

# PERHITUNGAN PRODUKTIVITAS PERALATAN BERAT PADA PROYEK JALAN TOL SEMARANG – DEMAK SEKSI 1C KM 35+400 SAMPAI DENGAN 36+400

Yonas Prima Arga Rumbyarso

Teknik Sipil, Fakultas Teknik  
Universitas Krisnadwipayana, Jakarta, Indonesia  
e-mail : [yonasprima@unkris.ac.id](mailto:yonasprima@unkris.ac.id)

## ABSTRAK

Proyek infrastruktur khususnya pekerjaan perkerasan lentur memerlukan kendaraan berat. pemakaian kendaraan berat merupakan faktor penting serta paling utama di dalam membantu berhasilnya proyek infrastruktur jalan aspal tersebut. Di dalam pekerjaannya kapasitas daya produksi kendaraan berat memegang peranan penting atau vital dalam progress pelaksanaan proyek, dimana sangat memerlukan sebuah perhitungan analisis kapasitas volume daya produksi pekerjaannya. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah guna mengetahui kapasitas volume pekerjaan pada proyek pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak seksi 1C KM 35+400 sampai dengan KM 36+400 untuk mengetahui kapasitas daya produksi *asphalt finisher*, *dump truck*, *pneumatic tire roller*, serta *tandem roller*, pada proyek pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak seksi 1C KM 35+400 sampai dengan KM 36+400. Metode perhitungan analisis yang dipakai ialah dengan menggunakan metode *volumetric*, penggunaan metode ini ialah untuk menganalisis atau menghitung kapasitas volume & daya produksi kendaraan berat pada pekerjaan pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak seksi 1C KM 35+400 sampai dengan KM 36+400. Dari hasil perhitungan atau hasil analisis yang didapatkan oleh peneliti, maka rumusan yang didapat ialah bahwa analisis perhitungan volume & produktivitas kendaraan berat yang digunakan pada pembangunan proyek ini telah sesuai dengan jadwal atau *schedule* yang sudah direncanakan sebelumnya.

**Kata kunci:** Jadwal, Jalan Tol, Kendaraan Berat, Metode Volumetric, Teknik Sipil, Produktivitas.

## PENDAHULUAN

Pada dasarnya di dalam lingkup pekerjaan teknik sipil yang besar, adalah tidak mungkin tanpa dibantu dengan peralatan berat. Demikian halnya dengan pembangunan proyek infrastruktur jalan nasional, kunci sukses dari berjalannya proyek tersebut disamping sumber daya manusia adalah sumber daya peralatan berat yang memegang point strategis dalam keberhasilan proyek tersebut.

Alat berat tidak hanya dapat menguntungkan sektor konstruksi saja, tapi dalam sektor pertanian, kehutanan, bahkan pertambangan. Karena alat berat ini merupakan kunci berhasilnya suatu proyek raksasa maka kita sebagai penggunanya harus mengetahui efisiensi dari penggunaan alat ini agar keuntungan yang didapat semakin besar.

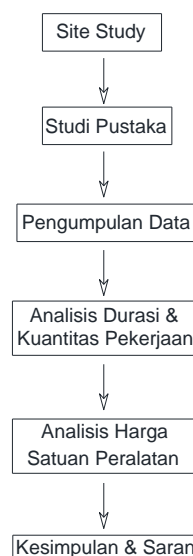
Tentu saja diperlukan pengetahuan yang mumpuni mengenai biaya pemeliharaan peralatan, biaya operasional peralatan, spesifikasi serta fungsi – fungsi dari peralatan berat tersebut.

Efisiensi alat berat sangat berhubungan dengan produktivitas alat berat dimana produktivitas peralatan berat tergantung dari waktu untuk menyelesaikan sebuah pekerjaan, topografi dari medan kerja, jenis serta spesifikasi alat berat.

Karenanya kesalahan dalam pemilihan alat berat dapat mengakibatkan proyek tidak dapat berjalan lancar dengan baik.

## METODE PENELITIAN

Adapun metode penelitian digambarkan pada diagram alir atau tahapan penelitian dalam bentuk *flow chart* dibawah ini.



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

**Studi Literatur**

Melakukan studi pustaka dari berbagai buku literatur yang berkaitan dengan peralatan berat pada proyek khususnya yang berhubungan dengan proyek jalan.

**Data Lapangan**

Data lapangan merupakan yang berhubungan langsung atas lapangan. Adapun datanya lapangan adalah sebagai berikut :

- 1) Biaya peralatan berat  
Penyusutan adalah point utama yang harus dipertimbangkan pada saat hendak membeli peralatan bekas atau baru. Faktor ini merupakan sebuah metode alokasi biaya pemasangan, pemeliharaan serta pembelian selama masa layan peralatan berat. Harga nilai suatu alat berat akan menurun dari waktu ke waktu disebabkan oleh penggunaan, keausan, atau keusangan. Perusahaan menggunakan ini untuk membantu merencanakan penggantian mesin di masa mendatang. Idenya adalah bahwa manfaat peralatan akan digunakan selama masa pakainya. Umur manfaat sebuah mesin adalah jumlah waktu yang dapat digunakan untuk tujuan yang dimaksudkan. Misalnya, komputer memiliki masa manfaat yang lebih singkat daripada kursi kantor karena teknologi berubah begitu cepat.
- 2) Rencana pelaksanaan pekerjaan  
Jadwal pelaksanaan proyek konstruksi merupakan salah satu unsur penting dalam pengendalian proyek demi tercapainya waktu pelaksanaan yang ditargetkan.
- 3) Cakupan pekerjaan  
Cakupan aktivitas kerja pada proyek ini ialah cakupan aktivitas kerja yang menggunakan peralatan berat, dimana memiliki bobot progress pekerjaan yang banyak daripada aktivitas kerja yang lain. Adapun maksud dari aktivitas kerja dari kendaraan berat adalah penggalian tanah, urugan atau timbunan tanah, aktivitas pelapisan fondasi agregat, serta aktivitas pengaspalan jalan.

**Data Kendaraan Berat**

Adapun peralatan berat yang digunakan perusahaan kontraktor untuk mengerjakan proyek di lapangan adalah sebagai berikut :

- 1) *Asphalt Finisher*
- 2) *Asphalt Mixing Plant*
- 3) *Asphalt Sprayer*
- 4) *Compressor*
- 5) *Dump Truck*
- 6) *Hydraulic Excavator*
- 7) *Motor Grader*
- 8) *Pneumatic Tired Roller*
- 9) *Stone Crusher*

- 10) *Tandem Roller*
- 11) *Tronton Truck*
- 12) *Vibration Roller*
- 13) *Wheel Loader*

Spesifikasi peralatan berat yang digunakan pada proyek ini adalah sebagai berikut :

- 1) *Asphalt Finisher*  
Lebar penghamparan : 2,5 m – 6 m  
Kapasitas Hopper : 10 ton  
Jenis : Mitsubishi MF55H
- 2) *Dump Truck*  
Jenis : Mitsubishi Fuso 220 PS  
Mesin : 6D16-3AT2, 4-stroke, 6-cylinder, diesel turbocharged dengan intercooler, direct injection  
Kapasitas mesin : 7.545 cc  
Sistem penggerak : 4 x 2  
Kapasitas angkut : 26 ton  
Panjang x lebar x tinggi : 8,705 mm x 2,425 mm x 2,725 mm  
Berat kosong : 7.600 kg  
Berat kotor : 16.000 kg  
Kapasitas tangka bahan bakar : 200 liter
- 3) *Hydraulic Excavator*  
Jenis : Komatsu PC500LC-10R  
Bucket capacity : 3,8 m<sup>3</sup>  
Net Engine Output : 360 HP
- 4) *Motor Grader*  
Jenis : Sany SAG200-5  
Net Engine Output : 200 HP  
Daya terukur : 164/2200 kW/rpm  
Torsi maksimal : 949/1500 N.m/rpm  
Berat pengoperasian : 16000 kg
- 5) *Pneumatic Tired Roller*  
Jenis : CAT CW34  
Bobot Kerja – Alat Berat Standar Kosong : 10000 kg  
Bobot Kerja – Ballast Maksimum : 27000 kg  
Lebar Pematatan : 2090 mm.
- 6) *Tandem Roller*  
Jenis : Bomag BW 141 AD-50  
Berat operasi : 7 ton  
Mesin : 74,29 HP  
Lebar kerja : 1,5 m
- 7) *Vibration Roller Compactor*  
Jenis : Volvo SD100D C  
Berat operasional : 9995 kg  
Panjang x lebar x tinggi : 3,095 mm x 5,602 mm x 2,134 mm  
Lebar drum : 2134 mm
- 8) *Wheel Loader*  
Jenis : Komatsu WA150-6  
Kapasitas bucket : 1,2 – 1,7 m<sup>3</sup>  
Mesin : 98 HP  
Berat operasional : 7.780 – 8.125 kg

**Analisis Kapasitas**

Di dalam penelitian ini digunakan sebuah cara analisis perhitungan kapasitas daya produksi kendaraan berat di lapangan ialah perhitungan perihail kapasitas

kerja peralatan berat per jam sesuai dengan medan topografi di proyek yang dikerjakan, untuk itu diperlukan analisis waktu siklus di dalamnya.

**Analisis Periode Siklus**

Periode siklus adalah periode yang diperlukan oleh kendaraan berat guna melakukan sekali siklus operasional. Setiap alat berat memiliki berbagai cara guna menganalisis periode siklus bergantung daripada cara mengoperasikan setiap kendaraan berat tersebut. Waktu siklus sangat mempengaruhi produktivitas alat berat siklus merupakan faktor penentu untuk menghitung perjalanan bolak – balik yang dapat diselesaikan dalam 1 (satu) jam kerja. Besar kecilnya waktu siklus akan menciptakan tinggi rendahnya produktivitas alat berat.

Periode siklus yang hendak dihitung ialah periode siklus dari *dump truck*, *excavator* hidraulik, *wheel loader*.

1) **Dump truck;**

Persamaan dibawah ini dapat digunakan untuk menghitung waktu siklus *dump truck* :

$$C_m = C_{m1} + C_{m2} + C_{m3} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- C<sub>m</sub> = Periode siklus
- C<sub>m1</sub> = Periode tetap (menit)
- C<sub>m2</sub> = Periode muat (menit)
- C<sub>m3</sub> = Periode tempuh (menit)

2) **Hydraulic excavator;**

Berdasarkan Gambar 2, waktu siklus *excavator* dapat ditentukan.



**Gambar 2.** Periode Siklus *Excavator*

Setelah mengetahui penggunaan tipe kendaraan berat pada proyek ini serta pekerjaan yang akan dilakukan berdasarkan tingkat kesulitan topografi & karakteristik material, maka waktu yang diperlukan akan dihasilkan dengan mem-plot garis antara kedua hal tersebut diatas.

3) **Wheel loader.**

*Wheel Loader* memiliki periode tetap atau *fixed time* sekitar 10,9 detik. Proses pengisian ditentukan dengan memakai metode *V - loading* :

$$C_m = 2 \left( \frac{D}{F} + \frac{D}{R} \right) + z$$

Keterangan :

- C<sub>m</sub> = Periode siklus (menit)
- D = Rute angkut (m)
- F = Laju maju (m / menit)
- R = Laju mundur (m / menit)
- Z = Waktu tetap (menit)

**Menghitung Periode Tetap (C<sub>m1</sub>)**

*Fixed Time* ialah lamanya pelaksanaan pekerjaan dengan *dump truck* dimana dibutuhkan keterampilan

pengemudi dalam mengoptimalkan operasional pekerjaan. *Fixed time* didapatkan atau diperoleh pada pengamatan (observasi) secara langsung peneliti di proyek lapangan.

**Menghitung Periode Muat (C<sub>m2</sub>)**

Periode muat diperoleh & ditentukan melalui rumus sebagaimana tercantum dibawah ini :

$$C_{m2} = \frac{q_{DT}}{q_{ap}} \times C_{map}$$

Keterangan :

- C<sub>m2</sub> = Periode muat (menit)
- q<sub>DT</sub> = Volume *dump truck* (m<sup>3</sup>)
- q<sub>ap</sub> = Volume *excavator* (m<sup>3</sup>)
- C<sub>map</sub> = Periode siklus *excavator* (menit)

**Menghitung Periode Tempuh (C<sub>m3</sub>)**

Periode muat diperoleh melalui rumus sebagaimana tercantum dibawah ini :

$$C_{m3} = \left( \frac{S}{v_f} + \frac{S}{v_e} \right) \times 60$$

Keterangan :

- C<sub>m3</sub> = Periode tempuh (menit)
- S = Rute tempuh (kilometer)
- v<sub>f</sub> = Laju dengan bawaan maksimum (kilometer/jam)
- v<sub>e</sub> = Laju tanpa bawaan (kilometer/jam)

**Analisis Volume Produksi Kendaraan Berat**

Volume produksi kendaraan berat ialah kinerja atau hasil maksimal yang dicapai oleh suatu alat berproduksi dalam satuan jam atau hari.

1) Menghitung kapasitas produksi *asphalt finisher* dapat dijabarkan dalam rumus sebagai berikut :

$$Q_{AF} = (v \cdot b \cdot JM \cdot 60) \cdot t$$

Keterangan :

- Q<sub>AF</sub> = Produksi *asphalt finisher* (m<sup>3</sup>/jam)
- v = Kecepatan produksi pekerjaan (km/jam)
- b = Lebar hamparan (m)
- JM = Kondisi topografi area kerja
- t = tebal area hamparan

2) Menghitung kapasitas produksi *compactor* dapat digambarkan dalam rumus sebagai berikut :

$$Q_c = \left( \frac{JM \cdot L \cdot v}{N} \right) \cdot t$$

Keterangan :

- Q<sub>c</sub> = Produksi *compactor* (m<sup>3</sup>/jam)
- v = Kecepatan produksi pekerjaan (km/jam)
- L = Lebar efektif roda gilas (m)
- N = Jumlah lintasan
- JM = Faktor topografi area pekerjaan

3) Menghitung kapasitas produksi *dump truck* dapat dijabarkan dalam rumus sebagai berikut :

$$Q_{DT} = q_{DT} \cdot \frac{60}{C_m} \cdot JM$$

Keterangan :

- Q<sub>DT</sub> = Kapasitas produksi (m<sup>3</sup>/jam)
- C<sub>m</sub> = *Cycle time* (menit)
- q<sub>DT</sub> = Kapasitas muat (m<sup>3</sup>)
- JM = Faktor topografi area pekerjaan

4) Menghitung kapasitas produksi *hydraulic excavator* dapat dijabarkan dalam rumus sebagai berikut :

$$Q_{HE} = q_{HE} \cdot BFF \cdot \frac{60}{C_m} \cdot JM$$

- $Q_{HE}$  = Kapasitas produksi ( $m^3/jam$ )
- BFF = *Bucket skid steer loader filling factor*
- $C_m$  = *Periode siklus* (menit)
- $q_{HE}$  = Volume *bucket skid steer loader filling factor*
- JM = Faktor topografi area pekerjaan

5) Menghitung kapasitas produksi *motor grader* dapat dijabarkan dalam rumus sebagai berikut :

$$Q_{WL} = q_{WL} \cdot BFF \cdot \frac{60}{C_m} \cdot JM$$

Keterangan :

- $Q_{WL}$  = Kapasitas produksi ( $m^3/jam$ )
- $q_{WL}$  = Volume *bucket skid steer loader bucket* ( $m^3$ )
- BFF = *Bucket skid steer loader filling factor*
- $C_m$  = *Periode siklus* (menit)
- JM = Faktor topografi area pekerjaan

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Volume Serta Lamanya Pekerjaan

*Schedule* realisasi pekerjaan ialah penjabaran dari pelaksanaan proyek mejadi urutan langkah – langkah atau tahapan pelaksanaan pekerjaan. Berdasarkan *schedule* pelaksanaan pekerjaan yang telah disepakati pada saat pengumuman pemenang tender bahwa pembangunan Proyek Jalan Tol Semarang – Demak km 35+400 sampai dengan km 36+400 dilaksanakan dalam jangka waktu 160 hari efektif bekerja, sedangkan untuk mobilitas peralatan berat memakan waktu sekitar 45 hari efektif bekerja, serta untuk pekerjaan *finishing* memakan waktu sekitar 15 hari efektif bekerja. Untuk itu dapat kita ketahui bahwa waktu efektivitas hari kerja guna menyelesaikan pekerjaan utama adalah sekitar 100 hari.

Jadi didasarkan waktu yang telah disepakati menggunakan kapasitas aktivitas produksi yang telah dihitung maka dapat diketahui volume produksi yang bisa diperhatikan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kapasitas produksi kegiatan operasional

No.	Tipe Aktivitas	Waktu Efektif Pekerjaan	Kapasitas Produksi	
			/ hari ( $m^3$ )	/ jam ( $m^3$ )
1	Galian	41	717,75	86,80
2	Timbunan	21	411,93	49,29
3	Lapis Pondasi Agregat	20	47,71	5,92
4	Perkerasan Aspal	8	77,99	8,75

#### Analisis Volume Kapasitas Produksi

Analisis volume kapasitas produksi ialah sebuah perhitungan analisis untuk mengetahui volume kapasitas pekerjaan alat berat / jam yang telah disesuaikan dengan kondisi topografi pekerjaan di lapangan yang telah dilaksanakan.

Maka dari itu analisis *cycle time* harus dilaksanakan terlebih dahulu, karena *cycle time* diperlukan untuk menganalisis volume kapasitas produksi peralatan berat.

#### Analisis Cycle Time

Hasil analisis *cycle time* didapatkan dari pekerjaan yang memakai peralatan berat yaitu galian tanah, timbunan tanah, lapis pondasi agregat, perkerasan aspal, dimana hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 sampai dengan Tabel 6 dibawah ini.

Tabel 2. Analisis *cycle time* pekerjaan galian tanah

No	Peralatan yang dipakai	Cycle time (menit)
1	Dump Truck	0,43
2	Hydraulic Excavator	7,55

Tabel 3. Analisis *cycle time* pekerjaan timbunan tanah

No	Peralatan yang dipakai	Cycle time (menit)
1	Dump Truck	4,49
2	Wheel Loader	27,97

Tabel 4. Analisis *cycle time* lapis pondasi agregat

No	Peralatan yang dipakai	Cycle time (menit)
1	Dump Truck	71,55
2	Wheel Loader	5,51

Tabel 5. Analisis *cycle time* pekerjaan pengaspalan

No	Peralatan yang dipakai	Cycle time (menit)
1	Dump Truck	65,51

Tabel 6. Analisis *cycle time* pekerjaan timbunan tanah

No	Peralatan yang dipakai	Cycle time (menit)
1	Dump Truck	4,49
2	Wheel Loader	27,97

#### Analisis Kapasitas Volume Alat

Seperti analisis volume kapasitas produksi, analisis kapasitas volume alat didapat dari pekerjaan yang memakai peralatan berat. Berdasarkan analisis hasil analisis volume alat dapat dilihat pada Tabel 7 hingga dengan Tabel 9 dibawah ini.

Tabel 7. Analisis kuantitas volume kendaraan berat pada aktivitas penimbunan tanah

No	Kendaraan Berat	Kuantitas Volume Kendaraan Berat
1	Dump Truck	21,54 $m^3/jam$
2	Motor Grader	15,37 $m^3/jam$
3	Vibration Roller	1977 $m^3/jam$
4	Wheel Loader	50,86 $m^3/jam$

Tabel 8. Analisis kuantitas volume kendaraan berat pada aktivitas pelapisan fondasi agregat

No	Kendaraan Berat	Kuantitas Volume Kendaraan Berat
1	Dump Truck	21,54 $m^3/jam$
2	Motor Grader	6,27 $m^3/jam$
3	Vibration Roller	1479,13 $m^3/jam$
4	Wheel Loader	52,87 $m^3/jam$

Tabel 9. Analisis kuantitas volume kendaraan berat pada aktivitas perkerasan aspal

No	Kendaraan berat	Kuantitas Volume Kendaraan Berat
1	Asphalt Finisher	7,69 $m^3/jam$
2	Dump Truck	38,96 $m^3/jam$
3	Pneumatic Tired Roller	54,8 $m^3/jam$
4	Tandem Roller	57,6 $m^3/jam$

#### Daya Produksi Kendaraan Berat

Kita tentunya pernah mendengar mengenai produktivitas alat berat, dimana kita dituntut untuk

seefektif mungkin menggunakan peralatan berat sesuai dengan tujuannya masing – masing, hal ini berkaitan dengan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan. Adapun produktivitas peralatan berat adalah bekerja produktifnya alat berat selama jam kerja peralatan berat tersebut sesuai dengan fungsi serta tujuan alat berat tersebut digunakan sehingga menjadi efektif.

Produktivitas peralatan berat dapat dilihat pada Tabel 10 sampai dengan Tabel 13, kondisi tersebut didapat berpedoman kepada aktivitas lapangan seperti pada analisis yang sudah dilaksanakan sebelumnya.

Tabel 10. Rerata kuantitas kendaraan berat dalam aktivitas galian tanah

N o.	Peralatan berat yang dipakai	Volume pekerjaan	Kapasitas Volume Peralatan berat	Waktu kerja efektif	Jumlah alat
		(m <sup>3</sup> /jam)	(m <sup>3</sup> /jam)		
1	Dump Truck	77,86	151,51	39	2
2	Hydraulic Excavator		55,77		5

Tabel 11. Rerata jumlah alat berat pada pekerjaan timbunan tanah

N o.	Peralatan berat yang dipakai	Volume pekerjaan	Kapasitas Volume Peralatan berat	Waktu kerja efektif	Jumlah alat
		(m <sup>3</sup> /jam)	(m <sup>3</sup> /jam)		
1	Dump Truck	51,29	24,33	28	2
2	Motor Grader		15,47		1
3	Vibration Roller		1986		2
4	Wheel Loader		52,68		2

Tabel 12. Rerata kuantitas kendaraan berat dalam aktivitas perkerasan aspal

N o.	Peralatan berat yang dipakai	Volume pekerjaan	Kapasitas Volume Peralatan berat	Waktu kerja efektif	Jumlah alat
		(m <sup>3</sup> /jam)	(m <sup>3</sup> /jam)		
1	Asphalt Finisher		7,67		1

2	Dump Truck	8,37	38,95	8	5
3	Pneumatic Tired Roller		46,5		1
4	Tandem Roller		57,6		1

Tabel 13. Rerata kuantitas kendaraan berat dalam aktivitas pelapisan fondasi agregat

N o.	Peralatan berat yang dipakai	Volume pekerjaan	Kapasitas Volume Peralatan berat	Waktu kerja efektif	Jumlah alat
		(m <sup>3</sup> /jam)	(m <sup>3</sup> /jam)		
1	Dump Truck	5,44	21,11	26	1
2	Motor Grader		6,41		6
3	Vibration Roller		1486,5		2
4	Wheel Loader		50,77		2

## PENUTUP

### KESIMPULAN

Dari pembahasan diatas kita mendapatkan rumusan diantaranya :

- 1) Jangka waktu yang paling efektif serta produktif di dalam mengerjakan proyek ini adalah sekitar 110 hari;
- 2) Proyek ini memakai kendaraan operasional produksi sebagai berikut :
  - Asphalt finisher;
  - Dump truck;
  - Hydraulic excavator;
  - Motor grader;
  - Pneumatic tired roller;
  - Tandem roller;
  - Vibration roller;
  - Wheel loader.
- 3) Proyek ini memerlukan kendaraan operasional produksi sebagai berikut :
  - Asphalt finisher sejumlah 1 buah;
  - Dump truck sejumlah 7 buah;
  - Hydraulic excavator sejumlah 1 buah;
  - Motor grader sejumlah 1 buah;
  - Pneumatic tired roller sejumlah 1 buah;
  - Tandem roller sejumlah 2 buah;
  - Vibration roller sejumlah 1 buah;
  - Wheel loader sejumlah 1 buah.

### SARAN

Untuk mempertahankan atau meningkatkan potensi volume produksi yang optimal disertai efisiensi

anggaran operasional, mau tidak mau memakai kendaraan produksi yang layak. Sumber daya manusia juga perlu dipertimbangkan, seperti mempekerjakan operator yang berpengalaman mengoperasikan alat berat.

Produktivitas alat berat yang tinggi harus sebanding juga dengan upah yang diberikan kepada tenaga atau operator yang bekerja.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F. A., & Rumbyarso, Y. P. A. (2024). Analisis Penjadwalan Proyek Klinik Spesialis Mata & Tht Ayani Dengan Pert & Cpm. *International Journal Of Multi Science*, 4(01), 1-8.
- Septiani, M., Afni, N., & Andharsaputri, R. L. (2019). Perancangan Sistem Informasi Penyewaan Alat Berat. *Jusim (Jurnal Sist. Inf. Musirawas)*, 4(02), 127-135.
- Suryawan, K. A. (2019). *Manajemen Alat Berat*. Deepublish.
- Febrianti, D., & Zulyaden, Z. (2018). Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan. *Jurnal Teknik Sipil Dan Teknologi Konstruksi*, 4(1).
- Febrianti, D., Zakia, Z., & Mawardi, E. (2021). Analisis Biaya Operasional Alat Berat Pada Pekerjaan Timbunan. *Tameh: Journal Of Civil Engineering*, 10(1), 33-41.