

Analisis Manajemen Alat Berat Terhadap Pekerjaan Pondasi Bore Pile Pada Proyek Penggantian Jembatan Bindu

I Kadek Wirastrawan^{1*}, I Made Budiadi², I Gst. Pt. Adi Suartika Putra³

¹ D4 Manajemen Proyek Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali

² D4 Manajemen Proyek Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali

³ D4 Manajemen Proyek Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali

E-mail: dexpop1999@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas alat berat yang akan mempengaruhi waktu dan biaya pada pekerjaan pengeboran pondasi bore pile.

Analisis ini menggunakan metode penelitian deskriptif observasi, dimana penelitian ini dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan yang sudah ditentukan oleh peneliti yaitu pada proyek penggantian Jembatan Bindu dengan variabel bebas yaitu produktivitas alat berat, sedangkan variabel terikat adalah waktu dan biaya penggunaan alat berat. Penelitian dilakukan dengan empat tahapan utama yaitu, (1) Pendeskripsian data survei kondisi lapangan, data spesifikasi alat (2) Produktivitas alat berat, (3) Waktu penyelesaian pekerjaan, (4) Biaya penggunaan alat berat.

Hasil penelitian menunjukkan produktivitas SANY SR 155 berdasarkan perhitungan analitis sebesar 9,22 m/jam, dapat menyelesaikan pekerjaan selama 10 hari serta biaya total penggunaan alat yaitu Rp. 80.378.720, sedangkan besar produktivitas alat berat berdasarkan perhitungan pengamatan lapangan sebesar 8,74 m/jam dan dapat menyelesaikan pekerjaan selama 11 hari serta biaya total penggunaan alat yaitu Rp. 87.816.592. Dan besar produktivitas MAIT HR 130 berdasarkan perhitungan analitis sebesar 1,4 m/jam dan dapat menyelesaikan pekerjaan selama 53 hari serta biaya total penggunaan alat yaitu Rp. 357.380.248, sedangkan besar produktivitas berdasarkan perhitungan pengamatan lapangan sebesar 0,92 m/jam, dapat menyelesaikan pekerjaan selama 80 hari serta biaya total penggunaan alat yaitu Rp. 536.385.280.

Kata Kunci: Alat Berat, Produktivitas Alat Berat, *Bore Pile Machine*, Biaya dan Waktu

Abstract

This study aims to analyze the productivity of heavy equipment which will affect the time and cost of drilling bore pile foundations.

This analysis uses a descriptive observation research method, where this research was conducted by direct observation in the field that has been determined by the researcher, namely the Bindu Bridge replacement project with the independent variable being the productivity of heavy equipment, while the dependent variable is the time and cost of using heavy equipment. The research was carried out in four main stages, namely, (1) Description of field condition survey data, equipment specification data (2) Productivity of heavy equipment, (3) Time to complete work, (4) Cost of using heavy equipment.

The results showed that the productivity of SANY SR 155 based on analytical calculations was 9.22 m/hour, it could complete the work for 10 days and the total cost of using the tool was Rp. 80.378.720, while the productivity of heavy equipment based on the calculation of field observations is 8.74 m/hour and can complete the work for 11 days and the total cost of using the tool is Rp. 87.816.592. And the productivity of MAIT HR 130 based on analytical calculations is 1.95 m/hour and can complete the work for 53 days and the total cost of using the tool is Rp. 357.380.248, while the productivity based on the calculation of field observations is 0.91 m/hour, can complete the work for 80 days and the total cost of using the tool is Rp536.385.280.

Keywords: Heavy Equipment, Heavy Equipment Productivity, *Bore Pile Machine*, Cost and Time

Pendahuluan

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan memiliki jangka waktu. Dalam rangkaian kegiatan tersebut terdapat suatu proses yang mengelola sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan (I Ketut Nudja S,2016). Tentunya dalam sebuah proyek konstruksi perlu adanya suatu manajemen untuk mengatur serta mengelola proyek mengingat dalam suatu proyek konstruksi pastinya melibatkan banyak sumber daya proyek, disamping itu adanya suatu manajemen diharapkan mampu membuat jalannya proyek lancar dan terarah serta bisa mengikuti suatu perkembangan jaman dan teknologi.

Penggunaan alat berat menjadi sebuah faktor penting dalam memudahkan dan mempercepat proses dari suatu pekerjaan terutama pada proyek dengan skala yang besar dan waktu yang terbatas, disamping itu pada pekerjaan yang tidak memungkinkan hanya memanfaatkan tenaga manusia (Tri Purwanto,2016) . Pelaksanaan pekerjaan yang dibantu dengan alat berat tentunya akan memerlukan biaya pekerjaan yang besar mulai dari pengadaan, operasional maupun pemeliharaan alat berat. Biaya yang dibutuhkan untuk pengadaan alat berat tidak sedikit sehingga pentingnya dilakukan pemilihan alat berat karena memberikan pengaruh yang besar terhadap efisiensi dan profitabilitas pada pekerjaan konstruksi (Kelvin Rudy Sutanto,2015).

Penggantian Jembatan Bindu merupakan proyek pembangunan ulang (rekonstruksi) jembatan yang berlokasi di Jalan Gatot Subroto Timur Denpasar. Proyek penggantian Jembatan Bindu ini merupakan proyek yang memiliki skala besar, salah satu pekerjaannya yaitu pekerjaan pondasi bore pile yang memiliki volume yang besar, yang dimana terdiri dari 52 buah bore pile, dimana pada abutmentnya masing-masing terdiri dari 14 buah bore pile dengan diameter 80cm dan pada pier terdapat bore pile sebanyak 24 buah dengan diameter 1 m, sehingga dalam hal ini tentunya tidak cukup hanya menggunakan tenaga manusia, melainkan membutuhkan adanya alat berat. Oleh karena itu perlu adanya penerapan manajemen alat berat untuk perencanaan pekerjaan khususnya di pekerjaan pengeboran lubang bore pile. Penerapan manajemen alat berat ini bertujuan agar perencanaan pekerjaan kedepannya agar bisa lebih baik dari segi efektivitas penggunaan alat berat dimana didalamnya menyangkut waktu dan biaya khususnya pada pekerjaan pengeboran pondasi bore pile.

Metode

Penelitian ini adalah penelitian yang menggunakan metode penelitian deskriptif observasi, dimana penelitian ini dilakukan dengan pengamatan secara langsung di lapangan yang sudah ditentukan oleh peneliti yaitu berada di proyek penggantian Jembatan Bindu. Permasalahan yang di ambil peneliti dengan judul Analisis Manajemen Alat Berat Terhadap Pekerjaan Pondasi Bore Pile Pada Proyek Penggantian Jembatan Bindu, dengan mencari suatu produktivitas alat berat pada pekerjaan pondasi bore pile dengan menggunakan data primer yaitu berupa pengamatan langsung di lapangan dengan memperhatikan jumlah dan jenis alat berat yang bekerja pada pekerjaan pondasi bore pile serta kegiatan alat tersebut, data operator dengan cara pemberian form dan data survei biaya penggunaan alat (pelumas, bahan bakar dan lainnya) secara daring dan kepada penyedia jasa. Data sekunder yang dikumpulkan meliputi data spesifikasi alat dan data gambar rencana proyek. Instrumen penelitian adalah alat – alat yang digunakan dalam membantu untuk pencarian data dan saat menganalisa data adalah handphone Oppo F5, roll meter panjang 50 m, form waktu siklus dan pengalaman kerja operator. Penelitian ini dilakukan dengan 3 tahap yaitu pada tahap pertama melakukan survei di lapangan untuk mencari data kondisi lapangan, waktu siklus alat, data spesifikasi alat dan metode kerja pada proyek Penggantian Jembatan Bindu serta data-data harga bahan dan sewa alat. Kemudian selanjutnya yaitu melakukan analisis data untuk mencari produktivitas alat berat. Dan terakhir yaitu setelah mendapat nilai produktivitas maka dilakukan analisis terhadap waktu dan biaya penyelesaian pekerjaan.

Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini alat berat yang diteliti adalah alat berat bore pile machine SANY SR 155 dan alat berat bore pile machine MAIT HR 130. Perhitungan produktivitas alat berat pada penelitian ini terdapat 2 jenis perhitungan yaitu yang pertama perhitungan produktivitas analitis dan perhitungan produktivitas pengamatan lapangan.

1. Perhitungan Produktivitas
 - a. Perhitungan Produktivitas Analitis

Dalam perhitungan analitis disini pada saat perhitungan waktu siklus karena alat berat bore pile machine sama dengan excavator yaitu excavating atau sama-sama berfungsi menggali. Dimana alat berat bore pile machine merupakan kombinasi dari penggerak utamanya yaitu excavator yang dikombinasikan dengan mesin bore soilmec mechanic, dimana perbedaannya adalah pada cara kerja dimana bore pile machine cara kerjanya yaitu mengebor sedangkan excavator yaitu menggali. Sehingga perumusan waktu siklus akan dijelaskan seperti dalam perhitungan di bawah ini:

Mencari nilai Waktu Siklus (Ct)

Rumus Perhitungan Waktu Siklus Bore Pile (Ct):

$$Ct = (t_m + t_{pb} + t_b + t_{pk}) \times R$$

Nilai R didapat setelah perhitungan rumus dibawah ini:

$$R(\%) = (\text{digging depth} / \text{max. spec. digging depth})$$

Setelah mendapat R (%) maka selanjutnya kita akan dapat nilai R pada tabel faktor nilai R.

Rumus Produktivitas Alat Berat Bore Pile Machine yaitu:

$$\text{produktivitas } (Q) = \frac{KP \times 60}{Ct} \times E$$

Produktivitas Bore Pile Machine Pada Area Abutment (SANY SR 155)

$$Ct = (2,5 + 0,09 + 0,16 + 0,08) \times 1,30 \\ = 3,68 \text{ menit} = 3,7 \text{ menit}$$

Diketahui:

Type mata bor AUGER dan Drilling Bucket

Diameter Mata Bor = 0,8 m

Tinggi Mata Bor = 1,2 m

Maka:

Produksi per siklus Mata Bor AUGER dan Drilling Bucket

$$\text{Produksi } (KP) = \pi \times r^2 \times t \\ = 3,14 \times 0,42 \times 1,2 \\ = 0,603 \text{ m}^3$$

Maka Produktivitas Bore Pile Machine yaitu:

$$Q = \frac{0,603 \times 60}{3,7} \times 0,474 \\ = 4,63 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Konversi ke satuan m/jam maka perlu dibagi luas lubang bore pile yaitu:

$$L = \pi \times r^2 \\ = 3,14 \times 0,42 = 0,5024 \text{ m}^2$$

Sehingga produktivitas dalam satuan m/jam yaitu:

$$Q \text{ (m/jam)} = \frac{4,63 \text{ m}^3/\text{jam}}{0,5024 \text{ m}^2} \\ = 9,22 \text{ m/jam}$$

Produktivitas Bore Pile Machine Pada Area Pier (MAIT HR 130)

Mencari nilai Waktu Siklus (Ct)

$$Ct = (18,2 + 0,11 + 0,25 + 0,13) \times 1,30 \\ = 24,3 \text{ menit}$$

Diketahui:

Type mata bor AUGER dan Drilling Bucket

Diameter Mata Bor = 1 m

Tinggi Mata Bor = 1,2 m

Maka :

Produksi per siklus Mata Bor AUGER dan Drilling Bucket

$$\begin{aligned}\text{Produksi (KP)} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= 3,14 \times 0,52 \times 1,2 \\ &= 0,942 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Maka Produktivitas Bore Pile Machine yaitu:

$$\begin{aligned}Q &= \frac{0,942 \times 60}{24,3} \times 0,474 \\ &= 1,1 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

Konversi ke satuan m/jam maka perlu dibagi luas lubang bore pile yaitu:

$$\begin{aligned}L &= \pi \times r^2 \\ &= 3,14 \times 0,52 = 0,785 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Sehingga produktivitas dalam satuan m/jam yaitu:

$$\begin{aligned}Q \text{ (m/jam)} &= \frac{1,1 \text{ m}^3/\text{jam}}{0,785 \text{ m}^2} \\ &= 1,4 \text{ m/jam}\end{aligned}$$

b. Perhitungan Produktivitas Pengamatan Lapangan

Adapun perhitungan produktivitas alat berat bore pile machine dengan perhitungan yang berdasarkan data hasil pengamatan lapangan yang akan dijelaskan pada perhitungan di bawah ini.

T1 (Pengeboran)

T2 (Cleaning)

T3 (Pasang Casing)

TS = T1 + T2 + T3

Rumus Produktivitas Pengamatan Lapangan yaitu:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{kedalaman}}{\text{TS}}$$

Produktivitas Bore Pile Machine Pada Area Abutment (SANY SR 155)

Perhitungan Produktivitas Pengamatan Lapangan (Abutment 1)

Untuk perhitungan produktivitas akan ditampilkan dalam bentuk tabel excel di bawah ini:

Tabel 1. Perhitungan Produktivitas Abutment 1

PERHITUNGAN PRODUKTIVITAS PENGEBORAN PONDASI BORE PILE (Area Abutment 1)							
TITIK	A1.1	A1.2	A1.3	A1.9	A1.10	Rata-Rata	Satuan
Pengeboran	139,00	144,00	144,00	161,00	144,00	146,40	menit
Cleaning	6,00	6,00	7,00	9,00	7,00	7,00	menit
Pasang Casing	3,00	3,00	6,00	6,00	4,00	4,40	menit
Kedalaman	26,10	26,10	26,10	26,20	26,15	26,13	meter
Total waktu	148,00	153,00	157,00	176,00	155,00	157,80	menit
Total waktu	2,47	2,55	2,62	2,93	2,58	2,63	Jam
Produktifitas	0,18	0,17	0,17	0,15	0,17	0,17	m/menit
Produktifitas	10,58	10,24	9,97	8,93	10,12	9,97	m/jam

Perhitungan Produktivitas Pengamatan Lapangan (Abutment 2)

Untuk perhitungan produktivitas akan ditampilkan dalam bentuk tabel excel di bawah ini:

Tabel 2. Perhitungan Produktivitas Abutment 2

PERHITUNGAN PRODUKTIVITAS PENGEBORAN PONDASI BORE PILE (Area Abutment 2)							
TITIK	A2.1	A2.3	A2.5	A2.6	A2.9	Rata-Rata	Satuan
Pengeboran	223,00	222,00	214,00	226,00	203,00	217,60	menit
Cleaning	4,00	7,00	7,00	4,00	5,00	5,40	menit
Pasang Casing	2,00	4,00	6,00	5,00	2,00	3,80	menit
Kedalaman	28,10	28,15	28,10	28,80	28,60	28,35	meter
Total waktu	229,00	233,00	227,00	235,00	210,00	226,80	menit
Total waktu	3,82	3,88	3,78	3,92	3,50	3,78	Jam
Produktifitas	0,12	0,12	0,12	0,12	0,14	0,13	m/menit
Produktifitas	7,36	7,25	7,43	7,35	8,17	7,51	m/jam

Maka Rata-Rata Produktivitas Alat Berat SANY SR 155 yang digunakan dalam pengeboran pondasi bore pile area abutment adalah:

$$Q \text{ rata-rata} = \frac{Q \text{ abt 1} + Q \text{ abt 2}}{2}$$

$$= \frac{9,97 + 7,51}{2} = 8,74 \text{ m/jam}$$

Produktivitas Bore Pile Machine Pada Area Pier (MAIT HR 130)

Untuk perhitungan produktivitas akan ditampilkan dalam bentuk tabel excel di bawah ini:

Tabel 3. Perhitungan Produktivitas Pier

PERHITUNGAN PRODUKTIVITAS PENGEBORAN PONDASI BORE PILE (Pier)							
P1.13							
TITIK	P1.07	A	P1.14	P1.16	P1.22	Rata-Rata	Satuan
Pengeboran	2373,00	1699,00	1852,00	1384,00	1414,00	1744,40	menit
Cleaning	17,00	15,00	17,00	14,00	17,00	16,00	menit
Pasang Casing	12,00	10,00	13,00	15,00	19,00	13,80	menit
Kedalaman	26,30	26,40	26,30	26,30	26,30	26,32	meter
Total waktu	2402,00	1724,00	1882,00	1413,00	1450,00	1774,20	menit
Total waktu	40,03	28,73	31,37	23,55	24,17	29,57	Jam
Produktifitas	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	m/menit
Produktifitas	0,66	0,92	0,84	1,12	1,09	0,92	m/jam

Maka nilai produktifitas rata-rata alat berat MAIT HR 130 yang digunakan pada pengeboran area pier adalah 0,92 m/jam berdasarkan perhitungan tabel diatas.

2. Analisa Waktu Pekerjaan Pondasi Bore Pile

Waktu penyelesaian pekerjaan dipengaruhi oleh produktivitas alat berat yang dihasilkan. Rumus perhitungan waktu penyelesaian pekerjaan pondasi *bore pile* yaitu:

$$\text{Waktu Pekerjaan} = \frac{\text{Volume Total Pekerjaan}}{\text{Produksi Alat} \times \text{Jam kerja/hari}}$$

a. Berdasarsarkan nilai produktivitas analitis

Pada area abutment (dengan menggunakan alat berat bore pile machine SANY SR 155)

Berdasarkan nilai produktivitas yang didapat dalam perhitungan analitis yaitu 9,22 m/jam yaitu selama 1 jam pengeboran output yang dihasilkan yaitu 9,22 meter dengan menggunakan Alat Berat SANY SR 155. Asumsi dalam 1 hari kerja yaitu 8 jam kerja efektif. Sehingga Penyelesaian pekerjaan pondasi bore pile pada area abutment 1 dan abutment 2 dapat diselesaikan selama 10 hari kerja.

Pada area pier (dengan menggunakan alat berat bore pile machine MAIT HR 130)

Berdasarkan nilai produktivitas yang didapat dalam perhitungan analitis yaitu 1,4 m/jam yaitu selama 1 jam pengeboran output yang dihasilkan yaitu 1,4 meter dengan menggunakan Alat Berat MAIT HR 130. Asumsi dalam 1 hari kerja yaitu 8 jam kerja efektif. Sehingga Penyelesaian pekerjaan pondasi bore pile pada area pier dapat diselesaikan selama 53 hari kerja.

b. Berdasarkan nilai produktivitas pengamatan lapangan

Pada area abutment (dengan menggunakan alat berat bore pile machine SANY SR 155)

Berdasarkan nilai produktivitas yang didapat dalam perhitungan produktivitas pengamatan lapangan yaitu 8,74 m/jam dengan menggunakan Alat Berat SANY SR 155. Asumsi 1 hari kerja yaitu 8 jam kerja efektif. Sehingga Penyelesaian pekerjaan pondasi bore pile pada area abutment 1 dan abutment 2 dapat diselesaikan selama 11 hari kerja.

Pada area pier (dengan menggunakan alat berat bore pile machine MAIT HR 130)

Berdasarkan nilai produktivitas yang didapat dalam perhitungan pengamatan lapangan yaitu 0,92 m/jam untuk area dengan menggunakan Alat Berat MAIT HR 130. Asumsi 1 hari kerja yaitu 8 jam kerja efektif. Sehingga Penyelesaian pekerjaan pondasi bore pile pada area pier dapat diselesaikan selama 80 hari kerja dengan 8 jam kerja normal per hari.

3. Analisa Biaya Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Pondasi Bore Pile

Perhitungan analisa biaya penggunaan alat berat pada penelitian ini di asumsikan menyewa alat berat sehingga disini hanya mencakup Biaya Operasional, Harga Sewa Alat dan Biaya Mobilisasi Demobilisasi alat berat. Perhitungan biaya total penggunaan alat berat mencakup biaya operasional dan biaya sewa alat berat yang akan disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini:

Tabel 4. Biaya Penggunaan Alat Berat Per Jam

NO	ALAT BERAT	BIAYA OPERASIONAL	HARGA SEWA	TOTAL	SATUAN
1	Bore Pile Machine SANY SR 155	Rp. 695.007	Rp. 234.727	Rp. 929.734	jam
2	Bore Pile Machine MAIT HR 130	Rp. 594.000	Rp. 234.727	Rp. 828.727	jam

Tabel 5. Perhitungan Biaya Total Penggunaan Alat Berat Berdasarkan Nilai Produktivitas Analitis

NO	ALAT BERAT	Biaya	Waktu	Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi	TOTAL
		Penggunaan Alat Per Hari (8 jam kerja)	Penyelesaian Pekerjaan (Hari)		
Pengeboran Area Abutment 1 & 2					
1	Bore Pile Machine SANY SR 155	Rp. 7.437.872	10	Rp. 6.000.000	Rp. 80.378.720
Pengeboran Area Pier					
2	Bore Pile Machine MAIT HR 130	Rp. 6.629.816	53	Rp. 6.000.000	Rp. 357.380.248

Tabel 6. Perhitungan Biaya Total Penggunaan Alat Berat Berdasarkan Nilai Produktivitas Pengamatan Lapangan

NO	ALAT BERAT	Biaya	Waktu	Biaya Mobilisasi dan Demobilisasi	TOTAL
		Penggunaan Alat Per Hari (8 jam kerja)	Penyelesaian Pekerjaan (Hari)		
Pengeboran Area Abutment 1 & 2					
1	Bore Pile Machine SANY SR 155	Rp. 7.437.872	11	Rp. 6.000.000	Rp. 87.816.592
Pengeboran Area Pier					
2	Bore Pile Machine MAIT HR 130	Rp. 6.629.816	80	Rp. 6.000.000	Rp. 536.385.280

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa besar nilai produktivitas alat berat pada pekerjaan pondasi bore pile proyek penggantian Jembatan Bindu, berdasarkan analisis produktivitas alat berat bore pile machine SANY SR 155 pada pekerjaan pondasi bore pile didapat yaitu 9,22 m/jam (Produktivitas Perhitungan Analitis) dan 8,74 m/jam (Produktivitas Perhitungan Pengamatan Lapangan) sedangkan produktivitas alat berat bore pile machine MAIT HR 130 didapat yaitu 1,4 m/jam (Produktivitas Perhitungan Analitis) dan 0,92 m/jam (Produktivitas Perhitungan Pengamatan Lapangan). Waktu Penyelesaian pekerjaan pondasi bore pile dengan asumsi 8 jam kerja per hari untuk alat berat SANY SR 155 yang bekerja pada area abutment yaitu 10 Hari (Waktu berdasarkan Perhitungan Analitis) dan 11 Hari (Waktu berdasarkan Perhitungan Pengamatan Lapangan) sedangkan untuk alat berat MAIT HR 130 yang bekerja pada area pier yaitu 53 Hari (Waktu berdasarkan Perhitungan Analitis) dan 80 Hari (Waktu berdasarkan Perhitungan Pengamatan Lapangan). Dari hasil analisis biaya pada pekerjaan pondasi bore pile dapat disimpulkan biaya total penggunaan alat berat SANY SR 155 yaitu Rp. 80.378.720 (Biaya berdasarkan Perhitungan Analitis) dan Rp. 87.816.592 (Biaya berdasarkan Perhitungan Pengamatan Lapangan). Sedangkan biaya total penggunaan alat berat MAIT HR 130 yaitu Rp. 357.380.248 (Biaya berdasarkan Perhitungan Analitis) dan Rp. 536.385.280 (Biaya berdasarkan Perhitungan Pengamatan Lapangan).

Ucapan Terima Kasih

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena telah memberikan kemampuan dan kesempatan kepada kami untuk menyelesaikan artikel ini. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada para dosen, pemberi data dan teman-teman atas dukungan, kesabaran, kontribusi, dan masukannya yang berharga sehingga artikel ini dapat diselesaikan.

Referensi

- [1] I Ketut Nudja S. (2016). Perencanaan Kebutuhan dan Sumber Daya Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi. *PADURAKSA*, Vol.5 No. 2, ISSN: 2303-2693.
- [2] Tri Purwanto, Puji Wiranto, Hikmad Lukman. (2016). Produktivitas Alat Berat Pada Pembangunan Jalan Ruas Larat-Lamdesar Provinsi Maluku. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Sipil*.
- [3] Kelvin Rudy Sutanto¹, Michael Halmar Kosasi², Andi³. (2015). Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Gedung P1 P2 UK PETRA. *Jurnal Dimensi Pratama*.
- [4] Suryawan K.A. (2019). Manajemen Alat Berat. *Deepublish*.