

**ANALISIS PEMILIHAN ALAT BERAT DALAM PEKERJAAN
GALIAN, PENIMBUNAN DAN PEMINDAHAN TANAH PADA
PROYEK PEMBANGUNAN STADION TELADAN MEDAN**

SKRIPSI

OLEH:

**SIXNOR HUTAGAOL
208110035**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN 2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 22/11/24

Access From (repository.uma.ac.id)22/11/24

ANALISIS PEMILIHAN ALAT BERAT DALAM PEKERJAAN GALIAN, PENIMBUNAN DAN PEMINDAHAN TANAH PADA PROYEK PEMBANGUNAN STADION TELADAN MEDAN

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



Oleh:

**SIXNOR HUTAGAOL
208110035**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN 2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Pemilihan Alat Berat Dalam Pekerjaan Galian,
Penimbunan Dan Pemindahan Tanah Pada Proyek
Pembangunan Stadion Teladan Medan
Nama : Sixnor Hutagaol
NPM : 208110035
Fakultas : Teknik



Tanggal Lulus : 28 Agustus 2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima saksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan saksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Sixnor Hutagaol
NPM : 208110035
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non Exclusive Royalty Free-Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisis Pemilihan Alat Berat Dalam Pekerjaan Galian, Penimbunan, dan Pemindahan Tanah Pada Proyek Pembangunan Stadion Teladan Medan. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 28 Agustus 2024

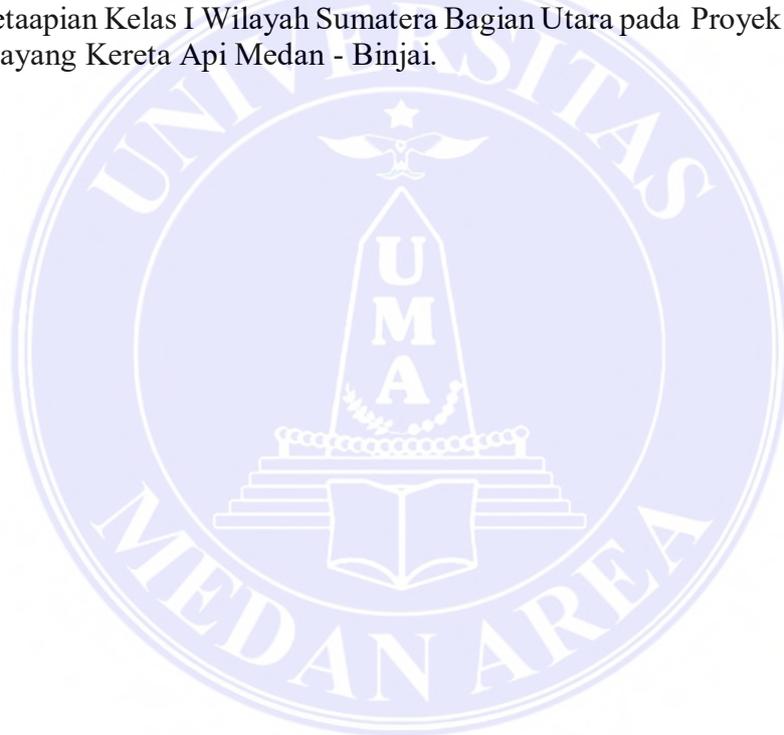
Yang menyatakan



(Sixnor Hutagaol)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Tambusai Timur, Kec. Tambusai, Kab. Rokan Hulu pada tanggal 06 November 2001 dari Ayah Hotto Hutagaol dan Ibu Roma Enni Simbolon. Penulis merupakan putra ke 3 dari 4 bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan di SD Swasta Yadika Bukit Harapan 1 Torganda, Kec. Simangambat, Kab. Padang Lawas Utara pada tahun 2014. Pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan di SMP Swasta Kita Membangun Yadika Bukit Harapan 1 Torganda, Kec. Simangambat, Kab. Padang Lawas Utara dan lulus pada tahun 2017, yang kemudian melanjutkan pendidikan di SMK Negeri 1 Pulau Rakyat dan lulus pada tahun 2020. Penulis melanjutkan pendidikan kuliah Strata Satu (S-1) disalah satu universitas swasta yang berada di Medan, Sumatera Utara yaitu Universitas Medan Area dan terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik. Pada tahun 2023 Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Balai Teknik Perkeretaapian Kelas I Wilayah Sumatera Bagian Utara pada Proyek Pembangunan Jalan Layang Kereta Api Medan - Binjai.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat karunia dan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan Penelitian ini. Judul yang diangkat dalam skripsi yaitu "Analisis Pemilihan Alat Berat Dalam Pekerjaan Galian, Penimbunan Dan Pemindahan Tanah Pada Proyek Pembangunan Stadion Teladan Medan". Ini merupakan salah satu persyaratan kelulusan guna mencapai gelar sarjana (S1) di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area. Untuk itu saya mengucapkan rasa terimakasih kepada Ibu Ir. Tika Ermita Wulandari S.T, M.T. Sebagai Ka.Prodi Teknik Sipil, Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, M.T. Selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan kritik dan saran. Sekaligus juga mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh Dosen dan Pegawai di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area yang memberikan ilmu dan pengetahuan selama Penulis menjalani jenjang pendidikan.

Teristimewa kepada kedua orang tua tercinta penulis, Bapak Hotto Hutagaol dan Ibu Roma Enni Simbolon, untuk beliau berdua skripsi ini penulis persembahkan. Terimakasih atas segala kasih sayang yang diberikan dalam membesarkan dan membimbing penulis selama ini sehingga penulis dapat terus berjuang dalam meraih mimpi dan cita-cita. Untuk Abang dan adik tersayang dan seluruh keluarga yang tercinta, terimakasih atas segala dukungan dan semangat yang telah kalian berikan selama penulis menempuh ilmu dibangku perkuliahan ini. Untuk sahabat seperjuangan Michael R Panjaitan, Aldi Lumban Gaol, Andika Lumban Batu, Rikki Silaban, Sion Ritonga, Yoel Christian yang telah menjadi rekan dan saudara selama proses pembimbingan penulisan serta memberikan motivasi, dukungan dan bantuan kepada penulis. Kepada teman-teman satu kost 21, rumit, riwandi, ardy, boy, refl, citra, selina, marshanda, arta sebagai rumah penulis untuk pulang diperantauan ini yang telah menerima dan menemani penulis. Terimakasih sudah menjadi saudara dan keluarga di kota medan ini. Teruntuk rekan juang Keluarga Besar Ikatan Mahasiswa Sipil Universitas Medan Area (IMS UMA), Keluarga Besar SAPMA PP UMA, Keluarga Besar Naposo Bulung HKBP Pardamean Medan, yang telah menjadi wadah tempat penulis berproses dan banyak belajar pengalaman baik akademik dan non akademik, serta belajar tentang organisasi dan juga memberikan dukungan kepada penulis.

Skripsi ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan saran yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran penulis di masa depan. Semoga Tuhan senantiasa melimpahkan berkatnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis berharap semoga karya ini bisa bermanfaat bagi pembacanya.

Medan, 28 Agustus 2024
Penulis



Sixnor Hutagaol

ABSTRAK

Dalam pelaksanaan proyek pembangunan pekerjaan tanah dapat dilakukan langsung dengan tenaga manusia (manual) atau menggunakan bantuan tenaga mesin (alat-alat berat). Pemilihan metode konstruksi atau kerja yang akan dipilih, tentunya tidak lepas dari pertimbangan-pertimbangan teknis dan ekonomis. Pemilihan alat berat yang akan digunakan merupakan salah satu upaya untuk mencapai keberhasilan suatu proyek. Agar suatu pekerjaan berjalan lancar, alat berat yang dipilih haruslah tepat agar terciptanya efisiensi waktu dan biaya. Pada karya ilmiah ini bertujuan untuk mencari kombinasi alat berat yang optimal dan mencari berapa lama waktu yang dapat dihemat dengan menggunakan kombinasi alat berat. Penelitian ini menggunakan metode produktivitas alat berat, penentu jenis dan jumlah alat sesuai dengan medan lokasi. metode perhitungan yang dilakukan dengan cara *trial and error*. Dari trial perhitungan produksi alat berat dengan mengambil tiga alternatif. Nilai produktivitas yang terbaik didapatkan pada perhitungan alternatif 3 dengan hasil produktivitas *excavator* 155,76 m³/jam, *bulldozer* 106,8 m³/jam, dan *motor grader* 278,37 m³/jam. Untuk mendapatkan kombinasi alat berat dari segi waktu dan biaya yaitu dengan melakukan berbagai alternatif perhitungan kombinasi jumlah alat berat yang sesuai dengan medan. Dengan perhitungan tersebut maka didapatlah kombinasi alat yang optimal pada perhitungan alternatif 3. Kombinasi alat berat yang direkomendasikan untuk pekerjaan galian timbunan dan pengangkutan pada proyek Pembangunan Stadion Teladan Medan yang paling efisien dari segi waktu dan biaya adalah alternatif 3 yang terdiri dari unit *excavator* 4 unit, *Bulldozer* 3 unit, dan *motor grader* 1 unit.

Kata Kunci: Produktivitas alat berat, komposisi alat berat, Galian, Timbunan.

ABSTRACT

In the implementation of development projects, earthworks can be done manually or using machine power (heavy equipment). The choice of construction or work methods to be selected certainly involves technical and economic considerations. The selection of heavy equipment is one of the efforts to achieve project success. For work to run smoothly, the selected heavy equipment must be appropriate to create time and cost efficiency. This scientific paper aimed to find the optimal combination of heavy equipment and determine how much time could be saved by using a combination of heavy equipment. The research used heavy equipment productivity methods, determining the type and number of tools according to the site terrain, with a trial-and-error calculation method. From the trial calculation of heavy equipment production using three alternatives, the best productivity value was obtained from alternatives 3, with the excavator productivity result of 155.76 m³/hour, bulldozer 106.8 m³/hour, and motor grader 278.37 m³/hour. To obtain the combination of heavy equipment in terms of time and cost, various alternative calculations of heavy equipment combinations suitable for the terrain were made. Based in these calculations, the optimal equipment combination was obtained in alternative 3. The heavy equipment combination recommended for excavation, backfilling, and transportation work on the Teladan Medan Stadium Construction Project, which was the most efficient in terms of time and cost, was alternative 3, consisting of 4 excavator units, 3 bulldozer units, and 1 motor grader unit.

Keywords: *Heavy Equipment Productivity, Heavy Equipment Composition, Excavation, Backfilling.*



DAFTAR ISI

	Halaman
COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ..	Error! Bookmark not defined.
RIWAYAT HIDUP	vi
KATA PENGANTAR	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiviv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSAKA	5
2.1 Peneliti Terdahulu	5
2.2 Proyek Konstruksi.....	8
2.3 Karakteristik tanah	9
2.4 Sifat-sifat tanah	10
2.5 Macam Pekerjaan Tanah	11
2.6 Manajemen Alat.....	12
2.7 Jenis-jenis Alat Berat	14
2.8 Metode Perhitungan Alat Berat	19
2.8.1 Kapasitas Produksi Alat.....	19
2.8.2 Efisiensi Kerja Alat Berat	20
2.9 Pemilihan Peralatan Pekerjaan Tanah	21
2.9.1 Excavator/Backhoe.....	22
2.9.2 <i>Bulldozer</i>	24
2.9.3 <i>Motor Grader</i>	27
2.10 Waktu Kerja	29

2.10.1 Waktu Kerja Normal	29
2.10.2 Waktu Kerja Lembur	29
2.11 Faktor yang mempengaruhi pemilihan alat berat.....	29
2.11.1 Faktor Mesin	30
2.11.2 Faktor Tata Laksana dan Elevasi Proyek.....	30
2.11.3 Faktor Efisiensi Operator.....	31
2.12 Metody <i>Time Study</i>	31
2.13 Produktivitas Alat Berat	32
2.14 Pekerjaan Galian	40
2.15 Pekerjaan Timbunan.....	42
BAB III METODE PENELITIAN	43
3.1 Lokasi Dan Peta Penelitian.....	43
3.2 Metode Pengumpulan Data	43
3.3 Tahap Penelitian.....	44
3.4 Kerangka Berpikir Penelitian	46
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Data Penelitian	47
4.2 Identifikasi Proses Pekerjaan	47
4.2.1 Pekerjaan Galian Tanah	47
4.2.2 Pekerjaan Penimbunan.....	48
4.2.3 Pekerjaan Pemindahan Tanah	49
4.3 Analisis data.....	50
4.3.1 Produktivitas Alat.....	50
4.3.2 Perhitungan Analisis Alternatif.....	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Sifat-sifat beberapa macam tanah	10
Tabel 2 Konversi Tanah	11
Tabel 3 Efisiensi Kerja	20
Tabel 4 Faktor <i>Bukcet Excavator</i>	23
Tabel 5 Waktu Gali <i>Excavator</i>	24
Tabel 6 Waktu Putar <i>Excavator</i>	24
Tabel 7 Efisiensi waktu berdasarkan kondisi kerja	26
Tabel 8 Nilai efisiensi kerja Alat	27
Tabel 9 Nilai efisiensi operator	27
Tabel 10 Perhitungan Analisis Alternatif 1	55
Tabel 11 Perhitungan Analisis Alternatif 2	57
Tabel 12 Perhitungan Analisis Alternatif 3	58



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 <i>Excavator/backhoe</i>	14
Gambar 2 <i>Bulldozer</i>	18
Gambar 3 <i>Motor grader</i>	18
Gambar 4 Lokasi penelitian	43
Gambar 5 Bagan alir	46



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Penggalian tanah	63
Lampiran 2 Penggalian tanah dan penimbunan.....	63



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Alat berat adalah peralatan mekanis berukuran besar yang dirancang untuk melakukan tugas konstruksi serta pekerjaan tanah. Dalam ilmu teknik sipil alat berat merupakan alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu infrastruktur di bidang konstruksi. Alat berat merupakan elemen penting di dalam proyek terutama proyek-proyek konstruksi dengan skala yang besar. Tujuan dari alat-alat berat tersebut adalah untuk memudahkan manusia dalam melaksanakan pekerjaan-pekerjaannya sehingga dapat mencapai hasil yang diharapkan dengan lebih mudah dan diinginkan dalam jangka waktu yang relatif singkat.

Alat berat digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan tanah ini dengan lebih cepat dan efisien. Adapun alat berat yang digunakan adalah alat berat (*excavator*), *Bulldozer*, dan *Motor Grader*. Oleh karena itu, alat berat yang dipilih dalam suatu proyek harus sesuai dengan situasi dan kondisi proyek tersebut, sehingga produktivitas alat berat sangat dipengaruhi oleh ketepatan dalam memilih alat berat. Pemilihan alat berat yang salah dapat menyebabkan suatu proyek tidak berjalan dengan lancar sehingga menyebabkan peningkatan biaya, penurunan produktivitas, dan perpanjangan waktu pengerjaan akibat pengadaan alat berat yang tidak tepat. (Dipohusodo, 2015)

Pekerjaan tanah untuk proyek pembangunan dapat dilakukan langsung dengan tenaga manusia (manual) atau dengan menggunakan bantuan tenaga mesin (alat-alat berat). Pemilihan metode konstruksi atau kerja yang akan digunakan, pasti

akan dipengaruhi oleh pertimbangan teknis dan ekonomis. Di bidang teknik sipil, alat-alat berat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan. Saat ini, alat berat adalah komponen penting di setiap proyek, khususnya proyek-proyek konstruksi dengan skala besar.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka peneliti melakukan penelitian tentang produktivitas alat berat pada pekerjaan galian dan timbunan di wilayah proyek tersebut melalui penulisan Penelitian dengan judul “Analisis Pemilihan Alat Berat Dalam Pekerjaan Galian, Penimbunan Dan Pemindahan Tanah Pada Proyek Pembangunan Stadion Teladan Medan”. Diharapkan penulis dapat memberikan kontribusi pada perhitungan produktivitas alat berat yang efektif dan efisien untuk proyek ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas adapun bahasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini meliputi:

1. Berapa nilai produktivitas terbaik yang dihasilkan *excavator*, *bulldozer* dan *motor grader* pada proyek pembangunan stadion teladan medan?
2. Berapa kombinasi alat berat yang optimal untuk pekerjaan penggalian, penimbunan dan pemindahan tanah di proyek pembangunan Stadion Teladan Medan?
3. Berapa lama waktu yang dapat dihemat dengan menggunakan kombinasi alat berat yang optimal pada proyek pembangunan Stadion Teladan Medan?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari rumusan masalah ini adalah untuk menganalisis produktivitas, kombinasi alat berat yang optimal yang dihasilkan alat berat *excavator*, *bulldozer*, dan *motor grader* pada proyek pembangunan stadion teladan medan.

Tujuan dari rumusan masalah ini adalah mengetahui nilai produktivitas *excavator*, *bulldozer*, dan *motor grader* dan kombinasi alat berat yang paling tepat dan efisien untuk digunakan dalam pekerjaan penimbunan dan pemindahan tanah di proyek pembangunan Stadion Teladan Medan.

1.4 Batasan Masalah

Untuk mendapatkan data yang lebih sesuai dengan penelitian ini dan lebih mudah dianalisis, dibuatlah beberapa batasan-batasan masalah antara lain:

1. Merk dan tipe alat berat yang dianalisa merupakan alat berat yang digunakan pada proyek pembangunan stadion teladan medan
2. Pekerjaan yang di lakukan untuk alat berat hanya pada pekerjaan galian, penimbunan, dan pemindahan tanah.
3. Alat berat yang diamati adalah *Excavator*, *Wheel Loader* dan *Dump Truck*
4. Data yang digunakan berupa jenis alat berat yang digunakan dan jam kerja alat berat.
5. Penelitian ini tidak membahas tentang biaya dan mutu.

1.5 Manfaat Penulisan

1. Bagi penulis, ini berfungsi sebagai bahan untuk penulisan penelitian. Hal tersebut merupakan persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan mata kuliah Teknik Sipil di Universitas Medan Area, sehingga mampu menerapkan ilmu yang didapat semasa pendidikan perkuliahan dan

pengetahuan baru tentang perencanaan ulang rencana anggaran biaya dan waktu. Dan dapat menambah pengetahuan lapangan saya sebagai penulis jika melakukan hal serupa di masa mendatang.

2. Untuk akademik digunakan menjadi informasi tambahan untuk penelitian kedepannya tentang analisis analisis produktivitas alat berat pada proyek Pembangunan Stadion Teladan Medan.
3. Untuk perusahaan digunakan menjadi informasi tambahan mengenai faktor-faktor yang memengaruhi produktivitas alat berat dan dapat mengoptimalkan penggunaan alat berat dalam proyek Pembangunan Stadion Teladan Medan



BAB II

TINJAUAN PUSAKA

2.1 Peneliti Terdahulu

Peneliti terdahulu adalah kajian penelitian yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya yang dapat diambil dari berbagai sumber ilmiah seperti skripsi, tesis, disertasi atau jurnal penelitian. Berikut adalah penelitian terdahulu yang menjadi acuan peneliti dalam melakukan penelitian :

1. “Analisis Pemilihan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian dan Timbunan”.

Dalam penelitian tersebut mengkaji tentang Untuk menyelesaikan pekerjaan proyek yang sedang berlangsung, alat berat adalah solusi yang tepat. Karena itu, alat berat membantu manusia menyelesaikan proyek pembangunan seperti jalan, jembatan, bendungan, gedung, dan sebagainya. Proses penelitian dimulai dengan membaca literatur, jurnal, buku, dan media cetak lainnya untuk mendapatkan data dan informasi tentang teori-teori yang terkait dengan topik penelitian. Menurut analisis yang dilakukan pada proyek pembangunan gedung fakultas teknologi informasi UII di Yogyakarta, kombinasi alat berat yang disarankan untuk pekerjaan galian dan timbunan adalah alternatif 3, yang terdiri dari tiga *excavator* Komatsu PC300-8, tiga *wheel loader* WA380-3, dan empat belas *dump truck* dengan kapasitas 7 m³.. Ada kemungkinan untuk menyelesaikan pekerjaan ini sepenuhnya dalam 488 jam (64 hari, termasuk 7 jam kerja alat), dengan biaya total 589.783.400,00. Dengan menggunakan alternatif tiga, waktu pekerjaan dapat dipercepat selama 119,63 jam (-19,69 %) dan biaya dapat dihemat sebesar

Rp.75.248.100,00 (-11,31 %) jika dibandingkan dengan kondisi asli di lapangan. Mahasiswa Prodi Teknik Sipi (Volume 15, Nomor 1, Tahun 2022) dari Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang.

2. “Produktivitas Alat Berat Pada Galian Dan Timbunan”. Total pekerjaan alat berat adalah 14.118 m³ yang terdiri dari pekerjaan galian sebesar 13.020 dan pekerjaan timbunan sebesar 1.098. Untuk produktivitas *Excavator* SANY SY305 116,64 m³/jam (menggali dan memuat kedalam *Dumptruck*), *Excavator* SANY SY365 233,29 m³ / jam (menggali dan memuat kedalam *Dumptruck*), *Bulldozer* D85ESS-2 369,40 m³/ jam (menggusur dan mendorong atau memindahkan tanah), *Vibratorry Roller* SAKAI SV515D 159,75 m³ / jam (menggilas dan memadatkan), *Dumptruck* kapasitas 24 dan 30 m³ . 6,91 m³ / jam (galian 1), 14,85 m³ / jam (galian 2), 21,87 m³ / jam (timbunan). Analisa biaya sewa alat menggunakan satuan harga sewa yang ada dilokasi penelitian. Untuk hasil perhitungan analisis lapangan didapat penggunaan biaya alat berat untuk pekerjaan galian dan timbunan membutuhkan waktu 100 jam, dengan biaya sewa alat berat sebesar 629.200.000. Dari hasil perhitungan alternatif 1 didapatkan alat berat membutuhkan waktu 95 jam dengan mengerjakan pekerjaan dengan volume yang ada dilapangan, dengan total biaya sewa alat berat sebesar 597.075.000, sedangkan dari hasil perhitungan alternatif 2 didapatkan waktu 204 jam dengan total biaya sewa sebesar 1.257.660.000. Untuk hasil tanah galian yang tidak terpakai akan diangkut ke lokasi pembuangan sedangkan tanah yang terpakai digunakan untuk timbunan dinding muka apron hulu. Ma’ruf Nuzola ,

Masherni , Septyanto Kurniawan (Volume 4, No 01, Tahun 2023 Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro.

3. “Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Proyek Jalan Tol (Studi Kasus: Ruas Jalan Tol Pematang Panggang – Kayu Agung Seksi 2, Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan)”. Perkembangan jalan tol saat ini sudah semakin berkembang pesat dan mempunyai peranan penting dalam jaringan transportasi, terutama untuk menghubungkan suatu wilayah yang satu dengan lainnya. Dalam proses pembangunan jalan tol banyak peralatan yang terlibat di dalamnya, termasuk penggunaan alat berat. Alat berat digunakan agar proses pekerjaan dapat dilaksanakan sesuai target yang telah ditentukan. Oleh karena itu, alat berat harus digunakan secara efisien, cermat dan tepat waktu. Alat berat yang digunakan dalam pembangunan jalan tol diantaranya *Excavator*, *Dump Truck*, *Vibro Roller*, dan *Dozer*. Alat berat tersebut harus mempunyai kualitas dan produktivitas yang bagus agar pekerjaan bisa dilaksanakan sesuai waktu yang telah ditentukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung produktivitas alat berat yang digunakan pada proyek pembangunan jalan tol ruas Pematang Panggang – Kayu Agung Seksi 2. Dari hasil perhitungan yang dilakukan dengan asumsi lama kerja 8 jam/hari, dapat diketahui produktivitas *excavator* sebesar $60 \text{ m}^3/\text{jam}$ atau setara dengan $480 \text{ m}^3/\text{hari}$, produktivitas *dump truck* sebesar $9,4 \text{ m}^3/\text{jam}$ atau setara dengan $76 \text{ m}^3/\text{hari}$, produktivitas *bulldozer* sebesar $49,638 \text{ m}^3/\text{jam}$ atau setara dengan $397,107 \text{ m}^3/\text{hari}$, dan produktivitas *vibro roller* sebesar $89,86 \text{ m}^3/\text{jam}$ atau setara dengan $718,9 \text{ m}^3/\text{hari}$. Gary

Raya Prima , Edwar Hafudiansyah (Volume 3, No. 02 , tahun 2022)
Program Studi Teknik Sipil, Universitas Siliwangi Program Studi Teknik
Sipil, Universitas Winaya Mukti.

2.2 Proyek Konstruksi

Proyek adalah gabungan dari berbagai sumber daya, yang dihimpun dalam suatu organisasi sementara untuk mencapai suatu sasaran tertentu (Cleland, D.I ., & King, W.R Lord,2015).

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan untuk mencapai suatu tujuan (bangunan atau konstruksi) dengan Batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Proyek konstruksi membutuhkan assets (sumber daya) yaitu *man* (manusia), *fabric* (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *strategy* (metode pelaksanaan), *cash* (uang), *information* (informasi), dan *time* (waktu). Kerzner (2014).

Proyek konstruksi adalah kumpulan pekerjaan yang berkaitan dengan pembangunan bangunan. Ini mencakup pekerjaan penting dalam teknik sipil dan arsitektur, tetapi kadang-kadang juga melibatkan bidang lain seperti teknik industri, mesin, elektro, dan geoteknik.

Proyek pembangunan perumahan atau pemukiman, juga disebut sebagai pembangunan pribadi adalah proyek pembangunan perumahan atau pemukiman dengan tahapan pembangunan yang serempak dengan penyediaan infrastruktur pendukung.

Konstruksi bangunan gedung (*building development*), juga dikenal sebagai konstruksi bangunan, adalah jenis proyek konstruksi yang banyak dikerjakan dan menitikberatkan pada pertimbangan konstruksi, teknologi praktis, dan peraturan.

Proses menambah infrastruktur pada lingkungan terbangun (*built environment*) adalah proyek konstruksi teknik sipil (*overwhelming building development*). Dalam kebanyakan kasus, pemerintah adalah pemilik proyek. Baik di tingkat nasional maupun regional, aspek desain, keuangan, dan hukum tetap menjadi pertimbangan penting, bahkan jika proyek ini lebih bersifat non-profit dan berfokus pada pelayanan publik (*open administrations*).

Dalam proses mencapai tujuan tersebut, ada tiga batasan: biaya, waktu, dan kualitas. Ketiga batasan ini dikenal sebagai tiga kendala (*triple limitation*). Soeharto (2015).

Biaya, proyek harus dilaksanakan berdasarkan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran, baik biaya tiap pekerjaan ataupun *add up to* anggaran sampai pada akhir proyek. Waktu, proyek harus diselesaikan sesuai dengan jadwal pelaksanaan proyek. Mutu, produk atau hasil kegiatan proyek harus memenuhi standar dan kriteria yang dipersyaratkan oleh pemilik proyek.

2.3 Karakteristik tanah

Karena tanah adalah bagian penting dari struktur, tanah harus diperhatikan saat mengerjakan pekerjaan konstruksi. Sementara beberapa jenis tanah perlu digali, diproses, dan dipadatkan untuk digunakan, yang lain dapat digunakan dalam keadaan aslinya. Para pelaku proses konstruksi yang melibatkan penggunaan tanah harus memahami sifat-sifat, karakteristik, dan perilaku tanah. Sebelum berbicara tentang penanganan tanah atau menganalisis masalah pekerjaan tanah, penting untuk mempelajari lebih lanjut tentang beberapa sifat fisis tanah. Sifat-sifat ini berdampak langsung pada seberapa mudah atau sulit tanah ditangani, jenis peralatan yang digunakan, dan kecepatan produksi peralatan.

2.4 Sifat-sifat tanah

Sebelum memulai pekerjaan tanah, penting untuk mengetahui sifat tanah. Karena tanah yang sudah dikerjakan akan mengalami volume dan kepadatan yang berbeda, sifat tanah harus diketahui sehubungan dengan pekerjaan pemindahan, penggusuran, dan pemampatan. Volume dipengaruhi oleh berbagai kondisi tanah, antara lain.

Keadaan asli (*insitu*), yaitu keadaan material yang masih alami dan belum diubah oleh teknologi (lalu lalang peralatan, digali, dipindahkan, diangkut dan dipadatkan).

Material yang telah digali dari kondisi asli disebut dengan keadaan gembur (*loose*). Tanah akan mengalami perubahan volume yaitu mengembang dikarenakan adanya penambahan rongga udara di antara butiran-butiran material.

Keadaan padat (*compact*), terjadi ketika keadaan ini akan dialami oleh material yang mengalami proses pemadatan (pemampatan), di mana volumenya akan menyusut. Perubahan volume terjadi dikarenakan adanya penyusutan rongga udara diantara partikel-partikel tanah tersebut.

Tabel 1. Sifat-sifat beberapa macam tanah (Haryanto. Y. W dan Hendra. S. D)

NO	Jenis Tanah	Sweel (%)	Load factor
1	Lempung alami	38	0,72
2	Lempung kerikil kering	36	0,73
3	Lempung kerikil basah	33	0,73
4	Tanah biasa baik kering	24	0,81
5	Tanah biasa baik basah	26	0,79
6	Kerikil	14	0,88
7	Pasir kering	11	0,90
8	Pasir basah	12	0,89
9	Batu	62	0,61

Sifat-sifat tanah seperti tersebut di atas dipengaruhi oleh keadaan tanah asli tersebut, karena isi tanah dipindahkan dari tempat aslinya, selalu akan terjadi

perubahan isi dan kepadatannya dari keadaan yang asli. Oleh sebab itu dari data-data tanah di atas dapat dikonversikan sebagai berikut.

Tabel 2. Konversi Tanah (Rochmanhadi)

Jenis Tanah	Kondisi Tanah	Kondisi Tanah Yang Akan		
	Semula	Asli	Lepas	Padat
Pasir	(A)	1,00	1,11	0,95
	(B)	0,90	1,00	0,86
	(C)	1,05	1,17	1,00
Batuan Hasil Peledakan	(A)	1,00	1,80	1,30
	(B)	0,56	1,00	0,72
	(C)	0,77	1,38	1,00
Tanah biasa	(A)	1,00	1,25	0,90
	(B)	0,70	1,00	0,72
	(C)	1,11	1,39	1,00
Tanah liat	(A)	1,00	1,25	0,90
	(B)	0,70	1,00	0,72
	(C)	1,11	1,59	1,00
Tanah campur kerikil	(A)	1,00	1,18	1,08
	(B)	0,85	1,00	0,91
	(C)	0,93	1,09	1,00
Kerikil	(A)	1,00	1,13	1,03
	(B)	0,88	1,00	0,91
	(C)	0,97	1,10	1,00
Kerikil kasar	(A)	1,00	1,42	1,29
	(B)	0,88	1,00	0,91
	(C)	0,97	1,00	1,00
Pecahan cadas	(A)	1,00	1,65	1,22
	(B)	0,61	1,00	0,74
	(C)	0,82	1,10	1,00

Keterangan :

- a. Tanah asli
- b. Tanah lepas
- c. Tanah padat

2.5 Macam Pekerjaan Tanah

Pekerjaan tanah dapat dibagi menjadi beberapa tugas, seperti yang dinyatakan dalam pedoman kuliah Pemindahan Tanah Mekanis.

Pemotongan tanah (*cutting*) adalah pekerjaan yang bertujuan untuk mengurangi ketinggian tanah sampai dengan ketinggian yang ditetapkan. Pekerjaan pemuatan (*loading*), yang berarti mengangkut hasil pemotongan tanah ke dalam alat pengangkut, berbeda dengan pekerjaan pengangkutan, yang berarti mengangkut tanah ke lokasi lain. Pekerjaan penebaran tanah (*spreading*) mendistribusikan tanah untuk membuat tanah menjadi rata. Pekerjaan pembersihan permukaan (*stripping*) memotong bagian permukaan tanah agar bebas dari rumput dan tanah yang tidak baik. Pemadatan tanah (*compacting*) adalah pekerjaan memadatkan tanah agar mendapatkan kepadatan yang diinginkan. Pembasahan tanah (*watering*) adalah pekerjaan membasahi tanah agar mendapatkan kepadatan yang paling tinggi dalam waktu yang singkat saat pemadatan dilakukan. Galian tanah, atau *excavating*, adalah pekerjaan membuat lubang atau saluran di bawah permukaan tanah di mana mesin berada. Alat yang dibutuhkan untuk setiap pekerjaan berbeda karena karakteristiknya yang unik.

2.6 Manajemen Alat

Manajemen pemilihan dan pengendalian alat berat adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan alat berat untuk mencapai tujuan pekerjaan yang ditentukan. Dalam menjelaskan bahwa faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan alat berat, sehingga kesalahan dalam pemilihan alat dapat dihindari, antara lain adalah (Rasyid, 2014).

Alat berat dikategorikan berdasarkan fungsinya, seperti menggali, mengangkut, dan meratakan permukaan. Kapasitas alat berat didasarkan pada volume total atau berat material yang harus diangkut atau dikerjakan. Kapasitas alat berat yang dipilih harus sesuai untuk memastikan bahwa pekerjaan dapat

diselesaikan dengan cepat. Alat berat dipilih berdasarkan arah, vertikal, dan horisontal, serta kecepatan, frekuensi, dan gerakan lainnya. Peraturan lalu lintas, biaya, dan pembongkaran adalah beberapa pembatasan yang mempengaruhi pemilihan alat berat. Pemilihan alat juga dapat berubah tergantung pada metode konstruksi yang digunakan.

Biaya operasi dan pemeliharaan, bersama dengan biaya investasi atau sewa peralatan, adalah faktor penting dalam memilih alat berat. Jenis proyek: Ada beberapa jenis proyek di mana alat berat biasanya digunakan. Ini termasuk proyek gedung, pelabuhan, jalan, jembatan, irigasi, pembukaan hutan, dan lainnya. Lokasi proyek juga penting untuk dipertimbangkan saat memilih alat berat. Lokasi proyek di dataran tinggi mungkin memerlukan alat berat yang berbeda dari lokasi proyek di dataran rendah. Alat berat yang akan digunakan dapat dipengaruhi oleh jenis tanah dan daya dukungnya, jenis tanah di lokasi proyek, dan material yang akan dikerjakan. Kondisi tanah bisa padat, lepas, keras, atau lembek. Pemilihan alat berat juga dipengaruhi oleh kondisi lapangan, seperti kondisi medan yang baik dan tantangan.

Dalam menyusun rencana kerja alat berat, hal-hal lain yang perlu diperhatikan adalah jumlah pekerjaan yang harus diselesaikan dalam jangka waktu tertentu. Selain itu, harus ditetapkan jenis dan jumlah alat berat yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut sesuai dengan jenis dan jumlah alat berat yang tersedia, sehingga dapat dihitung berapa banyak pekerjaan yang dapat diselesaikan dan berapa lama waktu yang diperlukan untuk menyelesaikannya.

2.7 Jenis-jenis Alat Berat

1. *Excavator/Backhoe*

Salah satu jenis alat penggali hidrolis adalah *excavator*, juga dikenal sebagai *backhoe*, yang memiliki bukaan di depannya. Penggeraknya adalah traktor dengan ban atau *crawler*. *Backhoe* bekerja dengan cara menggerakkan *bukcet* ke arah bawah dan kemudian menariknya menuju badan alat. Sebaliknya *front shovel* bekerja dengan cara menggerakkan *bukcet* ke arah atas dan menjauhi badan alat. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa *backhoe* menggali material yang berada di bawah permukaan di mana alat tersebut berada, sedangkan *front shovel* menggali material di permukaan di mana alat tersebut berada. Untuk penggalian saluran, terowongan, atau *basement*, *backhoe* biasanya digunakan. *Backhoe* beroda ban biasanya tidak digunakan untuk penggalian, tetapi lebih sering digunakan untuk pekerjaan umum lainnya. *Backhoe* digunakan untuk penggalian di bawah permukaan dan untuk material keras. Hasil galian yang rata dapat dicapai dengan menggunakan *backhoe*. Pilihan kapasitas untuk *bukcet* harus sesuai dengan tugas yang akan dilakukan.



Gambar 1 *Excavator/Backhoe* (Data Lapangan, 2024)

Backhoe terdiri dari enam bagian utama: struktur atas yang dapat berputar, lengan (*arm*), *bukcet*, *slewing ring*, dan struktur bawah, digerakkan oleh sistem hidrolis. Struktur bawah berfungsi sebagai penggerak utama. Ini dapat terdiri dari roda ban atau roda *crawler*. Ada enam gerakan dasar, masing-masing terdiri dari dua puluh empat gerakan, dan masing-masing bagian terdiri dari:

- a. Gerakan *boom*: adalah gerakan yang mengarahkan *bukcet* menuju tanah galian.
- b. Gerakan *bukcet* menggali: adalah gerakan saat menggali material.
- c. Gerakan *bukcet* membongkar: adalah gerakan yang arahnya berlawanan dengan saat menggali.
- d. Gerakan lengan: adalah gerakan mengangkat lengan dengan radius sampai 100° .
- e. Gerakan *slewing ring*: adalah gerakan pada as yang bertujuan agar bagian atas *backhoe* dapat berputar 360° .
- f. Gerakan struktur bawah: adalah gerakan yang dipakai untuk perpindahan tempat jika area telah selesai digali.

2. *Bulldozer*

Bulldozer adalah traktor dengan pisau atau blade di depan yang digunakan untuk mendorong atau memotong material di depannya. Pada proyek pembangunan stadion contoh, *bulldozer* digunakan untuk menyebarkan material tanah yang telah digali. *Bulldozer* biasanya digunakan untuk jenis pekerjaan berikut:

1. Mengangkat tanah atas dan membersihkan perpoohonan

2. Membuka jalan baru
3. Memindahkan material pada jarak pendek hingga 100 meter
4. Membantu mengisi material pada *scraper*
5. Menyebarkan material
6. Mengisi kembali saluran
7. Membersihkan *quarry*

Bulldozer terdiri dari tiga bagian, yaitu penggerak utama (*prime mover*), traktor dan pisau (*blade*) di bagian depan. Pisau (*blade*) mempunyai dua fungsi utama, yaitu mendorong material kedepan (*drifting*) dan mendorong material kesamping (*side casting*). Ada beberapa macam jenis pisau yang dipasangkan pada *bulldozer*. Pemilihan jenisnya tergantung pada jenis pekerjaan yang akan dilakukan. Jenis pisau yang umum dipakai adalah sebagai berikut :

1. *Staight blade (S-Blade)*, biasanya digunakan untuk pekerjaan pengupasan dan penimbunan tanah. *Blade* jenis ini dapat bekerja pada tanah keras.
2. *Angle blade (A-blade)*, yang lebarnya lebih besar 0.3 sampai 0.6m daripada *S-Blade*. *Blade* tipe ini digunakan untuk menyingkirkan material kesisinya, penggalian saluran dan pembukan lahan.
3. *Universal Blade (U-Blade)*, lebih besar juga dari *S-Blade*, dan digunakan untuk reklamasi lahan, *blade* tipe ini dapat memiliki kemampuan mengangkut material dalam jumlah besar pada jarak tempuh yang cukup jauh. Biasanya material yang ditangani ialah material yang relatif ringan seperti tanah lepas.

4. *Cushion Blade (C-Blade)*, Jenis blade ini lebih pendek daripada *S-Blade* dan biasanya dipasang pada traktor yang besar yang digunakan untuk mendorong *scraper*.

Gerakan *blade* dipengaruhi oleh pemasangannya, tergantung pada jenis pekerjaan yang dibutuhkan. Terdapat tiga jenis gerakan: *tilt*, *pitch*, dan *angle*. Gerakan di mana ujung balde bergerak secara vertikal, dengan sudut kemiringan biasanya 15 derajat, disebut *tilt*. Sebaliknya, gerakan di mana ujung atas *blade* bergerak mendekati atau menjauhi badan traktor disebut *pitch*. Gerakan *blade* pada sisi samping menjauhi atau mendekati badan traktor dikenal sebagai sudut. Gerakan miring ke kanan dan kiri sejauh kurang lebih 25 derajat dari posisi horizontal.

Dua metode yang paling umum digunakan dalam pengoprasian pekerjaan konstruksi dengan menggunakan *dozer* adalah *side-by-side*, di mana dua *dozer* bekerja berdampingan satu sama lain. Dalam metode ini, pisau *dozer* dihipitkan sedekat mungkin untuk mencegah percikan atau keluarnya material dari pisau. Kelemahan dari metode ini adalah manuver alat yang lama, sehingga tidak praktis untuk memindahkan *dozer* ke jarak kurang dari 15 meter atau lebih dari 10 meter. Metode kedua, di mana slot *dozer* dibuat semacam p Metode ini dapat meningkatkan produktivitas. Saat diisi, kecepatan *dozer* diperkirakan 3,5 km/jam dan 4 km/jam.



Gambar 2 *Bulldozer* (Data Lapangan, 2024)

3. *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 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.



Gambar 3 Alat berat *Motor Grader*

Dari Gambar 3. dapat dilihat bahwa *Motor grader* memiliki fungsi tersendiri.) *Motor grader* mempunyai keahlian bermacam – macam, antara lain (Rostiyanti 2014)

1. Meratakan dan membentuk permukaan.

2. Merawat jalan.
3. Mengupas tanah.
4. Menyebarkan material ringan

Alat penggerak *motor grader* adalah roda ban yang terletak di belakang frame yang menghubungkan penggerak dengan as depan. *Motor grader* menggunakan pisau yang disebut *moldboard*, yang dapat digerakkan sesuai dengan bentuk permukaan. *Motor grader* terdiri dari enam bagian utama: penggerak (*prime mover*), kerangka (*frame*), pisau (*moldboard*), *sacrifier*, lingkaran, dan *drawbar*. Panjang *blade* biasanya antara 3 dan 5 meter.

2.8 Metode Perhitungan Alat Berat

2.8.1 Kapasitas Produksi Alat

Kapasitas produksi alat berat biasanya dinyatakan dalam meter kubik per jam. Produksi didasarkan pada pelaksanaan volume yang dikerjakan tiap siklus waktu dan jumlah siklus dalam satu jam. Produksi alat dilakukan dengan menggunakan persamaan di bawah ini (Rochmanhadi, 2014). rumus kapasitas produksi:

$$Q = q \times N \times E = q \times 60/Cm \times E$$

Dengan:

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

q = Produksi per siklus (m^3).

N = Jumlah siklus per jam, $N = 60/cm$.

E = Efisiensi Kerja.

$Cm =$ Waktu gali + (2 x waktu putar) + waktu buang

2.8.2 Efisiensi Kerja Alat Berat

Karena faktor-faktor tertentu, seperti keahlian operator, pengoperasian dan pemeliharaan alat, dan topografi, produktivitas alat berat di lapangan tidak sebanding dengan kondisi idealnya. Dalam perencanaan, produktivitas per jam alat harus dihitung dengan mengalikan produktivitas lima belas standar alat pada kondisi ideal dikalikan dengan faktor yang dikenal sebagai efisiensi kerja. Meskipun sulit untuk menentukan secara pasti nilai efisiensi kerja ini, kita dapat menentukan tingkat efisiensi kerja yang lebih realistis berdasarkan pengalaman kita sendiri. Bisa digunakan sebagai metode.

Tabel 3 Efisiensi Kerja (Permen PUPR,2016)

Kondisi Operasi Alat	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,53	0,5	0,47	0,42	0,32

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil produksi peralatan, ditetapkan sebagai berikut:

- a. Faktor peralatan
 1. untuk peralatan yang masih baru = 1,00
 2. untuk peralatan yang baik (lama) = 0,90
 3. untuk peralatan yang rusak ringan = 0,80
- b. Faktor Operator
 1. untuk operator kelas I = 1,00

- 2. untuk operator kelas II = 0,80
- 3. untuk operator kelas III = 0,70
- c. Faktor material
 - 1. faktor kohesif = 0,75 - 1,00
 - 2. faktor non kohesif = 0,60 - 1,00
- d. Faktor manajemen dan sifat manusia
 - 1. sempurna = 1,00
 - 2. baik = 0,92
 - 3. sedang = 0,82
 - 4. buruk = 0,75
- e. Faktor cuaca
 - 1. baik = 1,00
 - 2. sedang = 0,80
- f. Faktor kondisi lapangan
 - 1. berat = 0,70
 - 2. sedang = 0,80
 - 3. ringan = 1,00

2.9 Pemilihan Peralatan Pekerjaan Tanah

Pilihan peralatan alternatif yang tepat sangat penting dan berdampak besar pada keberhasilan proyek. Hal-hal berikut memengaruhi pemilihan alat:

- a. Kondisi medan dan keadaan tanah.
- b. Kualitas pekerjaan yang disyaratkan.
- c. Volume pekerjaan.
- d. Prosedur operasi dan pemeliharaan alat.

- e. Umur alat.
- f. Undang-undang perburuhan dan keselamatan kerja

2.9.1 Excavator/Backhoe

Excavator adalah mesin yang digunakan untuk menggali area yang letaknya di bawah kedudukan alat, mereka memiliki kemampuan untuk menggali dengan ke dalaman yang teliti dan dapat digunakan sebagai pemuat *dump truck*.. Gerakan *excavator* dalam beroperasi terdiri dari:

- a. Mengisi *bukcet* (*land bukctet*).
- b. Mengayun (*swing loaded*).
- c. Membongkar beban (*dump bukctet*).
- d. Mengayun balik (*swing empty*).

Kapasitas produksi *excavator* dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini (Rochmanhadi):

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm}$$

Dengan:

Q = Produksi per jam (m³/jam).

q = Produksi per siklus (m³).

E = Efisiensi kerja.

Cm = Waktu gali + (2 x waktu putar) + waktu buang

Sedangkan kapasitas *bukcet excavator* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi):

Rumus kapasitas *bucket*:

$$q = q' \times K$$

Dengan :

q1 = Kapasitas munjung (penuh) yang tercantum dalam spesifikasi alat.

K = Faktor *bukcet* yang besarnya tergantung tipe dan keadaan tanah.

Data yang berkaitan dengan pekerjaan *excavator* di lapangan diperlukan untuk menentukan faktor *bukcet*. Data untuk faktor tersebut ditunjukkan pada table di bawah ini.

Tabel 4 Faktor *Bukcet Excavator* (Permen PUPR, 2016)

	Kondisi Pemuatan	Faktor
Ringan	menggali dan memuat dari bahan yang telah dikeruk oleh <i>excavator</i> lain dan dapat dimuat dengan munjung dalam <i>bukcet</i> . Pasir, pasir di tanah.	1,2 – 0,8
Sedang	Menggali dan memuat stok lepas dari tanah yang sulit digali dan dikeruk, tetapi dapat dimuat hampir munjung. Menggali dan memuat pasir langsung dari bukit pasir asli, atau menggunakan pasir kering, pasir berpasir, tanah campuran, tanah liat, pasir yang belum disaring, atau pasir yang telah memadat.	0,8 – 0,6
Agak Sulit	Menggali dan memuat tanah liat: batu pecah, tanah liat yang keras, pasir campur kerikil, tanah berpasir, tanah kolodial liat, dan tanah liat dengan kadar air tinggi yang telah disimpan oleh <i>excavator</i> lain. Sulit untuk memasukkan materi tersebut ke dalam <i>bukcet</i> .	0,6 – 0,5
Sulit	Bongkahan batuan besar dengan bentuk tak teratur dan ruang di antaranya terdiri dari batuan bundar, batuan hasil ledakan, pasir batu-batu bundar, pasir berpasir, tanah campuran tanah liat, dan tanah liat yang sulit dicampur dengan <i>bukcet</i> .	0,5 – 0,4

Rumus waktu siklus menggunakan persamaan dibawah ini:

$$W_s = \frac{d}{v_a} + \frac{d}{v_k} + t$$

Dimana :

W_s = Waktu Siklus

d = jarak angkut

V_a = kecepatan angkut

V_k = Kecepatan kembali

t = Waktu tetap

Waktu menggali biasanya tergantung pada ke dalaman gali dan kondisi

galian

Tabel 5 Waktu Gali *Excavator* (detik) (Permen PUPR, 2016)

Kedalaman	Kondisi Galian			
	Ringan	Rata - rata	Agak sulit	Sulit
0 – 2 m	6	12	15	26
2 – 4 m	7	11	17	28
4 m	8	13	19	30

Sedangkan untuk data waktu putar tergantung dari sudut dan kecepatan

putaran.

Tabel 6 Waktu Putar *Excavator* (detik) (Permen PUPR, 2016)

Sudut Putar	Waktu Putar
45° - 90°	4 – 7
90° - 180°	5 – 8

2.9.2 *Bulldozer*

“Untuk pekerjaan *dozer*, produktivitas *dozer* sangat tergantung ukuran *blade*, taksiran produktivitas *dozer* dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut (Wilopo,2019)”:

$$P = \frac{KB \times 60 \times FK}{\frac{1}{F} + \frac{1}{R} + Z}$$

Dengan:

Q	= Kapasitas <i>Blade</i> (M ³)
KB	= Kapasitas <i>Blade</i> (M ³)
FK	= Faktor Koreksi
Z	= Waktu tetapan untuk pindah transmisi (menit)
J	= Jarak Kerja (m)
F	= Kecepatan Maju (m/menit)
R	= Kecepatan Mundur (m/menit)

Untuk mendapatkan nilai yang lebih dekat dengan kenyataan di lapangan, perhitungan harus memasukkan faktor koreksi yang dapat diterapkan pada kondisi Indonesia. Faktor-faktor koreksi ini termasuk yang berikut:

1. Faktor Efisiensi Waktu

Produktivitas kerja dari suatu alat yang diperlukan merupakan standard dari alat tersebut bekerja dalam kondisi ideal dikalikan suatu faktor dimana faktor tersebut merupakan faktor efisiensi kerja (E). Efisiensi sangat tergantung kondisi kerja dan faktor alam lainnya seperti keadaan topografi, keahlian operator, pemilihan standard perawatan dan lain lain yang berkaitan dengan pengoperasian alat. Hasil produksi yang sebenarnya dari suatu peralatan yang digunakan tidak akan sama dengan hasil perhitungan berdasarkan data kapasitas yang tertulis pada brosur, karena banyaknya faktor – faktor yang mempengaruhi proses produksi. Pada kenyataan yang sebenarnya sulit untuk menentukan besarnya efisiensi kerja tetapi berdasarkan pengalaman - pengalaman dapat ditentukan faktor efisiensi yang mendekati kenyataan. Kondisi kerja tergantung dari hal hal berikut:

1. Apakah alat sesuai dengan topografi yang ada
2. Kondisi dan pengaruh lingkungan seperti ukuran medan dan peralatan
3. Pengaturan kerja dan kombinasi kerja antara peralatan dan mesin
4. Metode operasional dan perencanaan persiapan kerja
5. Pengalaman dan kepandaian operator dan pengawas untuk pekerjaan tersebut.

Efisiensi waktu adalah salah satu faktor yang harus dipertimbangkan saat menentukan taksir produksi alat yang digunakan yang dinilai berdasarkan kondisi pekerjaan seperti yang ditampilkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 7 Efisiensi waktu berdasarkan kondisi kerja (Permen PUPR, 2016)

Kondisi Kerja	Efisiensi
Baik	0,9
Normal	0,83
Buruk	0,75

Hal hal yang perlu diperhatikan dalam pemeliharaan alat adalah:

1. Penggantian pelumas atau *grease* (gemuk) secara teratur
- 2 Kondisi peralatan pemotong (*blade, bucket, bowl*)
- 3 Persediaan suku cadang yang sering diperlukan untuk alat yang bersangkutan.

Hal berikut juga adalah yang harus diperhatikan dalam pemeliharaan alat karena jika hal tersebut tidak diperhatikan maka akan mempengaruhi produktivitas alat dan juga dapat membuat pembengkakan biaya yang juga dapat menyebabkan bertambahnya waktu untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Dalam pelaksanaan

pekerjaan dengan menggunakan alat berat terdapat faktor yang mempengaruhi produktivitas alat, yaitu efisiensi alat. Efektivitas alat

bergantung pada beberapa hal berikut:

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

Selain efisiensi waktu, efisiensi kerja juga penting untuk dihitung dalam taksiran produksi alat dengan mempertimbangkan keadaan medan dan alat. Nilai efisiensi kerja ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 8 Nilai efisiensi kerja Alat (Permen PUPR, 2016)

Kondisi 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	0,71	0,69	0,65	0,60
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52

Tabel 9 Nilai efisiensi operator (Permen PUPR, 2016)

Kondisi Kerja	Efisiensi
Baik	0,9-1,00
Normal	0,83
Buruk	0,50-0,60

2.9.3 Motor Grader

Waktu yang digunakan *grader* untuk menghitung kinerja motornya dihitung. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa volume yang dipindahkan dalam proses pekerjaannya bervariasi dan tidak terlalu signifikan. Jumlah *passing* yang

diperlukan untuk mengerjakan suatu medan adalah yang paling penting karena waktu yang diperlukan untuk bekerja dari motor *grader* yang berkaitan dengan pekerjaan perataan medan. Waktu ini relatif tergantung pada syarat dan ketelitian yang diperlukan untuk pekerjaan grading tersebut.

Alat berat memiliki kecepatan yang relatif rendah dan konstan, yang memungkinkan operator untuk menjadi lebih teliti saat melakukan *grading*. Karena banyak lintasan bergantung pada lamanya proses *grading*, pengalaman operator memiliki pengaruh yang signifikan. Permen PUPR Nomor 28 Tahun 2016 Tentang Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum dapat digunakan untuk mengatur penghitungan produktivitas, seperti yang ditunjukkan dalam Persamaan.

$$Q = \frac{lh \times (N(b-bo)) \times t \times Fa \times 60}{N \times n \times Ts}$$

Dimana :

- Q = Produksi alat per jam (m³/jam)
 Lh = Panjang Operasi *Grader* sekali Jalan (m)
 b = Lebar efektif *blade* (m)
 bo = Lebar *overlap* (m)
 N = Jumlah pass
 Fa = Faktor efisiensi alat
 V = Kecepatan rata – rata alat (Km/jam)
 n = Jumlah lintasan
 t = Tebal lapis agregat padat
 Ts = Waktu siklus (menit)

2.10 Waktu Kerja

2.10.1 Waktu Kerja Normal

Waktu kerja normal adalah waktu kerja pada setiap hari kerja senin sampai dengan sabtu ditetapkan selama 8 jam per hari dengan upah kerja sebesar upah kerja normal.

2.10.2 Waktu Kerja Lembur

Waktu kerja lembur dihitung dari lama waktu kerja yang melebihi batas waktu kerja normal (8 jam/hari). Waktu kerja lembur dilaksanakan diluar jam 24 operasi normal untuk setiap hari kerja atau penambahan jumlah hari kerja per minggu.

2.11 Faktor yang mempengaruhi pemilihan 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. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas antar lain (Ervianto, 2014).

- a. Metode dan teknologi, yang mencakup desain rekayasa, teknik konstruksi, urutan kerja, dan pengukuran.
- b. Manajemen lapangan, yang mencakup perencanaan, penjadwalan, tata letak, komunikasi, manajemen material, manajemen peralatan, dan manajemen tenaga kerja.

- c. Lengkungan kerja, yang mencakup lingkungan manusia, lingkungan fisik, kualitas pengawasan, keamanan kerja, latihan kerja, dan partisipasi.
- d. Faktor manusia, yang mencakup tingkat upah per jam, jumlah jam kerja.

2.11.1 Faktor Mesin

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 *scraper*. Sedangkan *excavator* sebagaimana namanya yaitu penggali, dimana alat berat yang menggunakan *excavator* akan lebih sering diam ditempat dan yang paling sering bergerak adalah lengannya. Pada umumnya, *excavator* memiliki 26 berat yang besar karena lengannya yang panjang dan harus mengangkat beban berat. Karena itu, *excavator* biasanya dilengkapi dengan kaki-kaki tambahan seperti *backhoe*, *crane mobile*, dan *dragline* untuk mempertahankan stabilitas saat bekerja. (Suryana, 2015)

2.11.2 Faktor Tata Laksana dan Elevasi Proyek

Faktor tata laksana proyek (koefisien tata laksana) adalah bagian dari efisiensi kerja yang dipengaruhi oleh kondisi pengaturan lapangan, termasuk jalan yang akan digunakan oleh alat, tempat alat bekerja, komunikasi, atau pengawasan terhadap operator alat berat. *Pool* alat, tempat pemeliharaan alat, penyimpanan bahan bakar, dan gudang bahan. Faktor tata laksana proyek adalah antara 0,6 dan 1,0. *Output* mesin dipengaruhi oleh elevasi. Hal ini disebabkan oleh tekanan dan suhu udara luar yang memengaruhi kerja mesin. (Wedhanto, 2016)

Berdasarkan pengalaman, mesin empat tak tidak terpengaruh oleh kenaikan seribu kaki (300 meter) pertama dari permukaan laut. Namun, untuk setiap kenaikan seribu kaki ke dua (dihitung dari permukaan laut), HP rata-rata berkurang sebesar $\pm 3\%$, sedangkan untuk mesin dua tak, penurunan HP sebesar 1%.

2.11.2 Faktor Efisiensi Operator

Sangat sulit untuk menentukan faktor manusia sebagai operator alat dengan tepat karena mereka selalu berubah, bahkan setiap saat tergantung pada kondisi cuaca, kondisi alat yang dikemukakan, suasana kerja, dan faktor lain. Menurut Wedhanto (2015).

Operator alat berat tidak berbeda dengan pilot pesawat terbang atau sopir kendaraan. Kecepatan bekerja dipengaruhi oleh jenis alat yang pernah ia gunakan, lamanya penggunaan alat, dan jenis medan yang pernah ia alami. Selain itu, tentu saja kemampuan psikomotorik, atau kemampuan mengoperasikan, juga berpengaruh. Koefisien operator, atau faktor operator, berkisar antara 0,6 dan 1,0.

Selama pekerjaan, operator biasanya tidak akan dapat bekerja selama 60 menit secara penuh. Ini karena ada 27 tantangan yang tidak dapat dihindari, seperti mengganti komponen yang rusak, memindahkan alat ke tempat lain, dan hal-hal lainnya.

2.12 Metody Time Study

Metode pembelajaran waktu, juga dikenal sebagai pembelajaran waktu, adalah metode untuk mengukur produktivitas di lapangan dengan menetapkan waktu standar untuk suatu pekerjaan. Awalnya dikembangkan oleh *FW Taylor* untuk menentukan sistem pekerjaan yang baik, dan kegunaan utama dari metode

ini adalah untuk menghasilkan waktu standar untuk suatu pekerjaan dalam kondisi tertentu, sehingga dapat dihitung produktivitasnya (Trisiany dan Halim, 2017).

Metode *Time Study* adalah metode yang paling sering digunakan dalam pengamatan langsung di lapangan karena memiliki manfaat dan kegunaan yang baik sehingga lebih efektif digunakan dalam pengamatan. Manfaat dan kegunaan Manfaat dan kegunaan dari metode *Time Study* adalah sebagai berikut:

- a. Menghasilkan waktu standar suatu pekerjaan dengan kondisi tertentu, setelah itu dapat dihitung produktivitasnya.
- b. Mempelajari suatu jenis pekerjaan atau metode konstruksi yang masih baru dan belum mempunyai gambaran *output* yang jelas.
- c. Perencanaan dan penjadwalan proyek.
- d. Mencocokkan bila ada komplain mengenai target yang ketat.
- e. Meneliti keterlambatan yang terjadi.
- f. Mengamati efektivitas kerja untuk berbagai operasi yang membantu dalam menentukan upah dan insentif.

Dalam metode *Time Study* terdapat teknik pengukuran yang dapat dilakukan sesuai kondisi . Teknik pengukuran dalam metode *time study* terdiri dari dua cara yaitu sebagai berikut:

- a. Teknik pengukuran langsung adalah pengukuran waktu kerja yang dilakukan secara langsung terhadap objek. Metode yang dipakai dalam teknik pengukuran langsung adalah jam henti dan *work sampling*.
- b. Teknik pengukuran tidak langsung adalah pengukuran waktu kerja yang dilakukan melalui pendekatan tabel waktu baku.

2.13 Produktivitas Alat Berat

Biaya alat persatuan pekerjaan, seperti m1, m2, m3, ton, dan seterusnya sangat dipengaruhi oleh produktivitas alat yang riil (kenyataan). Semakin tinggi kuantitas pekerjaan yang dihasilkan per satuan waktu (jam), maka biaya alat persatuan pekerjaan semakin rendah. Sebaliknya bila produktivitas alat rendah, maka biaya alat persatuan pekerjaan semakin tinggi. Oleh karena itu produktivitas alat sangat penting perannya dalam pengelolaan alat.

Secara teori, produktivitas adalah *output* dibagi input. Untuk produktivitas suatu alat, *output* diukur dari hasil pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh alat yang bersangkutan per satuan waktu, misalnya m³/jam. Sedangkan inputnya adalah alat itu sendiri. Oleh karena itu dikenal dua jenis produktivitas yaitu produktivitas individu alat, bila pekerjaan diselesaikan oleh alat itu sendirian, dan yang kedua adalah produktivitas kelompok/grup alat, bila pekerjaan diselesaikan oleh sekelompok alat. Ada hubungan langsung antara produktivitas individu alat dan produktivitas kelompok alat, tetapi sifatnya tidak linear.

Secara umum produktivitas merupakan derajat efektivitas penggunaan tenaga kerja, alat, modal, bahan, dan waktu. Produktivitas merupakan pencapaian dengan cara yang paling efisien. Secara praktis, produktivitas dapat dikatakan sebagai jumlah jam kerja (*worked hours*) yang diperlukan untuk memproduksi sejumlah keluaran tertentu, dengan mengikutsertakan pula bahan mentah dan modal.

Pandangan produktivitas untuk keperluan definisi dan pemakaian tidaklah sama dan konsisten. Ada empat ruang lingkup produktivitas, yaitu :

- 1 Ruang lingkup nasional
- 2 Ruang lingkup industri

- 3 Ruang lingkup perusahaan dan organisasi
- 4 Ruang lingkup perorangan

Secara umum produktivitas kerja alat, persatuan waktu (jam) dipengaruhi oleh banyak hal, yaitu :

- 1 Kapasitas alat dari pabrik. Semakin besar kapasitas alat maka produktivitasnya juga besar.
- 2 Kondisi medan kerja dan cuaca. Kapasitas yang disebut oleh pabrik pembuat alat adalah kondisi yang ideal. Sehingga bila kondisi medan kerja sulit, maka produktivitasnya akan menurun. Begitu juga kondisi cuaca yang jelek, menyebabkan alat tidak dapat bekerja secara sepenuhnya.
- 3 Kemampuan dan motivator operator, bila kemampuan operator rendah maka alat tidak dapat dioperasikan secara optimal sehingga produktivitasnya menurun. Begitu juga bila motivasi operatornya rendah, walaupun kemampuannya tinggi tetap saja akan menurunkan produktivitas alat karena operator yang bersangkutan tidak melakukan pekerjaan secara sungguh-sungguh. Oleh karena itu dua faktor tersebut harus diperhatikan pada diri operator.
- 4 Manajemen. Manajemen yang lemah dapat memberikan dampak turunya motivasi para operator atau menyebabkan *idle time* alat yang tinggi dimana kedua-duanya menyebabkan turunya produktivitas alat.
- 5 Komposisi alat (untuk pekerjaan yang dilaksanakan oleh lebih dari satu alat). Komposisi yang kurang tepat dapat menyebabkan

turunnya produktivitas, karena produktivitas kelompok sangat dipengaruhi oleh jumlah dan komposisi dari anggota alat.

Produktivitas berpengaruh terhadap kesuksesan manajemen yang diukur berdasarkan hasil (*out put*), ini dapat dihasilkan dengan mendapatkan titik optimal dari produktivitas. Jika penelitian *output* dihasilkan kapasitas yang positif yang artinya adalah mendapatkan lebih banyak pekerja disbanding dengan dujuan yang tercapai pada proyek. Ini adalah menjelaskan produktivitas tinggi fenomena yang jarang didalam industri konstruksi.

Manfaat pengukuran produktivitas yang dapat diambil untuk tingkat perusahaan adalah sebagai berikut :

- 1 Organisasi dapat menilai efisiensi penggunaan sumber daya dalam menghasilkan barang dan jasa.
- 2 Pengukuran dan produktivitas berguna untuk merencanakan sumber daya, baik untuk jangka pendek maupun jangka panjang.
- 3 Usaha pengukuran produktivitas dapat dipakai untuk menyusun kembali tujuan ekonomi dan non ekonomi perusahaan.
- 4 Berdasarkan hasil pengukuran, produktivitas pada saat ini dapat direncanakan target tingkat produktivitas di masa yang akan datang.
- 5 Strategi untuk meningkatkan produktivitas dapat ditentukan berdasarkan perbedaan antara tingkat produktivitas yang direncanakan dengan tingkat produktivitas yang diukur.

- 6 Pengukuran produktivitas dapat dipakai untuk membandingkan unjuk kerja manajemen dalam perusahaan yang sejenis, baik disektor industri maupun nasional.
- 7 Nilai-nilai produktivitas yang dihasilkan dari pengukuran produktivitas dapat digunakan dalam perencanaan tingkat keuntungan perusahaan.

Langkah yang penting dalam meningkatkan produktivitas dalam suatu perusahaan atau organisasi adalah mendesain ukuran dan pelaksanaan ukuran produktivitas yang berarti. Beberapa kriteria yang dapat membantu mendapatkan suatu ukuran produktivitas yang berarti adalah :

- 1 Kesahihan (validitas)

Ukuran yang dapat secara tepat menggambarkan perubahan dalam produktivitas yang sebenarnya. Misalnya dalam mengukur produktivitas peralatan, ukuran produktivitas yang dinyatakan dalam beberapa buah produk yang dihasilkan perhari kadang-kadang bukan ukuran yang abash karena lama penyelesaian untuk masing-masing produk berlainan.

- 2 Kelengkapan (*Completeness*)

Kelengkapan menunjukan bahwa ketelitian seluruh keluaran atau hasil yang diperoleh dan masukan atau sumber yang digunakan dapat diukur dan termasuk dalam nisbah produktivitas yang akan digunakan. Misalnya dalam menentukan jumlah alat kita tidak melihat jumlah jam kerja alat utamanya saja, tetapi juga harus melihat jam kerja alat sekundernya atau tidak langsungnya.

3 Dapat dibandingkan (*Comprability*)

Pentingnya pengukuran produktivitas terletak pada kemampuan untuk dapat membandingkan antara periode dengan periode dengan tujuan standart, sehingga dapat dilihat apabila penggunaan sumber lain lebih efektif atau tidak dalam mencapai hasil. Produktivitas adalah ukuran yang sifatnya relatif.

4 Berketepatan waktu (*time lines*)

Pengukuran produktivitas dimaksudkan sebagai alat yang relatif efektif bagi manajemen, sehingga dapat dikomuniaksikan pada setiap manajer yang dapat bertanggung jawab kepada bidangnya dalam waktu secepat-cepatnya tetapi masih dalam batas yang masih praktis untuk dilakukan.

5 Keefektifan biaya (*cost effectiveness*)

Pengukuran produktivitas haruslah dilakukan dengan memperhatikan biaya-biaya yang berhubungan langsung maupun tidak langsung. Pengukuran harus pula dilakukan sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu usaha produktif yang sedang berjalan dalam organisasi.

Adapun penyebab kegagalan dalam produktivitas adalah :

- 1 Jumlah tenaga kerja yang berlebihan untuk setiap jenis pekerjaan.
- 2 Aliran material yang menyempit dilapangan sehingga menghambat saat operasi ini akibat dari metode pengiriman material yang rendah.

- 3 Sisa material yang tinggi di dalam penyimpanan, pengantaran material yang salah tempat atau kecerobohan pekerja.
- 4 Perencanaan frekuensi detail yang berlebihan, gagal dalam inspeksi, gagal dalam pemeliharaan, dalam operasi terdapat tenaga kerja yang tidak terampil.
- 5 Metode kerja yang tidak cocok dan gagal atau kondisi pekerjaan yang rendah,.
- 6 Laporan progress yang terlambat.
- 7 Kegagalan dalam kemampuan tenaga kerja yang dimiliki, kecerobohan pekerja, dan kualitas material yang rendah.
- 8 Kegagalan yang disebabkan oleh subkontraktor.
- 9 Kesalahan yang berlebihan, yang menyebabkan terjadinya pekerjaan ulang.
- 10 Informasi yang tidak cukup selama proses pekerjaan.
- 11 Keefektifan organisasi proyek lapangan yang rendah terhadap pekerjaan tambah.
- 12 Laporan biaya yang besar.
- 13 Kualitas desain rendah yang tidak memperhatikan resiko, metode yang tidak efisien.
- 14 Keluhan pekerja yang berdampak pada operasi, fasilitas, peralatan, kondisi pekerjaan.
- 15 Gangguan yang mengakibatkan proyek terganggu, kecelakaan dan sisa material.

Alat berat dapat dikategorikan ke dalam beberapa klasifikasi. Klasifikasi tersebut adalah klasifikasi fungsional alat berat. Yang dimaksud dengan klasifikasi fungsional adalah pembagian alat tersebut berdasarkan fungsi alat utama. Faktor-faktor didalam pemilihan alat berat yaitu :

1 Fungsi yang harus dilaksanakan

Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, seperti untuk menggali, mengangkut, meratakan permukaan, dan lain-lain.

2 Kapasitas alat

Pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat material yang diangkut atau dikerjakan. Kapasitas alat yang dipilih harus sesuai sehingga pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan.

3 Cara operasi

Alat berat dipilih berdasarkan arah (horizontal maupun vertical) dan jarak gerakan kecepatan, frekuensi gerakan, dan lain-lain.

4 Pembatasan dari metode yang dipakai

Pembatasan yang mempengaruhi pemilihan alat berat antara lain peraturan lalu lintas, biaya, pembongkaran, dan metode-metode konstruksi yang dipakai.

5 Ekonomi

Selain biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor penting didalam pemilihan alat berat.

6 Jenis proyek

Ada beberapa jenis proyek yang umumnya menggunakan alat berat antara lain proyek gedung, pelabuhan, jalan, jembatan, irigasi, pembukaan hutan, bendungan, dan sebagainya.

7 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

8 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 padar, lepas, keras, atau lembek.

9 Kondisi Lapangan

Kondisi dengan medan yang sulit dan medan yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi alat berat.

2.14 Pekerjaan Galian

Pekerjaan ini umumnya diperlukan untuk pembuatan saluran air bersih dan selokan, untuk formasi galian atau pondasi pipa, gorong gorong, pembuangan atau struktur lainnya, untuk pembuangan bahan yang tak terpakai dan tanah humus, untuk pekerjaan stabilisasi lereng dan pembuangan bahan longsor, untuk galian bahan konstruksi dan pembuangan sisa bahan galian, untuk pengupasan dan pembuangan bahan perkerasan beraspal pada perkerasan lama, dan umumnya untuk

pembenyukan profil dan penampang badan jalan. Pekerjaan galian dapat berupa:

1 Galian biasa

Galian biasa mencakup seluruh galian yang tidak diklasifikasi sebagai galian batu, galian struktur, galian galian sumber bahan (*borrow excavation*) dan galian perkerasan jalan.

2 Galian batu

Galian bongkahan batu dalam volume 1 m³ atau lebih dan seluruh batu atau bahan lainnya tersebut adalah tidak praktis digali tanpa penggunaan alat bertekanan udara atau emboran dan peledakan.

3 Galian struktur

Galian pada segala jenis tanah dalam batas pekerjaan yang disebut atau ditunjukkan dalam gambar untuk struktur. Setiap galian yang didefinisikan sebagai galian biasa atau galian batu tidak dapat dimasukkan dalam galian struktur. Galian struktur terbatas untuk galian lantai pondasi jembatan, tembok penahan tanah beton, dan struktur pemikul beban lainnya. Pekerjaan galian struktur meliputi : penimbunan kembali dengan bahan yang disetujui, pembuangan bahan galian yang tidak terpakai, semua keperluan drainase, pemompaan, penimbaan, penyokong, pembuatan tempat kerja beserta pembongkarannya.

4 Galian perkerasan beraspal. Galian pada perkerasan lama dan pembuangan bahan perkerasan beraspal dengan maupun tanpa

Cold Milling Machine (Mesin pengupas perkerasan beraspal tanpa pemanasan).

2.15 Pekerjaan Timbunan

Timbunan dibagi menjadi tiga jenis, yaitu timbunan biasa, timbunan pilihan dan timbunan pilihan di atas tanah rawa. Timbunan pilihan akan digunakan sebagai lapis penopang (*capping layer*) untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar, juga digunakan di daerah saluran air dan lokasi serupa dimana bahan yang plastis sulit dipadatkan dengan baik. Timbunan pilihan dapat juga digunakan untuk stabilisasi lereng atau pekerjaan pelebaran timbunan jika diperlukan lereng yang lebih curam karena keterbatasan ruangan, dan untuk pekerjaan timbunan lainnya dimana kekuatan timbunan adalah faktor yang kritis. Timbunan pilihan di atas tanah rawa akan digunakan untuk melintasi daerah yang rendah dan selalu tergenang oleh air. Material-material timbunan yang digunakan terdiri dari :

1. Material timbunan tanah dari hasil galian dengan mutu baik
2. Material timbunan tanah akan memenuhi bagian peninggian tanggul / tebing yang longsor, tidak tembus air, dan kuantitas material tidak mengandung zat-zat organik (mudah larut) dan material yang digunakan harus dapat bertahan lama.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Dan Peta Penelitian

Lokasi yang dipilih untuk penelitian ini yaitu Pembangunan Stadion Teladan Medan. Berlokasi di Teladan Barat, Medan kota Sumatera Utara. Adapun pengumpulan data yang digunakan untuk mencari data di lapangan yang akan digunakan untuk menjawab permasalahan penelitian.



Gambar 4 Lokasi Penelitian (*Google Earth, 2024*)

3.2 Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini data yang penulis dapatkan adalah sebagai berikut :

1. Data Primer

Data yang didapatkan melalui pengamatan langsung dan pihak terkait atau hasil penelitian dari suatu objek dianggap sebagai data primer. Kategori data primer termasuk:

- a. Mengamati jumlah waktu yang dibutuhkan oleh peralatan seperti *excavator*, *bulldozer*, dan *motor grader* untuk menyelesaikan tugas tertentu, juga dikenal sebagai siklus.
 - b. Kerja dimulai pada pukul 09.00 pagi dan berakhir pada pukul 17.00 sore, dengan total 8 jam kerja efektif.
2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang ada yang diperoleh dari lembaga dan instansi (data proyek pembangunan Stadion Teradan Medan), yang dapat digunakan apa adanya tanpa perlu dilakukan pengolahan apapun, yaitu alat berat yang digunakan oleh perusahaan (kontraktor).

3.3 Tahap Penelitian

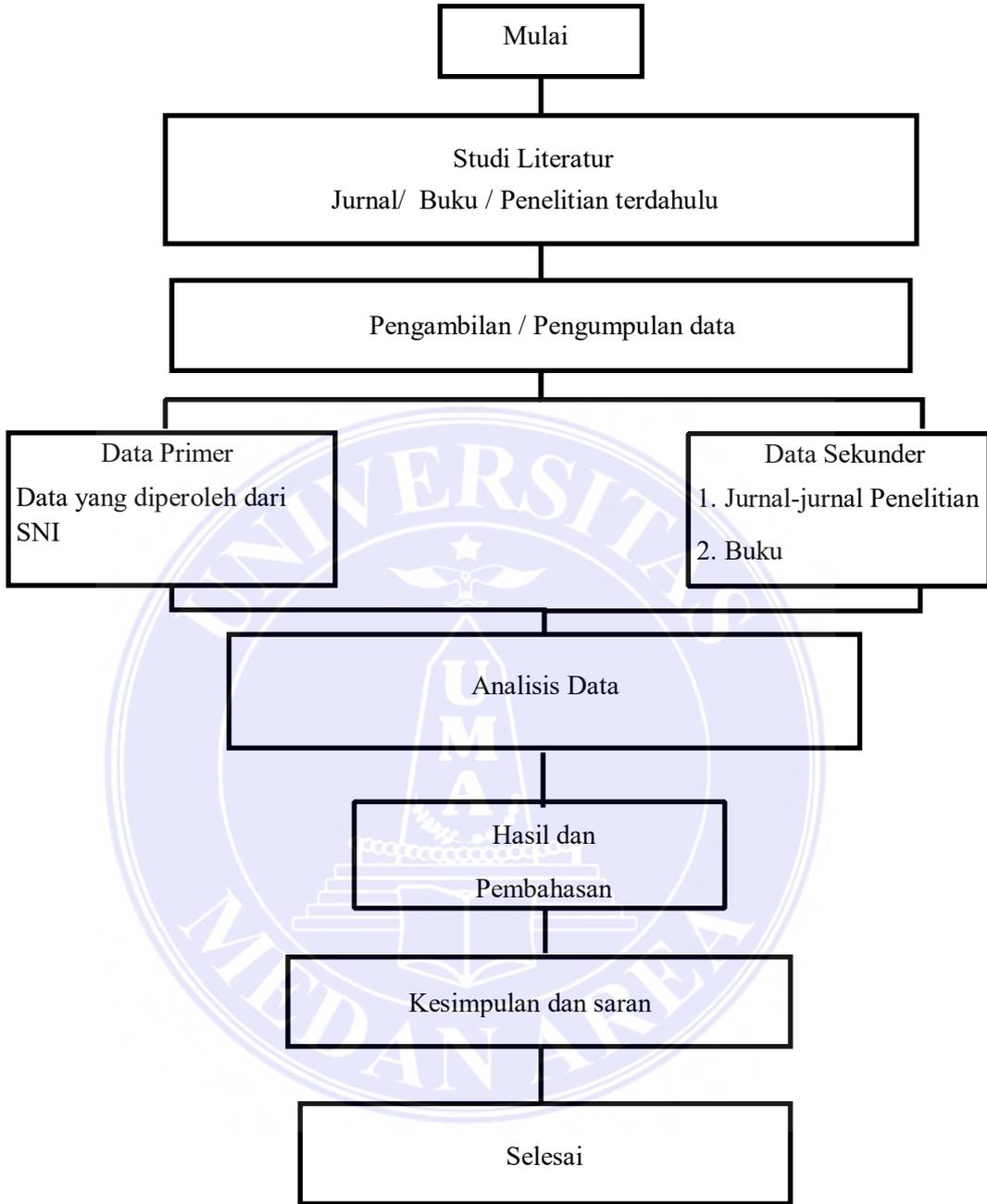
Setelah mendapatkan data yang diperlukan, langkah selanjutnya adalah mengolah atau menganalisis data. Pada tahap ini, data diolah dengan menggunakan rumus yang sudah ada. Hasil pengolahan dapat digunakan kembali untuk data lain untuk menganalisis, dan proses ini berlanjut hingga diperoleh hasil akhir dari analisis alat berat. Berdasarkan tujuan penelitian, penelitian ini menggunakan metode analisis data. Ada beberapa langkah- langkah sebelum melakukan pengolahan data antara lain :

1. Menghitung produksi alat Produktivitas atau kapasitas alat adalah besarnya keluaran (*output*) volume pekerjaan tertentu yang dihasilkan alat persatuan waktu. Untuk memperkirakan produktivitas alat diperlukan faktor standar kinerja alat yang diberikan oleh pabrik pembuat alat, faktor efisiensi alat, operator, kondisi lapangan dan material.

2. Efisiensi waktu dibutuhkan untuk tercapainya hasil kerja yang tepat sesuai dengan rencana maka dibutuhkan adanya loyalitas tinggi dari semua pihak yang terlibat. Dalam penentuan tenaga kerja, perlu diperhatikan beberapa faktor antara lain. Lama waktu kerja pada setiap hari kerja (senin-sabtu) ditetapkan selama 8 jam/hari dengan upah kerja sebesar upah kerja normal.



3.4 Kerangka Berpikir Penelitian



Gambar 5. Bagan Alir (Peneliti, 2024)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penyusunan Penelitian yang berjudul “Analisis Pemilihan Alat Berat Dalam Pekerjaan Galian, Penimbunan Dan Pemindahan Tanah Pada Proyek Pembangunan Stadion Teladan Medan” ini didapatkan hasil kesimpulan sebagai berikut :

Nilai produktivitas yang terbaik didapatkan pada perhitungan alternatif 3 dengan hasil produktivitas *excavator* 155,76 m³/jam, *bulldozer* 106,8 m³/jam, dan *motor grader* 278,37 m³/jam. Untuk mendapatkan kombinasi alat berat dari segi waktu dan biaya yaitu dengan melakukan berbagai alternatif perhitungan kombinasi jumlah alat berat yang sesuai dengan medan. Dengan perhitungan tersebut maka didapatkan kombinasi alat yang optimal pada perhitungan alternatif 3. Kombinasi alat berat yang direkomendasikan untuk pekerjaan galian timbunan dan pengangkutan pada proyek Pembangunan Stadion Teladan Medan yang paling efisien dari segi waktu dan biaya adalah alternatif 3 yang terdiri dari unit *excavator* 4 unit, *bulldozer* 3 unit, dan *motor grader* 1 unit.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil dari penyusunan Penelitian ini, penulis menyarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Dalam melakukan analisis pemilihan peralatan ini, sebaiknya terlebih dahulu mencari informasi yang sebanyak-banyaknya tentang alat berat ditempat penyewaan alat berat yang tersedia, mulai jenis, tipe, harga, sewa, kondisi agar diperoleh hasil yang efektif baik dari segi waktu dan biaya.

2. Untuk memperoleh hasil yang maksimal dalam penggunaan alat berat khususnya pada pekerjaan galian tanah pihak kontraktor perlu memperhatikan kombinasi antara kapasitas *bucket excavator* dan kapasitas *dump truck* itu sendiri agar menghasilkan produktifitas alat secara maksimal.



DAFTAR PUSTAKA

- Cleland, D. I., & King, W. R. (1987). *Systems Analysis and Project. Management*. New York: Mc Graw-Hill.
- Dipohusodo, Istimawan. 2015. "Manajemen Proyek & Konstruksi.Kanisius". Jogjakarta.
- Ervianto (2014). *Manajemen Proyeksi Konstruksi*. Yogyakarta: ANDI.
- Febrianti, D., & Zakia, Z. (2018). Analisis Produktivitas dan Waktu Penggunaan Alat Berat Excavator Pada Pekerjaan Galian Tanah. In *Prosiding Seminar Nasional Pakar* (pp. 123-127).
- Gede A. Diputra. (2015). *Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Tanah*. Universitas Udayana. Denpasar
- Hariyanto, B., Lestari, D. M., & Firdaus, R. (2020). Kuantitatif Penggunaan Alat Berat Untuk Item Pekerjaan Galian Dan Timbunan (Studi Kasus: Peningkatan Jalan Kecamatan Ciruas-Lebakwangi-Pontang-Tirtayasa) Kabupaten Serang. *Journal of Sustainable Civil Engineering (JOSCE)*, 2(01), 29-40.
- Kementerian pekerjaan umum dan perumahan rakyat. (2016). Permen pupr nomor 28 tahun 2016.
- Lubis, F. (2018). Optimalisasi Penggunaan Alat Berat pada Pekerjaan Galian Jalan Lintas Rel Kereta Api Rantau Prapat–Kotapinang–Sumatera Utara. *Jurnal Teknik*, 12(2), 179-186.
- Rochmanhadi. (2016). *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat-alat Berat*. Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Rochmanhadi. (2016). *Alat-Alat Berat dan Penggunaannya*. Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Rochmanhadi, 2014., *Tabel Konversi Tanah*.
- Rasyid, Muhammad Rusli (2014), *Analisis Produktivitas Alat-Alat Berat Proyek, Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta*.
- Haryanto. Y. W dan Hendra. S. D (2018), *Sifat-Sifat Beberapa Macam Tanah, Yogyakarta*.
- Sokop, R. M., Arsjad, T. T., & Malingkas, G. (2018). *Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Gali-Muat (Excavator) Dan Alat Angkut (Dump*

Truck) Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Perumahan Residence Jordan Sea. TEKNO, 16(70).

Nugraha, D. (2018). Analisis Biaya dan Produktivitas Pemakaian Alat Berat Pada Kegiatan Pembangunan Jalan Akses Siak IV Pekanbaru.

Pernanda, F. (2020). Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat dan Biaya Pada Pekerjaan Jalan. Laporan Tugas Akhir.

Rachmanhadi. (2014). Alat - Alat Berat dan Penggunaannya. Jakarta: Badan Penerbit PU.

Rostianty, Susy Fatena. (2015). Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi Edisi 2. Jakarta

Rineka Cipta. Rostyanti. (2014). Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Konstruksi. Jakarta: Rineka Cipta.

Wedhanto. (2016). Alat Berat dan Pemidahan Tanah Mekanis (DIKTAT). Malang: Univeritas Negeri Malang.

Trisiyany, E. M., dan Halim, E. (2017): Analisa perbandingan nilai produktivitas tenaga kerja dengan menggunakan metode standard dan aktual. Universitas Kristen Petra: Surabaya

Wilopo, D. (2016). Metode Konstruksi dan Alat - Alat Berat. Jakarta: UI- Press.

Wedhanto. (2016). Alat berat dan pemidahan tanah mekanis (DIKTAT). Malang: Universitas Negeri Malang

LAMPIRAN



Lampiran 1. Penggalian tanah



Lampiran 2. Penggalian tanah dan penimbunan