

**ANALISIS PRODUKTIVITAS GALIAN TANAH PADA QUARRY
PROYEK JALAN NASIONAL
TANJUNG SELOR – SEKATAK BUJI PROVINSI
KALIMANTAN UTARA
(Desa Sungai Uma Tanjung Palas Utara)**

SKRIPSI

Oleh

**MIKHEIL
201712022**



**SKRIPSI INI DI AJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KALTARA
2021/2022**

PERYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

ANALISIS PRODUKTIVITAS GALIAN TANAH PADA PROYEK JALAN NASIONAL TANJUNG SELOR – SEKATAK BUJI PROVINSI KALIMANTAN UTARA

Yang dibuat untuk melengkapi sebagian pernyataan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Kaltara, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah di publikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaaan dilingkungan Univeristas Kaltara maupun dipeguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Tanjung Selor, 22 Juli 2022

Mikheil
201712022

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

ANALISIS PRODUKTIVITAS GALIAN TANAH PADA PROYEK JALAN NASIONAL TANJUNG SELOR – SEKATAK BUJI PROVINSI KALIMANTAN UTARA

Disusun Oleh :

Mikheil

201712022

Tanjung Selor, 22 Juli 2022

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing :

Adi Lazuardi Perdana, S.T., M.T.

NIDN. 11.040579.03

Dosen Penguji I :

Dosen Penguji II :

Zainal Abidin, S.T., M.Pd.

NIDN. 11.130170.02

Sepri Rantesalu, S.T., M.T.

NIDN. 8810410016

Mengetahui :
Kaprodik Teknik Sipil

Mengetahui :
Dekan Fakultas Teknik

Ir. Rachel Zandra Singal S.T., M.T.

NIDN. 11 031079 01

Sholehah, S.T., M.T.

NIDN. 11. 200781. 01

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan limpahan karunia-nya yang telah diberikan sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“ANALISIS PRODUKTIVITAS GALIAN TANAH PADA PROYEK JALAN NASIONAL TANJUNG SELOR – SEKATAK BUJI PROVINSI KALIMANTAN UTARA”** yang merupakan penelitian tugas akhir sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Sipil Universitas Kaltara.

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya tidak lupa penyusun sampaikan kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu baik berupa moril maupun materi sehingga penulis mampu menyelesaikan Skripsi ini dengan baik dan tepat waktu. Oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Ir. Abdul Jabarsyah, M.Sc, selaku Rektor Universitas Kaltara Tanjung Selor
2. Ibu Sholehah, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Kaltara Tanjung Selor.
3. Ibu Ir. Rachel Zandra Singal S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Kaltara Tanjung Selor.
4. Bapak Adi Lazuardi Perdana, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran, dan saran selama bimbingan penyusunan skripsi.
5. Bapak Zainal Abidin, S.T., M.Pd., selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan saran selama penyusunan skripsi.
6. Bapak Sepri Rantesalu, S.T., M.T., selaku dosen penguji II yang telah memberikan saran selama penyusunan skripsi.
7. Teristimewa Kepada kedua Orang Tua Saya yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya dari segi moril, materi kepada saya agar dapat menyelesaikan Skripsi ini.

8. Kepada seluruh Keluarga Besar yang selama ini memberikan semangat dan dukungan dalam menyelesaikan Skripsi ini.
9. Teman-teman Teknik Sipil Universitas Kaltara yang memberikan masukan dan semangat tinggi kepada saya agar segera menyelesaikan Skripsi ini.

Demikian yang dapat penulis sampaikan, semoga penelitian ini dapat bermanfaat dan mampu membantu mengurangi permasalahan yang terjadi pada analisis produktivitas galian tanah pada proyek jalan nasional Tanjung Selor – Sekatak Buji.

Penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga kedepannya dapat semaksimal mungkin dalam meneliti serta menggali lebih dalam permasalahan yang terjadi pada analisis produktivitas alat berat.

Tanjung selor, 16 April 2022

Penyusun,

MIKHEIL
NPM. 201712022

Mikheil 201712022 Departemen Teknik Sipil	Dosen Pembimbing Adi Lazuardi Perdana, S.T.,M.T. NIDN. 11.040579.03
<p style="text-align: center;">ANALISIS PRODUKTIVITAS GALIAN TANAH PADA PROYEK JALAN NASIONAL TANJUNG SELOR – SEKATAK BUJI PROVINSI KALIMANTAN UTARA</p>	
<p>ABSTRAK</p> <p>Proyek Galian Tanah Jalan Nasional Tanjung Selor – Sekatak Buji Desa Sungai Uma Tanjung Palas Utara Provinsi Kalimantan membutuhkan komposisi alat berat <i>excavator</i> dan <i>dump truck</i> untuk mempermudah menyelesaikan pekerjaan galian yang diperbaiki atau dikerjakan dari STA 27+475 sampai STA 28+275. Kedua alat tersebut bekerja bersamaan untuk membuang tanah dengan volume sebesar 525,00 m³. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai produktivitas dan mengetahui kombinasi jumlah alat berat <i>excavator</i> dan <i>dump truck</i> yang efisien dari segi biaya dan waktu. Dari hasil perhitungan didapat nilai produktivitas <i>excavator</i> senilai 60,59 m³/jam dan <i>dump truck</i> senilai 7,55 m³/jam. Kemudian dari nilai produktivitas dapat dilakukan kombinasi alternatif jumlah alat berat. Dari hasil perhitungan alternatif 1, 2, dan 3 analisis kombinasi alat berat galian, pada perhitungan alternatif 3 memiliki nilai produktivitas yang efisien terhadap biaya dan waktu dibandingkan perhitungan alternatif lainnya. Karena pada alternatif 3 memiliki selisih waktu kerja paling cepat dan memiliki biaya lebih murah dibanding dengan <i>existing</i> dan alternatif lainnya.</p>	
<p>Kata Kunci: Preservasi Jalan, Galian Tanah, Alat Berat, Produktivitas.</p>	

Mikheil 201712022 <i>Departement of Civil Engineering</i>	<i>Supervisor</i> Adi Lazuardi Perdana, S.T.,M.T. NIDN. 11.040579.03
<p align="center"><i>ANALYSIS PRODUCTIVITY EARTHWORKS ON THE PROJECT OF TANJUNG SELOR NATIONAL ROAD – SEKATAK BUJI NORTH KALIMANTAN PROVINCE</i></p>	
<p><i>ABSTRACT</i></p> <p>The Tanjung Selor – Sekatak Buji National Road Project in Uma River, North tanjung palas North Kalimantan Province requires a composition of heavy <i>excavators</i> and <i>dump trucks</i> to make it easier to complete repaired or worked from STA 27+475 to STA 28+275. The two tools worked together to remove soil with a volume of 525,00 m³. This study aims to determine the value of productivity and determine the combination of the number of heavy equipment <i>excavators</i> and <i>dump trucks</i> that are efficient in terms of cost and time. From the calculation results, the <i>excavator</i> 60,59 m³/hour and the <i>dump truck</i> is 7,55 m³/hour. Then from the productivity value, alternative combinations of the number of heavy equipment can be carried out. From the results of alternative calculations 1, 2, and 3 analysis of the combination of excavated heavy equipment, the calculation of alternative 3 has a productivity value that is efficient in terms of cost and time compared to other alternative calculations. Because alternative 3 has the fastest working time difference and has a cheaper cost compared to other alternatives.</p>	
<p><i>Keywords : Road Preservation, Earthworks, Heavy Equipment, Productivity.</i></p>	

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL	v
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Alat Berat	4
2.1.1 Definisi Alat Berat	4
2.1.2 Klasifikasi Alat Berat.....	4
2.2 Pengertian Produktifitas.....	5
2.3 Jenis – Jenis Galian.....	6
2.4 Jenis Dan Fungsi Alat Berat	7
2.4.1 <i>Excavator</i>	7
2.4.2 <i>Dump Truck</i>	8
2.5 Faktor Yang Mempengaruhi Pemilihan Alat Berat	8
2.6 Analisis Perhitungan Produktifitas Alat Berat	9
2.6.1 Analisis Produktifitas <i>Excavator</i>	9
2.6.2 Analisis Produktifitas <i>Dump Truck</i>	10
2.7 Penelitian Terdahulu	11

BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1 Lokasi Proyek	18
3.2 Jenis Penelitian.....	18
3.3 Objek Penelitian.....	19
3.4 Metodologi Pengumpulan Data	20
3.5 Diagram Alur	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Analisis Data.....	24
4.1.1 Perhitungan Produktivitas Alat	24
4.1.2 Perhitungan Biaya Sewa Alat	
4.1.3 Analisis Perhitungan Kombinasi Alat Berat	28
4.1.4 Perbandingan Biaya Dan Waktu	34
4.2 Pembahasan.....	38
4.2.1 Nilai Produktivitas	38
4.2.2 Hasil Perhitungan Kombinasi Alat Berat.....	38
BAB V PENUTUP	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Excavator</i>	7
Gambar 2.2 <i>Dump truck</i>	8
Gambar 3.1 Peta Lokasi Proyek.....	18
Gambar 3.2 Peta <i>Quarry</i>	18
Gambar 3.3 <i>Excavator</i>	19
Gambar 3.4 <i>Dump Truck</i>	20
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> penelitian	23

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Efesiensi Kerja	6
Tabel 2.2 Faktor <i>Bucket Excavator</i>	10
Tabel 2.3 Waktu Gali (detik)	12
Tabel 2.4 Waktu Putar (detik)	12
Tabel 2.5 Waktu Bongkar Buang	13
Tabel 2.6 Waktu Tunggu	13
Tabel 2.7 Perbedaan Penelitian Terdahu	16
Tabel 3.1 Format pengamatan <i>Excavator</i>	21
Tabel 3.2 Format Pengamatan <i>Dump Truck</i>	22
Tabel 4.1 Data Pengamatan Waktu Siklus <i>Excavator</i>	25
Tabel 4.2 Waktu Perjalanan <i>Dump Truck</i> Dari Proyek Ke <i>Querry</i>	27
Tabel 4.3 Waktu Perjalanan <i>Dump Truck</i> Dari <i>Querry</i> Ke Proyek	27
Tabel 4.4 Rekapitulasi Perhitungan <i>Existing</i>	30
Tabel 4.5 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 1	31
Tabel 4.6 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 2	32
Tabel 4.7 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 3	34
Tabel 4.8 Rekapitulasi Perhitungan <i>Existing</i>	34
Tabel 4.9 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 1	35
Tabel 4.10 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 2	36
Tabel 4.11 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 3	37
Tabel 4.12 Rekapitulasi Perbandingan Dengan Kondisi <i>Existing</i>	38

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan konstruksi jalan di Indonesia sangat pesat, salah satunya Proyek Preservasi Jalan Nasional Tanjung Selor – Sekatak Buji Provinsi Kalimantan Utara. Pengerjaan proyek tersebut membutuhkan komposisi alat berat untuk mempermudah menyelesaikan proses pengerjaan. salah satu pekerjaan yang dilakukan oleh PT. CAHAYA BARU PRIMA yaitu pekerjaan penggalian tanah yang diperbaiki atau dikerjakan dalam proyek tersebut. Dengan seiring berjalannya waktu untuk dapat mempermudah dalam membangun sebuah jalan, manusia juga menciptakan berbagai alat berat. Jenis alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya.

Penggunaan alat berat dalam suatu proyek ditujukan untuk memudahkan penyelesaian pekerjaan yang sudah tidak efisien lagi apabila dilakukan dengan tenaga manusia, sehingga hasil yang diharapkan dapat dituju dengan lebih mudah dan dengan waktu yang relatif lebih singkat. Produktivitas alat berat dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Diantaranya tipe alat berat, pemilihan kombinasi alat berat yang diperlukan, keahlian operator alat, dan kondisi alat. Perawatan alat berat dengan baik akan membuat produktivitas alat berat lebih optimal dan menghasilkan biaya produksi yang lebih rendah.

Pekerjaan ini dilakukan karena jalannya sudah rusak dan berlubang sehingga dapat membahayakan pengendara baik yang bermotor atau yang bermobil yang melewati jalan tersebut, sehingga adanya perbaikan jalan di jalan nasional Tanjung Selor – Sekatak Buji Desa Sungai Uma ini sangat diperlukan.

Penelitian ini membahas bagaimana cara mendapatkan produktivitas dan menentukan komposisi *dump truck* dan *excavator* yang ada di proyek ini, pekerjaan pada proyek galian ini menggunakan alat berat seperti, *dump truck* dan *excavator* pekerjaan di mulai dari STA 27+475 sampai STA 28+275.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan pada uraian latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa produktivitas alat berat yang digunakan pada pekerjaan galian proyek preservasi jalan nasional Tanjung Selor – Sekatak Buji Provinsi Kalimantan Utara?
2. Bagaimana mendapatkan kombinasi alat berat *excavator* dan *dump truck* yang efisien dari segi biaya dan waktu pada pekerjaan galian proyek preservasi jalan nasional Tanjung Selor – Sekatak Buji Provinsi Kalimantan Utara ?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan rumusan masalah yang ada di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui produktivitas *excavator* dan *dump truck* pada pekerjaan galian proyek preservasi jalan nasional Tanjung Selor – Sekatak Buji Provinsi Kalimantan Utara.
2. Mengetahui kombinasi jumlah alat berat *excavator* dan *dump truck* yang efisien dari segi biaya dan waktu pada pekerjaan galian proyek preservasi jalan nasional Tanjung Selor – Sekatak Buji Provinsi Kalimantan Utara.

1.4 BATASAN MASALAH

Dalam skripsi ini di perlukan batasan masalah untuk menghindari melebarnya pembahasan yang akan di bahas, batasan-batasan masalah antara lain :

1. Alat berat yang diteliti *excavator* dan *dumptruck*
2. Lokasi yang diteliti ini ada pada ruas jalan poros Tanjung Selor – Sekatak Buji Desa Sungai Uma STA 27+475 sampai STA 28+275 Provinsi Kalimantan Utara.
3. Tidak menghitung mobilisasi alat
4. Biaya yang diperhitungkan yaitu biaya langsung pada pekerjaan galian
5. Volume yang dianalisa adalah data yang berdasarkan data proyek.

1.5 MANFAAT MASALAH

1. Akademis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan masukan pembelajaran bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang manajemen konstruksi terutama menganalisis produktivitas alat berat dalam konstruksi. Penelitian ini juga dapat menjadi bahan pembelajaran bagi peneliti – peneliti selanjutnya, terutama bagi mahasiswa Teknik Sipil Universitas Kaltara.

2. Non Akademis

Hasil penelitian akan bermanfaat bagi pihak lain memberikan gambaran umum terhadap manajer proyek konstruksi dalam memaksimalkan produktivitas alat berat.

3. Manfaat bagi peneliti

Menambah pengetahuan dan pemahaman dalam menganalisis produktivitas alat berat yang dibahas dalam skripsi ini.

1.6 SISTEMATIKA PENELITIAN

Sistematika pembahasan dalam skripsi ini disusun sebagai berikut :

1. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang dasar teori, definisi konseptual yang diambil dari beberapa dasar teori yang relevan sebagai acuan teori untuk mendapatkan jawaban dari permasalahan.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang pengumpulan data yang diperlukan baik data primer maupun data sekunder serta metode pemecahan masalah yang menyusun langkah – langkah yang akan digunakan untuk memecahkan masalah berdasarkan teori yang sudah ada.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 ALAT BERAT

2.1.1 DEFINISI ALAT BERAT

Alat berat adalah alat yang dibuat untuk mempermudah pelaksanaan suatu proyek konstruksi yang sifatnya berat. Dengan menggunakan alat berat, suatu proyek dapat menekan biaya waktu pelaksanaan, menekan biaya, dan meningkatkan mutu pekerjaan.

Dalam bidang teknik sipil alat berat digunakan untuk membantu memudahkan dan mempercepat manusia dalam melakukan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai lebih mudah dengan waktu yang lebih singkat. Alat berat merupakan faktor penting dalam proyek terutama pada proyek dengan skala yang lebih besar.

2.1.2 KLASIFIKASI ALAT BERAT

Menurut Fakhli alat berat digunakan untuk membantu meringankan suatu pekerjaan manusia dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi sehingga pekerjaan dapat selesai lebih cepat dan maksimal. Pemilihan alat berat yang dipakai sangat berpengaruh terhadap keberhasilan suatu proyek, alat yang di pilih harus sesuai dengan jenis pekerjaannya. Agar kita dapat melakukan pemilihan alat berat secara tepat, maka kita harus terlebih dahulu harus tahu fungsi alat berat tersebut.

Klasifikasi alat berat berdasarkan fungsinya dapat dibagi sebagai berikut :

- a. Alat pengolah lahan atau pembuka lahan seperti *dozer*, *scraper*, dan motor grader.
- b. Alat penggali seperti *excavator*, *front shavel*, *bachoe*, *dragline*, dan *clamshell*.
- c. Alat pengangkut material seperti *belt truck* dan wagon.
- d. Alat pemindah material seperti *loader* dan *dozer*.
- e. Alat pemadat seperti *tamping roller*, *compactor* dan lain-lain.
- f. Alat pemroses seperti *crusher*.
- g. Alat penempatan akhir material seperti alat pemadat, motor grader, *asphalt paver*, *concrete spreader*.

2.2 PENGERTIAN PRODUKTIVITAS

Secara Umum, produktivitas adalah salah satu istilah yang digunakan dalam kegiatan produksi yang bertujuan untuk mendapatkan nilai perbandingan antara keluaran (*output*) dengan masukan (*input*). Hasil produksi tersebut diperoleh dari suatu proses kegiatan yang dilakukan, hasil yang didapat bisa berupa produk nyata atau jasa, untuk menghasilkan keluaran diperlukan masukan atau sumber- sumber utama dapat berupa modal, tenaga kerja, bahan baku, dan juga energi.

Menurut Suryo (2019), produktivitas merupakan hasil yang dicapai berupa barang jasa konstruksi per unit dari suatu input tenaga kerja. Definisi tersebut seperti mengabaikan kontribusi teknologi dan penanaman modal dalam penentuan produktivitas.

Dalam industri konstruksi yang besar telah menunjukkan bahwa penggunaan alat berat yang produktif dapat meningkatkan produktivitas dan menurunkan biaya produksi dalam menyiasati biaya tenaga kerja dan bahan yang terus meningkat. Dengan demikian, semakin pesatnya pertumbuhan teknologi dan penemuan- penemuan *inovasi* baru dalam proses pembangunan industri akan memiliki dampak yang signifikan terhadap produktivitas konstruksi pada masa yang akan datang.

Menurut kamus besar Bahasa Indonesia produktivitas adalah kemampuan untuk menghasilkan sesuatu, sehingga dapat dikatakan bahwa produktivitas alat berat adalah sesuatu kemampuan alat berat untuk menghasilkan persatuan waktu.

(Rostiyanti 2008) Produktivitas alat berat bergantung pada dua faktor yaitu :

1. Waktu Siklus

Waktu siklus adalah waktu muat yang dibutuhkan alat untuk 1 kali produksi. Perhitungan waktu siklus diberlakukan hanya untuk alat-alat yang tidak setiap saat memproduksi secara terus menerus. Perhitungan waktu siklus berbeda untuk setiap jenis alat menurut fungsinya.

2. Efisiensi Kerja Alat

Produktivitas alat pada kenyataan di lapangan tidak sama pada kondisi ideal alat dikarenakan hal-hal seperti topografi, keahlian operator, pengoperasian dan pemeliharaan alat, dan lain-lain.

alat pada kondisi ideal dikalikan suatu *factor* yang disebut efisiensi kerja. Besarnya nilai efisiensi kerja ini sulit ditentukan secara tepat, tetapi pengalaman-pengalaman dapat ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan sebagai pendekatan dapat digunakan tabel berikut :

Tabel 2.1 Efisiensi Kerja

Kondisi Operasi Alat	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik sekali	0.83	0.81	0.76	0.70	0.63
Baik	0.78	0.75	0.71	0.65	0.60
Sedang	0.72	0.69	0.65	0.60	0.54
Buruk	0.63	0.61	0.57	0.52	0.45
Buruk sekali	0.52	0.50	0.47	0.42	0.32

(Sumber : Rochmanhadi, 1985)

2.3 Jenis – Jenis Galian

Menurut Bina Marga (2018) pekerjaan galian dapat berupa :

1. Galian Biasa

Galian Biasa harus mencakup seluruh galian yang tidak mencakup seluruh galian yang tidak diklasifikasi sebagai galian batu lunak, galian batu, galian struktur, galian sumber bahan (*borrow excavation*), galian perkerasan dan galian perkerasan berbutir, dan galian perkerasan beton.

2. Galian Batu Lunak

Galian Batu Lunak harus mencakup galian pada batuan yang mempunyai kuat tekan uniaksial 0,6 - 12,5 MPa (6 - 125 kg/cm²) yang diuji sesuai dengan SNI 2825:2008.

3. Galian Batu

Galian Batu harus mencakup galian bongkahan batu yang mempunyai kuat uniaksial > 12,5 MPa (> 125 kg/cm²) yang diuji sesuai dengan SNI 2825:2008.

4. Galian Struktur

Galian Struktur mencakup galian pada segala jenis tanah dalam batas pekerjaan yang disebut atau ditunjukkan dalam gambar untuk struktur.

5. Galian Perkerasan beraspal

Galian Perkerasan Aspal mencakup galian pada perkerasan beraspal lama

dan pembuangan bahan perkerasan beraspal dengan maupun tanpa *Cold Milling Machine* (Mesin pengupas perkerasan beraspal tanpa pemanasan).

6. Galian Perkerasan Berbutir

Galian Perkerasan Berbutir mencakup galian pada perkerasan butir eksisting dengan atau tanpa tulang dan pembuangan bahan perkerasan butir yang tidak terpakai.

7. Galian Perkerasan Beton

Galian Perkerasan Beton mencakup galian pada perkerasan beton lama dan pembuangan bahan perkerasan beton yang tidak terpakai.

2.4 Jenis Dan Fungsi Alat Berat

Menurut Rochmanhadi (1992), alat berat dirancang untuk melakukan berbagai kegiatan guna untuk mempermudah dan mempercepat pekerjaan manusia, selain itu juga alat berat berfungsi untuk menghemat biaya pengeluaran perusahaan tersebut dan juga mempercepat operator dalam melakukan pekerjaan. Berdasarkan jenis dan fungsi alat berat sering digunakan pada proyek jalan sebagai berikut:

2.4.1 excavator

Excavator adalah alat untuk penggali, pengangkat maupun pemuat tanpa harus berpindah tempat menggunakan tenaga *power take off* dari mesin yang dimiliki, yang terdiri dari tiga bagian utama sebagai berikut :

1. Bagian atas yang dapat berputar
2. Bagian bawah untuk berpindah tempat
3. Bagian bagian tambahan yang dapat diganti yang sesuai.



Gambar 2.1 Excavator (PT. Cahaya Baru Prima)

2.4.2 DUMP TRUCK

Dump truck merupakan alat berat yang digunakan untuk memindahkan dan mengangkut material seperti tanah, pasir, batuan dan sebagainya untuk proyek konstruksi yang jaraknya jauh.

Dump truck adalah alat yang digunakan untuk mengirim material dari satu tempat ke tempat lainnya. Berdasarkan metode pembongkarannya maka terdapat tiga jenis *dump truck* yaitu :

1. *Rear Dump Truck* (penumpahan ke belakang)
2. *Side Dump Truck* (penumpahan ke samping)
3. *Bottom Dump Truck* (penumpahan ke bawah)



Gambar 2.2 Dump Truck (PT. Cahaya Baru Prima)

2.5 Faktor Yang Mempengaruhi Pemilihan Alat Berat

Menurut Susy Fatena Rostiyani (2008), menyatakan pemilihan alat berat dilakukan pada tahap perencanaan, dimana jenis, jumlah dan kapasitas alat merupakan faktor-faktor penentu. Apabila terjadi kesalahan dalam pemilihan alat berat maka akan terjadi keterlambatan dalam pelaksanaan. Biaya proyek yang membengkak dan hasil yang tidak sesuai dengan rencana Produktivitas yang kecil dan tenggang waktu yang dibutuhkan untuk pengadaan alat lain yang lebih sesuai merupakan hal yang menyebabkan biaya lebih besar.

Beberapa faktor dalam pemilihan alat berat sehingga kesalahan dalam pemilihan tersebut dapat dihindari. Faktor-faktor tersebut antara lain:

1. Berdasarkan fungsi yang harus dilaksanakan. Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya seperti menggali, mengangkut, meratakan permukaan, pemadatan dan lainnya.

2. Kapasitas peralatan pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat material yang harus diangkut harus sesuai sehingga pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan.
3. Cara operasi, alat berat dipilih berdasarkan arah (*horizontal* maupun *vertical*) dan jarak gerakan, kecepatan, frekuensi gerakan.
4. Pembatasan dalam metoda yang dipakai. Pembatasan yang mempengaruhi pemilihan alat berat antara lain peraturan lalu lintas, biaya dan pembongkaran. Selain itu metode konstruksi yang dipakai dapat membuat pemilihan alat berubah.
5. Ekonomi Selain biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor penting di dalam pemilihan alat berat.
6. Jenis proyek atau pekerjaan. Ada beberapa jenis proyek atau pekerjaan yang umumnya menggunakan alat berat. Pekerjaan tersebut antara lain proyek gedung, pelabuhan jalan, jembatan, irigasi, pembukaan hutang, pertambangan dan perminyakan.
7. Jenis tanah dan daya dukung tanah. Jenis tanah lokasi pekerjaan dan jenis material yang akan dikerjakan dapat mempengaruhi alat berat yang akan dipakai. Tanah dapat dalam kondisi padat lepas, keras atau lembek.
8. Kondisi lapangan. kondisi dengan medan yang sulit dan medan yang baik merupakan factor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

2.6 Analisis Perhitungan Produktifitas Alat Berat

2.6.1 Analisis Perhitungan *Excavator*

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas *excavator*, yaitu :

1. Keadaan pekerjaan, keadaan dan jenis tanah adalah salah satu faktor dari keadaan pekerjaan yang berpengaruh. Jarak pembuangan dan kemampuan operator mengendalikan alat berat dan banyak factor yang berpengaruh lainnya.
2. Keadaan mesin, alat berat yang dipakai harus di cek secara berkala. Tak hanya kapasitas *bucket* dan alat pelengkap yang dipakai dianjurkan sesuai dengan pekerjaan yang dilakukan
3. Kapasitas pengangkatan, hal ini berpengaruh pada kedalaman galian dan sudut putaran. Hal ini berpengaruh pada lamanya waktu.

4. siklus pengisian bucket hingga penuh dengan beberapa kali gerakan atau dengan mengisi dan membawa *bucket* berisi material yang seadanya dari hasil satu kali galian.

(Rochmanhadi, 1985) Perhitungan Produktivitas *Excavator*.

$$Q = \frac{q \times k \times 3600 \times E}{C_m} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

Q = Produktivitas per jam (m³/jam)

q = Kapasitas *Bucket* (m³)

k = Faktor *bucket* yang besarnya tergantung pada keadaan lapangan

E = Faktor Efisiensi (Tabel 2.1)

C_m = Waktu Siklus (detik)

Untuk menentukan faktor *bucket* diperlukan data yang sesuai dengan apa yang dikerjakan *excavator* di lapangan, berikut merupakan tabel 2.2 yaitu kondisi pemuat bucket pada *excavator*.

Tabel 2.2 Faktor *Bucket Excavator*

Kondisi Pemuatan		Faktor
Ringan	Menggali dan memuat dari <i>stockpile</i> atau material yang telah dikeruh oleh <i>excavator</i> lain, yang tidak diperlukan gaya gali dan dapat dimuat munjung dalam <i>bucket</i> . Pasir, tanah berpasir, tanah kolodial dengan kadar air sedang.	0,8 – 1,0

Sedang	Pada kondisi ini menggali dan memuat <i>stockpile</i> lepas dari tahanan yang keras untuk digali dan dikeruk tetapi dapat dimuat hampir munjung. Pasir kering, tanah berpasir, tanah campuran, tanah liat, <i>grever</i> yang belum disaring, pasir yang telah memadat dan sebagainya, atau menggali dan memuat <i>grevel</i> langsung dari bukit <i>grevel</i> asli.	0,6 – 0,8
Agak Sulit	Pada kondisi ini <i>bucket</i> dapat memuat tanah liat yang keras, pasir campur kerikil, tanah berpasir, tanah kolodial liat dan batu pecah. Akan tetapi pada kondisi ini sulit untuk mengisi <i>bucket</i> .	0,5 – 0,6
Sulit	Pada kondisi ini <i>Bucket</i> memuat dan menggali bongkahan batuan besar yang tak beraturan. Karena ukuran dan bentuknya tidak beraturan <i>bucket</i> akan sulit menampung material tersebut sehingga daya tampung <i>bucket</i> tidak menghasilkan daya tampung maksimal	0,4 – 0,5

Sumber : Rochmanhadi, 1985

Nilai waktu siklus dapat dicari menggunakan persamaan :

$$C_m = \text{Waktu gali} + (2 \times \text{waktu putar}) + \text{waktu buang} \dots \dots \dots (2.2)$$

Tabel 2.3 Waktu Gali (detik)

Kedalaman (m)	Kondisi galian (detik)			
	Ringan	Rata - rata	Agak sulit	sulit
0 – 2	6	9	15	30
0 – 4	7	11	17	28
> 4	8	13	19	26

Sumber : Rochmanhadi, 1985

Waktu putar dipengaruhi oleh sudut putaran. Waktu putar dapat dilihat pada tabel 2.5

Tabel 2.4 Waktu Putar (detik)

Sudut Putar	Waktu putar (detik)
45° - 90°	4 – 7
90 - 180°	5 – 8

Sumber : Rochmanhadi, 1985

Waktu pembuangan material dari *Excavator*.

1. Dalam *dump truck* = 5 – 8 detik
2. Ke tempat pembuangan = 3 – 6 detik

2.6.2 Analisis Produktivitas Dump Truck

Produktivitas *dump truck* bergantung pada waktu siklus pengerjaan proyek konstruksi. Waktu siklus *dump truck* terdiri dari :

1. Waktu muat, adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengangkut material kedalam *dump truck*. Waktu muat tergantung pada :
 - a. Ukuran dan jenis *dump truck*.
 - b. Jenis dan kondisi material yang dimuat.
 - c. Kapasitas *dump truck*.
 - d. Kemampuan operator mengoperasikan *dump truck*.
2. Waktu berangkat atau pengangkutan, tergantung pada :
 - a. Jarak tempuh.
 - b. Kondisi jalan yang dilalui.
3. Waktu pembongkaran material, tergantung pada :
 - a. Jenis dan kondisi material.
 - b. Cara pembongkaran material.

c. Jenis alat pengangkutan.

4. Waktu kembali, adalah waktu yang di butuhkan untuk pengambil posisi bak untuk dimuati *loader*.

Perhitungan waktu siklus:

$$C_m = (n \times C_{ms}) \frac{D}{V_1} + \frac{D}{V_2} + t_1 + t_2 \dots \dots \dots (2.3)$$

(Rochmanhadi, 1985) rumus Perhitungan produktivitas *dump truck*

$$Q = \frac{C \times 3600 \times E}{C_m} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana:

Q = Produktivitas *dump truck* (m³/detik)

C = Kapasitas *dump truck* (m³)

E = Efisiensi

C_m = Waktu siklus (detik)

C_{ms} = Waktu muat (detik)

t₁ = Waktu buang (detik)

t₂ = Waktu akan mengisi atau memuat (detik)

n = Jumlah siklus pada *excavator* untuk mengisi bak *dump truck*

D = Jarak angkut *dump truck* (m)

V₁ = Kecepatan angkut (m/detik)

V₂ = Kecepatan kembali (m/detik)

Tabel 2.5 Waktu Bongkar Buang (t₁)

Kondisi Operasi Kerja	BAIK	SEDANG	KURANG
Waktu Buang	0,5 - 0,7	1,0 – 1,3	1,5 – 2,0

Sumber : Rochmanhadi, 1985

Tabel 2.6 Waktu Tunggu (t₂)

Kondisi Operasi Kerja	BAIK	SEDANG	KURANG
Waktu Buang	0,1 - 0,2	0,25 – 0,35	0,4 – 0,5

Sumber : Rochmanhadi, 1985

Menurut Susy Fatena Rostiyanti (2008), Menghitung jumlah *dump truk* yang dibutuhkan dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Jumlah } \textit{dump truck} = \frac{\text{Produktivitas Excavator}}{\text{Produktivitas truk}} \dots \dots \dots (2.5)$$

2.7 Penelitian Terdahulu

Kajian terdahulu bertujuan untuk mendapatkan bahan perbandingan dan acuan. Selain itu, untuk menghindari anggapan kesamaan dengan penelitian ini. Berikut ini adalah beberapa contoh tentang penelitian yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan penulis, antara lain :

1. Hasil Penelitian Roshindra (2019)

“Analisis Kombinasi Alat Berat *Excavator* dan *Dump Truck* Pada Pekerjaan Tanah”. Dengan studi kasus proyek Jalan petir - Keducupang. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan kombinasi alat berat dengan biaya termurah dan waktu yang singkat pada pekerjaan tanah mengetahui produktivitas dan harga terendah dari kombinasi dari alat berat *Excavator* dan *Dump Truck*. Pada penelitian ini didapatkan kombinasi yang direkomendasikan untuk proyek Jalan Petir – Kedungcupang adalah alternative 1. Dengan menggunakan alat berat 1 unit *excavator* SK200, 1 unit *excavator* SK50, 3 unit *dump truck* (untuk SK200), dan 3 unit *dump truck* (untuk SK50). Durasi waktu yang didapat dari perhitungan alternatif ke 1 adalah 78.31 jam dan biaya Rp 29.015.930,68.

2. Hasil Penelitian Suryo (2019)

“Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat Galian Terhadap Biaya dan Waktu”. Dengan studi kasus pembangunan *underpass* Kentungan Yogyakarta. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan kombinasi alat berat yang optimal sehingga tidak terjadi antrian *dump truck* pada proyek pembangunan *underpass* Kentungan dan mengetahui biaya langsung *existing*) dan durasi pekerjaan yang dibandingkan dengan analisis kombinasi alat berat yang diperoleh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis alternatif 1 yang menggunakan alat berat berupa 3 unit *excavator* kapasitas 1 m³ dan 17 *dump truck* untuk pekerjaan galian I serta 2 unit *excavator* kapasitas 0,25 m³ dan 4 *dump truck* untuk pekerjaan galian II lebih optimal dibandingkan kombinasi *existing*. Pada kondisi *existing* membutuhkan biaya sebesar Rp 545.000.000 dengan durasi pekerjaan selama 86 hari. Pada perhitungan analisis alternatif 1 didapatkan biaya sebesar Rp 406.200.000 dengan durasi pekerjaan selama 41 hari. Jika dibandingkan, kondisi alternatif 1 memiliki perbedaan biaya sebesar -

25,46% atau sebesar Rp 138.800.000 dan selisih waktu sebesar -47,67% atau selama 45 hari.

3. Hasil Penelitian Syamsul Arif Nugraha (2020)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai produktivitas dan mengetahui kombinasi jumlah alat berat *excavator* dan *dump truck* yang efisien dari segi biaya dan waktu. Pada Proyek Peningkatan Ruas Jalan Yogyakarta-Barongan (Imogiri), Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, alat berat yang digunakan dalam pekerjaan galian tanah adalah *excavator* dan *dump truck*. Kedua alattersebut bekerja bersamaan untuk membuang tanah dengan volume sebesar 3610,015 m³. Dari hasil perhitungan didapat nilai produktivitas *excavator* senilai 29,842 m³/jam dan *dump truck* senilai 10,77 m³/jam. Kemudian dari nilai produktivitas dapat dilakukan kombinasi alternatif jumlah alat berat. Dari hasil beberapa alternatif perhitungan analisis kombinasi alat berat galian, diperoleh kesimpulan pada perhitungan alternatif 2 memiliki nilai produktivitas yang efisien terhadap biaya dan waktu dibandingkan perhitungan alternatif lainnya. Dari hasil perhitungan alternatif 3 digunakan alat berat berupa 3 unit *excavator* Komatsu PC 75uu-3 dan 9 unit *dump truck* dengan kapasitas 7m³.

Tabel 2.7 Perbedaan Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Tahun	Judul	Lokasi	Objek	Hasil
1.	Penulis	2022	Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Preservasi Jalan Nasional	Tanjung Selor – Sekatak Buji Provinsi Kalimantan Utara	<i>Excavator</i> dan <i>Dump Truck</i>	Hasil analisis ini didapat nilai produktivitas dan kombinasi dari alat berat <i>Excavator</i> dan <i>Dump Truck</i> pada proyek.
2.	Roshindra	2019	Analisis Kombinasi Alat Berat <i>Excavator</i> dan <i>Dump Truck</i> Pada Pekerjaan Tanah	Jalan petir Keducupang.	<i>Excavator</i> dan <i>Dump Truck</i>	Hasil penelitian analisis ini di 1 unit <i>excavator</i> SK200, 1 unit <i>excavator</i> SK50, 3 unit <i>dump truck</i> (untuk SK200), dan 3 unit <i>dump truck</i> (untuk SK50). Durasi waktu yang didapat dari perhitungan alternatif ke 1 adalah 78.31 jam dan biaya Rp 29.015.930,68. dapatkan kombinasi alat berat

Tabel 2.7 Lanjutan Perbedaan Penelitian Terdahu

No	Penulis	Tahun	Judul	Lokasi	Objek	Hasil
3.	Suryo	2019	Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat Galian Terhadap Biaya dan Waktu	pembangunan <i>underpass</i> Kentungan Yogyakarta	<i>Excavator</i> dan <i>Dump Truck</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis alternatif 1 yang menggunakan alat berat berupa 3 unit <i>excavator</i> kapasitas 1 m ³ dan 17 <i>dump truck</i> untuk pekerjaan galian I serta 2 unit <i>excavator</i> kapasitas 0,25 m ³ dan 4 <i>dump truck</i> untuk pekerjaan galian II lebih optimal dibandingkan kombinasi <i>existing</i> . Pada kondisi <i>existing</i> membutuhkan biaya sebesar Rp 545.000.000 dengan durasi pekerjaan selama 86 hari.
4.	Syamsul Arif Nugraha	2020	Analisis Produktivitas Kombinasi <i>Excavator</i> dan <i>Dump Truck</i>	Imogiri, Kabupaten Bantul, DIY	<i>Excavator</i> dan <i>Dump Truck</i>	Hasil perhitungan didapat nilai produktivitas <i>excavator</i> senilai 29,842 m ³ /jam dan <i>dump truck</i> senilai 10,77 m ³ /jam. Dan hasil perhitungan alternatif 3 digunakan alat berat berupa 3 unit <i>excavator</i> Komatsu PC 75uu-3 dan 9 unit <i>dump truck</i> dengan kapasitas 7 m ³ .

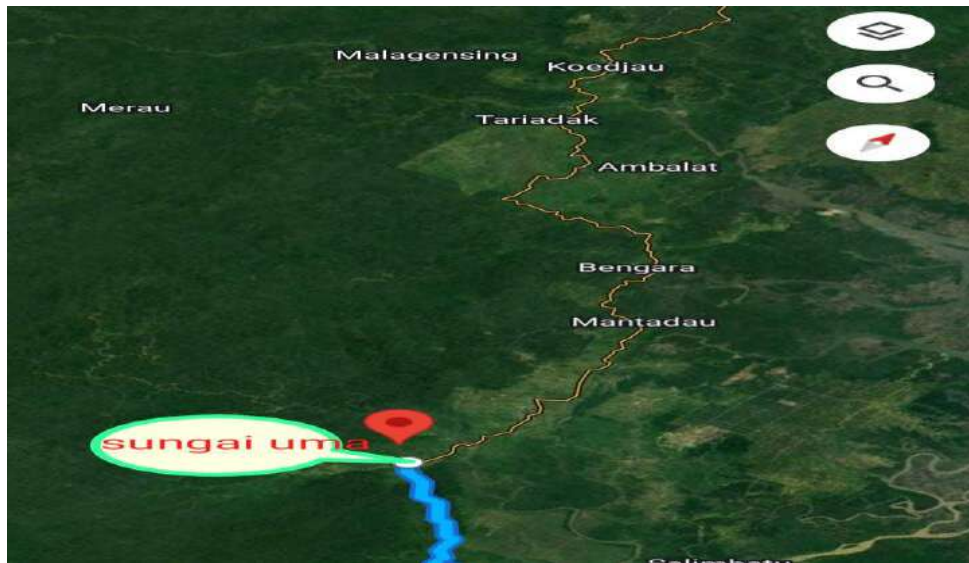
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Proyek

Pada penelitian ini adalah proyek galian tanah jalan nasional tanjung selor – sekatak buji provinsi kalimantan utara

Lokasi proyek : jalan poros Tanjung Selor – Sekatak Buji desa sungai uma provinsi kalimantan utara.



Gambar 3.1 Lokasi Proyek (PT. Cahaya Baru Prima)



Gambar 3.1 Lokasi Proyek (PT. Cahaya Baru Prima)

3.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini, peneliti menggunakan jenis penelitian deskriptif dan survei atau penyelidikan lapangan. Penelitian deskriptif adalah penelitian yang berupaya untuk menggambarkan dan menguraikan pemecahan masalah berdasarkan keadaan dan data-data yang tersedia pada obyek yang diamati. Di dalam penelitian ini, peneliti melakukan penyelidikan terlebih dahulu dan melakukan survei lapangan untuk mendapatkan data yang berupa data lapangan. Kemudian, setelah peneliti mendapatkan data yang diperoleh dari hasil penyelidikan dan survei, peneliti berusaha untuk menghitung dan menganalisis obyek yang diteliti dalam proyek.

3.3 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah berupa alat berat *excavator* dan *dump truck* yang digunakan untuk mengetahui nilai produktivitas dan mendapatkan komposisi jumlah *excavator* dan *dumptruck*, sesuai dengan kondisi lapangan.

1. *Data Excavator*

Excavator digunakan untuk pekerjaan galian dan pemuatan material tanah, data sebagai berikut :

Tipe alat : Excavator 80-140 HP

Merek : Komatsu Pc 200

Kapasitas Bucket : 0,93 m³



Gambar 3.3 Excavator (PT. Cahaya Baru Prima)

2. *Dump Truck*

Dump truck digunakan untuk pengerjaan pengangkutan material maupun pembuangan material tanah.

Tipe alat : *Dump Truck*

Merek : Mitsubishi Fuso (CCD)

Kapasitas Bak : 3-4 Ton



Gambar 3.4 Dump Truck (PT. Cahaya Baru Prima)

3.4 Metodologi Pengumpulan Data

Adapun tahapan yang harus dilakukan adalah mengumpulkan data primer dan data sekunder sebagai bahan analisa dalam menyelesaikan studi ini.

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang berasal dari hasil observasi/survei langsung di lapangan, yaitu dengan melakukan wawancara langsung dengan narasumber yang terkait untuk mendapatkan data yang diperlukan. Data yang diperlukan yaitu berupa data proyek yang ditinjau terutama mengenai data alat berat yang digunakan :

- a. Pengamatan waktu yang dibutuhkan di lapangan untuk peralatan *excavator* dan *dump truck* untuk melaksanakan suatu kegiatan disebut siklus.
- b. Data Alat Berat
 - 1) Jenis alat berat
 - 2) Jumlah alat berat
- c. Data Lapangan

- 1) Volume pekerjaan galian biasa
- 2) Jam kerja alat berat yang tinjau adalah jam kerja normal dengan waktu 7 jam
- 3) Jarak pembuangan galian tanah ke *quarry*

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperlukan untuk mendukung penelitian yang berasal dari referensi tertentu atau literatur-literatur yang berkaitan dengan alat berat. Data yang diperoleh dalam penelitian ini :

- a. Literatur mengenai cara kerja mengenai alat berat yang di gunakan pada penelitian ini.
- b. Data-data pendukung berupa teori dan rumus yang berhubungan dengan penelitian, yang berupa literatur, majalah, media cetak dan lain sebagainya.
- c. Data lokasi meliputi peta lokasi yang menunjukkan lokasi yang akan dilakukan yaitu pada proyek jalan yang akan ditinjau.
- d. Data Harga Satuan Pokok Kegiatan Bidang Ke PU an Provinsi Kalimantan Utara Tahun Anggaran 2021

Analisa data adalah proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil wawancara, catatan lapangan dan dokumentasi, dengan cara mengorganisasikan data ke dalam pola, memilih mana yang penting dan yang akan dipelajari dan membuat kesimpulan sehingga mudah dipahami oleh diri sendiri dan orang lain. Berdasarkan tujuan penelitian, penelitian ini menggunakan metode analisis data.

1. Melakukan analisis produktivitas alat berat

a. Produktivitas *Excavator*

- 1) Menghitung produktivitas alat berat per jam
- 2) Menghitung waktu siklus

Tabel 3.1 Format Pengamatan *Excavator*

Siklus	Gali	Putar(isi)	Buang	Putar(kosong)
	waktu(detik)			
1				
2				
3				
Rata-Rata				
Waktu Siklus Rata-Rata				

a. Produktivitas *Dump Truck*

3) Menghitung Produktivitas *Dump Truck* per jam

4) Menghitung waktu siklus

Tabel 3.2 Format Pengamatan *Dump Truck*

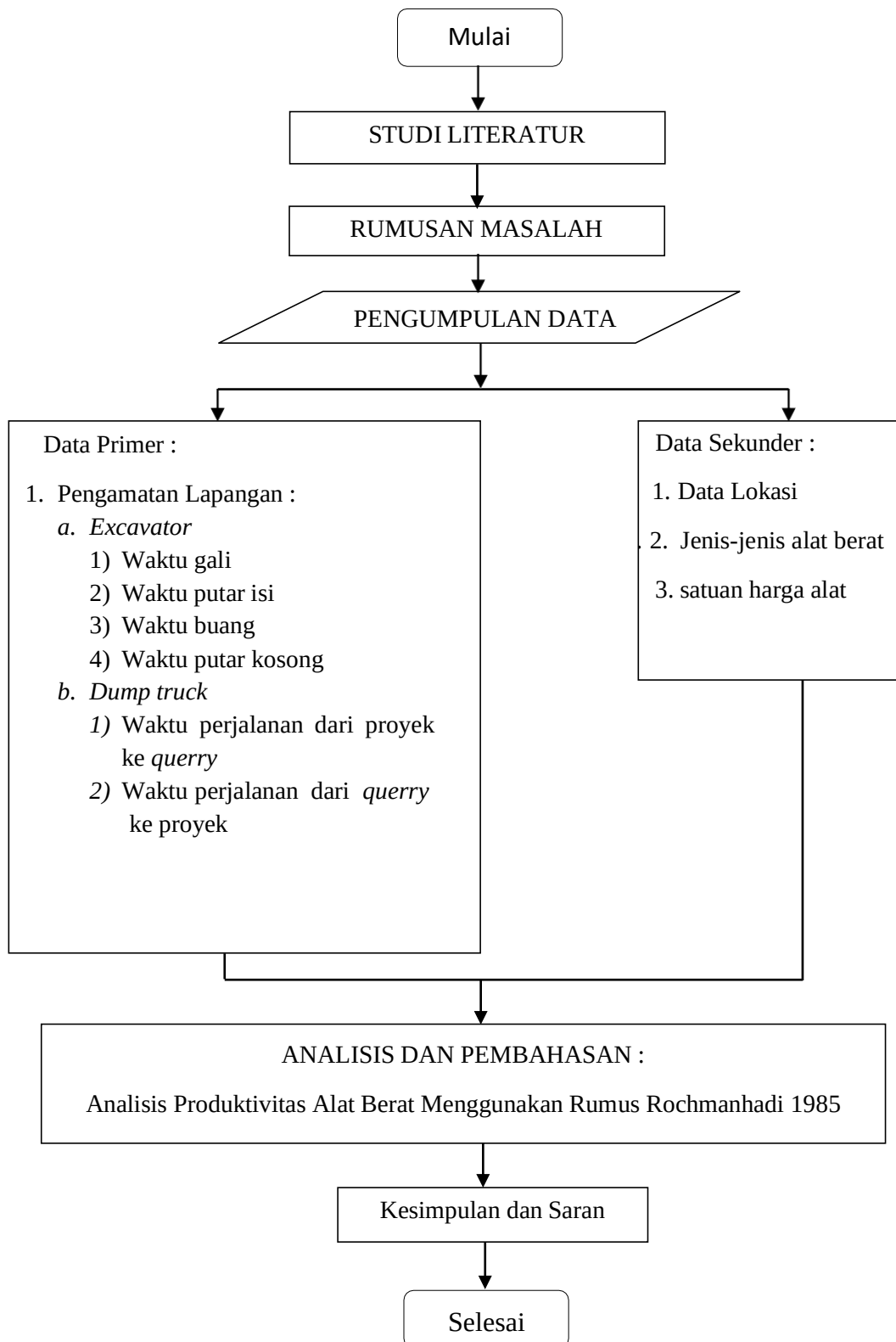
No	Tanggal	Waktu (menit)		Waktu Perjalanan (menit)
		Proyek	Querry	
1				
2				
3				
Rata-Rata				

2. Perhitungan kombinasi alat berat *excavator* dan *dump truck*

Dari pengumpulan data yang diperoleh dapat dilakukan analisis alternatif berdasarkan hasil perhitungan produksi tiap alat berat, serta biaya sewa alat berat.

Data yang telah diperoleh dari hasil penyelidikan dan survei lapangan dianalisis menggunakan rumus produktivitas dalam buku Alat Berat karangan Rochmanhadi Departemen Pekerjaan Umum (1985). bertujuan untuk mengetahui nilai kerja dari produktivitas alat berat yang diteliti. Dari hasil analisis tersebut, peneliti dapat mengetahui berapa nilai produktivitas dari alat tersebut serta dapat mengetahui kombinasi dan komposisi jumlah alat berat di lapangan.

3.5 Diagram Alur



Gambar 3.5 Flowchart Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 ANALISIS DATA PERHITUNGAN VOLUME

GALIAN/TIMBUNAN

4.1.1 Perhitungan Produktifitas Alat

1. *Excavator*

Excavator mempunyai fungsi yaitu untuk menggali tanah dan untuk memindahkan tanah ke dump truck. Berikut ini perhitungan alat berat *excavator*.

Berdasarkan data yang didapatkan sebagai berikut :

Tipe	= Komatsu
Kapasitas bucket	= 0,93 m ³
Efesiensi Kerja	= 0,75 data dapat dilihat pada (tabel 2.1)
Faktor bucket	= 0,50 data dapat dilihat pada (tabel 2.2)
Waktu gali	= 9,41 data dapat dilihat pada (tabel 4.1)
Waktu putar isi	= 4,22 data dapat dilihat pada (tabel 4.1)
Waktu buang	= 3,65 data dapat dilihat pada (tabel 4.1)
Waktu putar kosong	= 3,45 data dapat dilihat pada (tabel 4.1)

Berikut adalah rekapitulasi data hasil pengamatan lapangan waktu siklus *excavator* Pada tabel 4.1 :

Pengamatan di lapangan menghitung waktu siklus *excavator*, mulai dari pengamatan waktu pada saat *excavator* menggali, setelah menggali pengamatan waktu putar (isi), lalu pengamatan waktu buang dan pengamatan waktu putar (kosong). Pengamatan *excavator* dilakukan hingga 10 kali siklus.

Tabel 4.1 Data Pengamatan Waktu Siklus *Excavator*

Siklus	Gali	Putar (isi)	Buang	Putar (kosong)
	Waktu (detik)			
1	9,58	3,45	4,11	3,10
2	9,54	3,21	3,45	3,22
3	9,44	4,20	3,54	3,45
4	9,45	3,26	3,56	4,21
5	9,21	3,55	4,1	3,43
6	9,45	4,55	3,52	4,11
7	8,44	4,42	3,29	3,32
8	9,23	5,43	4,12	3,24
9	10,35	4,55	3,34	3,26
10	9,41	5,58	3,44	3,11
Rata - rata	9,41	4,22	3,65	3,45
Waktu siklus Rata - rata	20,72			

Sumber : Hasil Pengamatan Lapangan

Merujuk pada penelitian Syamsul Arif Nugraha, (2020). Waktu siklus *excavator* (Gali, Buang, Putar) menggunakan nilai rata-rata sampel yang diambil, bukan dari nilai yang terbesar atau terkecil.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus (Cm)} &= \text{Waktu gali} + \text{Waktu putar isi} + \text{Waktu buang} + \text{Waktu putar kosong} \\
 &= 9,41 + 4,22 + 3,65 + 3,45 \\
 &= 20,72 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Produktivitas excavator per jam (m^3/jam)

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{q \times k \times 3600 \times E}{\text{cm}} \\
 &= \frac{0,93 \times 0,5 \times 3600 \times 0,75}{20,72} \\
 &= 60,59 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

2. *Dump truck*

Kecepatan *dump truck* pada kondisi bermuatan dan pada kondisi kosong dapat dicari dari perhitungan secara teoritis dari hasil pengamatan, sebagai berikut contoh perhitungannya :

a. Kondisi bermuatan

$$\text{Jarak pembuangan (d)} = 6 \text{ km}$$

$$\text{Waktu perjalanan (t)} = 11,40 \text{ menit} \approx 0,19 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned}\text{Kecepatan (v)} &= \frac{d}{t} \\ &= \frac{6}{0,190} = 31,58 \text{ km/jam}\end{aligned}$$

b. Kondisi Kosong

$$\text{Jarak pembuangan (d)} = 6 \text{ km}$$

$$\text{Waktu perjalanan (t)} = 8,80 \text{ menit} \approx 0,147 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned}\text{Kecepatan (v)} &= \frac{d}{t} \\ &= \frac{6}{0,147} = 40,9 \text{ km/jam}\end{aligned}$$

Berdasarkan data yang didapatkan sebagai berikut :

$$\text{Kapasitas bak (c)} = 4 \text{ Ton}$$

$$\text{Kapasitas bucket excavator} = 0,93 \text{ m}^3$$

$$\text{Faktor bucket excavator} = 0,50 \text{ data dapat dilihat pada (tabel 2.2)}$$

$$\text{Waktu siklus excavator} = 20,72 \text{ detik} \approx 0,339 \text{ menit}$$

$$\text{Efisiensi kerja (E)} = 0,75 \text{ data dapat dilihat pada (tabel 2.1)}$$

$$\text{Jarak angkut (D)} = 6 \text{ km}$$

$$\text{Kecepatan bermuatan (v}_1\text{)} = 31,58 \text{ km/jam} = 526 \text{ m/menit}$$

$$\text{Kecepatan kembali (v}_2\text{)} = 40,9 \text{ km/jam} = 681,7 \text{ m/menit}$$

$$\text{Waktu buang (t}_1\text{)} = 0,6 \text{ menit data dapat dilihat pada (tabel 2.5)}$$

$$\text{Waktu tunggu (t}_2\text{)} = 0,3 \text{ menit data dapat dilihat pada (tabel 2.6)}$$

Tabel 4.2 Waktu Perjalanan *Dump Truck* dari Proyek ke Quarry

Sumber : Hasil Pengamatan Lapangan

No	Tanggal	Waktu (menit)		Waktu Perjalanan(menit)
		Proyek	Quarry	
1	25/05/2022	13.15	13.24	9
2	25/05/2022	13.33	13.41	8
3	25/05/2022	14.55	15.04	9
4	30/06/2022	10.10	10.19	9
5	30/06/2022	10.33	10.43	10
6	30/06/2022	14.22	14.31	9
7	30/06/2022	14.44	15.53	9
8	02/05/2022	14.01	14.09	8
9	02/05/2022	14.23	14.32	9
10	02/05/2022	14.46	14.54	8
Rata - Rata				8,80

Tabel 4.3 Waktu Perjalanan *Dump Truck* dari Quarry ke Proyek

Sumber : Hasil Pengamatan Lapangan

No	Tanggal	Waktu (menit)		Waktu Perjalanan(menit)
		Quarry	Proyek	
1	25/05/2022	13.30	13.41	11
2	25/05/2022	13.51	14.03	12
3	25/05/2022	15.03	15.15	12
4	30/06/2022	10.56	11.06	10
5	30/06/2022	11.24	11.36	12
6	30/06/2022	09.39	09.50	11
7	30/06/2022	09.59	10.11	12
8	02/06/2022	14.57	15.08	11
9	02/06/2022	15.11	15.23	12
10	02/06/2022	15.26	15.37	11
Rata - Rata				11,40

Produktivitas *dump truck* yang dimuat oleh *excavator*

Jumlah siklus *excavator* untuk mengisi *dump truck* (n)

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{c}{q \times k} \\
 &= \frac{4}{0,93 \times 0,50} \\
 &= 8,60 \approx 8 \text{ kali siklus}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus (Cm)} &= n \times Cms + \frac{D}{v_1} + \frac{D}{v_2} + t_1 + t_2 \\
 &= (8 \times 0,339) + \frac{6000}{525} + \frac{6000}{681,7} + 0,6 + 0,3 \\
 &= 2,71 + 11,4 + 8,8 + 0,9 \\
 &= 23,839 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Produktivitas *dump truck* per jam (m^3/jam)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{C \times 60 \times E}{C_m} \\ &= \frac{4 \times 60 \times 0,75}{23,839} \\ &= 7,551 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

4.1.2 Perhitungan Biaya Sewa Alat

Perhitungan biaya sewa alat menggunakan Harga Satuan Pokok Kegiatan Bidang Ke PU an Provinsi Kalimantan Utara Tahun Anggaran 2021, daftar harga yang didapat, harga sewa alat Tanjung Palas Utara perjam *excavator* dan *dump truck*, karena harga sewa alat sesuai dengan lokasi kegiatan proyek. Untuk biaya bahan bakar dan operator didapatkan dari hasil wawancara pelaksana lapangan.

1. *Excavator*

Merek	= Komatsu
Harga sewa alat berat (A)	= Rp 501.830,65 /jam (data pada lampiran 1)
Bahan bakar (B)	= 15 liter/jam x Rp 9000/liter = Rp 135.000 /jam
Operator (C)	= Rp 5.000.000/bulan = Rp 5.000.000 / 210 jam = Rp 23.810 /jam
Harga sewa	= A + B + C = Rp 501.830,65+ Rp 135.000 + Rp 23.810 = Rp 660.640,17/jam

2. *Dump truck*

Merek	= Mitsubishi Fuso (CDD)
Tipe/Jenis	= Kapasitas bak 4 ton
Harga sewa alat berat	= Rp 254.376,70 /jam (data pada lampiran 1)

4.1.3 Analisis Perhitungan Kombinasi Alat Berat

Berikut ini adalah beberapa kombinasi alternatif yang akan dianalisis berdasarkan perhitungan produktivitas dan biaya sewa alat *excavator* dan *dump truck*.

1. Kondisi Asli Lapangan (*Existing*)

Dari pengumpulan data yang diperoleh dapat dilakukan analisis alternatif berdasarkan perhitungan produktivitas alat dan biaya sewa alat. Pada kondisi asli lapangan (*existing*) digunakan alat berat pada galian berupa 1 unit

excavator kapasitas 0,93 m³ dan 3 unit *dump truck* kapasitas 4 ton. Berikut adalah perhitungan kondisi asli lapangan (*existing*).

a. *Excavator*

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Alat (n)} &= 1 \text{ Unit} \\
 \text{Volume galian} &= 525,00 \text{ m}^3 \\
 \text{Produksi } \textit{Excavator} \text{ per jam (Q)} &= 60,59 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Produksi } \textit{Excavator} \text{ seluruh alat} &= Q \times n \\
 &= 60,59 \times 1 \\
 &= 60,59 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Waktu Kerja } \textit{Excavator} &= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi excavator seluruh alat}} \\
 &= \frac{525,00}{60,59} \\
 &= 8,67 \text{ jam} \approx 8 \text{ jam} \\
 \text{Biaya sewa alat per jam} &= \text{Rp } 660.640,17/\text{jam} \\
 \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Harga sewa} \times \text{Waktu kerja} \times n \\
 &= \text{Rp } 660.640,17 \times 8 \times 1 \text{ Unit} \\
 &= \text{Rp } 5.285.121,-
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan (*existing*), *excavator* memiliki durasi pekerjaan 8 jam dengan biaya sebesar Rp 5.285.121,-

b. *Dump truck*

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Alat (n)} &= 3 \text{ Unit} \\
 \text{Volume galian} &= 525,00 \text{ m}^3 \\
 \text{Produksi } \textit{Dump truck} \text{ per jam (Q)} &= 7,55 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 \text{Waktu Kerja } \textit{Dump truck} &= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi dump truck seluruh alat}} \\
 &= \frac{525,00}{22,65} \\
 &= 23,18 \text{ jam} \approx 23 \text{ jam} \\
 \text{Biaya sewa alat per jam} &= \text{Rp } 254.376,70 /\text{jam} \\
 \text{Biaya total sewa alat} &= \text{Harga sewa} \times \text{Waktu kerja} \times n \\
 &= \text{Rp } 254.376,70 \times 23 \times 3 \text{ Unit} \\
 &= \text{Rp } 17.687.256,-
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan (*existing*), *dump truck* memiliki durasi pekerjaan 23 jam dengan biaya sebesar Rp 17.687.256,-

Tabel 4.4 Rekapitulasi Perhitungan *Existing*

<i>Existing</i>				
Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (jam)	Harga Sewa per jam (Rp)	Biaya (Rp)
<i>Excavator</i>	1	8	Rp660.640,17	Rp5.285.121
<i>Dump truck</i>	3	23	Rp254.376.70	Rp17.687.256
Total		31		Rp22.972.387

Sumber : Analisa Data

2. Analisis Alternatif 1

Pada alternatif 1 digunakan alat berat untuk pekerjaan galian berupa 3 unit *excavator* kapasitas *bucket* 0,93 m³. Jumlah *dump truck* menyesuaikan produktivitas *excavator* pada tiap galian.

a. *Excavator*

Perhitungan pekerjaan galian menggunakan *excavator* kapasitas *bucket* 0,93 m³.

Jumlah Alat (n) = 3 Unit

Volume galian = 525,00 m³

Produksi *Excavator* per jam (Q) = 60,59 m³/jam

Produksi *Excavator* seluruh alat = Q x n
= 181,76 m³/jam

Waktu Kerja *Excavator* = $\frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi excavator seluruh alat}}$
= $\frac{525,00}{181,76}$
= 2,78 jam $\approx$ 2 jam

Biaya sewa alat per jam = Rp 660.640,17/jam

Biaya total sewa alat = Harga sewa x Waktu kerja x n
= Rp 660.640,17 x 2 x 3 Unit
= Rp 3.963.841,-

Dari hasil perhitungan alternatif 1, *excavator* memiliki durasi pekerjaan 2 jam dengan biaya sebesar Rp 3.963.841,-

b. *Dump truck* = 2 unit

Volume galian = 525,00m³

Produksi *Dump truck* per jam (Q) = 7,55 m³/jam

Waktu Kerja *Dump truck* = $\frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi dump truck seluruh alat}}$

= $\frac{525,00}{15,101}$

= 34,86 jam ≈ 35 jam

Biaya sewa alat per jam = Rp 254.376,70 /jam

Biaya total sewa alat = Harga sewa x Waktu kerja x n

= Rp 254.376,70 x 35 x 2 Unit

= Rp 17.806.369,-

Dari hasil perhitungan alternatif 1, *dump truck* memiliki durasi pekerjaan 35 jam dengan biaya sebesar Rp 17.806.369,-

Tabel 4.5 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 1

Alternatif 1				
Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (jam)	Harga Sewa per jam (Rp)	Biaya (Rp)
<i>Excavator</i>	3	2	Rp660.640,17	Rp3.963.841
<i>Dump truck</i>	2	35	Rp254.376,70	Rp17.806.369
Total		37		Rp21.770.210

Sumber : Analisa Data

3. Analisis Alternatif 2

Pada alternatif 2 digunakan alat berat untuk pekerjaan galian berupa 2 unit *excavator* kapasitas *bucket* 0,93 m³. Jumlah *dump truck* menyesuaikan produktivitas *excavator* pada tiap galian.

a. *Excavator*

Perhitungan pekerjaan galian menggunakan *excavator* kapasitas *bucket* 0,93 m³.

Jumlah Alat (n) = 2 Unit

Volume galian = 525,00 m³

Produksi *Excavator* per jam (Q) = 60,59 m³/jam

Produksi *Excavator* seluruh alat = Q x n

= 121,18 m³/jam

$$\begin{aligned}
\text{Waktu Kerja } Excavator &= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi excavator seluruh alat}} \\
&= \frac{525,00}{121,18} \\
&= 4,83 \text{ jam} \approx 4 \text{ jam} \\
\text{Biaya sewa alat per jam} &= \text{Rp } 660.640,17/\text{jam} \\
\text{Biaya total sewa alat} &= \text{Harga sewa} \times \text{Waktu kerja} \times n \\
&= \text{Rp } 660.640,17 \times 4 \times 2 \text{ Unit} \\
&= \text{Rp } 5.724.522,-
\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan alternatif 2, *excavator* memiliki durasi pekerjaan 4 jam dengan biaya sebesar Rp 5.724.522,-

$$\begin{aligned}
\text{b. } Dump truck &= 1 \\
\text{Volume galian} &= 525,00 \text{ m}^3 \\
\text{Produksi } Dump truck \text{ per jam (Q)} &= 7,55 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Waktu Kerja } Dump truck &= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi dump truck seluruh alat}} \\
&= \frac{525,00}{7,55} \\
&= 69,53 \text{ jam} \approx 69 \text{ jam} \\
\text{Biaya sewa alat per jam} &= \text{Rp } 254.376,70 /\text{jam} \\
\text{Biaya total sewa alat} &= \text{Harga sewa} \times \text{Waktu kerja} \times n \\
&= \text{Rp } 254.376,70 \times 69 \times 1 \text{ Unit} \\
&= \text{Rp } 17.551.992,-
\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan alternatif 2, *dump truck* memiliki durasi pekerjaan 69 jam dengan biaya sebesar Rp 17.551.992,-

Tabel 4.5 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 2

Alternatif 2				
Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (jam)	Harga Sewa per jam (Rp)	Biaya (Rp)
<i>Excavator</i>	2	4	Rp660.640,17	Rp5.724.522
<i>Dump truck</i>	1	69	Rp254.376,70	Rp17.551.992
Total		73		Rp23.276.514

Sumber : Analisa Data

4. Analisis Alternatif 3

Pada alternatif 3 digunakan alat berat untuk pekerjaan galian berupa 3 unit *excavator* kapasitas *bucket* 0,93 m³. Jumlah *dump truck* menyesuaikan produktivitas *excavator* pada tiap galian.

a. *Excavator*

Perhitungan pekerjaan galian menggunakan *excavator* kapasitas *bucket* 0,93 m³.

Jumlah Alat (n) = 3 Unit

Volume galian = 525,00 m³

Produksi *Excavator* per jam (Q) = 60,59 m³/jam

Produksi *Excavator* seluruh alat = Q x n
= 181,76 m³/jam

Waktu Kerja *Excavator* = $\frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi excavator seluruh alat}}$
= $\frac{525,00}{181,76}$

= 2,78 jam ≈ 2 jam

Biaya sewa alat per jam = Rp 660.640,17/jam

Biaya total sewa alat = Harga sewa x Waktu kerja x n
= Rp 660.640,17 x 2 x 3 Unit
= Rp 3.963.841,-

Dari hasil perhitungan alternatif 3, *excavator* memiliki durasi pekerjaan 2 jam dengan biaya sebesar Rp 3.963.841,-

b. *Dump truck* = 4

Volume galian = 525,00 m³

$$\begin{aligned}
\text{Produksi Dump truck per jam (Q)} &= 7,55 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Waktu Kerja Dump truck} &= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produksi dump truck seluruh alat}} \\
&= \frac{525,00}{30,20} \\
&= 17,38 \text{ jam} \approx 17 \text{ jam} \\
\text{Biaya sewa alat per jam} &= \text{Rp } 254.376,70 / \text{jam} \\
\text{Biaya total sewa alat} &= \text{Harga sewa} \times \text{Waktu kerja} \times n \\
&= \text{Rp } 254.376,70 \times 17 \times 4 \text{ Unit} \\
&= \text{Rp } 17.297.616,-
\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan alternatif 3, *dump truck* memiliki durasi pekerjaan 17 jam dengan biaya sebesar Rp 17.297.616,-

Tabel 4.7 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 3

Alternatif 3				
Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (jam)	Harga Sewa per jam (Rp)	Biaya (Rp)
<i>Excavator</i>	3	2	Rp660.640,17	Rp3.963.841
<i>Dump truck</i>	4	17	Rp254.376,70	Rp17.297.616
Total		19		Rp21.261.457

4.1.4 Perbandingan Biaya Dan Waktu

Setelah menghitung 3 analisis alternatif kombinasi alat berat, langkah selanjutnya yaitu membandingkan hasil analisis tersebut dengan kondisi di lapangan (*existing*) untuk melihat perbedaan durasi waktu pekerjaan dan biaya sewa alat dari masing-masing kombinasi alat berat. Berikut merupakan hasil rekapitulasi kondisi di lapangan (*existing*) dengan 3 alternatif analisis kombinasi alat berat.

1. Kondisi Asli Lapangan (*existing*)

Tabel 4.6 Rekapitulasi Perhitungan Existing

Existing				
Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (jam)	Harga Sewa per jam (Rp)	Biaya (Rp)
<i>Excavator</i>	1	8	Rp660.640,17	Rp5.285.121
<i>Dump truck</i>	3	23	Rp254.376,70	Rp17.687.256
Total		31		Rp22.972.378

Sumber : Analisa Data

Berdasarkan data dan analisis didapatkan hasil pada tabel 4.8, yang merupakan ringkasan dari perhitungan jumlah alat, biaya dan waktu. Pada kondisi lapangan (*existing*) ini memiliki durasi pekerjaan 31 jam dan membutuhkan biaya sebesar Rp 22.972.378,-. Waktu dan biaya tersebut merupakan hasil perhitungan secara teoritis. Jenis dan jumlah alat berat yang ada di lokasi pekerjaan. Hasil rekapitulasi *existing* ini akan dijadikan perbandingan dengan analisis alternatif kombinasi alat berat untuk mendapatkan selisih durasi pekerjaan dan biaya sewa alat berat.

2. Analisis Alternatif 1

Tabel 4.9 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 1

Alternatif 1				
Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (jam)	Harga Sewa per jam (Rp)	Biaya (Rp)
<i>Excavator</i>	3	2	Rp660.640,17	Rp3.963.841
<i>Dump truck</i>	2	35	Rp254.376,70	Rp17.806.369
Total		37		Rp21.770.210

Sumber : Analisa Data

Pada alternatif 1 ini memiliki durasi pekerjaan 37 jam dan membutuhkan biaya sebesar Rp 21.770.210,-. Alternatif 1 ini akan dibandingkan dengan kondisi di lapangan (*existing*). Untuk mengetahui alternatif mana yang lebih efisien untuk diterapkan pada proyek Galian Tanah Jalan Nasional Tanjung Selor – Sekatak Buji Desa Sungai Uma Tanjung Palas Utara Provinsi Kalimantan Utara.

Pada perhitungan alternatif 1 pekerjaan dapat diselesaikan dalam waktu 37 jam dengan biaya sebesar Rp 21.770.210,-. Berikut adalah rincian perbedaan dengan kondisi di lapangan (*existing*).

$$\begin{aligned} \text{a. Perbandingan Waktu (\%)} &= \frac{37-31}{31} \times 100\% \\ &= +18,68\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Perbandingan Biaya (\%)} &= \frac{\text{Rp}21.770.210 - \text{Rp}22.972.378}{\text{Rp}22.972.378} \times 100\% \\ &= - 5,23 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Selisih Waktu} &= 37 - 31 \\ &= +6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. Selisih Biaya} &= \text{Rp } 21.770.210 - \text{Rp } 22.972.378 \\ &= - \text{Rp } 1.202.167,- \end{aligned}$$

3. Analisis Alternatif 2

Tabel 4.7 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 2

Alternatif 2				
Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (jam)	Harga Sewa per jam (Rp)	Biaya (Rp)
<i>Excavator</i>	2	4	Rp660.640,17	Rp5.724.522
<i>Dump truck</i>	1	69	Rp254.376,70	Rp17.551.992
Total		73		Rp23.276.514

Sumber : Analisa Data

Pada alternatif 2 ini memiliki durasi pekerjaan 73 jam dan membutuhkan biaya sebesar Rp 23.276.514,- . Alternatif 2 ini akan dibandingkan dengan kondisi di lapangan (existing). Untuk mengetahui alternatif mana yang lebih efisien untuk diterapkan pada proyek Galian Tanah Jalan Nasional Tanjung Selor – Sekatak Buji Desa Sungai Uma Tanjung Palas Utara Provinsi Kalimantan Utara.

Pada perhitungan alternatif 2 pekerjaan dapat diselesaikan dalam waktu 73 jam dengan biaya sebesar Rp 23.276.514,- Berikut adalah rincian perbedaan dengan kondisi di lapangan (existing).

$$\begin{aligned} \text{a. Perbandingan Waktu (\%)} &= \frac{73-31}{31} \times 100\% \\ &= + 135,48 \% \\ \text{b. Perbandingan Biaya (\%)} &= \frac{\text{Rp}23.276.514 - \text{Rp}22.972.378}{\text{Rp}22.972.378} \times 100\% \\ &= + 1,32 \% \\ \text{c. Selisih Waktu} &= 73 - 31 \\ &= + 42 \\ \text{d. Selisih Biaya} &= \text{Rp } 23.276.514 - \text{Rp } 22.972.378 \\ &= + \text{Rp } 304.136,63,- \end{aligned}$$

4. Analisis Alternatif 3

Tabel 4.11 Rekapitulasi Perhitungan Alternatif 3

Alternatif 3				
Jenis Alat	Jumlah Alat	Durasi (jam)	Harga Sewa per jam (Rp)	Biaya (Rp)
<i>Excavator</i>	3	2	Rp660.640,17	Rp3.963.841
<i>Dump truck</i>	4	17	Rp254.376,70	Rp17.297.616
Total		19		Rp21.261.457

Sumber : Analisa Data

Pada alternatif 3 ini memiliki durasi pekerjaan 19 jam dan membutuhkan biaya sebesar Rp 21.261.457,- . Alternatif 3 ini akan dibandingkan dengan kondisi di lapangan (existing). Untuk mengetahui alternatif mana yang lebih efisien untuk diterapkan pada proyek Galian Tanah Jalan Nasional Tanjung Selor – Sekatak Buji Desa Sungai Uma Tanjung Palas Utara Provinsi Kalimantan Utara.

Pada perhitungan alternatif 3 pekerjaan dapat diselesaikan dalam waktu 19 jam dengan biaya sebesar Rp 21.261.457,-. Berikut adalah rincian perbedaan dengan kondisi di lapangan (existing).

$$\begin{aligned} \text{a. Perbandingan Waktu (\%)} &= \frac{19-31}{31} \times 100\% \\ &= - 39,06 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Perbandingan Biaya (\%)} &= \frac{\text{Rp}21.261.457 - \text{Rp}22.972.378}{\text{Rp}22.972.378} \times 100\% \\ &= - 7,45\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Selisih Waktu} &= 19 - 31 \\ &= - 12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. Selisih Biaya} &= \text{Rp } 21.261.457 - \text{Rp } 22.972.378 \\ &= - \text{Rp } 1.710.921,- \end{aligned}$$

4.2 Pembahasan

4.2.1 Nilai Produktivitas

Berdasarkan data serta pengamatan dan analisis perhitungan produktivitas alat berat didapatkan hasil nilai produktivitas *excavator* 60,59 m³/jam dan *dump truck* 7,55 m³/jam.

4.2.2 Hasil Perhitungan Kombinasi Alat Berat

Dari hasil perhitungan alternatif 1, alternatif 2 dan alternatif 3 dapat dilihat pada hasil rekapitulasi pebandingan alternatif kombinasi alat berat ditinjau dari segi biaya dan waktu. Berikut ini perhitungannya :

Tabel 4.8 Rekapitulasi Perbandingan dengan Kondisi *Existing*

Keterangan		<i>Existing</i>	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Jenis Alat	<i>Excavator</i>	1	3	2	3
	<i>Dump Truck</i>	3	2	1	4
Biaya	Rp	Rp22.972.378	Rp21.770.210	Rp23.276.514	Rp21.261.457
	%	100%	-5,23	+1,32	-7,45
Waktu	Jam	31	37	73	19
	%	100%	+18,68	+135,48	-39,06

Sumber : Hasil Perhitungan Perbandingan Dengan Kondisi Asli Lapangan

Pada tabel 4.12 dapat dilihat perbandingan antara ketiga alternatif. Pada alternatif 1 menggunakan alat berat 3 unit *excavator* dan 2 unit *dump truck*. Pada alternatif 2 menggunakan alat berat 2 unit *excavator* dan 1 *dump truck*. Pada alternatif 3 menggunakan alat berat 3 unit *excavator* dan 4 *dump truck*. Pada perhitungan perbandingan kondisi di lapangan (*existing*) dengan kondisi alternatif, Dari segi biaya, perhitungan alternatif 3 yang menggunakan 3 unit *excavator* dan 4 unit *dump truck* memiliki biaya yang lebih murah di bandingkan dengan *Existing* dan alternatif lainnya, dan juga memiliki waktu yang lebih singkat.

dibanding dengan kondisi di lapangan (*existing*) dan juga alternatif lainnya, yaitu sebesar Rp -1.710.921,- (-7,45%) dan memiliki selisih waktu kerja selama -12 jam (-39,06%) yang artinya lebih cepat dari kondisi di lapangan (*existing*). Berdasarkan hasil perhitungan alternatif 3 sangat direkomendasikan untuk diterapkan pada pelaksanaan Proyek Galian Tanah Jalan Nasional Tanjung Selor – Sekatak Buji Desa Sungai Uma Tanjung Palas Utara Provinsi Kalimantan Utara.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data serta pengamatan dan pembahasan pada proyek Galian Tanah Jalan Nasional Tanjung Selor – Sekatak Buji Desa Sungai Uma Tanjung Palas Utara Provinsi Kalimantan Utara, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai produktivitas alat berat Excavator Komatsu 80-140 HP sebesar 60,59 m³/jam, dan dump truck Mitsubishi fuso 4 ton sebesar 7,55 m³/jam
2. Berdasarkan perbandingan alternatif 1, 2 dan 3, kesimpulan yang didapatkan bahwa alternatif 3 yang memiliki selisih waktu kerja paling cepat untuk menyelesaikan pekerjaannya dan memiliki biaya lebih murah dibanding *existing*.

5.2 Saran

Berdasarkan analisa yang dilakukan, maka penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat menambahkan alat berat dengan berbagai jenis alat berat yang berbeda.
2. Untuk penelitian selanjutnya menggunakan perhitungan metode lain, sehingga dapat dijadikan sebagai perbandingan untuk penelitian selanjutnya.
3. Untuk penelitian selanjutnya dapat menggunakan pekerjaan galian pasir atau batu, sehingga dapat di jadikan perbandingan.
4. Untuk penelitian selanjutnya dapat mengkombinasikan alat yang berbeda-beda misalnya *excavator* kecil dan besar sehingga dapat di buat perbandingan

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Binamarga. 2018. Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Kontruksi Jalan dan Jembatan Divisi III . Jakarta.
(https://binamarga.pu.go.id/v3/assets/files/NSPK/pembangunan_jalan/2018_Spesifikasi%20Umum%202018%20TERKENDALI%20FINAL.pdf.
Diakses Pada Tanggal 10 April 2022)
- Ghafur Abdul. 2012. *Analisa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Pelaksanaan Pematangan Lahan Untuk Pembuatan Workshop Di Kab.Malinau Pada Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Kalimantan Timur*. Univesitas 17 Agustus. Samarinda
(<http://ejurnal.untagsmd.ac.id/index.php/TEK/article/view/124>.Diakses
Pada tanggal 10 april 2022)
- Nugraha Syamsul Arif. 2020. Analisis Produktivitas Excvator dan Dump Truk (Studi Kasus : Proyek Peningkatan Ruas Jalan Yogyakarta – Baranganan (imogiri), Bantul, Daerah Istimewah Yogyakarta). Universitas Islam Indonesia.Yogyakarta.
(<https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/28675/13511171%20Syamsul%20Arif%20Nugraha.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.Diakses
Pada Tanggal 20 maret 2022)
- Rochmanhadi. 1985. *Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Rochmanhadi. 1992. *Alat-Alat Berat dan Penggunaannya*. YBPPU. Jakarta.
- Roshindra. 2019. Analisis Kombinasi Alat Berat Excavator dan Dump Truck Pada Pekerjaan Tanah. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
(<https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/15944/12511026.pdf?sequence=18&isAllowed=y> Diakses Pada Tanggal 16 maret 2022

Rostiyanti Susy Fatena. 2008. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. PT RINEKA CIPTA.Jakarta.

Suryo. 2019. Analisis Produktivitas Kombinasi Alat Berat Galian Terhadap Biaya dan Waktu. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.(https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/15971/1_2511259.pdf?sequence=22&isAllowed=y Diakses Pada Tanggal 16 Maret 2022

LAMPIRAN

Lampiran 1

HARGA SATUAN POKOK KEGIATAN PEMERINTAH KABUPATEN BULUNGAN PROVINSI KALIMANTAN UTARA 2021

NO	URAIAN	KODE	SATUAN	KAB BULUNGAN		
				Tanjung Selor	Tj Palas Timur	Tj Palas Utara
24	CONCRETE CUTTER 130 feet/mnt	E76	Rp/jam	51.848,14	51.848,14	51.848,14
25	CONCRETE MIXER 0.3-0.6 M3	E06	Rp/jam	87.184,43	88.907,16	88.359,38
26	CONCRETE PAN MIXER	E43	Rp/jam	284.198,45	286.742,32	285.972,71
27	CONCRETE PUMP	E28	Rp/jam	609.410,12	621.917,63	617.985,12
28	CONCRETE VIBRATOR	E20	Rp/jam	57.878,25	58.393,57	58.231,05
29	Concrete Mixer (350)	E47	Rp/jam	76.808,43	78.210,97	77.762,39
30	CRANE 10-15 TON	E07	Rp/jam	576.842,89	588.441,50	584.797,40
31	CRANE ON TRACK 35 TON	E31	Rp/jam	1.191.025,93	1.206.186,14	1.201.555,54
32	CRANE ON TRACK 75-100 TON	E51	Rp/jam	2.224.250,03	2.250.898,63	2.242.806,17
33	CONCRETE MIXER	E79	Rp/jam	344.957,14	344.957,14	344.957,14
34	DUMP TRUCK 3 - 4 M3	E08	Rp/jam	249.508,14	256.659,14	254.376,70
		E09	Rp/jam	375.138,99	388.276,32	
36	EXCAVATOR 80-140 HP	E10	Rp/jam	494.478,66	505.217,00	501.830,65
			Rp/jam	557.173,92	569.599,50	
38	FLAT BED TRUCK 3-4 TON	E11	Rp/jam	286.792,64	293.392,64	291.267,64
39	FULVI MIXER	E27	Rp/jam	988.362,66	1.018.858,28	1.009.186,64

LAMPIRAN 2 TABEL HASIL PENGAMATAN LAPANGAN

LAMPIRAN 2.1

Siklus	Gali	Putar (isi)	Buang	Putar (kosong)
	Waktu (detik)			
1	9,58	3,45	4,11	3,10
2	9,54	3,21	3,45	3,22
3	9,44	4,20	3,54	3,45
4	9,45	3,26	3,56	4,21
5	9,21	3,55	4,1	3,43
6	9,45	4,55	3,52	4,11
7	8,44	4,42	3,29	3,32
8	9,23	5,43	4,12	3,24
9	10,35	4,55	3,34	3,26
10	9,41	5,58	3,44	3,11
Rata - rata	9,41	4,22	3,65	3,45
Waktu siklus Rata - rata	20,72			

LAMPIRAN 2.2

Siklus	Gali	Putar (isi)	Buang	Putar (Kosong)
	Waktu (detik)			
1	8,54	3,55	3,01	4,2
2	9,01	4,57	3,55	3,55
3	8,5	4,57	4,11	4,51
4	9,55	4,54	3,54	3,57
5	9,38	4,94	3,2	3,45
6	9,56	3,34	4,1	3,58
7	9,55	4,36	3,55	3,59
8	8,58	4,27	3,44	3,54
9	8,41	3,25	3,37	3,45
10	9,22	4,56	3,2	3,57
Rata - rata	9,03	4,20	3,51	3,70
Waktu siklus Rata - rata	20,43			

LAMPIRAN 2.3

Siklus	Gali	Putar (isi)	Buang	Putar (Kosong)
	Waktu (detik)			
1	7,45	4,5	3,57	3,56
2	10,59	4,33	3,38	3,46
3	10,57	5,12	4,11	3,59
4	9,47	3,54	3,45	4,2
5	8,46	4,59	3,55	3,58
6	9,55	3,57	4,52	4,5
7	9,45	4,12	3,31	3,56
8	9,56	4,09	4	4,1
9	9,35	3,5	3,55	3,47
10	8,55	3,25	4,15	3,23
Rata - rata	9,3	4,06	3,76	3,73
Waktu siklus Rata - rata	20,85			

LAMPIRAN 2.4

No	Tanggal	Waktu (menit)		Waktu Perjalanan(menit)
		Proyek	Quarry	
1	20/06/2022	13.15	13.24	9
2	22/06/2022	10.30	10.38	8
3	22/06/2022	14,21	14.30	9
4	22/06/2022	14.10	14.19	9
5	22/06/2022	14.26	14.36	10
6	27/06/2022	09.22	09.31	9
7	27/06/2022	10.11	10.20	9
8	27/06/2022	10.36	10.44	8
9	27/06/2022	14.09	14.18	9
10	27/06/2022	14.39	14.47	8
Rata - Rata				8,80

LAMPIRAN 2.5

No	Tanggal	Waktu (menit)		Waktu Perjalanan(menit)
		Quarry	Proyek	
1	20/06/2022	13.30	13.41	11
2	22/06/2022	10.51	11.03	12
3	22/06/2022	14.35	14.47	12
4	22/06/2022	14.26	14.36	10
5	22/06/2022	14.24	14.36	12
6	27/06/2022	09.39	09.50	11
7	27/06/2022	10.28	10.40	12
8	27/06/2022	14.54	15.05	11
9	27/06/2022	14.23	14.35	12
10	27/06/2022	14.58	15.09	11
Rata - Rata				11,40

LAMPIRAN 3 FOTO LAPANGAN



LAMPIRAN 3.1



PAKET PEKERJAAN	PRESERVASI JALAN TJ. SELOR - SP. 3 TJ. PALAS - SEKATAK BUJI		
KEGIATAN	QUARRY		
STA			
KONDISI	%		





Project	preservasi jalan tanjung Selor - sp.3 tj.palas - Sekatak buji
jenis pekerjaan	Requast perbaiki jalan berlubang
kontraktor	PT. CAHAYA BARU PRIMA
STA	27+775
koordinat	3.0868, 117.2147