

TUGAS AKHIR

**ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA
PROYEK PENINGKATAN JALAN DESA HOTANG SASA-
SIMANINGGIR BARA, KECAMATAN PORTIBI, KABUPATEN
PADANG LAWAS UTARA
(STUDI KASUS)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun oleh:

INDAH LESTARI SIREGAR
1607210153



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Jika menjawab surat ini agar disebutkan
Nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 – EXT. 12
Website : <http://fatek.umsu.ac.id> Email : fatek@umsu.ac.id

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Indah Iestari Siregar
NPM : 1607210153
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisis Biaya Dan Waktu Penggunaan Alat Berat Pada
Proyek Peningkatan Jalan (Studi Kasus)
Bidang Ilmu : Transportasi

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 2020

Dosen Pembimbing

Hj. Irma Dewi, ST., M.Si

UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

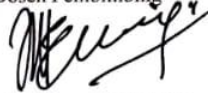
Nama : Indah Lestari Siregar
NPM : 1607210153
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Analisis Biaya Dan Waktu Penggunaan Alat Berat
Pada Proyek Peningkatan Jalan Desa Hotang Sasa-
Simaninggir Bara, Kecamatan Portibi, Kabupaten
Padang Lawas Utara, (Studi Kasus)
Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan dihadapan penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan,

Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



(Hj. Irma Dewi, ST, M.Si)

Dosen Pembanding I



(M. Husin Gultom, S.T, M.T)

Dosen Pembanding II



(Dr. Fahrizal Zulkarnain)

Program Studi Teknik Sipil

Ketua,



(Dr. Fahrizal Zulkarnain)

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Indah Lestari Siregar
Tempat/Tanggal Lahir : Pasar Matanggor, 15 September 1997
NPM : 1607210153
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan ini sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya berjudul:

“Analisis Biaya Dan Waktu Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Peningkatan Jalan Desa Hotang Sasa-Simanninggir Bara, Kecamatan Portibi, Kabupaten Padang Lawas Utara, (Studi Kasus)”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena/hubungan material dan non-material serta segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun, demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan,
Saya yang menyatakan,



(Indah Lestari Siregar)

ABSTRAK

ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PROYEK PENINGKATAN JALAN DESA HOTANG SASA- SIMANINGGIR BARA, KECAMATAN PORTIBI, KABUPATEN PADANG LAWAS UTARA (Studi Kasus)

Indah Lestari Siregar
1607210153
Hj. Irma Dewi, S.T,M.Si

Keberadaan jalan adalah untuk memperlancar perpindahan barang atau jasa yang berdampak terhadap produktivitas kerja yang pada akhirnya mampu meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Produktivitas alat tergantung pada jenis atau tipe alat, metode kerja, kondisi medan kerja serta waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui produktivitas penggunaan alat berat, untuk mengetahui berapa unit alat berat yang dibutuhkan, untuk mengetahui biaya sewa alat berat dan untuk mengetahui berapa lama waktu pekerjaan peningkatan jalan tersebut. Adapun alat berat yang dibahas pada proyek ini yaitu *Excavator*, *Dump Truck*, dan *Wheel Loader*. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa hasil dari produktivitas alat berat yang dihasilkan yaitu, untuk alat berat *Excavator* 202,7 m³/jam, *Dump truck* 25,63m³/jam, *Wheel Loader* 127,5 m³/jam. Dan untuk biaya sewa alat berat yaitu, Rp. 752.451,50 untuk alat berat *Excavator*, Rp. 443.501,00 untuk alat berat *Dump Truck*, Rp. 791.726,01 untuk alat berat *Wheel Loader*.

Kata kunci: Produktivitas alat berat, Waktu siklus, Biaya sewa alat berat.

ABSTRACT

**ANALYSIS OF COST AND TIME TO USE OF HEAVY EQUIPMENT
IN THE HOTANG SASA-SIMANINGGIR BARA ROAD IMPROVEMENT
PROJECT, KECAMATAN PORTIBI, KABUPATEN PADANG LAWAS
UTARA
(Case study)**

Indah Lestari Siregar
1607210153
Hj. Irma Dewi, S.T, M.Si

The existence of roads is to facilitate the movement of goods or services that have an impact on work productivity which in turn can improve the welfare of the community. The productivity of the tool depends on the type or type of tool, the method of work, the conditions of the work field and the time it takes to complete a job. The purpose of this study is to determine the productivity of heavy equipment use, to find out how many units of heavy equipment are needed, to determine the cost of renting heavy equipment and to find out how long the road improvement work will take. The heavy equipment discussed in this project are excavators, dump trucks and wheel loaders. Based on the calculations carried out, it can be concluded that the results of the productivity of heavy equipment produced are, for heavy equipment Excavator 202.7 m³ / hour, Dump truck 25.63m³ / hour, Wheel Loader 127.5 m³ / hour. And for heavy equipment rental costs, namely, Rp. 752,451.50 for excavator heavy equipment, Rp. 443,501.00 for heavy equipment Dump Trucks, Rp. 791,726.01 for Wheel Loader machines.

Keywords: Heavy equipment productivity, cycle time, heavy equipment rental costs.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Biaya dan Waktu Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Peningkatan Jalan Desa Hotang Sasa-Simaninggir Bara, Kecamatan Portibi, Kabupaten Padang Lawas Utara (Studi Kasus)”. Sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis mengucapkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Hj. Irma Dewi, S.T, M.Si., selaku dosen pembimbing dan sekaligus Sekretaris Jurusan Fakultas Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak M. Husein Gultom, S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing 1 dan penguji.
3. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji, sekaligus Ketua Jurusan Fakultas Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu kepada penulis.
6. Seluruh Bapak/ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama melakukan kegiatan belajar.

7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Terima kasih kepada kedua orang tua penulis yaitu ayahanda Syobirin Siregar dan Ibunda Fitriani Dewi Harahap yang telah memberikan kasih sayang dan dukungan yang tidak ternilai kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini.
9. Terimakasih kepada rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2016 yang telah memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Wasalamu'alaikum Wr. Wb.

Medan, 9 NOVEMBER 2020



Indah Lestari Siregar

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	2
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 LANDASAN TEORI	
2.1. Peningkatan Jalan	4
2.2. Klasifikasi Fungsional Alat Berat	6
2.3. Klasifikasi Operasional Alat Berat	6
2.4. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pemilihan Alat Berat	9
2.5. Menejemen Alat Berat	10
2.6. Produktivitas Alat Berat	11
2.7. Kombinasi Dan Keseimbangan Alat	12
2.8. Fungsi Dan Cara Kerja Alat Berat	13
2.8.1 <i>Excavator</i>	13
2.8.2 <i>Dump Truck</i>	16
2.8.3 <i>Wheel Loader</i>	19
2.9. Faktor Efisiensi Kerja Alat Berat	22
2.10. Perhitungan Harga Satuan Dasar Alat	24
2.11. Biaya Pasti	24

2.12. Biaya Tidak Pasti Atau Biaya Operasi	24
2.12.1. Komponen Biaya Operasi	24
2.12.2. Perhitungan Biaya Operasi	24
2.13. Biaya Mobilisasi Dan Demobilisasi	28
2.14. Analisis Waktu Penggunaan Alat Berat	28
2.15. Sistem Manajemen Waktu	29
2.16. Aspek-Aspek Manajemen Waktu	29
2.16.1. Menentukan Penjadwalan Proyek	29
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Bagan Alir Penelitian	32
3.2. Lokasi Proyek	33
3.3. Jenis Data dan Sumber Data	34
3.3.1. Data Sekunder	34
3.3.2. Data Primer	34
3.4. Metode Pengumpulan Data	34
3.5. Analisis Data	34
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN	
4.1. Analisa Pengolahan Data Galian	36
4.1.1. <i>Excavator</i>	36
4.1.2. <i>Dump Truck</i>	38
4.2. Analisa Pengolahan Data Timbunan	39
4.2.1. <i>Excavator</i>	39
4.2.2. <i>Dump Truck</i>	42
4.2.3. <i>Wheel Loader</i>	46
4.3. Analisa Biaya	49
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	50
5.2. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Faktor <i>Bucket</i> (Fb) untuk <i>Excavator Backhoe</i>	11
Tabel 2.2: Faktor konversi galian (Fv) untuk <i>Excavator</i>	12
Tabel 2.3: Faktor efisiensi kerja alat (Fa) <i>Excavator</i>	12
Tabel 2.4: Waktu gali (detik)	13
Tabel 2.5: Data waktu siklus <i>Excavator</i>	13
Tabel 2.6: Faktor efisiensi alat <i>Dump Truck</i>	15
Tabel 2.7: Kecepatan <i>Dump Truck</i> dan kondisi lapangan	15
Tabel 2.8 : Faktor efisiensi alat	17
Tabel 2.9 : Faktor <i>Bucket</i> untuk <i>Wheel Loader</i> dan <i>Track Loader</i>	18
Tabel 2.10 : Faktor efisiensi alat	18

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Alat Berat <i>Excavator</i>	11
Gambar 2.2. Alat Berat <i>Dump Truck</i>	14
Gambar 2.5. Alat Berat <i>Wheel Loader</i>	17
Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian	28
Gambar 3.2. Lokasi Proyek	29

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan adalah salah satu prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian area darat, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel. Keberadaan jalan adalah memperlancar distribusi perpindahan barang dan jasa yang berdampak terhadap peningkatan produktivitas kerja yang pada akhirnya mampu meningkatkan kesejahteraan hidup masyarakat. Sistem jaringan jalan disusun dengan mengacu pada rencana tata ruang wilayah dan dengan memperhatikan keterhubungan antar kawasan atau dalam kawasan perkotaan atau kawasan pedesaan.

Berdasarkan hal tersebut pemerintah mengusahakan agar perhubungan antar suatu daerah dengan daerah lainnya dapat berjalan dengan lancar, dalam hal ini Dinas Bina Marga Kabupaten Padang Lawas Utara melalui Dinas Pekerjaan Umum (PU) memandang perlu melaksanakan peningkatan proyek jalan di Desa Hotang Sasa-Simanninggir Bara. Tujuan ditingkatkannya prasarana jalan tersebut adalah untuk peningkatan pelayanan kendaraan yang lewat dan menjadikan sistem jaringan jalan lebih baik dari sebelumnya.

Dalam pekerjaan peningkatan jalan tidak mungkin tidak menggunakan alat berat, alat berat yang digunakan dalam suatu proyek dibuat oleh pabrik sesuai dengan fasilitasnya masing-masing, yaitu alat pemuat, pengangkut, penghampar, dan alat pemadat.

Sebagai pengguna alat harus digunakan secara efisien. Untuk digunakan secara efisien perlu untuk mengetahui kemampuan alat, jenis-jenis alat, dan serta biaya operasional alat. Produktivitas alat tergantung pada jenis atau tipe alat, metode kerja, kondisi medan kerja serta waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. (Studi, Sipil, & Teknik, n.d.)

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana produktivitas penggunaan alat berat pada proyek peningkatan jalan dan berapa unit alat berat yang dibutuhkan?
2. Bagaimana biaya sewa alat berat yang dibutuhkan pada proyek peningkatan jalan?
3. Berapa lama dilaksanakannya pekerjaan peningkatan jalan sesuai kurva S?

1.3 Ruang Lingkup

Pada penelitian ini permasalahan dibatasi pada:

4. Membahas tentang produktivitas alat berat pada proyek peningkatan jalan.
1. Jam kerja di mulai dari pagi jam 08.00-12.00 WIB dan siang hari pada jam 14.00-17.00 WIB.
2. Hanya membahas biaya sewa alat berat pada pekerjaan galian dan timbunan.
3. Hanya membahas alat berat *Excavator*, *Dump Truck*, dan *Wheel Loader*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui produktivitas penggunaan alat berat dan berapa unit alat berat yang dibutuhkan pada proyek peningkatan jalan.
2. Untuk mengetahui biaya sewa penggunaan alat berat pada proyek peningkatan jalan.
3. Untuk mengetahui berapa lama pekerjaan tanah dilakukan sesuai dengan kurva S.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang di dapatkan dari penelitian ini adalah:

1. Menambah wawasan bagi peneliti mengenai estimasi biayapenggunaan alat berat pada proyek peningkatan jalan di Desa Hotang Sasa-Simaninggir Bara.
2. Untuk mengetahui bagaimana biaya sewa penggunaan alat berat pada peningkatan jalan di Desa Hotang Sasa-Simaninggir Bara.

3. Menambah referensi bagi pembaca/pengamat tentang penggunaan alat berat pada proyek peningkatan jalan di Desa Hotang Sasa-Simaninggir Bara.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan yang digunakan pada Tugas Akhir ini sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Di dalam bab ini akan menjelaskan tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, ruang lingkup permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan menjelaskan tentang teori yang mendukung judul penelitian, dan mendasari pembahasan secara detail.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang jenis penelitian yang dilakukan, jenis dan sumber data yang diperoleh.

BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang perhitungan produktivitas alat berat.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran untuk penelitian ini.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. Peningkatan Jalan

Peningkatan jalan dilakukan untuk meningkatkan mutu suatu jalan di suatu daerah. Seiring dengan perkembangan sarana transportasi, terutama jalan raya yang semakin pesat. Pada pekerjaan peningkatan jalan juga dibutuhkan alat bantu untuk melakukan pekerjaan peningkatan jalan, yaitu dengan alat bantu menggunakan alat berat. Agar pekerjaannya dapat terlaksana dengan cepat dan tepat waktu.

Oleh karena itu disini sangat diperlukan suatu manajemen biaya untuk mengetahui semua biaya untuk penggunaan alat berat secara lebih rinci. Manajemen waktu penggunaan alat berat yang disamping mempertajam prioritas, juga mengusahakan peningkatan efisiensi dan efektivitas penggunaan alat berat. Pengelolaan proyek agar dicapai hasil dari sumber daya yang tersedia. Semuanya itu untuk mencapai tujuan dari sebuah proyek jalan yaitu kesuksesan yang memenuhi kriteria waktu (jadwal), selain juga biaya (anggaran) dan mutu (kualitas).

Alat-alat berat yang dikenal di dalam ilmu teknik sipil adalah alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu proyek. Alat berat merupakan faktor penting dalam proyek konstruksi terutama proyek-proyek berskala besar. Tujuan dari penggunaan alat berat tersebut adalah untuk memudahkan pekerjaan manusia, sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah dengan waktu yang relatif lebih singkat.

Alat berat sangat berperan penting pada pelaksanaan proyek konstruksi jalan. Namun pada pelaksanaannya penggunaan alat berat memiliki keuntungan serta kerugian.

Keuntungannya yaitu:

1. Memperkecil resiko kecelakaan tenaga buruh.
2. Memperbesar produksi dan volume pekerjaan.
3. Mempercepat waktu pelaksanaan.
4. Meningkatkan mutu pekerjaan.
5. Keseragaman produksi dan hasil kerja.

Kerugiannya yaitu:

1. Memerlukan modal yang besar.
2. Diperlukan sarana jalan untuk mobilisasi ke lokasi pekerjaan.
3. Memerlukan ketelitian dalam menghitung biaya, analisa harga dan menentukan alat berat yang akan digunakan.

Faktor-faktor untuk mengetahui jenis-jenis biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan alat berat adalah sebagai berikut:

1. Anggaran Biaya Proyek

Anggaran biaya suatu proyek bangunan ialah menghitung banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan analisis, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan atau proyek. Harga satuan pekerjaan merupakan jumlah harga dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis.

2. Pengenalan Alat-alat Berat

Alat-alat berat yang sering dikenal di dalam ilmu teknik sipil merupakan alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pembangunan suatu struktur bangunan.

Tujuan penggunaan alat berat tersebut adalah untuk mempermudah manusia dalam mengerjakan pekerjaannya, sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah dengan waktu yang relatif lebih singkat.

Alat-alat berat dalam fungsinya pada suatu proyek memegang peranan penting. Dimana dalam setiap pengoperasiannya alat berat ini membutuhkan biaya yang cukup besar, sehingga alat berat harus dimanfaatkan seoptimal mungkin.

3. Jenis dan Kapasitas Produksi Alat Berat

Dalam pelaksanaan pekerjaan dengan menggunakan alat berat terdapat faktor yang mempengaruhi produktifitas alat yaitu efisiensi alat. Bagaimana efektifitas alat tersebut bekerja tergantung dari beberapa hal yaitu:

- a. Kemampuan operator alat berat.
- b. Pemilihan dan pemeliharaan alat.
- c. Perencanaan dan pengaturan letak alat.
- d. Kondisi cuaca.

4. Kombinasi dan Keseimbangan Alat

Dalam banyak kasus penanganan pekerjaan teknik sipil yang dibutuhkan beberapa jenis alat yang harus bekerja secara bersama-sama sebagai satu tim. Permasalahan utama yang harus dilaksanakan adalah mendapatkan suatu keseimbangan tim agar terhindar dari kemungkinan *bunching effect* dan akhirnya *idle time* dari satu atau beberapa jenis alat. *Bunching effect* adalah berkumpulnya alat berat dengan tidak semestinya pada satu lokasi, sedangkan *idle time* adalah waktu nganggur yang terjadi pada alat berat.

2.2. Klasifikasi Fungsional Alat Berat

Klasifikasi fungsional alat berat adalah pembagian alat berdasarkan fungsi-fungsi utama alat. Berdasarkan fungsi alat berat dapat dibagi sebagai berikut:

- a. Alat penggali, seperti alat berat *excavator*
- b. Alat pengangkut material, seperti *balt truck* dan *wagon*.
- c. Alat pemindah material, seperti *loader* dan *dozer*
- d. Alat pemadat, seperti *tamping roller* dan *compactor*.

2.3. Klasifikasi Operasional Alat Berat

Alat-alat berat dalam pengoperasiannya dapat dipindahkan dari satu tempat ke tempat yang lain atau tidak dapat digerakkan. Jadi klasifikasi alat berdasarkan penggerakannya dapat dibagi menjadi berikut:

- a. Alat dengan penggerak, seperti *crawler* atau roda kelabang dan ban karet.
- b. Alat statis, seperti *tower crane*, *batching plant*, dan *crasher plat*.

Langkah-langkah menganalisis keseimbangan alat secara umum adalah sebagai berikut:

- a. Data seluruh kuantitas dan persyaratan kualitas pekerjaan yang menjadi sasaran untuk diselesaikan serta patokan jangka waktu pelaksanaan yang tersedia.
- b. Pilih jenis alat lengkap dengan data kapasitas dan data lainnya yang berkaitan dengan pengoperasian yang dibutuhkan dengan mendasarkan pada sasaran kualitas pekerjaan yang akan ditangani.
- c. Hitung waktu siklus masing-masing alat berdasarkan kondisi rata-rata yang mungkin terjadi.
- d. Perkirakan faktor efisiensi berdasarkan kondisi alat, tempat kerja, dan metode kerja yang akan diterapkan.
- e. Hitung kapasitas kerja masing-masing alat untuk per unitnya.
- f. Hitung kebutuhan unit jenis alat berdasarkan perbandingan besarnya kapasitas kerja masing-masing alat dan berpatokan pada kapasitas jenis alat yang terbesar.

Dalam pekerjaan jalan kegiatan yang perlu diperhatikan adalah pemuatan dan pengangkutan material. Untuk merencanakan penyesuaian alat pemuat dengan alat pengangkut untuk menghindari pemborosan, maka diusahakan idle time sekecil-kecilnya. Langkah-langkah penyesuaian yang ditempuh meliputi:

1. Penyesuaian Kelas Alat Pemuat Dan Alat Pengangkut Yang Digunakan.
Penyesuaian kelas harus dipertimbangkan terhadap:
 - a. Alat pemuat harus sesuai dengan tinggi alat pengangkut yang digunakan.
 2. Alat pemuat ke dalam alat pengangkut yang ideal tidak terlalu banyak (sebaiknya antara 3 sampai 5 kali).

2. Penyesuaian Jumlah.

Jumlah alat pemuat dan alat pengangkut harus selaras. Jika tidak maka akan terjadi *bunching effect* (berkumpulnya alat berat dalam satu lokasi), yang pada akhirnya akan menyebabkan alat berat menganggur.

Pada pekerjaan konstruksi jalan dengan skala besar penggunaan alat berat merupakan suatu kebutuhan yang sangat penting. Selain mempercepat laju volume pekerjaan juga mengurangi tenaga manusia dalam melakukan pekerjaan yang berat, dimana tenaga manusia hanya dipakai sebagai pengoperasi

alat/operator alat. Pada penggunaan alat berat ada tiga aspek penting yang dapat dipertimbangkan yaitu:

A. Waktu

Waktu merupakan pedoman dalam melakukan suatu pekerjaan berapa lama waktu menyelesaikannya. Waktu siklus adalah lama yang diperlukan untuk merampungkan satu siklus pekerjaan. Dalam hal ini dapat menarik kesimpulan bahwa kecepatan waktu penyelesaian sebuah pekerjaan sangatlah penting, dimana suatu pekerjaan memiliki urutan kerja dan waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pekerjaan tersebut.

B. Material

Material merupakan suatu bahan yang akan dikerjakan, dipindahkan, didorong, digali dan dipadatkan oleh alat berat. Tanah atau material akan mengalami perubahan yang disebabkan oleh unsur tanah itu sendiri. Perubahan itulah yang akan memberikan perlawanan terhadap alat pemindahannya.

C. Efisiensi

Faktor efisiensi adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kerja alat berat pada saat pelaksanaannya dilapangan. Ada dua faktor yang menyebabkan perlu memperhitungkan faktor efisiensi kerja. Kedua faktor tersebut adalah faktor efisiensi kerja. Kedua faktor tersebut adalah faktor mesin dan faktor manusia sebagai operatornya.

Peran seorang operator juga akan sangat mempengaruhi produksi kerja alat dan juga waktu kerja alat. Seberapa jauh operator mampu memperkecil waktu siklus pada setiap pengoperasian alat berat. Karena produksi kerja alat sangat dipengaruhi oleh waktu siklus yang semakin pendek.

Pemilihan dan pengendalian alat berat adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan alat berat untuk mencapai tujuan pekerjaan yang ditentukan.

2.4. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pemilihan Alat Berat

Menurut Wilopo (2011), pemilihan dan pengendalian alat berat adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan alat berat untuk mencapai tujuan pekerjaan yang ditentukan.

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

1. Fungsi yang harus dilaksanakan. Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, seperti untuk menggali, mengangkut, meratakan permukaan.
2. Kapasitas peralatan. Pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat material yang harus dikerjakan. Kapasitas alat yang dipilih harus sesuai sehingga pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan.
3. Cara operasi. Alat berat dipilih berdasarkan arah (horizontal maupun vertikal) dan jarak gerakan, kecepatan, frekuensi gerakan.
4. Pembatasan dari metode yang dipakai. Pembatasan yang mempengaruhi pemilihan alat berat antara lain peraturan lalu lintas, biaya, dan pembongkaran. Selain itu metode konstruksi yang dipakai dapat membuat pemilihan alat dapat berubah.
5. Ekonomi. Selain biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor penting di dalam pemeliharaan alat berat.
6. Jenis proyek. Ada beberapa jenis proyek yang umumnya menggunakan alat berat. Proyek-proyek tersebut antara lain proyek gedung, jalan, jembatan, irigasi dan pembukaan hutan.
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 yang akan dipakai. Tanah dapat dalam kondisi padat, lepas, keras, atau lembek.
9. Kondisi lapangan. Kondisi dengan medan yang sulit dan medan yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

Selain itu, hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menyusun rencana kerja alat berat antara lain:

1. Volume pekerjaan yang harus diselesaikan dalam batas waktu tertentu:
2. Dengan volume pekerjaan yang ada tersebut dan waktu yang telah ditentukan harus ditetapkan jenis dan jumlah alat berat yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. (Setiadi, Effendi, Wiranto, & Mudianto, n.d.)

2.5. Manajemen Alat Berat

Manajemen pemilihan dan pengendalian alat berat adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan alat berat untuk mencapai tujuan pekerjaan yang ditentukan. Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan alat berat sehingga kesalahan dalam pemilihan alat dapat dihindari, antara lain adalah:

- a. Fungsi yang harus dilaksanakan. Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, seperti untuk menggali, mengangkat, meratakan permukaan.
- b. Kapasitas peralatan. Pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat material yang harus dikerjakan. Kapasitas alat yang dipilih sesuai sehingga pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan.
- c. Cara operasi. Alat berat dipilih berdasarkan arah (horizontal maupun vertikal) dan jarak gerakan, kecepatan, frekuensi gerakan.
- d. Ekonomi. Selain biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor penting di dalam pemeliharaan alat berat.
- e. Jenis proyek. Ada beberapa jenis proyek yang umumnya menggunakan alat berat. Proyek-proyek tersebut antara lain proyek gedung, pelabuhan, jalan, jembatan, dan pembukaan hutan.
- f. 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.
- g. Jenis dan daya dukung tanah. Jenis tanah di lokasi dan jenis material yang akan dikerjakan dapat mempengaruhi alat yang akan dipakai. Tanah dalam kondisi padat, lepas, keras, atau lembek.

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

Dalam peningkatan jalan ini ada beberapa alat berat yang digunakan untuk mempermudah para pekerja melakukan pekerjaan dalam peningkatan jalan yang akan dilakukan. Ada beberapa jenis alat berat yang digunakan, saya hanya membahas 5 jenis alat berat yang digunakan, 5 jenis alat berat itu adalah:

2.6. Produktivitas Alat Berat

Menurut kamus besar Bahasa Indonesia Produktivitas adalah kemampuan untuk menghasilkan sesuatu, sehingga dapat dikatakan bahwa produktivitas alat berat adalah kemampuan alat berat untuk menghasilkan sesuatu persatuan waktu. Produktivitas alat berat bergantung pada tiga faktor yaitu: waktu siklus, material, dan efisiensi.

1. Waktu siklus

Dalam setiap pekerjaan pemindahan material, alat berat beroperasi menurut pola siklus tertentu: memuat, mengangkat, membuang, dan kembali ke tempat pemuatan atau kombinasi dari keempatnya. Waktu siklus adalah jangka waktu yang dibutuhkan alat berat untuk merampung serangkaian operasi kerja. Untuk menaksir waktu siklus suatu alat berat yaitu dimulai ketika alat sudah siap untuk beroperasi. Pengangkutan waktu siklus dilakukan beberapa kali, kemudian dihitung berapa rata-rata dari waktu siklus tersebut. Waktu siklus diketahui guna menaksir produksi.

Waktu siklus dapat digolongkan dalam dua kategori yaitu, waktu tetap dan waktu variabel. Waktu tetap adalah waktu yang digunakan untuk memuat dan membuang, termasuk pengolahan gerak yang mungkin perlu dilakukan. Bagian siklus ini cukup konstan tidak peduli panjangnya jarak angkut dan kembali ketempat pemuatan.

Waktu variabel adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat dan kembali ketempat pemuatan dalam satu siklus. Waktu ini berubah-ubah sesuai dengan jarak dan kondisi jalan angkutan antar daerah pemuatan dan daerah pembuangan.

2. Material

Khusus untuk pekerjaan alat berat, yang dimaksudkan dengan material disini adalah tanah yang meliputi:

- a. Batu yang dalam hal ini sebagai tanah yang berukuran butir besar atau berbentuk bongkahan berupa granit, batu kapur, cadas, dan lain-lain
- b. Tanah dalam hal ini merupakan campuran batu-batu yang berukuran butir kecil
- c. Campuran batu dengan tanah

3. Efisiensi

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

2.7. Kombinasi dan Keseimbangan Alat

Dalam banyak kasus penanganan pekerjaan teknik sipil dibutuhkan beberapa jenis alat yang harus bekerja secara bersama-sama sebagai satu tim. Permasalahan utama yang harus dilaksanakan adalah mendapatkan suatu keseimbangan tim agar terhindar dari kemungkinan *bunching effect* dan akhirnya *idle time* dari satu atau beberapa jenis alat. *Bunching effect* adalah berkumpulnya alat berat dengan tidak semestinya pada suatu lokasi, sedangkan *idle time* adalah waktu nganggur yang terjadi pada alat berat yang berkapasitas lebih besar dibandingkan kapasitas alat pasangannya.

Langkah-langkah menganalisis keseimbangan alat secara umum adalah sebagai berikut:

- a. Datakan keseluruhan kuantitas dan persyaratan kualitas pekerjaan yang menjadi sasaran untuk diselesaikan serta patokan jangka waktu pelaksanaan yang tersedia.
- b. Pilih jenis alat lengkap dengan data kapasitas dan data lainnya yang berakitan dengan pengoperasian yang dibutuhkan dengan mendasarkan pada sasaran kualitas dan kuantitas pekerjaan yang akan ditagani.
- c. Hitung waktu siklus masing-masing alat berdasarkan kondisi rata-rata yang mungkin terjadi.

- d. Perkiraan faktor efisiensi berdasarkan kondisi alat, tempat kerja, dan metode kerja yang akan diterapkan.
- e. Hitung kapasitas kerja masing-masing alat untuk per-unitnya.
- f. Hitung kebutuhan unit jenis alat berdasarkan perbandingan besarnya kapasitas kerja masing-masing alat dan berpatokan pada kapasitas jenis alat yang terbesar.

2.8. Fungsi Dan Cara Kerja Alat Berat

Afrilia (2018) pembagian alat berat berdasarkan fungsi utama alat antara lain:

2.8.1 *Excavator*



Gambar 2.1: Alat berat *Excavator* (Yang digunakan di proyek)

Excavator adalah alat berat yang selalu ada dalam kegiatan konstruksi awal, alat berat ini merupakan alat yang berperan penting dalam pekerjaan galian tanah. Alat berat ini bekerja dengan mengeruk atau menggali material dengan menggunakan *bucket* yang dipasang di bagian depan yang ada dibawah permukaan tanah ataupun diatas alat itu sendiri untuk dipindahkan ke suatu tempat yang telah ditentukan. Alat penggeraknya adalah traktor dengan roda ban atau *crawler*. *Backhoe* bekerja dengan cara menggerakkan *bucket* ke arah bawah dan kemudian menariknya menuju badan alat.

Dengan demikian dikatakan bahwa *backhoe* menggali material yang berada di bawah permukaan tempat alat tersebut berada.

Tabel 2.1: Faktor *bucket* (*bucket fill factor*) (Fb) untuk *excavator Backhoe* (Permen PUPR No 28 (2016)).

Kondisi operasi	Kondisi lapangan	Faktor <i>bucket</i> (Fb)
Mudah	Tanah biasa, lempung, tanah lembut	1,1 – 1,2
Sedang	Tanah biasa berpasir, kering	1,0 – 1,1
Agak sulit	Tanah biasa berbatu	1,0 – 0,9
Sulit	Batu pecah hasil	0,9 – 0,8

Tabel 2.2: Faktor konversi galian (Fv) untuk alat *Excavator* (Permen PUPR No 28 (2016)).

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

Tabel 2.3: Faktor efisiensi kerja alat (Fa) *Excavator* (Permen PUPR No 28 (2016)).

Kondisi operasi	Faktor efisiensi
Baik	0,83
Sedang	0,75
Agak kurang	0,67
Kurang	0,58

Tabel 2.4: Waktu Gali (detik) (Permen PUPR No 28 (2016)).

No	Kondisi Gali/Kedalaman Gali	Ringan	Sedang	Agak Sulit	Sulit
1	0-< 2 m	6	9	15	26
2	2 m- < 4 m	7	11	17	28
3	4 m-lebih	8	13	19	30

Tabel 2.5: Waktu Putar (detik) Permen PUPR No 28 (2016)).

No	Sudut Putar	Waktu Putar
1	45°-90°	4-7
2	90° -180°	5-8

Produksi excavator dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini yaitu dengan menggunakan Pers 2.1.

$$Q = \frac{V \times F_b \times F_a \times 60}{T_s \times F_k} \quad (2.1)$$

Keterangan:

- Q = Produktivitas kerja (m³/jam)
- Fb = Faktor bucket
- Fa = Faktor efisiensi alat
- Fk = Faktor pengembangan tanah/berat isi padat (BIP) dibagi berat isi lepas (BIL)
- Ts = Waktu siklus (menit)
- T1 = Lama menggali, memuat dan lain-lain (menit)
- T2 = Swing kembali dan lain-lain (menit)
- Ts = Waktu siklus, T1 + T2 (menit)
- 60 = perkalian 1 jam ke menit

2.8.2 *Dump truck*



Gambar 2.2: Alat Berat *Dump Truck* (Yang digunakan di proyek)

Dump truck adalah alat berat yang digunakan untuk mengangkut atau memindahkan suatu material dari tempat yang satu ke tempat yang lain. Sehingga jalan angkut yang dilalui dapat berupa jalan datar, tanjakan dan turunan. Untuk mengendarai *Dump Truck* pada medan yang berbukit diperlukan keterampilan operator atau supir. Operator harus segera mengambil tindakan dengan memindahkan gigi ke gigi rendah bila mesin mulai tidak mampu bekerja pada gigi yang tinggi. Hal ini perlu dilakukan agar *Dump Truck* tidak berjalan mundur karena tidak mampu menanjak pada saat terlambat memindahkan pada gigi yang rendah. Untuk jalan yang menurun perlu juga dipertimbangkan menggunakan gigi rendah, karena kebiasaan berjalan pada gigi tinggi dengan hanya mengandalkan pada rem (*brakes*) sangat berbahaya dan dapat berakibat kurang baik

Tabel 2.6: Faktor efisiensi alat *Dump truck* (Permen PUPR No 28 (2016))

KONDISI KERJA	EFISIENSI KERJA
Baik	0,83
Sedang	0,80
Kurang baik	0,75
Buruk	0,70

Tabel 2.7: Kecepatan *Dump truck* dan kondisi lapangan (Permen PUPR No 28 (2016))

Kondisi lapangan	Kondisi beban	Kecepatan (v) km/h
Datar	Isi	40
	Kosong	60
Menanjak	Isi	20
	Kosong	40

Menurun	Isi	20
	Kosong	40
Kecepatan tersebut adalah perkiraan umum. Besar kecepatan bisa berubah sesuai dengan medan, kondisi jalan, kondisi cuaca setempat, serta kondisi kendaraan.		

Untuk menghitung produktivitas *dump truck* dapat dihitung dengan menggunakan Pers 2.2.

Dump Truck

$$\text{Kapasitas produksi/jam, } Q = \frac{V \times F_k \times 60}{D \times T_s}, \text{ gembur} \quad (2.2)$$

Keterangan:

Q = Kapasitas Produksi dump Truck (m^3/jam)

V = Kapasitas Bak (Ton)

F_k = Faktor Pengembangan bahan

D = Berat isi material (lepas, gembur) (Ton/m^3)

V_1 = kecepatan rata-rata bermuatan, (15-25) (km/jam)

V_2 = kecepatan rata-rata kosong, (25-35) (km/jam)

Sebelum jumlah produktivitas diketahui perlu dihitung waktu siklus pekerjaan alat-alat tersebut dengan menggunakan Pers.2.6.

$$C_{mt} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 \quad (2.6)$$

Keterangan:

C_{mt} = waktu siklus

$$T_1 = \text{Memuat } \frac{V \times 60}{D \times Q_{exc}} \text{ menit} \quad (2.7)$$

$$T_2 \text{ adalah waktu tempuh isi} = \frac{L}{V_1} \times 60 \text{ (menit)} \quad (2.8)$$

$$T_3 \text{ adalah waktu tempuh kosong} = \frac{L}{V_2} \times 60 \text{ (menit)} \quad (2.9)$$

T4 adalah waktu lain-lain (menit)

Untuk menghitung produksi *Dump Truck* per-hari menggunakan Pers.2.10.

$$Pdth = \text{Produktivitas } \textit{Dump Truck} \times \text{Jam Kerja} \quad (2.10)$$

Untuk menghitung jumlah *Dump Truck* yang dibutuhkan menggunakan Pers.2.11.

$$Jdt = \frac{\textit{Site out put Excavator}}{\text{Produksi } \textit{Dumtp Truck} \text{ per-hari}} \quad (2.11)$$

2.8.3 *Wheel Loader*



Gambar 2.3: Alat Berat *Wheel Loader* (Andi Tenrisukki Tenriajeng, 2003)

Wheel loader adalah *tractor* dengan roda karet yang dilengkapi dengan sebuah perlengkapan kerja, yaitu *bucket* yang berfungsi untuk menggali , membawa dan memuat. *Wheel Loader* biasa digunakan untuk mengangkat

material yang akan dimuat ke dalam *Dump Truck* atau memindahkan material ke tempat lain. Saat *Wheel Loader* menggali, *bucket* didorong pada material, jika *bucket* telah penuh maka traktor mundur dan *bucket* diangkat ke atas untuk selanjutnya dipindahkan. Efisiensi untuk daerah kerja kering rata dan koko karena memiliki mobilitas yang tinggi. *Wheel Loader* juga bergerak dengan articulated yang memberikan ruang gerak fleksibel yang tidak bisa dilakukan oleh *crawler loader*.

Fungsi *Wheel Loader* yang paling umum adalah untuk memuat material kedalam alat pengangkut. Pada area yang datar alat pengangkut dapat diletakkan didekat *Wheel Loader* sehingga gerakannya lebih mudah.

Tabel 2.8: Faktor Efisiensi Alat (Permen PUPR No 28 (2016))

Kondisi Operasi	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60

Untuk menghitung produktivitas *wheel loader* digunakan Pers 2.12.

a). Untuk memuat agregat ke atas dump truck

$$\text{Kapasitas produksi/jam } Q = \frac{v \times F_b \times F_a \times 60}{T_s} \text{ gembur} \quad (2.12)$$

Keterangan:

V = Kapasitas bucket; (1,50 m³, munjung) (m³)

F_b = faktor bucket

F_a = faktor efisiensi alat

T_s = Waktu siklus (memuat dan lain-lain); (0,45 menit) (menit)

Tabel 2.9: Faktor *bucket* untuk *wheel loader* dan *track loader* (Permen PUPR No 28 (2016))

Kondisi Penumpahan	<i>Wheel loader</i>	<i>Track loader</i>
Mudah	1,0-1,1	1,0-1,1
Sedang	0,85-0,95	0,95-1,1
Agak sulit	0,80-0,85	1,0-0,9
Sulit	0,75-0,80	0,9-0,8

Tabel 2.10: Faktor Efisiensi Alat (Permen PUPR No 28 (2016))

Kondisi Operasi	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60

b). Untuk mengambil agregat dari *stock pile* ke dalam *cold bin AMP*

$$\text{Kapabilitas produksi/jam} = Q = \frac{v \times F_b \times F_a \times 60}{T_s} \text{ m}^3, \text{ gembur} \quad (2.13)$$

Keterangan:

V = Kapasitas bucket (1,50 m³, munjung) (m³)

F_b = Faktor bucket (Tabel 13)

F_a = Faktor efisiensi alat (tabel 4)

L = Jarak dari *stock pile* ke *cold bin* (m)

V₁ = Kecepatan rata-rata bermuatan, (15-25) (km/jam)

V₂ = Kecepatan rata-rata kosong, (25-35) (km/jam)

T₁ = Waktu Tempuh isi; (L/V₁) x 60 (menit)

T₂ = Waktu empuk kosong; (L/V₂) x 60 (menit)

Z = Waktu pasti (mengisi, berputar, menumpuk); asumsi (0,60-0,75)

Menit (menit)

60 = Konversi dari jam ke menit

Ts = Waktu siklus, $Ts = T1 + T2$ (menit)

c). Untuk mengisi batu ke dalam *stone crusher*, sama dengan dari *stock pile* ke dalam *Cold Bin AMP*, kecuali F_b diambil 0,75 (kondisi sulit)

untuk menghitung waktu siklus alat berat *Wheel Loader* menggunakan Pers.2.14.

$$C_m = 2 \times \frac{L}{V_1} + Z \quad (2.14)$$

Keterangan:

D = jarak angkut

F = kecepatan waktu

Z = Waktu tetap

2.9. Faktor Efisiensi kerja Alat Berat

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. Pada kenyataan yang sebenarnya sulit untuk menentukan besarnya efisiensi kerja tetapi berdasarkan pengalaman-pengalaman dapatlah ditentukan faktor efisiensi yang mendekati kenyataan. (Maddeppungeng, n.d.)

Menurut dwiputra (2017) ada tiga faktor yang menyebabkan kita perlu memperhitungkan faktor efisiensi kerja diantaranya:

1. Faktor efisiensi waktu

Efisiensi waktu merupakan salah satu faktor yang harus diperhitungkan dalam penentuan taksiran produksi alat yang digunakan yang dinilai berdasarkan kondisi pekerjaan seperti ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 2.11: Faktor efisiensi waktu (*kapasitas dan produksi alat berat (Komatsu specificational and application handbook) edition-7*)

Kondisi operasi	Efisiensi waktu
Ideal	1,00
Baik	0,85
Sedang	0,75
Kurang	0,60

2. Faktor efisiensi kerja

Sebagaimana efisiensi waktu, efisiensi kerja pun mutlak diperhitungkan untuk menentukan taksiran produksi alat dengan memperhatikan keadaan medan dan keadaan alat. Efisiensi kerja tergantung pada banyak faktor, seperti: topografi, keahlian operator, pemilihan standar pemeliharaan, dan sebagainya yang menyangkut operasi alat.

3. Efisiensi Operator

Faktor manusia sebagai operator alat sangat sukar ditentukan dengan tepat, sebab selalu berubah-ubah dari waktu ke waktu, bahkan dari jam ke jam, tergantung pada keadaan cuaca, kondisi alat yang dikemukakan, suasana kerja dan lain-lain. Biasanya memberikan perangsang dalam bentuk bonus dapat mempertinggi efisiensi operator alat. Dalam kerja seorang operator tak akan dapat bekerja secara penuh, sebab selalu ada hambatan-hambatan yang tak dapat dihindari seperti pergantian komponen yang rusak, memindahkan alat ke tempat lain, dan sebagainya. Nilai efisiensi operator dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.12: Nilai Efisiensi Operator (*Ir. Riduan R. Amin, M.T, manajemen peralatan berat untuk jalan*).

Kondisi kerja	Efisiensi
Baik	1,00
Normal	0,8
Jelek	0,7

2.10. Perhitungan Harga Satuan Dasar Alat

Harga satuan dasar alat yang digunakan adalah biaya yang dikeluarkan untuk operasional alat dalam satu satuan (jam, atau hari kerja).

Biaya operasi peralatan terdiri dari:

2.11. Biaya pasti

Biaya pasti adalah biaya pemulihan (pengembalian) modal berikut bunganya yang lazim disebut dengan biaya penyusutan atau depresiasi. Perhitungan biaya pasti untuk segala jenis peralatan pada dasarnya sama, besarnya dipengaruhi oleh suasana moneter (bunga bank) dan umur rencana alat.

2.12. Biaya Tidak Pasti Atau Biaya Operasi

Biaya tidak pasti atau biaya operasi pada alat berat terbagi dalam beberapa bagian yaitu, (Setiawan, Soeparyanto, & Prasetia, 2019)

2.12.1. Komponen Biaya Operasi

Komponen biaya operasi tiap unit peralatan dihitung berdasarkan bahan yang diperlukan sebagai berikut:

a. Biaya Bahan Bakar

Kebutuhan bahan bakar tiap jam dihitung berdasarkan data tenaga kerja mesin penggerak sesuai dengan yang tercantum dalam manual pemakaian bahan bakar yang digunakan untuk proses produksi (misalnya untuk

pengeringan/pemanasan agregat atau pemanasan aspal pada peralatan AMP (*Asphalt Mixing Plant*), serta pemanasan permukaan perkerasan pada *Hot Recycler*).

b. Biaya Minyak Pelumas

Minyak pelumas yang meliputi minyak pelumas mesin, minyak pelumas hidrolis, pelumas transmisi, dan minyak pelumas lainnya, kebutuhan per jam dihitung berdasarkan kebutuhan jumlah minyak pelumas dibagi tiap berapa jam minyak pelumas yang bersangkutan harus diganti sesuai dengan manual pemeliharaan dari pabrik pembuat.

c. Biaya bengkel

Pemeliharaan peralatan rutin seperti penggantian saringan udara, saringan bahan bakar, saringan minyak pelumas serta perbaikan ringan lainnya.

d. Biaya perawatan dan perbaikan

Biaya perbaikan meliputi:

1. Biaya penggantian ban (untuk peralatan yang menggunakan ban).
2. Biaya penggantian komponen-komponen yang aus (yang penggantianannya sudah dijadwalkan) seperti *Swing* dan *Fixed Jaw* pada *Jaw Crusher*, *Cutting Edge* pada pisau *Bulldozer* dan lain-lain.
3. Penggantian baterai/*accu*
4. Perbaikan *Undercarriage* dan *Attacement* termasuk penggantian suku cadang
5. Biaya bengkel

e. Upah operator/*Driver* dan pembantu operator/*Driver*

Besarnya upah untuk operator/*driver* dan pembantu operator diperhitungkan sesuai dengan “besar perhitungan upah kerja”, tetapi upah per jam diperhitungkan upah 1 jam kerja efektif.

2.12.2. Perhitungan Biaya Operasi

a. Biaya Bahan Bakar

Banyaknya bahan bakar per jam yang digunakan oleh mesin penggerak dan tergantung pada besarnya kapasitas tenaga mesin, biasanya diukur dengan satuan HP (*Horse Power*). Maka dihitung dengan menggunakan Pers 2.15.

$$H = (12,00 \text{ s/d } 15,00)\% \times \text{HP} \quad (2.15)$$

Keterangan:

H : Banyaknya bahan bakar yang dipergunakan dalam 1 jam dengan satuan liter/jam

HP : *Horse Power*, kapasitas tenaga mesin penggerak

12,00% : Untuk alat yang berfungsi ringan

15,00% : Untuk alat yang berfungsi berat

b. Biaya Minyak Pelumas

Banyaknya minyak pelumas (termasuk pemakaian yang lain serta Grease) yang dipergunakan oleh peralatan yang bersangkutan dihitung dengan rumus dan berdasarkan kapasitas tenaga mesin.

Maka dihitung dengan menggunakan Pers.2.16.

$$l = (2,5 \text{ s/d } 3)\% \times \text{HP} \quad (2.16)$$

Keterangan:

l : Banyaknya minyak pelumas yang dipakai dalam 1 jam dengan satuan liter/jam

HP : Kapasitas tenaga mesin

2,5% : Alat berat untuk pemakaian ringan

3% : Alat berat untuk pemakaian berat

c. Biaya Bengkel (J)

Besarnya biaya bengkel (*Workshop*) tiap jam dihitung dengan menggunakan Pers 2.17.

$$J = (6,25 \text{ s/d } 8,75)\% \times B/W \quad (2.17)$$

Keterangan:

B : Harga pokok alat setempat

W : Jumlah jam kerja alat dalam satu tahun

6,25% : Alat berat untuk pemakaian ringan

8,75% : Alat berat untuk pemakaian berat

d. Biaya Perbaikan (K)

Untuk menghitung biaya perbaikan termasuk penggantian suku cadang yang aus dihitung menggunakan Pers 2.18.

$$K = (12,5\% \text{ s/d } 17,5\%) \times B/W \quad (2.18)$$

Keterangan :

- B : Harga pokok alat setempat
W : Jumlah jam kerja alat dalam satu tahun
12,5% : Alat berat untuk pemakaian ringan
17,5% : Alat berat untuk pemakaian berat

e. Upah Operator/*driver* (L) dan pembantu operator (M)

Upah operator dan pembantu operator dihitung dengan menggunakan Pers 2.19.

$$L = 1 \text{ orang/jam} \times U_1 \quad (2.19)$$

$$M = 1 \text{ orang/jam} \times U_2 \quad (2.20)$$

f. Biaya Operasi (P)

Dihitung dengan menggunakan Pers 2.21.

$$P = H + I + J + K + L + M \quad (2.21)$$

Keterangan:

- H : Banyaknya bahan bakar yang dipergunakan dalam 1 jam dengan satuan liter/jam
I : Banyaknya minyak pelumas yang dipakai dalam 1 jam dengan satuan liter/jam
J : Besarnya biaya bengkel (*Workshop*) tiap jam
K : Biaya perbaikan termasuk penggantian suku cadang yang aus
L : Upah operator
M : Upah pembantu operator

2.13. Biaya Mobilisasi Dan Demobilisasi

Alat berat yang disewa dari suatu tempat, membutuhkan biaya transportasi alat tersebut ke lokasi proyek dan biaya transportasi alat tersebut kembali ketempat asalnya.

Untuk alat-alat berat tertentu bahkan diperlukan kendaraan khusus untuk mengangkat alat berat tersebut ke lokasi proyek dan sebaliknya. Biaya-biaya yang diperlukan ini termasuk biaya mobilisasi dan demobilisasi.

Biaya mobilisasi dan demobilisasi tergantung dari kendaraan untuk mengangkut alat berat yang disewa, dan jauh dekatnya tempat penyewaan ke lokasi proyek. Jadi masing-masing alat yang disewa dari tempat penyewaan yang berbeda, mempunyai biaya mobilisasi dan demobilisasi yang berbeda-beda.

2.14. Analisis Waktu Penggunaan Alat Berat

Waktu merupakan suatu pedoman untuk manusia melakukan suatu pekerjaan seberapa lamanya kita dapat menyelesaikan pekerjaan tersebut. Waktu siklus adalah lama yang diperlukan untuk merampungkan satu siklus pekerjaan. Hal ini dapat disimpulkan bahwa dalam menyelesaikan suatu pekerjaan kecepatan waktu sangatlah penting, dimana suatu pekerjaan tersebut memiliki kerja dan waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan sebuah pekerjaan.

Pekerjaan konstruksi membutuhkan siklus waktu dalam menyelesaikan pekerjaan. Waktu siklus adalah waktu yang diperlukan alat berat untuk melakukan gerakannya dalam satu siklus kerja. Waktu siklus ini dihitung dari mulainya alat melakukan gerakannya sampai alat tersebut siap untuk melakukan gerakan yang sama berikutnya.

Waktu siklus sangatlah berpengaruh terhadap produksi kerja alat berat, karena waktu siklus adalah faktor penentu dalam menghitung jumlah trip atau rit yang dapat dilakukan dalam satu jam kerja. Besar kecilnya waktu siklus akan menghasilkan tinggi rendahnya produksi kerja alat. Jika sebuah alat angkut bereporasi dengan total waktu siklus relative kecil tentunya akan menghasilkan jumlah trip atau rit yang lebih banyak setiap jam, jumlah trip atau rit yang lebih banyak setiap jam, jumlah trip yang banyak akan menghasilkan produksi kerja yang lebih besar.

2.15. Sistem Manajemen Waktu

Adapun pengertian manajemen waktu proyek adalah proses merencanakan, menyusun dan mengendalikan jadwal kegiatan proyek. Manajemen waktu termasuk ke dalam proses yang akan diperlukan untuk memastikan waktu penyelesaian suatu proyek. Sistem manajemen waktu berpusat pada berjalan atau tidaknya perencanaan dan penjadwalan proyek. Dimana dalam perencanaan dan penjadwalan tersebut telah disediakan pedoman yang spesifik untuk menyelesaikan aktivitas proyek dengan lebih cepat dan efisien.

2.16. Aspek-Aspek Manajemen Waktu

Dasar yang dipakai pada system manajemen waktu yaitu perencanaan operasional dan penjadwalan yang selaras dengan durasi proyek yang sudah ditetapkan. Dalam hal ini penjadwalan digunakan untuk mengontrol aktivitas proyek setiap harinya. Adapun aspek-aspek manajemen waktu yaitu menentukan penjadwalan proyek, mengukur dan membuat laporan dari kemajuan proyek, membandingkan penjadwalan dengan kemajuan proyek sebenarnya di lapangan, menentukan akibat yang ditimbulkan oleh perbandingan jadwal dengan kemajuan di lapangan pada akhir penyelesaian proyek, merencanakan penanganan untuk mengatasi akibat tersebut, yang terakhir memperbaharui kembali penjadwalan proyek. Sedangkan aspek-aspek manajemen waktu itu sendiri merupakan proses yang saling berurutan satu dengan yang lainnya.

2.16.1. Menentukan Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek adalah daftar urutan waktu operasional proyek yang berguna sebagai pokok garis pedoman pada saat proyek dilaksanakan. Pada tahap ini harus dibuat suatu daftar pekerjaan sesuai dengan kesatuan aktivitas yang mudah ditangani secara bersamaan. Tujuan memecah lingkup aktivitas dan menyusun urutannya antara lain untuk meningkatkan akurasi kurva waktu penyelesaian proyek:

1. Penyusunan urutan kegiatan
2. Perkiraan kurun waktu

3. Penyusunan jadwal

1. Penyusunan urutan kegiatan

Setelah diurutkan menjadi komponen-komponen, lingkup proyek disusun kembali menjadi urutan kegiatan sesuai dengan logika ketergantungan (jaringan kerja). Di dalam penyusunan urutan kegiatan adalah bagaimana meletakkan kegiatan tersebut di tempat yang benar, apakah harus bersamaan, setelah pekerjaan yang lain selesai atau sebelum pekerjaan yang lain selesai. Pada penyusunan urutan kegiatan sendiri ada beberapa informasi yang harus diperhatikan yaitu:

- a. *Technological constraints*, yang meliputi metode konstruksi, prosedur dan kualitas.
- b. *Managerial constraints*, yang meliputi sumber daya, waktu, biaya, dan kualitas
- c. *External constraints*, yang meliputi cuaca, peraturan, dan bencana alam.

2. perkiraan kurun waktu

Setelah terbentuk jaringan kerja, masing-masing komponen kegiatan diberikan perkiraan kurun waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan yang bersangkutan, juga perkiraan sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan tersebut.

Durasi suatu aktivitas adalah panjangnya waktu pekerjaan mulai dari *start* sampai *finish*.

3. Penyusunan jadwal

Jaringan kerja yang masing-masing komponennya telah diberi kurun waktu kemudian secara keseluruhan dianalisa dan dihitung kurun waktu penyelesaian proyek, sehingga dapat diketahui jadwal induk dan jadwal untuk pelaksanaan pekerjaan di lapangan.

Di dalam penyusunan jadwal masukan-masukan yang diperlukan yaitu jenis-jenis aktivitas, urutan setiap aktivitas, durasi waktu aktivitas, kalender (jadwal hari), *milestones* dan asumsi-asumsi yang diperlukan.

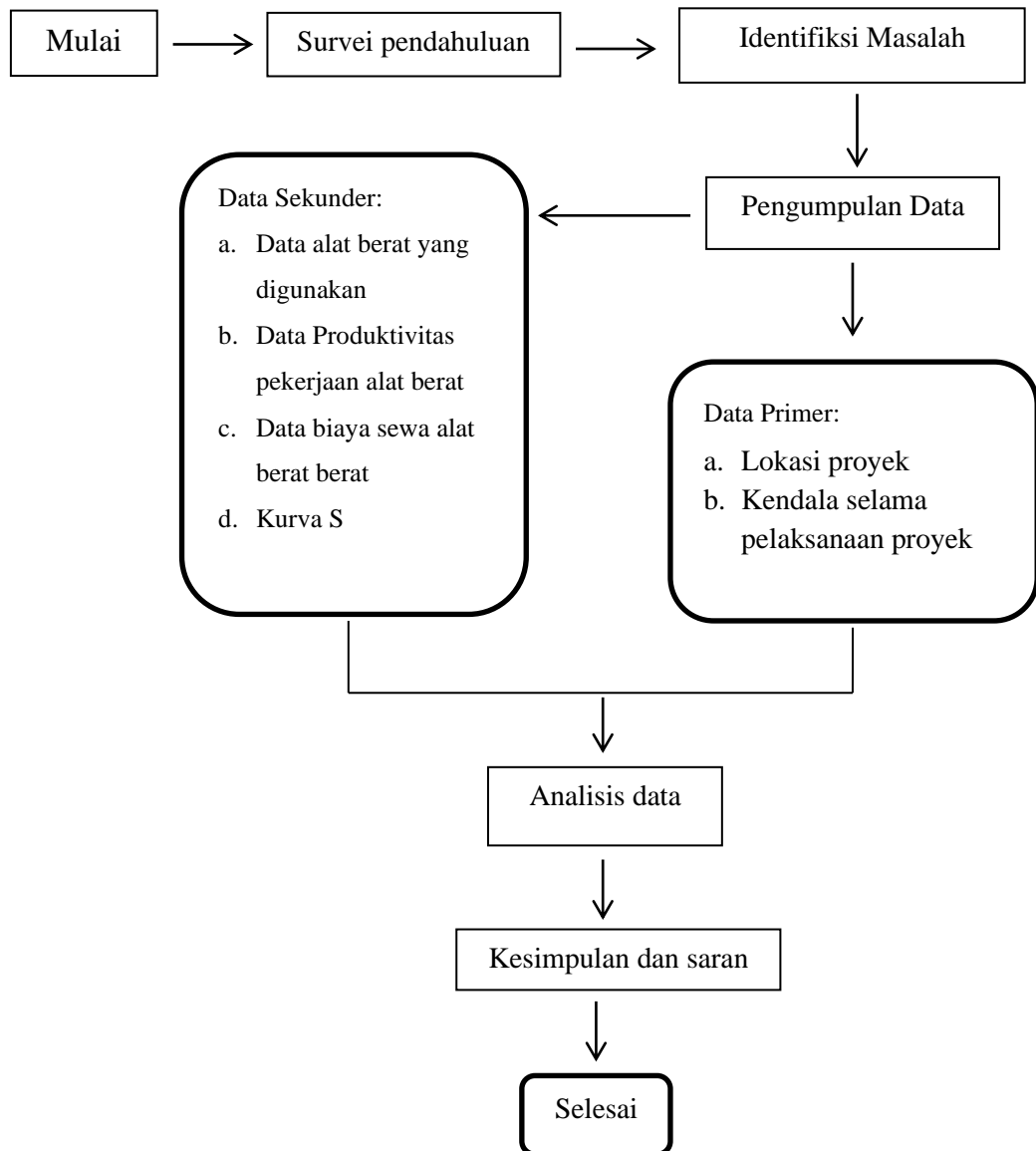
Schedule dibagi menjadi 2 bagian utama yaitu *Master Schedule* dan *Detailed Schedule*. *Master Schedule* berisikan kegiatan-kegiatan utama dari suatu proyek yang dibuat untuk level *executive management*, sedangkan *Detailed Schedule*

merupakan bagian dari *Master Scheduled* yang berisikan detail dari kegiatan-kegiatan utama yang dibuat untuk membantu para pelaksana dalam pengerjaan di lapangan.

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

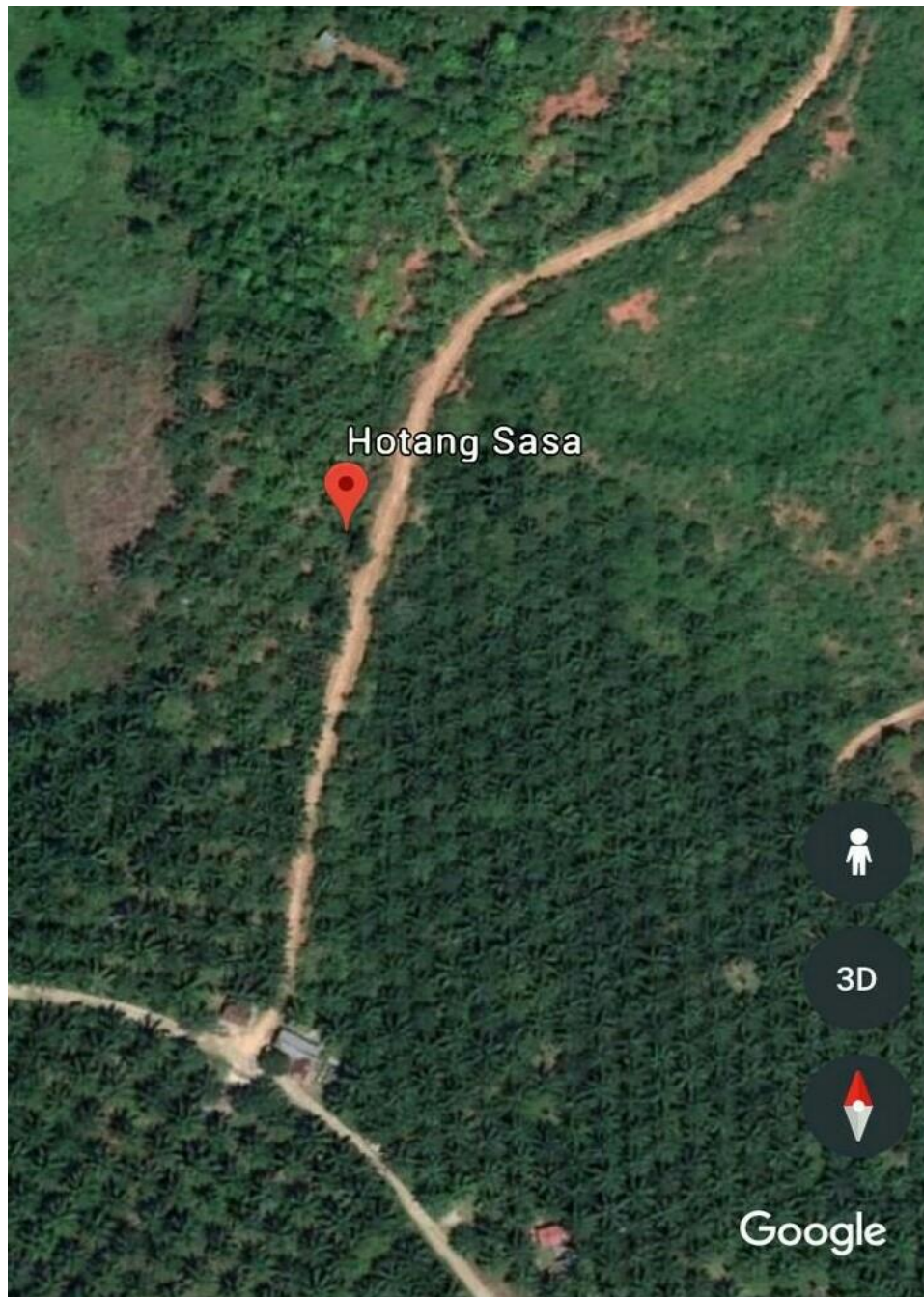
Dibawah ini terdiri dari beberapa bagian bagan alir dari penelitian yang dilakukan,yaitu sebagai berikut:



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian

3.2 Lokasi Proyek

Lokasi proyek berada di Desa Hotang Sasa-Simaninggir Bara Kecamatan Portibi, Kabupaten Padang Lawas Utara.



Gambar 3.2: Lokasi proyek

3.3 Jenis Data Dan Sumber Data

Data yang diperoleh adalah data sekunder. Data sekunder adalah data yang di peroleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Padang Lawas Utara dan dari bagian lapangan pembangunan jalan tersebut.

3.3.1 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dalam format yang sudah tersusun atau terstruktur yang berasal dari instansi terkait yang berwenang, adapun data yang diperoleh yaitu:

- a. Data alat berat yang digunakan
- b. Data produktivitas pekerjaan alat berat
- c. Data biaya sewa alat berat
- d. Kurva S

3.3.2 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari lapangan secara langsung atau melalui wawancara dengan pihak yang bersangkutan yang berada di lapangan, adapun data tersebut yaitu

- a. Lokasi proyek
- b. Kendala selama pelaksanaan proyek

3.4 Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini pengumpulan data yang dilakukan ialah dengan melakukan wawancara dengan pihak Bina Marga dari Kantor Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Padang Lawas Utara.

3.5 Analisis Data

Dalam melakukan analisis biaya dan waktu maka yang dibutuhkan ialah bagaimana kebutuhan alat berat untuk peningkatan jalan di Desa Hotang Sasa-Simaniggir Bara dan bagaimana waktu yang dibutuhkan alat berat untuk melakukan pekerjaan peningkatan jalan. Maka perlu dilakukan penyusunan urutan

pekerjaan yang akan dilakukan oleh alat berat, penerapan analisis biaya dan waktu, dan perhitungan produktivitas alat berat.

BAB 4

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Pengolahan Data Galian

Analisa data ini adalah untuk mendapatkan produktivitas alat berat, dan waktu siklus yang bekerja pada proyek galian pada peningkatan jalan di Desa Hotang Sasa – Simaninggir Bara, Kecamatan Portibi, Kabupaten Padang Lawas Utara, diperoleh data sebagai berikut:

1. Lebar jalan 3 meter dan panjang jalan 2300 meter
2. Volume tanah galian biasa = 432 m³
3. Jarak *quarry* ke lokasi = 0,3 km
4. Jam kerja/hari = 8 jam/hari

4.1.1. *Excavator*

Pada pekerjaan penggalian tanah dipergunakan beberapa alat berat, seperti *excavator*. Untuk menghitung jumlah produktivitas per-jam, jumlah alat yang digunakan, produktivitas efektif, dan juga biaya sewa alat berat maka dilakukan perhitungan sesuai data yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum. *Excavator* yang melakukan pekerjaan terus menerus selama proses penggalian, maka akan dilakukan perhitungan sebagai berikut:

Jenis alat	= <i>Excavator</i> 80 – 140 HP
Kapasitas <i>bucket</i> (v)	= 1,5 m ³
Kondisi alat	= Sedang
Faktor <i>bucket</i> (Fb)	= 1
Efisiensi alat (Fa)	= 0,75
Faktor konversi, kedalaman <40% (Fv)	= 0,9 m ³
Volume galian biasa	= 432 m ³

Tabel 4.1: Data waktu siklus *excavator* (Cms)

Siklus	Pengamatan Waktu (detik)				
	Gali	Putar (isi)	Buang	Putar (kosong)	Total
1.	5	7	5	5,5	22,5
2.	5	6	4	5	20
3.	5	6	5	6	22
Rata-Rata	5	6,3	4,6	5,5	21,5

1. Volume tanah

Tanah galian yang di gali setinggi 2 meter. Karena jenis tanah merupakan *clay*, maka volume tanah dikalikan dengan 1,25.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= p \times l \times t \times 1,25 \\
 &= 2300 \times 3 \times 2 \times 1,25 \\
 &= 17250 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

2. Kapasitas produksi/jam *excavator*

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{V \times F_b \times F_a \times 60}{T_s \times F_v} \\
 &= \frac{1,5 \times 1 \times 0,75 \times 60}{0,36 \times 0,9} \\
 &= 208,3 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

3. Produktivitas efektif/jam

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Volume galian}}{\text{Total hari kerja} \times \text{jam kerja}} \\
 &= \frac{17250}{14 \times 8} \\
 &= 154,02 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

4. Jumlah *excavator* yang dibutuhkan

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Produktivitas efektif}}{\text{Produktivitas } \textit{excavator}} \\
 &= \frac{154,02}{208,3} \\
 &= 0,7 \text{ atau } 1 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
5. \text{ Site out put excavator/hari} &= \text{Jumlah alat} \times \text{Produktivitas/jam} \\
&\quad \times \text{jam kerja} \\
&= 1 \times 208,3 \times 8 \\
&= 1666,4 \text{ m}^3/\text{hari}
\end{aligned}$$

4.1.2. *Dump Truck*

Material akan diangkut menggunakan *dump truck* dari lokasi proyek ke lokasi pembuangan. Untuk menghitung jumlah produksi per-jam dari *dump truck* yang melakukan pekerjaan secara terus menerus, digunakan data sebagai berikut:

Efisiensi Kerja	= 0,80
Status Alat	= Sedang
Jarak Angkut Pembuangan	= 0,3 km
Kapasitas Bak	= 4 m ³
Berat volume tanah (D)	= 1,6
Kecepatan rata-rata bermuatan (v ₁)	= 20 km/jam
Kecepatan rata-rata kosong (v ₂)	= 30 km/jam

$$\begin{aligned}
1. \text{ Waktu muat } T_1 &= \frac{V \times 60}{D \times Q} = \frac{4 \times 60}{1,6 \times 208,3} \\
&= 0,72 \text{ menit} \\
2. \text{ Waktu tempuh isi } T_2 &= \frac{L}{V_1} \times 60 = \frac{0,3}{20} \times 60 \\
&= 0,9 \text{ menit} \\
3. \text{ Waktu tempuh kosong } T_3 &= \frac{L}{V_2} \times 60 = \frac{0,3}{30} \times 60 \\
&= 0,6 \text{ menit} \\
4. \text{ Lain-lain } T_4 &= 2 \text{ menit} \\
5. \text{ Kapasitas produksi } \textit{dump truck} \text{ } Q &= \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Ts} \\
&= \frac{6 \times 0,8 \times 60}{1,6 \times 0,07} \\
&= 1714,28 \text{ m}^3/\text{jam} \\
6. \text{ Waktu siklus (Cmt)} &= T_1 + T_2 + T_3 + T_4 \\
&= 0,74 + 0,9 + 0,6 + 2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 4,24 \text{ menit atau } 0,07 \text{ jam} \\
7. \text{ Produktivitas } \textit{dump truck}/\text{jam} &= \frac{q \times 60 \times E_t}{C_{mt}} \times \text{Jumlah trip} \\
&= \frac{4 \times 60 \times 0,80}{4,24} \times 2 \\
&= 45,28 \text{ m}^3/\text{jam} \\
8. \text{ Produksi } \textit{dump truck}/\text{hari} &= \text{Produktivitas } \textit{dump truck} \times \text{jam kerja} \\
&= 45,28 \times 8 \\
&= 362,24 \\
9. \text{ Jumlah } \textit{dump truck} \text{ yang dibutuhkan} &= \frac{\textit{Site out put excavator}}{\text{Produksi } \textit{dump truck}/\text{hari}} \\
&= \frac{1621,6}{362,24} \\
&= 4,5 \text{ atau } 4 \text{ unit}
\end{aligned}$$

4.2. Analisa Pengolahan Data Timbunan

Analisa data ini adalah untuk mendapatkan produktivitas alat berat, dan waktu siklus yang bekerja pada proyek timbunan pada peningkatan jalan di Desa Hotang Sasa – Simaninggir Bara, Kecamatan Portibi, Kabupaten Padang Lawas Utara, diperoleh data sebagai berikut:

1. Lebar jalan 3 meter dan panjang jalan 2300 meter
2. Volume tanah timbunan $= 172,50 \text{ m}^3$
3. Jarak *quarry* ke lokasi $= 2 \text{ km}$
4. Jam kerja/hari $= 8 \text{ jam/hari}$

4.2.1. Excavator

Pada pekerjaan penggalian tanah dipergunakan alat berat *excavator*. Untuk menghitung jumlah produksi per-jam dari *excavator* yang melakukan pekerjaan terus menerus, digunakan alat data sebagai berikut:

Jenis alat	$= \textit{Excavator} \text{ 80 – 140 HP}$
Kapasitas <i>bucket</i> (v)	$= 1,5 \text{ m}^3$
Kondisi alat	$= \text{Sedang}$
Faktor <i>bucket</i> (Fb)	$= 1$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi alat (Fa)} &= 0,75 \\ \text{Faktor konversi, kedalaman <40\% (Fv)} &= 0,9 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

1. Volume tanah

Tanah timbunan yang diperlukan untuk menimbun dengan tinggi 1 meter

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= p \times l \times t \times 0,95 \\ &= 2300 \times 3 \times 1 \times 0,95 \\ &= 6555 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Produktivitas *excavator*

$$\begin{aligned} Q &= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts \times Fv} = \frac{1,5 \times 1 \times 0,75 \times 60}{0,37 \times 0,90} \\ &= 202,7 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

3. Produktivitas efektif per-jam yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Volume timbunan}}{\text{Total hari kerja} \times \text{jam kerja}} \\ &= \frac{6555}{14 \times 8} \\ &= 58,52 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

4. Jumlah *excavator* yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Produktivitas efektif}}{\text{Produktivitas } \textit{excavator}} \\ &= \frac{58,52}{202,7} \\ &= 0,2 \text{ atau } 1 \text{ unit} \end{aligned}$$

5. *Site out put* per-hari *excavator*

$$\begin{aligned} &= \text{Jumlah alat} \times \text{Produktivitas per-} \\ &\quad \text{jam} \times \text{jam kerja} \\ &= 1 \times 202,7 \times 8 \\ &= 1621 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

a. *Excavator* 80-140 HP

$$\begin{aligned} \text{Tenaga (Pw)} &= 90 \text{ HP} \\ \text{Kapasitas (Cp)} &= 0,5 \text{ m}^3 \\ \text{Alat baru:} & \end{aligned}$$

a. Umur ekonomis (A)	= 5 tahun
b. Jam kerja dalam 1 tahun (W)	= 2000 jam
c. Harga alat (B)	= Rp. 2.112.470.750,00
1. Lain-lain	
a. Tingkat suku bunga (i)	= 10%/Tahun
b. Upah operator/supir (U ₁)	= Rp. 37.600,00/jam
c. Upah pembantu operator (U ₂)	= Rp. 23.500,00/jam
d. Bahan bakar bensin (Mb)	= 7.400 liter
e. Bahan bakar solar (Ms)	= 6.400 liter
f. Minyak pelumas (Mp)	= 64.400 liter
2. Biaya Pasti Per Jam Kerja:	
a Nilai sisa alat (C)	= 10% x B = 10% x 2.112.470.750,00 = Rp. 211.247.075,00
b Faktor angsuran modal (D)	= $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$ = $\frac{10\% \times (1+10\%)^5}{(1+10\%)^5 - 1}$ = 0,26380
c Biaya pasti per jam:	
d. Biaya pengembalian modal (E)	= $\frac{(B-C) \times D}{W}$ = $\frac{(211.247.075 - 211.247.075) \times 0,26380}{2000}$ = Rp. 250.769,01
e. Asuransi, dll (F)	= $\frac{0,002 \times B}{W}$ = $\frac{0,002 \times 2.112.470.750}{2000}$ = Rp. 2.112,47
Biaya pasti per jam (G)	= (E+F) = (250.769.01 + 2.112.47) = Rp. 252.881,48
3. Biaya Tidak Pasti	
a. Bahan bakar (H)	= (12% - 15%) x Pw x Ms

$$\begin{aligned}
&= 0,1200 \times 90 \times 6.400,00 \\
&= \text{Rp. } 69.120,00 \\
\text{b. Pelumas (I)} &= (2,5\% - 3\%) \times P_w \times M_p \\
&= 0,0250 \times 90 \times 64.400 \\
&= \text{Rp. } 144.900,00 \\
\text{Biaya bengkel (J)} &= \frac{(6,25\% \text{ dan } 8,75\%) \times B}{W} \\
&= \frac{0,0875 \times 2.112.470.750}{2000} \\
&= \text{Rp. } 92.421,00 \\
\text{Perawatan dan perbaikan (k)} &= \frac{(12,5\% - 17,5\%) \times B}{W} \\
&= \frac{0,1250 \times 2.112.470.750}{2000} \\
&= \text{Rp. } 132.029,00 \\
\text{c. Operator (L)} &= (1 \text{ orang/jam}) \times U_1 \\
&= 1 \times 37.600,00 \\
&= \text{Rp. } 37.600,00/\text{jam} \\
\text{d. Pembantu operator (M)} &= (1 \text{ orang/jam}) \times U_2 \\
&= 1 \times 23.500,00 \\
&= \text{Rp. } 23.500,00/\text{jam} \\
\text{Biaya Operasi/Jam (P)} &= (H + I + K + L + M) \\
&= (69.120,00 + 144.900,00 \\
&\quad + 132.029,00 + 37.600 + 23.500) \\
&= \text{Rp. } 499.570,02 \\
\text{4. Total Biaya Sewa Alat/Jam (S)} &= (G + P) \\
&= 252.881,48 + 499.570,02 \\
&= \text{Rp. } 752.451,50
\end{aligned}$$

4.2.2. *Dump Truck*

Material akan diangkut menggunakan *dump truck* dari lokasi *quary* ke lokasi proyek. Untuk menghitung jumlah produksi per-jam dari *dump truck* yang melakukan pekerjaan secara terus menerus, digunakan data sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi Kerja} = 0,80$$

Status Alat	= Sedang
Jarak Angkut Pembuangan	= 2 km
Kapasitas Bak	= 4 m ³
Jam kerja efektif/hari (T _k)	= 8 jam
Fakto efisiensi alat (F _a)	= 0,80 m ³
Faktor pengembangan bahan (F _k)	= 1,11
Berat volume bahan (lepas) (D)	= 1,6 m ³
Kecepatan rata-rata bermuatan (v ₁)	= 20 km/jam
Kecepatan rata-rata kosong (v ₂)	= 30 km/jam

$$\begin{aligned}
1. \text{ Waktu siklus muat (T1)} &= \frac{V \times 60}{D \times Q} \\
&= \frac{4 \times 60}{1,6 \times 50,26} \\
&= 2,98 \text{ menit} \\
2. \text{ Waktu tempuh isi (T2)} &= (L : v_1) \times 60 \\
&= (2 : 20) \times 60 \\
&= 6 \text{ menit} \\
3. \text{ Waktu tempuh kosong (T3)} &= (L : v_2) \times 60 \\
&= (2 : 30) \times 60 \\
&= 4 \text{ menit} \\
4. \text{ Lain-lain (T4)} &= 2 \text{ menit} \\
5. \text{ Waktu siklus (Cmt)} &= T1 + T2 + T3 + T4 \\
&= 2,98 + 6 + 4 + 2 \\
&= 14,98 \text{ menit} \\
6. \text{ Produktivitas } \textit{dump truck}, Q &= \frac{V \times F_a \times 60}{D \times T_s} \\
&= \frac{4 \times 0,80 \times 60}{1,6 \times 14,98} \\
&= 8,01 \text{ m}^3/\text{jam} \\
7. \text{ Produktivitas per-jam } \textit{dump truck} &= \frac{q \times 60 \times E_t}{C_{mt}} \times \text{Jumlah trip} \\
&= \frac{4 \times 60 \times 0,80}{14,98} \times 2 \\
&= 25,63 \text{ m}^3/\text{jam}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
8. \text{ Produksi } \textit{dump truck} \text{ per-hari} &= \text{Produktivitas } \textit{dump truck} \times \text{jam kerja} \\
&= 25,63 \times 8 \\
&= 205,04 \text{ m}^3/\text{jam} \\
9. \text{ Jumlah } \textit{dump truck} \text{ yang dibutuhkan} &= \frac{\textit{Site out put excavator}}{\text{Produksi } \textit{dump truck} \text{ per-hari}} \\
&= \frac{1621}{205,04} \\
&= 8 \text{ unit}
\end{aligned}$$

b. Dump Truck

$$\begin{aligned}
\text{Tenaga (Pw)} &= 115 \text{ HP} \\
\text{Kapasitas (Cp)} &= 4 \text{ m}^3 \\
\text{Alat baru:} & \\
\text{a Umur ekonomis (A)} &= 5 \text{ Tahun} \\
\text{b Jam kerja dalam 1 tahun (W)} &= 2000 \text{ jam} \\
\text{c Harga alat (B)} &= \text{Rp. } 482.083.333,00 \\
1. \text{ Lain-lain} & \\
\text{a. Tingkat suku bunga (i)} &= 10\%/\text{Tahun} \\
\text{b. Upah operator/supir (U}_1\text{)} &= \text{Rp. } 37.600,00/\text{jam} \\
\text{c. Upah pembantu operator (U}_2\text{)} &= \text{Rp. } 23.500,00/\text{jam} \\
\text{d. Bahan bakar bensin (Mb)} &= 7.400 \text{ liter} \\
\text{e. Bahan bakar solar (Ms)} &= 6.400 \text{ liter} \\
\text{f. Minyak pelumas (Mp)} &= 64.400 \text{ liter} \\
2. \text{ Biaya Pasti Per Jam Kerja:} & \\
\text{a. Nilai sisa alat (C)} &= 10\% \times B \\
&= 10\% \times 482.083.333,00 \\
&= \text{Rp. } 48.208.333,00 \\
\text{b. Faktor angsuran modal (D)} &= \frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1} = \frac{10\% \times (1+10\%)^5}{(1+10\%)^5 - 1} \\
&= 0,26380 \\
\text{c. Biaya pasti per jam:} & \\
\text{Biaya pengembalian modal (E)} &= \frac{(B-C) \times D}{W} \\
&= \frac{(482.083.333 - 48.208.333) \times 0,26380}{2000}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \text{Rp. } 57.227,57 \\
\text{Asuransi, dll (F)} &= \frac{0,002 \times B}{W} \\
&= \frac{0,002 \times 482.083.333}{2000} \\
&= \text{Rp. } 482,08 \\
\text{Biaya pasti per jam (G)} &= (E + F) \\
&= (57.227,57 + 482,08) \\
&= \text{Rp. } 57.709,65 \\
3. \text{ Biaya Operasi/Jam Kerja} & \\
\text{a. Bahan bakar (H)} &= (12\%) \times P_w \times M_s \\
&= (12\%) \times 115 \times 6.400,00 \\
&= \text{Rp. } 88.320,00 \\
\text{b. Pelumas (I)} &= (2,5\%) \times P_w \times M_p \\
&= (2,5\%) \times 115 \times 64.400,00 \\
&= \text{Rp. } 185.150,00 \\
\text{Biaya bengkel (J)} &= \frac{(8,75\%) \times B}{W} \\
&= \frac{(8,75\%) \times 482.083.333}{2000} \\
&= \text{Rp. } 21.091,15 \\
\text{c. Perawatan dan perbaikan (K)} &= \frac{(12,5\%) \times B}{W} \\
&= \frac{(12,5\%) \times 482.083.333}{2000} \\
&= \text{Rp. } 30.130,21 \\
\text{d. Operator (L)} &= (1 \text{ orang/jam}) \times U_1 \\
&= 1 \times 37.600,00 \\
&= \text{Rp. } 37.600,00 \\
\text{e. Pembantu operator (M)} &= (1 \text{ orang/jam}) \times U_2 \\
&= 1 \times 23.500,00 \\
&= \text{Rp. } 23.500,00 \\
\text{Biaya Operasi/Jam (P)} &= (H + I + K + L + M) \\
&= 88.320,00 + 185.150,00 \\
&\quad + 30.130,21 + 37.600,00 + 23.500,00
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \text{Rp. } 385.791,35 \\
4. \text{ Total Biaya Sewa Alat/Jam (S)} &= (G + P) \\
&= 57.709,65 + 385.791,35 \\
&= \text{Rp. } 443.501,00
\end{aligned}$$

4.2.3. *Wheel Loader*

Material dipindahkan ke tempat lain. Ketika loader melakukan penggalian maka bucket di dorong ke material. Apabila bucket sudah penuh traktor akan mundur kemudian bucket terangkat ke atas untuk dipindahkan muatannya. Untuk menghitung jumlah produksi per-jam dari *wheel loader* yang melakukan pekerjaan secara terus menerus, digunakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\text{Kapasitas bucket (v)} &= 1,5 \text{ m}^3 \\
\text{Jarak Angkut (D)} &= 5000 \text{ m} \\
\text{Faktor bucket (Fb)} &= 0,85 \\
\text{Efisiensi kerja (Fa)} &= 0,75 \\
\text{Kecepatan maju (F)} &= 10 \text{ km/jam} \\
\text{Kecepatan mundur (R)} &= 10 \text{ km/jam}
\end{aligned}$$

Produktivitas *wheel loader* untuk pekerjaan timbunan

1. Waktu siklus (Cm)

$$\begin{aligned}
\text{Waktu tetap (Z)} &= 0,35 \text{ menit} \\
\text{Waktu siklus (Cm)} &= 2 \frac{D}{F} + Z \\
&= 2 \frac{5}{10} + 0,35 \\
&= 1,35 \text{ menit}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
2. \text{ Produktivitas } \textit{wheel loader}, Q &= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{T_s} \\
&= \frac{1,5 \times 0,85 \times 0,75 \times 60}{0,45} \\
&= 127,5 \text{ m}^3/\text{jam}
\end{aligned}$$

c. *Wheel Loader*

$$\begin{aligned}
\text{Tenaga (Pw)} &= 115 \text{ HP} \\
\text{Kapasitas (Cp)} &= 1,5 \text{ m}^3
\end{aligned}$$

Alat baru:

- a. Umur ekonomis (A) = 5 Tahun
- b. Jam kerja dalam 1 tahun (W) = 2000 jam
- c. Harga alat (B) = Rp. 2.023.182.417,00

1. Lain-lain

- 5.1. Tingkat suku bunga (i) = 10%/Tahun
- 5.2. Upah operator/supir (U_1) = Rp. 37.600,00/jam
- 5.3. Upah pembantu operator (U_2) = Rp. 23.500,00/jam
- 5.4. Bahan bakar bensin (Mb) = 7.400 liter
- 5.5. Bahan bakar solar (Ms) = 6.400 liter
- 5.6. Minyak pelumas (Mp) = 64.400 liter

2. Biaya Pasti Per Jam Kerja:

- a. Nilai sisa alat (C) = 10% x B
= 10% x 2.023.182.417
= Rp. 202.318.242,00

- b. Faktor angsuran modal (D) = $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$
= $\frac{10\% \times (1+10\%)^5}{(1+10\%)^5 - 1}$
= 0,26380

- c. Biaya pasti per jam

$$\begin{aligned} \text{Biaya pengembalian modal (E)} &= \frac{(B-C) \times D}{W} \\ &= \frac{(2.023.182.417 - 202.318.242) \times 0,26380}{2000} \\ &= \text{Rp. 240.169,69} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Asuransi, dll (F)} &= \frac{0,002 \times B}{W} \\ &= \frac{0,002 \times 2.023.182.417}{2000} \\ &= \text{Rp. 2.023,18} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya pasti per jam (G)} &= (E + F) \\ &= (240.169,69 + 2.023,18) \\ &= \text{Rp. 242.192,87} \end{aligned}$$

3. Biaya Operasi/Jam Kerja

a. Bahan bakar (H) $= (12\%) \times Pw \times Ms$
 $= (12\%) \times 115 \times 6400,00$
 $= \text{Rp. } 88.320,00$

b. Pelumas (I) $= (2,5\%) \times Pw \times Mp$
 $= (2,5\%) \times 115 \times 64.400,00$
 $= \text{Rp. } 185.150,00$

Biaya bengkel (J) $= \frac{(8,75\%) \times B}{W}$
 $= \frac{(8,75\%) \times 2.023.182.417}{2000}$
 $= \text{Rp. } 88.514,23$

c. Perawatan dan perbaikan (K) $= \frac{(12,5\%) \times B}{W}$
 $= \frac{(12,5\%) \times 2.023.182.417}{2000}$
 $= \text{Rp. } 126.448,90$

d. Operator (L) $= (1 \text{ orang/jam}) \times U_1$
 $= 1 \times 37.600,00$
 $= \text{Rp. } 37.600,00$

e. Pembantu operator (M) $= (1 \text{ orang/jam}) \times U_2$
 $= 1 \times 23.500,00$
 $= \text{Rp. } 23.500,00$

Biaya Operasi/Jam (P) $= (H + I + K + L + M)$
 $= 88.320,00 + 185.150,00$
 $\quad + 126.448,90 + 37.600,00$
 $\quad + 23.500,00$
 $= \text{Rp. } 549.533,13$

4. Total Biaya Sewa Alat/Jam (S)

$$= (G + P)$$
$$= 242.192,87 + 549.533,13$$
$$= \text{Rp. } 791.726,01$$

4.3. Analisa biaya

Dalam menggunakan alat berat pada pembangunan sebuah konstruksi ada tiga cara yang umum digunakan yaitu membeli, sewa beli (*leasing*) dan menyewa. Berikut adalah biaya per hari untuk alat berat yang digunakan di proyek.

1. *Excavator* = Jumlah alat x jam kerja x harga sewa alat
= 1 x 8 x 752.451,50
= Rp.6.019.612/hari
2. *Dump Truck* = Jumlah alat x jam kerja x harga sewa alat
= 4 x 8 x 443.501,00
= Rp.14.192.032/hari
3. *WheelLoader* = Jumlah alat x jam kerja x harga sewa alat
= 1 x 8 x 791.726,01
= Rp.6.333.808,08/hari

Pada perhitungan di atas telah diketahui berapa harga sewa alat berat per-jam, dan untuk mengetahui perbandingan antara 8 jam kerja alat berat dengan 7 jam kerja alat berat, maka akan dilakukan perhitungan untuk waktu 7 jam kerja alat berat per-hari, yaitu sebagai berikut:

1. *Excavator* = Jumlah alat x jam kerja x harga sewa alat
= 1 x 7 x 752.451,50
= Rp.5.267.160,5/hari
2. *Dump Truck* = Jumlah alat x jam kerja x harga sewa alat
= 4 x 7 x 443.501,00
= Rp.12.418.028/hari
3. *WheelLoader* = Jumlah alat x jam kerja x harga sewa alat
= 1 x 7 x 791.726,01
= Rp.5.542.082,07/hari

Maka telah diketahui berapa selisih dari biaya harga sewa alat berat dalam 7 jam kerja dengan 8 jam kerja alat berat.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan pada bab 4 Proyek Peningkatan Jalan di Desa Hotang Sasa Simaninggir Bara diperoleh perhitungan yaitu:

1. Produktivitas 1 (satu) unit alat berat:

- a. *Excavator* didapatkan sebesar 202,7 m³/jam
- b. *Dump truck* didapatkan sebesar 25,63 m³/jam
- c. *Wheel loader* didapatkan sebesar 127,5 m³/jam

Jumlah alat yang dibutuhkan:

- a. *Excavator* yang dibutuhkan 1 unit
- b. *Dump truck* yang dibutuhkan 4 unit
- c. *Wheel loader* yang dibutuhkan 1 unit

2. Biaya sewa alat berat:

- a. *Excavator* didapatkan sebesar Rp.6.019.612/hari
- b. *Dump truck* didapatkan sebesar Rp.14.192.032/hari
- c. *Wheel loader* didapatkan sebesar Rp.6.333.808,08/hari

3. Pekerjaan tanah dilaksanakan sesuai dengan kurva “S” yaitu selama 4 minggu, dimulai dari minggu ke 2 sampai minggu ke 5.

Dalam melakukan perbandingan efisiensi kerja alat berat, maka dilakukan perbandingan efisiensi alat berat terhadap jurnal yang telah dipilih untuk dilakukan perbandingan. Disini dilakukan perbandingan dengan jurnal yang berjudul “Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Pemindahan Tanah Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Hukum UII” dan “Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Pabrik Krakatau Posco Zone IV Di Cilegon” . Berikut adalah nilai-nilai yang akan dilakukan perbandingan dengan skripsi yang telah diselesaikan.

1. Produktivitas 1 (satu) unit alat berat:

- a. *Excavator* didapatkan sebesar 74,88 m³/jam

$$\begin{aligned} \text{Presentas perbandingan } Excavator &= \frac{202,7 - 74,88}{202,7} \times 100\% \\ &= 63,05 \% \end{aligned}$$

b. *Dump truck* didapatkan sebesar 14,98 m³/jam

$$\begin{aligned} \text{Presentas perbandingan } Dump Truck &= \frac{25,63 - 14,98}{25,63} \times 100\% \\ &= 41,55 \% \end{aligned}$$

c. *Wheel Loader* didapatkan sebesar 446,135 m³/jam

$$\begin{aligned} \text{Presentas perbandingan } Wheel Loader &= \frac{446,135 - 127,5}{446,135} \times 100\% \\ &= 63,05 \% \end{aligned}$$

2. Jumlah alat yang dibutuhkan:

a. *Excavator* yang dibutuhkan 1 unit

b. *Dump truck* yang dibutuhkan 5 unit

c. *Wheel loader* yang dibutuhkan 14 unit

3. Biaya sewa alat berat:

a. *Excavator* didapatkan sebesar Rp. 352.500,00/jam

Excavator didapatkan sebesar Rp. 2.467.500/hari

$$\begin{aligned} \text{Presentas perbandingan } Excavator &= \frac{\text{Rp.6.019.612} - \text{Rp.2.467.500}}{\text{Rp.6.019.612}} \times 100\% \\ &= 59 \% \end{aligned}$$

b. *Dump truck* didapatkan sebesar Rp.203.400,00/jam

Dump truck didapatkan sebesar Rp.1.423.800/hari

$$\begin{aligned} \text{Presentas perbandingan } Dump truck &= \frac{\text{Rp.14.192.032} - \text{Rp.1.423.800}}{\text{Rp.14.192.032}} \times 100\% \\ &= 89,96 \% \end{aligned}$$

5.2. Saran

1. Setiap alat yang akan digunakan harus diketahui fungsinya masing-masing, agar tidak terjadi kesalahan.
2. Sebelum melakukan pekerjaan alat berat sebaiknya diperiksa terlebih dahulu agar tidak memperlambat pekerjaan apabila ada alat yang tiba-tiba rusak.

3. Menugaskan operator yang memang ahli dalam bidang tersebut untuk mengoperasikan alat berat agar lebih efektif dalam mengoperasikan alat berat.
4. Mempertimbangkan apabila sewaktu-waktu terjadi hujan maka akan memperlambat produktivitas pekerjaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusti, M. D., Rita, E., & Khaidir, I. (2019). analisa perencanaan kebutuhan dan biaya alat berat pada proyek peningkatan pembangunan jalan penggambaran rura-pratotang kabupaten pasaman barat. *Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Civil and Planning Engineering, Bung Hatta University*, 1(1).
- Effendi, D. S. H. (2016). perhitungan kebutuhan alat berat pada pekerjaan tanah proyek pembangunan pabrik precast di sentul. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Sipil*, 1(1).
- Febrianti, D., & Zakia, Z. (2018, March). analisis produktivitas dan waktu penggunaan alat berat excavator pada pekerjaan galian tanah. In *Prosiding Seminar Nasional Pakar* (pp. 123-127).
- Handayani, E. (2017). Efisiensi Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Pembangunan TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) Desa AMD Kec. Muara Bulian Kab. Batanghari. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 15(3), 90-95.
- Kulo, E. N., Waani, J. E., & Kaseke, O. H. (2017). analisa produktivitas alat berat untuk pekerjaan pembangunan jalan (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Lingkar SKPD Tahap 2 Lokasi Kecamatan Tutuyan Kabupaten Bolaang Mongondow Timur). *JURNAL SIPIL STATIK*, 5(7).
- Nasution, S. (2013). evaluasi penggunaan alat-alat berat proyek Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Sei Rakyat–Labuhan Bilik–Sei Berombang Kecamatan Panai Tengah–Panai Hilir Kabupaten Labuhan Batu. *Jurnal Teknik Sipil USU*, 1(2).
- Nugraha, D., Iriana, R. T., & Djuniati, S. *Analisis Biaya dan Produktivitas Pemakaian Alat Berat pada Kegiatan Pembangunan Jalan Akses Siak IV Pekanbaru* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Putra, D. H. (2018). Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat Pada Pekerjaan Pemindahan Tanah Proyek Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Hukum UII.
- Ramadhan, Y., & Nugraha, T. (2018). Optimalisasi Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Tanah (Studi Kasus Proyek Perumahan Fortune Villa Graha Raya). *WIDYAKALA: JOURNAL OF PEMBANGUNAN JAYA UNIVERSITY*, 5(1), 17-23.
- SAEFUDIN, A. H. (2016). kajian penggunaan alat-alat berat pada proyek pembangunan jalan raya ditinjau dari aspek teknis dan ekonomi {Studi

Kasus Proyek Pembangunan Jalan Tol BOCIMI (Bogor, Ciawi, Sukabumi)}. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Sipil*, 1(1).

Saputra, E. (2018). E Optimalisasi Penggunaan Alat Berat pada Proyek Jalan Desa Sawah-Kayu Aro di Kabupaten Kampar. *JURNAL TEKNIK*, 12(2), 163-170.

Setiawan, A. K., Soeparyanto, T. S., & Prasetia, M. S. (2019). analisis biaya dan produktivitas alat berat pada kegiatan pekerjaan pengaspalan pelebaran ruas jalan kota andoolo, kecamatan andoolo kabupaten konawe selatan. *MEDIA KONSTRUKSI*, 4(2).

Setiawati, D. N., & Meddeppungeng, A. (2013). Analisis Produktivitas Alat Berat pada Proyek Pembangunan Pabrik Krakatau Posco Zone IV di Cilegon. *Konstruksia*, 4(2).

Sutanto, K. R., Kosasi, M. H., & Andi, A. (2015). Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Gedung P1 P2 Uk Petra. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 4(1).

Yadam, R. W., & Yadam, R. W. (2015). *optimalisasi penggunaan alat berat pada pekerjaan galian tanah (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Stock Yard Suzuki Negara, Jln. Denpasar-Gilimanuk, Kec. Melaya, Kab. Jembrana, Bali)* (Doctoral dissertation, Universitas Udayana).

Kementrian PUPR. (2016). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. In *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia* (Vol.147).

LAMPIRAN



LEMBAR ASISTENSI

NAMA : INDAH LESTARI SIREGAR
NPM : 1607210153
JUDUL : ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PENGGUNAAN

ALAT BERAT PADA PROYEK PEMBANGUNAN
JALAN (studi kasus) pembangunan jalan di Desa ^{Hatang} Batu
Sasa-Simamunggil Batu, Kecamatan Padang Bolak Julu,
Gana, Kecamatan Padang Bolak Julu, Kabupaten
Kopupaten Padang Lawas Utara
Padang-Lawas Utara)

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	21/11-19	- sesuaikan penulisan dgn par dua penulisan (cek margin, spasi, dll). - Tambah teori pd bab 2. - Perbaiki bab 3, sebutkan data primer dan sekundernya.	<i>[Signature]</i>
2.	6/12-19.	- Perbaiki redaksi, spasi, persamaan, dll. - Lanjut ke bab 3 utk survei.	<i>[Signature]</i>

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

(Hj. Irma Dewi, S.T, M.Si)



LEMBAR ASISTENSI

NAMA : INDAH LESTARI SIREGAR
NPM : 1607210153
JUDUL : ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PENGGUNAAN
ALAT BERAT PADA PROYEK PEMBANGUNAN
JALAN (STUDI KASUS)

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
3.	30/1-20.	<ul style="list-style-type: none">- Cek kembali penulisan.- Bab 3 diperluas dg menambahkan sub bab yg lain.- Tambahkan teori pd bab 2.	<i>Jf.</i>
4.	31/1-20.	<ul style="list-style-type: none">- Perbaiki bagian oli sesuai dgn buku teks data dan analisis.- Sebutkan metode pengumpulan data.- Sebutkan analisis semi permasalahannya.	<i>Jf.</i>

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

(Hj. Irma Dewi, S.T, M.Si)



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan Telp. (061)-6622400

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : INDAH LESTARI SRG
NPM : 1607210153
JUDUL : ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PENGGUNAAN
ALAT BERAT PADA PROYEK PEMBANGUNAN
JALAN (STUDI KASUS)

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
5.	3/2-20	ACC atk senior proposal	af.

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

(Hj. Irma Dewi, S.T, M.Si)



LEMBAR ASISTENSI

NAMA : INDAH LESTARI SIREGAR
NPM : 1607210153
JUDUL : ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PROYEK PENINGKATAN JALAN (studi kasus)

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	20/8 - 20	- Cover. - Penggunaan huruf kapital - penulisan satuan - penulisan no. sub bab, dll	
2.	3/9 - 20	- Mengecek: 1 Kt. Pengantar. 2 Abs trak. 3 Daf. isi, Daf. tabel, Daf. gbr, Daf. astori, Daf. pustaka, dan piran.	

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

(Hj. Irma Dewi, S.T, M.Si)

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : INDAH LESTARI SIREGAR
NPM : 1607210153
JUDUL : ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PENGGUNAAN
ALAT BERAT PADA PROYEK PENINGKATAN
JALAN (studi kasus)

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
3.	21/9-20.	- Perbaiki abstrak . - Daf. pustaka - Lampiran	<i>Jf</i> .
4.	22/9-20.	- Acc. cete seminar .	<i>Jf</i> -

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

(Hj. Irma Dewi, S.T, M.Si)



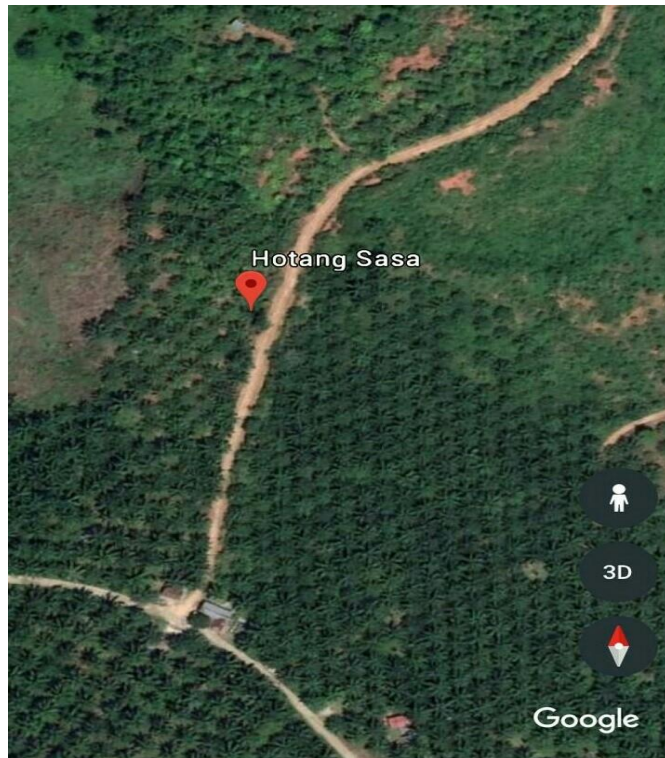
Gambar L1: Alat Berat *Excavator*



Gambar L2: Alat berat *Dump Truck*



Gambar L3: Alat berat *Wheel Loader*



Gambar L4: Lokasi proyek

JADWAL PELAKSANAAN

Peningkatan Jalan Jurusan Hotang Sasa-Simaninggir-Bara Kec. Portibi
 : Sumatera Utara / Padang Lawas Utara

NO	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)	Bobot (%)	MINGGU															Ket						
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15							
DIVISI 1. UMUM																												
1	Mobilisasi	LS	1,00	40.906.000,00	40.906.000,00	0,91	0,151				0,151																	
DIVISI 2. DRAINASE																												
1	Galian untuk Sejalan Drainase dan Saluran Air	M3	464,20	115.214,41	53.482.529,12	1,19																						
2	Pasangan Batu dengan Mortar	M3	135,04	1.666.280,94	225.014.578,14	4,99						2,49%	2,49%															
DIVISI 3. PEKERJAAN TAMAH																												
1	Galian Biasa (Mempropi ulang batu dan badan jalan)	M3	432,00	180.881,35	78.140.743,20	1,73	0,882	0,882																				
2	Galian Struktur dengan kedalaman 0 - 2 meter, Plat Beton.	M3	77,76	278.443,66	21.651.779,00	0,48	0,480																					
3	Timbunan Biasa dari galian	M3	172,50	475.199,40	81.971.896,50	1,82	0,907	0,907																				
DIVISI 5. PEKERJAAN BERBUJUR																												
1	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M3	972,00	1.024.994,82	994.292.645,04	2,05																						
2	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	M3	777,60	973.570,16	757.048.156,42	1,67											7,351	7,351										
DIVISI 6. PEKERJAAN ASPAL																												
1	Lapis Perlekat - Aspal Cair	Liter	5.184,00	17.643,06	91.461.625,04	2,03																						
2	Lapis Lapis Atas (AC-WC)	ton	729,00	1.712.336,16	1.248.138.880,94	27,69																						
DIVISI 7. STRUKTUR																												
1	Beton mutu rencana (C20 MPa)	M3	6,72	2.770.032,73	18.614.559,47	0,41																						
2	Beton mutu rencana (C15 MPa)	M3	345,00	2.262.625,98	780.623.213,10	17,31																						
3	Beton mutu rencana (C10 MPa)	M3	8,55	1.870.744,09	15.984.861,97	0,35																						
4	Baja Tulangan U 24 Polos	Kg	1.126,92	23.997,63	27.043.409,20	0,60																						
5	Pasangan Batu	M3	41,60	1.745.897,01	72.629.315,62	1,61																						
6	Plastik Cor	M2	575,00	1.900,00	1.092.500,00	0,02																						
JUMLAH HARGA PEKERJAAN BELUM TERMASUK PPN 10 %																												
							4.508.406.670,45																					
BOBOT RENCANA MINGGU INI								0,15	0,87	0,87	2,13	3,11	9,11	8,24	10,29	11,69	11,84	11,69	7,43	7,58	7,43	7,58						
BOBOT RENCANA 5/D MINGGU INI								0,15	1,02	1,88	4,02	7,13	16,24	24,48	34,77	46,45	58,29	69,98	77,41	84,99	92,42	100,00						
Ditetujui Oleh : CV. DALIHAN NATOLU Direktur							Gunungtua, ... Agustus 2019 Dibuat Oleh : CV. DALIHAN NATOLU Staf Teknik																					

Gambar L5: Kurva S pada proyek peningkatan jalan

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : Indah Lestari Siregar
Panggilan : Indah
Tempat, Tanggal Lahir : Pasar Matanggor, 15 September 1997
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat Sekarang : Jl. Kapten Muchtar Basri, Ampera VI No 29D
HP/Tlpn Seluler :
081213449176

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1607210153
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Kelamin : Perempuan
Peguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Peguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri, No. 3 Medan 20238-

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun
Kelulusan		
Sekolah Dasar	SDN 100040	2010
Madrasah Tsanawiyah	MTs Darul Mursyid	2013
Madrasah Aliyah	MA Darul Mursyid	2016

ORGANISASI

Informasi

Tahun

-

-