

SKRIPSI

**OPTIMASI KOMBINASI PENGGUNAAN ALAT BERAT DALAM
PEKERJAAN PENIMBUNAN LAHAN
DITINJAU DARI WAKTU DAN BIAYA
PADA PROYEK PEMBANGUNAN BALAI LATIHAN KERJA
KABUPATEN ENDE, NTT**



**DISUSUN OLEH :
JACKY CHRISTIAN KARMALEY
11.21.032**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2016

SKRIPSI

OPTIMASI KOMBINASI PENGGUNAAN ALAT BERAT DALAM
PEKERJAAN PEMERINTAHAN LOKAL
DITINJAU DARI WAKTU DAN BIAYA
PADA PROYEK PEMBANGUNAN BALAI LATHAN IDERA
KABUPATEN ENDE, NTT

DIBESKRIPSI OLEH :
JACKY CHRISTIAN KARMALEY
1991.11.21.033

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL 2-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI
OPTIMASI KOMBINASI PENGGUNAAN ALAT BERAT DALAM
PEKERJAAN PENIMBUNAN LAHAN
DITINJAU DARI WAKTU DAN BIAYA
PADA PROYEK PEMBANGUNAN BALAI LATIHAN KERJA
KABUPATEN ENDE, NTT

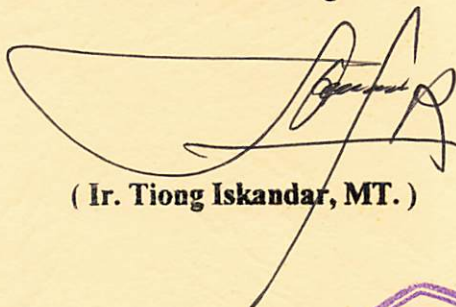
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :
JACKY CHRISTIAN KARMALEY

11.21.032

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I



(Ir. Tiong Iskandar, MT.)

Dosen Pembimbing II



(Ir. Munasih, MT)

Mengetahui :

Ketua Program Teknik Sipil S-1



(Ir. Andrianus Agus Santosa, MT.)

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2016

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI
OPTIMASI KOMBINASI PENGGUNAAN ALAT BERAT DALAM
PEKERJAAN PENIMBUNAN LAHAN
DITINJAU DARI WAKTU DAN BIAYA
PADA PROYEK PEMBANGUNAN BALAI LATIHAN KERJA
KABUPATEN ENDE, NTT

Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Ujian Sidang Skripsi Jenjang Strata I (S-1)

Pada Hari : Rabu

Tanggal : 02 Maret 2016

Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh :

JACKY CHRISTIAN KARMALEY (11.21.032)

Disahkan Oleh :

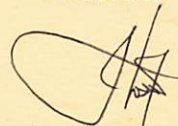
Panitia Ujian

Ketua



(Ir. Andrianus Agus Santosa, MT.)

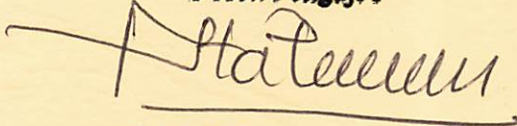
Sekretaris



(Ir. Munasih, MT.)

Mengetahui :

Dosen Penguji I



(Ir. Togi Nainggolan, MS.)

Dosen Penguji II



(Ir. H. Edi Hargono D.P., MS.)

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S - 1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2016

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : JACKY CHRISTIAN KARMALEY

Nim : 11.21.032

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

“ OPTIMASI KOMBINASI PENGGUNAAN ALAT BERAT DALAM PEKERJAAN PENIMBUNAN LAHAN DITINJAU DARI WAKTU DAN BIAYA PADA PROYEK PEMBANGUNAN BALAI LATIHAN KERJA KABUPATEN ENDE ”

Adalah hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali yang disebutkan sumbernya.

Malang, 02 Maret 2016

Yang membuat Pernyataan




JACKY CHRISTIAN KARMALEY

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan berkat dan anugerah-Nya sehingga kami dapat menyusun Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya.

Pada kesempatan kali ini, tidak lupa kami ucapkan terima kasih kepada :

1. **Bapak Andreas Karmaley, Ibu Debora Lay dan Keluarga dirumah**, terima kasih atas doa, nafkah, dan dukungannya.
2. **Bapak Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MTA.**, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
3. **Bapak Ir. H . Sudirman Indra, MS.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
4. **Bapak Ir. Andrianus Agus Santosa, MT.**, selaku Kepala Jurusan Teknik sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
5. **Ibu Ir. Munasih, MT.**, selaku Sekretaris Jurusan Teknik sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang, sekaligus sebagai Dosen Pembimbing.
6. **Bapak Ir. Tiong Iskandar, MT.**, selaku Dosen Pembimbing.
7. **Bapak Ir. Togi Nainggolan, MS.**, selaku Dosen Penguji.
8. **Bapak Ir. H. Edi Hargono D.P, MS.**, selaku Dosen Penguji.
9. **Special Thank's buat Janitra Maya Saputri Dami**, terima kasih atas semuanya.
10. **Teman-teman Teknik Sipil yang lulus atau belum**, terima kasih atas dukungan dan partisipasinya.
11. **Keluarga dan Teman-teman yang ada di Ende**, terima kasih atas doanya.
12. **Semua pihak yang belum saya sebutkan**, yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, terima kasih atas bantuan, doa, dan motivasinya.

Kami menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kami mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan penyusunan Tugas Akhir selanjutnya.

Malang, Februari 2016

Penyusun

ABSTRAK

Jacky Christian Karmaley, 2016, “ Optimasi Kombinasi Penggunaan Alat Berat Dalam Pekerjaan Penimbunan Lahan Ditinjau Dari Waktu Dan Biaya Pada Proyek Pembangunan Balai Latihan Kerja Kabupaten Ende, NTT “

Dosen Pembimbing I : Ir. Tiong Iskandar, MT.

Dosen Pembimbing II : Ir. Munasih, MT.

Pemerintah Kabupaten Ende merencanakan pembangunan Balai Latihan Kerja Kabupaten Ende di atas lahan seluas 2,4 Ha. Lahan tersebut harus ditimbun terlebih dahulu. Penimbunan tersebut dilakukan dengan menggunakan alat berat, diantaranya adalah Excavator, Dumptruck, Bulldozer dan Roller. Tujuan skripsi ini adalah untuk menganalisa Volume timbunan yang dibutuhkan, produktivitas dan jumlah alat berat yang dibutuhkan, lama waktu penyelesaian pekerjaan serta anggaran biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan.

Metode yang digunakan pada penyusunan skripsi ini diantaranya adalah Tinjauan Pustaka dan Tinjauan Lapangan. Tinjauan Pustaka digunakan untuk mengumpulkan data literatur yang berhubungan dengan pengerjaan skripsi ini. Sedangkan Tinjauan Lapangan dilakukan dengan cara survei dan wawancara langsung kepada pihak – pihak terkait yang berhubungan dengan pengerjaan skripsi ini sesuai dengan yang dibutuhkan. Kemudian data – data tersebut diolah atau dianalisa sesuai dengan literatur yang ada sehingga didapatkan hasil yang diinginkan sesuai dengan maksud dan tujuan pengerjaan skripsi ini.

Hasil dari analisa yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa Volume timbunan yang dibutuhkan adalah : 32954.24 m³. Jumlah alat berat yang dibutuhkan adalah : 2 unit Excavator 0.8 m³ (PC 300), 34 unit Dumptruck 5 m³, 2 unit Bulldozer D3C dan 6 unit Roller. Lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan adalah 53 Hari kalender kerja. Biaya yang dibutuhkan untuk menyewa alat berat (termasuk operator dan BBM) adalah : Rp. 3.851.520.000,- (*Tiga Milyar Delapan Ratus Lima Puluh Satu Juta Lima Ratus Dua Puluh Ribu Rupiah*).

Kata Kunci : Biaya, Waktu, Alat berat, Produktifitas.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Maksud dan Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Lokasi Kegiatan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Pendahuluan	5
2.2. Penelitian Terdahulu	5
2.3. Sifat – Sifat Tanah	8
2.4. Galian (Excavating)	12
2.5. Timbunan (Pile)	12

2.5.1.	Perhitungan Luas Timbunan Pada Cross Section.....	12
2.5.2.	Perhitungan Volume Timbunan Pada Cross Section ..	13
2.6.	Jenis – Jenis Alat Berat	14
2.6.1.	Evacavator (Backhoe).....	14
2.6.2.	Dump Truck.....	15
2.6.3.	Bulldozer.....	16
2.6.4.	Roller.....	17
2.7.	Produktivitas Alat – Alat Berat	17
2.7.1.	Produktivitas Excavator	18
2.7.2.	Produktivitas Dump Truck	22
2.7.3.	Produktivitas Bulldozer	27
2.7.4.	Produktivitas Roller	29
2.8.	Jumlah Kebutuhan Peralatan	35
2.9.	Biaya Sewa Alat	36
2.10.	Waktu Pelaksanaan	36
2.11.	Pemilihan Alternatif Kombinasi Alat Berat	37

BAB III METODE PERENCANAAN

3.1.	Data Umum dan Data Teknis Proyek	39
3.2.	Sumber Data	40
3.3.	Metode Pengumpulan Data	41
3.4.	Analisa Data	42

3.5.	Tahap Perencanaan.....	45
------	------------------------	----

BAB IV ANALISA PERENCANAAN

4.1.	Analisa Volume Timbunan	46
4.1.1.	Perhitungan Luas Timbunan Pada Potongan Melintang ..	46
4.1.2.	Volume Timbunan	47
4.2.	Analisa Produktivitas dan Jumlah Alat Berat	51
4.2.1.	Analisa Produktivitas Alat Berat Kombinasi I	53
4.2.2.	Analisa Jumlah Kebutuhan Alat Berat Kombinasi I	65
4.3.	Analisa Waktu Pelaksanaan	68
4.3.1.	Analisa Waktu Pelaksanaan Kombinasi I	68
4.3.2.	Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan	71
4.4.	Analisa Biaya.....	71
4.4.1.	Biaya Sewa Alat Berat	72
4.4.2.	Analisa Biaya Sewa Total Tiap Kombinasi	73
4.4.3.	Analisa Biaya Sewa Total Kombinasi I	73
4.4.4.	Pemilihan Alternatif Kombinasi Yang Optimal	75

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan	78
5.2.	Saran	79

DAFTAR PUSTAKA 80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Kegiatan	4
Gambar 2.1 Alat Berat Excavator	14
Gambar 2.2 Alat Berat Dump Truck	15
Gambar 2.3 Alat Berat Bulldozer	16
Gambar 2.4 Alat Berat Roller	17
Gambar 3.1 Flowcart Pengerjaan	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Volume Dalam Berbagai Keadaan	10
Tabel 2.2 Faktor Perubahan Volume Tanah	11
Tabel 2.3 Waktu Gali	19
Tabel 2.4 Waktu Putar	19
Tabel 2.5 Kedalaman Gali Optimum	20
Tabel 2.6 Faktor Kedalaman	20
Tabel 2.7 Faktor Bucket	21
Tabel 2.8 Tahanan Gelinding	25
Tabel 2.9 Waktu tunggu Dan Waktu Buang	25
Tabel 2.10 Berat Jenis Material	26
Tabel 2.11 Faktor Sudu Dozer	28
Tabel 2.12 Faktor Cuaca Dan Operator	30
Tabel 2.13 Kondisi Medan	31
Tabel 2.14 Faktor Gabungan Alat Berat Dan Medan	32
Tabel 2.15 Faktor Material	32
Tabel 2.16 Faktor Manajemen	34
Tabel 2.17 Tabel Instrumen Dan Bobot	38
Tabel 4.1 Analisa Volume Timbunan	48
Tabel 4.2 Alternatif kombinasi alat Berat	52
Tabel 4.3 Nilai Job Faktor	52
Tabel 4.4 Jumlah Kebutuhan Alat Berat	68
Tabel 4.5 Waktu Pelaksanaan Tiap Kombinasi	70

Tabel 4.6	Jadwal Pelaksanaan Tiap Kombinasi	71
Tabel 4.7	Data Survei Alat Berat	72
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan Waktu Dan Biaya Total	75
Tabel 4.9	Kriteria Pembobotan Waktu Sewa dan Biaya Total Sewa Alat	76
Tabel 4.10	Nilai Pembobotan Tiap Kombinasi	76

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada Tahun 2015, Pemerintah Kabupaten Ende merencanakan pembangunan Balai Latihan Kerja (BLK) Kabupaten Ende, yang akan dibangun di atas lahan seluas 2,4 hektar. Balai Latihan Kerja tersebut direncanakan terdiri dari beberapa massa bangunan, seperti; Gedung Kantor, Workshop, Ruang Teori, Ruang Praktek, Asrama, Aula, Perpustakaan dan lain-lain, yang akan digunakan sebagai sarana pelatihan dan bursa kerja bagi masyarakat Kabupaten Ende.

Lokasi lahan seluas 2,4 hektar yang di sediakan Pemerintah Kabupaten Ende ini cukup strategis, karena terletak di jalan Raya Ende-Wolowaru, Desa Moni, Kecamatan Moni, Kabupaten Ende. Namun lahan yang tersedia juga memiliki kekurangan, diantaranya adalah bahwa lahan ini merupakan lahan rawan banjir, karena elevasi permukaan tanah lahan berada di bawah elevasi permukaan bahu jalan, sehingga lahan yang digunakan harus di timbun dengan ketinggian permukaan minimal setara dengan jalan. Untuk itu, sebelum merencanakan bangunan gedung, Pemerintah Kabupaten Ende memprioritaskan pekerjaan Pematangan Lahan, yaitu pekerjaan fisik penimbunan lahan dengan elevasi permukaan minimal setara dengan jalan.

Menurut informasi yang didapat dari pegawai Dinas Tenaga Kerja, Sosial dan Transmigrasi Pemerintah Kabupaten Ende, bahwa jenis tanah asli di lokasi pekerjaan adalah tanah liat berpasir, sehingga pekerjaan penimbunan lahan ini direncanakan memakai Sirtu kelas C yang di padatkan di lokasi, sehingga pekerjaan ini membutuhkan beberapa alat berat, diantaranya adalah ; Excavator, Buldozer, Dump truck, Roller, dan lain – lain.

Pengertian Sirtu kelas C disini adalah singkatan dari pasir dan batu, karena komposisi ukuran tidak seragam. Sirtu terjadi karena akumulasi pasir dan

batuan yang terendapkan di daerah-daerah relatif rendah atau lembah. Sirtu yang terdapat di beberapa wilayah umumnya berasal dari batuan gunung api, bersifat andesitik dan sering bercampur dengan pasir batu apung.

Hal menarik dari proyek ini yang dapat dijadikan bahan studi skripsi adalah; bahwa menurut perkiraan konsultan perencana, anggaran biaya yang disediakan Pemerintah Kabupaten Ende, kemungkinan tidak cukup untuk menyelesaikan pekerjaan penimbunan volume lahan seluas 2,4 Ha, untuk itu diperlukan rencana analisa biaya dan waktu yang efektif dan efisien untuk menyelesaikan pekerjaan penimbunan lahan ini

Oleh karena itu, kami menyusun Tugas Akhir ini dengan judul; **Optimasi Kombinasi Penggunaan Alat Berat Dalam Pekerjaan Penimbunan Lahan Ditinjau Dari Waktu Dan Biaya Pada Proyek Pembangunan Balai Latihan Kerja Kabupaten Ende, NTT.**

1.2. Rumusan Masalah

1. Berapakah Volume Timbunan yang dibutuhkan untuk menimbun lokasi tempat dibangunnya BLK Kabupaten Ende?
2. Kombinasi Alat Berat mana yang paling optimal untuk menimbun lahan BLK Kabupaten Ende?
3. Berapa lama Waktu yang paling optimal untuk menyelesaikan pekerjaan penimbunan lahan BLK Kabupaten Ende?
4. Berapakah Anggaran Biaya yang paling optimal untuk menyelesaikan pekerjaan penimbunan lahan BLK Kabupaten Ende?

1.3. Tujuan

Maksud dari penyusunan tugas akhir ini adalah merencanakan Analisa biaya dan waktu yang efektif serta efisien untuk menyelesaikan pekerjaan pematangan lahan (penimbunan lahan), pada proyek pembangunan Balai Latihan Kerja Kabupaten Ende, yang direncanakan menggunakan beberapa alat berat, sehingga didapatkan produktifitas kerja yang optimal.

Sedangkan Tujuan yang ingin dicapai adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui Volume Timbunan yang dibutuhkan untuk menimbun lokasi tempat dibangunnya BLK Kabupaten Ende.
2. Menghitung Produktivitas dan Jumlah dari masing-masing alat berat yang dibutuhkan untuk menimbun lahan BLK Kabupaten Ende.
3. Merencanakan Waktu penyelesaian pekerjaan penimbunan lahan BLK Kabupaten Ende.
4. Merencanakan Anggaran Biaya pekerjaan penimbunan lahan BLK Kabupaten Ende.

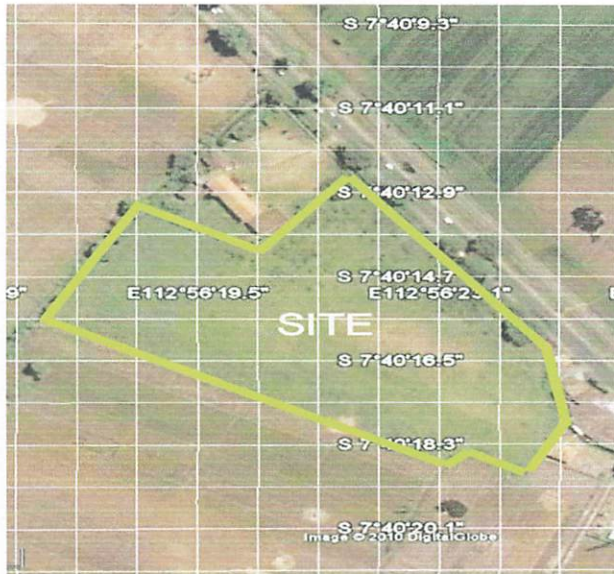
1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

1. Volume Timbunan yang dianalisa adalah volume timbunan lahan seluas 2,4 Ha.
2. Produktivitas dan Jumlah masing-masing Alat berat yang dianalisa adalah produktivitas dan jumlah alat berat untuk mengerjakan penimbunan lahan seluas 2,4 Ha.
3. Waktu yang dianalisa adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan penimbunan lahan seluas 2,4 Ha.
4. Anggaran Biaya yang dianalisa adalah anggaran biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan penimbunan lahan seluas 2,4 Ha.

1.5. Lokasi Kegiatan

Lokasi kegiatan ini berada di Jalan Raya Ende-Wolowaru, Desa Moni, Kecamatan Moni, Kabupaten Ende, Nusa Tenggara Timur.



Gambar 1.1 : Lokasi Kegiatan

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Pendahuluan

Pekerjaan Tanah merupakan kegiatan penting dalam proyek pembangunan bidang teknik sipil, terutama dalam pembangunan gedung, jalan raya, lapangan terbang dan irigasi. Adapun pekerjaan tanah diantaranya adalah Pekerjaan Penggalian Tanah, Pekerjaan Pemuatan Tanah, Pekerjaan Pengangkutan Tanah, Pekerjaan Pemadatan Tanah dan lain sebagainya. (*Pemindahan Tanah Mekanik, Hartono W., 2008; 2*)

2.2. Penelitian Terdahulu

Ade Budi Triwidodo, 2008 ITN Malang "Analisis Produktivitas Dan Biaya Penggunaan Alat – Alat Berat Pada Pekerjaan Proyek Pembangunan Gedung Universitas Islam Negeri Malang" dalam proyek tersebut terdapat masalah produktivitas alat gali *Excavator Bakhoe* dan alat pengangkat (*Tower Crame*). Setelah di teliti dan di analisa menurut data yang di dapat, hasilnya untuk pekerjaan galian dan timbunan dipakai kombinasi alat berat yaitu *Excavator Bakhoe* dan untuk pekerjaan pengecoran lantai di pakai *Tower Crame*.

Abstraksi.

Kata Kunci : Keproduktivitasan pemakaian alat berat.

Dalam pelaksanaan pembangunan proyek konstruksi setiap pelaksanaan memiliki langkah – langkah yang bertujuan supaya pekerjaan berjalan tepat dengan perencanaan – perencanaan yang telah tersusun rapi dan terencana, untuk pembangunan pekerjaan proyek tentu harus sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan. Dalam melaksanakan suatu pekerjaan proyek sebaiknya menggunakan sistem pemakaian alat - alat berat yang efektifitas dan efisien, karena dapat menghasilkan penghematan dan mempercepat pelaksanaan pekerjaan proyek.

Permasalahan yang timbul adalah sering kali dijumpai pelaksanaan yang tidak sesuai dengan jadwal proyek yang telah tersusun atau terencana mengakibatkan timbulnya suatu permasalahan baik menyangkut biaya dan

beberapa permasalahan yang terkait dalam pelaksanaan proyek tersebut. Dalam kajian ini, untuk mengetahui efektifitas dan efisiensi alat / pekerjaan, maka dilakukan perhitungan produktivitas Excavator Backhoe, perhitungan produktivitas pelaksanaan Tower Crane. Dimana dalam perhitungan tersebut juga dilakukan perhitungan tentang biaya alat, antara lain perhitungan biaya sewa alat berat Excavator Backhoe dan Tower Crane.

Hasil dari kajian serta analisa perhitungan menunjukkan bahwa adanya korelasi dan perbedaan yang cukup diperhitungkan antara pelaksanaan pekerjaan pembangunan proyek dengan pemakaian dan penggunaan alat berat (*Excavator Backhoe dan Tower Crane*) terhadap keproduktivitasan pekerjaan proyek, hal ini dibuktikan dengan besarnya pengaruh nilai produktivitas terhadap hasil waktu pekerjaan proyek dan biaya sewa alat berat itu sendiri. Selain itu juga dapat diketahui dari hasil perhitungan jumlah total waktu pemakaian alat berat dalam proyek sebesar 4,71 bulan (untuk pekerjaan maksimal *Tower Crane* dengan pekerjaan pengecoran), masih dibawah batas waktu pelaksanaan atau durasi *Mechanical Works Library Building* pada Universitas Islam Negeri Malang yang berdurasi 5 bulan.

Risky Emalia Bhukti, 2012, ITN Malang "Analisa Produktifitas Dan Biaya Penggunaan Alat-Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Hotel The Singhasari Resort & Convention. Dari hasil analisa yang di dapat yaitu, untuk pekerjaan galian dan timbunan, mengangkut dan memadatkan di pakai alat berat *Excavator & Dump Truck*. Serta mendapat perbandingan volume antara pekerjaan galian dan timbunan.

Abstraksi.

Kata Kunci : Analisa, Produktivitas, dan Alat berat.

Pada umumnya setiap pekerjaan pembangunan bangunan sipil selalu berkaitan dengan masalah pekerjaan tanah. Pekerjaan ini dilakukan mulai dari menggali, menggusur, memindahkan, memadatkan, dan kadangkala mengolahnya untuk mendapatkan spesifikasi tanah yang diharapkan. Namun bila skala pekerjaan ukup besar, dan membutuhkan kecepatan dalam pelaksanaan pekerjaan, maka pekerjaan tanah tersebut dapat dilakukan dengan cara mekanis atau menggunakan bantuan tenaga mesin (alat – alat berat). Tujuan tugas akhir ini adalah untuk

mengetahui produktivitas dan biaya penggunaan alat berat yang digunakan dalam penyelesaian proyek.

Analisa yang digunakan adalah Metode Analisa Produktivitas, yaitu dengan menghitung data untuk mencari produktivitas alat yang digunakan, untuk mengetahui ketepatan waktu yang ada dalam suatu proyek, apakah sesuai dengan jadwal yang direncanakan atau terjadi keterlambatan.

Dari analisa pekerjaan tanah seluas 6,5 ha, didapat Volume galian : 79969,69 m³, Volume timbunan : 14944,69 m³, Volume pekerjaan pemindahan : 79969 m³ – 14944,69 = 65024,98 m³. Dari hasil analisa, maka dapat disimpulkan bahwa Produktivitas dan Biaya masing – masing alat berat yang dibutuhkan untuk menggali, menimbun, mengangkut, dan memadatkan Proyek Hotel The Singhasari Resort & Convention seluas 6,5 ha adalah sebagai berikut : Excavator : 34,26 m³/jam = 8 unit, Dump Truck : 20,41 m³/jam = 9 unit, Roller : 35,70 m³/jam = 1 unit, Biaya total yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tanah pada Proyek Pembangunan Hotel The Singhasari Resort & Convention adalah Excavator : Rp. 635.120.000, Dump Truck : Rp. 155.520.000, Roller : Rp. 491.450.000. Jadi biaya totalnya Rp. 888.930.000 (*Delapan Ratus Delapan Puluh Juta Sembilan Ratus Tiga Puluh Ribu Rupiah*).

Rendy Wirawan, ITN Malang 2013, "Optimasi Kombinasi Penggunaan Alat Berat Ditinjau Dari Waktu Dan Biaya Pada Pekerjaan Jalan (Studi Kasus : Pekerjaan Penyiapan Badan Jalan, Telford, Agregat Kelas B Pada Proyek Peningkatan Jalan Laburan – Solok – Batu Prepat – Sungai Langir, Laburan – Lori Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur)". Hasil yang di dapat yaitu Analisa Perhitungan yang didapat dari 16 alternatif kombinasi alat – alat berat yang mempunyai waktu dan biaya yang paling efektif dan efisien.

Abstraksi.

Kata Kunci : Optimasi, Kombinasi, Alat Berat, Waktu, Biaya, dan Produktivitas.

Proyek peningkatan jalan Laburan – Solok – Batu Prepat – Sungai Langir, Laburan – Lori Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur merupakan proyek yang dalam pelaksanaannya memerlukan bantuan alat – alat berat. Dalam hal ini perlu diadakan pemilihan kapasitas peralatan yang akan digunakan, sehingga

waktu, dan biaya pelaksanaan dapat optimal. Apabila terjadi kesalahan dalam pemilihan alat – alat berat, maka akan terjadi keterlambatan pelaksanaan, biaya proyek membengkak, dan hasil yang tidak sesuai rencana.

Pada skripsi ini akan ditinjau pekerjaan penyiapan badan jalan dengan volume 234.280,50 m², Pondasi Telford dengan volume 163.661.08 m², dan pondasi agregat kelas B dengan volume 241,25 m³. Pemilihan alat berat dengan alternative terbaik, yaitu menggunakan metode skala pengukuran.

Dari analisa perhitungan didapatkan 16 alternative kombinasi alat – alat berat. Sedangkan alternative kombinasi yang mempunyai waktu, dan biaya yang paling efektif dan efisien yaitu pada alternative VII, alat – alat yang digunakan adalah 1 unit Wheel Loader 1,5 m³, 1 unit Motor Grader 125 HP, 1 unit Vibro Roller 8 Ton, 1 unit Water Tank Truck 4000 L, 1 unit Dump Truck 4 m³, Waktu pengerjaan yang diperlukan 45 hari dengan biaya pelaksanaan sebesar Rp. 13.089.389.644,00

2.3. Sifat – Sifat Tanah

Beberapa sifat tanah sehubungan dengan penggunaan alat berat, tanah yang dikerjakan akan mengalami perubahan dalam volume dan pemampatannya. Oleh karena perubahan - perubahan ini, maka dalam menyatakan jumlah volumenya perlu dinyatakan dalam kondisi tanah yang dimaksud.

Keadaan tanah yang mempengaruhi volume tanah yang sering dijumpai dalam usaha Pemandahan tanah, adalah (*Perpindahan Tanah Mekanis, Rochmanhadi, 1990; 4*) :

a. Keadaan Asli/ Alam (*Bank Measure = BM*)

Keadaan asli adalah keadaan tanah sebelum dilakukan pengerjaan atau masih sesuai dengan ukuran alam, digunakan sebagai dasar perhitungan jumlah pemindahan tanah.

b. Keadaan Lepas (*Loose Measure = LM*)

Keadaan lepas adalah keadaan tanah setelah diadakan pengerjaan, misalnya tanah yang terdapat didepan dozer blade, diatas dump truck, didalam bucket dan sebagainya, besarnya adalah % BM (swell + BM), jadi volume tanah

loose akan lebih besar bila dibandingkan dengan volume tanah asli pada berat tanah yang sama.

c. Keadaan Padat (*Compact Measure = CM*)

Keadaan padat adalah keadaan tanah setelah ditimbun dan diadakan pemadatan. Volume tanah setelah diadakan pemadatan, mungkin akan lebih besar atau lebih kecil dari volume dalam keadaan asli, hal ini tergantung dari usaha pemadatannya.

Bertambahnya volume tanah dari dari bank menjadi *loose* disebut dengan *swell* yang dinyatakan dalam persen, dan dihitung dengan rumus :

$$Sw = \left(\frac{B-L}{L} \right) \times 100\% \dots \dots \dots (2.1)$$

(Sumber : *Perpindahan Tanah Mekanis, Rochmanhadi 1990 ; 6*)

Dimana :

Sw : Presentase (%) *Swell*

B : Volume tanah dalam keadaan *Bank* (alam)

L : Volume tanah dalam keadaan *Loose* (lepas)

Berkurangnya volume tanah dari keadaan bank menjadi pampat disebut dengan *shrinkage* atau susut, yang dinyatakan dalam %, dan dihitung dengan rumus :

$$Sh = \left(\frac{C-B}{C} \right) \times 100\% \dots \dots \dots (2.2)$$

(Sumber : *Perpindahan Tanah Mekanis, Rochmanhadi 1990 ; 7*)

Dimana :

Sh : % *Shrinkage* atau susut

B : Volume tanah dalam keadaan bank (alam)

C : Volume tanah dalam keadaan compact (padat)

Disamping *swell* dan *shrinkage*, untuk menyatakan konversi keadaan tanah dapat juga digunakan load faktor dan shrinkage faktor.

$$\text{Load Faktor} = \frac{\text{vol. tanah keadaan bank}}{\text{vol. tanah keadaan loose}}$$

$$\text{Shrinkage Faktor} = \frac{\text{vol. tanah keadaan Compact}}{\text{vol. tanah keadaan Bank}}$$

(Sumber : *Pemindahan Tanah Mekanis, Rochmanhadi 1990 ; 8*)

Tabel 2.1 : Perbandingan Volume Dalam Berbagai Keadaan

Nama umum	$L = \frac{\text{Lepas}}{\text{Asli}}$	$C = \frac{\text{Padat}}{\text{Asli}}$
Kerikil (grevel)	1.05-1.25	0.80-0.10
Pasir (sand)	1.10-1.30	0.80-0.10
Lempung dan Lanau	1.15-1.35	0.80-0.10
Batu pecah	1.65-1.75	1.25-1.35
Tanah	1.20-1.30	0.85-0.95

(*Pemindahan Tanah Mekanik, Hartono W., 2008; 5*)

Sedangkan Tabel. 2.2. berikut ini diberikan *Conversion Ratio* (perubahan volume tanah) untuk beberapa jenis tanah dalam keadaan *Bank Measure*, *Loose Measure* dan *Compacted Measure*.

Tabel 2.2 : Faktor Perubahan Volume Tanah untuk Berbagai Macam Tanah.

Jenis Tanah	Kondisi Tanah	Perubahan Volume Tanah		
		Asli	Lepas	Padat
Sand (pasir)	Asli	1.00	1.11	0.95
	Lepas	0.90	1.00	0.80
	Padat	1.05	1.17	1.00
Soil (tanah liat berpasir)	Asli	1.00	1.39	0.90
	Lepas	0.80	1.00	0.72
	Padat	1.11	1.25	1.00
Clay (tanah liat)	Asli	1.00	1.43	0.90
	Lepas	0.70	1.00	0.63
	Padat	1.11	1.59	1.00
Clay and Gravel (tanah liat berkerikil)	Asli	1.00	1.18	1.08
	Lepas	0.85	1.00	0.91
	Padat	0.93	1.09	1.00
Gravel (kerikil)	Asli	1.00	1.12	1.03
	Lepas	0.88	1.00	0.91
	Padat	0.97	1.10	1.00

(Alat-Alat Berat Dan Penggunaannya, Rochmanhadi, 1992; 6)

2.4. Galian

Excavating adalah suatu kegiatan penggalian material tanah yang akan digunakan atau dibuang. Hal ini dipengaruhi oleh 3 kondisi sebagai berikut:

- a. Bila tanah biasa (normal), bisa langsung dilakukan penumpukan stock atau langsung dimuat (*loading*).
- b. Bila tanah keras harus dilakukan penggarukan (*ripping*) terlebih dahulu, kemudian dilakukan stock pilling dan dimuat (*loading*).
- c. Bila tanah terlalu keras maka pekerjaan *ripping* tidak ekonomis (tidak mampu) maka harus dilakukan peledakan (*blasting*) guna memecah material terlebih dahulu sebelum dilakukan *stock pilling* dan kemudian dilakukan *stock pilling* dan dimuat (*loading*).

untuk menentukan alat - alat berat yang digunakan pada pekerjaan timbunan, dengan mempertimbangkan daya kemampuan operasional alat tersebut.

2.5. Timbunan

Adapun tujuan dari timbunan adalah sebagai berikut :

- a) Meminimalkan penggunaan volume pada tanah, sehingga pekerjaan pemindahan tanah dapat dikurangi sehingga penyelesaian proyek dapat dipercepat dan biaya pembangunan dapat seefisien mungkin.
- b) Untuk menentukan alat - alat berat yang digunakan pada pekerjaan timbunan dengan mempertimbangkan daya kemampuan operasional alat tersebut.

2.5.1. Perhitungan Luas Timbunan pada Cross Section (Potongan Melintang)

Perhitungan Luas Timbunan bisa dilakukan setelah mendapatkan hasil dari pengukuran topografi. Hasil dari pengukuran topografi yang ditinjau adalah kondisi elevasi/ ketinggian (kontur) dari lahan yang telah diukur.

Besarnya luas timbunan pada potongan melintang menyesuaikan bentuk geometri pada tiap – tiap bagian potongan, apabila bentuk geometri dari luas

berbentuk persegi panjang, maka nilai luasnya adalah tinggi atau panjang titik dikalikan dengan jarak pada bagian potongan tersebut. Dibawah ini akan dijelaskan contoh perhitungan luas timbunan :

Perhitungan Luas Potongan Melintang 1

Apabila bagian – bagian berbentuk persegi panjang, maka :

$$L_1 = h_A \times d_1$$

$$L_2 = h_B \times d_2$$

$$L = L_1 + L_2$$

Dimana : L = Luas potongan

L₁ = Luas 1

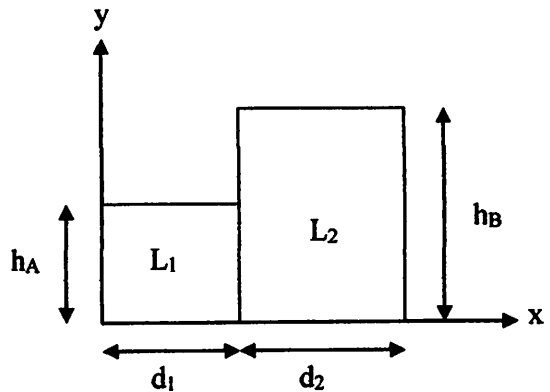
L₂ = Luas 2

h_A = Tinggi titik A

h_B = Tinggi titik B

D₁ = Jarak 1

D₂ = Jarak 2



2.5.2. Perhitungan Volume Timbunan pada Cross Section (Potongan Melintang)

Perhitungan Volume Timbunan didapatkan dari hasil perhitungan luas timbunan dikalikan dengan jarak antar potongan. Dibawah ini akan dijelaskan contoh perhitungan volume timbunan :

Perhitungan Volume Potongan Melintang 1

Apabila Volume bagian – bagian berbentuk persegi panjang, maka :

$$V_1 = L_1 \times R$$

$$V_2 = L_2 \times R$$

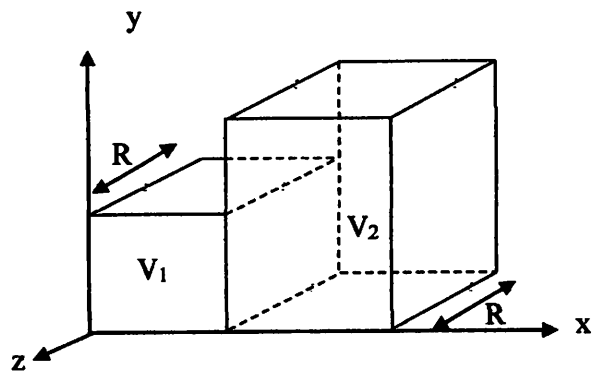
$$V = V_1 + V_2$$

Dimana : V = Volume potongan

V₁ = Volume 1

V₂ = Volume 2

L₁ = Luas 1



L_2 = Luas 2

R = Jarak antara potongan

2.6. Jenis – Jenis Alat Berat

Di dalam Tugas Akhir ini alat berat yang di maksud adalah alat berat yang digunakan dalam pekerjaan yang meliputi pekerjaan peenggalian, pengurukan (penimbunan). Sesuai dengan batasan masalah alat berat yang dibahas adalah ; Bulldozer, Excavator (Backhoe), Dump Truk, dan Roller.

2.6.1. Exacavator (*Backhoe*)

Pengoperasian Excavator umumnya untuk pengerjaan penggalian pondasi dan saluran. Excavator terdiri dari alat penggerak yang berupa *crawler* atau ban, *boom*, *stick* dan *bucket*. Excavator beroda ban biasanya tidak digunakan untuk penggalian tetapi lebih sering untuk pekerjaan lainnya. Pemilihan kapasitas *bucket backhoe* harus sesuai dengan pekerjaan yang dilakukan. (*Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi, Susy Fatena, 2002; 68*)

Dalam tugas akhir ini penggunaan *backhoe* ditekankan untuk pekerjaan memuat material untuk timbunan yang tidak membutuhkan gaya gali.



Gambar 2.1. : Alat Berat Exacavator (*Backhoe*), (Sumber : Internet)

2.6.2. Dump Truck

Truck adalah alat yang khusus digunakan sebagai alat angkut karena kemampuannya, misalnya dapat bergerak cepat, kapasitas besar dan biaya operasinya relatif murah. Dengan membedakan arah muatan ditumpahkan dump truck dibedakan menjadi 3 macam, yaitu (*Alat-Alat Berat, Haryanto & Hendra 1992; 117*) :

1. *Rear Dump Truck* yang membuang muatan ke belakang.
2. *Side Dump Truck* yang membuang muatan kesamping.
3. *Bottom Dump Truck* yang membuang muatan melalui bawah bak.



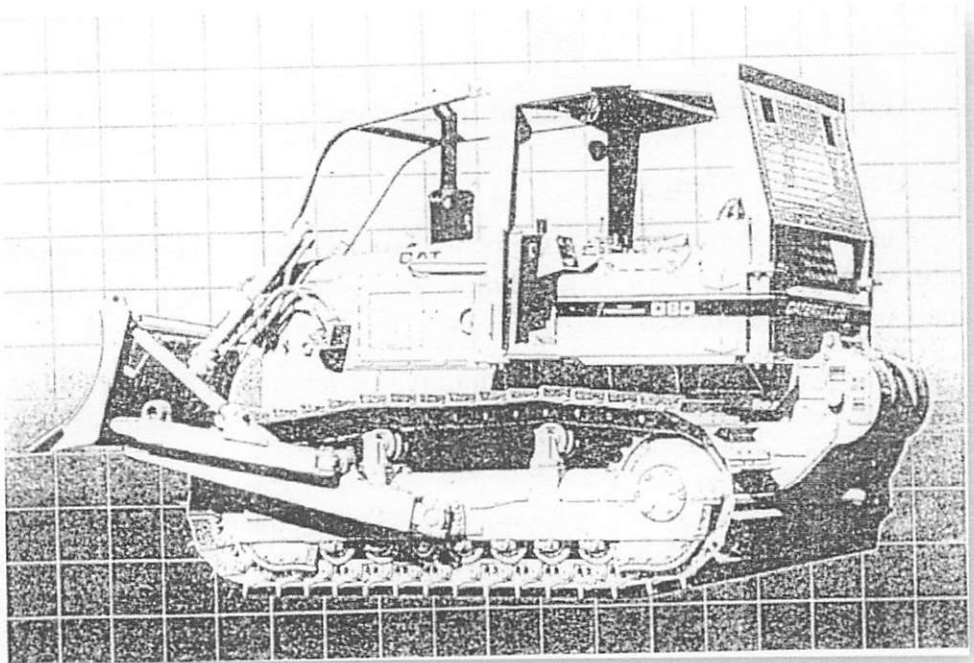
Gambar 2.2. : Alat berat Dump Truck, (Sumber : Internet)

2.6.3. Bulldozer

Pada dasarnya Bulldozer merupakan alat yang menggunakan traktor sebagai penggerak utama. Disebut bulldozer karena traktor ini dilengkapi dengan *dozer attachment*, dalam hal ini *attachmentnya* adalah *blade*.

Bulldozer merupakan salah satu jenis dozer untuk mendorong lurus kedepan. Jenis pekerjaan yang biasanya menggunakan dozer atau bulldozer adalah (*Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi, Susy Fatena, 2002; 33*) :

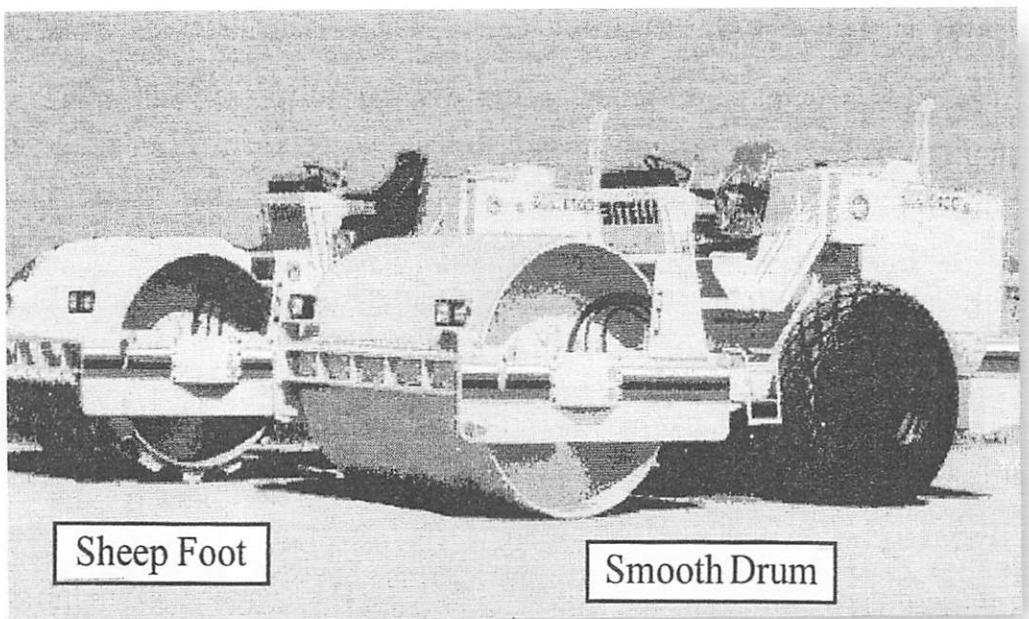
1. Mengupas top sail dan pembersihan lahan dari pepohonan.
2. Pembukaan jalan baru.
3. Pemindahan material kepada *scrapper*.
4. Menyebarkan material.
5. Mengisi kembali saluran.
6. Membersihkan quarry



Gambar 2.3 : Alat Berat Bulldozer, (Sumber : Internet)

2.6.4. Roller

Dalam pelaksanaan konstruksi jalan, atau konstruksi - konstruksi lain yang memerlukan stabilitas dan kepadatan tertentu, diperlukan peralatan untuk pemadatan. Pemadatan adalah usaha penyusunan kembali letak butir tanah, sehingga pada tanah tersebut dicapai letak butir yang rapat. Dalam pelaksanaan konstruksi jalan pada umumnya dilakukan dengan cara pemadatan dengan satu alat pemadat (Roller) (*Alat-Alat Berat Dan Penggunaannya, Rochmanhadi 1992; 119*)



Gambar 2.4 : Alat Berat Roller, (Sumber : Internet)

2.7. Produktivitas Alat – Alat Berat

Langkah pertama dalam membuat estimasi kapasitas alat berat adalah menghitung kapasitas operasi alat - alat berat. Hasil perhitungan tersebut kemudian dibandingkan dengan pengalaman yang nyata dari pekerjaan - pekerjaan yang pernah dilakukan, dan pekerjaan - pekerjaan sejenis. Atas dasar perbandingan itu, terutama pada efisiensi kerjanya. kita dapat menentukan harga besaran estimasi kapasitas alat yang paling sesuai untuk proyek yang bersangkutan, sehingga

estimasi biaya proyek tidak terlalu optimis atau kebesaran (*Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 5*).

2.7.1. Produktivitas Excavator (Backhoe)

Untuk menghitung produktivitas backhoe, pertama - tama harus dibatasi terhadap kondisi yang ada pada setiap pekerjaan. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas backhoe antara lain (*Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 62*):

1. Faktor keadaan pekerjaan :
 - a. Keadaan dan jenis tanah.
 - b. Tipe dan ukuran galian.
 - c. Jarak pembuangan.
 - d. Kemampuan operator.
 - e. Job manajemen / pengaturan operasional, dan lainnya.
2. Faktor keadaan mesin :
 - a. " Attachmant" yang cocok untuk pekeduan yang bersangkutan
 - b. Kapasitas bucket.
 - c. Waktu siklus yang banyak dipengaruhi' oleh kecepatan travel dan sistem hidrolis.
 - d. Kapasitas angkutan.
3. Faktor dalamnya pemotongan dan sudut - sudut swing.

Produksi per-jam dari Excavator atau backhoe dapat dihitung dengan rumus berikut (*Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 20*):

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{C_m} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

Q = Produksi perjam (m³ /jam)

q = Produksi per siklus (m³)

Cm = Waktu siklus (detik)

E = Efisiensi (job factor)

Sedangkan waktu persiklus (q)

$$q = q_1 \times K \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana:

q_1 = Kapasitas Bucket

K = Faktor Bucket

Faktor – faktor yang mempengaruhi produksi excavator (backhoe) dapat dijabarkan sebagai berikut (*Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 22*):

1. Perhitungan Waktu Siklus.

$$C_{ta} = \text{waktu gali} + (\text{waktu putar} \times 2) \times \text{waktu buang} \dots\dots\dots(2.5)$$

a. Waktu menggali tergantung pada kedalaman gali dan kondisi galian. Waktu gali dapat dilihat pada Tabel 2.3 (*Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 22*)

Tabel 2.3 : Waktu Gali (detik)

Kedalaman Gali	Kondisi Gali			
	Ringan	Sedang	Agak Sulit	Sulit
0 m – 2 m	6	9	16	26
2 m – 4 m	7	11	17	28
4 m – lebih	8	13	18	30

(*Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 22*)

b. Waktu putar tergantung dari sudut dan kecepatan putar, seperti pada Tabel 2.4 (*Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 22*)

Tabel 2.4 : Waktu Putar (detik)

Sudut Putar	Waktu getar
45-90	4-7
90-180	5-8

c. Waktu buang tergantung pada kondisi pembuangan material

- Kedalam Dump truk = 5-8 detik.

- Ketempat pembuangan = 1-6 detik.

Waktu siklus excavator (backhoe) masih dipengaruhi oleh faktor kedalaman galian yaitu (*Alat-Alat Berat Dan Penggunaannya, Rochmanhadi, 1992; 62*) :

$$R = \frac{\text{kedalaman gali}}{\text{kedalaman gali optimum}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.6)$$

Sehingga waktu yang diperhitungkan adalah (*Alat-Alat Berat Dan Penggunaannya, Rochmanhadi, 1992; 63*)

$$C_m = C_{ta} \times R \text{ (menit)} \dots \dots \dots (2.7)$$

Berikut ini tabel kedalaman gali optimum berdasarkan ukuran bucket dari excavator (*Alat-Alat Berat Dan Penggunaannya, Rochmanhadi, 1992; 63*).

Tabel 2.5 : Kedalaman Gali Optimum (*feet*)

Jenis Material	Ukuran Bucket								
	3/8	0.5	0.8	1	1.25	1.5	1.8	2	2.5
Tanah lembab atau lempung berpasir, pasir dan kerikil	3.8	4.6	5.3	6	6.5	7	7.4	7.8	8.4
Tanah biasa, baik	4.5	5.3	6.8	7.8	8.5	9.2	9.7	10.2	11.2
Tanah liat berpasir, baik, keras, tanah liat, basah	6	7	8	9	9.8	10.7	11.5	12.2	13.5

Tabel 2.6 : Tabel Faktor Kedalaman (*R*)

R %	Mudah	Sedang	Agak, Sulit	Sulit
<40	0,70	0,90	1,10	1,40
40-75	0,80	1,00	1,30	1,60
> 75	0,90	1,00	1,50	1,80

(*Alat-Alat Berat Dan Penggunaannya, Rochmanhadi, 1992; 64*)

2. Faktor Bucket.

Faktor bucket excavator (backhoe) dapat dilihat pada tabel. 2.7
(*Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 21*)

Tabel 2.7 : Faktor Bucket

Klasifikasi	Kondisi Pemuatan	Faktor
Ringan	Menggali dan memuat dari stock pile atau yang telah dikeruk oleh excavator lain, yang tidak membutuhkan gaya gali dan dapat dimuat munjung dalam bucket. Pasir, tanah berpasir, tanah kolodoil dengan kadar air sedang.	1,0-0,8
Sedang	Menggali dan memuat dari stock pile lepas tanah yang lebih sulit untuk digali dan dikeruk tetapi dapat dimuat hampir munjung. Pasir kering, tanah berpasir, tanah campuran liat, tanah liat, gravel, yang belum disaring, pasir yang telah memadat dan sebagainya, atau dan memuat gravel langsung dari bukit gravel asli.	0,8-0,6
Agak sulit	Menggali dan memuat batu - batu pecah, tanah liat, yang keras, pasir campur kerikil, tanah berpasir, tanah kolodoil liat, tanah liat dengan kadar air tinggi, yang telah di stock pile oleh excavator lain. Sulit untuk mengisi bucket dengan material tersebut.	0,6-0,5
Sulit	Bongkahan, batu besar dengan bentuk tak teratur dengan ruangan diantaranya batuan hasil ledakan, batu bundar, pasir campur tanah liat, tanah liat yang sulit dikeruk dengan bucket.	0,5-0,4

(*Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 21*)

2.7.2. Produktivitas Dump Truck

Produksi per-jam total dari beberapa dump truck yang mengerjakan pekerjaan yang sama secara simultan dapat dihitung dengan rumus berikut ini (*Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 33*) :

$$Q = \frac{C \times 60 \times E}{Cmt} \dots\dots\dots(2,8)$$

Dimana:

Q = Produksi perjam (m³/jam)

C = Produksi Per siklus (m³)

E = Efisiensi (job factor)

Cmt = Waktu siklus dump truck (menit)

Produksi dump truck dipengaruhi oleh beberapa faktor (*Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 35*):

1. Perhitungan waktu siklus.

Perhitungan waktu siklus dump truck terdiri dari 5 komponen :

a. Waktu yang diperlukan untuk mengisi dump truck (tm)

$$tm = \frac{qdt}{qt \times K} \times Cm \dots\dots\dots(2.9)$$

Dimana:

tm = Waktu yang dibutuhkan excavator untuk mengisi dump truck (menit)

qdt = Kapasitas dump truck (m³)

q = Kapasitas bucket excavator (m³)

Cm = Waktu siklus excavator (menit)

K = Faktor bucket

b. Waktu untuk mengangkut tanah (tam)

$$tam = \frac{D}{Vam} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

Vam = Kecepatan Angkut (m/menit)

tam = Waktu mengangkat tanah (menit)

D = Jarak angkut dump truck (m)

c. Waktu yang dibutuhkan untuk membongkar muatan material (tb)

d. Waktu yang diperlukan untuk kembali (tk)

$$tk = \frac{D}{vk} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana:

tk = Waktu untuk kembali (menit)

D = Jarak angkut dump truck (m)

Vk = Kecepatan balik (m/menit)

e. Waktu yang diperlukan untuk posisi pengisian dan excavator untuk muatan mengisi (tt)

$$Cmt = tm + tam + tb + tk + tt \dots\dots\dots (2.12)$$

$$Ct \equiv \left[\frac{qdt}{q \times K} Cm \right] + \frac{D}{vam} + tb \frac{D}{vk} tt \dots\dots\dots (2.13)$$

(Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 36)

Dimana:

Ct = Waktu siklus dump truck (menit)

qdt = Kapasitas dump truck (m³)

q = Kapasitas bucket excavator (m³)

Cm = Waktu siklus excavator (menit)

K = Faktor bucket

D = Jarak angkut dump truck (m)

Vam = Kecepatan truck bermuatan (m/menit)

Vk = Kecepatan balik (m/menit)

tb = Waktu yang diperlukan untuk membongkar material (menit)

tt = Waktu yang diperlukan untuk pengisian (menit)

2. Besarnya kecepatan dapat dihitung sebagai berikut:

a. Kecepatan angkut (Vam)

$$Vam = \frac{Nx75x60}{Pam} \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana:

Vam = Kecepatan Angkut (m/menit)

Pam = Gaya angkut (Kg)

N = Tenaga mesin (Hp)

(Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 37)

b. Kecepatan balik (Vk)

$$Vk = \frac{Nx75x60}{Pk} \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana:

tk = Waktu untuk kembali (menit)

D = Jarak angkut dump truck (m)

Vk = Kecepatan balik (m/menit)

(Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 37)

3. Besarnya gaya angkut dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$Pam \equiv R[B_0 + (qdt + B_j)] \left(\frac{RR \pm \sin a}{1000} \right) \dots\dots\dots (2.16)$$

(Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 39)

$$Pk = RxB_0 \left(\frac{RR \pm \sin a}{1000} \right) (Kg) \dots\dots\dots (2.17)$$

(Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 39)

Dimana :

Bo = berat alat (ton)

qdt = kapasitas bak dump truck (m³)

Bj = berat jenis material dalam keadaan lepas (ton/m³)

RR = tahanan gelinding (Kg/ton)

a = sudut kelandaian (derajat)

R = konsentrasi beban pada roda penggerak

= 0,60 untuk real drive

= 0,50 untuk rear and front drive

P_k = Gaya kembali (Kg)

4. Tahanan gelinding (RR).

Untuk tahanan gelinding dapat dilihat pada tabel 2.8.

Tabel 2.8 : Tahanan Gelinding (RR)

No	Keadaan jalan raya	T. Gelinding (Kg/ton)
1	Jalan keras, halus, terpelihara, ban tidak terbenam	20
2	Jalan tanah yang terpelihara agak keras, Ban agak terbenam	35
3	Jalan tanah kurang terpelihara lunak, Ban terbenam \pm 150 mm	50
4	Jalan tanah tidak terpelihara, tidak ada pemadatan. Ban terbenam \pm 150 mm	75
5	Pasir dari pasir lepas, Kerikil	100
6	Jalan jelek, berlumpur, tidak ada pemeliharaan	200

(Diktat bahan ajar metode dan pemeliharaan konstruksi, 2008)

5. Waktu tunggu (tt) dan waktu buang (tb).

Untuk waktu tunggu (tt) dan waktu buang (tb) dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9 : Waktu tunggu (tt) dan waktu buang (tb)

Kondisi	Waktu Buang (tb) (menit)	Waktu tunggu (tt) (menit)
Baik	0,50-0,70	0,10-0,20
Sedang	1,00-1,30	0,25-0,35
Kurang	1,50-2,00	0,40 - 0,50

(Perpindahan Tanah Mekanis, Rochmanhadi, 1990; 45)

6. Berat jenis material

Untuk berat jenis material dapat dilihat pada, Tabel 2.10 (Perpindahan Tanah Mekanis, Rochmanhadi, 1990; 47)

Tabel 2.10 : Berat Jenis Material

Material	BJ Tanah asli (Kg/m ³)	% Kembang	BJ Tanah lepas (Kg/m ³)	Faktor beban (%)
Bauksit	1920	33	1440	75
Caliche	2280	82	1260	55
Cinders	870	52	570	66
Lempung :				
✓ Tanah liat asli	2040	22	1680	82
✓ Kering digali	1860	23	1500	81
✓ Basah digali	2100	25	1680	80
Lempung & kerikil				
✓ Kering	1680	41	1200	71
✓ Basah	1860	11	1680	80
Tanah kering				
✓ Padat	1920	25	1530	80
✓ Basah	2040	27	1620	79
✓ Lanau	1560	23	1260	81
Pasir & Tanah liat				
✓ Lepas	240	27	1620	79
✓ Padat	-	-	2430	-
✓ Pasir batu	2550	67	1530	60
Pasir kering				
✓ Lepas	1620	12	1440	89
✓ Sedikit basah	1920	12	1710	89
✓ Basah	2100	12	1740	89
Pasir & kerikil				
✓ Kering	1950	12	1740	89
✓ Basah	2250	10	2040	91
Slag – pecah	2970	67	1770	60

Material	BJ Tanah asli (Kg/m ³)	% Kembang	BJ Tanah lepas (Kg/m ³)	Faktor beban (%)
Batu – pecah	2970	67	1620	60
Takonit	4260	75	2460	57
Tanah permukaan	1380	43	960	70
Traprock – pecah	2640	49	1770	67

(*Perpindahan Tanah Mekanis, Rochmanhadi, 1990; 47*)

2.7.3. Produktivitas Bulldozer

Produksi per-jam alat Bulldozer pada suatu pekerjaan penggusuran adalah sebagai berikut (*Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 9*):

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{C_m} \dots \dots \dots (2.18)$$

Dimana:

- Q = Produksi per jam (m³/jam)
- q = produksi per siklus (m³)
- E = Efisiensi (job faktor)
- C_m = waktu siklus (menit)

Produksi bulldozer dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu :

1. Produksi per-siklus (q).

Untuk pekerjaan penggusuran, produksi per siklus bulldozer adalah sebagai berikut (*Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 9*) :

$$q = L \times H^2 \times a \dots \dots \dots (2.19)$$

Dimana:

- q = Produksi per siklus (m³)
- L = Lebar sudu/ blade (m)
- H = Tinggi sudu/ blade (m)
- a = faktor sudu

Dalam menghitung produktivitas standart dari suatu bulldozer, volume tanah yang dipindahkan dalam suatu siklus dianggap sama dengan lebar sudu x (tinggi sudu)².

Tabel 2.11 : Faktor Sudu (*Dozer*)

Klarifikasi	Derajat pelaksanaan penggusuran	Faktor Sudu
Ringan	Penggusuran dapat dilaksanakan dengan sudu penuh tanah lepas. Kadar air rendah, tanah berpasir, tak dipadatkan, tanah biasa, bahan/material untuk timbunan persediaan.	1,1-0,9
Sedang	Tanah lepas, tetapi tidak mungkin menggusur dengan sudu penuh. Tanah bercampur kerikil atau Split, pasir batu pecah.	0,9-0,7
Agak Sulit	Kadar air tinggi dan tanah liat pasir bercampur kerikil, tanah liat yang sangat kering, dan tanah asli.	0,7-0,6
sulit	Batu - batu hasil ledakan, batu - batu berukuran besar.	0,6-0,4

(*Alat-Alat Berat Dan Penggunaannya, Rochmanhadi, 1992; 32*)

2. Waktu siklus (Cm).

Waktu yang dibutuhkan untuk suatu bulldozer menyelesaikan satu siklus (menggusur, ganti persenelling, dan mundur) dapat dihitung sesuai dengan rumus berikut (*Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 11*):

$$Cm = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} Z \dots\dots\dots(2.20)$$

Dimana:

- Cm = Waktu Siklus (menit)
- D = Jarak angkut (m)
- F = Kecepatan maju (m/menit)
- R = Kecepatan mundur (m/menit)
- Z = waktu ganti persenelling

- a. Kecepatan maju, kecepatan mundur.
Biasanya kecepatan maju berkisar antara 3 - 5 Km/jam dan kecepatan mundur berkisar antara 5 - 7 Km/jam. Jika mesin menggunakan TOROFLOW maka kecepatan maju diambil 0,75 dari maksimum. sedangkan kecepatan mundur diambil 0,85 maksimum.
- b. Waktu yang diperlukan untuk ganti persenelling antara 0,10 - 0,20 menit.

2.7.4. Produktivitas Roller

Produksi pemadatan dinyatakan dalam compacted cubic meter per-jam (ccm/jam). Adapun produksi roller per-jam dalam usaha pemadatan tanah adalah (*Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 49*):

$$Q = \frac{WxVxHx1000xE}{N} \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana:

- Q = Produksi perjam (m³/ jam)
- W = Lebar pemadatan efektif/ lebar drum well (m)
- V = Kecepatan operasi (Km/ jam)
- H = Tebal lapisan (m)
- N = Jumlah pemadatan (pass)
- E = efisiensi (job factor)

Dari uraian produksi dari alat - alat berat diatas, terdapat satu faktor yang mempengaruhi produktifitas yang belum dijabarkan, dimana faktor ini ada pada setiap produktivitas alat yaitu efisiensi (*Job faktor*).

Job faktor adalah kombinasi dari faktor - faktor yaitu faktor cuaca, operator, alat dan medan, material dan faktor manajemen yang secara bersama - sama dan saling terikat mempengaruhi produksi peralatan Job faktor dapat dihitung dengan rumus (*Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 51*):

$$E_{tot} = E_{co} \times E_{am} \times E_m \times E_M \dots\dots\dots(2.22)$$

Dimana:

E_{tot} = Job faktor

E_{co} = Faktor cuaca dan operator

E_{am} = Faktor alat dan medan,

E_m = Faktor material

E_M = Faktor manajemen

1. Faktor Gabungan Cuaca Dan Operator.

Besar kecilnya prestasi kerja suatu peralatan sangat tergantung pada kemampuan operator mengendalikan peralatan di lapangan dan kemampuan mekanik menyiapkan peralatan siap operasi. Sedangkan keadaan cuaca yaitu kelengasan dan temperatur udara sangat menentukan prestasi kerja operator. Operator membutuhkan waktu untuk kebutuhan pribadinya seperti makan, minum, merokok, melap keringat dan sebagainya, ini merupakan waktu yang hilang. Prestasi operator sebagai pengaruh cuaca dapat dilihat pada tabel 2.12 (*Alat-Alat Berat Dan Penggunaannya, Rochmanhadi, 1992; 25*):

Tabel 2.12 : Faktor Cuaca dan Operator (*Eco*)

Cuaca	Operator dan Mekanik			
	Terampil	Baik	Cukup	Sedang
Terang, segar	0,90	0,85	0,80	0,75
Terang, panas berdebu	0,83	0,783	0,737	0,691
Dingin, mendung, gerimis	0,75	0,708	0,666	0,624
Gelap	0,66	0,629	0,592	0,555

(*Penentuan Faktor Efisiensi Kerja Operator Alat Berat, Amda Ruis Muis, 2007; 25*)

2. Faktor kondisi alat dan medan.

Prestasi suatu peralatan akan berbeda pada kondisi medan lapangan (topografi) dan lingkungan yang berbeda. Tetapi kondisi medan yang sama akan memberikan pengaruh yang tidak sama terhadap yang berbeda jenis atau berbeda fungsi. Misalnya suatu kondisi medan disebut berat untuk dump truck, tetapi

untuk bulldozer, excavator dan suatu peralatan lain disebut ringan dapat dilihat di tabel 2.13 (*Alat-Alat Berat Dan Penggunaannya, Rochmanhadi, 1992; 22*).

Tabel 2.13 : Kondisi Medan

Klasifikasi Kondisi lapangan	Kriteria
Ideal	Lapangan datar kering
	Jalan hantar lurus, keras/aspal, datar
	Ruang gerak luas
	Lingkungan bebas
Ringan	Lapangan datar lembab
	Jalan hantar lurus, bergelombang, perkerasan kering (alam), lembab
	Ruang gerak luas
	Lingkungan bebas
Sedang	Lapangan kering bergelombang
	Jalan hantar lurus bergelombang, tanpa perkerasan (alam)
	Ruang gerak luas
	Lingkungan bebas
Berat	Lapangan bergelombang dan becek
	Jalan hantar berbelok - belok tajam dan bergelombang tidak terawat (alam), dan becek
	Ruang gerak sempit
	Lingkungan terbatas

(*Alat-Alat Berat Dan Penggunaannya, Rochmanhadi, 1992; 22*)

Peralatan dengan kondisi tertentu akan beroperasi diatas lapangan atau medan dengan klasifikasi seperti diatas, karena itu perlu diketahui faktor yang perlu diperhitungkan dalam hubungan antara peralatan dengan kondisi medan dapat dilihat ditabel 2.14.

Tabel 2.14 : Faktor Gabungan Alat Berat dan Medan (E_{am})

Kondisi Medan	Kandisi alat			
	Prima	Baik	Cukup	Sedang
Ideal	0,95	0,90	0,85	0,80
Ringan	0,90	0,852	0,805	0,757
Sedang	0,85	0,805	0,760	0,715
Berat	0,80	0,715	0,715	0,673

(Alat-Alat Berat Dan Penggunaannya, Rochmanhadi, 1992; 24)

3. Faktor material.

Berikut ini adalah faktor sifat dan kondisi material yang dapat dilihat ditabel 2.15 (Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 26).

Tabel 2.15 : Faktor Material

Pengerjaan	Tingkat Kesulitan	Faktor Material	Kondisi dan jenis material
Dozing	Mudah	1.10	Dapat digusur secara sempurna penuh blade, kadar air rendah, bukan tanah pasir dipadatkan, tanah biasa, onggokan material.
	Sedang	0.90	Tanah lepas tetapi dapat digusur se penuh blade, tanah kerikil pasir, batu pecah halus.
	Agak sulit	0.70	Kadar air tinggi, liat lengket, tanah liat keras kering, pasir kerikil.

	Sulit	0.60	Batu hasil peledakan atau batu berukuran kasar dan lumpur.
Excavating	Mudah	1.20	Kondisi alam, tanah biasa atau tanah lunak
	Sedang	1.10	Kondisi alam, tanah liat, tanah pasir atau pasir kering.
	Agak sulit	0.90	Kondisi alam tanah pasir dengan Kerikil.
	Sulit	0.80	Onggokan batu hasil peledakan.
Loading	Mudah	1.00-1.10	Onggokan material, hasil galian dapat munjung, pasir, tanah pasir, tanah liat lembek basa.
	Sedang	0.85-0.95	Onggokan tanah material tetapi untuk gambarnya agak diforsir, pasir kering, tanah liat, batu pecah, kerikil halus.
	Agak sulit	0.80-0.85	Batu pecah halus, tanah liat keras, sirtu, tanah pasir, tanah liat yang semuanya sulit disodok dan lumpur.
	Sulit	0.75-0.80	Batu pecah kasar, hasil peledakan, batu kali, sirtu, tanah pasir, tanah liat yang semuanya sulit disodok dan Lumpur.

(Alat-Alat Berat Dan Penggunaannya, Rochmanhadi, 1992; 23)

4. Faktor manajemen

Prestasi suatu peralatan sangat dipengaruhi oleh kemandapan suatu manajemen. Manajemen adalah suatu seni untuk mendapatkan seluruh kegiatan

dalam suatu sistem untuk dapat berjalan lancar, sesuai arah, efektif, ekonomis, aman, terpadu dan terkoordinir.

Sejak tahap awal kegiatan belum dimulai sudah ada kepercayaan bahwa seluruh kegiatan akan terlaksana memenuhi hal - hal secara tepat waktu, tepat mutu, dan tepat biaya. Jaminan akan kepercayaan tersebut didasarkan terhadap curriculum vitae manajer yang dapat dilihat pada tabel 2.16 (*Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 51*).

Tabel 2.16 : Faktor Manajemen (E_m)

Klasifikasi	Curriculum Vitae	Nilai faktor
Sangat baik	Pendidikan: a. Formal: S - 1 Teknik b. Informal : 1. Large Project Manajement 2. Manajement Audit 3. Project administrasi Pengalaman: 1. Proyek dengan nilai 1 M 2. Proyek dengan nilai 1,5 M	1,00
	Pendidikan: a. Formal: S - 1 Teknik b. Informal:	
Baik	1. Contracting manajement 2. Enginerering manajement 3. Similar project manajement Pengalaman: 1. Proyek dengan nilai 0,5 M 2. Proyek dengan nilai 1 M	0,95
	Pendidikan:	

Cukup	a. Formal: S - 1 Teknik b. Informal: 1. Engineering manajemen 2. Similar project manajemen Pengalaman: 1. Proyek dengan nilai 0,25 M 2. Proyek dengan nilai 0,5 M	0,85
-------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------

(Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat Berat, Rochmanhadi, 1983; 51).

2.8. Jumlah Kebutuhan Peralatan

Dalam dokumen tender selalu di tetapkan jangka waktu penyelesaian pekerjaan dalam suatu hari kalender. Oleh karena itu maka peralatan yang digunakan harus dapat menyelesaikan pekerjaan tepat waktu dengan terlebih dahulu menetapkan hari kerja efektif, sehingga target penyelesaian per satu - satuan waktu dapat diketahui. Dengan begitu jumlah unit peralatan per-kegiatan dapat dirumuskan sebagai berikut (Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi, Susi Fatena Rostianti, 2002; 54) :

$$n = \frac{V}{W_e \times S \times Q} \dots\dots\dots (2.23)$$

Dimana :

- n = Jumlah peralatan (unit)
- V = Volume pekerjaan (m³)
- W_e = Waktu efektif kerja (hari)
- S = Standart kerja efektif per hari alat (6 jam/hari)
- Q = produksi peralatan persatu – satuan waktu (m³/jam)

Untuk kegiatan seri, maka rumusan kebutuhan peralatan per-seri kegiatan adalah (Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi, Susy Fatena, 2002; 56):

$$n_1 = R \times n \dots\dots\dots (2.24)$$

$$n_2 = R_2 \times n_1 \dots\dots\dots (2.25)$$

Dimana :

R = Perbandingan produksi peralatan pada kegiatan seri 1 dengan produksi peralatan pada kegiatan seri 2

$$R = \frac{Q_1}{Q_2}$$

$$R_2 = \frac{Q_1}{Q_2}$$

n, n₁, n₂, dan seterusnya adalah jumlah unit per-jenis alat yang sesuai dengan jenis kegiatan.

Dalam rumus - rumus diatas hasil perbandingan tidak selalu bulat, jadi perlu pembulatan. Pembulatan dilakukan keatas, karena dengan begitu kecepatan waktu penyelesaian dapat dilakukan secara pasti tanpa lembur.

2.9. Biaya Sewa Alat

Biaya sewa alat adalah hal yang terpenting didalam proyek konstruksi, apalagi sebuah proyek yang membutuhkan alat-alat berat yang banyak. Oleh karena itu kita, harus berhati-hati dalam pemilihannya agar tidak terjadi kerugian didalam pelaksanaan konstruksi.

Biaya sewa alat terdiri dari biaya sewa alat itu sendiri, biaya mobilisasi dan demobilisasi. Dalam pekerjaan lapangan, alat-alat berat membutuhkan operator serta bahan bakar. Adapun cara untuk menentukan besarnya biaya sewa alat adalah sebagai berikut (*Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi, Susy Fatena, 2002; 7*):

Biaya Peralatan = (((biaya sewa alat perjam + biaya BBM perjam + biaya operator) x jam kerja) + biaya mobilisasi dan demobilisasi) x jumlah alat
.....(2.26)

2.10. Waktu Pelaksanaan

Analisa waktu pelaksanaan atau biasa disebut dengan 'penjadwalan' menggunakan metode *Bar Chart* atau *Gant Chart* atau *Bagan Balok*. Bagan ini sering dipakai karena mudah dibuat dan dimengerti. Apabila alat berat yang digunakan ternyata harus disewa, harus dijadwalkan secara baik, sehingga selama

waktu sewa, maka harus benar-benar dilaksanakan secara optimal (*Alat-Alat Berat, Haryanto & Hendra, 1992; 158*)

Setelah mendapatkan jumlah masing-masing alat yang dibutuhkan dan diketahui, beberapa produktivitas masing-masing alat perhari dapat dicari waktu penyelesaian pekerjaan sesuai dengan volume pekerjaan. Waktu penyelesaian harus lebih kecil atau sama dengan waktu efektif pekerjaan yang telah ditentukan sebelumnya.

Adapun cara mendapatkan waktu pelaksanaan adalah sebagai berikut :

$$\text{Waktu pelaksanaan} = \frac{V}{(S \times Q)} \dots \dots \dots (2.27)$$

Dimana :

V = Volume Pekerjaan

S = Jam Kerja

Q = Produksi Alat

(*Alat-Alat Berat, Haryanto & Hendra, 1992; 158*)

2.11. Pemilihan Alternatif Kombinasi Alat Berat

Untuk melakukan pemilihan alternatif kombinasi alat, metode pendekatan yang dipakai adalah metode skala pengukuran. Skala pengukuran merupakan seperangkat aturan yang diperlukan untuk mengkuantitatifkan data dari pengukuran suatu variable. Salah satu contoh tipe dari skala pengukuran adalah Rating Scale. Dengan rating scale, data mentah yang diperoleh berupa angka kemudian ditafsirkan dalam pengertian kualitatif. Yang penting dari rating scale adalah harus dapat mengartikan setiap angka yang diberikan pada alternative jawaban pada setiap item instrument, instrument penelitian sudah ada yang dibakukan dan ada yang dibuat oleh peneliti sendiri (*Metode Penelitian Administrasi Alat Berat, Sugiyono, 2003; 113*)

Pada tugas akhir ini, akan menggunakan instrument dengan bobot sebagai berikut :

Tabel 2.17 : Tabel Instrumen dan Bobot

INSTRUMEN	NILAI	BOBOT
Sangat Baik	A	4
Cukup Baik	B	3
Kurang Baik	C	2
Sangat Tidak Baik	D	1

BAB III

METODE PERENCANAAN

Metode perencanaan adalah langkah-langkah perencanaan, mulai dari proses berfikir, menganalisa masalah, penemuan masalah, pengamatan dan pengumpulan data baik dari referensi tertulis maupun observasi secara langsung di lapangan, serta melakukan pengolahan data sampai penarikan kesimpulan atas permasalahan yang direncanakan. Proses perencanaan dimulai dari permasalahan yang ada, dengan menggunakan tinjauan pustaka untuk mengetahui sejauh mana analisa masalah yang diteliti.

3.1. Data Umum Dan Data Teknis Proyek

3.1.1 Data Umum

1. Nama Kegiatan : Pembangunan Balai Latihan Kerja Kab. Ende
2. No. Paket : PP / I.01 / 424.053 / 2015
3. Lokasi : Ds. Moni, Kec. Moni, Kab. Ende
4. Sumber Dana : Dana Alokasi Umum Kab. Ende TA. 2015

3.1.2 Data Teknis

1. Luas Lahan : $\pm 2,4$ Ha (Hektar)
2. Elevasi Rencana : + 20 cm dari Elevasi muka jalan (± 0.00)
3. Material Timbunan : Tanah Urug
4. Lokasi Material : Direncanakan di ambil di daerah Wolowaru,
dengan jarak 11 km dari lokasi penimbunan lahan

3.2. Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam perencanaan pekerjaan penimbunan lahan pada proyek pembangunan balai latihan kerja Kabupaten Ende yang difokuskan pada Analisa Produktifitas Alat-alat berat, adalah :

1. Data Primer

Data primer adalah data yang sangat mendukung (penting) untuk pekerjaan perencanaan, yang diperoleh dengan cara survei langsung ke lokasi atau juga dengan cara wawancara langsung dengan pihak terkait.

a. Wawancara

Wawancara adalah teknik pengumpulan data dengan cara mengadakan tanya jawab secara langsung kepada pihak terkait, seperti kepada Kepala Dinas, Kepala Bagian, Kepala Teknik, dan lain-lain.

b. Observasi

Observasi adalah teknik pengolahan data dengan cara mengadakan pengamatan langsung terhadap obyek.

1) Kondisi dan Medan Lapangan.

Salah satu contoh kondisi dan medan lapangan yang dijadikan obyek observasi adalah kondisi topografi lokasi dan medan tempat dilaluinya dumptruck untuk mengangkut material timbunan.

2) Kondisi Material dan Peralatan.

a) Material Timbunan.

Untuk kondisi material timbunan adalah Sirtu kelas C yang rencananya diambil langsung di daerah Moni, dekat lokasi penimbunan.

b) Peralatan

Untuk kondisi peralatan yang yang dijelaskan pada Bab I dan Bab II, yang diobservasi adalah kondisi alat, umur alat, biaya sewa serta pemeliharaan alat.

2. Data Sekunder

Data Sekunder adalah data-data yang diperoleh melalui instansi yang terkait dengan pekerjaan penimbunan lahan BLK Kabupaten Ende, diantaranya adalah :

- a. Data dari Konsultan Perencana Proyek Pembangunan Balai Latihan Kerja Kabupaten Ende.
- b. Data dari Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi Kabupaten Ende.
- c. Data dari Perusahaan Penyewaan alat-alat berat.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data-data dalam penulisan mengenai Perencanaan Pekerjaan Penimbunan Lahan Ditinjau Dari Waktu Dan Biaya Pada Proyek Pembangunan Balai Latihan Kerja Kabupaten Ende, diperoleh dengan cara sebagai berikut :

1. Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka bertujuan untuk mendapatkan informasi dan data mengenai teori-teori yang berkaitan dengan pokok permasalahan yang diperoleh dari literatur-literatur, bahan kuliah, skripsi, media cetak, media elektronik dan lain sebagainya. Selain itu studi pustaka tersebut digunakan untuk mendapatkan gambaran mengenai teori yang dapat dipakai dalam perencanaan sehingga mendapatkan hasil yang bersifat ilmiah.

2. Tinjauan Lapangan

Pengumpulan data dilakukan secara langsung pada lokasi pengamatan, setelah terlebih dahulu mengetahui kondisi lapangan dimana perencanaan akan dilakukan. Pada studi lapangan ini teknik-teknik pengambilan data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Wawancara, yaitu dengan cara melakukan tanya jawab langsung dengan narasumber yang terkait untuk mendapatkan data yang diperlukan. Seperti halnya wawancara kepada : Kepala Dinas, Kepala Bagian, Kepala Teknik, dan lain-lain.
- b. Observasi langsung, yaitu dengan mengadakan pengamatan/ survei secara langsung untuk mendapatkan data yang diinginkan, seperti halnya data mengenai kondisi lokasi, kondisi jalan akses ke lokasi, alat-alat berat, harga sewa dan lain,.

3.4. Analisa Data

Analisa Data adalah pengolahan terhadap data-data yang telah dikumpulkan. Analisa yang digunakan pada perencanaan ini yaitu analisa mengenai topik yang meliputi perencanaan pekerjaan penimbunan lahan pada proyek pembangunan balai latihan kerja Kabupaten Ende. Pengolahan data pada perencanaan ini meliputi :

1. Analisa Volume Timbunan

Analisa ini dimaksudkan untuk mengetahui volume tanah yang dibutuhkan untuk menimbun lokasi tempat dibangunnya BLK Kabupaten Ende seluas 2,4 Ha. Data yang dijadikan acuan adalah Peta Topografi hasil penyelidikan tanah yang didapat dari konsultan perencana.

2. Analisa Produktivitas dan Jumlah Alat Berat

Analisa ini bertujuan untuk mengetahui produktivitas dari masing-masing alat berat yang digunakan, serta mengetahui jumlah masing-masing alat berat yang dibutuhkan.

3. Analisa Waktu Pelaksanaan

Analisa ini bisa diartikan untuk membuat jadwal penyelesaian pekerjaan penimbunan lahan yang lebih efektif dan efisien.

4. Analisa Biaya

Analisa ini bertujuan untuk merencanakan Anggaran Biaya pekerjaan penimbunan lahan yang lebih efektif dan efisien.

3.5. Tahapan Perencanaan

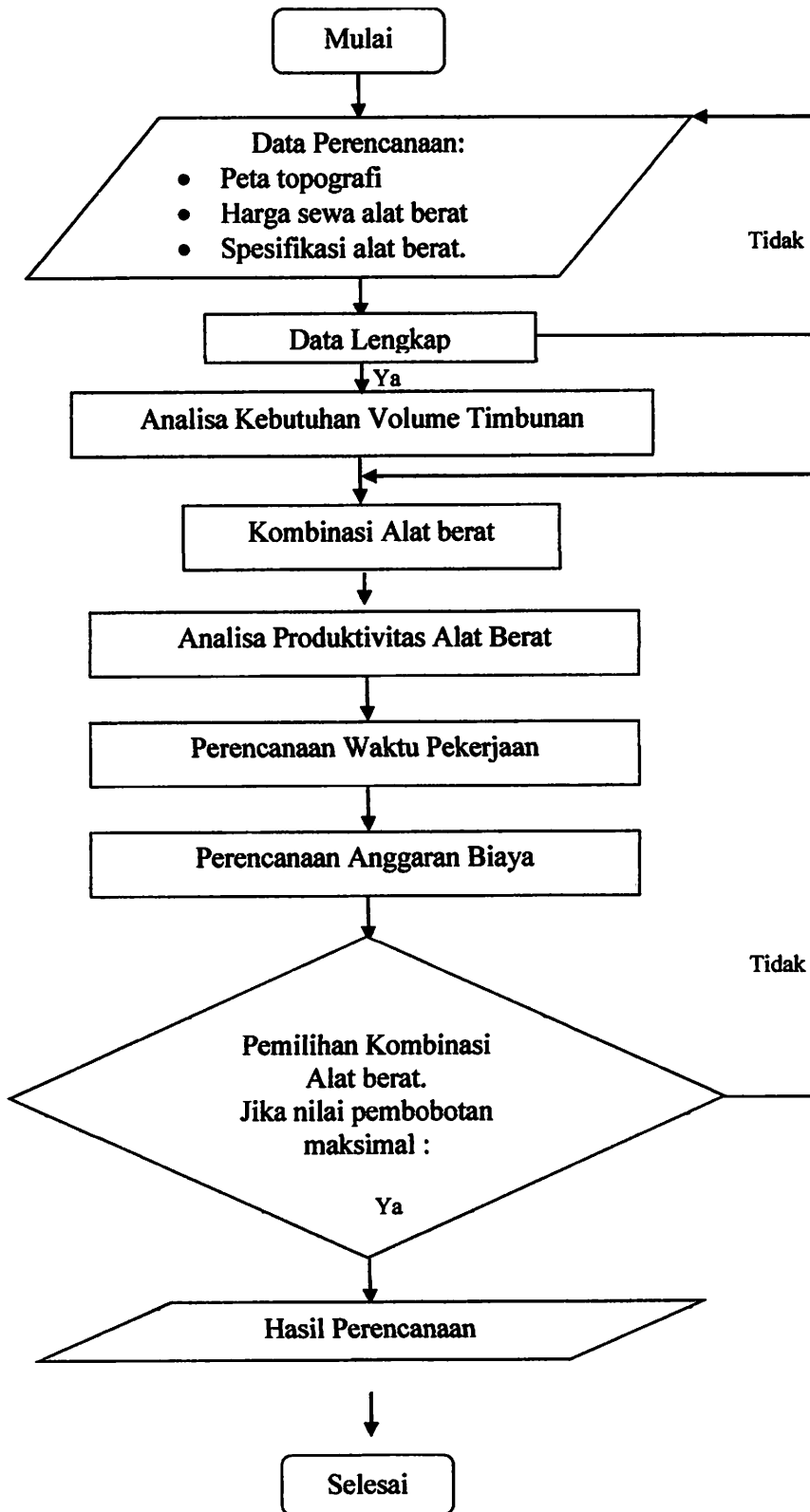
Tahapan perencanaan adalah langkah-langkah yang sistematis untuk menyelesaikan studi perencanaan penimbunan lahan pada proyek pembangunan balai latihan kerja Kabupaten Ende. Tahapan-tahapan yang dimaksud adalah sebagai berikut :

1. Studi Pustaka dari berbagai buku dan karya tulis yang berhubungan dengan pemindahan tanah, alat-alat berat konstruksi, dan lain-lain.
2. Merangkum teori-teori yang berhubungan dengan pemindahan tanah dengan menggunakan alat berat serta teori-teori manajemen konstruksi.
3. Mengumpulkan data yang diperoleh dari instansi terkait yang berhubungan dengan pekerjaan penimbunan lahan Balai Latihan Kerja Kabupaten Ende.
4. Menghitung volume timbunan yang dibutuhkan untuk menimbun lahan seluas 2,4 Ha yang akan dibangun.

5. Menghitung produktivitas alat-alat berat yang rencananya digunakan untuk menimbun lokasi.
6. Menghitung jumlah masing-masing alat berat yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan penimbunan lahan.
7. Menganalisa alternatif pilihan kombinasi alat berat, agar bisa diketahui kombinasi alat berat yang efektif dan efisien
8. Merencanakan jadwal pelaksanaan pekerjaan penimbunan lahan dengan menggunakan alat-alat berat.
9. Merencanakan anggaran biaya pekerjaan penimbunan lahan
10. Menyimpulkan hasil pembahasan.

Dari metode yang dijelaskan diatas, maka dapat dijelaskan secara ringkas melalui Diagram Alir langkah-langkah perencanaan pekerjaan Penimbunan Lahan BLK Kabupaten Ende, sebagai berikut ;

Gambar 3.1 : Flowcart Pengerjaan



BAB IV

ANALISA PERENCANAAN

PEKERJAAN PENIMBUNAN LAHAN

4.1. Analisa Volume Timbunan

Analisa Volume Timbunan bertujuan untuk mendapatkan volume timbunan yang dibutuhkan. Data yang di olah untuk menganalisa volume timbunan adalah *Data Peta Topografi Lahan*. Peta Topografi Lahan menggambarkan elevasi atau kontur dari lahan BLK Kabupaten Ende.

Pada Analisa ini juga akan dijelaskan Koordinat Batas Lahan yang ditimbun, dengan tujuan agar pelaksana proyek bisa mengetahui area yang ditimbun dengan mengacu pada batas – batas area yang ada.

Data gambar Peta Topografi Lahan didapat dari hasil kegiatan pengukuran dan penyelidikan tanah yang dilakukan oleh Konsultan Perencana PT. Kasih Sayang Cons.

4.1.1 Perhitungan Luas Timbunan Pada Potongan Melintang

Pada Gambar Peta Topografi Lahan terdapat garis kontur yang menjelaskan elevasi atau ketinggian tanah asli dari area yang akan ditimbun. Sedangkan elevasi rencana penimbunan lahan adalah + 20.00 cm dari patok yang elevasinya disamakan dengan elevasi muka jalan raya (± 0.00).

Setelah mendapatkan data Peta Topografi, kemudian ditentukan garis cross section (potongan melintang) yang jaraknya masing – masing 20 meter. Sehingga dapat dilakukan perhitungan luas sebagai berikut :

Perhitungan Luas Cross Section (Potongan Melintang) 1

Apabila bagian – bagian berbentuk persegi panjang, maka :

$$L_1 = h_A \times d_1$$

$$L_2 = h_B \times d_2$$

$$L = L_1 + L_2$$

Dimana : L = Luas potongan

L₁ = Luas 1

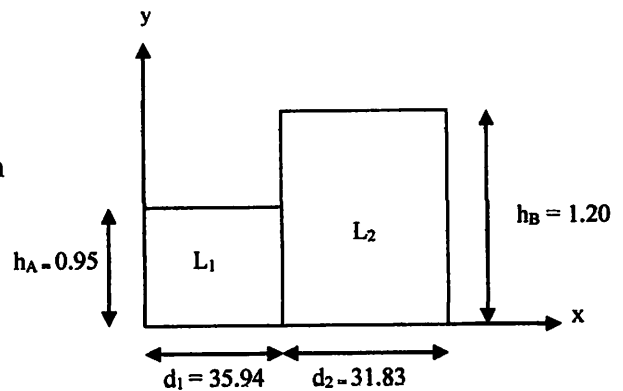
L₂ = Luas 2

h_A = Tinggi titik A

h_B = Tinggi titik B

D₁ = Jarak 1

D₂ = Jarak 2



$$L_1 = h_A \times d_1$$

$$= 0.95 \times 35.94$$

$$= 34.14 \text{ m}^2$$

$$L_2 = h_B \times d_2$$

$$= 1.20 \times 31.83$$

$$= 38.20 \text{ m}^2$$

4.1.2 Volume Timbunan

Setelah mendapatkan nilai Luas dari masing – masing bagian pada potongan melintang, selanjutnya dapat dihitung volume masing – masing bagian pada potongan dengan cara mengalikan luas dengan jarak antara potongan. Jarak antara potongan adalah 20 meter. Setelah itu didapatkan volume total cross section (potongan melintang) dengan menjumlahkan masing – masing volume. sehingga didapatkan analisa perhitungan sebagai berikut :

Perhitungan Luas Cross Section (Potongan Melintang) 1

Apabila bagian – bagian berbentuk persegi panjang, maka :

$$V_1 = L_1 \times R$$

$$V_2 = L_2 \times R$$

Dimana : V₁ =Volume 1

V₂ =Volume 2

L₁ =Luas 1

$$L_2 = \text{Luas 2}$$

R = Jarak antara potongan

$$V_1 = L_1 \times R$$

$$= 34.14 \times 20$$

$$= 682.86 \text{ m}^3$$

$$V_2 = L_2 \times R$$

$$= 38.20 \times 20$$

$$= 763.92 \text{ m}^3$$

$$V = V_1 + V_2$$

$$= 682.86 + 763.92$$

$$= 1446.78 \text{ m}^3 \text{ (Volume pada Cross Section 1)}$$

Tabel 4.1 : Analisa Volume Timbunan

NO	NAMA	TINGGI	PANJANG	LUAS	PANJANG CROSS	VOLUME	TOTAL VOLUME
		m	m	m ²	m	m ³	m ³
A	Cross 1						
	1	0.95	35.94	34.14	20.00	682.86	1446.78
	2	1.20	31.83	38.20	20.00	763.92	
B	Cross 2						
	1	0.20	1.72	0.34	20.00	6.88	2053.89
	2	0.95	4.07	3.87	20.00	77.33	
	3	1.20	82.07	98.48	20.00	1969.68	
C	Cross 3						
	1	0.20	2.47	0.49	20.00	9.88	2417.78
	2	0.95	5.55	5.27	20.00	105.45	
	3	1.20	43.87	52.64	20.00	1052.88	
	4	1.45	21.53	31.22	20.00	624.37	

NO	NAMA	TINGGI	PANJANG	LUAS	PANJANG CROSS	VOLUME	TOTAL VOLUME
		m	m	m ²	m	m ³	m ³
	5	1.20	26.05	31.26	20.00	625.20	
D	Cross 4						
	1	0.20	5.71	1.14	20.00	22.84	2746.83
	2	0.95	5.77	5.48	20.00	109.63	
	3	1.20	20.80	24.96	20.00	499.20	
	4	1.45	54.44	78.94	20.00	1578.76	
	5	1.20	22.35	26.82	20.00	536.40	
E	Cross 5						
	1	0.20	4.42	0.88	20.00	17.68	3109.10
	2	0.95	4.11	3.90	20.00	78.09	
	3	1.20	16.01	19.21	20.00	384.24	
	4	1.45	73.85	107.08	20.00	2141.65	
	5	1.20	20.31	24.37	20.00	487.44	
F	Cross 6						
	1	0.95	3.49	3.32	20.00	66.31	3508.10
	2	1.20	21.39	25.67	20.00	513.36	
	3	1.45	94.95	137.68	20.00	2753.55	
	4	1.20	3.74	4.49	20.00	89.76	
	5	0.95	4.48	4.26	20.00	85.12	
G	Cross 7						
	1	0.95	1.12	1.06	20.00	21.28	3772.19
	2	1.20	30.52	36.62	20.00	732.48	
	3	1.45	95.33	138.23	20.00	2764.57	

NO	NAMA	TINGGI	PANJANG	LUAS	PANJANG CROSS	VOLUME	TOTAL VOLUME
		m	m	m ²	m	m ³	m ³
	4	1.20	9.01	10.81	20.00	216.24	
	5	0.95	1.98	1.88	20.00	37.62	
H	Cross 8						
	1	0.95	3.57	3.39	20.00	67.83	2538.32
	2	1.20	33.93	40.72	20.00	814.32	
	3	1.45	10.34	14.99	20.00	299.86	
	4	1.20	14.63	17.56	20.00	351.12	
	5	0.95	41.41	39.34	20.00	786.79	
	6	1.20	9.1	10.92	20.00	218.40	
I	Cross 9						
	1	0.95	13.98	13.28	20.00	265.62	1742.75
	2	1.20	34.1	40.92	20.00	818.40	
	3	0.95	34.67	32.94	20.00	658.73	
J	Cross 10						
	1	0.95	81.18	77.12	20.00	1542.42	1542.42
K	Cross 11						
	1	0.95	78.17	74.26	20.00	1485.23	1485.23
TOTAL VOLUME TIMBUNAN (PADAT) (m3) =							26363.39

Sumber : Hasil Analisa

Total volume tanah yang didapat pada tabel diatas (*Lihat Lampiran 2A*) adalah volume tanah pada kondisi **padat**, kemudian dilakukan analisa sebagai berikut :

- Sehingga Volume Tanah Lepas atau (Loose Measure) yang dibutuhkan adalah :

$$LM = CM \times 1.25 = 26363.39 \times 1.25 = 32954.24 \text{ m}^3$$

- Jadi Volume yang dipakai untuk perhitungan adalah = **32954.24 m³**

4.2. Analisa Produktivitas Dan Jumlah Alat Berat

Dalam merencanakan proyek-proyek yang dikerjakan dengan alat-alat berat, satu hal yang amat penting adalah bagaimana menghitung produktivitas dari masing-masing alat berat.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan pengkombinasian empat alat berat yaitu excavator, dumptruck, bulldozer, dan roller. Pengkombinasian alat-alat berat tersebut didasarkan pada hasil wawancara langsung dengan *PT. Kasih Sayang selaku Konsultan Perencana DED BLK Kabupaten Ende*, bahwa pekerjaan penimbunan lahan tersebut direncanakan menggunakan alat berat excavator, dumptruck, bulldozer dan roller.

Hasil dari wawancara langsung dengan pihak terkait juga memberikan informasi bahwa jenis atau spesifikasi alat-alat berat yang biasa dipakai dan tersedia di lapangan adalah :

- Excavator, dengan kapasitas 0,8 m³ (PC 200) dan 1,2 m³ (PC300).
- Dumptruck, dengan kapasitas 5 m³, dan 12 m³.
- Bulldozer, dengan tenaga 70 Hp (D3C).
- Roller, dengan kapasitas 9,3 ton (CS-531).

Pada tugas akhir ini, akan dibuatkan alternatif kombinasi alat-alat berat yang telah disebutkan diatas,dapat dilihat pada tabel 4.2,atau pada *Lampiran 2B*

Tabel 4.2 : Alternatif Kombinasi Alat Berat

No	Alternatif	Excavator	Dumptruck	Dozer	Roller
1	I	0,8 m ³	5 m ³	70 Hp	9,3 ton
2	II	0,8 m ³	12 m ³	70 Hp	9,3 ton
3	III	1,2 m ³	5 m ³	70 Hp	9,3 ton
4	IV	1,2 m ³	12 m ³	70 Hp	9,3 ton

Sumber : Data Survei

Sebelum menganalisa kapasitas produksi alat berat dari tiap kombinasi, terlebih dahulu ditentukan Job Faktor (Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat) dari masing-masing alat berat berdasarkan tabel 2.12 sampai dengan Tabel 2.16 pada Bab II.

Tabel 4.3 : Nilai Job Faktor

No	Faktor	Kondisi	Koef	Excavator	Truck	Dozer	Roller
1	Cuaca	Panas berdebu	E _{co}	0.691	0.691	0.691	0.691
	Operator	Sedang					
2	Kondisi Alat	Sedang	E _{am}	0.715	0.715	0.715	0.715
	Medan	Sedang					
3	Material	Sedang	E _m	1.10	0.90	0.90	0.80

No	Faktor	Kondisi	Koef	Excavator	Truck	Dozer	Roller
4	Manajemen	Cukup	E _M	0.85	0.85	0.85	0.85

Sumber : Hasil Analisa.

4.2.1 Analisa Produktivitas Alat Berat Kombinasi I

A. Perhitungan Produktivitas Excavator (0.8 m³)

1. Perhitungan Produktivitas Excavator (Rumus 2.3) :

$$Q = \frac{qx60xE}{Cm}$$

Dimana:

Q = Produksi perjam (m³ /jam)

q = Produksi per siklus (m³)

Cm = Waktu siklus (detik)

E = Efisiensi (job factor)

2. Perhitungan Job Faktor Excavator :

Nilai koefisien dari job factor untuk alat excavator, dapat dilihat pada tabel 4.3 di atas, sehingga didapatkan nilai sebagai berikut :

- a. Faktor gabungan Cuaca dan Operator (E_{co}) = 0.691
- b. Faktor gabungan Alat dan Medan (E_{am}) = 0.715
- c. Factor Material (E_m) = 1.10
- d. Faktor Manajemen (E_M) = 0.85

Sehingga **Job Faktor Total** (Rumus 2.22) :

$$E_{tot} = E_{co} \times E_{am} \times E_m \times E_M$$

$$= 0.691 \times 0.715 \times 1.10 \times 0.85$$

$$= 0.462$$

Dimana:

E_{tot} = *Job* faktor

E_{co} = Faktor cuaca dan operator

E_{am} = Faktor alat dan medan,

E_m = Faktor material

E_M = Faktor manajemen

3. Perhitungan Waktu Siklus Excavator (*Rumus 2.5*) :

$$C_{ta} = \text{waktu gali} + (\text{waktu putar} \times 2) \times \text{waktu buang}$$

a. Waktu Gali = 9 detik, (lihat tabel 2.3), karena kedalaman gali adalah 0 – 2 meter dengan kondisi sedang.

b. Waktu Putar = 5 detik (lihat tabel 2.4), karena sudut putar excavator antara 45° - 90° .

c. Waktu Buang = 6 detik, karena pembuangan dilakukan ke dalam dumptruck.

$$\text{Sehingga } C_{ta} = 9 + (5 \times 2) + 6 = 25 \text{ detik}$$

$$= 0.417 \text{ menit}$$

d. Kedalaman gali = 2 meter

e. Ukuran Bucket = 0.8 m^3

Dari Tabel 2.5 diperoleh kedalaman galian optimum :

$$= 1 \text{ ft} = 0.305 \text{ m}$$

$$= 8 \text{ ft} = 8 \times 0.305 = 2.440 \text{ m}$$

$$\text{Sehingga } R = \frac{\text{kedalaman gali}}{\text{kedalaman gali optimum}} \times 100\% \text{ (Rumus 2.6)}$$

$$R = \frac{2}{2.440} \times 100\% = 81\%$$

Dengan R 81%, dari tabel 2.6 diperoleh faktor penyesuaian dengan kondisi sedang = 1.00

$$\text{Sehingga } C_m = C_t \times R \text{ (Rumus 2.7)}$$

$$= 0.417 \times 1.00$$

$$= 0.417 \text{ menit}$$

4. Faktor Bucket

Faktor bucket diambil 0.5, karena kondisi pemuatan agak sulit dikarenakan menggali tanah liat berpasir dalam keadaan asli. (Tabel 2.7), Sehingga produksi excavator per-jam dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q &= \frac{q \times 60 \times E}{C_m} \\ &= \frac{(q \times K) \times 60 \times E}{C_m} \\ &= \frac{(0.8 \times 0.5) \times 60 \times 0.462}{0.417} \end{aligned}$$

$$Q = 26.608 \text{ m}^3/\text{menit.}$$

Dimana:

Q = Produksi perjam (m^3/jam)

q = Produksi per siklus (m^3)

Cm = Waktu siklus (detik)

E = Efisiensi (job factor)

K = Faktor bucket

Dengan cara yang sama, perhitungan produksi excavator 1.2 m³ dapat dilihat pada *Lampiran 2C*.

B. Perhitungan Produktivitas Dump Truck (5 m³)

1. Perhitungan Produktivitas Dump Truck (*Rumus 2.8*) :

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{C_{mt}}$$

Dimana:

Q = Produksi perjam (m³/jam)

q = Produksi per siklus (m³)

C_m = Waktu siklus (detik)

E = Efisiensi (job factor)

2. Perhitungan Job Faktor Dump Truck :

Nilai koefisien dari job factor untuk Dump Truck, dapat dilihat pada tabel 4.3 di atas, sehingga didapatkan nilai sebagai berikut :

a. Faktor gabungan Cuaca dan Operator (E_{co}) = 0.691

b. Faktor gabungan Alat dan Medan (E_{am}) = 0.715

c. Faktor Material (E_m) = 0.90

d. Faktor Manajemen (E_M) = 0.85

Sehingga *Job Faktor Total* (*Rumus 2.22*) :

$$\begin{aligned} E_{tot} &= E_{co} \times E_{am} \times E_m \times E_M \\ &= 0.691 \times 0.715 \times 0.90 \times 0.85 \\ &= 0.378 \end{aligned}$$

Dimana:

- E_{tot} = *Job* faktor
- E_{co} = Faktor cuaca dan operator
- E_{am} = Faktor alat dan medan,
- E_m = Faktor material
- E_M = Faktor manajemen

3. Perhitungan Waktu Siklus (Cmt) Dump Truck

Waktu siklus dump truck terdiri dari beberapa faktor, yaitu :

- a. Waktu yang diperlukan excavator untuk mengisi dump truck (tm), (Rumus 2.9) :

$$tm = \frac{qdt}{qlxK} x Cm$$
$$= \frac{5}{0.8x0.5} x 0.417$$

$$tm = 5.208 \text{ menit}$$

Dimana:

- tm = Waktu yang dibutuhkan excavator untuk mengisi dumptruck (menit)
- qdt = Kapasitas dump truck (m³)
- ql = Kapasitas bucket excavator (m³)
- Cm = Waktu siklus excavator (menit)
- K = Faktor bucket

- b. Waktu untuk mengangkat tanah (tam), (Rumus 2.10) :

$$tam = \frac{D}{Vam}$$

Dimana :

- Vam = Kecepatan Angkut (m/menit)

tam = Waktu mengangkat tanah (menit)
 D = Jarak angkut dump truck (m)

Nilai Vam didapat dengan terlebih dahulu menghitung nilai Gaya Angkut Pam (Rumus 2.16) :

$$Pam = R[Bo + (qdtxBj)] \left(RR \pm \frac{\sin a}{1000} \right)$$

$$Pam = 0.60[7.5 + (5 \times 1.62)] \left(200 \pm \frac{0}{1000} \right)$$

$$Pam = 1872 \text{ kg}$$

Dimana :

Bo = berat alat (ton)
 qdt = kapasitas bak dump truck (m³)
 Bj = berat jenis material dalam keadaan lepas (ton/m³)
 RR = tahanan gelinding (Kg/ton)
 a = sudut kelandaian (derajat)
 R = konsentrasi beban pada roda penggerak
 = 0,60 untuk real drive
 = 0,50 untuk rear and front drive
 Pam = Gaya Angkut (Kg)

Vam yang merupakan kecepatan angkut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Rumus 2.14) :

$$Vam = \frac{N \times 75 \times 60}{Pam}$$

$$= \frac{118 \times 75 \times 60}{1872}$$

$$Vam = 283.654 \text{ m/ menit}$$

Dimana:

Vam = Kecepatan Angkut (m/menit)

Pam = Gaya angkut (Kg)

N = Tenaga mesin (Hp)

Sehingga waktu untuk mengangkut (t_{am}) material ke lokasi timbunan dengan jarak (D) = 11000 m adalah sebagai berikut (*Rumus 2.10*) :

$$t_{am} = \frac{D}{V_{am}}$$
$$= \frac{11000}{283.654}$$

$$t_{am} = 38.780 \text{ menit}$$

c. Waktu yang diperlukan untuk membongkar material (t_b)

Waktu bongkar muatan diambil 1.30 menit (Tabel 2.9), dimana kondisi lapangan sedang yaitu kondisi pembuangan bebas dengan antrian tidak lebih dari satu unit

d. Waktu yang diperlukan untuk kembali (t_k), (*Rumus 2.11*) :

$$t_k = \frac{D}{V_k}$$

Dimana:

t_k = Waktu untuk kembali (menit)

D = Jarak angkut dump truck (m)

V_k = Kecepatan balik (m/menit)

Nilai V_k didapat dengan terlebih dahulu menghitung nilai Gaya Kembali (P_k), (*Rumus 2.17*) :

$$P_k = RxB_o \left(RR \pm \frac{\text{Sin } a}{1000} \right)$$

$$Pk = 0.60 \times 7.5 \left(200 \pm \frac{0}{1000} \right)$$

$$Pk = 900 \text{ kg}$$

Dimana :

Bo = berat alat (ton)

qdt = kapasitas bak dump truck (m³)

Bj = berat jenis material dalam keadaan lepas (ton/m³)

RR = tahanan gelinding (Kg/ton)

a = sudut kelandaian (derajat)

R = konsentrasi beban pada roda penggerak

= 0,60 untuk real drive

= 0,50 untuk rear and front drive

Pk = Gaya kembali (Kg)

Sehingga Kecepatan kembali (Vk) dapat dihitung, (Rumus 2.15)

:

$$Vk = \frac{N \times 75 \times 60}{Pk}$$

$$= \frac{118 \times 75 \times 60}{900}$$

$$Vk = 590 \text{ m/ menit}$$

Dimana:

Vk = Kecepatan balik (m/menit)

Pk = Gaya kembali (Kg)

N = Tenaga mesin (Hp)

Sehingga waktu untuk kembali :

$$tk = \frac{D}{Vk} = \frac{11000}{590} = 18.644 \text{ menit}$$

e. Waktu yang diperlukan untuk pengisian (t_t)

Waktu yang diperlukan untuk pengisian dan excavator mulai mengisi diambil 0.35 menit (Tabel 2.9).

Jadi waktu siklus (C_{mt}) adalah (Rumus 2.12) :

$$\begin{aligned} C_{mt} &= t_m + t_{am} + t_b + t_k + t_t \\ &= 5.208 + 38.780 + 1.3 + 18.644 + 0.35 \\ &= 64.282 \text{ menit} \end{aligned}$$

Sehingga produksi dump truck per-jam adalah :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{q \times 60 \times E}{C_{mt}} \\ &= \frac{5 \times 60 \times 0.378}{64.282} \\ Q &= 1.764 \text{ m}^3/\text{menit} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, perhitungan produktivitas Dump Truk 12 m^3 dapat dilihat pada *Lampiran 2D*.

C. Perhitungan Produktivitas Buldozer (70 Hp)

1. Perhitungan Produktivitas Bulldozer (Rumus 2.18) :

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{C_m}$$

Dimana:

- Q = Produksi per jam (m^3/jam)
- q = produksi per siklus (m^3)
- E = Efisiensi (job faktor)
- C_m = waktu siklus (menit)

2. Perhitungan Job Faktor Bulldozer :

Nilai koefisien dari job faktor Bulldozer, dapat dilihat pada Tabel 4.3 di atas, sehingga didapatkan nilai sebagai berikut :

- a. Faktor gabungan Cuaca dan Operator (E_{co}) = 0.691
- b. Faktor gabungan Alat dan Medan (E_{am}) = 0.715
- c. Factor Material (E_m) = 0.90
- d. Faktor Manajemen (E_M) = 0.85

Sehingga *Job Faktor Total* (Rumus 2.22) :

$$\begin{aligned} E_{tot} &= E_{co} \times E_{am} \times E_m \times E_M \\ &= 0.691 \times 0.715 \times 0.90 \times 0.85 \\ &= 0.378 \end{aligned}$$

Dimana:

- E_{tot} = *Job* faktor
- E_{co} = Faktor cuaca dan operator
- E_{am} = Faktor alat dan medan,
- E_m = Faktor material
- E_M = Faktor manajemen

3. Perhitungan Waktu Siklus Bulldozer

Waktu siklus Bulldozer terdiri dari beberapa faktor, yaitu :

- a. Kecepatan maju (F) dipakai 3 km/jam (50 m/ menit)
- b. Kecepatan mundur (R) dipakai 5 km/ jam (83.33 m/ menit)
- c. Waktu untuk ganti perseneling (Z), dipakai 0.20 menit

d. Jarak angkut (D) = 10 m

Sehingga waktu siklus (Rumus 2.20) :

$$Cm = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z$$
$$= \frac{10}{50} + \frac{10}{83.33} + 0.20$$

$$Cm = 0.52 \text{ menit}$$

Dimana:

Cm = Waktu Siklus (menit)

D = Jarak angkut (m)

F = Kecepatan maju (m/menit)

R = Kecepatan mundur (m/menit)

Z = waktu ganti persenelling

4. Perhitungan faktor sudu/ blade

Faktor sudu dipakai 0.6 (Tabel 2.11), dimana kondisi penggusuran agak sulit.

5. Perhitungan persiklus (q),(Rumus 2.19) :

$$q = LxH^2xa$$
$$= 2.1x(0.75)^2x0.6$$

$$q = 0.709 \text{ m}^3$$

Dimana:

q = Produksi per siklus (m³)

L = Lebar sudu/ blade (m)

H = Tinggi sudu/ blade (m)

a = faktor sudu

Sehingga produktivitas bulldozer per-jam adalah :

$$Q = \frac{qx60xE}{Cm}$$
$$= \frac{0.709x60x0.378}{0.52}$$

$$Q = 30.909 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Perhitungan atau analisa produktivitas Bulldozer selengkapnya dapat dilihat pada *Lampiran 2E*.

D. Perhitungan Produktivitas Roller (9.3 ton)

1. Perhitungan Produktivitas Roller (*Rumus 2.21*) :

$$Q = \frac{WxVxHx1000xE}{N}$$

Dimana:

- Q = Produksi perjam (m³/ jam)
- W = Lebar pemadatan efektif/ lebar drum well (m)
- V = Kecepatan operasi (Km/ jam)
- H = Tebal lapisan (m)
- N = Jumlah pemadatan (pass)
- E = efisiensi (job factor)

2. Perhitungan Job Faktor Roller :

Nilai koefisien dari job faktor untuk Roller, dapat dilihat pada tabel 4.3 di atas, sehingga didapatkan nilai sebagai berikut :

- a. Faktor gabungan Cuaca dan Operator (E_{co}) = 0.691
- b. Faktor gabungan Alat dan Medan (E_{am}) = 0.715
- c. Faktor Material (E_m) = 0.81

d. Faktor Manajemen (E_M) = 0.85

Sehingga *Job Faktor Total*, (Rumus 2.22) :

$$\begin{aligned} E_{tot} &= E_{co} \times E_{am} \times E_m \times E_M \\ &= 0.691 \times 0.715 \times 0.81 \times 0.85 \\ &= 0.340 \end{aligned}$$

Dimana:

- E_{tot} = *Job faktor*
- E_{co} = Faktor cuaca dan operator
- E_{am} = Faktor alat dan medan,
- E_m = Faktor material
- E_M = Faktor manajemen

Tebal lapisan Diambil 0.3 meter, sesuai dari ketentuan pihak konsultan perencanaan.

Sehingga produktifitas roller per-jam adalah :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{W \times V \times H \times 1000 \times E}{N} \\ &= \frac{2.1 \times (7.5 \times 1000) \times 0.3 \times 0.340}{(50 \times 3)} \end{aligned}$$

$$Q = 10.715 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Perhitungan atau analisa produktivitas Roller selengkapnya dapat dilihat pada *Lampiran 2F*.

4.2.2 Analisa Jumlah Kebutuhan Alat Berat Kombinasi I

A. Jumlah Kebutuhan Excavator (0.8 m³)

Jumlah kebutuhan (n) Excavator (0.8 m³) untuk memuat tanah kedalam dump truck, dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut, (Rumus 2.23) :

$$n = \frac{V}{W_{ex}SxQ}$$

$$= \frac{32954.24}{90x6x26.608}$$

n = 2.294 unit ~ (dibulatkan menjadi) n = 3 unit

Dimana :

- n = Jumlah peralatan (unit)
- V = Volume pekerjaan (m³)
- We = Waktu efektif kerja (90 hari)
- S = Standart kerja efektif per hari alat (6 jam/hari)
- Q = produksi peralatan persatu – satuan waktu (m³/jam)

B. Jumlah Kebutuhan Dump Truck (5 m³)

Jumlah kebutuhan (n) Dump Truck (5 m³) untuk mengangkut tanah, dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$n = \frac{V}{W_{ex}SxQ}$$

$$= \frac{32954.24}{90x6x1.764}$$

n = 34.597 unit ~ (dibulatkan menjadi) n = 35 unit

Dimana :

- n = Jumlah peralatan (unit)
- V = Volume pekerjaan (m³)
- We = Waktu efektif kerja (90 hari)

- S = Standart kerja efektif per hari alat (6 jam/hari)
 Q = produksi peralatan persatu – satuan waktu (m³/jam)

C. Jumlah Kebutuhan Buldozer (D3C)

Jumlah kebutuhan (n) Bulldozer (D3C) untuk mendorong dan meratakan tanah, dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$n = \frac{V}{W_{ex}SxQ}$$

$$= \frac{32954.24}{90x6x30.909}$$

n = 1.974 unit ~ (dibulatkan menjadi) **n = 2 unit Bulldozer**

Dimana :

- n = Jumlah peralatan (unit)
 V = Volume pekerjaan (m³)
 We = Waktu efektif kerja (90 hari)
 S = Standart kerja efektif per hari alat (6 jam/hari)
 Q = produksi peralatan persatu – satuan waktu (m³/jam)

D. Jumlah Kebutuhan Roller

Jumlah kebutuhan (n) Roller (C-S 531) untuk memadatkan tanah, dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$n = \frac{V}{W_{ex}SxQ}$$

$$= \frac{32954.24}{90x6x10.715}$$

n = 5.695 unit ~ (dibulatkan menjadi) **n = 6 unit Roller**

Dimana :

- n = Jumlah peralatan (unit)

- V = Volume pekerjaan (m³)
 We = Waktu efektif kerja (90 hari)
 S = Standart kerja efektif per hari alat (6 jam/hari)
 Q = produksi peralatan persatu – satuan waktu (m³/jam)

Dengan cara yang sama, perhitungan Jumlah kebutuhan Excavator, Dump Truck, Bulldozer dan Roller, dapat dilihat pada *Lampiran 2G*

Tabel 4.4 : Jumlah Kebutuhan Alat Berat

NO	KOMBINASI	ESCAVATOR		DUMP TRUCK		DOZER	ROLLER
		Unit		Unit		Unit	Unit
		0.8 m3	1.2 m3	5 m3	12 m3	70 Hp	9.3 ton
1	I	3		35		2	6
2	II	3			20	2	6
3	III		2	34		2	6
4	IV		2		19	2	6

Sumber : Hasil Analisa

4.3. Analisa Waktu Pelaksanaan

Setelah mendapatkan jumlah kebutuhan alat berat pada setiap kombinasi, maka kemudian dilakukan penjadwalan pelaksanaan pekerjaan dari tiap kombinasi. Penjadwalan dilakukan dengan menggunakan diagram Bar Chart agar diketahui kapan alat – alat mulai bekerja dan berapa lama alat bekerja.

Dari penjadwalan akan didapatkan pula biaya sewa alat berat dan waktu pelaksanaan untuk masing – masing alat berat dari tiap kombinasi. Berikut ini akan ditampilkan analisa waktu pelaksanaan kombinasi I.

4.3.1 Analisa Waktu Pelaksanaan Alternatif Kombinasi

Data analisa waktu pelaksanaan yang digunakan pada kombinasi I adalah :

- 1) Excavator 0.8 m³ = 3 unit
- 2) Dump Truck 5 m³ = 35 unit
- 3) Bulldozer D3C = 2 unit
- 4) Roller 9.3 ton = 6 unit

5) Jam kerja per-hari (S) = 6 jam, dikarenakan biaya operator per-jam Rp.7000, maka standar kerja efektif ditambah menjadi 10 jam/hari.

a) Waktu kerja Excavator 0.8 m^3 , (Rumus 2.26) :

Waktu pelaksanaan (untuk 1 unit excavator)

$$\begin{aligned} &= \frac{V}{S \times Q} \\ &= \frac{32954.24}{10 \times 26.608} \end{aligned}$$

Waktu pelaksanaan (untuk 1 unit excavator) = 124 hari

Jadi untuk 3 unit excavator = $\frac{124}{3} = 41 \text{ hari}$

Dimana :

V = Volume Pekerjaan

S = Jam Kerja

Q = Produksi Alat

b) Waktu kerja Dump Truck 5 m^3 , (Rumus 2.26) :

Waktu pelaksanaan (untuk 1 unit Dump truck)

$$\begin{aligned} &= \frac{V}{S \times Q} \\ &= \frac{32954.24}{10 \times 1.764} \end{aligned}$$

Waktu pelaksanaan (untuk 1 unit Dump truck) = 1868 hari

Jadi untuk 35 unit Dump truck = $\frac{1868}{35} = 53 \text{ hari}$

Dimana :

V = Volume Pekerjaan

S = Jam Kerja

Q = Produksi Alat

c) Waktu kerja Bulldozer D3C, (Rumus 2.26) :

Waktu pelaksanaan (untuk 1 unit Bulldozer)

$$= \frac{V}{S \times Q}$$

$$= \frac{32954.24}{10 \times 30.909}$$

Waktu pelaksanaan = 107 hari

Jadi untuk 2 unit Bulldozer = $\frac{107}{2} = 53 \text{ hari}$

Dimana :

V = Volume Pekerjaan

S = Jam Kerja

Q = Produksi Alat

d) *Waktu kerja Roller 9.3 ton, (Rumus 2.26) :*

Waktu pelaksanaan (untuk 1 unit Roller)

$$= \frac{V}{S \times Q}$$

$$= \frac{32954.24}{10 \times 10.715}$$

Waktu pelaksanaan (untuk 1 unit Roller) = 246 hari

Jadi untuk 2 unit Roller = $\frac{246}{6} = 41 \text{ hari}$

Dimana :

V = Volume Pekerjaan

S = Jam Kerja

Q = Produksi Alat

Dengan cara yang sama, perhitungan Waktu Pelaksanaan Tiap Kombinasi, pada *lampiran 2H*

Tabel 4.5 : Waktu Pelaksanaan Tiap Kombinasi

NO	KOMBINASI	ESCAVATOR		DUMP TRUCK		DOZER	ROLLER
		hari	hari	hari	hari	hari	hari
		0.8 m3	1.2 m3	5 m3	12 m3	70 Hp	9.3 ton
1	I	41		53		53	41
2	II	41			53	53	41
3	III		41	53		53	41
4	IV		41		54	53	41

Sumber : Hasil Analisa

4.3.2. Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan

Setelah mengetahui waktu efektif dari masing – masing alat berat, maka selanjutnya dapat dibuat Jadwal Pelaksanaan pekerjaan penimbunan Lahan dengan metode diagram Bar Chart (Diagram Balok).

Pada skripsi ini, Jadwal pelaksanaan pekerjaan yang ditampilkan adalah Jadwal Pelaksanaan Pekerjaan Kombinasi Terpilih yang selengkapnya bisa dilihat pada tabel 4.6 dibawah ini, atau lebih lengkapnya pada *Lampiran 2K*.

Tabel 4.6 : Jadwal Pelaksanaan Tiap Kombinasi

NO	KOMBINASI	ESCAVATOR		DUMP TRUCK		DOZER	ROLLER
		0.8 m3	1.2 m3	5 m3	12 m3	70 Hp	9.3 ton
1	I	41		53		53	41
2	II	41			53	53	41
3	III		41	53		53	41
4	IV		41		54	53	41

Sumber : Hasil Analisa

4.4. Analisa Biaya

Data awal yang dibutuhkan untuk menganalisa biaya alat berat adalah *Data Survei Harga Sewa Alat Berat*, data ini dijadikan acuan untuk menentukan harga sewa dari masing-masing alat berat.

Pada penulisan skripsi ini, penulis sudah melakukan survei dengan meminta informasi harga sewa alat berat pada beberapa perusahaan penyewaan alat berat di Kota Ende, akan tetapi setiap perusahaan yang didatangi, semuanya tidak bersedia memberikan informasi harga sewa alat berat dengan alasan bahwa:

- Harga sewa alat yang diberikan, dikhawatirkan diketahui oleh pihak lain,
- Perusahaan alat berat bersedia memberikan info harga sewa alat berat, dengan syarat bahwa pekerjaannya jelas dan sudah ada kesepakatan bahwa alat berat direncanakan menyewa pada perusahaan tersebut.

Dikarenakan ada permasalahan yang disebutkan diatas, maka penulis berinisiatif untuk meminta *Data Survei Harga Sewa Alat Berat* kepada *PT. Kasih Sayang* selaku Konsultan Perencana Pekerjaan Pembuatan Pra-Desain Dan DED Pembangunan Gedung BLK Kabupaten Ende. *Alat – alat berat tersebut diasumsikan dalam kondisi baik.* Sehingga diperoleh data sebagai berikut, (*Lihat Lampiran 2I*) :

Tabel 4.7 : Data Survei Harga Sewa Alat Berat

No	Alat Berat	Tipe	Merk	Harga Sewa (per-jam)	Operator (per-jam)	BBM (liter)
1	Escavator	0.8 m ³	Komatsu	Rp. 150.000,-	Rp. 7.000,-	20
		1.2 m ³	Komatsu	Rp. 200.000,-	Rp. 7.000,-	25
2	Dumptruck	5 m ³	Isuzu	Rp. 35.000,-	Rp. 4.000,-	5
		12 m ³	Isuzu	Rp. 75.000,-	Rp. 4.500,-	10
3	Bulldozer	D3C	Catterpillar	Rp. 165.000,-	Rp. 7.000,-	15
4	Roller	C-S 531	Catterpillar	Rp. 175.000,-	Rp. 7.000,-	20

Sumber : *Data Survei*

4.4.1. Biaya Sewa Alat Berat

Biaya sewa alat adalah biaya yang harus dibayar oleh pihak penyewa alat kepada pemilik alat. Biaya sewa terdiri dari biaya sewa alat, biaya operator, biaya BBM, biaya mobilisasi dan demobilisasi.

Agar lebih memudahkan perhitungan, satuan dari biaya sewa alat dibuat menjadi Rp./ hari, hal ini dikarenakan bahwa analisa waktu pelaksanaan yang dihitung memiliki satuan hari. Berikut ini adalah perhitungan biaya sewa

Excavator 0.8 m³ :

- Biaya sewa excavator 0.8 m³ = Rp. 150.000,-/ jam
- Biaya operator = Rp. 7.000,-/ jam
- Biaya BBM (Rp. 12.800,- x 20 liter) = Rp. 256.000,-/ jam

➤ *Biaya sewa Excavator 0.8 m³ per-jam*

= biaya sewa + biaya operator + biaya BBM

$$= 150.000 + 7.000 + 256.000$$

$$= \text{Rp. } 413.000,-/\text{ jam}$$

➤ *Biaya sewa Excavator 0.8 m³ per-hari*

$$= \text{biaya sewa total alat} \times 10 \text{ jam}$$

$$= 413.000 \times 10$$

$$= \text{Rp. } 4.130.000,-/\text{ hari}$$

Dengan cara yang sama, perhitungan biaya sewa alat dapat dilihat pada *Lampiran 2J*. Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut :

✓ Biaya sewa Excavator 0.8 m ³ per-hari	= Rp. 4.130.000,-/ hari
✓ Biaya sewa Excavator 1.2 m ³ per-hari	= Rp. 5.270.000,-/ hari
✓ Biaya sewa Dump Truck 5 m ³ per-hari	= Rp. 1.030.000,-/ hari
✓ Biaya sewa Dump Truck 12 m ³ per-hari	= Rp. 2.075.000,-/ hari
✓ Biaya sewa Bulldozer D3C per-hari	= Rp. 3.640.000,-/ hari
✓ Biaya sewa Roller CS-531 per-hari	= Rp. 4.380.000,-/ hari

4.4.2. Analisa Biaya Sewa Total Tiap Kombinasi

Setelah diketahui jumlah kebutuhan masing – masing alat berat, kemudian diketahui waktu (hari kerja) masing – masing alat berat tiap kombinasi, serta diketahui pula biaya sewa alat per-hari dari masing – masing alat berat, maka dapat dihitung *Total Biaya Sewa Alat Berat Tiap Kombinasi*.

4.4.3 Analisa Biaya Sewa Total Kombinasi

Data analisa biaya yang digunakan pada kombinasi I adalah :

a. Excavator 0.8 m³

- Biaya sewa excavator 0.8 m³ per-hari = Rp. 4.130.000,-/ hari
- Jumlah excavator 0.8 m³ yang dibutuhkan = 3 unit
- Waktu efektif hari kerja = 41 hari
- Biaya mobilisasi dan demobilisasi excavator 0.8 m³ (1 unit) = Rp. 10.000.000,-

➤ *Biaya Sewa Total Escavator 0.8 m³*

$$= (\text{biaya sewa per-hari} \times \text{waktu kerja} + \text{biaya mobilisasi dan demobilisasi}) \times \text{jumlah alat}$$

$$= (\text{Rp. } 4.130.000 \times 41 + \text{Rp. } 10.000.000) \times 3$$

$$= \text{Rp. } 537.990.000,-$$

b. Dump Truck 5 m³

- Biaya sewa dump truck 5 m³ per-hari = Rp. 1.030.000,-/ hari
- Jumlah dump truck 5 m³ yang dibutuhkan = 35 unit
- Waktu efektif hari kerja = 53 hari
- Biaya mobilisasi dan demobilisasi dump truck 5 m³ (1 unit) = Rp. 0,-

➤ *Biaya Sewa Total Dump Truck 5 m³*

$$= (\text{biaya sewa per-hari} \times \text{waktu kerja} + \text{biaya mobilisasi dan demobilisasi}) \times \text{jumlah alat}$$

$$= (\text{Rp. } 1.030.000 \times 53 + \text{Rp. } 0,-) \times 35$$

$$= \text{Rp. } 1.910.650.000,-$$

c. Bulldozer D3C

- Biaya sewa bulldozer D3C per-hari = Rp. 3.640.000,-/ hari
- Jumlah bulldozer D3C yang dibutuhkan = 2 unit
- Waktu efektif hari kerja = 53 hari
- Biaya mobilisasi dan demobilisasi bulldozer D3C (1 unit) = Rp. 10.000.000,-

➤ *Biaya Sewa Total Bulldozer D3C*

$$= (\text{biaya sewa per-hari} \times \text{waktu kerja} + \text{biaya mobilisasi dan demobilisasi}) \times \text{jumlah alat}$$

$$= (\text{Rp. } 3.640.000 \times 53 + \text{Rp. } 10.000.000) \times 2$$

$$= \text{Rp. } 405.840.000,-$$

d. Roller CS-531

- Biaya sewa roller CS-531 per-hari = Rp. 4.380.000,-/ hari
- Jumlah roller CS-531 yang dibutuhkan = 6 unit
- Waktu efektif hari kerja = 41 hari

- Biaya mobilisasi dan demobilisasi roller CS-531 (1 unit) = Rp. 10.000.000,-

➤ *Biaya Sewa Total Roller CS-531*

$$= (\text{biaya sewa per-hari} \times \text{waktu kerja} + \text{biaya mobilisasi dan demobilisasi}) \times \text{jumlah alat}$$

$$= (\text{Rp. 4.380.000} \times 41 + \text{Rp. 10.000.000}) \times 6$$

$$= \text{Rp. 1.137.480.000,-}$$

Dari perhitungan di atas, maka didapat *Biaya Total Sewa Alat Berat* untuk *Kombinasi I* adalah :

$$= \text{sewa excavator} + \text{sewa dumptruck} + \text{sewa bulldozer} + \text{sewa roller}$$

$$= 537.990.000 + 1.910.650.000 + 405.840.000 + 1.137.480.000$$

$$= \text{Rp. 3.991.960.000,-}$$

Dengan cara yang sama, dapat diketahui *Biaya Total Sewa Alat Berat* pada kombinasi lainnya, secara lengkap pada *Lampiran 2J*.

4.4.4. Pemilihan Alternatif Kombinasi Yang Optimal

Berdasarkan hasil perhitungan pada *Lampiran 2H* dan *Lampiran 2J*, didapatkan hasil perhitungan *Waktu Pelaksanaan* dan *Biaya Total Sewa Alat Berat* pada tiap kombinasi, ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.8 : Hasil Perhitungan Waktu Dan Biaya Total

NO	KOMBINASI	Perencanaan	
		Waktu (hari)	Biaya (Rp)
1	I	53	Rp 3.991.960.000,00
2	II	53	Rp 4.280.810.000,00
3	III	53	Rp 3.851.520.000,00
4	IV	54	Rp 4.124.410.000,00

Sumber : Hasil Analisa

Dari tabel 4.8, dapat ditentukan nilai minimum dan maksimum dari waktu pelaksanaan dan biaya total sewa alat berat, yang akan digunakan untuk membuat *Kriteria Pembobotan Waktu dan Biaya*, sehingga dapat dipilih kombinasi yang paling efektif. Kombinasi yang efektif adalah waktu yang sesingkat mungkin, dan biaya yang semurah mungkin.

- ✓ Nilai Minimum Waktu Sewa Alat = 50 hari
- ✓ Nilai Maksimum Waktu Sewa Alat = 60 hari
- ✓ Nilai Minimum Biaya Total = Rp. 3.851.520.000,-
- ✓ Nilai Maksimum Biaya Total = Rp. 4.280.590.000,-

Berdasarkan nilai minimum dan maksimum dari *Waktu Pelaksanaan* dan *Biaya Sewa Total*, maka dapat dibuat Kriteria Pembobotan sebagai berikut :

Tabel 4.9 : Kriteria Pembobotan Waktu Sewa dan Biaya Total Sewa Alat

Instrumen	Waktu Sewa (Hari)	Biaya Sewa (Rp)	Bobot
Sangat Baik	50 – 52	3.700.000.000 - 3.900.000.000	3
Baik	52 – 54	3.900.000.000 - 4.100.000.000	2
Tidak Baik	54 – 56	4.100.000.000 - 4.300.000.000	1

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 4.10 : Nilai Pembobotan Tiap Kombinasi

Kombinasi	Pelaksanaan		Bobot		Nilai Total	Rangking
	Waktu (Hari)	Biaya (Rp)	Waktu	Biaya		
I	53	Rp 3,991,960,000.00	2	2	4	2
II	53	Rp 4,280,810,000.00	2	1	3	3
III	53	Rp 3,851,520,000.00	2	3	5	1
IV	54	Rp 4,124,410,000.00	1	1	2	4

Sumber : Hasil Analisa

Dari Tabel 4.10 diatas, dapat kita liat bahwa alternatif kombinasi yang lebih efisien dari segi waktu dan biaya adalah Kombinasi III.

Oleh karena itu, maka alternatif kombinasi yang terpilih adalah kombinasi dengan bobot terbesar, yaitu **Kombinasi III (ke-3)**.

Hal ini menjelaskan bahwa pekerjaan penimbunan lahan seluas 2,4 Ha, *Balai Latihan Kerja Kabupaten Ende*, akan lebih efektif dan efisien apabila dilakukan dengan mengacu pada hal-hal sebagai berikut :

1. Alat Berat yang digunakan adalah sebagai berikut:
 - a. Escavator 1.2 m³ (PC 300) = 2 unit
 - b. Dump Truck 5 m³ = 34 unit
 - c. Bulldozer 70 Hp (D3C) = 2 unit
 - d. Roller CS-531 = 6 unit
2. Lama Waktu Pelaksanaan = 53 hari kalender kerja
3. Biaya Total Sewa Alat Berat = **Rp. 3.851.520.000,00**

Karena diasumsikan bahwa tanah urug yang tersedia adalah milik sendiri (milik pemerintah Kabupaten Ende), maka Total Biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan penimbunan lahan adalah **Rp. 3.851.520.000,-** (*Tiga Milyar Delapan Ratus Lima Puluh Satu Juta Lima Ratus Dua Puluh Ribu Rupiah*).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Dari hasil analisa yang sudah dilakukan, maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

1. Volume Timbunan yang dibutuhkan untuk menimbun lahan Balai Latihan Kerja Kabupaten Ende seluas 2,4, Ha dengan menggunakan Tanah Urug adalah = 32954.24 m^3

2. Dari hasil analisa 4 (empat) kombinasi alternatif alat berat, didapatkan kombinasi yang paling efektif yaitu kombinasi III (ke-tiga), maka dapat disimpulkan bahwa Produktivitas dan Jumlah masing – masing alat berat yang dibutuhkan untuk menimbun lahan Balai Latihan Kerja Kabupaten Ende seluas 2,4, Ha adalah sebagai berikut :
 - a. Excavator 1.2 m^3 (PC 300) = $39.913 \text{ m}^3/\text{menit}/\text{Unit}= 2 \text{ Unit}$
 - b. Dump Truck 5 m^3 = $1.813 \text{ m}^3/\text{menit}/\text{Unit} = 34 \text{ Unit}$
 - c. Bulldozer D3C (70 Hp) = $30.909 \text{ m}^3/\text{menit}/\text{Unit}= 2 \text{ Unit}$
 - d. Roller CS-531 = $10.715 \text{ m}^3/\text{menit}/\text{Unit}= 6 \text{ Unit}$

3. Lama Waktu Pelaksanaan yang paling optimal untuk alat berat menyelesaikan pekerjaan penimbunan lahan Balai Latihan Kerja Kabupaten Ende seluas 2,4, Ha adalah **53 Hari**, dengan rincian sebagai berikut :
 - a. Excavator 1.2 m^3 (PC 300), 2 unit = 41 Hari
 - b. Dump Truck 5 m^3 , 34 unit = 53 Hari

- c. Bulldozer D3C (70 Hp), 2 unit = 53 Hari
 - d. Roller CS-531, 6 unit = 41 Hari
4. Anggaran Biaya Total yang paling optimal untuk menyelesaikan pekerjaan penimbunan lahan Balai Latihan Kerja (BLK) Kabupaten Ende seluas 2,4 Ha adalah: **Rp. 3.851.520.000,-** (*Tiga Milyar Delapan Ratus Lima Puluh Satu Juta Lima Ratus Dua Puluh Ribu Rupiah*).

5.2. SARAN

Berdasarkan analisa yang sudah dilakukan, maka kami memberikan saran – saran sebagai berikut :

1. Dalam melakukan analisa pemilihan peralatan ini, sebaiknya terlebih dahulu dicari informasi sebanyak – banyaknya tentang alat berat di tempat persewaan alat berat yang tersedia, mulai dari jenis, tipe, harga sewa, agar diperoleh hasil yang optimal dan logis baik dari segi waktu maupun biaya.
2. Perlu dilakukan pengkombinasian jenis alat yang lain sehingga bisa didapatkan pengkombinasian yang paling efektif, baik dari segi waktu dan biaya.
3. Untuk penelitian selanjutnya peng-kombinasian yang menyesuaikan dengan waktu dan tahapan pekerjaan, artinya kombinasi alat berat berubah dalam waktu tertentu atau pada tahapan pekerjaan tertentu.
4. Pada Analisa waktu pelaksanaan, akan lebih baik dengan memakai satuan per-Jam (bukan per-Hari), hal ini dapat lebih memperjelas jadwal pelaksanaan pekerjaan, artinya walaupun penggunaan alat berat memiliki akhir hari yang sama, akan terlihat memiliki jam yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Bhukti, A. R. 2009. *Analisa Produktifitas Dan Biaya Penggunaan Alat-Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Hotel The Singhasari Resort & Convention (Skripsi)*. Malang: Institut Teknologi Nasional.

Hartono, W. 2008. *Pemindahan Tanah Mekanik (Alat - Alat Berat)*. Surakarta: LPP dan UPT Universitas Negeri Surakarta.
[http://journal.uns.ac.id/jurnal/LPP-dan UPT](http://journal.uns.ac.id/jurnal/LPP-dan-UPT)

Haryanto, Y. W. & Suryadharma, H. 1992. *Alat - Alat Berat*. Yogyakarta: Universitas Atmajaya.
<http://journal.uaj.ac.id/jurnal/qman/292/detail/>

Muis, R. A. 2007. *Penentuan Faktor Efisiensi Kerja Operator Alat Berat Whell Loader*. Universitas Teknik Andalas
<http://www.slideshare.net/johnnykasfarov/scraper-dan-loader>

Rochmanhadi. 1983. *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekejaan Dengan Menggunakan Alat Berat*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Rochmanhadi. 1990. *Perpindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Rochmanhadi. 1992. *Alat – Alat Berat Dan Penggunaannya*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Rostianti, F. S. 2002. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*, Jakarta: Rineka Cipta.

Sugiyono. 2003, *Metode Penelitian Administrasi Alat Berat*, Bandung: Alfabeta

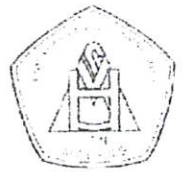
Triwidodo, B. A. 2008. *Analisis Produktivitas Dan Biaya Penggunaan Alat – Alat Berat Pada Pekerjaan Proyek Pembangunan Gedung Universitas Islam Negeri Malang (Skripsi)*. Malang: Institut Teknologi Nasional.

Wirawan, R. 2013. *Optimasi Kombinasi Penggunaan Alat Berat Ditinjau Dari Waktu Dan Biaya Pada Pekerjaan Jalan (Studi Kasus : Pekerjaan Penyiapan Badan Jalan, Telford, Agregat Kelas B Pada Proyek Peningkatan Jalan Laburan – Solok – Batu Prepat Sungai Langir, Laburan – Lori Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur) (Skripsi)*. Malang: Institut Teknologi Nasional

Institut Teknologi Nasional Malang  **SKRIPSI**

LAMPIRAN 1

LEMBAR ASISTENSI



LEMBAR ASISTENSI

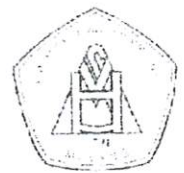
TUGAS : Skripsi
Nama : Jacky Christian Karmalay
(11.21.032)
Program Studi : Teknik Sipil 5-1
Dosen Pembimbing : Ir. Tiang Iskandar, MT



No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
1	23/11 - 15	- Mengecek foto Aedat dan kondisi lapangan - kriteria pembekalan untuk biaya sewa sepenuhnya - Desupulas point di sepenuhnya	
2	1/12 - 15	Draf skripsi Aedat siap pakai seluruh bagian	
3	12/2 - 16	Aedat ulang skripsi	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
Jln. Bendungan Sigura gura No. 2 Telp. (0341) 51431 MALANG



LEMBAR ASISTENSI

TUGAS : Skripsi.....

Nama : Jacky Christian Kamalay.....
 (11.21.032).....

Program Studi : Teknik Sipil S-1.....

Dosen Pembimbing : Ir. Munasih, MT.....



No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
1	23 11 2015	= Rumus ban nomor = perhitungan ban keterangan = perhitungan ban-gg lengkap.	
2	27 11 2015	= Guat tabel	
3	12 1 2015	= Penulisan Guat sesuai aturan = Penulisan cet dan awal = Landasan teori dan buku catan (buku dan skripsi) = Penulisan daftar pustaka sesuaikan	



LEMBAR ASISTENSI

TUGAS : Skripsi
 Nama : Jacky Christian Karmaley
 (11.21.032)
 Program Studi : Teknik Sipil 5-1
 Dosen Pembimbing : Ir. Munash, MT



No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
4	26/2 - 2016	pelajaran g gns - COSENTA	
5	28/2 - 2016	bebas dari molumenty	
6	1/3 - 2016	pelajaran flah dari molumenty	
7	3/3 - 2016	pelajaran flah dari molumenty & sayari. selesaian	



FORM REVISI / PERBAIKAN
BIDANG MANAJEMEN KONSTRUKSI

Nama : JACKY CHRISTIAN KARMALEY

NIM : 11.21.032

Hari / tanggal : RABU / 17 FEBRUARI 2016

Perbaiki materi Skripsi meliputi :

1. Cek semua hit dan satuan. tabel lampiran 63 dst ada kesalahan satuan perhit waktu merit → jam.
2. Kuesioner dan perbaikan dg pemb dan Meita Ate. dg pemb.

Sudah direvisi

[Signature] 22/2-16

[Signature] 29/2-2016

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 29 Feb 2016
 Dosen Penguji

[Signature]

Malang, 17 Feb 2016.
 Dosen Penguji

[Signature]
 Top HA



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
 Jl. Bendungan Sigura-gura 2
 Jl. Raya Karanglo Km. 2
 Malang

UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG MANAJEMEN KONSTRUKSI

Nama : JACKY CHRISTIAN KARMALEY

NIM : 11.21.032

Hari / tanggal : Rabu / 17 FEBRUARI 2016

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

*perbaikan cara dan diagram uraian
 dan perbaikan tabel*

*Saran → panjangan text uraian
 berdasarkan proyek*

*ACC ulang & revisi
 18.16
 2*

Ujian Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian
 Sanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 18/2/2016
 Dosen Penguji

[Signature]

Malang, 17/2/2016
 Dosen Penguji

[Signature]

Institut Teknologi Nasional Malang  **SKRIPSI**

LAMPIRAN 2

DATA ANALISA

**HASIL ANALISA
WAKTU DAN BIAYA**

KOMBINASI	Perencanaan	
	Waktu (hari)	Biaya (Rp)
I	53	Rp 3,991,960,000.00
II	53	Rp 4,280,810,000.00
III	53	Rp 3,851,520,000.00
IV	54	Rp 4,124,410,000.00

KRITERIA PEMBOBOTAN

INSTRUMEN	WAKTU	BIAYA	BOBOT NILAI
Sangat Baik	50 - 52	Rp.3,700,000,000 - Rp.3,900,000,000	3
Baik	52 - 54	Rp.3,900,000,000 - Rp.4,100,000,000	2
Tidak Baik	54 - 56	Rp.4,100,000,000 - Rp.4,300,000,000	1

**TABEL PEMBOBOTAN TIAP KOMBINASI
PEMILIHAN ALTERNATIF YANG PALING EFEKTIF**

KOMBINASI	Perencanaan		Bobot Nilai		Nilai Total	Rangking
	Waktu (hari)	Biaya (Rp)	Waktu	Biaya		
I	53	Rp 3,991,960,000.00	2	2	4	2
II	53	Rp 4,280,810,000.00	2	1	3	3
III	53	Rp 3,851,520,000.00	2	3	5	1
IV	54	Rp 4,124,410,000.00	1	1	2	4

Institut Teknologi Nasional Malang  **SKRIPSI**

LAMPIRAN 3

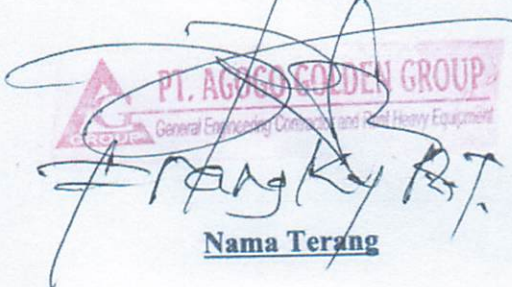
DATA SURVEI

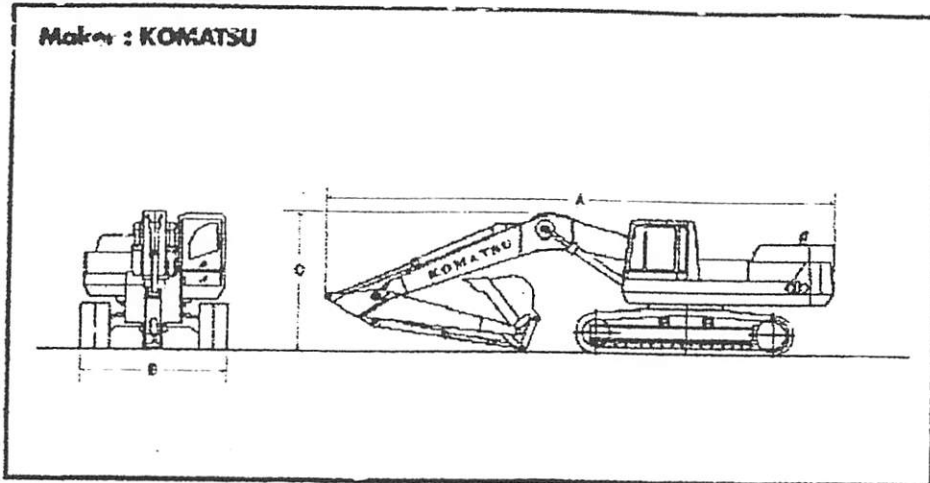
DATA SURVEI
HARGA SEWA ALAT BERAT

Nama Perusahaan : *pt Agaso Golden Group*
 Alamat : *Jl. Kekomutu endo Astes*
 Personil : *Franky Ratu Taber*
 Jabatan : *Direktur Pt. Agaso Golden Group.*

No	Alat Berat	Tipe Pekerjaan	Merk	Harga sewa (per-jam)	Operator (per-jam)	BBM (liter)
1	Excavator	0.8 m ³	Komatsu	Rp.150.000	Rp.7.000	20
2		1.2 m ³	Komatsu	Rp.200.000	Rp.7.000	25
3	Dump Truck	5 m ³	Isuzu	Rp.35.000	Rp.4.000	5
4		12 m ³	Isuzu	Rp.75.000	Rp.4.500	10
5		22 m ³	Isuzu	Rp.145.000	Rp.5.000	15
6	Bulldozer	70 Hp	Catterpillar D3C	Rp.165.000	Rp.7.000	15
7		140 Hp	Catterpillar D6D	Rp.250.000	Rp.7000	25
8	Roller	9.3 ton	Catterpillar C-S 531	Rp.175.000	Rp.7000	20

Ende, *18. 11. 2015*


PT. AGASO GOLDEN GROUP
 General Engineering, Construction and Heavy Equipment
Franky Ratu Taber
Nama Terang



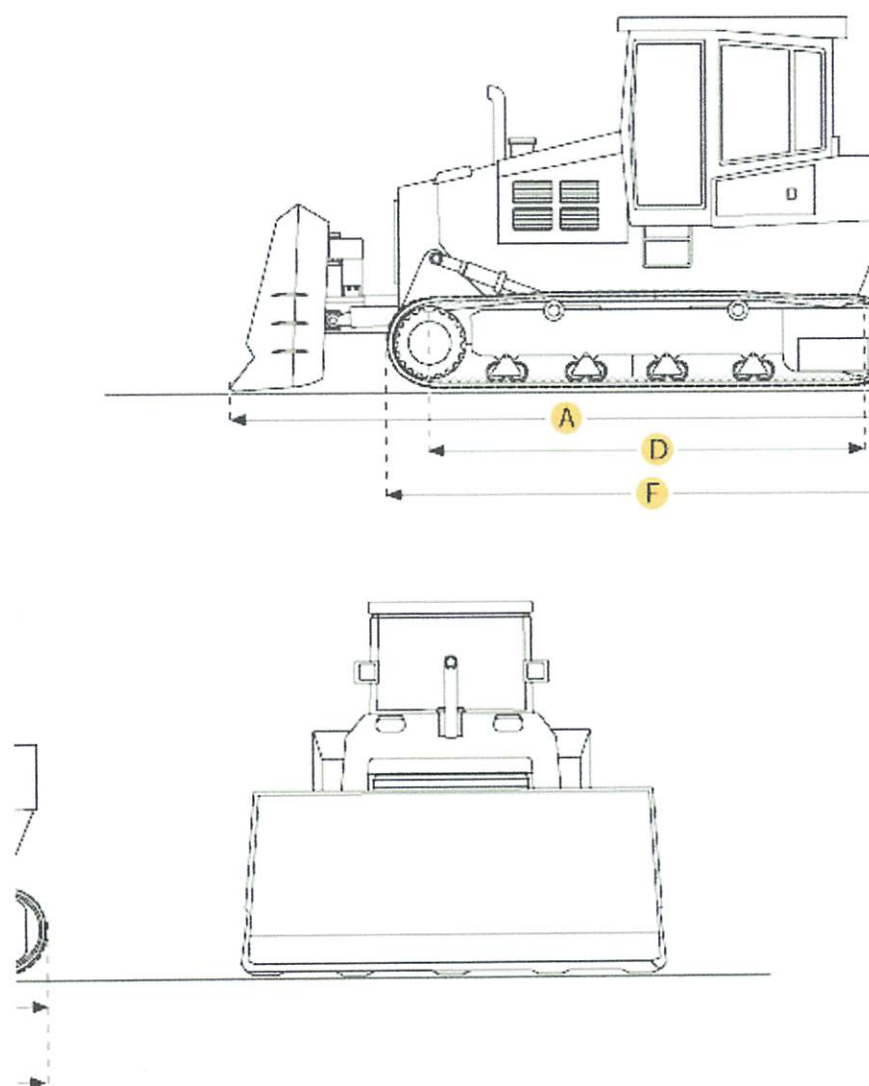
SPECIFICATION :

MAKER	KOMATSU				
	PC03	PC40-6	PC200-5	PC200LC-6	PC300-6
Bucket Capacity (SAE) (m ³)	0.020	0.140	0.800	1.000	1.200
Max. Travelling Speed (km/h)	1.9	3.6	5.5	3.6	3.2
Engine Rated Output (ps)	7.5	39	125	155	200
Fuel Tank Capacity (lit)	N/A	50	310	310	510
A. Overall Length (m)	2.730	5.465	9.380	9.780	10.810
B. Overall Width (m)	0.810	1.850	2.780	3.232	3.190
C. Overall Height (m)	1.420	2.525	2.940	3.160	3.080
Max. Digging Height (m)	2.700	5.640	9.280	9.380	10.150
Max. Digging Depth (m)	1.500	3.370	6.620	6.920	7.320
Max. Digging Radius (m)	2.800	5.550	9.875	10.180	11.100
Min. Swing Radius (m)	1.050	1.960	3.630	3.860	N/A
Operating Weight (kg)	765	4900	18930	23310	29000

Dump Truck

No	Uraian	ISUZU		
		TXD-20	TWD 20	TXD-40
1.	Buatan negara.....	JEPANG	JEPANG	JEPANG
2.	Bobot Operasi.....	7500	7500	7500
3.	Flywheel	118	188	217
4.	Untuk Kerja (Performance)			
	-Kapasitas bak rata-rata.....m ³	3.3	10.7	21.3
	-Kapasitas bak munjung.....m ³	5	12	22
	-Bobot operasi roda depan.....kg			
	-Bobot operasi roda belakang.....kg			
	-Muatan maksimum.....kg			
	-Radius belok minimum.....m	7.8	18	7.8
	-Mampu tanjak (Grade ability).....(°)			
	-Sudut maksimum waktu buang (°)	50R,450		60R,450
	-Kecepatan maksimum maju..... Km/h			
	Gigi 1	11.0	11.0	11.0
	Gigi 2	18.7	18.7	18.7
	Gigi 3	35.0	35.0	35.0
	Gigi 4	68.0	68.0	68.0
	Gigi 5	-	-	-
	Kecepatan maksimum mundur.....m/h			
5.	Ukuran			
	-Panjang keseluruhan.....mm	6465	7135	3234
	-Lebar keseluruhan.....mm	2360	3125	4734
	-Tinggi keseluruhan.....mm	2410	2750	4734
	-Jarak sumbu roda (wheel base).....mm	4110	4510	4723
	-Jarak tapak depan.....mm			
	-Jarak tapak belakang.....mm			
	-Berat.....ton	7.5	14	23

Caterpillar D3C LGP Series II Crawler Tractor



Selected Dimensions

Dimensions

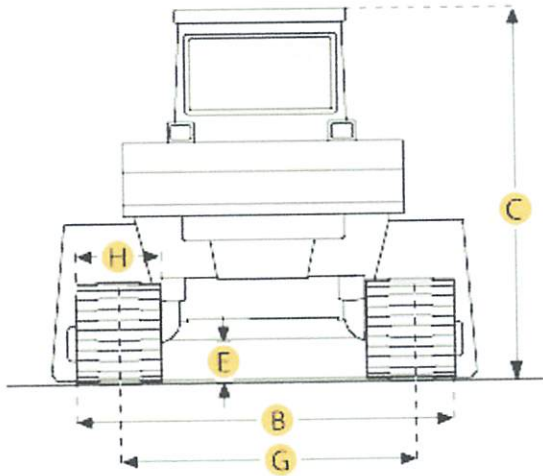
A. Length w/ Blade	13.4 ft in	4070 mm
B. Width Over Tracks	7.5 ft in	2100 mm
C. Height to Top of Cab	8.7 ft in	750 mm
D. Length of Track on Ground	6.7 ft in	2055 mm
E. Ground Clearance	0.96 ft in	294 mm
F. Length w/o Blade	9.8 ft in	2997 mm

G. Transport Distance		10000 mm\
H. Track Gauge	5.4 ft in	1650 mm
I. Standard Shoe Size	25 in	635 mm

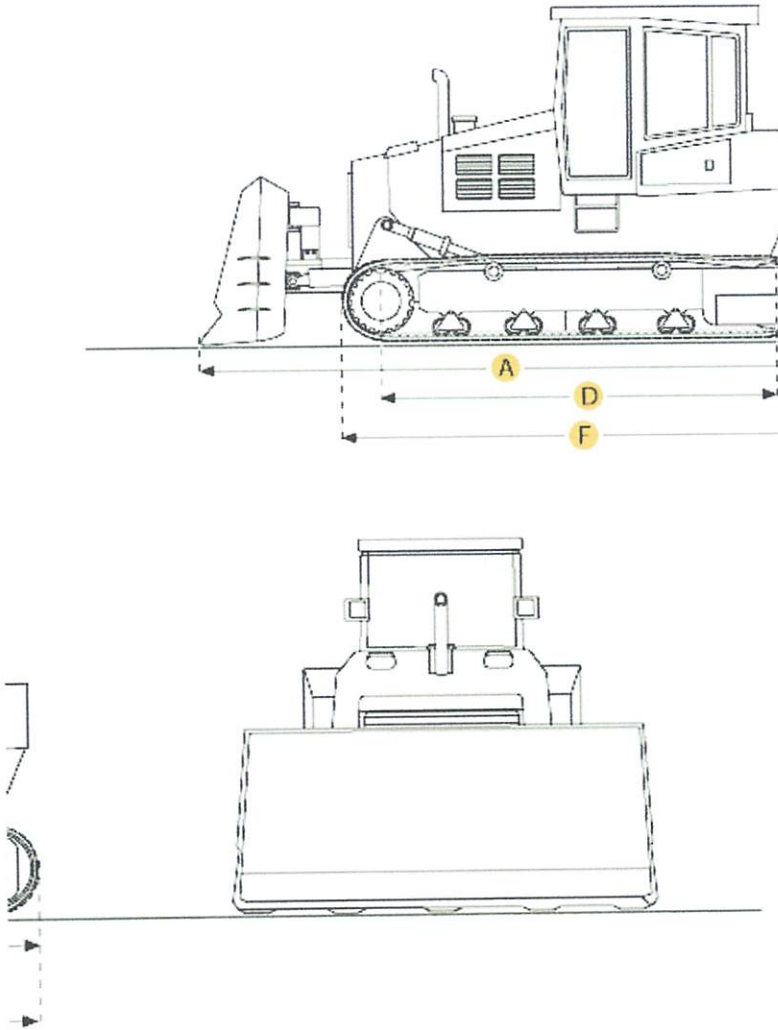
Specification

Engine		
Make	Caterpillar	
Model	3204	
Gross Power	76 hp	56.7 kw
Net Power	70 hp	52.2 kw
Power Measured @	2400 rpm	
Displacement	317.3 cu in	5.2 L
Number of Cylinders	4	
Operational		
Operating Weight	17169.6 lb	7788 kg
Fuel Capacity	32 gal	121 L
Cooling System Fluid Capacity	5.3 gal	20 L
Engine Oil Capacity	3.2 gal	12 L
Hydraulic Fluid Capacity	15 gal	57 L
Final Drives Fluid Capacity	3.2 gal	12 L
Operating Voltage	12 V	
Alternator Supplied Amperage	40 amps	
Transmission		
Type	Planetary powershift	
Number of Forward Gears	3	
Number of Reverse Gears	3	
Max Speed - Forward	6.6 mph	10.7 km/h
Max Speed - Reverse	7.1 mph	11.4 km/h
Undercarriage		
Ground Pressure	4.1 psi	28.3 kPa
Ground Contact Area	4051 in ²	2.6 m ²
Standard Shoe Size	25 in	635 mm
Number of Shoes per Side	39	
Number of Track Rollers per Side	5	
Track Gauge	5.4 ft in	1650 mm
Hydraulic System		
Pump type	Single-section gear	

Relief Valve Pressure	2500 psi	17225 kPa
Pump Flow Capacity	14.5 gal/min	55 L/min
Standard Blade		
Width	10.4 ft in	3160 mm
Height	29.5 in	749 mm
Capacity	1.7 yd ³	1.3 m ³
Blade Angle (both directions)	25 degrees	
Cutting Depth	16.7 in	424 mm
Dimensions		
Length w/o Blade	9.8 ft in	2997 mm
Length w/ Blade	13.4 ft in	4070 mm
Width Over Tracks	7.5 ft in	2290 mm
Height to Top of Cab	8.7 ft in	2664 mm
Length of Track on Ground	6.7 ft in	2055 mm
Ground Clearance	0.96 ft in	294 mm



Caterpillar D6D Crawler Tractor



Selected Dimensions

A. Dimensions		
B. Width Over Tracks	6.5 ft in	1980 mm
C. Height to Top of Cab	9.5 ft in	2900 mm
D. Length of Track on Ground	6 ft in	1830 mm
E. Ground Clearance	1.2 ft in	360 mm
F. Length w/o Blade	10.5 ft in	3200 mm
G. Height w/o Blade		1000 mm
H. Track Gauge	5 ft in	1520 mm
I. Transport Distance		10000 mm

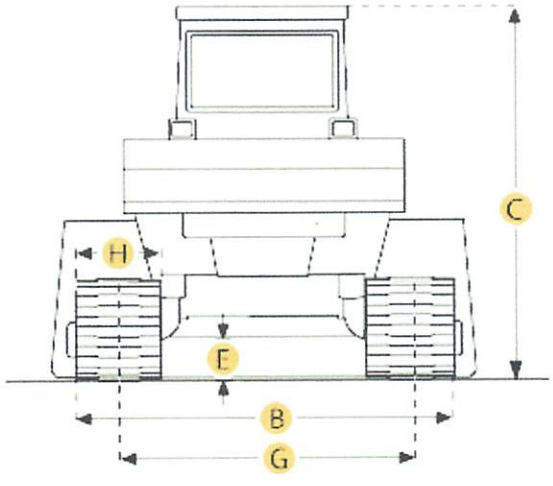
Specification

Engine		
Make	Caterpillar	
Model	3306	
Gross Power	139.5 hp	104 kw
Displacement	640.7 cu in	10.5 L
Aspiration	turbocharged	
Operational		
Operating Weight	20359.7 lb	9235 kg
Fuel Capacity	62.9 gal	238 L
Hydraulic Fluid Capacity	12.1 gal	45.8 L
Transmission		
Type	powershift	
Number of Forward Gears	3	
Number of Reverse Gears	3	
Max Speed - Forward	6.7 mph	10.8 km/h
Max Speed - Reverse	8 mph	12.9 km/h
Undercarriage		
Ground Pressure	9.4 psi	65 kPa
Ground Contact Area	2294 in ²	1.5 m ²
Standard Shoe Size	16 in	406 mm
Number of Track Rollers per Side	5	
Track Gauge	5 ft in	1520 mm
Hydraulic System		
Relief Valve Pressure	2250 psi	15513.2 kPa
Pump Flow Capacity	43.9 gal/min	166 L/min
Standard Blade		
Width wo Blade	10.5 ft in	3000 mm
Height w/o Blade	44.4 in	1000 mm
Capacity	4.3 yd ³	3.3 m ³
Blade Angle (both directions)	12 degrees	
Cutting Depth	18.6 in	472 mm
Dimensions		
Length w/o Blade	10.5 ft in	3200 mm
Width Over Tracks	6.5 ft in	1980 mm
Height to Top of Cab	9.5 ft in	2900 mm
Length of Track on Ground	6 ft in	1830 mm

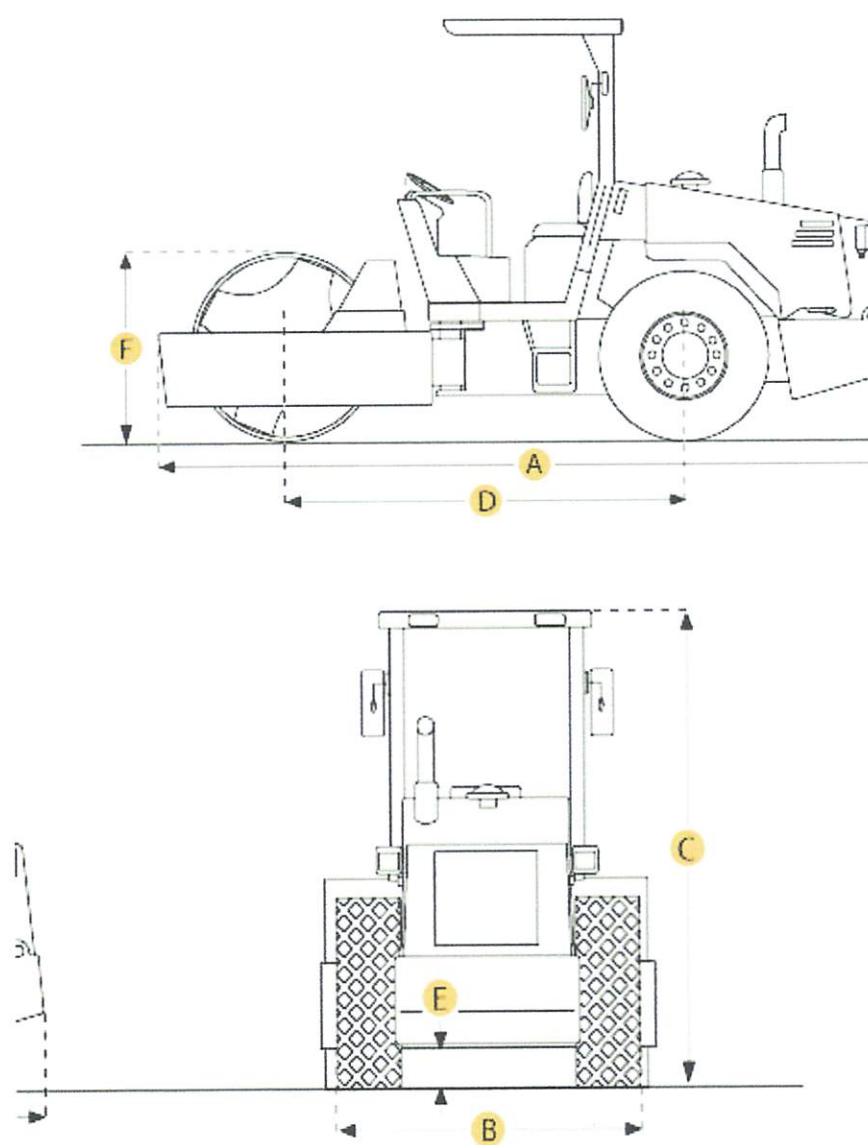
Ground Clearance

1.2 ft in

360 mm



Caterpillar CS531C Vibratory Smooth Drum Roller



Selected Dimensions

Dimensions

A. Overall Length	17.3 ft in	5258 mm
B. Overall Width	8 ft in	2438 mm
C. Height to Top of Cab	8.2 ft in	2510 mm
D. Wheelbase	9 ft in	2740 mm

E. Ground Clearance

19 in

483 mm

Specification

Engine

Model

3116T

Gross Power

145 hp

108.1 kw

Displacement

402.8 cu in

6.6 L

Operational

Operating Weight

20503 lb

9300 kg

Fuel Capacity

58.1 gal

220 L

Engine Oil Capacity

5.3 gal

20 L

Hydraulic System Fluid Capacity

29.1 gal

110 L

Max Speed

5 mph

7.5 km/h

Tires *if applicable

23.1X26-8 PLY

Drum

Drum Width

83.9 in

2100 mm

Drum Diameter

96 in

2438 mm

Vibration Frequency 1

30 Hz

Centrifugal Force - High

24060 lb

107 kN

Centrifugal Force - Med Low

12030 lb

53.5 kN

Dimensions

Overall Length

17.3 ft in

5258 mm

Overall Width

8 ft in

2438 mm

Height to Top of Cab

8.2 ft in

2510 mm

Wheelbase

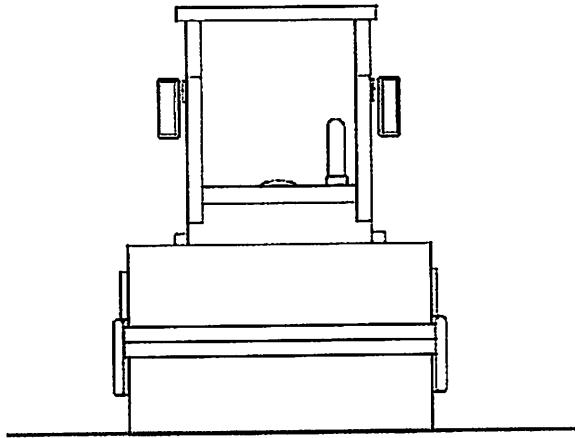
9 ft in

2740 mm

Ground Clearance

19 in

483 mm



Institut Teknologi Nasional Malang  **SKRIPSI**

LAMPIRAN 4

DATA GAMBAR