

TUGAS AKHIR

“OPTIMALISASI PERENCANAAN PENGGUNAAN ALAT BERAT *HYDRAULIC EXCAVATOR* KOMATSU PC200-8 PADA PEKERJAAN GALIAN TANAH PROYEK PEMBANGUNAN BENDUNGAN WAY SEKAMPUNG KELURAHAN BUMIAYU, KECAMATAN PRINGSEWU, KABUPATEN PRINGSEWU, PROVINSI LAMPUNG”

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik Program Diploma IV
Teknik Perawatan dan Pengelolaan Alat Berat**



Diajukan Oleh:

CHRISTINA RAHMAWATI

17/410639/SV/12566

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN

SEKOLAH VOKASI

UNIVERSITAS GADJAH MADA

YOGYAKARTA

2023

HALAMAN PENGESAHAN



UNIVERSITAS GADJAH MADA

SEKOLAH VOKASI
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN

Kampus I : Jl. Yacarana, Sekip Unit IV Yogyakarta Telepon : (0274) 6492623, Fax. (0274) 580990
Kampus II : Jl. Grafika No. 2A, Yogyakarta Telepon : (0274) 548637, Fax. (0274) 546400
E-mail : dme@ugm.ac.id

TUGAS AKHIR

OPTIMALISASI PERENCANAAN PENGGUNAAN ALAT BERAT
HYDRAULIC EXCAVATOR KOMATSU PC200-8 PADA PEKERJAAN GALIAN
TANAH PROYEK PEMBANGUNAN BENDUNGAN WAY SEKAMPUNG
KELURAHAN BUMIAYU, KECAMATAN PRINGSEWU,
KABUPATEN PRINGSEWU, PROVINSI LAMPUNG

Oleh

CHRISTINA RAHMAWATI
17/410539/SV/12566

telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 25 Januari 2023

Ketua Penguji : Dr. Sugiyanto, S.T., M.Eng.

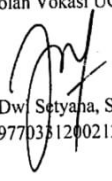
Sekretaris Penguji : Ir. F. Eko Wismo W., M.Sc., Ph.D.

Anggota Penguji : Andhi Akhmad Ismail, S.T., M.Eng.



Diterima dan dinyatakan memenuhi syarat kelulusan.

Ketua Departemen Teknik Mesin
Sekolah Vokasi UGM



Dr. Lilik Dw. Setyana, S.T., M.T.
NIP 197703312002121002

HALAMAN BEBAS PLAGIASI

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Christina Rahmawati
NIM : 17/410639/SV/12566
Tahun terdaftar : 2017
Program Studi : D4 Teknik Pengelolaan dan Perawatan Alat Berat
Fakultas/Sekolah : Sekolah Vokasi

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila dokumen ilmiah Tugas Akhir ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Yogyakarta, 19 Januari 2023



Christina Rahmawati
NIM. 17/410639/SV/12566

*Pilih salah satu yang sesuai

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa kita panjatkan atas karunia yang telah diberikan oleh Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, karena tanpa restu serta ridho-Nya, usaha apapun yang dilakukan manusia tidak akan berarti.

Tugas akhir merupakan mata kuliah yang wajib dilaksanakan pada semester delapan oleh mahasiswa Program Studi Teknik Pengelolaan dan Perawatan Alat Berat, Departemen Teknik Mesin, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Dr. Lilik Dwi Setyana, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM.
2. Dr. Sugiyanto, S.T., M.Eng., selaku Ketua Prodi D4 Teknik Pengelolaan dan Perawatan Alat Berat sekaligus sebagai Dosen Penguji Tugas Akhir.
3. Ir. F. Eko Wismo Winarto, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk membimbing penulis dalam menyelesaikan laporan skripsi ini.
4. Andhi Akhmad Ismail, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
5. Kedua orangtua tercinta, Bapak Hadi Putranto, B.Sc. dan Ibu Sugiyati yang telah memberikan banyak dukungan kepada penulis.
6. Dhea Sari Ratnawati, Yulia Agung Setiani serta seluruh teman seperjuangan D4 Teknik Pengelolaan dan Perawatan Alat Berat angkatan 2017.
7. Teruntuk diri saya sendiri yang sudah mau berjuang hingga akhir untuk menyelesaikan apa yang sudah menjadi tanggung jawab baik kepada pribadi maupun orangtua.

Dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat banyak kesalahan, baik yang disengaja ataupun tidak. Hal ini tidak lepas dari kekurangan seorang manusia, sehingga saran serta kritik yang membangun sangat diperlukan oleh penulis sebagai bahan perbaikan di masa mendatang. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Abstract

The productivity of using heavy equipment, especially hydraulic excavators, greatly affects the operational costs and duration of work on a project. The higher the productivity value of the tool, the smaller the operational costs and the faster the duration of work needed. No exception in the excavation work of the Way Sekampung Dam construction project in Bumiayu Village, Lampung. Therefore, it is necessary to plan the use of Komatsu PC200-8 hydraulic excavator to increase unit productivity.

The research method used is to know firsthand the volume of soil excavation work for the Way Sekampung Dam construction project in Bumiayu Village, to then calculate the productivity value, and compare it with the average productivity value from three journals from the relevant previous research. From these data, the number of units needed in the land excavation project for the construction of the Way Sekampung Dam will be obtained, as well as the total operational costs needed.

From the results of calculations that have been carried out with the same number of unit needs, in ideal conditions it produces a work duration of 41 days and operational costs of Rp2.367.504.000,-. Meanwhile, in the calculation of the assumption of real conditions, the duration of the work is 43 days with operational costs of Rp2.482.992.000,-. Then on the 42-day work duration plan, it requires operational costs of Rp2.425.248.000,-. So the difference between the duration of work and operational costs in the productivity plan is obtained from the assumption of real conditions, namely 1 working day and Rp57.744.000, - so that the assumption of real conditions is more wasteful than the program plan.

Keywords: Hydraulic excavator PC200-8, Planning, Productivity

Intisari

Produktivitas penggunaan alat berat khususnya *hydraulic excavator* sangat memengaruhi biaya operasional dan durasi pekerjaan suatu proyek. Semakin tinggi nilai produktivitas alat, maka akan semakin kecil biaya operasional dan semakin cepat durasi pekerjaan yang dibutuhkan. Tak terkecuali pada pekerjaan galian tanah proyek pembangunan Bendungan Way Sekampung di Kelurahan Bumiayu, Lampung. Oleh sebab itu, diperlukan adanya perencanaan penggunaan alat berat *hydraulic excavator* Komatsu PC200-8 guna meningkatkan produktivitas unit.

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan mengetahui secara langsung besaran volume pekerjaan galian tanah proyek pembangunan Bendungan Way Sekampung di Kelurahan Bumiayu, untuk kemudian dihitung nilai produktivitasnya, dan dibandingkan dengan nilai rata-rata produktivitas dari tiga jurnal dari penelitian sebelumnya yang relevan. Dari data-data tersebut, nantinya akan didapatkan jumlah unit yang diperlukan dalam proyek galian tanah pembangunan Bendungan Way Sekampung, dan juga sekaligus total biaya operasional yang dibutuhkan.

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan jumlah kebutuhan unit yang sama, pada kondisi ideal menghasilkan durasi pekerjaan selama 41 hari dan biaya operasional sebesar Rp2.367.504.000,-. Sedangkan pada perhitungan asumsi kondisi *real* dihasilkan durasi pekerjaan 43 hari dengan biaya operasional Rp2.482.992.000,-. Kemudian pada rencana durasi pekerjaan 42 hari, memerlukan biaya operasional sebesar Rp2.425.248.000,-. Maka didapatkan selisih durasi pekerjaan dan biaya operasional pada rencana produktivitas terhadap asumsi kondisi *real* yaitu 1 hari kerja dan Rp57.744.000,- sehingga asumsi kondisi *real* lebih boros dibandingkan rencana produktivitas.

Kata kunci: *Hydraulic excavator* PC200, Perencanaan, Produktivitas

Daftar Isi

TUGAS AKHIR	1
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
<i>Abstract</i>	<i>v</i>
Intisari	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel.....	x
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 Sifat Fisik Material	7
2.2.2 <i>Hydraulic Excavator</i>	12
2.2.3 Produktivitas Alat Berat	16
2.2.4 Taksiran Produktivitas <i>Hydraulic Excavator</i>	17
2.2.5 Durasi Pekerjaan	24
2.2.6 Jumlah Unit yang Dibutuhkan	24
2.2.7 Biaya Alat Berat.....	24
2.3 Hipotesis Sementara	30
BAB III.....	31

3.1	Pendahuluan	31
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	31
3.3	Proses Pelaksanaan Penelitian	32
3.3.1	Tahap Persiapan	32
3.3.2	Pengambilan Data	32
3.3.3	Pengolahan Data	33
3.3.4	Analisis Data	33
3.3.5	Diagram Alir Penelitian	34
BAB IV	37
4.1	Data Proyek	37
4.1.1	Kalender Kerja	38
4.1.2	Volume Pekerjaan Galian	38
4.1.3	Jadwal Kerja	38
4.1.4	Jenis Alat Berat	39
4.1.5	Sifat Fisik Material	39
4.1.6	<i>Cycle Time</i>	40
4.1.7	Faktor Efisiensi	40
4.1.8	Konversi Kedalaman Galian	43
4.1.9	<i>Bucket Fill Factor</i>	43
4.2	Produktivitas Alat Berat Dalam Asumsi Kondisi <i>Real</i> (berdasarkan jurnal penelitian sebelumnya)	44
4.2	Produktivitas Alat Berat Dalam Kondisi Ideal	48
4.4	Jumlah Unit yang Dibutuhkan	49
4.5	Durasi Pekerjaan	50
4.6	Perbandingan Produktivitas Alat Berat Dalam Kondisi Ideal dan Produktivitas Alat Berat Dalam Kondisi Asumsi di Lapangan	51
4.7	Biaya Operasional	52
4.8	Analisis Ketercapaian Produktivitas Alat Berat, Durasi Pekerjaan, dan Biaya Operasional	55
BAB V	59
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61

LAMPIRAN	62
-----------------------	-----------

Daftar Gambar

Gambar 2. 1 Tabel Faktor Konversi	10
Gambar 2. 2 Tabel Konversi (lanjutan)	9
Gambar 2. 3 Bagian Hydraulic Excavator	13
Gambar 2. 4 Extension Arm	14
Gambar 2. 5 Short Arm	14
Gambar 2. 6 Telescopic Arm	15
Gambar 2. 7 Super Long Front	15
Gambar 2. 8 Two Piece Boom	15
Gambar 2. 9 Kemampuan Galian	16
Gambar 2. 10 Tabel Cycle Time	20
Gambar 2. 11 Biaya Pemilikan dan Operasi Alat Berat	25
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian (lanjutan)	35
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian (lanjutan)	36
Gambar 4. 1 Lokasi Proyek	37
Gambar 4. 2 Lokasi Proyek Jurnal 1	45
Gambar 4. 3 Tabel Waktu Siklus Jurnal 1	45
Gambar 4. 4 Lokasi Proyek Jurnal 2	46
Gambar 4. 5 Data Proyek Jurnal 3	47
Gambar 4. 6 Grafik Produktivitas	56
Gambar 4. 7 Grafik Durasi Pekerjaan	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. 8 Grafik Biaya Operasional	57
Lampiran 1. Tabel Mechanical Availability Bulan Februari 2023	63
Lampiran 2. Tabel Mechanical Availability Bulan Maret 2023	64

Daftar Tabel

Tabel 2. 1 Efisiensi Waktu.....	20
Tabel 2. 2 Efisiensi Operator	21
Tabel 2. 3 Faktor Konversi Kedalaman Galian	23
Tabel 2. 4 Bucket Fill Factor	23
Tabel 2. 5 Special Items.....	30
Tabel 4. 1 Volume Galian Proyek	38
Tabel 4. 2 Jadwal Kerja	39
Tabel 4. 3 Waktu Kerja Efektif.....	40
Tabel 4. 4 Efisiensi Kerja Kondisi Ideal.....	41
Tabel 4. 5 Nilai Faktor Efisiensi Kondisi Ideal	42
Tabel 4. 6 Mechanical Availability Kondisi Ideal	43
Tabel 4. 7 Nilai Faktor Konversi Kedalaman Galian	43
Tabel 4. 8 Bucket Fill Factor	44
Tabel 4. 9 Produktivitas Jurnal Pembanding	48
Tabel 4. 10 Perbandingan Hasil Produktivitas	52
Tabel 4. 11 Kebutuhan Operasional	53
Tabel 4. 12 Ketercapaian Produktivitas Alat Berat, Durasi Pekerjaan, dan Biaya Operasional.....	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung merupakan unit pelaksana teknis di bawah Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung mempunyai tugas melaksanakan pengelolaan sumber daya air di wilayah sungai yang meliputi penyusunan program, pelaksanaan konstruksi, operasi dan pemeliharaan dalam rangka konservasi dan pendayagunaan sumber daya air dan pengendalian daya rusak air pada sungai, pantai, bendungan, danau, situ, embung, dan tampungan air lainnya, irigasi, rawa, tambak, air tanah, air baku, serta pengelolaan drainase utama perkotaan. Dalam melaksanakan tugasnya BBWS Mesuji Sekampung menyelenggarakan fungsi yang salah satunya adalah penyusunan studi kelayakan dan perencanaan teknis atau desain pengembangan sumber daya air. Salah satu konsep sumber daya air dalam mengatasi kekeringan dan kesulitan air, diantaranya adalah melalui pembangunan bendungan (waduk), yang pada dasarnya memberikan solusi pemanfaatan air permukaan sebagai cadangan air baku pada musim kemarau. Dalam proyek ini, pembangunan bendungan dilakukan di Kelurahan Bumiayu, Kecamatan Pringsewu, Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung.

Seperti pada proyek konstruksi pada umumnya, penggunaan alat berat pada pembangunan bendungan ini merupakan salah satu hal yang penting guna mengoptimalkan pekerjaan dan mempersingkat waktu pengerjaan. Oleh sebab itu dibutuhkan perencanaan penggunaan alat berat agar penggunaan alat dapat disesuaikan dengan volume pekerjaan yaitu sebesar 402.300 m³. Sehingga nantinya dapat mengoptimalkan

produktivitas alat berat dan biaya yang dibutuhkan dalam penggunaan alat berat *hydraulic excavator* Komatsu PC200-8 pada proyek tersebut.

Produktivitas alat berat tergantung pada kapasitas *bucket*, *bucket factor*, *cycle time*, dan faktor koreksi produksi (Sujatmiko, 2015). Nilai produktivitas alat berat sangat berpengaruh terhadap optimalisasi produksi. Semakin tinggi nilai produktivitas alat berat, maka berarti semakin optimal pula penggunaannya. Hal tersebut merupakan hasil akhir dari fungsi optimalisasi, dimana dapat menekan biaya operasional dan dapat mempersingkat waktu pengerjaan proyek.

Dalam penelitian ini akan dilakukan perbandingan perhitungan produktivitas, durasi pekerjaan, dan biaya operasional antara rencana pekerjaan, kondisi ideal, dan kondisi asumsi *real* (berdasarkan jurnal pembandingan). Perhitungan rencana pekerjaan berdasarkan data lapangan yang ada. Perhitungan dalam kondisi ideal berdasarkan dari kondisi ideal suatu unit menurut buku. Serta perhitungan kondisi asumsi *real* berdasarkan tiga jurnal pembandingan.

Dalam hal ini penulis memfokuskan tentang optimalisasi perencanaan penggunaan alat berat *hydraulic excavator* Komatsu PC200-8 pada pekerjaan galian pada proyek pembangunan Bendungan Way Sekampung di Kelurahan Bumiayu. Diharapkan dari Tugas Akhir ini, nantinya dapat merencanakan penggunaan *hydraulic excavator* Komatsu PC200-8 secara optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang penelitian, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara menghitung produktivitas alat berat?
2. Bagaimana cara menghitung jumlah unit *hydraulic excavator* yang diperlukan pada proyek?

3. Berapakah asumsi biaya yang dibutuhkan pada proyek galian pembangunan Bendungan Way Sekampung?
4. Berapakah selisih biaya operasional antara asumsi kondisi *real* berdasarkan jurnal pembandingan dengan rencana produktivitas?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian difokuskan pada pekerjaan galian tanah untuk pembangunan bendungan pada Kelurahan Bumi Ayu.
2. Jenis alat berat yang akan dipakai adalah *hydraulic excavator* Komatsu PC200.
3. Perhitungan produktivitas dan biaya operasional pada alat berat jenis *hydraulic excavator* Komatsu PC200.
4. Penelitian hanya dilakukan pada unit *hydraulic excavator* Komatsu PC200 yang sedang dalam kondisi prima.
5. Pada penelitian ini hari kerja efektif hanya lima hari kerja, dengan catatan hari sabtu, minggu, dan tanggal merah nasional sebagai *off-day*.
6. Waktu kerja efektif pada penelitian ini adalah 7,5 jam per hari.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menghitung produktivitas unit *hydraulic excavator*.
2. Menghitung jumlah unit *hydraulic excavator* yang diperlukan..
3. Menghitung asumsi biaya yang dibutuhkan dalam proyek.
4. Menghitung selisih biaya operasional antara asumsi kondisi *real* berdasarkan jurnal pembandingan dengan rencana produktivitas.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang penulis harapkan dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan kontribusi sebagai bahan pertimbangan bagi penyelenggara proyek untuk melakukan optimalisasi produktivitas alat berat jenis *hydraulic excavator* Komatsu PC200-8 pada proyek pembangunan bendungan di Kelurahan Bumi Ayu, Kecamatan Pringsewu, Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung.
2. Meningkatkan pengetahuan penulis dan sebagai rujukan akademisi yang akan melakukan penelitian serupa.

1.6 Sistematika Penulisan

Penyusunan tugas akhir ini terdiri dari lima bab yang dibagi menjadi beberapa sub-bab untuk menjelaskan lebih terperinci. Rincian dari sistematika penulisan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, metode pengumpulan data, tempat penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

Berisikan tentang beberapa penelitian terdahulu yang serupa, dan berisikan tentang dasar-dasar teori terkait penelitian yang akan dikerjakan

BAB III METODE PENELITIAN

Berisikan tentang bahan dan alat penelitian, metode bagaimana cara mengumpulkan data, metode cara mengolah data, tahapan analisa data dan bagan alir proses penelitian dilakukan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisikan tentang pembahasan dan hasil analisis dan memberikan gambaran produktivitas unit.

BAB V PENUTUP

Berisikan tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Tinjauan pustaka merupakan suatu rangkuman dari penelitian-penelitian sebelumnya, yang nantinya digunakan sebagai bahan rujukan dalam penelitian selanjutnya. Sebagai bahan rujukan juga sebagai bahan pembanding penelitian yang akan dilakukan, maka diambil beberapa jurnal dengan topik penelitian yang relevan, yaitu sebagai berikut:

1. Pada penelitian yang dilakukan oleh Y.S. Bismoko, 2019 dengan judul “Optimalisasi Penggunaan Alat Berat pada Proyek Pembangunan *Underpass* Kentungan” menjelaskan bahwa perhitungan produktivitas alat berat sangat berpengaruh terhadap biaya operasional dan durasi pekerjaan yang ada. Latar belakang dari penelitian ini adalah adanya antrean yang cukup panjang saat dilakukannya proses galian. Hal tersebut mengakibatkan durasi pekerjaan yang terlalu lama, dan berpengaruh terhadap biaya operasional yang juga meningkat. Metode penelitian yang digunakan adalah metode survei untuk mengumpulkan data-data di lapangan secara langsung. Dari data-data yang sudah diperoleh, selanjutnya akan dilakukan proses perhitungan dan pengolahan data untuk memperoleh kombinasi alat yang dibutuhkan agar dapat menekan biaya operasional dan mempercepat durasi

pekerjaan. Berdasarkan perhitungan tersebut dengan metode *trial and error*, didapatkan hasil bahwa kombinasi alat berat yang tepat, yaitu dengan menggunakan *hydraulic excavator* PC200-8 dapat menekan biaya operasional sebesar Rp138.800.000,- dan mempersingkat durasi pekerjaan hingga 45 hari lebih cepat dibanding rencana proyek.

2. Pada penelitian yang dilakukan oleh Afifah Ramadhani, 2017 dengan judul “Optimalisasi Penggunaan Alat Berat pada Pekerjaan Galian Tanah di Proyek Tol Nganjuk-Kertosono” produktivitas alat berat berpengaruh terhadap durasi pekerjaan, jumlah unit yang dibutuhkan, dan biaya operasional yang dihabiskan. Latar belakang penelitian ini adalah besarnya biaya operasional proyek yang disebabkan oleh rendahnya produktivitas unit alat berat. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif analisis, yaitu adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai variabel tanpa menghubungkan dengan variabel lain. Dari penelitian ini, didapatkan nilai operasional terendah dengan menggunakan *hydraulic excavator* PC200 yaitu sebesar Rp94.176.497.598,- dengan durasi pekerjaan 311 hari.
3. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ida Fitri, 2021 dengan judul “Analisis Produktivitas, Biaya, dan Waktu Penggunaan Alat Berat *Excavator* dan *Dump Truck* pada Pekerjaan Galian Tanah (Studi Kasus: Proyek Penggantian Jembatan Sungai Berangas)” peningkatan produktivitas akan menekan biaya produksi, mempercepat durasi pekerjaan, serta memudahkan pemantauan pekerja pada proyek tersebut. Latar belakang penelitian ini adalah besarnya volume galian yang tidak memungkinkan dilakukan secara manual, oleh karena itu diperlukan adanya penggunaan alat berat untuk mengefisienkan pekerjaan. Metode yang dilakukan adalah metode deskriptif, dengan mengumpulkan data-data yang ada di lapangan yang nantinya akan dihitung nilai produktivitasnya. Dari penelitian yang dilakukan, maka

didapatkan nilai produktivitas unit alat berat yang digunakan, serta biaya operasional yang dihabiskan.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Sifat Fisik Material

Pada umumnya material mempunyai sifat fisik dan karakteristik yang tidak sama antara lokasi A dengan lokasi B. Material yang dimaksud berupa tanah, batuan, dan vegetasi (pohon, semak belukar, dan alang-alang). Oleh sebab itu, untuk memindahkan material tersebut diperlukan peralatan mekanis yang sesuai dengan kondisi lapangan karena akan berpengaruh terhadap pemilihan alat berat pada suatu pekerjaan *earthmoving* (Kementerian Pekerjaan Umum, 2014).

Dengan demikian dibutuhkan keserasian antara alat yang digunakan serta sifat fisik dari material itu sendiri. Apabila terjadi ketidakserasian alat dengan kondisi fisik material dapat menyebabkan rendahnya efisiensi serta menimbulkan kerugian pada suatu pekerjaan.

Pada aktivitas *earthmoving*, sifat fisik material yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut (Kementrian Pekerjaan Umum 2014):

1. Pengembangan Material

Pengembangan material adalah perubahan yang terjadi pada volume material akibat diganggu (digali, diangkut atau dipadatkan) dari bentuk aslinya sehingga terjadi penambahan atau pengurangan volume material. Akibat terjadinya perubahan volume material maka akan berpengaruh juga terhadap perubahan *density* material (Kementrian Pekerjaan Umum, 2014). Bentuk material dibagi menjadi 3 kondisi, yaitu sebagai berikut:

a. Kondisi Asli (*Bank*)

Kondisi asli terjadi saat alat berat belum melakukan proses apapun terhadap material sehingga kondisinya tidak akan berubah. Oleh sebab itu, kandungan partikel-partikel material tetap terkonsolidasi dengan baik. Nilai volume tanah yang dipakai guna landasan perhitungan jumlah produksi alat berat pada kondisi asli (*bank*) diukur dalam satuan *Bank Cubic Meter* (BCM) (Kementerian Pekerjaan Umum, 2014).

b. Kondisi Gembur (*Loose*)

Kondisi gembur terjadi setelah alat berat melakukan proses penggalian terhadap kondisi asli material sehingga volumenya berubah. Hal ini terjadi karena pada sela-sela partikel material, rongga udaranya bertambah banyak. Pada kondisi ini, volume material bertambah, tetapi beratnya tetap. Nilai volume tanah yang dipakai guna landasan perhitungan pada kondisi gembur (*loose*) diukur dalam satuan *Loose Cubic Meter* (LCM) (Kementerian Pekerjaan Umum, 2014).

c. Kondisi Padat (*Compact*)

Kondisi padat terjadi setelah alat berat melakukan proses pemadatan terhadap material. Hal ini mengakibatkan berkurangnya rongga udara di sela-sela partikel material sehingga volumenya berubah. Pada kondisi ini, volume material berkurang, tetapi beratnya tidak berubah. Nilai volume tanah yang digunakan pada kondisi padat (*compact*) diukur dalam satuan *Compact Cubic Meter* (CCM) (Kementerian Pekerjaan Umum, 2014).

Akibat kondisi di atas, volume material perlu dikalikan dengan suatu faktor konversi yang ditunjukkan pada Gambar 2. 1 (Kementerian Pekerjaan Umum, 2014):

Jenis Material	Bentuk Awal	Menjadi Bentuk		
		Asli	Gembur	Padat
Tanah Berpasir	Asli	1,00	1,11	0,99
	Gembur	0,90	1,00	0,80
	Padat	1,05	1,17	1,00
Tanah Biasa	Asli	1,00	1,25	0,90
	Gembur	0,80	1,00	0,72
	Padat	1,11	1,39	1,00
Tanah Liat	Asli	1,00	1,25	0,90
	Gembur	0,70	1,00	0,63
	Padat	1,11	1,59	1,00

Gambar 2. 1 Tabel Konversi (lanjutan)

Tanah Berpasir	Gembur	0,90	1,00	0,80
	Padat	0,93	1,09	1,00
Kerikil	Asli	1,00	1,13	1,03
	Gembur	0,88	1,00	0,91
	Padat	0,97	1,10	1,00
Kerikil Besar dan Padat	Asli	1,00	1,42	1,29
	Gembur	0,70	1,00	0,91
	Padat	0,77	1,10	1,00
Pecahan Batu Kapur, Batu Pasir, Cadas Lunak, Sirtu	Asli	1,00	1,65	1,22
	Gembur	0,61	1,00	0,74
	Padat	0,82	1,35	1,00
Pecahan Granit, Basalt, Cadas Keras dan lainnya	Asli	1,00	1,70	1,31
	Gembur	0,59	1,00	0,77
	Padat	0,76	1,30	1,00
Pecahan Cadas, <i>Broken Rock</i>	Asli	1,00	1,75	1,40
	Gembur	0,57	1,00	0,80
	Padat	0,71	1,24	1,00

Gambar 2. 2 Tabel Faktor Konversi

(Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2014)

2. Berat Material

Setiap material memiliki karakteristik yang disebut berat material. Berat material berpengaruh terhadap pekerjaan unit alat berat, salah satunya seperti mengalami kesulitan dalam proses pemindahan material. Selain itu juga memengaruhi batasan daya tampung unit karena adanya densitas material. Pada umumnya, berat material dinyatakan dalam satuan (kg, ton, *lb*), dan dihitung dalam *bank condition* (Kementerian Pekerjaan Umum, 2014).

3. Bentuk Material

Bentuk material berpengaruh terhadap daya tampung ruang dan volume material. Apabila suatu material memiliki butir yang halus, maka memungkinkan volume material sebanding dengan daya tampung ruangan. Begitu pula sebaliknya, apabila bentuk material berupa bongkahan, maka volume material akan lebih sedikit dibanding daya tampung ruangan (Kementerian Pekerjaan Umum, 2014).

4. Kohesivitas Material

Kohesivitas material merupakan suatu kemampuan melekatnya partikel material itu sendiri sehingga berpengaruh pada faktor pengisian suatu alat mekanis. Material akan terlihat lebih menggunung apabila kohesivitasnya tinggi, dan permukaan cenderung rata apabila

kohesivitas rendah. Sehingga apabila material dengan kohesivitas tinggi menempati suatu ruangan, maka volume material akan lebih banyak dibandingkan dengan volume ruang itu sendiri. Namun, volume material dengan kohesivitas rendah cenderung sama dengan volume ruangnya (Kementerian Pekerjaan Umum, 2014).

5. Kekerasan Material

Kekerasan material merupakan kemampuan material untuk menahan terjadinya deformasi pada material. Material dengan kekerasan tinggi akan sangat sulit untuk digali oleh alat mekanis. Hal ini mengakibatkan turunnya kesanggupan produksi alat mekanis. Pada pemindahan tanah mekanis, bebatuan merupakan material yang tergolong keras. Jenis batuan dibagi menjadi tiga batuan dasar, yaitu (Kementerian Pekerjaan Umum, 2014):

- a. Batuan beku: sifatnya keras, padat, pejal dan kokoh.
- b. Batuan sedimen: merupakan per lapisan yang lunak sampai dengan keras, ringan, dan bersifat lepas.
- c. Batuan metamorf: umumnya per lapisan keras, padat, dan tidak teratur.

Pengukuran kekerasan material dapat dilakukan menggunakan metode *shear meter*, *ripper meter*, *seismic* (suara dan getaran) dan *soil investigation drill* (pengeboran). Pada pemindahan tanah mekanis, pengukuran nilai kekerasan material dilakukan dengan memakai *seismic test meter*. Adapun tingkat kekerasannya dinyatakan dalam satuan m/detik (*Seismic Wave Velocity*) (Kementerian Pekerjaan Umum, 2014).

6. Daya Dukung Material

Kesanggupan material guna menopang alat yang terletak di atasnya disebut daya dukung material. Daya dukung (*load capacity*) merupakan reaksi yang timbul akibat adanya daya tekan (*ground pressure*) dari alat mekanis yang terletak di atas material. Apabila nilai daya dukung lebih kecil daripada nilai daya tekan maka mengakibatkan alat mekanis tersebut ambles. Sebaliknya, apabila nilai daya dukung lebih

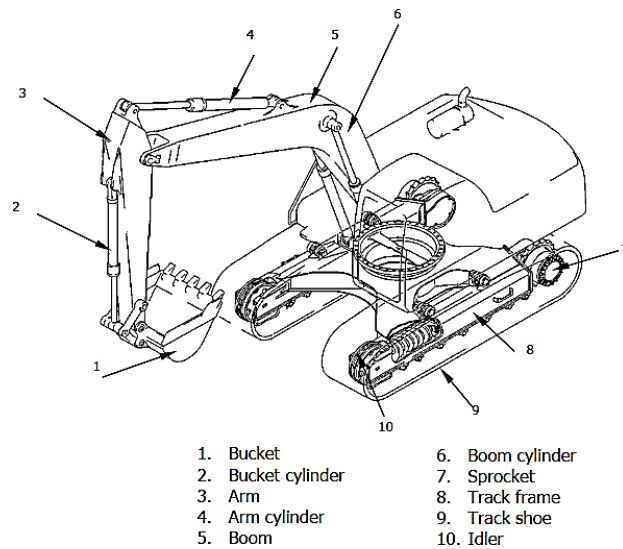
besar daripada nilai daya tekan maka alat dalam keadaan yang aman untuk dioperasikan. Pengukuran nilai daya dukung dapat dilakukan dengan menggunakan *cone penetrometer* (Kementerian Pekerjaan Umum, 2014).

2.2.2 Hydraulic Excavator

Hydraulic excavator adalah alat serbaguna yang mampu melakukan pekerjaan, seperti menggali, mengangkut, mengangkat, mengikis tebing, dan meratakan permukaan jalan. Alat berat ini juga mampu memecah batu, membongkar aspal, dan sebagainya. Berbagai jenis pekerjaan tersebut dapat dilakukan dengan mengganti dan menyesuaikan *attachment* sesuai pekerjaan yang akan dilakukan (*United Tractors School*, 2008).

Struktur *hydraulic excavator* terbagi menjadi dua bagian, yaitu bagian atas (*upper structure*) dan bagian bawah (*lower structure*). Struktur bagian atas dapat berotasi 360 derajat, sedangkan bagian bawah dari *hydraulic excavator* dapat bergerak maju dan mundur. Oleh sebab itu, alat ini dapat beroperasi sangat lincah ketika melakukan suatu pekerjaan. Secara umum, bagian *hydraulic excavator* terdiri dari beberapa komponen, sebagai berikut (*United Tractors School*, 2008):

(Sumber: *United Tractors School*, 2008)



Gambar 2. 3 Bagian Hydraulic Excavator

Berdasarkan bagian-bagian tersebut, terdapat enam gerakan dasar pada *excavator*, yaitu (Rostiyanti, 2008):

1. Gerakan *boom*, merupakan gerakan *boom* yang menuntun *bucket* menuju tanah galian.
2. Gerakan *bucket* menggali, merupakan gerakan *bucket* saat menggali material.
3. Gerakan *bucket* membongkar, merupakan gerakan *bucket* yang arahnya berlawanan dengan saat menggali.
4. Gerakan *arm*, merupakan gerakan mengangkat *arm* dengan radius 100°.
5. Gerakan *slewing ring*, merupakan gerakan *shaft* yang bertujuan supaya *upper structure* bisa berputar 360°.
6. Gerakan *lower structure*, merupakan gerakan yang digunakan untuk berpindah lokasi.

A. Perlengkapan Kerja *Excavator*

Berikut ini pelbagai tipe *bucket*, *boom*, *arm*, dan perlengkapan kerja lainnya yang umumnya dipakai oleh *hydraulic excavator* (Komatsu, 2006):

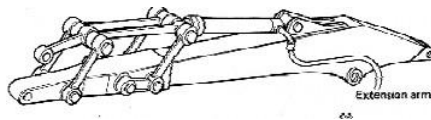
1. *Bucket*

Bucket adalah salah satu perlengkapan kerja suatu unit *hydraulic excavator*. *Bucket* berfungsi melakukan pekerjaan seperti menggali (*digging*), memuat (*loading*) material, dan sebagainya.

2. *Boom* dan *Arm*

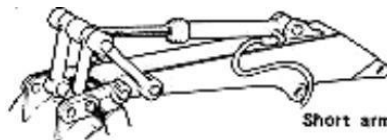
Berikut ini berbagai tipe *boom* dan *arm* yang dipakai oleh *hydraulic excavator*:

- a. *Extension arm*, attachment ini dipasangkan pada *arm* (standard) guna menambah jangkauan penggalian agar lebih dalam (Komatsu, 2006).



Gambar 2. 4 *Extension Arm*

- b. *Short Arm*, umumnya digunakan untuk penggalian pada area terbatas (Komatsu, 2006).



Gambar 2. 5 *Short Arm*

(Sumber: Komatsu, 2006)

- c. *Telescopic arm*, merupakan *arm* dengan lengan memanjang yang digunakan pada lokasi kerja terbatas dan membutuhkan jangkauan lebih luas (Komatsu, 2006).



Gambar 2. 6 *Telescopic Arm*

(Sumber: Komatsu, 2006)

- d. *Super Long Front*, umumnya digunakan untuk penggalian yang memerlukan jangkauan lebih panjang (Komatsu, 2006).



Gambar 2. 7 *Super Long Front*

(Sumber: Komatsu, 2006)

- e. *Two Piece Boom*, umumnya dipakai guna memperluas area kerja, apabila memakai standard *arm* kurang efektif (Komatsu, 2006).



Gambar 2. 8 *Two Piece Boom*

(Sumber: Komatsu, 2006)

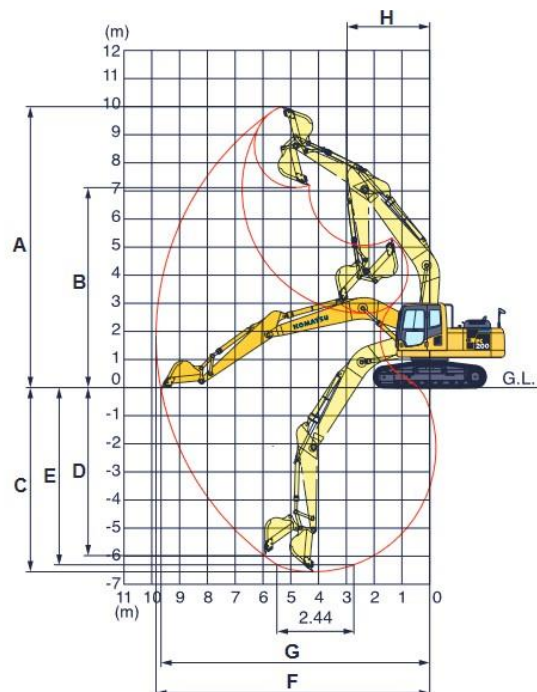
B. *Hydraulic Excavator Komatsu PC200-8*

Hydraulic excavator Komatsu PC200-8 adalah alat berat di kelas 20ton yang mempunyai tenaga 138 HP dan kapasitas *bucket* (SAE) 1,05 m³. *Fuel injection system* pada *excavator* ini adalah pompa bertekanan tinggi yang dipakai guna mengurangi konsumsi bahan bakar. Selain itu,

emisi gas buang yang dihasilkan oleh *hydraulic excavator* PC200-8 lebih rendah 29% jika dibandingkan *hydraulic excavator* PC200-7 (Komatsu, 2017).

Pemilihan unit *hydraulic excavator* Komatsu PC200-8 dalam proyek pembangunan bendungan di Kelurahan Bumiayu ini dirasa sangat cocok untuk melakukan pekerjaan galian proyek pembangunan bendungan. Adapun luas lahan yang akan dikerjakan nantinya 26.820 m². Oleh sebab itu, pemilihan unit *hydraulic excavator* Komatsu PC200-8 diharapkan dapat mempercepat dan mempermudah pekerjaan, karena memiliki kemampuan galian 5,380 meter dengan jangkauan galian 8,850 meter (Komatsu, 2017). Kemampuan galian *hydraulic excavator* Komatsu PC200-8 ditunjukkan pada Gambar 2.9 (Komatsu, 2017):

Arm Length		1840 mm	2410 mm	2925 mm
A	Max. digging height	9500 mm	9800 mm	10000 mm
B	Max. dumping height	6630 mm	6890 mm	7110 mm
C	Max. digging depth	5380 mm	6095 mm	6620 mm
D	Max. vertical wall digging depth	4630 mm	5430 mm	5980 mm
E	Max. digging depth of cut for 2440 mm level	5130 mm	5780 mm	6370 mm
F	Max. digging reach	8850 mm	9380 mm	9875 mm
G	Max. digging reach at ground level	8660 mm	9190 mm	9700 mm
H	Min. swing radius	3010 mm	3090 mm	3040 mm
SAE 1179 Rating	Bucket digging force at power max.	157 kN 16000 kg	138 kN 14100 kg	138 kN 14100 kg
	Arm crowd force at power max.	139 kN 14200 kg	124 kN 12600 kg	101 kN 10300 kg
ISO 6015 Rating	Bucket digging force at power max.	177 kN 18000 kg	149 kN 15200 kg	149 kN 15200 kg
	Arm crowd force at power max.	145 kN 14800 kg	127 kN 13000 kg	108 kN 11000 kg



Gambar 2. 9 Kemampuan Galian

2.2.3 Produktivitas Alat Berat

Produktivitas adalah suatu perbandingan antara hasil yang dicapai dengan seluruh waktu yang digunakan. Pada pekerjaan pemindahan tanah mekanis, ada beberapa hal yang menjadi focus perhatian guna menentukan produktivitas alat mekanis yang digunakan. Hal tersebut adalah kapasitas alat, *cycle time*, dan factor-faktor lain yang dapat memengaruhi produktivitas alat. Menurut Rostiyanti, rumus dasar produktivitas adalah:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Kapasitas}}{C_m} \quad (1)$$

2.2.4 Taksiran Produktivitas *Hydraulic Excavator*

Secara umum rumus untuk menghitung produktivitas *hydraulic excavator* adalah sebagai berikut (Komatsu, 2006):

$$Q = q \times \frac{3600}{C_m} \times E \quad (2)$$

$$Q = q_1 \times K \quad (3)$$

$$C_m = C_{std} \times C_f \quad (4)$$

Apabila Persamaan (3) dan (4) disubstitusikan pada persamaan (2) maka rumus produktivitas akan berubah menjadi seperti berikut:

$$Q = q_1 \times K \times \frac{3600}{C_m} \times E \quad (5)$$

Keterangan:

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

q : Produksi per siklus (m^3)

- q1 : Kapasitas *bucket* (m³)
- K : *Bucket fill factor*
- E : Efisiensi (total)
- Cm : *Cycle time* (detik)
- Cstd : *Cycle time standard* (detik)
- Cf : Faktor konversi

1. Faktor-faktor yang Memengaruhi Produktivitas Alat Berat

Parameter yang dipakai untuk mengetahui tingkat keberhasilan kerja suatu unit berasal dari produktivitas yang dihasilkan oleh unit itu sendiri. Oleh sebab itu, diperlukan ketelitian dalam memperkirakan produktivitas alat dengan meninjau faktor-faktor yang memengaruhinya. Beberapa faktor-faktor tersebut, yaitu (Rostiyanti, 2008):

a. Sifat-sifat dan jenis material

Secara umum, material di alam mempunyai jenis dan sifat fisik yang berbeda. Hal tersebut berpengaruh dengan jenis alat berat yang akan digunakan dan juga taksiran produksinya. Oleh sebab itu, dalam pekerjaan *earthmoving* diperlukan perhatian khusus tentang jenis material itu sendiri guna menentukan pilihan alat berat yang akan digunakan.

Material terbagi dalam tiga keadaan, yaitu *bank material*, *loose material*, dan *compacted material*. *Bank material* merupakan kondisi asli material dimana material belum mengalami perlakuan teknologi, dan apabila material dipindahkan maka akan terjadi penambahan volume material dari kondisi aslinya. Sedangkan *loose material* merupakan suatu material yang sudah mengalami perlakuan teknologi, seperti pemindahan material dari tempat asalnya. Pemindahan material dan

selanjutnya dilakukan pemadatan, maka volume material akan menyusut hal tersebut yang sering disebut sebagai *compacted material*.

b. *Cycle time*

Pada pekerjaan *earthmoving*, waktu siklus sangat berpengaruh terhadap produktivitas alat berat. Waktu siklus adalah waktu yang diperlukan alat berat dalam melakukan kegiatan berulang, seperti menggali, memuat, memindahkan, membongkar muatan dan kembali lagi ke kegiatan awal. Semakin tinggi waktu siklus maka semakin rendah nilai produktivitas alat berat. Begitupun sebaliknya, semakin rendah waktu siklus maka akan semakin tinggi nilai produktivitasnya.

Cycle time pada *hydraulic excavator* sendiri terdiri dari empat Gerakan, yaitu *excavating*, *swing loaded*, *dumping bucket*, dan *swing empty*. Empat Gerakan tersebut menjadi penentu *cycle time* dari *hydraulic excavator*, yang secara umum dapat dihitung dengan rumus:

$$C_m = ET + St_1 + DT + ST_2 \quad (6)$$

Keterangan:

C_m : *Cycle Time (sec)*

ET : *Excavating Time (sec)*

ST_1 : *Swing Time (loaded) (sec)*

DT : *Dumping Time (sec)*

ST_2 : *Swing Time (sec)*

Selain itu, nilai *standard cycle time* terhadap *swing angle* pada *hydraulic excavator* juga ditunjukkan dalam Gambar 2.10 (Komatsu, 2006).

(Sumber: Komatsu, 2006)

Model	Swing Angle		Model	Swing Angle	
	45°~90°	90°~180°		45°~90°	90°~180°
PC78	10 ~ 13	13 ~ 16	PC240	15 ~ 18	18 ~ 21
PW130ES	11 ~ 14	14 ~ 17	PC270	15 ~ 18	18 ~ 21
PC120, PC130	11 ~ 14	14 ~ 17	PC300, PC350	15 ~ 18	18 ~ 21
PC160	13 ~ 16	16 ~ 19	PC380	16 ~ 19	19 ~ 22
PW170ES	13 ~ 16	16 ~ 19	PC400, PC450	16 ~ 19	19 ~ 22
PC180	13 ~ 16	16 ~ 19	PC600	17 ~ 20	20 ~ 23
PC200, PC210	13 ~ 16	16 ~ 19	PC750, PC800	18 ~ 21	21 ~ 24
PW200, 220	14 ~ 17	17 ~ 20	PC1250	22 ~ 25	25 ~ 28
PC220, PC230	14 ~ 17	17 ~ 20	PC1800	24 ~ 27	27 ~ 30

Gambar 2.10 Tabel Cycle Time

c. Faktor Efisiensi

Efisiensi merupakan suatu kemampuan alat mekanis yang bekerja secara efektif dalam satuan waktu. Faktor efisiensi juga berpengaruh besar terhadap nilai produktivitas suatu alat yang digunakan. Faktor efisiensi terbagi menjadi 4, yaitu:

1. Efisiensi Waktu

Efisiensi waktu menjadi salah satu faktor yang wajib diperhatikan saat melakukan taksiran produktivitas alat berat dan ditentukan sesuai dengan kondisi kerja seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Efisiensi Waktu

Kondisi Kerja	Efisiensi
Baik	0,83
Normal	0,75
Agak Buruk	0,67
Buruk	0,58

(Sumber: Komatsu, 2006)

2. Efisiensi Operator

Efisiensi operator merupakan faktor manusia dalam pengoperasian alat berat yang sangat sulit untuk ditentukan efisiensinya. Hal tersebut disebabkan oleh ketergantungan operator terhadap cuaca, kondisi alat berat, suasana kerja, dan lain sebagainya. Selain itu, efisiensi operator juga memiliki hambatan lain yang tidak bisa diabaikan, seperti penggantian *part* yang rusak, perpindahan dari lokasi kerja satu ke lokasi lain, perbaikan jalan, dan lain-lain. Akibatnya, dalam satu jam operator tidak bisa bekerja secara penuh 60menit. Nilai efisiensi operator dapat dicari dengan menghitung waktu produktif operator per jam dan ditampilkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Efisiensi Operator

Kondisi Kerja	Waktu produktif	Efisiensi
Baik	55 menit/jam	0,92
Normal	50 menit/jam	0,83
Jelek	45 menit/jam	0,75

(Sumber: Prodjosumarto, 1993)

3. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja adalah suatu perbandingan antara waktu kerja efektif dengan waktu kerja yang tersedia. Pada umumnya, pekerja dan unit alat berat tidak selalu bekerja penuh 60 menit dalam satu jam. Oleh sebab itu, nilai efisiensi kerja dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Efisiensi Kerja} = \frac{\text{Waktu Kerja Efektif (menit)}}{\text{Waktu Kerja Tersedia (menit)}} \times 100\% \quad (7)$$

4. *Mechanical Availability*

Mechanical availability adalah suatu aturan yang digunakan untuk mengetahui kesiapan suatu alat mekanis untuk dioperasikan. *Mechanical availability* bergantung pada kualitas mesin, kualitas pemeliharaan, serta dukungan dari ketersediaan *spare parts*. Nilai *mechanical availability* dapat dihitung dengan rumus:

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100\% \quad (8)$$

Keterangan:

MA : *Mechanical Availability*

W : *Working Hours* (jam)

R : *Repair Hours* (jam)

5. Kapasitas Alat

Besarnya volume standard dari *attachment* suatu alat disebut dengan kapasitas alat. Semakin besar kapasitas alat, maka akan semakin tinggi pula nilai produktivitasnya, dan juga sebaliknya. Dengan demikian, kapasitas alat menjadi salah satu faktor penentu produktivitas suatu alat berat.

6. Faktor Konversi Kedalaman Galian

Faktor konversi kedalaman galian menjadi salah satu faktor yang diperhitungkan saat *hydraulic excavator* sedang melakukan penggalian. Semakin dalam penggalian yang dilakukan, maka akan semakin lama *cycle time* yang dibutuhkan. Faktor konversi kedalaman galian ditunjukkan dalam Tabel 2.3 (Komatsu, 2006)

Tabel 2.3 Faktor Konversi Kedalaman Galian

<i>Digging Condition</i> <i>Digging Depth</i>	<i>Dumping Condition</i>			
	<i>Easy</i>	<i>Normal</i>	<i>Rather Difficult</i>	<i>Difficult</i>
<i>Below 40%</i>	0,7	0,9	1,1	1,4
<i>40 ~ 75 %</i>	0,8	1	1,3	1,6
<i>Over 75%</i>	0,9	1,1	1,5	1,8

(Sumber: Komatsu, 2006)

7. *Bucket Fill Factor*

Bucket fill factor merupakan perbandingan antara kapasitas material yang mampu ditampung oleh *bucket* dengan kapasitas asli *bucket*. Berikut nilai *bucket fill factor* pada *hydraulic excavator* ditampilkan pada Tabel 2.4 (Komatsu, 2006)

Tabel 2.4 Bucket Fill Factor

Kondisi Penggalian		<i>Bucket Factor</i>
Mudah	Tanah Clay, agak lunak	1,1 – 1,2
Sedang	Tanah asli kering, berpasir	1,0 – 1,1
Agak Sulit	Tanah asli berpasir dan kerikil	1,8 – 0,9
Sulit	Tanah keras bekas ledakan	0,7 – 0,8

(Sumber: Komatsu, 2006)

2.2.5 Durasi Pekerjaan

Durasi pekerjaan adalah suatu aspek yang perlu diketahui dalam suatu proyek yang menggunakan alat berat (Rostiyanti, 2008). Durasi pekerjaan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Durasi Pekerjaan} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Produktivitas Alat}} \quad (9)$$

2.2.6 Jumlah Unit yang Dibutuhkan

Menghitung jumlah unit *excavator* yang dibutuhkan sangat diperlukan guna mengurangi biaya produksi, dan memaksimalkan produktivitas unit (Rochmanhadi, 1985). Jumlah unit yang dibutuhkan dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$n = \frac{V}{W_e \times S \times Q} \quad (10)$$

Keterangan:

n : Jumlah unit peralatan per jenis (unit)

V : Volume pekerjaan (m^3)

W_e : Waktu kerja efektif (hari)

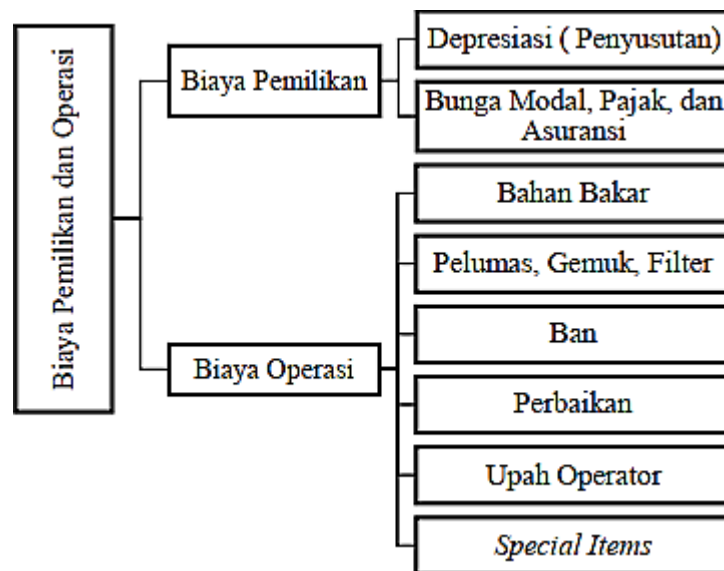
S : Jam kerja efektif (jam/hari)

Q : Produksi persatuan-satuan waktu (m^3/jam)

2.2.7 Biaya Alat Berat

Biaya alat berat adalah biaya-biaya yang dikeluarkan untuk suatu alat berat. Biaya alat berat dibagi menjadi dua kategori, yaitu biaya pemilikan dan biaya operasi. Biaya pemilikan (*owning cost*) adalah biaya yang ditanggung oleh pemilik alat berat sendiri. Sedangkan biaya operasi (*operation cost*) adalah biaya yang dikeluarkan untuk mengoperasikan alat berat (Rostiyanti, 2008).

Perhitungan biaya alat berat menjadi salah satu parameter yang digunakan untuk memperkirakan jumlah biaya yang diperlukan pada suatu pekerjaan *earth moving* pada alat berat. Secara umum, biaya alat berat ditampilkan pada Gambar 2.11 (Komatsu, 2006):



Gambar 2.11 Biaya Pemilikan dan Operasi Alat Berat

1. Biaya Pemilikan (*Owning cost*)

Biaya pemilikan adalah biaya yang ditanggung oleh pemilik alat berat sendiri. Seperti pada Gambar 2.11, biaya pemilikan meliputi depresiasi, serta bunga modal, pajak, dan asuransi alat. Perhitungan biaya-biaya pemilikan adalah sebagai berikut, yaitu:

a. Depresiasi (Biaya Penyusutan)

Depresiasi adalah suatu istilah pajak yang merujuk pada berkurangnya suatu nilai dari harga asli pembelian, dan merupakan suatu property yang dapat dinilai. Depresiasi merupakan suatu praktek bisnis guna berinvestasi dalam wujud peralatan, yang nantinya dapat digunakan untuk mempersiapkan biaya untuk mengganti peralatan lama dengan peralatan baru. Nilai depresiasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Komatsu, 2006):

$$\text{Depresiasi} = \frac{\text{Nilai Penyusutan (Rp)}}{\text{Umur Kegunaan (Jam)}} \quad (11)$$

Keterangan:

Nilai Penyusutan = Harga alat – harga sisa – harga ban

Harga Sisa = Harga alat x 20%

b. Bunga, Pajak, dan Asuransi

Bunga investasi menjadi acuan dari bunga pemilikan. Jadi, apabila investasi ditanggung oleh utang, maka bunga memiliki jumlah yang sama. Sedangkan pajak dan asuransi dikenakan pada nilai sisa tahunan perlatan sesuai dengan ketentuan undang-undang tentang pajak negara. Perhitungan bunga, pajak, dan asuransi dapat dihitung dengan rumus berikut (Komatsu, 2006):

$$\text{Bunga, Pajak, Asuransi} = \frac{\text{Faktor} \times \text{Harga Alat} \times (\text{Int} + \text{Ins} + \text{Tax})}{\text{Jam Operasional per Tahun}} \quad (12)$$

$$\text{Faktor} = 1 - \frac{(n-1)(1-r)}{2n} \quad (13)$$

Keterangan:

n : Umur pemakaian alat (tahun)

r : Nilai sisa alat (%)

Int : Bunga per tahun (%)

Ins : Asuransi per tahun (%)

Tax : pajak per tahun (%)

2. Biaya Operasi (*Operating Cost*)

Biaya operasi meliputi biaya bahan bakar, biaya pelumas, *filter*, ban, perbaikan, upah operator, dan *special items*. Perhitungan biaya tersebut sebagai berikut:

a. Biaya Bahan Bakar

Penggunaan bahan bakar pada setiap jenis alat berat per satuan waktu berbeda-beda. Hal tersebut dipengaruhi oleh kondisi pekerjaan dari suatu alat berat. Semakin berat pekerjaannya, maka akan semakin tinggi penggunaan bahan bakarnya, dan begitupun sebaliknya. Biaya bahan bakar dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Komatsu, 2006):

$$Bbm = Kbm \times Hbm \quad (14)$$

Keterangan:

Bbm: Biaya bahan bakar (Rp/jam)

Kbm: Konsumsi bahan bakar (liter/jam)

Hbm: Harga bahan bakar (Rp/liter)

b. Biaya Pelumas, dan Filter

Sama halnya dengan keperluan bahan bakar, keperluan pelumas dan filter pada masing-masing alat berat juga berbeda, tergantung dari merk dan situasi pekerjaan di lapangan. Bahan pelumas yang diperlukan antara lain, seperti *engine oil*, *transmission oil*, *hydraulic oil*, *final drive oil*, dan *grease*. Biaya pelumas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Komatsu, 2006):

$$Bpl = Kpl \times Hpl \quad (15)$$

Keterangan:

Bpl: Biaya Pelumas (Rp/jam)

Kpl: Konsumsi Pelumas (liter/jam)

Hpl: Harga Pelumas (Rp/liter)

Perhitungan biaya *filter* adalah 50% dari biaya pelumas per jam.

Rumus perhitungan biaya *filter* sebagai berikut (Komatsu, 2006):

$$B_{ft} = \frac{J_{ft} \times H_{ft}}{P_{ft}} \quad (16)$$

Keterangan:

B_{ft}: Biaya *Filter* (Rp/jam)

J_{ft}: Jumlah *Filter*

H_{ft}: Harga *Filter* (Rp)

P_{ft}: Periode Penggantian *Filter* (jam)

c. Biaya Ban

Umur pakai ban dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kecepatan dan tekanan pada ban. Selain itu, kualitas ban juga berpengaruh dengan masa pakai ban. Akan tetapi, produsen ban juga telah mengidentifikasi umur pakai ban sesuai dengan pengalaman dan data yang ada. Biaya pakai ban dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Komatsu, 2006):

$$B_{bn} = \frac{H_{bn}}{U_e} \quad (17)$$

Keterangan:

B_{bn}; Biaya Ban (Rp/jam)

H_{bn}: Harga Ban (Rp)

U_e: Umur Ekonomis Ban (jam)

d. Biaya Perbaikan

Biaya perbaikan adalah suatu biaya yang digunakan untuk merawat unit alat berat agar selalu dalam kondisi yang maksimal. Biaya perbaikan dipengaruhi oleh kondisi pengoperasian alat berat, serta

diperkirakan dengan menggunakan waktu pengoperasian tersebut. Pada pekerjaan tertentu, perhitungan biaya perbaikan mengacu pada data yang telah terkumpul pada periode lalu. Namun, apabila data tersebut tidak ditemukan, maka perhitungan biaya perbaikan diambil berdasarkan pertimbangan pengalaman. Oleh sebab itu, perlu dilakukan konsultasi antara pemilik dengan distributor alat berat (Komatsu, 2006).

e. Upah Operator

Upah operator adalah biaya yang dikeluarkan untuk membayar kinerja operator. Upah operator dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Komatsu, 2006):

$$U_o = \frac{G_o + G_p}{t} \quad (18)$$

Keterangan:

U_o : Upah Operator (Rp/jam)

G_o : Gaji Operator (Rp)

G_p : Gaji Pembantu Operator (Rp)

t : Jam Operasional per Bulan (jam)

f. *Special Items Cost*

Special items adalah suatu bagian mesin yang lebih cepat aus dibanding bagian lainnya, dan tidak masuk dalam biaya perbaikan, tetapi masuk dalam kelompok biaya khusus yang disebut *special items cost*. Biaya tersebut dapat dihitung dengan rumus (Komatsu, 2006):

$$\text{Biaya Khusus} = \frac{\text{Harga per Item} \times \text{Jumlah Item yang Diperlukan}}{\text{Umur Kegunaan Item}} \quad (19)$$

Perkiraan pakai *special items* (jam) yang dapat digunakan sebagai rujukan pada Tabel 2.7 (Komatsu, 2006):

Tabel 2.7 Special Items

Items	Ringan	Normal	Berat
<i>Ripper Point</i>	150	30	15
<i>Shank Protector</i>	1.500	450	150
<i>Shank</i>	7.000	3.500	2.000

(Sumber: Komatsu, 2006)

2.3 Hipotesis Sementara

Berdasarkan dari tinjauan pustaka dan dasar teori, maka dapat disimpulkan bahwa produktivitas alat berat sangat berpengaruh untuk menekan biaya operasional serta mempercepat durasi pekerjaan suatu proyek. Oleh sebab itu, perlu dilakukan perencanaan penggunaan alat berat untuk mendapatkan produktivitas yang tinggi.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendahuluan

Metode penelitian adalah suatu cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu (Sugiyono, 2013). Segala kegiatan yang didasarkan pada ciri-ciri keilmuan, yaitu rasional, empiris, dan sistematis biasa kita sebut sebagai cara ilmiah. Hal tersebut yang mendasari peneliti mengambil metode penelitian guna mengambil data-data dari objek yang akan diteliti.

Metode yang dipilih dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif. Metode penelitian kuantitatif adalah suatu metode penelitian yang berlandaskan berlandaskan pada filsafat positivisme, dan dipakai guna meneliti populasi atau sampel tertentu. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan instrumen penelitian serta analisis dan bersifat statistik yang bertujuan guna menguji hipotesis yang telah dilakukan (Sugiyono, 2013).

Pada penelitian kuantitatif ini, jenis penelitian yang dipakai adalah metode survei. Metode survei dirasa sangat cocok untuk mendapatkan data yang akurat mengenai kondisi lapangan proyek pembangunan bendungan way sekampung di Kelurahan Bumiayu, Kecamatan Pringsewu, Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung. Oleh sebab itu, guna memperoleh data yang dibutuhkan, maka dilakukan survei secara langsung di lapangan.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2022 sampai dengan April 2022. Penelitian berlokasi di Kelurahan Bumiayu, Kecamatan Pringsewu, Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung.

3.3 Proses Pelaksanaan Penelitian

Proses pelaksanaan penelitian dalam penyusunan tugas akhir dengan judul “Optimalisasi Perencanaan Penggunaan Alat Berat *Hydraulic Excavator* Komatsu PC200 pada Pekerjaan Galian Tanah Proyek Pembangunan Bendungan Way Sekampung di Kelurahan Bumiayu, Kecamatan Pringsewu, Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung” meliputi tahap persiapan, tahap observasi, pengambilan data, pengolahan data, dan analisis data.

3.3.1 Tahap Persiapan

Tahap Persiapan adalah tahapan pertama yang harus dilakukan oleh peneliti sebelum dilakukan penelitian. Tahap ini meliputi penentuan tema penelitian, identifikasi masalah, membuat rumusan masalah, melakukan studi literatur dengan mengumpulkan data yang berhubungan dengan tema penelitian, menentukan objek penelitian, dan menyusun rencana penelitian.

3.3.2 Pengambilan Data

Pengambilan data dilaksanakan pada bulan Maret 2022 hingga April 2022. Data-data yang diambil penulis meliputi data primer dan data sekunder, yaitu sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan. Data primer meliputi *cycle time* alat, asumsi waktu kerja efektif, faktor hambatan kerja, kalender kerja bulan Februari 2023 dan Maret 2023.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari arsip pekerjaan. Data sekunder meliputi peta lokasi proyek, volume pekerjaan, dan biaya sewa unit.

3.3.3 Pengolahan Data

Data-data yang sudah terkumpul kemudian dilakukan pengolahan dengan menghitung semua data menggunakan rumus matematis. Adapun pengolahan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

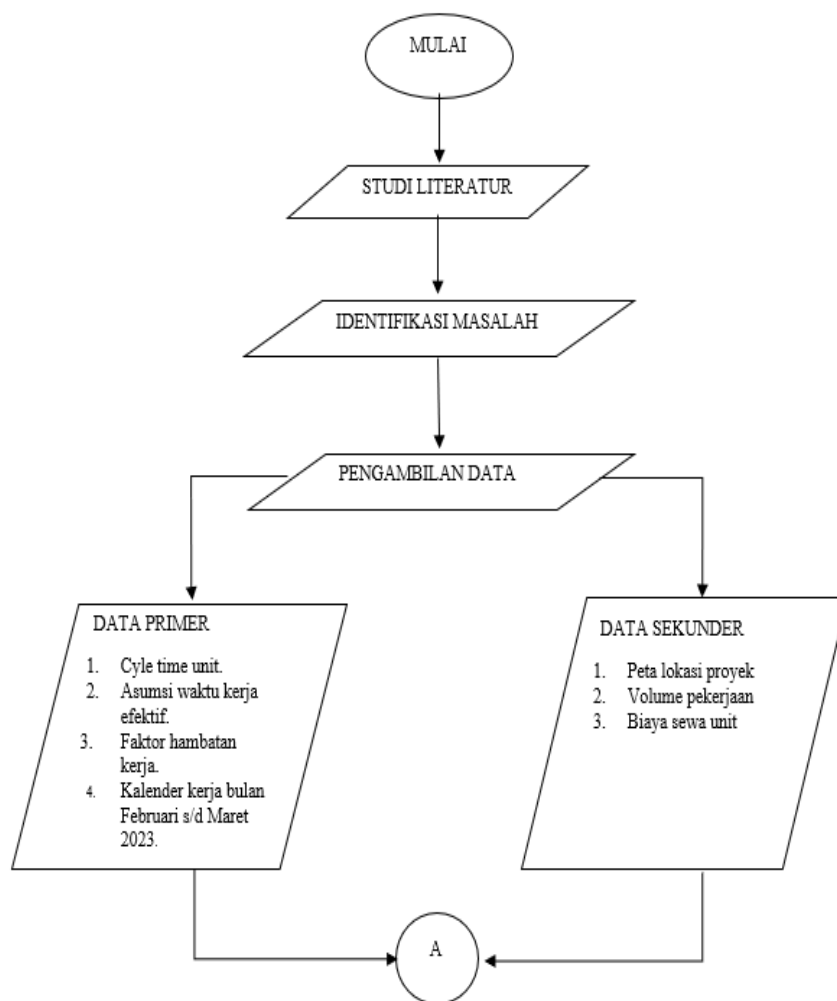
1. Menghitung jumlah unit *excavator* yang dibutuhkan.
2. Menghitung produktivitas unit *excavator*.
3. Menghitung asumsi biaya yang dibutuhkan.
4. Menghitung selisih biaya operasional antara asumsi kondisi *real* berdasarkan jurnal pembandingan terhadap rencana produktivitas.

3.3.4 Analisis Data

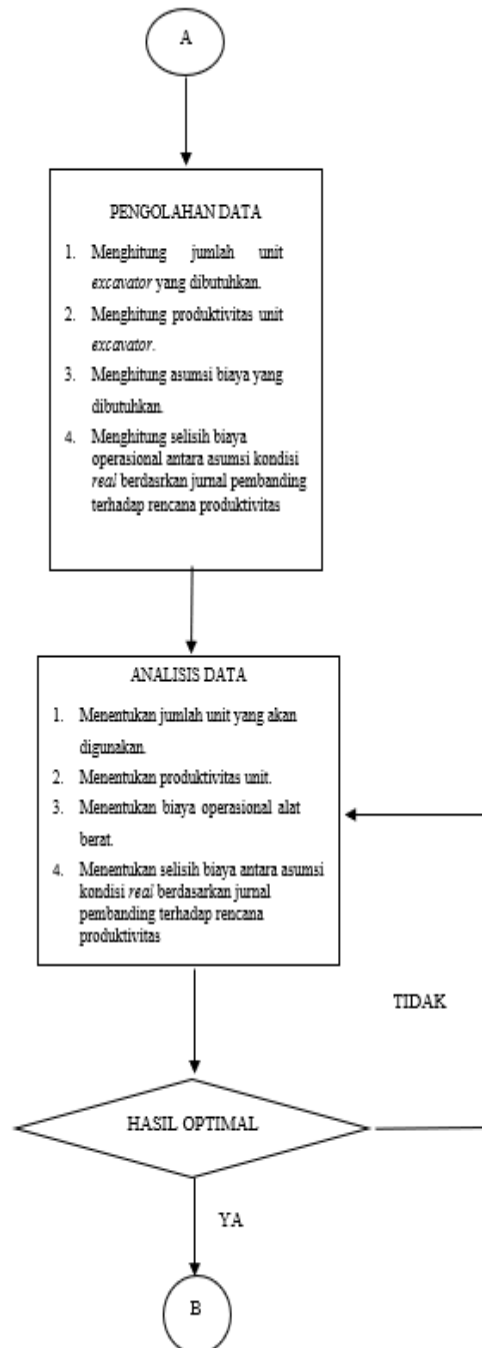
Langkah selanjutnya yaitu dengan melakukan analisis data. Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode statistik deskriptif. Analisis statistik deskriptif adalah statistik yang dipakai guna menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang sudah terkumpul sebagaimana mestinya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum (Sugiyono, 2013). Adapun analisis data penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Jumlah unit yang akan digunakan.
2. Nilai produktivitas pekerjaan.
3. Biaya operasional alat berat yang digunakan pada pekerjaan galian.
4. Selisih produktivitas antara asumsi kondisi *real* terhadap rencana produktivitas.

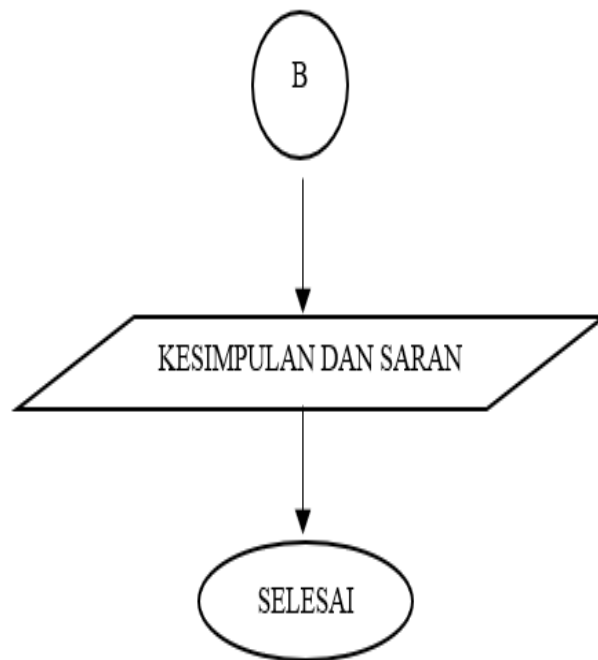
3.3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian (lanjutan)



Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian (lanjutan)

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Proyek

Lokasi penelitian pada proyek Bendungan Way Sekampung berada di Desa Bumiayu, Kecamatan Pringsewu, Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung. Proyek tersebut dilaksanakan oleh Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung di bawah pengawasan Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Proyek ini dilakukan dengan memanfaatkan lahan bekas perkebunan dengan jenis material berupa tanah humus yang bersifat subur namun cenderung kering.



Kawasan Bendungan



Gambar 4.1 Lokasi Proyek

4.1.1 Kalender Kerja

Proyek galian tanah Bendungan Way Sekampung akan dilaksanakan pada bulan Februari 2023 s/d Maret 2023. Berdasarkan dari keputusan pemerintah serta dengan penentuan 5hari kerja (Sabtu, Minggu, dan Hari Libur Nasional Sebagai *off-day*), maka pada bulan Februari 2023 a/d Maret 2023 terdapat 42 hari kerja efektif.

4.1.2 Volume Pekerjaan Galian

Pada proyek pembangunan bendungan ini luas lahan yang digunakan adalah 26.820 m². Dimensi pekerjaan galian tanah dari proyek, yaitu panjang bendungan 8.940 meter, lebar 3 meter, dan kedalaman 15 meter, sehingga total volume galian adalah 402.300 m³.

Tabel 4.1 Volume Galian Proyek

Pekerjaan	Keadaan Material	Volume Pekerjaan (m ³)	Durasi Pekerjaan (hari)	Rencana Produktivitas (m ³ /hari)
Galian Tanah Humus	Kondisi Asli (BCM)	402.300	42	9.578,57

4.1.3 Jadwal Kerja

Rencana jadwal kerja pada proyek Bendungan Way Sekampung ditunjukkan pada Tabel 4.2:

Tabel 4.2 Jadwal Kerja

No	Hari	Waktu Kerja	Waktu Istirahat	Persiapan Kerja	Waktu Operasi
1	Senin	08.00 – 17.00	12.00 – 13.00	07.00 – 07.30	7,5 Jam
2	Selasa	08.00 – 17.00	12.00 – 13.00	07.00 – 07.30	7,5 Jam
3	Rabu	08.00 – 17.00	12.00 – 13.00	07.00 – 07.30	7,5 Jam
4	Kamis	08.00 – 17.00	12.00 – 13.00	07.00 – 07.30	7,5 Jam
5	Jum'at	08.00 – 17.00	11.30 – 13.00	07.00 – 07.30	7 Jam
Waktu Operasi Rata-rata/Hari					7,4 Jam

4.1.4 Jenis Alat Berat

Pada pekerjaan galian tanah proyek pembangunan Bendungan Way Sekampung ini menggunakan alat berat jenis *hydraulic excavator* Komatsu PC200-8, dengan kapasitas bucket 1,05 m³. Selain itu, unit ini juga memiliki kemampuan galian dengan kedalaman 5,380 meter, dengan jangkauan galian 8,850 meter.

4.1.5 Sifat Fisik Material

Pada pekerjaan galian tanah proyek pembangunan Bendungan Way Sekampung ini material masih dalam kondisi asli (*bank condition*). Material tersebut memiliki kohesivitas yang lumayan tinggi dan cenderung bersifat kering namun gembur.

4.1.6 Cycle Time

Berdasarkan data standard *cycle time* terhadap *swing angle* (90°-180°) *hydraulic excavator* Komatsu PC200 adalah 16-19 detik, atau dengan nilai tengah 17,5 detik.

4.1.7 Faktor Efisiensi

Faktor efisiensi sangat berpengaruh terhadap produktivitas dari suatu unit alat berat. Efisiensi merupakan kemampuan suatu unit alat berat yang bekerja secara aktif dalam satuan waktu. Adapun faktor efisiensi meliputi efisiensi waktu, efisiensi kerja, dan *mechanical availability*.

1. Efisiensi Waktu

Efisiensi waktu adalah kemampuan unit bekerja dalam satu bulan kalender. Namun, dalam satu bulan kalender, unit tidak bekerja penuh selama 30 hari. Hal tersebut karena adanya batasan hari kerja, yaitu hanya dari hari Senin-Jum'at, dan adanya hari libur pada bulan tersebut. Data waktu pekerjaan pada bulan Februari – Maret 2023 ditunjukkan pada Tabel 4.3:

Tabel 4.3 Waktu Kerja Efektif

Bulan	Jumlah Hari	Hari Kerja Efektif
Februari 2023	28	20
Maret 2023	31	22

Berdasarkan tabel, nilai efisiensi waktu pada bulan Februari dan Maret 2023 yaitu sebagai berikut:

a. Efisiensi waktu bulan Februari 2023

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi Waktu} &= \frac{\text{Hari Kerja}}{\text{Jml Hari pd Bulan Februari}} \times 100\% \\
 &= \frac{20}{28} \times 100\% \\
 &= 71,42\%
 \end{aligned}$$

$$= 0,7142$$

b. Efisiensi waktu bulan Maret 2023

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi Waktu} &= \frac{\text{Hari Kerja}}{\text{Jml Hari pd Bulan Maret}} \times 100\% \\ &= \frac{22}{28} \times 100\% \\ &= 70,96 \% \\ &= 0,7096\end{aligned}$$

Dengan diketahuinya nilai efisiensi waktu pada bulan Februari dan Maret 2023, maka dapat diperoleh nilai efisiensi waktu rata-rata sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi waktu rata-rata} &= \frac{(71,42\% + 70,96\%)}{2} \\ &= 61,04\% \\ &= 0,6104\end{aligned}$$

2. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja adalah perbandingan antara waktu kerja produktif dengan waktu kerja yang tersedia. Waktu produktif adalah waktu kerja aktual yang digunakan untuk melakukan pekerjaan galian tanah pada proyek pembangunan Bendungan Way Sekampung. Efisiensi kerja dalam kondisi ideal dapat dihitung dengan rumus (7), ditunjukkan dalam Tabel 4.4:

Tabel 4.4 Efisiensi Kerja Kondisi Ideal

Distribusi Waktu	Durasi Hambatan (menit)	
	Hari Biasa	Hari Jum'at
Waktu kerja tersedia/hari	480	450
Waktu persiapan kerja/hari	30	30

Total waktu hambatan	30	30
Waktu kerja produktif (menit)/hari	450	420
Efisiensi kerja (%) /hari	93,75%	93,33%
Efisiensi kerja rata-rata (%) /menit	93,54%	
Efisiensi kerja rata-rata/hari	0,9354	

3. Efisiensi Operator

Efisiensi operator merupakan kemampuan manusia dalam mengoperasikan suatu unit alat berat. Efisiensi operator pada umumnya dipengaruhi oleh kondisi stamina, kondisi alat berat, kondisi suasana kerja, dan lain sebagainya. Waktu produktif operator dalam kondisi normal adalah 50 menit/jam, sehingga menghasilkan efisiensi operator senilai 83% atau 0,83 (Tabel 2.4 Nilai Efisiensi Operator).

Oleh sebab itu, nilai faktor efisiensi dalam kondisi ideal ditunjukkan pada Tabel 4.5:

Tabel 4.5 Nilai Faktor Efisiensi Kondisi Ideal

Tanggal Penelitian	<i>Hydraulic Excavator Komatsu PC200-8</i>		
	Efisiensi Waktu	Efisiensi Kerja	Efisiensi Operator
1 Feburari 2023 s/d 31 Maret 2023	0,6104	0,9354	0,83

4. *Mechanical Availability*

Pada bulan Februari 2023, dari 28 hari kalender, unit alat berat nantinya digunakan selama 20 hari, dengan 8 hari merupakan hari Sabtu dan Minggu. Sedangkan pada bulan Maret 2023, dari 31 hari kalender, unit alat berat akan digunakan selama 22 hari, dengan 8 hari merupakan hari Sabtu dan Minggu, serta 1 hari merupakan hari libur nasional perayaan Hari Raya

Nyepi di tanggal 22 Maret 2023. Berdasarkan kondisi tersebut, nilai *mechanical availability* yang ideal dan sudah dihitung dengan rumus (8), ditunjukkan dalam Tabel 4.6:

Tabel 4.6 *Mechanical Availability* Kondisi Ideal

Tanggal	<i>Mechanical Availability</i>
1 Februari s/d 28 Februari 2023	0,9366
1 Maret s/d 31 Maret 2023	0,9365
Rata-rata	0,93655

4.1.8 Konversi Kedalaman Galian

Pada pekerjaan galian tanah, dimensi bendungan yang dibuat yaitu, panjang 8.940 meter, lebar 3 meter, dan kedalaman 15 meter. *Hydraulic excavator* Komatsu PC200-8 yang digunakan memiliki kemampuan galian dengan kedalaman 5,380 meter. Berdasarkan kondisi penggalian tersebut, maka kondisi galian yang dihasilkan adalah 278,81% dari kemampuan galian alat berat tersebut. Sedangkan *dumping conditon* pada pekerjaan ini adalah normal. Dengan demikian, nilai faktor konversi kedalaman galian berdasarkan kondisi galian (Tabel 2.5) *hydraulic excavator* Komatsu PC200-8 adalah 1,1, ditunjukkan pada Tabel 4.7:

Tabel 4.7 Nilai Faktor Konversi Kedalaman Galian

Kedalaman Galian Pekerjaan (m)	Kemampuan Galian Alat (m)	Kondisi Galian (%)	Faktor Konversi
15	5,380	278,81	1,1

4.1.9 *Bucket Fill Factor*

Berdasarkan kondisi lapangan, jenis material pada pekerjaan galian adalah tanah humus. Tanah humus adalah tanah bekas perkebunan yang cenderung bersifat kering, berpasir. Dengan demikian, nilai *bucket fill factor*

hydraulic excavator Komatsu PC200-8 (Tabel 2.6) adalah 1,05, ditunjukkan pada Tabel 4.8:

Tabel 4.8 *Bucket Fill Factor*

Kondisi Penggalian	Jenis Material	<i>Bucket Fill Factor</i>
Sedang	Tanah asli kering, berpasir	1,05

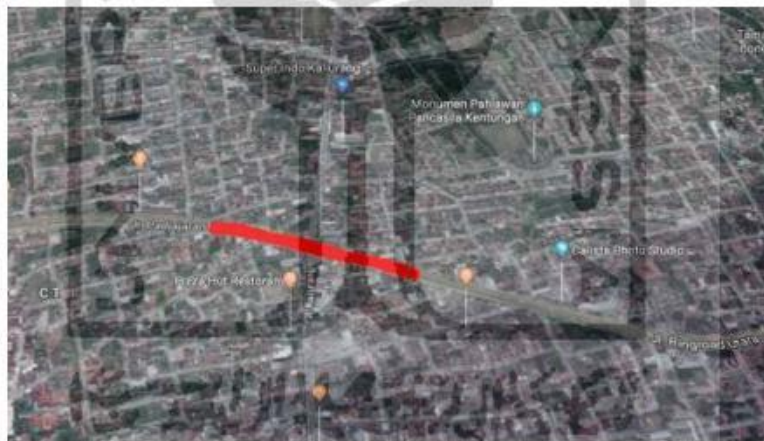
4.2 Produktivitas Alat Berat Dalam Asumsi Kondisi *Real* (berdasarkan jurnal penelitian sebelumnya)

Berdasarkan beberapa jurnal penelitian terkait, didapatkan nilai produktivitas dari unit *hydraulic excavator* pada pekerjaan galian tanah. Selanjutnya nilai produktivitas ini akan dibandingkan, dan diambil rata-rata dari ketiga nilai produktivitas. Dengan kondisi material yang sama seperti kondisi material pekerjaan galian tanah proyek pembangunan Bendungan Way Sekampung, maka dapat diasumsikan sebagai nilai produktivitas yang paling mendekati kondisi *real* di lapangan. Berikut adalah nilai produktivitas dari masing-masing jurnal:

1. Berdasarkan jurnal pembandingan 1- Y.S Bismoko, 2019 “Optimalisasi Penggunaan Alat Berat pada Pembangunan *Underpass* Kentungan”

Lokasi Proyek : Jalan Padjajaran (Ring Road Utara), Sleman, DIY.
Panjang Pekerjaan Jalan : 900 m
Lebar Pekerjaan Jalan : 16,5 m
Kedalaman Galian : 1~7 m
Jarak Pembuangan Tanah : 21 km (Kentungan – Tempel, Sleman)

Berikut adalah lokasi proyek pembangunan *underpass* Kentungan pada peta.



Gambar 4.2 Lokasi Proyek Jurnal 1

Dari gambar, dapat diperoleh nilai produktivitas sebagai berikut:

Tabel 5. 3 Data Pengamatan Waktu Siklus Excavator PC 200-8

Siklus	PENGAMATAN			
	Gali	Putar (isi)	Buang	Putar (kosong)
	waktu (detik)			
1	5,52	4,65	4,4	4,21
2	5,2	5,33	4,89	4,39
3	7,55	5,78	3,61	4,6
4	5,65	4,39	4,23	5,43
5	6,9	4,38	3,17	4,76
6	5,23	4,21	4,42	4,14
7	7,39	6,77	4,71	5,23
8	6,89	4,44	3,21	4,89
9	5,42	5,87	4,19	4,57
10	6,69	5,68	4,67	4,88
Rata-Rata	6,24	5,15	4,15	4,71
Waktu Siklus	20,25			

Gambar 4.3 Tabel Waktu Siklus Jurnal 1

Produktivitas Penggalian:

$$\begin{aligned}\text{Waktu Siklus (Cms)} &= \text{Waktu gali} + \text{Waktu putar isi} + \text{waktu buang} \\ &\quad + \text{waktu putar kosong} \\ &= 6,24 + 5,15 + 4,15 + 4,40 \\ &= 20,25 \text{ detik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Produksi/siklus (q)} &= q' \times K \\ &= 1 \text{ m}^3 \times 0,8 \\ &= 0,8 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Produktivitas excavator per jam (Q)

$$\begin{aligned}(Q) &= (q \times 3600 \times E) / Cm \\ &= (0,8 \times 3600 \times 0,75) / 20,25 \\ &= 106,67 \text{ m}^3/\text{jam} \quad (Q1)\end{aligned}$$

2. Berdasarkan jurnal pembading 2- Afifah Ramadhani, 2017 “Optimalisasi Penggunaan Alat Berat pada Pekerjaan Galian Tanah di Proyek Tol Nganjuk – Kertosono”

- Nama : Tol Nganjuk-Kertosono
- Lokasi : Nganjuk – Kertosono
- Nilai : Rp 47,999,097,130,-
- Pemilik : PT Jasa Marga (Persero)
- Kontraktor : China Road And Bridge Corporation, PT WIKA (Persero) dan PT PP (Persero)
- Subkontraktor : PT Lancarjaya Mandiri Abadi
- Waktu Pelaksanaan : Agustus 2016 – Agustus 2017



Gambar 4.4 Lokasi Proyek Jurnal 2

Produktivitas Penggalan:

$$\begin{aligned}\text{Waktu Siklus (Cms)} &= \text{Waktu gali} + \text{Waktu putar isi} + \text{waktu buang} \\ &\quad + \text{waktu putar kosong} \\ &= 6,18 + 5,20 + 4,10 + 4,30 \\ &= 19,78 \text{ detik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Produksi/siklus (q)} &= q' \times K \\ &= 1 \text{ m}^3 \times 0,8 \\ &= 0,8 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Produktivitas excavator per jam (Q)

$$\begin{aligned}(Q) &= (q \times 3600 \times E) / C \\ &= (0,8 \times 3600 \times 0,75) / 19,78 \\ &= 109,20 \text{ m}^3/\text{jam} \quad (Q2)\end{aligned}$$

3. Berdasarkan jurnal pembandingan 3- Ida Fitri, 2021 “Analisis Produktivitas, Biaya dan Waktu Penggunaan Alat Berat Excavator dan Dump Truck pada Pekerjaan Galian Tanah (Studi Kasus : Proyek Penggantian Jembatan Sungai Berangas)”

Penelitian ini dilaksanakan pada proyek panggantian jembatan Sungai Berangas, Jalan Handil Bakti, Barito Kuala, Kalimantan Selatan. Dengan keterangan unit sebagai berikut:

Tipe Alat	: Komatsu PC200-8
Kapasitas <i>Bucket</i> (q')	: 1 m ³
Faktor <i>Bucket</i> (K)	: 0.8
Efisiensi Kerja	: 0.75
Waktu Gali	: 8,2 detik
Waktu Putar Isi	: 4,6 detik
Waktu Putar Kosong	: 4 detik
Waktu Buang	: 4 detik

Gambar 4.5 Data Proyek Jurnal 3

Produktivitas penggalian:

$$\begin{aligned}\text{Waktu Siklus (Cms)} &= \text{Waktu gali} + \text{waktu putar isi} + \text{Waktu} \\ &\quad \text{buang} + \text{waktu putar kosong} \\ &= 8,2 + 4,6 + 4 + 4 \\ &= 8,2 + 11,2 + 4 \\ &= 20,8 \text{ detik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Produksi/siklus (q)} &= q' \times K \\ &= 1 \times 0.8 \\ &= 0.8 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Produktivitas *Excavator* per Jam (Q)

$$\begin{aligned}Q &= (q \times 3600 \times E) / C \\ &= (0.8 \times 3600 \times 0.75) / 20,8 \\ &= 103,84 \text{ m}^3/\text{jam} \quad (Q3)\end{aligned}$$

Berdasarkan ketiga nilai produktivitas tersebut, maka dapat dihitung nilai produktivitas rata-rata, yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.9 Produktivitas Jurnal Pemandangan

Jurnal Pemandangan	Nilai Produktivitas (m ³ /jam)
Jurnal 1 (Q1)	106,67
Jurnal 2 (Q2)	109,20
Jurnal 3 (Q3)	103,57
Rata-rata (Qr)	106,57

Dari Tabel 4.9, dapat dicari total produktivitas per hari, yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}Q_r &= Q_r (\text{m}^3/\text{hari}) \times \text{Jam kerja efektif (jam/hari)} \\ &= 106,57 \text{ m}^3/\text{jam} \times 7,4 \text{ jam/hari} \\ &= 788,618 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

4.2 Produktivitas Alat Berat Dalam Kondisi Ideal

Produktivitas alat berat dalam kondisi ideal merupakan taksiran produktivitas alat berat yang terjadi ketika pekerjaan dalam kondisi ideal.

Produktivitas produktivitas alat berat dapat dihitung dengan rumus (5). Berikut ini adalah produktivitas alat berat dalam kondisi ideal pada proyek galian tanah pembangunan Bendungan Way Sekampung berdasarkan data-data yang terkumpul sebagai berikut:

1. Data-data yang terkumpul

- A. Kapasitas *Bucket* (q_1) = 1,05 m³
- B. *Bucket fill factor* (K) = 1,05 (Tabel 4.8, sedang)
- C. Faktor efisiensi
 - a. Efisiensi Waktu = 0,75 (Tabel 2.3)
 - b. Efisiensi kerja = 0,9354 (Tabel 4.4)
 - c. Efisiensi Operator = 0,83 (Tabel 2.4)
 - d. *Mechanical availability* = 0,93655 (Tabel 4.6)
- D. *Cycle time standard* (Cstd) = 17,5 detik (Tabel 2.2)
- E. Faktor konversi (Cf) = 1,1 (Tabel 2.5, normal)
- F. Waktu operasi = 7,4 jam/hari (Tabel 4.2)

2. Nilai produktivitas dalam kondisi ideal

$$\begin{aligned}
 Q &= q_1 \times K \times \frac{3600}{(Cstd \times Cf)} \times E \text{ (m}^3\text{/jam)} \\
 &= 1,05 \times 1,05 \times \frac{3600}{(17,5 \times 1,1)} \times (0,75 \times 0,9354 \times 0,83 \times 0,93655) \\
 &= 112,430 \text{ m}^3\text{/jam}
 \end{aligned}$$

3. Total produktivitas ideal per hari

$$\begin{aligned}
 Q &= 112,430 \text{ m}^3\text{/jam} \times 7,4 \text{ jam/hari} \\
 &= 831,984 \text{ m}^3\text{/hari}
 \end{aligned}$$

4.4 Jumlah Unit yang Dibutuhkan

Jumlah unit yang dibutuhkan sangat perlu ditentukan guna mengurangi biaya produksi dan memaksimalkan produktivitas unit.

Jumlah unit yang akan dicari yaitu jumlah unit dalam kondisi ideal, dan berdasarkan asumsi *real* di lapangan nantinya. Jumlah unit yang dibutuhkan dalam pekerjaan galian dapat dicari dengan rumus (10), yaitu sebagai berikut:

1. Data yang dikumpulkan

- A. Volume galian (V) = 402.300 m³
- B. Waktu efektif (We) = 42 hari
- C. Jam kerja efektif (S) = 7,4 jam
- D. Produktivitas Ideal (Qi) = 112,430 m³/jam
- E. Produktivitas rata-rata (Qr) = 106,57 m³/jam

2. Jumlah unit kondisi ideal

$$\begin{aligned}
 N_i &= \frac{V}{W_e \times S \times Q_i} \\
 &= \frac{402.300}{42 \times 7,4 \times 112,430} \\
 &= 11,51 \\
 &\approx 12 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

3. Jumlah unit asumsi *real*

$$\begin{aligned}
 N_r &= \frac{V}{W_e \times S \times Q_r} \\
 &= \frac{402.300}{42 \times 7,4 \times 106,57} \\
 &= 12,00 \\
 &\approx 12 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

4.5 Durasi Pekerjaan

Pada pekerjaan galian tanah, setelah diketahui nilai produktivitas dan jumlah unit yang dibutuhkan, hal yang perlu dilakukan selanjutnya

adalah menghitung durasi pekerjaan. Perhitungan ini dilakukan guna mengetahui ketercapaian durasi pekerjaan pada pekerjaan galian proyek pembangunan Bendungan Way Sekampung. Durasi pekerjaan dapat dihitung dengan menggunakan rumus (9). Namun, pada rumus (9) perhitungan diperuntukkan untuk 1 unit alat berat. Oleh karena itu, nilai produktivitas pada perhitungan ini harus dikalikan dengan asumsi perhitungan jumlah unit yang dibutuhkan. Berikut ini adalah perhitungan durasi pekerjaan galian tanah:

1. Durasi pekerjaan dalam kondisi ideal

$$\begin{aligned}\text{Durasi Pekerjaan} &= \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{produktivitas alat} \times \text{asumsi jumlah unit}} \\ &= \frac{402.300 \text{ m}^3}{831,984 \text{ m}^3/\text{hari} \times 12 \text{ unit}} \\ &= 40,29 \text{ hari} \\ &\approx 41 \text{ hari}\end{aligned}$$

2. Durasi pekerjaan dalam asumsi *real*

$$\begin{aligned}\text{Durasi Pekerjaan} &= \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{produktivitas alat} \times \text{asumsi jumlah unit}} \\ &= \frac{402.300 \text{ m}^3}{788,618 \text{ m}^3/\text{hari} \times 13 \text{ unit}} \\ &= 42,51 \text{ hari} \\ &\approx 43 \text{ hari}\end{aligned}$$

4.6 Perbandingan Produktivitas Alat Berat Dalam Kondisi Ideal dan Produktivitas Alat Berat Dalam Kondisi Asumsi di Lapangan

Berdasarkan perhitungan produktivitas ideal dan produktivitas asumsi di lapangan berdasarkan jurnal, maka telah diketahui nilai produktivitas dan jumlah unit yang dibutuhkan. Selanjutnya akan dilakukan perbandingan antara nilai produktivitas keduanya. Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan produktivitas

ideal terhadap rencana produktivitas, serta untuk mengetahui tercapai atau tidaknya asumsi produktivitas di lapangan terhadap rencana produktivitas. Pada umumnya, nilai produktivitas ideal lebih tinggi dibandingkan dengan rencana produksi dan juga asumsi produktivitas di lapangan. Hal tersebut dikarenakan adanya faktor-faktor hambatan yang mungkin bisa terjadi saat di lapangan. Berikut adalah perbandingan hasil produktivitas yang ditampilkan pada Tabel 4.10:

Tabel 4.10 Perbandingan Hasil Produktivitas

Rencana Produktivitas (m ³ /hari)	Produktivitas Ideal (m ³ /hari)	Produktivitas Asumsi <i>Real</i> (m ³ /hari)
9.578,57	9,983,80	9.463,41

Berdasarkan Tabel 4.10, dapat kita ketahui bahwa kemampuan produktivitas ideal bisa melampaui rencana produktivitas. Akan tetapi, hasil produktivitas pada asumsi kondisi *real* lebih rendah dibandingkan dengan rencana produktivitas. Hal tersebut disebabkan oleh adanya faktor-faktor hambatan kerja yang terjadi di lapangan.

4.7 Biaya Operasional

Pada suatu pekerjaan dengan menggunakan unit alat berat, maka wajib mengetahui perkiraan biaya operasional pekerjaan. Perhitungan ini ditujukan untuk menaksir jumlah biaya yang perlu disiapkan lembaga untuk melakukan pekerjaan galian tanah. Pada proyek ini, unit alat berat yang digunakan merupakan alat berat sewaan dari UPJA (Usaha Pelayanan Jasa Alsintan) setempat. Berdasarkan hal tersebut, maka biaya yang akan ditanggung dalam proyek ini meliputi, biaya bahan bakar, biaya sewa alat, biaya operator, dan biaya *helper*. Sedangkan biaya lain berupa, biaya perbaikan, biaya pelumas, dan biaya *special items* lainnya ditanggung oleh pihak UPJA. Harga kebutuhan operasional dalam proyek galian tanah

pembangunan Bendungan Way Sekampung ditunjukkan dalam Tabel 4.11:

Tabel 4.11 Kebutuhan Operasional

Jenis Kebutuhan	Harga	Pemakaian
Bahan Bakar	Rp19.500,-/liter	136 lt/hari
Sewa alat	Rp240.000,-/jam/1 unit	7,5 jam/hari
Operator	Rp30.000,-/jam	8 jam/hari
Helper	Rp15.000,-/jam	8 jam/hari

Berdasarkan Tabel 4.11, maka perhitungan biaya operasional proyek adalah sebagai berikut :

1. Biaya operasional per hari (untuk 1 unit)
 - a. Biaya sewa alat = Harga sewa x Waktu sewa
 = Rp240.000,-/jam x 7,5 jam/hari
 = Rp1.800.000,-/hari
 - b. Biaya bahan bakar = Harga bahan bakar x Konsumsi bahan bakar
 = Rp19.500,-/liter x 136 lt/hari
 = Rp2.652.000,- /hari
 - c. Biaya operator = Upah operator x Waktu kerja operator
 = Rp30.000,-/jam x 8 jam/hari
 = Rp240.000/hari
 - d. Biaya *helper* = Upah *helper* x Waktu kerja *helper*
 = Rp15.000,-/jam x 8 jam/hari
 = Rp120.000/hari

$$\begin{aligned}
 \text{e. Total biaya} &= (\text{Biaya sewa alat} + \text{Biaya bahan bakar} + \\
 &\quad \text{Biaya operator} + \text{Biaya } \textit{helper}) \\
 &= \text{Rp}1.800.000,-/\text{hari} + \text{Rp}2.652.000,-/\text{hari} + \\
 &\quad \text{Rp}240.000,-/\text{hari} + \text{Rp}120.000,-/\text{hari} \\
 &= \text{Rp}4.812.000,-/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Setelah mengetahui berapa biaya operasional per hari, selanjutnya jika jumlah unit pada perencanaan kerja diasumsikan sama dengan perhitungan jumlah unit dalam kondisi ideal dan kondisi asumsi *real*, maka biaya operasional akan dikalikan jumlah unit yang dibutuhkan dalam pengerjaan galian tanah, yaitu sebagai berikut:

1. Biaya operasional perencanaan

$$\begin{aligned}
 \text{Total biaya operasional} &= \text{Biaya operasional per hari} \times \text{Durasi} \\
 &\quad \text{pekerjaan} \times \text{jumlah unit} \\
 &= \text{Rp}4.812.000,-/\text{hari} \times 42 \text{ hari} \times 12 \\
 &= \text{Rp}2.425.248.000,-
 \end{aligned}$$

2. Biaya operasional dalam kondisi ideal

$$\begin{aligned}
 \text{Total biaya operasional} &= \text{Biaya operasional per hari} \times \text{Durasi} \\
 &\quad \text{pekerjaan} \times \text{jumlah unit} \\
 &= \text{Rp}4.812.000,-/\text{hari} \times 41 \text{ hari} \times 12 \\
 &= \text{Rp}2.367.504.000,-
 \end{aligned}$$

3. Biaya operasional dalam kondisi asumsi *real* (berdasarkan nilai dari jurnal)

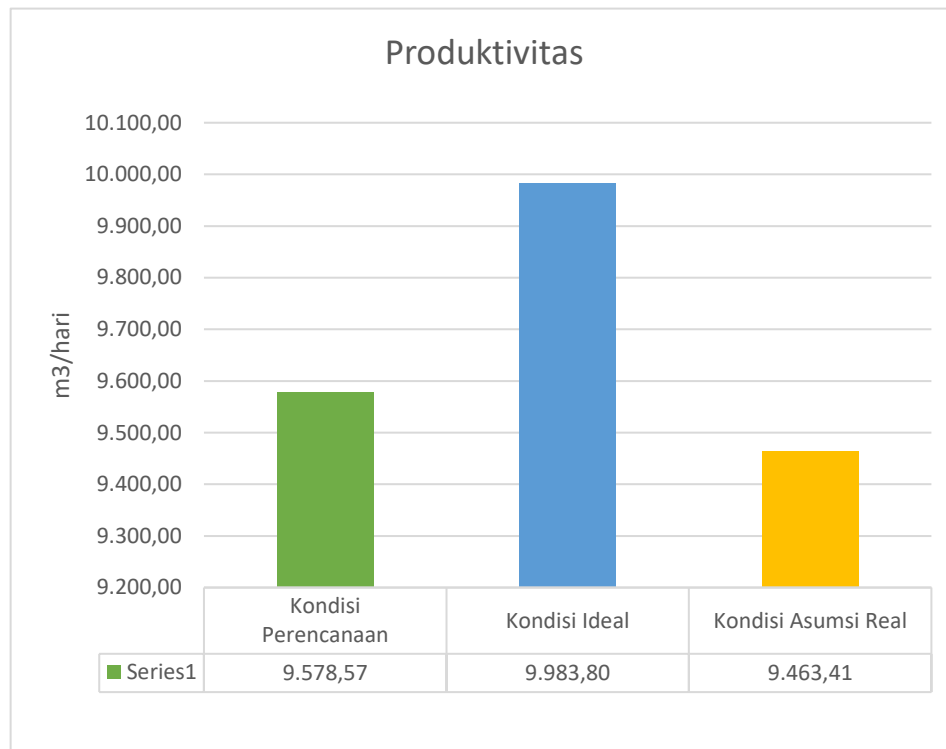
$$\begin{aligned}
 \text{Total biaya operasional} &= \text{Biaya operaional per hari} \times \text{Durasi} \\
 &\quad \text{pekerjaan} \times \text{jumlah unit} \\
 &= \text{Rp}4.812.000,-/\text{hari} \times 43 \text{ hari} \times 12 \\
 &= \text{Rp}2.482.992.000,-
 \end{aligned}$$

4.8 Analisis Ketercapaian Produktivitas Alat Berat, Durasi Pekerjaan, dan Biaya Operasional

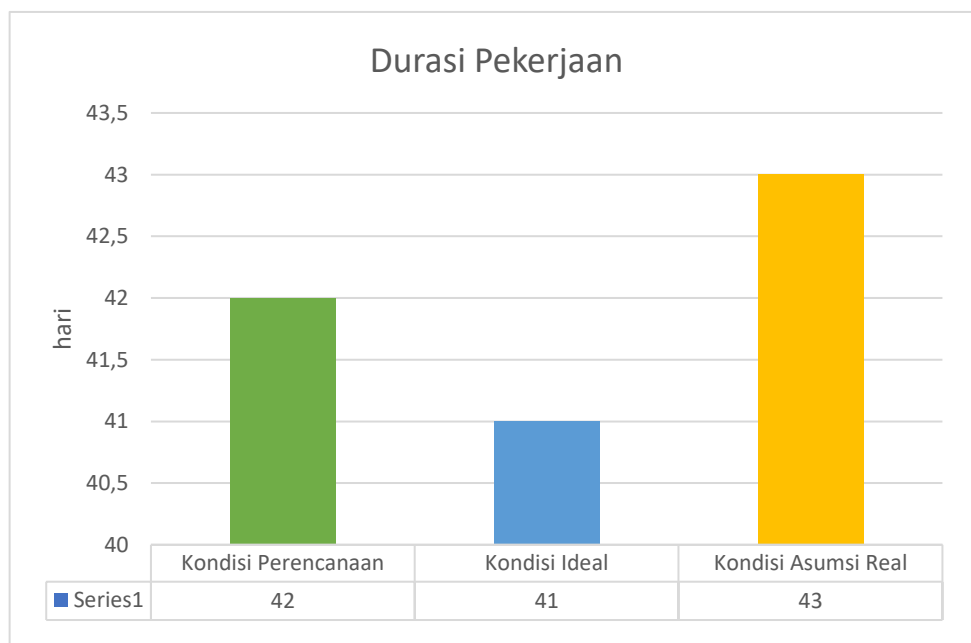
Berdasarkan hasil produktivitas, durasi pekerjaan, dan biaya operasional yang sudah dihitung sebelumnya, maka tahap selanjutnya adalah membandingkan hasil dari ketiga perhitungan tersebut berdasarkan kondisi perencanaan, kondisi ideal, dan kondisi yang paling mendekati kondisi di lapangan nantinya (asumsi *real*). Perbandingan ini dilakukan untuk mengetahui ketercapaian hasil produktivitas, durasi pekerjaan, dan biaya operasional pada pekerjaan galian tanah proyek pembangunan Bendungan Way Sekampung yang ditunjukkan dalam Tabel 4.12:

Tabel 4.12 Ketercapaian Produktivitas Alat Berat, Durasi Pekerjaan, dan Biaya Operasional

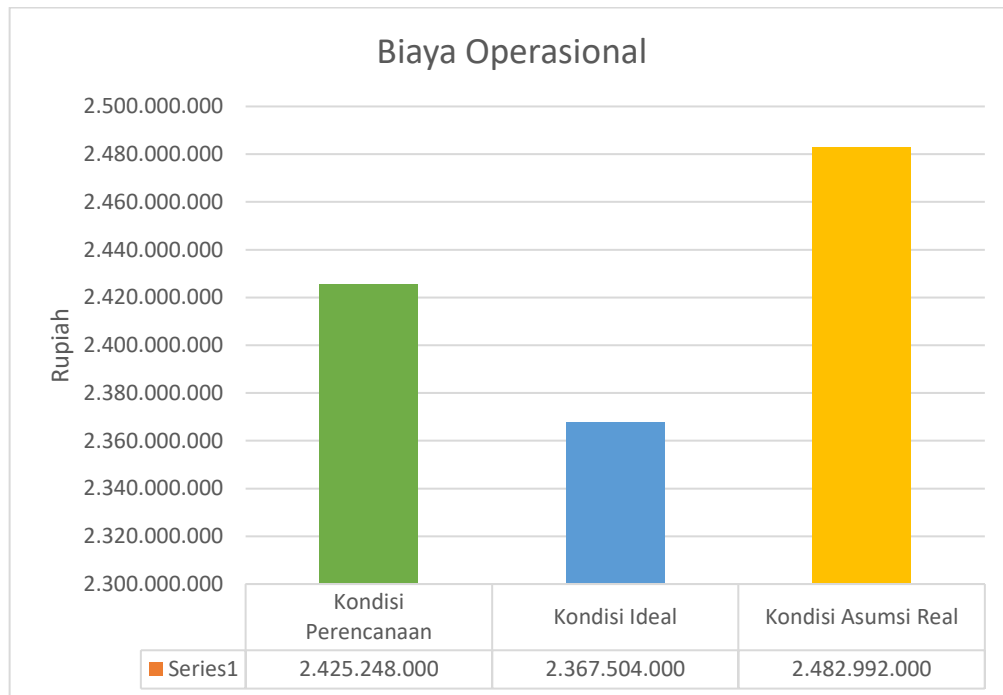
Uraian	Produktivitas (m ³ /hari)	Durasi Pekerjaan (hari)	Biaya Operasional (rupiah)
Kondisi Perencanaan	9.578,57	42	2.425.248.000
Kondisi Ideal	9.983,80	41	2.367.504.000
Kondisi Asumsi <i>Real</i>	9.463,41	43	2.482.992.000



Gambar 4.6 Grafik Produktivitas



Gambar 4.7 Grafik Durasi Pekerjaan



Gambar 4.8 Grafik Biaya Operasional

Pada Gambar 4.6, produktivitas dalam kondisi ideal yang dihasilkan adalah sebesar $9.983,80\text{m}^3/\text{hari}$ sehingga mampu melampaui rencana produktivitas yaitu sebesar $9.578,57\text{m}^3/\text{hari}$. Namun, produktivitas dalam asumsi kondisi *real* hanya sebesar $9.463,41\text{m}^3/\text{hari}$, sehingga rencana produktivitas tidak dapat tercapai. Hal tersebut dikarenakan pada asumsi kondisi *real* mempunyai faktor hambatan yang bisa saja dicegah, seperti keterlambatan memulai pekerjaan, istirahat lebih awal, terlambat memulai pekerjaan setelah istirahat, dan lain sebagainya. Namun, jika hambatan tersebut mampu dikurangi, maka nilai produktivitas asumsi kondisi real bisa mendekati kondisi ideal dan mampu melampaui rencana produktivitas yang ada.

Berdasarkan nilai produktivitas yang dihitung, maka akan didapat durasi pekerjaan dan biaya operasional. Durasi pekerjaan dalam kondisi ideal bisa diselesaikan dalam 41 hari dan dengan biaya produksi sebesar Rp2.367.504.000,- sehingga lebih ekonomis dibandingkan dengan rencana durasi pekerjaan yaitu 42 hari dengan biaya produksi

Rp2.425.248.000,-. Akan tetapi, durasi pekerjaan dan biaya operasional dalam asumsi kondisi *real* tetap lebih tinggi, yaitu 43 hari dengan biaya operasional senilai Rp2.482.992.000,-.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan hasil perhitungan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada pekerjaan galian tanah proyek pembangunan Bendungan Way Sekampung di Kelurahan Bumiayu, produktivitas dalam kondisi ideal menghasilkan $9.983,80 \text{ m}^3/\text{hari}$ sedangkan dalam asumsi kondisi *real* hanya mampu menghasilkan $9.463,41 \text{ m}^3/\text{hari}$. Berdasarkan hal tersebut, produktivitas dalam kondisi ideal mampu untuk mencapai bahkan melampaui rencana produktivitas, yaitu $9.578,57 \text{ m}^3/\text{hari}$. Akan tetapi asumsi kondisi *real* tidak mampu mencapai rencana produktivitas, karena hanya mampu menghasilkan $9.463,41 \text{ m}^3/\text{hari}$.
2. Berdasarkan perhitungan produktivitas dalam kondisi ideal dan dalam asumsi kondisi *real*, maka didapatkan hasil jumlah unit yang dibutuhkan, yaitu 12 unit untuk pekerjaan galian tanah proyek pembangunan Bendungan Way Sekampung.
3. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan dengan jumlah kebutuhan unit yang sama, pada kondisi ideal menghasilkan durasi pekerjaan selama 41 hari dan biaya operasional sebesar Rp2.367.504.000,-. Sedangkan pada perhitungan asumsi kondisi *real* dihasilkan durasi pekerjaan 43 hari dengan biaya operasional Rp2.482.992.000,-. Kemudian pada rencana durasi pekerjaan 42 hari, memerlukan biaya operasional sebesar Rp2.425.248.000,-.
4. Berdasarkan hasil perhitungan, maka didapatkan selisih durasi pekerjaan dan biaya operasional pada rencana produktivitas terhadap asumsi kondisi *real* yaitu 1 hari kerja dan Rp57.744.000,- sehingga asumsi kondisi *real* lebih boros dibandingkan rencana produktivitas.

5.2 Saran

Berdasarkan dari perhitungan yang dilakukan, maka saran yang dapat diberikan oleh penulis adalah:

1. Mengurangi faktor hambatan yang berhubungan dengan operator, seperti keterlambatan memulai pekerjaan, istirahat lebih awal, terlambat memulai pekerjaan setelah istirahat.
2. Diharapkan nantinya pengawas lapangan untuk memberikan teguran dan sanksi terhadap pekerja yang mulai melakukan kegiatan yang sekiranya dapat menghambat pekerjaan. Sehingga nantinya rencana produktivitas dapat tercapai, atau bahkan bisa mendekati produktivitas dalam kondisi ideal.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementerian Pekerjaan Umum, 2014. Katalog Alat Berat Konstruksi 2013. Badan Pembinaan Konstruksi, Jakarta.
- Direktorat Prasarana dan Sarana Pertanian, Jakarta.
- Kementerian Pertanian, 2018b. Pedoman Teknis Pengelolaan Excavator (Kelas 20 Ton). Direktorat Prasarana dan Sarana Pertanian, Jakarta.
- Kholil, A., 2012. Alat Berat. PT Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Komatsu, 2017. Hydraulic Excavator PC200/200LC-8M0. Komatsu Ltd, Japan.
- Komatsu, 2012. Shop Manual Hydraulic Excavator PC200-8M0. Komatsu, Japan.
- Komatsu, 2006. Specification & Application Handbook, 27th ed. Komatsu, Japan.
- Nunnally, S.W., 2007. Construction Methods and Management, 7th ed. Pearson Prentice Hall, New Jersey.
- Nursyamsi, D., Alwi, M., Noor, M., Anwar, K., Maftuah, E., Khairullah, I., Ar-riza, I., Raihan, S., Simatupang, S., Noorinayuwati, Jumberi, A., 2014. Pedoman Umum Pengelolaan Lahan Rawa Lebak Untuk Pertanian Berkelanjutan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta.
- Rostiyanti, S.F., 2008. Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi, 2nd ed. PT Rineka Cipta, Jakarta.
- Sugiyono, 2013. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Alfabeta, Bandung.
- United Tractors School, 2008. Product Knowledge. Yayasan Karya Bakti United Tractors, Jakarta.
- Wijaya, A.R., Mukiat, Purbasari, D., 2019. Kinerja Alat Muat dan Angkut Pada Pengupasan Overburden PT Bumi Merapi Energi. Jurnal Pertambangan 3(4), 9–17.
- Bismoko, Y.S., 2019. Optimalisasi Penggunaan Alat Berat pada Pembangunan *Underpass* Kentungan.
- Ramadhani, Afifah., 2017, Optimalisasi Penggunaan Alat Berat pada Pekerjaan Galian Tanah di Proyek Tol Nganjuk – Kertosono.
- Fitri, Ida., 2021, Analisis Produktivitas, Biaya dan Waktu Penggunaan Alat Berat Excavator dan Dump Truck pada Pekerjaan Galian Tanah (Studi Kasus : Proyek Penggantian Jembatan Sungai Berangas)

LAMPIRAN

No	Date	Time Distribution (minutes)		Mechanical Availability (%)
		Working Hours	Preparing Hours	
1	1 Februari 2023	450	30	93,75
2	2 Februari 2023	450	30	93,75
3	3 Februari 2023	420	30	93,33
4	4 Februari 2023	Sabtu		
5	5 Februari 2023	Minggu		
6	6 Februari 2023	450	30	93,75
7	7 Februari 2023	450	30	93,75
8	8 Februari 2023	450	30	93,75
9	9 Februari 2023	450	30	93,75
10	10 Februari 2023	420	30	93,33
11	11 Februari 2023	Sabtu		
12	12 Februari 2023	Minggu		
13	13 Februari 2023	450	30	93,75
14	14 Februari 2023	450	30	93,75
15	15 Februari 2023	450	30	93,75
16	16 Februari 2023	450	30	93,75
17	17 Februari 2023	420	30	93,33
18	18 Februari 2023	Sabtu		
19	19 Februari 2023	Minggu		
20	20 Februari 2023	450	30	93,75
21	21 Februari 2023	450	30	93,75
22	22 Februari 2023	450	30	93,75
23	23 Februari 2023	450	30	93,75

24	24 Februari 2023	420	30	93,33
25	25 Februari 2023	Sabtu		
26	26 Februari 2023	Minggu		
27	27 Februari 2023	450	30	93,75
28	28 Februari 2023	450	30	93,75
Mechanical Availability (%)				93,666
Mechanical Availability				0,93666

Lampiran 1. Tabel Mechanical Availability Bulan Februari 2023

No	Date	Time Distribution (minutes)		Mechanical Availability (%)
		Working Hours	Preparing Hours	
1	1 Maret 2023	450	30	93,75
2	2 Maret 2023	450	30	93,75
3	3 Maret 2023	420	30	93,33
4	4 Maret 2023	Sabtu		
5	5 Maret 2023	Minggu		
6	6 Maret 2023	450	30	93,75
7	7 Maret 2023	450	30	93,75
8	8 Maret 2023	450	30	93,75
9	9 Maret 2023	450	30	93,75
10	10 Maret 2023	420	30	93,33
11	11 Maret 2023	Sabtu		
12	12 Maret 2023	Minggu		

13	13 Maret 2023	450	30	93,75
14	14 Maret 2023	450	30	93,75
15	15 Maret 2023	450	30	93,75
16	16 Maret 2023	450	30	93,75
17	17 Maret 2023	420	30	93,33
18	18 Maret 2023	Sabtu		
19	19 Maret 2023	Minggu		
20	20 Maret 2023	450	30	93,75
21	21 Maret 2023	450	30	93,75
22	22 Maret 2023	Hari Raya Nyepi		
23	23 Maret 2023	450	30	93,75
24	24 Maret 2023	420	30	93,33
25	25 Maret 2023	Sabtu		
26	26 Maret 2023	Minggu		
27	27 Maret 2023	450	30	93,75
28	28 Maret 2023	450	30	93,75
29	29 Maret 2023	450	30	93,75
30	30 Maret 2023	450	30	93,75
31	31 Maret 2023	420	30	93,33
Mechanical Availability (%)				93,65454545
Mechanical Availability				0,936545455

Lampiran 2. Tabel *Mechanical Availability* Bulan Maret 2023