

Optimalisasi Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Tanah Bangunan Pelimpah Atau *Spillway* (Studi Kasus Proyek Bendungan Sepaku-Semioi)

Irzam Syamsuddin^{1,*},
Ezra Hartarto Pongtuluran¹, Desak Made Ristia Kartika²,
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Balikpapan
irzamsyam08@gmail.com

Info Artikel	Abstract
Diajukan Diperbaiki Disetujui Keywords: <i>Spillway, Efficient, dan Optimal.</i>	<p><i>The Sepaku-Semioi Dam construction project has a land area of about 378 hectares, so the use of heavy equipment is required to assist the work on the Sepaku-Semioi Dam construction project. The use of this heavy equipment serves to streamline time and can optimize a job in the project. Therefore, precise calculations are needed to optimize the use of heavy equipment in a work item by knowing the productivity value of the heavy equipment used in order to produce the right or optimum time and cost of work. The process to obtain data that will be used for the purposes of this research uses two methods, namely literature review and field review. From the research results obtained: the value of production work per hour, namely excavator 135.15 m³/hour, dumb truck 22.35 m³/hour, and bulldozer 112.56 m³/hour; the amount of use of heavy equipment is the analytical calculation using 4 units of excavators, 26 units of dumb trucks, and 1 unit of bulldozer, the original condition of the field uses 2 units of excavators, 14 units of dumb trucks, and 1 unit of bulldozer, alternative calculation 1 uses 3 units of excavators, 18 units dumb truck, and 1 unit of bulldozer, and alternative calculation 2 using 4 units of excavator, 21 units of dumb truck, and 2 units of bulldozer; the duration of the execution of the work is the calculation of the analysis for 123 days, the calculation of the original condition of the field for 163 days, the calculation of alternative 1 for 208 days, and the calculation of alternative 2 for 134 days; and the total cost of using heavy equipment, namely the analytical calculation of Rp. 8,981,622,000.00, the calculation of the original field conditions of Rp. 8,879,608,750.00, the calculation of alternative 1 of Rp. 8,753,465,000.00, and the calculation of alternative 2 of Rp. 8. 988,980,000.00. So that the more optimal use of heavy equipment is alternative 2, namely using 4 excavator units, 21 dumb trucks, and 2 bulldozer unit. The duration of the work is 208 days and the total cost of using heavy equipment is Rp. 8,988,980,000.00.</i></p>
Kata kunci: Bangunan Pelimpah, Efisien, dan Optimal.	<p>Abstrak</p> <p>Proyek pembangunan Bendungan Sepaku-Semioi memiliki luas lahan sekitar 378 hektare, sehingga dibutuhkan penggunaan alat berat untuk membantu jalannya pekerjaan pada proyek pembangunan Bendungan Sepaku-Semioi tersebut. Penggunaan alat berat ini berfungsi untuk mengefisienkan waktu dan dapat mengoptimalkan suatu pekerjaan dalam proyek tersebut. Maka dari itu dibutuhkan perhitungan yang tepat untuk mengoptimalkan penggunaan alat berat dalam suatu item pekerjaan dengan mengetahui nilai produktivitas alat berat yang digunakan agar menghasilkan waktu dan biaya pekerjaan yang tepat atau optimum. Proses untuk mendapatkan data yang akan digunakan untuk keperluan penelitian ini menggunakan dua metode yaitu tinjauan pustaka dan tinjauan lapangan. Dari hasil penelitian didapatkan: nilai produksi kerja per jam yaitu <i>excavator</i> 135,15 m³/jam, <i>dumb truck</i> 22,35 m³/jam, dan <i>bulldozer</i> 112,56 m³/jam; jumlah penggunaan alat berat yaitu perhitungan analisis menggunakan 4 unit <i>excavator</i>, 26 unit <i>dumb truck</i>, dan 1 unit <i>bulldozer</i>, kondisi asli lapangan menggunakan 2 unit <i>excavator</i>, 14 unit <i>dumb truck</i>, dan 1 unit <i>bulldozer</i>, perhitungan alternatif 1 menggunakan 3 unit <i>excavator</i>, 18 unit <i>dumb truck</i>, dan 1 unit <i>bulldozer</i>, dan perhitungan alternatif 2 menggunakan 4 unit <i>excavator</i>, 21 unit <i>dumb truck</i>, dan 2 unit <i>bulldozer</i>; durasi waktu pelaksanaan pekerjaan yaitu perhitungan analisis selama 123 hari, perhitungan kondisi asli lapangan selama 163 hari, perhitungan alternatif 1 selama 208 hari, dan perhitungan alternatif 2 selama 134 hari; serta biaya total penggunaan alat berat yaitu perhitungan analisis sebesar Rp8.981.622.000,00, perhitungan kondisi asli lapangan sebesar Rp8.879.608.750,00, perhitungan alternatif 1 sebesar Rp8.753.465.000,00, dan perhitungan alternatif 2 sebesar Rp8.988.980.000,00. Sehingga penggunaan alat berat yang lebih optimal adalah alternatif 2 yaitu menggunakan 4 unit <i>excavator</i>, 21 unit <i>dumb truck</i>, dan 2 unit <i>bulldozer</i>. Durasi waktu pekerjaan selama 208 hari dan biaya total penggunaan alat berat sebesar Rp.8.988.980.000,00.</p>

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Proyek pembangunan Bendungan Sepaku-Semioi berlokasi di Kecamatan Sepaku Kabupaten Penajam Paser

Utara (PPU). Luas lahan sekitar 378 untuk pembangunan bendungan dengan 342 hektare untuk area genangan dan 32 hektare untuk fisik bendungan, sehingga dibutuhkan penggunaan alat berat untuk membantu jalannya pekerjaan pada proyek Bendungan Sepaku-Semioi.

Penggunaan alat berat ini berfungsi untuk mengefisienkan waktu dan dapat mengoptimalkan suatu pekerjaan dalam proyek tersebut. Akan tetapi penggunaan alat berat yang berlebihan akan menimbulkan kenaikan biaya pekerjaan yang cukup besar. Maka dari itu dibutuhkan perhitungan yang tepat pada penggunaan alat berat dengan mengetahui nilai produktivitas alat berat dan jumlah alat berat yang digunakan agar menghasilkan waktu dan biaya pekerjaan yang optimum.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, pokok permasalahan yang dibahas yaitu berapakah nilai produktivitas setiap alat berat yang digunakan, jumlah alat berat yang dibutuhkan, durasi waktu pelaksanaan pekerjaan serta biaya total dari penggunaan alat berat dalam menyelesaikan pekerjaan galian tanah bangunan pelimpah atau *spillway* pada proyek pembangunan Bendungan Sepaku-Semioi.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini menjadi fokus dan terarah, maka penulis membuat ruang lingkup masalah yang akan dibahas pada penelitian ini, yaitu penelitian dilakukan pada proyek pembangunan Bendungan Sepaku-Semioi khususnya pada pekerjaan galian tanah bangunan pelimpah atau *spillway*, dan alat berat yang ditinjau adalah *excavator*, *dumb truck*, dan *bulldozer*.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukan penelitian ini yaitu mengetahui nilai produktivitas setiap alat berat yang digunakan dalam pekerjaan tersebut, mengetahui jumlah penggunaan alat berat yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut, mengetahui lamanya durasi waktu pelaksanaan pekerjaan tersebut, dan mengetahui biaya total pengeluaran untuk penggunaan alat berat.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapatkan dalam penelitian ini, yaitu menambah pengetahuan bagi penulis dan pembaca mengenai perhitungan penggunaan alat berat yang optimum pada suatu pekerjaan teknik sipil khususnya pada pekerjaan galian tanah pada proyek konstruksi bendungan, serta memberikan opsi atau referensi kepada *owner* atau kontraktor pelaksana dalam pemilihan jenis dan susunan serta jumlah alat berat yang akan digunakan.

2. Landasan Teori

2.1 Pengertian Alat Berat

Alat berat adalah peralatan mesin yang berukuran besar yang didesain untuk melaksanakan fungsi konstruksi seperti konstruksi jalan, bangunan, perkebunan, dan pertambangan. Dalam ilmu teknik sipil, alat berat merupakan alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan suatu pekerjaan proyek pembangunan suatu infrastruktur di bidang konstruksi. Alat berat merupakan faktor penting dalam pelaksanaan proyek, terutama proyek-proyek konstruksi dengan skala yang besar.

2.2 Produktivitas Alat Berat

Secara umum produksi kerja alat berat memiliki prinsip yang sama. Adapun langkah prinsip dasar dari perhitungan produksi kerja alat berat, yaitu: menghitung produksi kerja per siklus yaitu menghitung kapasitas aktual pada setiap alat berat; menghitung waktu siklus yaitu menghitung waktu yang diperlukan untuk merampungkan satu siklus pekerjaan; menghitung produksi kerja kasar (PKK) yaitu menghitung produksi kerja yang dapat dihasilkan dalam satu jam tanpa memperhitungkan faktor-faktor koreksi dan efisiensi; menghitung produksi kerja aktual (PKA) yaitu produksi kerja kasar dikalikan dengan faktor-faktor koreksi dan efisiensi.

Dari keempat prinsip dasar tersebut dapat dirangkum dalam satu rumus produktivitas kerja alat yang umum digunakan, yaitu:

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{Cm} \quad (1)$$

dengan Q = produktivitas kerja per jam (m^3/jam), q = produksi kerja per siklus (m^3), E = efisiensi kerja, dan Cm = waktu siklus (menit)

2.3 Jumlah Penggunaan Alat Berat

Jumlah penggunaan peralatan yang dibutuhkan sangat tergantung pada hal-hal berikut ini: volume pekerjaan yang dihitung dari gambar rencana dan hasil survei; metode yang akan digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan; kondisi tanah atau medan dimana pekerjaan akan dilaksanakan; kondisi cuaca pada waktu pelaksanaan pekerjaan, dan sebagainya. Adapaun rumus yang dapat digunakan untuk menghitung jumlah penggunaan alat:

$$N = \frac{V}{We \times S \times Q} \quad (2)$$

dengan N = jumlah alat berat (unit), V = volume pekerjaan (m^3), We = waktu efektif hari kerja (hari), S = standar jam kerja (jam) dan Q = produksi alat berat (m^3/jam)

2.4 Waktu Pelaksanaan Pekerjaan

Waktu pelaksanaan pekerjaan merupakan lamanya durasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Setiap pekerjaan mempunyai target volume pekerjaan yaitu berapa besar pekerjaan yang dapat dilakukan oleh setiap alat berat secara keseluruhan atau masing-masing dalam jangka waktu satu jam. Waktu pelaksanaan pekerjaan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$T = \frac{V}{Q \times N} \quad (3)$$

dengan T = Waktu pelaksanaan pekerjaan (jam), V = volume pekerjaan (m^3), Q = produksi alat berat (m^3/jam), dan N = jumlah alat berat (unit)

2.5 Estimasi Biaya Alat Berat

Dalam pemilihan alat berat, selalu mempertimbangkan nilai ekonomis dari alat berat tersebut dengan maksud alat berat dapat menguntungkan baik secara ekonomi maupun dalam operasional penyelesaian suatu proyek. Oleh sebab itu perhitungan biaya alat berat menjadi sangat penting karena kesuksesan dan kegagalan suatu kontrak pekerjaan sangat ditentukan oleh biaya peralatan. Dalam menghitung biaya total penggunaan alat yaitu dengan cara biaya sewa alat ditambahkan dengan biaya operasional yaitu biaya bahan bakar alat dan upah operator kemudian dikalikan dengan durasi waktu pelaksanaan pekerjaan dan jumlah alat berat yang digunakan.

3 Metodologi Penelitian

3.1 Metode Penelitian

Pada penelitian ini untuk mendapatkan data penelitian menggunakan dua metode penelitian yaitu tinjauan pustaka dan tinjauan lapangan.

Tinjauan pustaka bertujuan untuk mendapatkan informasi dan data mengenai teori-teori yang berkaitan dengan pokok permasalahan yang diperoleh dari literatur-literatur, bahan kuliah, majalah konstruksi, media internet, serta penelitian terdahulu.

Tinjauan lapangan adalah proses pengumpulan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yang diperoleh langsung dari proyek. Pada metode ini dibagi menjadi dua teknik pengambilan data yaitu wawancara dengan narasumber terkait untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan dan observasi yaitu pengamatan secara langsung di lapangan terhadap kegiatan-kegiatan yang terjadi di lapangan.

3.2 Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian ini dilakukan selama lima bulan pada pekerjaan proyek pembangunan Bendungan Sepaku-Semoi yang berlokasi di Jalan Negara KM.28 Desa Tengin Baru Kecamatan Sepaku Kabupaten Penajam Paser Utara.



Gambar 1. Peta Bendungan Sepaku-Semoi (sumber : google maps)

3.3 Data Penelitian

Sumber data yang digunakan pada penelitian ini terbagi menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder.

Data primer merupakan data yang didapatkan melalui pengamatan langsung di lapangan dan wawancara dengan pihak terkait. Data yang diperlukan untuk penelitian yang termasuk data primer yaitu: jarak buang galian; waktu efisiensi hari kerja dan standar jam kerja; jenis tanah atau material yang dikerjakan; harga sewa alat dan upah operator; dan waktu siklus alat berat.

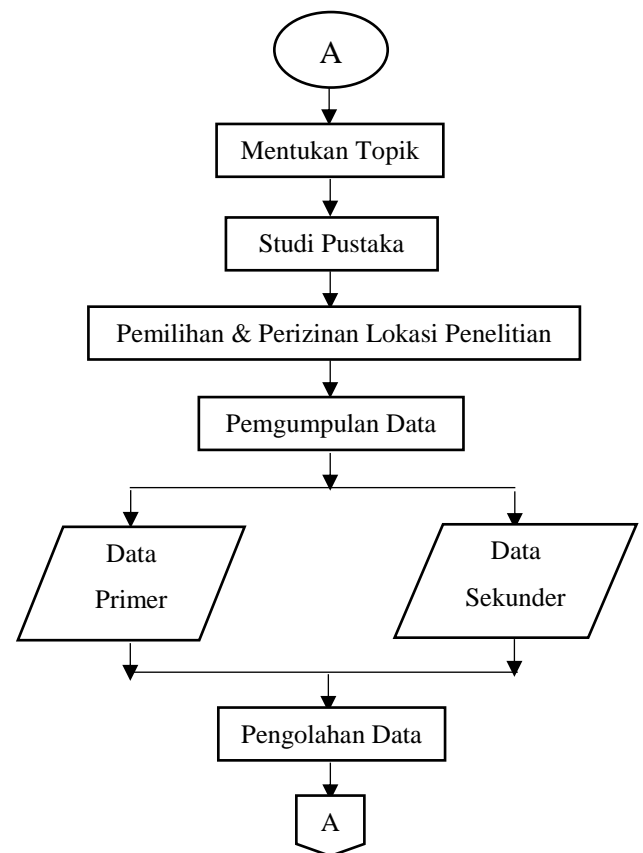
Data sekunder adalah data yang diperoleh pada suatu badan instansi terkait dan sumber-sumber literatur yang didapatkan dari buku atau penelitian terdahulu sehingga dapat langsung digunakan tanpa perlu pengolahannya. Data yang dibutuhkan untuk penelitian yang termasuk data sekunder yaitu: *shop drawing*, *time schedule*, volume pekerjaan, spesifikasi alat berat.

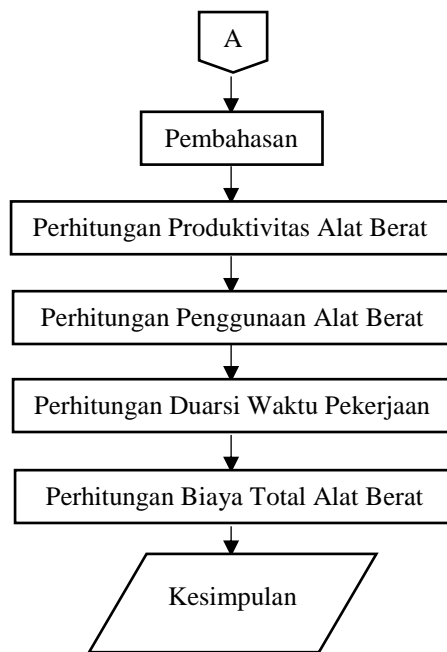
3.4 Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan pengolahan terhadap data-data yang telah dikumpulkan. Adapun tahapan-tahapan dalam melakukan pengolahan data, yaitu: melakukan studi pustaka yang didapat dari berbagai referensi; merangkum teori yang berhubungan dengan alat berat dan hal-hal lain yang saling terkait; mengumpulkan data-data yang didapatkan dari kontraktor pelaksana proyek dan peninjauan secara langsung di lapangan; membuat rekapitulasi data-data yang didapatkan dari peninjauan secara langsung di lapangan menggunakan Microsoft Excel; menghitung produktivitas alat, jumlah alat yang digunakan, durasi waktu pekerjaan, dan biaya total penggunaan alat; membuat kesimpulan.

3.5 Diagram Alur Penelitian

Adapun tahapan alur penelitian adalah sebagai berikut:





Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Data Alat Berat

Jenis alat berat yang digunakan pada pekerjaan galian tanah bangunan pelimpah atau *spillway* proyek pembangunan Bendungan Sepaku-Semioi sebagai perhitungan untuk penelitian berupa: *excavator* dengan merk CAT PC320D, spesifikasi alat yaitu kapasitas *bucket* 1,19 m³ dan tahun pembuatan 2013, serta jumlah alat yang digunakan sebanyak 3 unit; *dumb truck* dengan merk HINO FM 260 JD, spesifikasi alat yaitu kapasitas bak 7,2 m³ dan tahun pembuatan 2017, serta jumlah alat yang digunakan sebanyak 18 unit; *bulldozer* dengan merk CAT D3K2, spesifikasi alat yaitu ukuran *blade* 0,71 m dan 3,12 m, serta jumlah alat yang digunakan sebanyak 1 unit.

4.2 Produktivitas Alat Berat

Menghitung kapasitas produksi kerja per jam pada setiap alat berat berdasarkan data yang didapat dari pengamatan langsung di lapangan berupa waktu siklus dari setiap alat

berat, yang kemudian dihitung menggunakan rumus yang ada pada teori.

Tabel 1. Produktivitas Alat Berat

Jenis Alat	Produksi Kerja/Siklus (m ³)	Waktu Siklus (menit)	PKK (m ³ /jam)	PKA (m ³ /jam)
Excavator	0,95	0,35	162,83	135,15
Dumb Truck	7,6	15,9	28,65	22,35
Bulldozer	1,26	0,45	169	112,56

4.3 Jumlah Penggunaan Alat Berat

Perhitungan ini untuk menentukan jumlah alat berat yang akan digunakan. Diharapkan dari perhitungan mampu mengoptimalkan pekerjaan galian tanah bangunan pelimpah atau *spillway* pada proyek pembangunan Bendungan Sepaku-Semioi dari segi waktu dan biaya.

Tabel 2. Jumlah Penggunaan Alaat Berat

Jenis Alat	Analisis	Kondisi Asli	Alternatif 1	Alternatif 2
		Lapangan		
Excavator	4	3	2	4
Dumb Truck	26	18	14	21
Bulldozer	1	1	1	2

4.4 Durasi Waktu Pekerjaan

Menghitung lamanya durasi waktu pelaksanaan pekerjaan galian tanah berdasarkan waktu efisiensi hari kerja pada proyek Bendungan Sepaku-Semioi yaitu 7 hari dan standar jam kerjanya yaitu 8 jam kerja.

Tabel 3. Durasi Waktu Pekerjaan

Jenis Alat	Analisis	Kondisi Asli	Alternatif 1	Alternatif 2
	(jam)	(jam)	(jam)	(jam)
Excavator	370	493	630	420
Dumb Truck	344	497	630	420
Bulldozer	104	104	140	79
Total	818	109	1400	910

4.5 Biaya Total Penggunaan Alat Berat

Menghitung biaya total penggunaan alat berat berdasarkan perhitungan analisis, kondisi asli lapangan,

dan alternatif dengan mengetahui biaya sewa alat dan biaya operasioanal yang kemudian dikalikan dengan jumlah alat yang digunakan dan durasi waktu pelaksanaan pekerjaan setiap alat berat.

Tabel 4. Biaya Total Penggunaan Alat Berat

Perhitungan	Jenis Alat	Biaya Sewa (Rupiah)	Biaya Operasional (Rupiah)	Biaya Total (Rupiah)	Total (Rupiah)
Analisis	Excavator	518.000.000	331.910.000	829.910.000	8.981.622.000
	Dumb Truck	7.155.200.000	972.660.000	8.127.860.000	
	Bulldozer	16.640.000	6.942.000	23.582.000	
Kondisi Asli Lapangan	Excavator	517.650.000	311.699.250	826.349.250	8.879.608.750
	Dumb Truck	7.156.800.000	972.877.500	8.129.677.500	
	Bulldozer	16.640.000	6.942.000	23.582.000	
Alternatif 1	Excavator	441.000.000	265.545.000	706.545.000	8.753.465.000
	Dumb Truck	7.056.000.000	959.175.000	8.015.175.000	
	Bulldozer	22.400.000	9.345.000	31.745.000	
Alternatif 2	Excavator	588.000.000	354.060.000	942.060.000	8.988.980.000
	Dumb Truck	7.056.000.000	959.175.000	8.015.175.000	
	Bulldozer	22.400.000	9.345.000	31.745.000	

5 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dalam studi kasus ini menunjukkan bahwa nilai produktivitas kerja per jam pada setiap alat berat yang digunakan pada pekerjaan galian tanah bangunan pelimpah atau *spillway* proyek pembangunan Bendungan Sepaku-Semai yaitu *excavator* 135,15 m³/jam, *dumb truck* 22,35 m³/jam, dan *bulldozer* 112,56 m³/jam. Dari perbandingan ketiga perhitungan tersebut, maka perhitungan penggunaan alat berat yang lebih optimal adalah alternatif 2 dengan kombinasi alat berat menggunakan 4 unit *excavator*, 21 unit *dumb truck*, dan 2 unit *bulldozer* dengan durasi waktu pelaksanaan pekerjaan selama 134 hari dan biaya total penggunaan alat berat sebesar Rp.8.988.980.000,00.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, terdapat beberapa saran yang penulis berikan yaitu memperbanyak alternatif dengan kapasitas produksi alat berat yang berbeda,

sehingga dapat menghasilkan waktu dan biaya yang lebih optimal serta dibutuhkan ketelitian dan pemahaman dalam melakukan analisis produktivitas pada pekerjaan tanah khususnya pekerjaan galian untuk memperoleh hasil yang maksimal. Selain itu disarankan untuk penelitian selanjutnya agar mencari tempat studi kasus yang memberikan data yang cukup lengkap. Kemudian untuk proyek-proyek sipil yang berskala besar lainnya agar pekerjaan menjadi optimal dari segi waktu dan biaya sebaiknya dalam penggunaan alat berat menyesuaikan dengan volume pekerjaan atau durasi waktu perencanaan pekerjaan.

6. Daftar Pustaka

- [1] Ansyah, F, Pongtuluran, H. E, dan Mahfud. 2019. Analisis Penggunaan Alat Berat pada Pekerjaan Galian Tanah Pembangunan Masjid Al Muhandis di Politeknik Negeri Balikpapan. *Jurnal Tugas Akhir Teknik Sipil*. 10 (1).
- [2] Putra, H. I, M. 2008. Analisis Pemilihan Alat Berat pada Pekerjaan Galian dan Timbunan Proyek Pembangunan Fakultas Hukum UII (*Heavy Equipment Choice Analysis on Cut and Fill Work of UII Law Construction*). *Skripsi*.

Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia,
Yogyakarta.

- [3] Rahman, T. 2020. Perhitungan Alat Berat *Excavator* dan *Dumb Truck* pada Pekerjaan Galian di Bendungan Semantok. *Tugas Akhir*. Program Studi D3 Teknik Sipil Universitas Jember, Jember.
- [4] Rostiyanti. 2008. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Edisi Kedua, PT. Aneka Cipta. Jakarta. Yuniato, G. N. 2020. Analisa Efektivitas Penggunaan Alat Berat pada Pekerjaan *Cut and Fill* Proyek Pembangunan *Stock Yard Car Carrier Cibitung*. *Tugas Akhir*. Program Studi Teknik Sipil Universitas Persada Indonesia Y.A.I, Jakarta.