

ANALISA KAJIAN PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN TANAH PROYEK PEMBANGUNAN JALAN

ANALYSIS USE OF HEAVY EQUIPMENT IN SUBGRADE FOR ROAD DEVELOPMENT PROJECTS

Jajang Atmaja¹

Politeknik Negeri Padang, Jurusan Teknik Sipil Kampus Limau Manis Padang 25163
Telp. 0751-72590 Fax. 0751-72576

Email: jajangatmaja@ymail.com

ABSTRACT

A project work rarely runs smoothly, usually there will be some obstacles. Excavation, stockpiling, and compaction work is an early stage of road construction that requires heavy equipment assistance. One of the causes of problems that usually arise in earthworks using heavy equipment is in the form of an operator who is not skilled. This study aims to calculate the productivity, cost and time of heavy equipment and calculate the composition of heavy equipment usage. The method used in this study was to collect primary and secondary data. The results of the calculated analysis show that the most efficient composition is in the third alternative, namely 2 Excavators 676.04 m³ / day, 5 Dump Trucks 260.75 m³ / day, 2 Bulldozers; 807.93 m³ / day, 2 SheepFoot Rollers; 1215.90 m³ / day, 2 Vibration Rollers; 1215.90 m³ / day, and 3 Water Tanker Trucks; 479.99 m³ / day with a total cost of IDR 2,131,752,569.29 and 33 duration time.

Keywords: Heavy Equipment, Productivity, Cost, Time

I. PENDAHULUAN

Seiring berkembangnya zaman, populasi manusia semakin bertambah dan juga diiringi dengan teknologi yang semakin canggih. Perkembangan ini terutama terjadi di kota-kota besar. Kota Padang salah satu daerah yang sedang mengalami perkembangan yang pesat. Hal ini dapat dilihat dari pembangunan dengan volume yang besar semakin gencar dilakukan. Salah satunya pembangunan proyek jalan tol yang menghubungkan Padang- Pekanbaru.

Pekerjaan proyek konstruksi yang cukup besar dituntut untuk menyelesaikan pekerjaan dengan biaya dan waktu yang terbatas. Suatu pekerjaan proyek sangat jarang sekali berjalan dengan lancar atau biasanya akan terjadi beberapa kendala. Kendala yang biasa muncul antara lain keterlambatan proyek dan membengaknya biaya proyek [6].

Keterlambatan menunjukkan sebuah proyek tidak dapat diselesaikan sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan sejak awal di dalam kontrak. Jadwal inilah yang menjadi kunci apakah sebuah proyek tersebut layak dikatakan terlambat (delay) atau tidak [19].

Pekerjaan galian, timbunan, dan pemasatan (pekerjaan tanah) merupakan tahap awal pembangunan jalan.

Faktor tanah yang berpengaruh terhadap

produktivitas alat berat yaitu berat material, kekerasan, kohesivitas, bentuk butir/material [2].

Penggunaan alat berat dalam pelaksanaan pekerjaan sipil umumnya dan pekerjaan pemindahan tanah khususnya sudah merupakan hal yang tidak bisa dipisahkan lagi bagi kegiatan pembangunan [4]. Dengan penggunaan alat berat dalam kegiatan pembangunan atau pelaksanaan suatu proyek, maka banyak keuntungan dan kemudahan yang akan diperoleh, antara lain:

- a. Mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan-pekerjaan dengan volume besar dan yang sedang dikejar target penyelesaiannya.
- b. Dapat melaksanakan jenis pekerjaan yang sukar/sulit atau yang tidak dapat dikerjakan oleh tenaga manusia.
- c. Efisiensi (produksi tinggi biaya rendah), mengatasi keterbatasan.

Permasalahan yang timbul pada pekerjaan tanah dengan menggunakan alat berat biasanya kondisi medan yang tidak cocok pada alat, menyebabkan alat sulit berjalan, operator yang tidak ahli, alat yang sudah tua (telah sangat lama digunakan) serta kurangnya pemeliharaan dan perawatan alat yang kurang *maximal*. Dari uraian permasalahan tersebut tentu akan berpengaruh pada target produktivitas harian yang telah direncanakan. [5].

Alat berat yang biasa digunakan untuk pekerjaan tanah proyek pembangunan jalan yaitu *excavator, dump truck, bulldozer, vibration roller dan water tank truck* [7]. Perencanaan peralatan suatu proyek yang khususnya menggunakan alat-alat berat, meliputi tahap pemilihan, tahap pemakaian (aplikasi) dan tahap pengelolaan alat-alat berat (perawatan dan perbaikan). Ketiga tahapan tersebut merupakan satu kesatuan yang saling berkaitan, sehingga sangat besar pengaruhnya terhadap kesuksesan proyek yang akan dikerjakan [12].

Tujuan penelitian ini dilakukan yaitu untuk mengetahui jenis dan jumlah alat berat yang digunakan, faktor yang dapat mempercepat pekerjaan tanah, menghitung produktivitas, biaya dan waktu serta menganalisis kombinasi alat berat yang digunakan sehingga mendapatkan analisa kombinasi yang efisien pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Padang-Pekanbaru By Pass Km 25.

II. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Padang - Pekanbaru By Pass KM 25 terkhusus pada pekerjaan tanah yaitu pekerjaan timbunan dan pematatan pada Zona 1 dengan volume 42.643,68 m³, dan jenis tanahnya adalah tanah liat sedikit berpasir. Alat berat yang digunakan berupa *excavator, bulldozer, sheep foot roller, vibration roller, water tanker truck* dan *dump truck*.

Pengumpulan data dilakukan dengan cara pengumpulan data primer dan data sekunder.

Pengolahan data yang dilakukan:

1. Menghitung masing-masing produktivitas alat berat serta biaya dan waktu pada kondisi lapangan [9].
2. Menghitung kombinasi alat berat dengan jenis alat yang sama [16].
3. Membandingkan kombinasi alat berat dengan keadaan yang ada dilapangan
4. Menganalisa kombinasi yang paling efisien dari segi waktu dan biaya [11].
5. Rekomendasi.

Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pekerjaan yang akan dilakukan yaitu pekerjaan timbunan serta pematatan. Pekerjaan timbunan menggunakan alat berat berupa *excavator, dump truck* dan *bulldozer* sedangkan pekerjaan pematatan menggunakan alat berat seperti *sheepfoot roller, vibration roller* dan *water tanker truck*. Berikut analisa yang dihitung berdasarkan kondisi lapangan:

A. Produktivitas *Excavator*

- Merk	: Komatsu PC 200
- Kapasitas bucket (V)	: 0.930 m ³
- Faktor bucket (Fb)	: 1
- Faktor Alat (Fa)	: 0,75
- Faktor konversi (Fv)	: 1
- Waktu siklus (T1)	: 0.433 menit
- Menggali	: 5 dt
- Putar muat	: 5 dt
- Putar kosong	: 5 dt
- Waktu buang	: 5 dt
- Total	: 20 dt = 0.33 menit
- Waktu tambahan	: 6dt

Perhitungan produktivitas *excavator* dan waktu yang dibutuhkan [17]:

a. Produktivitas:

$$Q = (V \times Fbx \times Fax \times 60) / (Ts1 \times Fv) \quad (1)$$

$$= \frac{0.930 \times 1.0 \times 0.75 \times 60}{0.433 \times 1.0} = 96.577 \text{ m}^3/\text{jam}$$

b. Waktu yang perlukan

$$t = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\left(\frac{\text{Produktivitas}}{\text{jam}}\right)} \quad (2)$$

$$= \frac{42.643,68 \text{ m}^3}{96.577/\text{jam}} = 441.55 \text{ jam}$$

B. Produktivitas Dump Truck Hino Index 6x4

- Kapasitas Bak : 25 ton
- Jarak quarry (J) : 3 km
- Faktor Alat (Fa) : 0.78
- Kecepatan muat (V1) : 250 m/menit
- Kecepatan kosong (V2) : 583 m/menit
- Waktu dumping (t1) : 0.72 menit
- Waktu loading (t2) : 0.22 menit
- Waktu tambahan (t3) : 2.5 menit

Perhitungan waktu muat *dump truck*:

$$(V \times 60) / (D \times Fk \times Q) \quad (3)$$

Perhitungan waktu tempuh *dump truck*:

$$\frac{J}{V1} = \frac{3000m}{250 \frac{m}{menit}} \quad (4)$$

Perhitungan waktu kosong:

$$\frac{J}{V2} = \frac{3000m}{583.33 \frac{m}{mnt}} \quad (5)$$

Perhitungan kapasitas *dump truck*, waktu yang diperlukan, jumlah dan durasi pekerjaan *dump truck* [17]:

a. Kapasitas Produksi/jam:

$$Q = \frac{V \times Fax \times 60}{CT} \quad (6)$$

$$= 37.250 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

b. Waktu yang perlukan

$$= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\left(\frac{\text{Produktivitas}}{\text{jam}}\right)} \quad (7)$$

$$= \frac{42.643,68 \text{ m}^3}{37.250 \text{ m}^3/\text{jam}} = 1144.797 \text{ jam}$$

c. Jumlah *dump truck* yang dibutuhkan:

$$\text{produkt excavator / produktivitas dt} \quad (8)$$

$$= 96.577 / 37.250 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 2,59 \text{ alat} \sim 3 \text{ alat + 1 (stanby)}$$

Maka jumlah alat dt = 4

d. Durasi pekerjaan:

$$= \frac{1144.79 \text{ jam}}{(7 \text{ jam} \times 4 \text{ alat})} = 41 \text{ hari}$$

C. Produktivitas Bulldozer D85E-SS

- Kapasitas *blade* (q) : 3.4 m³
- Panjang hamparan (Lh) : 35 m
- Faktor efisiensi alat (E) : 0.75
- Pengupasan tiap lintasan (N) : 2
- Faktor konversi tanah (Fk) : 1.39
- Perataan 1x lintasan maju :
$$(Lh \times 60) / (V1 \times 1000) \quad (9)$$

$$: 0.857 \text{ m/s}$$
- Perataan 1x lintasan mundur :
$$(Lh \times 60) / (V2 \times 1000) \quad (10)$$

$$: 0.381 \text{ m/menit}$$
- Torqflow Transsmision: 0.05
- Total waktu siklus (m/menit) : 1,288

Perhitungan kapasitas produksi, waktu yang diperlukan, jumlah dan durasi pekerjaan *bulldozer* [17]:

a. Kapasitas produksi/jam:

$$Q = \frac{q \times 60 \times E \times Fk}{N \times Ts} \quad (11)$$

$$= 577.79 \text{ m}^3/\text{hari}$$

b. Jumlah jam kerja

$$\frac{\text{Volume total}}{\text{Produktivitas Alat} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \right)} \quad (12)$$

$$= 516.64 \text{ jam}$$

c. Jumlah alat

$$\text{Produktivitas bulldozer} \div \text{prod.dt} \quad (13)$$

Jumlah *bulldozer* yang dibutuhkan = 1 alat

d. Durasi Pekerjaan

$$\frac{516.64 \text{ jam}}{(7 \text{ jam} \times 1 \text{ alat})} = 74 \text{ hari}$$

D. Produktivitas Sheep Foot Roller SAKAI SV 512T

- Lebar drum (L) : 2.13 m
- Lebar efektif pematatan (be) (L-0,2) : 1.93 m
- Tebal pematatan perlapis (t) : 0.20 m
- Faktor efisiensi alat (Fa) : 0.75
- Kec. rata-rata alat (V) : 3.20 km/jam
- Jumlah lintasan (n) : 8

Perhitungan kapasitas, waktu yang diperlukan, jumlah dan durasi pekerjaan *sheep foot roller*:

a. Kapasitas produksi

$$Q = \frac{(be \times V \times 1000) \times t \times Fa}{n} \quad (14)$$

$$Q = 115.80 \text{ m}^3/\text{jam}$$

b. Jumlah Jam kerja alat

$$\frac{\text{Volume total}}{\text{Produktivitas Alat } (\frac{\text{m}^3}{\text{jam}})} \quad (15)$$

$$= 368.25 \text{ jam}$$

c. Jumlah *sheep foot* yang dibutuhkan sebanyak 1 alat

d. Durasi pekerjaan:

$$\frac{368.25 \text{ jam}}{(7 \text{ jam} \times 1 \text{ alat})} = 53 \text{ hari}$$

E. Produktivitas *Vibration Roller* SAKAI SV 512D

- Lebar drum (L) : 2.13 m
- Lebar efektif pemasatan (be) (L - 0,2) : 1.93 m
- Tebal pemasatan perlapis (t) : 0.20 m
- Faktor efisiensi alat (Fa) : 0.75
- Kec rata-rata alat (V) : 3.40 km/jam
- Jumlah lintasan (n) : 8

Perhitungan kapasitas, waktu yang diperlukan, jumlah dan durasi pekerjaan *vibration roller* [17]:

a. Produktivitas

$$Q = \frac{(be \times V \times 1000) \times t \times Fa}{n} \quad (16)$$

$$Q = 123.04 \text{ m}^3/\text{jam}$$

b. Jam kerja alat

$$\frac{\text{Volume total}}{\text{Produktivitas Alat } (\frac{\text{m}^3}{\text{jam}})} \quad (17)$$

$$= 346.59 \text{ jam}$$

c. Jumlah alat

Dibutuhkan 1 alat vibration roller

d. Durasi pekerjaan = 50 hari

F. Produktivitas *Water Tanker Truck*

Water tanker truck berfungsi untuk penambahan air jika keadaan tanah yang dipadatkan kadar air tidak mencapai optimum.

Perhitungan kapasitas, waktu yang diperlukan, jumlah dan durasi pekerjaan *water tanker truck*:

a. Produktivitas

$$Q = \frac{Pa \times Fa \times 60}{Wc \times 1000} \quad (18)$$

$$= 64.29 \text{ m}^3/\text{jam}$$

b. Jam kerja alat

$$\frac{\text{Volume total}}{\text{Produktivitas Alat } (\frac{\text{m}^3}{\text{jam}})} \quad (19)$$

$$= 663.30 \text{ jam}$$

c. Jumlah *water tanker truck* adalah 2 alat.

d. Durasi pekerjaan = 48 hari

Analisa Alat Kondisi Lapangan

Rekapitulasi penggunaan alat kondisi lapangan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekap Analisa Pada Kondisi Lapangan

Jenis Alat	Produktivitas (m^3/jam)	Jumlah alat	Total jam kerja	Total Hari
Excavator	96.58	1	441.55	64
Dumptruck	45.65	4	286.20	41
Bulldozer	82.54	1	516.64	74
Sheepfoot	115.80	1	368.59	53
Vibro	123.04	1	346.59	50
W.Tanker	64.29	2	331.65	48

Kombinasi Penggunaan Alat Berat

1. Analisa Alternatif 1

Pada alternatif pertama ini, faktor efisiensi alat diasumsikan menjadi 0.80 (dalam kondisi baik/prima). Alat diasumsikan dalam keadaan baru atau di bawah 5 tahun. Rekap perhitungan alternatif 1 dapat dilihat pada Tabel 2.:

Tabel 2. Rekap Alaternatif 1

Jenis Alat	Produktivitas (m^3/jam)	Jumlah alat	Total jam kerja	Total Hari
Excavator	111.60	1	382.11	55
Dumptruck	45.58	4	233.88	34
Bulldozer	115.42	1	369.47	53
Sheepfoot	173.70	1	245.50	36
Vibro	173.70	1	245.50	36
W.Tanker	68.57	2	310.95	34

2. Analisa Alternatif 2

Pada alternatif ke dua, *sheepfoot*, dan *vibro roller* dan *water tank truck* sama dengan analisa pada kondisi lapangan yaitu dengan efisiensi alat 0.75, namun efisiensi kerja *dumptruck*, *excavator* dan *bulldozer* diasumsikan dengan koef 0.80. rekap perhitungan alternatif 2 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekap Alternatif 2

Jenis Alat	Produktivitas (m³/jam)	Jumlah alat	Total jam kerja	Total Hari
Excavator	111.60	1	382.11	55
Dumptruck	45.58	4	233.88	34
Bulldozer	113.99	1	374.09	54
Sheepfoot	115.80	1	368.25	53
Vibro	123.04	1	346.59	50
W.Tanker	64.29	2	331.65	48

3. Analisa Alternatif 3

Pada alternatif ini, adanya penambahan jumlah alat dengan efisiensi kerja 0.80 (keadaan prime) kecuali *excavator* dan *dump truck*. Rekap perhitungan alternatif 3 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekap Alternatif 3

Jenis Alat	Produktivitas (m³/jam)	Jumlah alat	Total jam kerja	Total Hari
Excavator	96/58	2	220.78	32
Dumptruck	37.25	5	286.20	33
Bulldozer	115.42	3	123.16	27
Sheepfoot	173.70	2	122.75	18
Vibro	173.70	2	122.75	18
W. Tanker	68.57	3	207.30	30

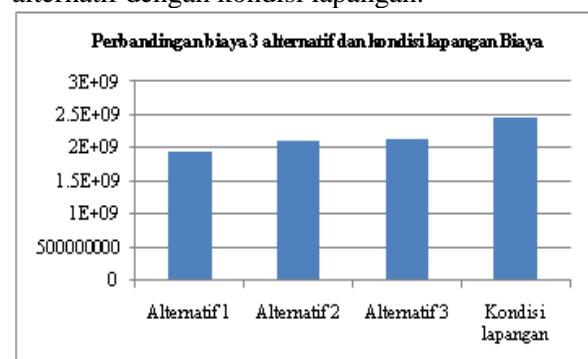
Analisa Biaya Pekerjaan

Rekap analisa biaya pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekap Analisa Biaya Pekerjaan

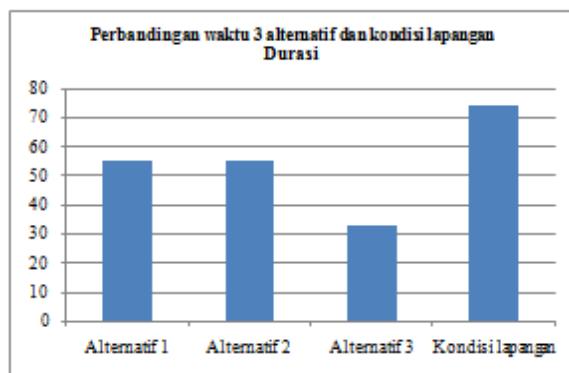
Kombinasi	Harga Satuan Pekerjaan	Volume	Jumlah
Kondisi Lapangan	57.433,65	42643.68	2,449,182,093.40
Alternatif 1	45.640,61	42643.68	1,946,283,586.91
Alternatif 2	49.505,80	42643.68	2,111,109,555.60
Alternatif 3	49.989,88	42643.68	2,131,752,569.29

Hasil kombinasi ketiga alternatif tersebut, dituangkan dalam bentuk grafik berikut. Gambar 2 menunjukkan hubungan perbandingan biaya ke-3 alternatif dengan kondisi lapangan.



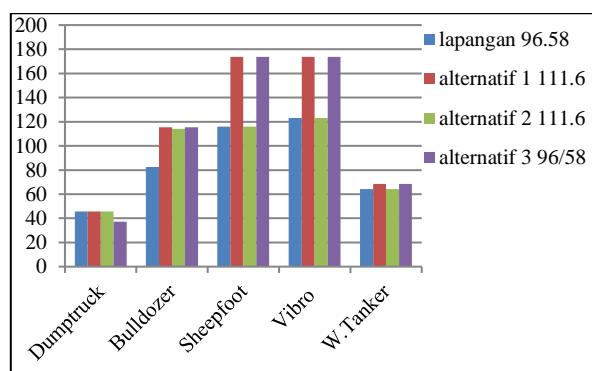
Gambar 2. Perbandingan Biaya 3 Alternatif dan Kondisi Lapangan

Perbandingan waktu pelaksanaan antara ke-3 alternatif dengan kondisi lapangan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan Waktu 3 Alternatif dan Kondisi Lapangan

Perbandingan produktivitas antara ke-3 alternatif dengan kondisi lapangan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan Produktivitas 3 Alternatif dan Kondisi Lapangan

Hasil

Hasil analisa lapangan didapatkan biaya alat berat untuk pekerjaan tanah Proyek Jalan Tol Padang-Pekanbaru By Pass KM 25 sebesar Rp. 2,449,182,093.40 dengan waktu pelaksanaan pekerjaan selama 74 hari. Hasil analisa 3 alternatif kombinasi penggunaan alat berat didapatkan biaya sebesar Rp. 1,946,283,586.91 dengan waktu pelaksanaan pekerjaan selama 55 hari untuk alternatif 1. Untuk alternatif 2 didapatkan biaya sebesar Rp. 2,111,109,555.60 dengan waktu pelaksanaan selama 55 hari. Alternatif 3 didapatkan biaya sebesar Rp. 2,131,752,569.29 dengan waktu pelaksanaan selama 33 hari

Pembahasan

Alat-alat berat yang diperlukan untuk pekerjaan tanah terkhusus pekerjaan timbunan dan pemadatan Proyek Jalan Tol Padang-Pekanbaru By Pass KM 25 yaitu *excavator*, *dump truck*

sebagai alat memuat dan pengangkut tanah, *bulldozer* sebagai alat penghampar tanah, *sheepfoot roller* dan *vibratio roller* sebagai alat pemadatan tanah, *water tanker truck* untuk penambahan air jika keadaan tanah yang dipadatkan kadar air tidak mencapai optimum.

Dari 3 alternatif kombinasi penggunaan alat berat direkomendasikan menggunakan alternatif ke-3 dengan biaya pelaksanaan sebesar Rp. 2,131,752,569.29 dan waktu pelaksaaan selama 33 hari. Rekomendasi alternatif ke-3 ini lebih hemat 12,96% dibandingkan biaya lapangan dan waktu pelaksanaan lebih cepat 41 hari

KESIMPULAN

Kombinasi penggunaan alat berat untuk untuk pekerjaan tanah Proyek Jalan Tol Padang-Pekanbaru By Pass KM 25, direkomendasika 2 unit *xcavator*, 5unit *dump truck*, 3 nit *bull dozer*, 2 unit *sheepfoot*, 2 unit *vibration roller* dan 3 unit *water tanker truck*. Dengan kombinasi ini didapatkan biaya pelaksanaan sebesar Rp. 2,131,752,569.29 dan waktu pelaksaaan selama 33 hari. Dibandingkan dengan kondisi lapangan, rekomendasi ini menghemat biaya 12,96% dan waktu pelaksanaan lebih cepat 41 hari.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada seluruh civitas akademika Program Studi Manajemen Rekayasa Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Padang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fauna. *Buku Ajar Perkerasan Jalan*. Padang: Politeknik Negeri Padang
- [2] Adi Suryawan, Kadek. 2019. *Manajemen Alat Berat*. Yogyakarta : Deepublish
- [3] Braja, M. Das. 1995. *Mekanika Tanah*. Jakarta : Penerbit Erlangga
- [4] Hadi, Sofwan. 2020. *Alat Berat dan PTM*. Yogyakarta : Deepublish
- [5] Irkhas, Fauzi. 2019. *Tugas Akhir Optimalisasi Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Alat Berat*. Padang: Politeknik Negeri Padang.
- [6] Kusjadmikahadi, R. Amperawan, 1999. “Studi Keterlambatan Kontraktor dalam Pelaksanaan Proyek Konstruksi di Daerah Istimewa Yogyakarta”. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada
- [7] Mubarok, Ahmad. 2014. *Tugas Akhir Perencanaan Pemakaian Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November
- [8] Munsil, Perdana Derry. 2018. *Dasar Manajemen Konstruksi Proyek Jalan (Tahapan Pre-Start)*. Yogyakarta : Deepublish
- [9] *Pelatihan Inspektor Lapangan Pekerjaan Jalan (Site Inspector Of Roads)*. 2007. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum
- [10] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 11/PRT/M/2013. *Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*. Jakarta
- [11] Permen PUPR No.28. 2016. *Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*. Jakarta
- [12] PT United Tractors. *Manajemen Alat Berat*. Jakarta Timur
- [13] PT Virajaya Riau Putra. 2018. *Struktur Perkerasan Jalan Beton*. Riau
- [14] PUPR. 2018. *Spesifikasi Umum 2018, Divisi 5 Perkerasan Berbutir dan Pekerasan Beton Semen*. Jakarta
- [15] PUPR. 2007. *Diklat Penggunaan Bahan dan Peralatan Pekerjaan Jalan dan Jembatan*. Jakarta
- [16] Rochmanhadi. 1992. *Alat-Alat Berat dan Penggunaannya*. Jakarta: YBPPU
- [17] Rochmanhadi. *Kapasitas dan Produktivitas Alat-Alat Berat*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- [18] Rostiyanti, Susy Fatena. 2008. *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta: Rineka Cipta
- [19] Salim, Agus. 2014. *Tugas Akhir Analisis Efisiensi Produktivitas Waktu Kerja Alat Berat Pada Pembangunan Jalan (Studi Kasus : Ruas Jalan Tangkeh – Blang Luah Cs, Woyla Timur)*. Meulaboh: Universitas Teuku Umar