

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Febriyanti dan Zulyaden (2018) dalam penelitiannya mengalisis produktivitas alat berat yang digunakan dalam proyek peningkatan jalan alun-alun Suka Makmue-jalan lingkaran timur ibu kota tahap II didanai oleh anggaran Otonomi khusus (OTSUS) Kabupaten Nagari Raya dengan total biaya proyek sebesar Rp. 3.922.503.000,- untuk membangun jalan sepanjang 2475 meter. Proyek ini melibatkan beberapa jenis pekerjaan, termasuk timbunan pilihan, lapisan pondasi agregat kelas B, dan lapisan pondasi agregat kelas A. Dalam pelaksanaannya, proyek menggunakan sejumlah alat berat, antara lain dump truck, motor grader, vibrator roller, dan water tanker truck. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur produktivitas kerja alat berat serta menentukan waktu yang dibutuhkan oleh masing-masing alat berat untuk menyelesaikan pekerjaannya. Metode perhitungan produktivitas dilakukan secara manual dengan menggunakan rumus produktivitas standar. Berdasarkan hasil perhitungan, diketahui bahwa dump truck memiliki produktivitas 32,4 m<sup>3</sup>/jam, dengan produksi harian mencapai 259,2 m<sup>3</sup>/hari dan waktu pengerjaan selama 11 hari, di mana 6 hari dihabiskan untuk pekerjaan lapisan agregat kelas B dan 4 hari untuk pekerjaan lapisan agregat kelas A. Motor grader memiliki produktivitas 128,3 m<sup>3</sup>/jam, dengan produksi harian 1026,43 m<sup>3</sup>/hari dan waktu pengerjaan selama 3 hari, termasuk 2 hari pekerjaan lapisan agregat kelas B dan 1 hari pekerjaan lapisan agregat kelas A. Vibrator roller memiliki produktivitas 64,8 m<sup>3</sup>/jam, dengan produksi harian mencapai 518,4 m<sup>3</sup>/hari dan waktu pengerjaan selama 6 hari, di mana 3 hari dihabiskan untuk pekerjaan lapisan agregat kelas B dan 2 hari untuk pekerjaan lapisan agregat kelas A. Water tanker truck memiliki produktivitas 16,2 m<sup>3</sup>/jam, dengan produksi harian 129,6 m<sup>3</sup>/hari dan waktu pengerjaan selama 21 hari, di mana 11 hari dihabiskan untuk pekerjaan lapisan agregat kelas B dan 8 hari untuk pekerjaan lapisan agregat kelas A.

## 2.2 Alat Berat

Alat berat merujuk kepada mesin dan peralatan berukuran besar yang digunakan dalam konstruksi, pertambangan, dan berbagai jenis pekerjaan lainnya. (Kristiawan dan Abdullah, 2020). Fungsi utama alat berat adalah membantu pekerja manusia dalam menyelesaikan pekerjaan dengan lebih efisien, cepat, dan akurat. Dengan menggunakan alat berat yang tepat dan efisien, pekerjaan dapat diselesaikan dalam waktu yang lebih singkat dan dengan hasil yang sesuai dengan volume yang diinginkan.

Setiap perusahaan atau organisasi dalam menjalankan kegiatan atau usahanya, pasti harus menghadapi perkembangan teknologi yang mencerminkan keunggulan perusahaan dalam mencapai tujuan mereka. Oleh karena itu, setiap perusahaan bersaing dalam mengadopsi teknologi terkini, termasuk penggunaan alat berat, untuk mencapai sasaran yang ditetapkan (Herbiansyah, 2018)

Melaksanakan proyek konstruksi berarti mengkoordinasikan berbagai sumber daya agar menghasilkan produk akhir sesuai keinginan. Dalam proyek konstruksi, sekitar 7 hingga 15% dari total biaya proyek diperuntukkan untuk peralatan. (Diansyah dan Trijeti, 2014). Peralatan konstruksi merujuk pada alat dan peralatan yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan konstruksi secara mekanis. Dengan kata lain, penggunaan alat berat dalam proyek konstruksi memberikan insentif untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas baik selama pelaksanaan maupun pada hasil akhir yang dicapai. Optimalisasi alat berat merupakan suatu proses untuk mencapai hasil yang optimal sesuai dengan kapasitas dan produksi alat berat dalam setiap siklusnya. Menurut Triyono (2016) alat berat dapat diklasifikasikan sebagai berikut : :

- a. Perangkat Pengelolaan Lahan adalah alat yang sering digunakan dalam proyek-proyek. Terkadang, lahan proyek masih dalam kondisi alami dan perlu disiapkan sebelum digunakan. Jika lahan masih ditumbuhi semak atau pohon, pembukaan lahan dapat dilakukan dengan menggunakan dozer. Untuk mengangkat lapisan tanah teratas, scraper dapat digunakan. Selain dozer, motor grader juga bisa digunakan untuk membentuk permukaan lahan agar menjadi rata.

- b. Peralatan Penggali, yang juga dikenal dengan nama excavator, melibatkan beberapa jenis alat berat yang digunakan untuk menggali tanah dan batuan. Jenis-jenis alat ini meliputi front shovel, backhoe, dragline, dan clamshell.
- c. Alat pengangkut material, seperti crane, termasuk dalam kategori peralatan pengangkut material karena kemampuannya mengangkut material secara vertikal dan memindahkannya secara horizontal pada jarak yang terbatas. Ketika harus mengangkut material lepas (loose material) dengan jarak yang lebih jauh, alat-alat seperti belt conveyor, truk, dan gerbong kereta api digunakan. Beberapa peralatan memerlukan bantuan alat lain untuk memuat material ke dalamnya.
- d. Peralatan Pemindah Material mencakup alat-alat yang biasanya tidak berfungsi sebagai alat transportasi, namun digunakan untuk memindahkan material dari satu lokasi ke lokasi lainnya. Alat-alat ini meliputi loader dan dozer.
- e. Alat Pemadat digunakan ketika ada penimbunan pada suatu lahan, baik untuk persiapan lahan tersebut maupun untuk pembuatan jalan, termasuk jalan tanah, jalan dengan perkerasan lentur, maupun perkerasan kaku. Beberapa alat yang termasuk dalam kategori pemadat adalah tamping roller, pneumatic-tired compactor, dan jenis alat lainnya.
- f. Alat Pemroses Material digunakan untuk mengubah batuan dan mineral alam menjadi bentuk dan ukuran yang diinginkan, menghasilkan produk seperti batuan bergradasi, semen, beton, dan aspal. Alat-alat dalam kategori ini meliputi crusher yang menghancurkan material serta peralatan seperti concrete batch dan asphalt mixing plant yang dapat mencampur berbagai material untuk menghasilkan produk yang diinginkan.

### **2.3 Manajemen Alat Berat dan Penggunaannya**

Manajemen pemilihan dan pengendalian alat berat adalah suatu proses yang melibatkan perencanaan, pengorganisasian, kepemimpinan, dan pengendalian alat berat untuk mencapai tujuan pekerjaan yang telah ditetapkan. (Raharjo, 2013). Dalam konteks pekerjaan konstruksi sipil saat ini, penggunaan alat-alat berat terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi yang semakin canggih. Oleh

karena itu, pemilihan dan pengendalian alat berat sangat penting agar pekerjaan dapat berjalan dengan efisien dan efektif.

Penggunaan alat berat yang tidak sesuai dengan situasi dan kondisi lapangan pekerjaan dapat mengakibatkan kerugian bagi proyek konstruksi. Kerugian ini dapat berupa rendahnya tingkat produksi, ketidakmampuan mencapai target atau jadwal yang telah ditetapkan sebelumnya, atau biaya perbaikan yang tidak seharusnya terjadi. Oleh karena itu, manajemen yang baik dalam pemilihan dan pengendalian alat berat sangat diperlukan untuk menghindari dampak negatif tersebut. (Efriansyah *et al.*, 2022).

Dalam praktiknya, manajemen pemilihan dan pengendalian alat berat melibatkan penilaian cermat terhadap jenis alat yang paling sesuai untuk pekerjaan tertentu, memastikan bahwa alat tersebut dalam kondisi baik dan siap digunakan, serta mengawasi penggunaan alat berat selama proses konstruksi berlangsung. Dengan manajemen yang tepat, perusahaan konstruksi dapat memaksimalkan produktivitas, mencapai target waktu dan biaya, serta mengurangi risiko kerugian yang mungkin terjadi. Menurut Septiani *et al.* (2019) faktor yang harus diperhatikan dalam melakukan pemeliharaan alat berat antara lain adalah:

1. Spesifikasi Proyek: Alat berat yang dipilih harus sesuai dengan spesifikasi proyek yang sedang dikerjakan. Setiap proyek memiliki kebutuhan yang berbeda-beda tergantung pada jenis pekerjaan, lingkungan, dan ukuran proyek.
2. Kondisi Lapangan: Kondisi fisik dan geologis lapangan kerja, seperti jenis tanah, kemiringan, dan ketebalan lapisan tanah, harus dievaluasi dengan cermat. Alat berat yang dipilih harus mampu bekerja efisien di kondisi tersebut.
3. Kapasitas dan Daya Angkut: Alat berat harus memiliki kapasitas dan daya angkut yang memadai untuk menangani beban yang akan dihadapi. Overload atau penggunaan alat di atas kapasitasnya dapat mengakibatkan kerusakan dan kecelakaan.
4. Biaya Operasional: Biaya operasional termasuk biaya bahan bakar, perawatan, dan suku cadang harus dipertimbangkan. Pemilihan alat yang

efisien dari segi biaya operasional sangat penting untuk menjaga keseimbangan antara kualitas pekerjaan dan anggaran proyek.

5. Ketersediaan dan Aksesori: Ketersediaan alat berat dan aksesori yang dibutuhkan seperti bucket, attachment, dan perlengkapan lainnya harus dipastikan. Pilihan alat yang memiliki aksesori yang sesuai dengan pekerjaan dapat meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas dalam penggunaannya.
6. Keandalan dan Performa: Alat berat yang handal dan memiliki performa baik dapat mengurangi risiko downtime dan memastikan kelancaran proyek. Evaluasi riwayat performa alat dan merek alat yang terpercaya sangat penting.
7. Pelatihan Operator: Operator alat berat harus terlatih dan berpengalaman dalam menggunakan alat tersebut. Pemilihan alat yang sesuai dengan tingkat keahlian operator adalah faktor penting untuk menghindari kesalahan penggunaan.
8. Kebutuhan Perawatan dan Pemeliharaan: Beberapa alat berat memerlukan perawatan dan pemeliharaan yang intensif. Memperhitungkan kebutuhan perawatan alat berat dan ketersediaan suku cadang adalah faktor penting dalam pemilihan alat.

## **2.4 Fungsi dan Cara Kerja Alat Berat**

### **2.4.1 Alat Penggali (*Excavator/Backhoe*)**

Excavator adalah alat berat yang digunakan dalam industri konstruksi untuk menggali tanah, batu, atau material lainnya. (Aolia *et al.*, 2017). Alat ini juga dikenal dengan nama mesin penggali atau penggali mekanis. Excavator memiliki bentuk yang mirip dengan truk, dilengkapi dengan lengan panjang yang dilengkapi dengan bucket (gigi penggali) di ujungnya. Bucket ini digunakan untuk menggali dan mengangkat material dari satu tempat ke tempat lain. Excavator biasanya memiliki roda rantai atau roda ban, yang memungkinkan mereka bergerak dengan stabil di berbagai jenis medan, termasuk tanah berlumpur atau tidak rata. Alat ini dilengkapi dengan sistem hidraulik yang kuat, yang memungkinkan operator mengendalikan gerakan lengan dan bucket dengan mudah dan akurat. (Tangaran,2022). Gambar *excavator* disajikan pada gambar berikut ini:



Gambar 2.1 Alat Penggali (*Excavator/Backhoe*)

Alat ini memiliki bentuk mirip dengan lengan manusia, dengan sebuah lengan bergerak yang dilengkapi dengan gandar (bucket) di ujungnya. Alat penggali biasanya digunakan dalam proyek-proyek konstruksi besar, pembangunan jalan, proyek pertambangan, dan proyek-proyek penggalian lainnya. Menurut Fiktri *et al* (2021) excavator dapat dibedakan menjadi beberapa tipe berdasarkan desain, ukuran, dan penggunaan utama dalam industri konstruksi dan pertambangan. Beberapa tipe excavator yang umum termasuk:

1. *Excavator Standar (Standard Excavator)*: Excavator standar merupakan tipe excavator yang paling umum digunakan. Mereka memiliki lengan dan bucket yang relatif panjang dan seringkali dilengkapi dengan roda rantai atau roda ban untuk mobilitas di berbagai jenis medan.
2. *Mini Excavator*: Mini excavator adalah versi kecil dari excavator standar. Mereka memiliki ukuran yang lebih kecil, namun tetap dapat digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan yang memerlukan presisi dalam ruang terbatas, seperti penggalian di area perkotaan atau pekerjaan di lokasi yang sulit dijangkau.
3. *Excavator Hidrolik*: Semua excavator modern menggunakan sistem hidrolik untuk menggerakkan lengan, bucket, dan perangkat lainnya. Teknologi hidrolik memungkinkan operasi yang halus dan presisi, serta memberikan kekuatan angkat yang tinggi.
4. *Amphibious Excavator*: Excavator ini dirancang khusus untuk bekerja di daerah berair atau di perairan dangkal. Mereka memiliki ponton atau kaki-

kaki khusus yang membuatnya bisa mengambang di air atau berjalan di dasar air.

5. *Long Reach Excavator*: Tipe ini memiliki lengan yang sangat panjang, memungkinkan mereka untuk mencapai area yang jauh dari tempat mereka berdiri. Long reach excavator sering digunakan dalam proyek-proyek pengerukan, pembersihan sungai, dan proyek-proyek yang memerlukan jangkauan yang luas.
6. Excavator Penggali Lubang (*Hole Digging Excavator*): Jenis ini dirancang khusus untuk menggali lubang dengan diameter yang besar, seperti untuk pondasi bangunan atau tiang pancang. Mereka memiliki bucket yang besar dan kuat untuk menggali tanah dengan efisien.
7. *Wheel Excavator*: Sebagai alternatif dari excavator dengan roda rantai, wheel excavator menggunakan roda ban seperti truk. Mereka lebih cepat dalam perpindahan di atas jalan raya, tetapi mungkin kurang stabil di medan yang tidak rata.

Alat penggali memiliki peran vital dalam industri konstruksi dan proyek-proyek penggalian. Dengan kemampuannya untuk menggali dan memindahkan material dengan efisien, alat penggali membantu mempercepat progres proyek dan meningkatkan produktivitas pekerjaan konstruksi.

#### **2.4.2 Alat Pengangkut (*Dump Truck*)**

Dump truck adalah jenis truk yang dirancang khusus untuk membawa dan mengangkut material dalam jumlah besar. Mereka memiliki bak yang dapat dimiringkan (*dump body*) di bagian belakang truk untuk memudahkan pembongkaran material ke lokasi tujuan (Pandiangan dan Puruhito, 2023). Gambar alat pengangkut (drum truck) disajikan pada gambar berikut ini:



Gambar 2.2 Alat Pengangkut (*Drum Truck*)

Dump truck sering digunakan dalam proyek konstruksi, pertambangan, dan pengelolaan limbah. Ciri khas dump truck pada umumnya dapat dilihat:

1. Bak Tertutup dengan Sistem *Tipping*: Dump truck memiliki bak yang dapat dimiringkan (tilt), biasanya di bagian belakang truk. Sistem ini memungkinkan truk untuk membongkar material dengan memiringkan baknya ke atas dan membiarkan material jatuh ke tanah.
2. Kapasitas Muatan Besar: Dump truck memiliki kapasitas muatan yang besar, bisa mencapai puluhan hingga ratusan ton, tergantung pada ukuran dan tipe truknya. Mereka dapat membawa material seperti tanah, batu, pasir, kerikil, batubara, limbah konstruksi, dan lain-lain.
3. Roda Ganda atau Lebih: Untuk menopang beban berat, dump truck biasanya dilengkapi dengan roda ganda pada setiap asnya. Beban yang besar memerlukan distribusi berat yang baik untuk memastikan stabilitas truk.
4. Penggunaan di Berbagai Industri: Dump truck digunakan dalam berbagai industri termasuk konstruksi, pertambangan, pengelolaan limbah, serta dalam proyek-proyek pembangunan infrastruktur seperti jalan raya, bendungan, dan proyek-proyek besar lainnya.
5. *Truk Off-Road* dan *On-Road*: Dump truck ada dalam versi off-road yang dirancang khusus untuk bekerja di medan yang tidak rata atau kasar, serta versi on-road yang digunakan untuk pengangkutan material di jalan raya.
6. Pengoperasian Fleksibel: Sistem pembongkaran bak yang mudah dan cepat memungkinkan dump truck untuk mengisi dan membongkar material



dengan efisiensi. Mereka juga dapat digunakan dalam kondisi cuaca dan medan yang berbeda.

Dump truck adalah salah satu jenis truk yang sangat penting dalam industri konstruksi dan pertambangan karena kemampuannya untuk mengangkat material dalam jumlah besar dengan cepat dan efisien.

### 2.4.3 Alat Perata (*Motor Grader*)

Motor grader adalah alat berat yang digunakan untuk meratakan dan membentuk permukaan tanah, jalan, atau lahan konstruksi. Alat ini memiliki pisau logam yang besar di bagian tengahnya yang dapat diatur tinggi rendahnya, serta roda-rantai atau roda ban yang memungkinkannya bergerak maju dan mundur. Motor grader digunakan untuk menghasilkan permukaan yang datar dan rata dengan kemiringan yang diinginkan (Ferdiansyah *et al* 2023). Gambar alat perata (motor grader) disajikan sebagai berikut:



Gambar 2.3 Alat Perata (*Motor Grader*)

Fungsi dan kegunaan motor grader:

1. Meratakan Permukaan Tanah: Motor grader digunakan untuk meratakan tanah yang tidak rata atau berbukit, membuatnya datar dan mempersiapkannya untuk konstruksi jalan, bangunan, atau infrastruktur lainnya.
2. Pengaturan Kemiringan: Motor grader dilengkapi dengan pisau yang dapat diatur tinggi rendahnya. Operator dapat mengatur kemiringan dan tinggi pisau sesuai dengan kebutuhan proyek, memungkinkan pembuatan lereng atau kemiringan yang tepat pada permukaan yang dibuat.

3. Pembersihan Permukaan: Motor grader dapat digunakan untuk membersihkan material seperti salju, kerikil, atau debu dari permukaan jalan atau lapangan.
4. Pembentukan Lereng (*Slope Grading*): Motor grader dapat membentuk lereng atau bukit dengan kemiringan yang diinginkan. Ini berguna dalam proyek-proyek konstruksi yang melibatkan bukit atau kontur tanah yang perlu dibentuk.
5. Membuat Drainase: Alat ini juga digunakan untuk membentuk saluran air atau sistem drainase dengan kemiringan yang benar, membantu mengurangi risiko genangan air pada jalan atau lahan konstruksi.
6. Penggunaan di Konstruksi Jalan: Motor grader sangat umum digunakan dalam proyek konstruksi jalan raya untuk menciptakan permukaan yang datar, rata, dan aman bagi kendaraan.
7. Penggunaan di Pertambangan: Motor grader juga digunakan di pertambangan untuk persiapan lahan dan pemeliharaan jalan-jalan di area pertambangan.

Motor grader merupakan alat yang sangat penting dalam industri konstruksi dan pertambangan karena kemampuannya membentuk permukaan tanah dengan presisi, memastikan infrastruktur yang kuat dan aman untuk digunakan. Operator motor grader harus terlatih untuk mengoperasikannya dengan baik dan mencapai hasil yang diinginkan dalam proyek-proyek konstruksi.

#### **2.4.4 Alat Pematik (*Vibrator Roller*)**

*Vibrator roller* adalah sebuah peralatan konstruksi yang memiliki peran penting dalam proses pemadatan tanah. (Prima *et al*, 2022). Alat ini bekerja dengan cara menghasilkan getaran yang kuat pada permukaan tanah, memungkinkan butir-butir tanah untuk saling mengisi ruang kosong. Dengan melakukan ini, tanah dapat dipadatkan dengan lebih efisien dan efektif. Penggunaan *vibrator roller* telah membawa revolusi dalam industri konstruksi, memungkinkan pekerjaan pemadatan dilakukan lebih cepat dan dengan hasil yang lebih baik. Gambar *vibrator roller* disajikan sebagai berikut:



Gambar 2. 4 Alat Pematat (*Vibrator roller*)

Keunggulan utama *vibrator roller* terletak pada kemampuannya menciptakan lapisan tanah yang padat dan stabil, mengurangi potensi penurunan tanah atau kerusakan struktur bangunan di masa mendatang (Raynonto, *et al.* 2023). Dalam berbagai proyek konstruksi, *vibrator roller* telah terbukti menjadi alat yang tak tergantikan dalam mencapai hasil pemadatan tanah yang optimal dan kokoh. Efek yang diakibatkan oleh *vibrator roller* pada tanah terjadi melalui gaya dinamis yang dihasilkan oleh getaran alat ini.

Salah satu efek utama dari getaran yang dihasilkan oleh *vibrator roller* adalah pengisian bagian-bagian kosong yang terdapat di antara butir-butir tanah. Tanah pada dasarnya terdiri dari butir-butir yang memiliki ruang kosong di antara mereka. Dalam proses pemadatan menggunakan *vibrator roller*, getaran yang dihasilkan oleh alat ini membuat butir-butir tanah saling bergerak dan mengisi ruang kosong di antara mereka. Seiring berjalannya waktu, akibat dari getaran ini adalah tanah menjadi lebih padat dengan susunan yang lebih kompak. Proses ini meningkatkan kerapatan tanah dan mengurangi kemungkinan terjadinya penurunan atau deformasi tanah di masa mendatang. Menurut Manurung (2016) terdapat tiga faktor penting yang perlu diperhatikan dalam proses pemadatan dengan menggunakan *vibrator roller* yaitu sebagai berikut:

1. Frekuensi Getaran: Frekuensi getaran yang dihasilkan oleh *vibrator roller* memiliki pengaruh langsung terhadap efektivitas pemadatan tanah. Frekuensi yang tepat dapat memastikan bahwa getaran dapat meresap ke dalam tanah dengan baik, menghasilkan pemadatan yang optimal. Pengaturan frekuensi

getaran harus disesuaikan dengan jenis tanah yang akan dipadatkan untuk mencapai hasil terbaik.

2. Amplitudo Getaran: Amplitudo mengacu pada tingkat getaran yang dihasilkan oleh vibrator roller. Pengaturan amplitudo harus disesuaikan dengan ketebalan lapisan tanah yang akan dipadatkan. Lapisan yang lebih tebal memerlukan amplitudo getaran yang lebih besar agar getaran dapat meresap hingga ke lapisan tanah yang lebih dalam, sehingga mencapai pemadatan yang merata.
3. Kecepatan Gerak: Kecepatan gerak atau kecepatan maju vibrator roller juga penting dalam proses pemadatan. Kecepatan yang tepat memastikan bahwa pemadatan dilakukan secara merata tanpa menyebabkan deformasi atau kerusakan pada permukaan tanah. Kecepatan gerak harus disesuaikan dengan kondisi tanah dan hasil pemadatan yang diinginkan.

*Vibrator roller* merupakan alat pemadatan tanah yang efisien dan efektif karena mampu mengisi ruang kosong di antara butir-butir tanah, membuat tanah menjadi lebih padat dan kompak. Dengan memperhatikan faktor-faktor seperti frekuensi getaran, amplitudo getaran, dan kecepatan gerak, proses pemadatan dengan vibrator roller dapat dilakukan secara optimal, menghasilkan tanah yang padat dan kokoh untuk berbagai proyek konstruksi.

#### **2.4.5 Alat Peledak (Blasting)**

Alat peledak (blasting) adalah teknologi yang digunakan dalam industri pertambangan, konstruksi, dan rekayasa geoteknik untuk menghancurkan batuan atau tanah yang keras (Sitorus *et al.*, 2023). Proses peledakan ini melibatkan penggunaan bahan peledak yang dirancang khusus dan peralatan yang sesuai untuk mencapai hasil yang diinginkan. Tujuan utama dari penggunaan alat peledak adalah untuk menghasilkan potongan batuan atau tanah yang dapat mudah diangkut, diproses, atau dibuang. Setelah itu, bahan peledak tersebut diaktifkan, menghasilkan ledakan yang memecahkan batuan atau tanah menjadi potongan-potongan yang lebih kecil. Xu *et al* (2022) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa kecepatan dan tekanan ledakan dirancang sedemikian rupa agar dapat menghasilkan hasil yang diinginkan tanpa merusak struktur sekitarnya. Gambar alat peledak disajikan sebagai berikut :



Gambar 2.5 Alat peledak (*Blasting*)

Dalam industri konstruksi, alat peledak digunakan untuk membantu proyek-proyek pembangunan seperti pembangunan jalan, terowongan, dan gedung. Di bidang pertambangan, alat peledak digunakan untuk membuka tambang baru, menghancurkan batuan yang keras, dan memperluas area penambangan. Oleh karena itu, alat peledak merupakan bagian integral dari industri-industri tersebut, memungkinkan terwujudnya proyek-proyek besar dan kompleks yang membutuhkan penghancuran material yang keras dan padat.

## 2.5 Produktivitas

Produktivitas dalam konteks konstruksi mengacu pada kinerja yang harus dicapai oleh setiap unit dalam penggunaan tenaga kerja. Definisi ini tidak hanya memperhitungkan teknologi dan investasi, tetapi juga menekankan pentingnya penggunaan peralatan yang efisien untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi biaya pembuatan, meskipun hal ini dapat meningkatkan biaya pekerjaan dan material. Oleh karena itu, perkembangan teknologi dan inovasi baru dalam industri konstruksi memiliki dampak besar terhadap produktivitas di masa depan. Keberhasilan sebuah proyek konstruksi diukur dari kemampuannya untuk diselesaikan dalam waktu yang sesuai dengan target dan biaya yang minimal. Oleh karena itu, prediksi produktivitas yang akurat sangat penting dalam perencanaan dan pengendalian pekerjaan konstruksi. Produktivitas alat berat dipengaruhi oleh tiga faktor utama (Sokop, *et al* 2018):

1. Produktivitas merupakan rasio produksi (output) akan sumber daya yang digunakan (input) atau tingkatan yang menunjukkan efisiensi terhadap suatu produksi.
2. Pada konstruksi produktivitas merupakan satuan produksi (output) dibagi dengan input yaitu sumber daya manusia atau peralatan lain dengan satuan waktu seperti jam, hari atau waktu lainnya.
3. Dalam manajemen produktivitas adalah suatu kegiatan untuk mengukur keefektifan melalui pengelolaan sumber daya agar dapat mengatur kegiatan pekerjaan dengan mengeluarkan biaya yang minim.

Pemakaian alat-alat berat merupakan untuk mempercepat dan memudahkan suatu pekerjaan sehingga yang dihasilkan terpenuhi dengan waktu relatif lebih sedikit. Pada umumnya, dengan menghitung produktivitas sangat berbeda tergantung pada kegunaannya setiap pekerjaan.

## 2.6 Efisiensi Kerja

Pemilihan alat berat yang sesuai dengan tugas yang akan dijalankan adalah langkah awal dalam mencapai efisiensi. Setiap jenis alat berat memiliki spesifikasi yang sesuai dengan pekerjaan tertentu (Sidiq, 2022). Pemilihan yang tepat menghindari pemborosan tenaga dan waktu karena alat berat akan dapat menyelesaikan tugasnya dengan optimal. Alat berat yang ada dilapangan kemungkinan tidak sebanding dengan alat yang ideal dengan nilai produktivitas dikarenakan geografi, kemampuan operator, pengoperasian alat. Standar produktivitas peralatan dalam keadaan ideal digandakan oleh variabel yang disebut produktivitas kerja. Menilai produksi kerja tidak mudah menentukan secara tepat.

Tabel 2.1 Efisiensi Kerja Alat

Kondisi Operasi Alat	Pemeliharaan alat				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk sekali
Baik sekali	0,83	0,81	0,76	0,7	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,6
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,6	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,52	0,5	0,47	0,42	0,32

Tabel 2.2 Waktu gali (Mentri PUPR RI 2016)

Kondisi Gali/Kendalaman	Ringan	Sedang (detik)	Agak Sulit (detik)	Sulit (detik)
0,2 m	6	9	15	26
2-4 m	7	11	17	28
4 - lebih	8	13	19	30

Tabel 2.3 Waktu Putar Excavator (detik) (Mentri PUPR RI, 2016)

Sudut Putar	Waktu Putra
45 - 90 (Derajat)	4 - 7 detik
90 - 100 (Derajat)	5 - 8 detik

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi nilai efisiensi alat Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat nomor 1 Tahun 2022 diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Faktor alat
  - a. Alat baru = 1,00
  - b. Alat yang baik (lama) = 0,90
  - c. Alat rusak ringan = 0,80
2. Faktor administrator (operator)
  - a. Operator kelas I = 1,00
  - b. Operator kelas II = 0,80
  - c. Operator kelas III = 0,70
3. Faktor material
  - a. Tanah kohesif = 0,75 - 1,00
  - b. Tanah non-kohesif = 0,60 - 1,00
4. Faktor manajemen dan sifat manusia
  - a. Sangat baik = 1,00
  - b. Baik = 0,92
  - c. Sedang = 0,82
  - d. Kurang = 0,75
5. Faktor iklim
  - a. Baik = 1,00
  - b. Sedang = 0,80

## 6. Faktor kondisi lapangan

- a. Berat = 0,70
- b. Sedang = 0,80
- c. Ringan = 1,00

Efisiensi kerja alat berat mengacu pada kemampuan alat berat untuk menyelesaikan tugas dengan menggunakan jumlah waktu, bahan bakar, dan tenaga kerja yang minimal tanpa mengorbankan kualitas hasil kerja. Alat berat yang efisien dapat menyelesaikan tugas dengan cepat dan akurat, mengoptimalkan penggunaan bahan bakar, serta meminimalkan downtime. Alat berat yang terawat dengan baik memiliki tingkat efisiensi yang lebih tinggi. Perawatan preventif dan pemeliharaan teratur memastikan bahwa alat berat beroperasi dengan efisien. Efisiensi kerja alat berat tidak hanya menguntungkan perusahaan dalam hal penghematan biaya, tetapi juga meningkatkan kepuasan pelanggan dengan menghasilkan pekerjaan yang berkualitas dalam waktu yang singkat. Dengan memahami faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi dan menerapkan strategi yang tepat, perusahaan dapat mencapai tingkat produktivitas yang optimal dalam proyek-proyeknya.

## 2.7 Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi alat berat pada umumnya dinyatakan dalam  $m^3$  per jam. Produksi didasarkan pada pelaksanaan volume yang dikerjakan tiap siklus waktu dan jumlah siklus dalam satu jam. (*Sumber: Rochmanhadi, 1992, Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat*)

$$Q = q \times N \times E = q \times \frac{60}{cm} \times E \quad (2,1)$$

Keterangan:



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

$q$  = Produksi per siklus ( $m^3$ )

$N$  = Jumlah siklus per jam,  $N = 60/C_m$

$E$  = Efisiensi kerja

$C_m$  = Waktu siklus dalam menit

### 1) **Produksi Alat Penggali (*Excavator*)**

Produksi *excavator* dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini :

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{C_m} m^3/jam \quad (2,2)$$

Keterangan :

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

$q$  = Produksi per siklus ( $m^3$ )

$E$  = Efisiensi kerja

$C_m$  = Waktu siklus dalam detik

Produksi per siklus ( $q$ ) dapat diperoleh dengan rumus berikut ini.

$$q = L \times H^2 \times \alpha \quad (2,3)$$

Keterangan :

$L$  = Lebar sudut blade (m)

$H$  = Tinggi sudut blade (m)

$\alpha$  = Faktor Sudut

### 2) **Produksi Alat Pengangkut (*Dump Truck*)**

Produksi per jam total dari beberapa *dump truck* yang mengerjakan pekerjaan yang sama secara simultan dapat dihitung dengan rumus berikut ini :

$$P = \frac{C \times 60 \times E}{Cm} \text{ m}^3/\text{jam} \quad (2,4)$$

Keterangan :

$P$  = Produksi per jam ( $\text{m}^3/\text{jam}$ )

$Cm$  = Waktu siklus dalam menit

$E$  = Efisiensi kerja

### 3) Produksi Alat Perata (*Motor Grade*)

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{Cm} \text{ m}^3/\text{jam} \quad (2,5)$$

Keterangan :

$Q$  = Produksi per jam ( $\text{m}^3/\text{jam}$ )

$q$  = Produksi per siklus ( $\text{m}^3$ )

$E$  = Efisiensi kerja

$Cm$  = Waktu siklus dalam menit

Produksi per siklus ( $q$ ) dapat diperoleh dengan rumus berikut ini.

$$q = L \times H^2 \times \alpha \quad (2,6)$$

Keterangan :

$L$  = Lebar sudut blade (m)

$H$  = Tinggi sudut blade (m)

$\alpha$  = Faktor Sudut

### 4). Produksi Alat Perata (*Vibrator roller*)

Produksi per jam total dari beberapa *Vibrator roller* yang mengerjakan pekerjaan yang sama secara simultan dapat dihitung dengan rumus berikut ini :

$$Q = \frac{W \times L \times S}{P} \text{ m}^3/\text{jam} \quad (2,7)$$

Keterangan :

Q = Produksi per jam ( $\text{m}^3/\text{jam}$ ).

W = Lebar pemadatan dalam satu laluan.

L = Tebal lapisan (inch atau mm).

S = Kecepatan rata – rata (mph atau km/jam).

P = Jumlah pass yang diperlukan untuk kepadatan tertentu.