty swing time).

Adapun untuk mencari produksi kerja excavator telah diatur dalam Permen PUPR Nomor 28 Tahun 2016 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum seperti pada persamaan 2.1 berikut:

$$Q = \frac{KB \times BF \times 3600 \times fk}{CT} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

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

CT = waktu siklus (detik)

BF = Faktor bucket

fk = Faktor efisiensi alat

Fv = Faktor konversi (Kedalaman < 40%).

Untuk Faktor konversi kedalaman galian (Fv) telah diatur dalam Permen PUPR Nomor 28 Tahun 2016 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum seperti pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Faktor Konversi Galian (Fv) untuk Excavator

Kondisi galian (Kedalaman galian/ kedalaman galian maksimum)	Kondisi membuang, menumpahkan (dumping)			
	Mudah	Normal	Agak Sulit	Sulit
< 40%	0,7	0,9	1,1	1,4
(40 - 75) %	0,8	1	1,3	1,6
> 75%	0,9	1,1	1,5	1,8

Sumber: (Permen PUPR No.28 2016)

Jenis material pada proyek yang diamati sangat berpengaruh dalam perhitungan produktivitas excavator. Kondisi material juga dapat dilihat di lapangan dengan melakukan pengamatan. Penentuan waktu siklus excavator didasarkan pada pemilihan kapasitas bucket (Rostiyanti, 1999). Untuk nilai faktor pengisi bucket excavator dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Faktor Bucket Excavator

Kondisi Pemuatan		Faktor Bucket
Mudah	Tanah clay, agak lunak	1,2 - 1,1
Sedang	Tanah asli kering, berpasir	1,1 – 1,0
Agak sulit	Tanah asli berpasir dan kerikil	1,0 - 0,8
Sulit	Tanah keras dan bekas ledakan	0,8 - 0,7

Sumber: (Permen PUPR No.28 2016)

Tabel 2.3 Faktor Efisiensi Excavator

Kondisi Operasi	Faktor Efisiensi
Baik	0,83
Normal - Sedang	0,75
Kurang baik	0,67
Buruk	0,58

Sumber: (Permen PUPR No.28, 2016)

Tabel 2.4 Waktu Gali Excavator (detik)

Kondisi Gali / Kedalaman Gali	Ringan	Sedang	Agak Sulit	Sulit
0 - < 2 m	6	9	15	26
2 m - < 4 m	7	11	17	28
4 m - lebih	8	13	19	30

Sumber: (Permen PUPR No.28, 2016)

Tabel 2.5 Cycle Time Excavator

Type Backhoe	Single Angle (detik)	
	45° - 90°	90° - 180°
PC 60	10 – 13	13 – 16
PW 60	10 – 13	13 – 16
PC 80	11 – 14	14 – 17
PC 100	11 – 14	14 – 17
PW 100	11 – 14	14 – 17
PC 120	11 – 14	14 – 17
PC 150	13 – 16	16 – 19
PC 180	13 – 16	16 – 19
PC 200	13 – 16	16 – 19
PC 210	14 – 17	17 – 20
PW 210	14 – 17	17 – 20
PC 220	14 – 17	17 – 20
PC 240	15 – 18	18 – 21

Sumber: (Permen PUPR No.28, 2016)

2.6.2 Alat Berat Motor Grader

Motor grader adalah sebuah mesin sortir dan alat angkut rancang – bangun dengan suatu pemotong besar yang digunakan untuk menciptakan sebuah permukaan datar. Ciri khasnya mempunyai tiga poros sumbu dengan mesin/motor 16 diletakkan di atas poros belakang dari kendaraan dan dengan mata pisau di tengahnya. Tujuan mesin grader digunakan sebagai proses akhir (meratakan dengan tepat) permukaan

yang keras/kasar yang dilakukan oleh alat yang dirancang sebagai alat yang lebih berat seperti traktor dan pengikis seperti yang terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Alat Berat Motor Grader
(Sumber : Komatsu.Eu, 2020)

Menurut Rostiyanti (2008) Motor grader mempunyai fungsi bermacam – macam, antara lain :

1. Meratakan dan membentuk permukaan.
2. Merawat jalan.
3. Mengupas tanah.
4. Menyebarkan material ringan.

Motor grader terdiri dari enam bagian utama, yaitu penggerak (prime mover), kerangka (frame), pisau (moldboard), sacrifier, circle dan drawbar. Alat penggerak motor grader adalah roda ban yang terletak dibelakang. Frame menghubungkan penggerak dan as depan. Motor grader menggunakan pisau yang disebut moldboard yang dapat digerakkan sesuai dengan kebutuhan bentuk permukaan. Panjang blade biasanya berkisar antara 3 meter sampai 5 meter.

Kecepatan operasi alat berat relatif rendah dan konstan, hal ini memberikan kemudahan bagi operator agar lebih teliti dalam pada saat pekerjaan grading. Pengalaman operator memiliki pengaruh yang besar karena banyak jumlah lintasan bergantung pada saat proses grading berlangsung. Dalam menghitung produktivitas dapat telah diatur pada Permen PUPR Nomor 28 Tahun 2016 Tentang Analisa harga satuan pekerjaan Bidang pekerjaan umum seperti pada persamaan 2.2 berikut:

$$Q = \frac{Lh \times (N(b-bo) + t \times t \times Fa \times 60)}{Ts \times 3 \times n} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

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

L_h = Panjang Operasi Grader sekali Jalan (m)

b = Lebar efektif blade (m)

b_o = Lebar overlap (m)

N = Jumlah pass

F_a = Faktor efisiensi alat

V = Kecepatan rata – rata alat (Km/jam)

n = Jumlah lintasan

t = Tebal lapis agregat padat

T_{s3} = Waktu siklus (menit).

N (passes) adalah berapa kali motor grader harus melakukan Gerakan bolak balik pada suatu tempat sebelum hasil yang diinginkan tercapai. Jumlah N tergantung pada kondisi permukaan, kemampuan operator alat, dan bentuk permukaan seperti apa yang diinginkan. Menurut Rochmanhadi (1992), jika pekerjaan relatif pendek, dan waktu pergi maupun kembali tidak ada perubahan persneling yang sama, untuk kecepatannya bisa diambil kecepatan rata – rata V_a dan persamaannya seperti yang terlihat di persamaan 2.3 berikut:

$$T = \frac{2 dN}{V_a \times E} \text{ (Menit)} \dots\dots\dots (2.3)$$

2.6.3 Alat Berat Dump Truck

Dump truck adalah kendaraan yang digunakan untuk megangkut bahan material untuk keperluan konstruksi. Dump truck berfungsi untuk pengangkutan jarak jauh yang lebih efisien seperti pada Gambar 2.3. Kelebihan alat berat dump truck antara lain (Rostiyanti, 2008):

1. Kecepatan lebih tinggi.
2. Kapasitas besar.
3. Biaya operasional kecil.

4. Kebutuhannya dapat disesuaikan dengan kapasitas alat gali.



Gambar 2.3 Alat Berat Dump Truck
(Sumber : United Tractors, 2021)

Rostiyaniti (2008) dalam pemilihan ukuran dan konfigurasi truk ada beberapa faktor yang mempengaruhi, yaitu material yang akan diangkut dan excavator atau loader pemuat. Truk tidak hanya digunakan untuk pengangkutan tanah tetapi juga material – material lain. Untuk pengangkutan material tertentu, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan yaitu :

1. Untuk batuan, dasar bak dilapisi papan kayu agar tidak mudah rusak.
2. Untuk aspal, bak dilapisi oleh solar agar aspal tidak menempel pada permukaan bak. Agar aspal tidak cepat dingin tutup bagian atas dengan terpal.
3. Untuk material lengket seperti lempung bash, pilih bak bersudut bulat.

Produktivitas alat berat selalu bergantung dari waktu siklus. Waktu siklus truck terdiri dari waktu pemuatan, waktu pengangkutan, waktu pembongkaran muatan, waktu kembali, dan waktu antre (Rostiyaniti,2008). Faktor yang mempengaruhi beberapa waktu tersebut adalah :

1. Waktu muat :
 - a. Ukuran dan jenis alat pemuat.
 - b. Jenis dan kondisi material yang dimuat.
 - c. Kapasitas alat angkut.
 - d. Kemampuan operator alat pemuat dan pengangkut.
2. Waktu berangkat atau pengangkutan :
 - a. Jarak tempuh alat angkut.
 - b. Kondisi jalan yang dilalui (kelandaian, rolling resistance, dan lain-lain).
3. Waktu pembongkaran :

- a. Jenis dan kondisi material.
 - b. Cara pembongkaran material.
 - c. Jenis alat angkut.
4. Waktu kembali juga dipengaruhi oleh hal yang sama seperti waktu pengangkutan.
5. Waktu antre :
- a. Jenis alat pemuat.
 - b. Posisi alat pemuat
 - c. Kemampuan alat untuk berputar.

Rostiyanti (2008) Rumus yang dipakai untuk menghitung produktivitas dump truk adalah dengan menggunakan persamaan 2.4.

$$Prod = \frac{C \times 60 \times FK}{CT} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

C = Kapasitas

CT = Waktu siklus

FK = Efisiensi.

Analisa produktivitas dump truck adalah dengan cara menghitung kemampuan alat tersebut untuk mengangkut atau memindahkan material dari satu tempat ke tempat yang lain. Untuk menghitung produktivitas alat berat dump truck dapat juga menggunakan beberapa faktor pengaruh dalam analisis produktivitas antara lain :

1. Produktivitas per jam

Hadihardja (1998), produktivitas per jam adalah kemampuan produksi alat berat dalam bekerja selama satu jam. menghitung jumlah produksi dump truck per jam yang telah melakukan pekerjaan secara terus menerus dapat menggunakan rumus pada persamaan 2.5.

$$Q = \frac{C \times 60 \times Et}{Cmt} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

Q = produksi per jam (M³/jam)

C = Produksi per siklus (m³)

Et = Faktor efisiensi kerja dump truck

Cmt = Waktu siklus dump truck.

2. Produksi per siklus

Produksi per siklus adalah kemampuan alat berat dalam menyelesaikan pekerjaan dalam satu kali kegiatan/siklus. Untuk menghitung produksi dump truck secara per siklus dapat menggunakan persamaan 2.6.

$$C = q \times k \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

C = Produktivitas per siklus (m^3)

q = Kapasitas bucket (m^3)

k = Faktor bucket.

3. Waktu tempuh HT (Hauling Time)

Waktu tempuh dump truck adalah waktu dimana dump truck menempuh jarak mulai dari lokasi material (quarry, stockyard, dll) menuju lokasi pekerjaan. Waktu tempuh dihitung menggunakan persamaan 2.7.

$$HT = D/V_i \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

HT = Waktu tempuh

D = Jarak angkut (meter)

V_i = Kecepatan rata-rata saat muatan penuh (menit).

4. Waktu Bongkar DT (Dumpling Time)

Perhitungan waktu bongkar dump truck adalah waktu kegiatan dump truck dalam proses bongkar (dumpling) material yang telah di angkut ke lokasi pekerjaan. Untuk menghitung waktu bongkar dapat menggunakan persamaan 2.8 berikut.

$$DT = D/V_2 \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

DT = Waktu bongkar

D = Jarak angkut (meter)

V_2 = Kecepatan rata – rata muatan kosong (m/menit).

5. Waktu muat TL (Loading Time)

Waktu muat dump truck adalah waktu dump truck dalam memuat material ke dalam bak dengan menggunakan bantuan excavator. Untuk menghitung waktu muat menggunakan persamaan 2.9.

$$TL = \frac{Cd}{q1} K \times Cm \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

TL = Waktu muat

Cd = Kapasitas dump truck (m³)

Cm = Waktu siklus (CT)

q1 = Kapasitas bucket alat pemuat (m³)

K = Faktor bucket.

Untuk mengetahui waktu tunggu dan bongkar alat berat dump truck, dapat mengambil acuan dari Tabel 2.6 berikut.

Tabel 2.6 Waktu Tunggu dan Bongkar

Kondisi Operasi	t ₁ (Menit)
Baik	0,5 – 0,7
Sedang	1,0 – 1,3
Kurang	1,5 – 2,0

Sumber: (Permen PUPR No.28, 2016)

Tabel 2.7 Kecepatan Dump Truck dan Kondisi Lapangan

Kondisi Lapangan	Kondisi Beban	Kecepatan, v, Km/h
Datar	Isi	30
	Kosong	50
Menanjak	Isi	20
	Kosong	40
Menurun	Isi	20
	Kosong	20

Sumber: (Permen PUPR No.28, 2016)

2.6.4 Alat Berat Vibro Roller

Vibro roller merupakan alat berat yang digunakan untuk menggilas, memadatkan hasil timbunan, sehingga kepadatan tanah yang dihasilkan lebih sempurna (Rochmanhadi, 1992).

Vibro roller memiliki efesiensi pemadatan yang sangat baik. Alat ini memungkinkan untuk digunakan secara luas di semua jenis pekerjaan pemadatan. Efek yang ditimbulkan oleh *vibro roller* adalah gaya dinamis yang bekerja pada tanah. Butir-butir tanah cenderung akan mengisi rongga-rongga kosong yang terdapat didalam butiran sehingga akibat getarannya tanah menjadi lebih padat, dengan susunan yang lebih rapat (Rochmanhadi, 1992).



Gambar 2.4 Alat Berat Vibro Roller
(Sumber : United Tractors, 2021)

Ada 3 faktor yang harus diperhatikan dalam proses pemadatan dengan menggunakan Vibrator Roller (Rochmanhadi,1992), yaitu :

1. Frekuensi getaran.
2. Amplitudo getaran.
3. Gaya sentrifugal.

Dalam menghitung produktivitas vibrator roller telah diatur dalam Permen PU No 28 Tahun 2016 Tentang Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum seperti dapat dilihat pada persamaan 2.10.

$$Q = \frac{(be \times V \times 1000) \times t \times Fa}{N} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana :

be = Lebar efektif pemadatan = b – bo (overlap) (m)

b = Lebar efektif pemadatan (m)
bo = lebar overlap (m)
V = Kecepatan rata – rata (Km/jam)
N = Jumlah lajur lintasan
Fa = Faktor efisiensi alat
t = Tebal lapis agregat (m)
1000 = Perkalian dari Km ke m (m).

2.7 Produktivitas Alat Berat

Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara output dengan input, atau rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Dalam proyek konstruksi, rasio produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi, dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, material, uang, metode dan alat. Sukses atau tidaknya suatu proyek konstruksi tergantung pada efektifitas pengelolaan sumber daya (Ervianto, 2003).

Produktivitas ialah kemampuan untuk menghasilkan sesuatu (KBBI, 2016) sehingga dapat dikatakan bahwa produktivitas alat berat adalah kemampuan alat berat untuk menghasilkan sesuatu persatuan waktu. Produktivitas alat berat bergantung pada tiga faktor, yaitu: waktu siklus, efisiensi kerja dan material.

2.7.1 Waktu Siklus

Menurut Yunus (2012) Siklus kerja dalam pemindahan material merupakan suatu kegiatan yang dilakukan berulang. Pekerjaan utama di dalam kegiatan tersebut adalah menggali, memuat, memindahkan, membongkar muatan dan kembali ke kegiatan awal. Semua kegiatan tersebut dapat dilakukan oleh satu alat atau oleh beberapa alat.

Waktu yang diperlukan dalam siklus kegiatan disebut waktu siklus atau cycle time (CT). Waktu siklus terdiri dari beberapa unsur yaitu, waktu muat atau loading time (LT), waktu angkut atau hauling time (HT), waktu kembali atau return time (RT), waktu pembongkaran atau dumping time (DT), dan unsur yang terakhir yaitu waktu tunggu atau spotting time (ST).

Menurut Rostiyanti (2008) Loading time (LT) merupakan waktu yang dibutuhkan oleh suatu alat untuk memuat material ke dalam alat angkut sesuai dengan kapasitas angkut alat tersebut. Nilai LT dapat ditentukan walaupun tergantung dari jenis tanah, ukuran unit pengangkut (blade, bowl, bucket, dst), dan metode dalam pemuatan sesuai efisiensi alat.

Waktu angkut atau Hauling time (HT) merupakan waktu yang diperlukan suatu alat untuk bergerak dari tempat pemuatan ke tempat pembongkaran. Waktu tergantung dari jarak angkut, kondisi jalan, tenaga alat, dll. Pada saat alat kembali ke tempat pemuatan maka waktu yang diperlukan untuk kembali disebut waktu kembali atau Return time (RT), waktu kembali lebih singkat karena keadaan kembali dalam keadaan kosong muatan.

Waktu pembongkaran atau Dumping time (DT) tergantung dari jenis tanah, jenis alat, dan metode yang dipakai. Waktu tunggu Spotting time (ST) adalah saat alat kembali ke tempat pemuatan dan menunggu sampai alat diisi kembali. Waktu siklus memiliki pengaruh yang besar terhadap produksi kerja alat berat karena besar atau kecilnya sebuah waktu siklus akan sangat berpengaruh dan menjadi penentu produktivitas alat berat itu sendiri, dapat dilihat pada Tabel 2.8 berikut.

Tabel 2.8 Komponen Waktu Siklus

Jenis Alat	Waktu Siklus			
	I	II	III	IV
Excavator	Waktu gali	Waktu putar isi	Waktu buang	Waktu bongkar kosong
Dump Truck	Waktu muat	Waktu angkut	Waktu buang	Waktu kembali
Motor Grader	Waktu grading	Waktu lain	-	-
Vibro Roller	Waktu compact	Waktu lain	-	-

Sumber : (Suhendra, 2006)

2.7.2 Efisiensi Kerja

Menurut Rostiyanti (2008) Besar nilai efisiensi kerja ini sulit ditentukan secara tepat tetapi berdasarkan pengalaman-pengalaman dapat ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan. Efektivitas alat tersebut bekerja tergantung dari beberapa aspek, 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 dan metode pelaksanaan alat.

Nilai efisiensi kerja alat berat dapat dilihat dari kondisi operasi alat berat yang digunakan pada proyek pekerjaan. Menurut Rochmanhadi (1992), nilai-nilai efisiensi kondisi operasi alat berat digunakan untuk menghitung produktivitas sebuah alat berat seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Efisiensi Kerja Alat Berat

Kondisi Operasi Alat Berat	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	0,65	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,61	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 : (Rochmanhadi, 1992)

Tabel 2.10 Faktor Efisiensi Waktu

Kondisi Kerja	Efisiensi
Menyenangkan	0,90
Normal	0,83
Buruk/Jelek	0,75

Sumber : (Tenriajeng, 2003)

Tabel 2.11 Faktor Efisiensi Kerja

Keadaan Medan	Keadaan Alat			
	Memuaskan	Bagus	Biasa	Buruk
Memuaskan	0,84	0,81	0,76	0,70
Bagus	0,78	0,75	0,71	0,65
Biasa	0,72	0,69	0,65	0,60

Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52
-------	------	------	------	------

Sumber : (Tenriajeng, 2003)

Tabel 2.12 Faktor Efisiensi Operator

Kondisi Kerja	Efisiensi
Baik	0,90 – 1,00
Normal	0,83
Jelek	0,50 – 0,60

Sumber : (Tenriajeng, 2003)

Tabel 2.13 Kecepatan Vibro Roller

Jenis Roda	Kecepatan (km/jam)
Mesin gilas roda besi	Sekitar 2,0 km/jam
Mesin gilas roda ban	Sekitar 2,5 km/jam
Mesin gilas – getar	Sekitar 1,5 km/jam
Kompaktor tanah	4 – 10 km/jam

Sumber : (Tenriajeng, 2003)

Tabel 2.14 Lebar Efektif Pemadatan

Tipe Peralatan	Lebar Efektif
Tipe gilas makadem	Lebar roda gerak : 0,2 m
Mesin gilas tandem	Lebar roda gerak : 0,2 m
Kompaktor tanah	Lebar roda gerak x 2 : 0,2 m
Mesin gilas roda ban	Jarak antar bagian paling luar dari ban-ban paling luar
Mesin gilas roda ban	Lebar <i>roller</i> : 0,2 m
Mesin gilas getar kecil	Lebar <i>roller</i> : 0,1 m

Sumber : (Tenriajeng, 2003)

Tabel 2.15 Jumlah Lintasan untuk Pemadatan

Jenis Roda	Jumlah Lintasan
Mesin gilas ban	3 – 5
Mesin gilas roda besi	4 – 8
Mesin gilas getar	4 – 8
Kompaktor tanah	4 – 10

Sumber : (Tenriajeng, 2003)

2.7.3 Material

Material merupakan barang yang telah dibeli atau dibuat, yang kemudian disimpan untuk pekerjaan, dipakai, diproses lebih lanjut maupun dijual. Material

adalah bahan dasar untuk membuat dan membentuk sesuatu (Shadaly, 1983). Menurut Ensiklopedia Nasional Indonesia (ENI, 1996) Pengertian material adalah sesuatu yang mencakup setiap zat yang dipentingkan keberadaannya, penempatannya dalam ruang dan sifat – sifat mekaniknya.

Dalam sebuah proyek, material konstruksi terdiri dari 2 jenis sebagai berikut (Ervianto, 2003) :

1. Bahan permanen adalah bahan yang dibutuhkan oleh kontraktor untuk membangun gedung, jalan, jembatan yang bersifat tetap sebagai elemen. Jenis bahannya tercantum dalam dokumen kontrak.
2. Bahan sementara, dibutuhkan dalam proyek, namun tidak menjadi bagian dari bangunan. Jenis bahan ini tidak dicantumkan dalam dokumen kontrak sehingga kontraktor bebas menentukan bahan dan pemasoknya (vendor).

2.8 Pekerjaan Tanah

Pekerjaan tanah atau yang biasa disebut galian dan timbunan adalah pekerjaan awal yang sangat penting sebelum dilaksanakannya suatu proyek. Proses galian dan timbunan ini dilakukan untuk memenuhi elevasi atau kepadatan tanah agar sesuai dengan yang telah direncanakan (Gultom, R. I., Rassarandi, F.D., & Siagian, 2020).

Pekerjaan tanah merupakan pekerjaan awal yang sangat penting dan menjadi pendahulu sebelum dimulainya pekerjaan konstruksi, yaitu untuk menentukan elevasi rencana, karena elevasi di lapangan akan berbeda dengan elevasi rencana.

2.9 Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbedabeda tetapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan sub kelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat- sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terinci (Das, 1995).

Tekstur tanah adalah keadaan permukaan tanah yang bersangkutan. Tekstur tanah dipengaruhi oleh ukuran tiap-tiap butir yang ada di dalam tanah. tanah terbagi dalam beberapa kelompok: kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), dan lempung (*clay*), atas dasar ukuran butir-butirnya. Pada umumnya, tanah asli merupakan campuran dari butir-butir yang mempunyai ukuran yang berbeda- beda. Dalam

sistem klasifikasi tanah berdasarkan tekstur, tanah diberi nama atas dasar komponen utama yang dikandungnya, misalnya lempung berpasir (sandy clay), lempung berlanau (silty clay), dan seterusnya (Das, 1995).

Tanah urugan adalah tanah yang ditambahkan pada struktur bawah jalan untuk mendapatkan level atau ketinggian jalan sesuai rencana, tanah yang digunakan harus sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh AASTHODan SNI (Rismalinda dkk, 2025).

2.10 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Alat Berat

Dalam menghitung produktivitas alat berat terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi cepat atau lambatnya produktivitas. Beberapa faktor tersebut bisa disebabkan oleh faktor mesin, faktor lokasi atau tata laksana proyek, dan faktor operator. Ervianto (2003), faktor yang mempengaruhi produktivitas antara lain :

1. Metode dan teknologi (desain rekayasa, metode konstruksi, urutan kerja, dan pengukuran kerja).
2. Manajemen lapangan (perencanaan, penjadwalan, tata letak lapangan, komunikasi di lapangan, manajemen material, manajemen peralatan, dan manajemen tenaga kerja).
3. Lingkungan kerja (lingkungan manusia, lingkungan fisik, kualitas pengawasan, keamanan kerja, latihan kerja dan partisipasi).
4. Faktor manusia (tingkat upah kerja, kepuasan pekerja, dan hubungan kerja).

2.10.1 Faktor Mesin

Suryana (2014) mesin penggerak utama (prime mover) alat berat terdiri dari dua yaitu tractor dan excavator. Tractor adalah alat yang mengubah energi mesin menjadi energi mekanik untuk menarik atau mendorong alat berat. Alat berat yang menggunakan tractor akan mempunyai gerakan kesana-kemari yang lebih lincah seperti dozer, ripper, dan scrapper.

Sedangkan excavator sebagaimana namanya yaitu penggali, dimana alat berat yang menggunakan excavator akan lebih sering diam ditempat dan yang paling sering bergerak adalah lengannya. Karena lengan excavator cukup Panjang dan bekerja dengan mengangkat beban berat maka menimbulkan momen besar yang harus diatasi oleh excavator, maka pada umumnya excavator mempunyai berat yang

besar dan tidak jarang juga diberi tambahan kaki-kaki untuk menjaga kestabilan dalam bekerja seperti backhoe, crane mobile, dragline.

2.10.2 Faktor Tata Laksana dan Elevasi Proyek

Wedhanto (2009) Faktor tata laksana proyek adalah bagian dari efisiensi kerja yang dipengaruhi oleh kondisi pengaturan lapangan diantaranya jalan yang akan digunakan oleh alat, tempat alat bekerja, komunikasi atau pengawasan terhadap operator alat berat. Termasuk pool alat, tempat pemeliharaan alat, penyimpanan bahan bakar dan gudang bahan. Faktor tata laksana proyek (koefisien tata laksana) antara 0,6 sampai 1,0. Elevasi memiliki pengaruh terhadap hasil kerja mesin. Hal ini disebabkan karena kerja mesin dipengaruhi oleh tekanan dan temperatur udara.

Berdasarkan pengalaman, kenaikan 1000 ft (300 m) pertama dari permukaan laut tidak berpengaruh pada mesin empat tak. Tetapi, untuk selanjutnya setiap kenaikan 1000 ft ke dua (dihitung dari permukaan laut) HP rata – rata berkurang sebesar $\pm 3\%$ sedangkan pada mesin – mesin dua tak penurunannya sebesar 1%.

2.10.3 Faktor Efisiensi Operator

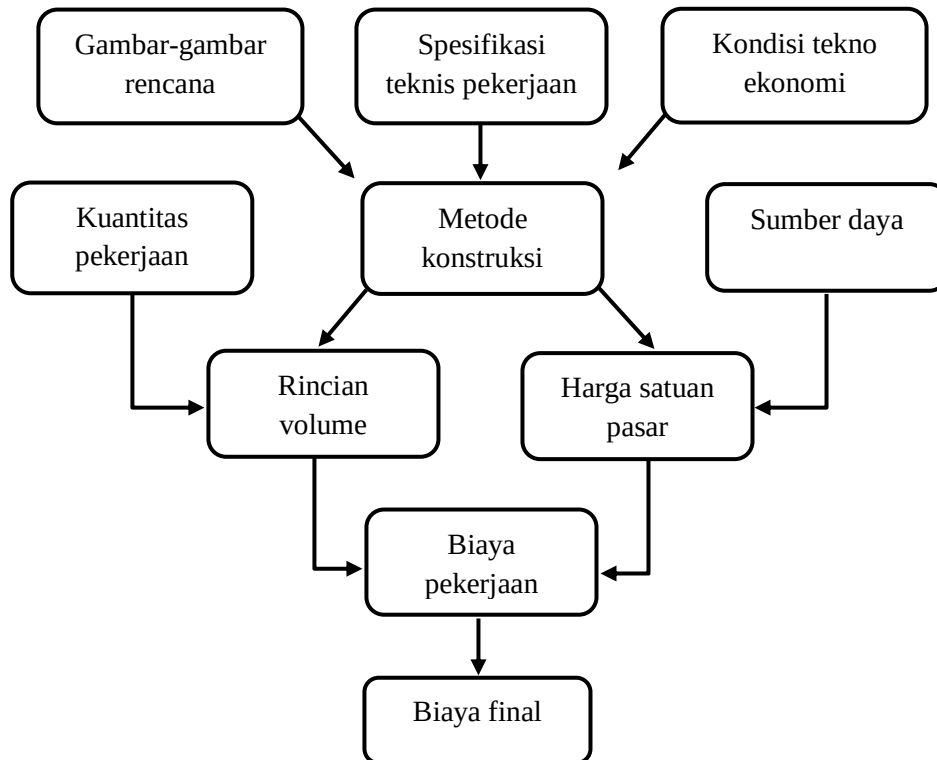
Wedhanto (2009) faktor manusia sebagai operator alat sangat sulit ditentukan dengan tepat. Sebab selalu berubah – ubah dari eaktu ke waktu, bahkan dari jam ke jam tergantung pada keadaan cuaca, kondisi alat yang dikemudikan, suasana kerja dan lain-lain.

Operator alat berat tidak beda dengan sopir kendaraan atau pilot pesawat terbang. Jenis alat yang pernah ia operasikan, lamanya ia mengoperasikan alat dan pengalaman berbagai jenis medan yang pernah ia alami akan mempengaruhi kecepatan bekerja. Di samping itu tentunya kemampuan psikomotorik (bakat mengoperasikan) juga berpengaruh. Faktor operator (koefisien operator) berkisar antara 0,6 sampai 1,0. Dalam kerja seorang operator umumnya tidak akan dapat bekerja selama 60 menit secara penuh. Hal ini disebabkan karena selalu ada hambatan yang tidak dapat dihindari seperti pergantian komponen yang rusak, memindahkan alat ke tempat lain dan sebagainya.

2.11 Estimasi Biaya Konstruksi

Menurut Istimawan Dipohusodo (1996), estimasi adalah upaya memperkirakan suatu nilai melalui analisis perhitungan yang didasarkan pada

pengalaman. Dalam konstruksi, estimasi digunakan untuk memperkirakan biaya proyek berdasarkan dokumen pelelangan, kondisi lapangan, dan sumber daya kontraktor. Keterkaitan ketiga unsur ini dijelaskan pada Gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.5 Keterkaitan Unsur Dalam Proses Estimasi
(Sumber : Dipohusodo, 1996)

BAB III

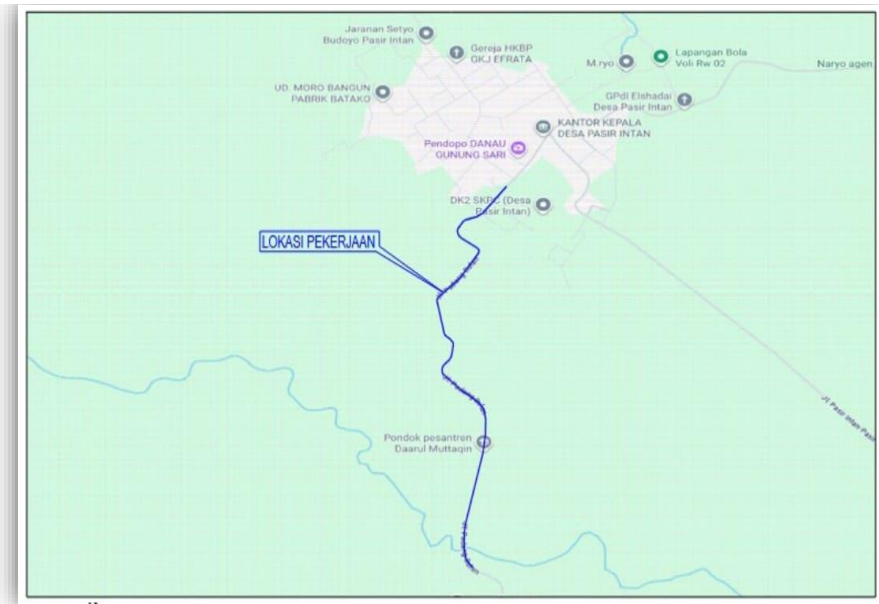
MATERIAL DAN METODE

3.1 Umum

Studi kasus dalam penelitian ini adalah pelaksanaan proyek Rekonstruksi / Peningkatan Jalan Padang Bulan - Pasir Intan yang lokasinya berada di Kecamatan Bangun Purba, Desa Pasir Intan, Kabupaten Rokan Hulu, Provinsi Riau. Metode pengamatan dilakukan dengan cara Time study, yaitu pengamatan langsung di lapangan untuk memperoleh waktu siklus dan produktivitas alat berat excavator, dump truck, motor gardar dan vibro roller.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan pada Proyek Rekonstruksi / Peningkatan Jalan Padang Bulan - Pasir Intan pada sub pekerjaan timbunan pilihan badan jalan STA 00 + 925, STA 01 + 850, STA 02 + 650 dengan Panjang total 1.553,10 meter yang terletak di Desa Pasir Intan, Kecamatan Bangun Purba Kabupaten Rokan Hulu seperti terlihat pada Gambar 3.1 berikut.



3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk memperoleh data yang akurat dan relevan guna menganalisis produktivitas penggunaan alat berat pada sub pekerjaan timbunan pilihan badan jalan pada proyek Rekonstruksi/Peningkatan Jalan Padang Bulan – Pasir Intan. Pengumpulan data primer dilakukan melalui:

1. Data primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung di lapangan selama pelaksanaan pekerjaan timbunan pilihan badan jalan pada proyek Rekonstruksi/Peningkatan Jalan Padang Bulan – Pasir Intan. Pengumpulan data primer dilakukan melalui:

a. Observasi lapangan

Observasi lapangan dilakukan dengan cara pengamatan langsung terhadap proses kerja alat berat yang digunakan, yaitu excavator, dump truck, motor grader, dan vibro roller. Observasi ini bertujuan untuk memperoleh data aktual terkait urutan kerja alat berat pada pekerjaan timbunan pilihan badan

jalan, kondisi lapangan dan akses kerja alat, pola kerja dan interaksi antar alat berat, kondisi cuaca dan lingkungan kerja.

b. Pengukuran Waktu Siklus (Cycle Time)

Pengukuran waktu siklus dilakukan untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan setiap alat berat dalam menyelesaikan satu siklus kerja. Pengukuran dilakukan menggunakan stopwatch, dengan rincian sebagai berikut:

- a) Excavator: waktu menggali, memuat material ke dump truck, dan waktu kembali ke posisi awal.
- b) Dump Truck: waktu muat, waktu perjalanan bermuatan, waktu bongkar, dan waktu kembali kosong.
- c) Motor Grader: waktu perataan dan pembentukan badan jalan per lintasan.
- d) Vibro Roller: waktu pemadatan per lintasan dan jumlah lintasan pemadatan.

c. Pengukuran Volume Pekerjaan

Pengukuran volume pekerjaan dilakukan untuk mengetahui volume timbunan pilihan badan jalan yang dikerjakan, meliputi:

- a) Panjang pekerjaan : 1.553,10 meter
- b) Lebar badan jalan sesuai gambar rencana
- c) Tebal lapisan timbunan pilihan.

Volume pekerjaan dihitung berdasarkan gambar rencana dan kondisi aktual di lapangan.

d. Pencatatan Jumlah dan Spesifikasi Alat Berat

Data jumlah dan spesifikasi alat berat dicatat secara langsung di lapangan, meliputi:

- a) Kapasitas bucket excavator
- b) Kapasitas bak dump truck
- c) Lebar blade motor grader
- d) Lebar drum dan berat vibro roller
- e) Jumlah unit alat yang beroperasi

2. Data sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung yang diperoleh dari pihak terkait dan literatur, yang meliputi:

a. Data Proyek

Data proyek diperoleh dari kontraktor atau konsultan pengawas, antara lain:

- a) Gambar rencana dan spesifikasi teknis
- b) Jadwal pelaksanaan pekerjaan
- c) Data volume rencana pekerjaan timbunan pilihan.

b. Standar dan Peraturan

Data standar dan peraturan digunakan sebagai acuan dalam perhitungan produktivitas alat berat, antara lain:

- a) Permen PUPR Nomor 28 Tahun 2016 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum
- b) Standar Nasional Indonesia (SNI) terkait pekerjaan tanah dan jalan
- c) Manual produktivitas alat berat.

c. Literatur teknis digunakan sebagai referensi teori, artikel jurnal dan rumus perhitungan produktivitas alat berat.

3.4 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas penggunaan alat berat pada sub pekerjaan timbunan pilihan badan jalan pada Proyek Rekonstruksi/Peningkatan Jalan Padang Bulan – Pasir Intan sepanjang 1.553,10 meter. Alat berat yang dianalisis meliputi excavator, dump truck, motor grader, dan vibro roller. Analisis data dilakukan secara kuantitatif dengan tahapan sebagai berikut.

1. Pengolahan data waktu siklus alat berat

Data waktu siklus (*cycle time*) yang diperoleh dari hasil pengamatan lapangan diolah untuk mendapatkan waktu siklus rata-rata masing-masing alat berat. Waktu siklus dianalisis berdasarkan aktivitas alat berat excavator (waktu penggalian dan pemuatan material), dump truck (waktu muat, waktu angkut, waktu bongkar, dan waktu Kembali), motor grader (waktu perataan dan pembentukan badan jalan), vibro roller (waktu pemadatan dan jumlah lintasan pemadatan). Nilai waktu siklus rata-rata digunakan sebagai dasar dalam perhitungan produktivitas alat berat.

2. Perhitungan produktivitas alat berat

Perhitungan produktivitas alat berat dilakukan dengan menggunakan rumus yang mengacu pada Permen PUPR Nomor 28 Tahun 2016 serta literatur pendukung. Produktivitas dihitung untuk masing-masing alat berat dengan mempertimbangkan kapasitas alat, waktu siklus, faktor efisiensi kerja dan kondisi lapangan. Hasil perhitungan produktivitas dinyatakan dalam satuan m^3/jam atau m^2/jam , sesuai dengan jenis pekerjaan yang dilakukan.

3. Penentuan produktivitas aktual alat berat

Produktivitas aktual alat berat diperoleh berdasarkan data lapangan, yaitu dengan membandingkan volume pekerjaan yang diselesaikan terhadap waktu kerja efektif. Produktivitas aktual dihitung menggunakan rumus:

Produktivitas aktual = volume pekerjaan/waktu kerja efektif

Produktivitas aktual ini mencerminkan kinerja nyata alat berat selama pelaksanaan pekerjaan di lapangan.

3.5 Bagan Alir Penulisan

Tahapan kegiatan yang akan dilakukan secara garis besar disajikan dalam bentuk Gambar 3.2 berikut.

