



Analisis Kinerja Alat Berat Pada Proyek Normalisasi dan Perkuatan Tebing Sungai

Ansar Jaya¹⁾, Irwan Lakawa^{2)*}, Sitti Hawa³⁾, Muh Samtun Bona⁴⁾

¹⁾Dinas Sumber Daya Air & Bina Marga Provinsi Sulawesi Tenggara

²⁾Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

³⁾Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

⁴⁾Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

*Corresponding Author: ironelakawa@gmail.com

ARTICLE INFO

Keywords:

Performance,
Normalization,
Reinforcement

How to cite:

Ansar Jaya, Irwan Lakawa,
Sitti Hawa, Muh Samtun
Bona. (2022). Analisis
Kinerja Alat Berat Pada
Proyek Normalisasi dan
Perkuatan Tebing Sungai.



ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the performance of heavy equipment and the duration of time required to complete the Windo River Cliff Normalization and Reinforcement Project, Pamandati Village, Laeya District, South Konawe Regency.

The results showed that the excavator's performance in excavation work (mechanical) was 38.68 m³/hour, dump truck 2.99 m³/hour. As for the embankment work imported from outside, the performance of the excavator is 98.53 m³/hour and the dump truck is 3.05 m³/hour. Where the duration of time required to complete the excavation work (mechanical) with an excavator is 12 days and for embankment work imported from outside is 2 days..

1. Pendahuluan

Produktivitas merupakan salah satu aspek yang menentukan keberhasilan suatu perusahaan dalam persaingan yang semakin ketat. Tingkat produktivitas yang dicapai perusahaan merupakan indikator seberapa efisien dan efektif perusahaan dalam mengolah sumber daya ekonomisnya. Dalam analisa produktivitas suatu pekerjaan (orang dan alat) ada faktor yang harus diperhatikan dalam pengamatan. Akibat pengaruh faktor tersebut maka akan terdapat perbedaan produktivitas pada setiap proyek (Murti, 2016).

Pelaksanaan Proyek Pembangunan khususnya pada pekerjaan tanah yaitu normalisasi dan perkuatan tebing sungai didominasi oleh penggunaan alat berat. Penyelesaian suatu pekerjaan atau bagian pekerjaan proyek tertentu diperlukan pemilihan alat dimana pemilihan alat-alat berat tergantung pada karakteristik masing-masing alat dan kondisi medan. Hal ini diperlukan agar alat tersebut dapat bekerja secara optimum sehingga pekerjaan dapat diselesaikan tepat waktu dengan biaya sehemat mungkin.

Selain itu pelaksanaan suatu proyek konstruksi juga selalu terdapat kendala-kendala, baik kendala yang sudah diperhitungkan maupun diluar perhitungan perencana. Mengingat bahwa kendala-kendala tersebut dapat menjadi penyebab terhambatnya pekerjaan proyek dan pekerjaan proyek tidak berlangsung dengan lancar, maka dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi selalu ada kemungkinan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek akan melebihi waktu yang telah ditentukan dalam kontrak pekerjaan (Setiawati, 2013).

Menurut Ahmad dkk (2020), faktor yang berpengaruh terhadap efektifitas pelaksanaan pekerjaan adalah faktor koordinasi antara instansi, cuaca, keterlambatan pengujian bahan, pengalaman pelaksana proyek, dan faktor ketersediaan alat.

Begitu pula Proyek normalisasi sungai Windo Desa Pamandati Kecamatan Laeya Kabupaten Konawe Selatan yang mengalami kendala seperti pada pekerjaan tanah, alat-alat berat tidak bekerja secara optimal, kondisi medan yang kurang baik bahkan cuaca yang kurang mendukung, oleh karena itu peran aktif manajemen merupakan salah satu kunci utama keberhasilan pengelolaan proyek yaitu dalam peninjauan jadwal proyek untuk menentukan langkah perubahan mendasar agar keterlambatan penyelesaian proyek dapat dihindari atau dikurangi.

Pekerjaan normalisasi muara sungai bergantung pada ketersediaan sumber daya yang dipakai. Ketersediaan tersebut dapat mempengaruhi efektifitas dan efisiensi pelaksanaan suatu proyek, baik dalam hal biaya maupun waktu pelaksanaan proyek. Salah satu sumber daya yang berperan penting adalah alat berat. Dalam perencanaan pemakaian alat-alat berat untuk pekerjaan normalisasi muara sungai perlu diperhatikan jenis alat-alat berat yang dipakai, pengetahuan tentang kapasitas dan kemampuan alat berat agar penggunaan alat tidak menimbulkan biaya yang lebih. Menurut Azhim (2019) produktivitas alat dipengaruhi oleh kapasitas produksi alat berat yang digunakan pada setiap jenis pekerjaan. Semakin besar kapasitas produksi suatu alat maka koefisien alat semakin kecil sehingga biaya yang dikeluarkan semakin kecil pula. Hal ini disebabkan karena alat yang digunakan pada setiap jenis pekerjaan bekerja secara efektif.

2. Tinjauan Pustaka

Alat berat merupakan alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan bongkar muat barang di industri maupun pembangunan suatu struktur bangunan. Alat berat merupakan faktor penting didalam industri dan proyek, terutama proyek-proyek konstruksi maupun pertambangan dan kegiatan lainnya dengan skala yang besar. Berdasarkan fungsinya alat berat dibagi atas; pengolah lahan, penggali, pengangkut material, pemindah material, pemadat, pemroses material, dan penempatan akhir material (Rostiyanti, 2008 dalam Monaliza, 2018).

Sedangkan menurut Ramadhani (2017) alat berat sebagai alat pengolah lahan, alat gali, alat angkut, alat pemindahan, alat pemroses, alat penempatan akhir material. Sedangkan klasifikasi alat berdasarkan pergerakannya yaitu alat dengan penggerak dan alat statis. Alat berat pada umumnya terdiri atas lima komponen, yaitu implemen, alat traksi, struktur, sumber tenaga dan transmisinya (power train), serta sistem kendali (Saefudin, 2016).

Managemen pemilihan dan pengendalian alat berat adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan alat berat untuk mencapai tujuan pekerjaan yang ditentukan. Penggunaan alat-alat berat untuk pekerjaan kontruksi sipil pada masa sekarang terus mengalami peningkatan sesuai dengan perkembangan teknologi yang semakin canggih. Penggunaan alat berat yang kurang tepat dengan situasi dan kondisi lapangan pekerjaan akan berpengaruh berupa kerugian, antara lain rendahnya produksi, tidak tercapainya target/jadwal yang telah ditentukan, atau kerugian repair yang tidak semestinya. Manajemen pemilihan dan pengendalian alat berat adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan alat berat untuk mencapai tujuan pekerjaan yang ditentukan. Menurut Rostiyanti (2002) dalam Priana (2019) menjelaskan bahwa faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan alat berat, sehingga kesalahan dalam pemilihan alat dapat dihindari, antara lain adalah:

- Fungsi yang harus dilaksanakan.
- Kapasitas peralatan.
- Cara operasi.
- Pembatasan dari metode yang dipakai.

- Ekonomi.
- Jenis proyek.
- Lokasi proyek.
- Jenis dan daya dukung tanah
- Kondisi lapangan.

Produktifitas suatu alat akan menentukan besarnya harga satuan dari suatu produk, makin tinggi produktifitasnya akan makin rendalah harga satuannya, sehingga harus benar-benar dipikirkan suatu kondisi, dimana imbalan peralatan yang kita berikan kepada personil-personil yang menangani peralatan sebanding dengan produktifitas yang dihasilkannya.

Ketepatan dalam memilih alat berat yang sesuai dengan pekerjaan serta sesuai pula dengan fungsi alat tersebut akan mampu memproduksi secara optimal dan juga menghasilkan biaya produksi terendah. Produktifitas alat berat pada kenyataannya di lapangan tidak sama jika dibandingkan dengan kondisi ideal alat dikarenakan hal-hal tertentu seperti topografi, keahlian operator, pengoperasian dan pemeliharaan alat. Produktifitas per jam alat yang harus diperhitungkan dalam perencanaan adalah produktifitas standart alat pada kondisi ideal dikalikan suatu faktor yang disebut efisiensi kerja. Besarnya nilai efisiensi kerja ini sulit ditentukan secara tepat tetapi berdasarkan pengalaman-pengalaman dapat ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan. Bagaimana efektivitas alat tersebut bekerja tergantung dari beberapa hal yaitu (Setiawati, 2013):

- Kemampuan operator pemakai alat.
- Pemilihan dan pemeliharaan alat,
- Perencanaan dan pengaturan letak alat,
- Topografi dan volume pekerjaan,
- Kondisi cuaca,
- Metode pelaksanaan alat.

Dalam merencanakan proyek-proyek yang dikerjakan dengan alat berat, satu hal yang penting adalah bagaimana menghitung kapasitas operasi alat berat. Biasanya kapasitas operasi dari suatu alat berat dinyatakan dalam m^3 /jam dan produksi alat dinyatakan dalam volume pekerjaan yang dikerjakan persiklus waktu dan jumlah siklus dalam satu jam kerja (Saefudin, 2016).

a) *Excavator*

Produksi *excavator* dapat dihitung dengan persamaan:

$$Q = 3600 \times C_m \times q_1 \times K \times E \quad (1)$$

dengan:

- Q = Produksi per jam (m^3 /jam)
- q_1 = kapasitas bucket (m^3)
- K = Faktor pengisian bucket
- C_m = Waktu siklus dalam detik
- E = Kondisi Manajemen dan medan kerja (Faktor koreksi)

Sedangkan waktu siklus Excavator dapat dihitung dengan persamaan:

$$C_m = t_1 + 2 \times t_2 + t_3 \quad (2)$$

dengan;

- t_1 = waktu gali / waktu muat *bucket*
- t_2 = waktu *swing*
- t_3 = waktu buang

Produktifitas suatu alat akan menentukan besarnya harga satuan dari suatu produk, makin tinggi produktifitasnya akan makin rendalah harga satuannya, sehingga harus benar-

benar dipikirkan suatu kondisi, dimana imbalan peralatan yang kita berikan kepada personil-personil yang menangani peralatan sebanding dengan produktifitas yang dihasilkannya. Ketepatan dalam memilih alat berat yang sesuai dengan pekerjaan serta sesuai pula dengan fungsi alat tersebut akan mampu memproduksi secara optimal dan juga menghasilkan biaya produksi terendah. Produktifitas alat berat pada kenyataannya di lapangan tidak sama jika dibandingkan dengan kondisi ideal alat dikarenakan hal-hal tertentu seperti topografi, keahlian operator, pengoperasian dan pemeliharaan alat. Alat berat adalah faktor penting di dalam proyek-proyek konstruksi, tujuan dari penggunaan alat berat adalah memudahkan dalam mengerjakan pekerjaan sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang relatif lebih singkat (Hariyanto, 2020).

Produktifitas per jam alat yang harus diperhitungkan dalam perencanaan adalah produktifitas standart alat pada kondisi ideal dikalikan suatu faktor yang disebut efisiensi kerja. Besarnya nilai efisiensi kerja ini sulit ditentukan secara tepat tetapi berdasarkan pengalaman-pengalaman dapat ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan. Bagaimana efektivitas alat tersebut bekerja tergantung dari beberapa hal yaitu kemampuan operator pemakai alat, pemilihan dan pemeliharaan alat, perencanaan dan pengaturan letak alat, topografi dan volume pekerjaan, kondisi cuaca, metode pelaksanaan alat (Setiawati, 2013). Penjadwalan proyek dengan mengoptimalkan kinerja alat berat perlu karena alat berat merupakan salah satu faktor yang menentukan hasil dalam suatu proyek (Hendriyani, 2017).

Tabel 1. Faktor Konversi Galian (FV) Untuk Alat *Ecavator*

Kondisi Galian/Kedalaman Galian	Kondisi Membuang, Menumpahkan (<i>dumping</i>)			
	Mudah	Normal	Agak Sulit	Sulit Sekali
< 40 %	0,7	0,9	1,1	1,4
40-75 %	0,8	1,0	1,3	1,6
> 75 %	0,9	1,1	1,5	1,8

Sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013 dalam Handayani, 2015

Tabel 2. Faktor Pengisian *Bucket*

Kondisi	Pemuatan Faktor
Ringan, Menggali dan memuat stockpile atau material yang telah dikeruk oleh excavator lain, yang tidak membutuhkan gaya gali dan dapat dibuat munjung dalam bucket	1.0 – 0.0
Sedang, Menggali dan memuat stockpile lepas dari tanah yang lebih sulit untuk digali dan dikeruk tetapi dapat dimuat hampir munjung. Pasir kering, tanah berpasir, tanah campuran tanah liat, tanah liat, gravel yang belum disaring, pasir yang telah memadat dan sebagainya, atau menggali dan memuat gravel langsung dari bukit gravel asli. Sulit Menggali dan memuat batu-batu pecah, tanah liat yang keras, pasir campur kerikil, tanah berpasir, tanah koloidal liat, tanah liat dengan kadar air tinggi yang telah di stockpile oleh excavator lain. Sulit untuk mengisi bucket dengan material tersebut.	0.8 – 0.6
Agak sulit Menggali dan memuat batu-batu pecah, tanah liat yang keras, pasir campur kerikil, tanah berpasir, tanah koloidal liat, tanah liat dengan kadar air tinggi yang telah di stockpile oleh excavator lain. Sulit untuk mengisi bucket dengan material tersebut.	0.6 – 0.5
Sulit Bongkahan, batuan besar dengan bentuk tak teratur dengan ruangan diantaranya batuan hasil ledakan, batuan bundar, pasir campur tanah liat, tanah liat yang sulit untuk dikeruk dengan bucket.	0.5 – 0.4

Sumber: Saefudin, 2016

b) *Dump Truck*

Untuk pekerjaan konstruksi sipil umumnya digunakan truk yang dapat membuang muatan dari bak secara otomatis. Truk semacam ini disebut dengan dump truck atau tipping truck. Penumpahan muatan (dumping) dilakukan dengan cara hidrolis yang menyebabkan bak terangkat pada satu sisi, sedang sisi lain yang berhadapan berputar sebagai engsel. Dengan membedakan arah muatan ditumpahkan dump truck dibedakan dalam 3 macam, yaitu :

- *Rear dump truck* yang membuang muatan ke belakang
- *Side dump truck* yang membuang muatan ke samping
- *Bottom dump truck* yang membuang muatan melalui bawah bak

$$Q = \frac{q \times 60 \times Et}{Cmt} \quad (3)$$

$$q = q1 \times K \quad (4)$$

dengan:

- Q = Produksi per jam dump truck (m³/jam)
- q = Produksi persiklus (m³)
- Et = Efisiensi kerja dump truck
- Cmt = Waktu siklus dump truck (menit)
- K = Faktor bucket

Waktu siklus adalah jumlah dari kelima waktu tersebut.

$$C = n \cdot Cms + \frac{D}{v_1} + t_1 + \frac{D}{v_2} + t_2 \quad (5)$$

dengan:

- n = jumlah siklus yang diperlukan backhoe untuk mengisi dump truck.
- C = Kapasitas rata-rata *dump truck* (m³)
- q1 = Kapasitas bucket (m³)
- K = Faktor bucket dari *backhoe*
- Cms = Waktu siklus *backhoe* (menit)
- D = Jarak angkut dump truck (m)
- V1 = Kecepatan rata-rata truk bermuatan (m/menit)
- V2 = Kecepatan rata-rata truk kosong (m/menit)
- t1 = Waktu buang + waktu stand by sampai pembuangan mulai (menit)
- t2 = Waktu untuk posisi pengisian dan untuk *backhoe* mulai mengisi (menit)

Sifat fisik yang harus dihadapi alat berat akan berpengaruh dalam menentukan jenis alat dan taksiran atau kapasitas produksi, perhitungan volume pekerjaan, kemampuan kerja alat pada, kondisi material yang ada (Rozy, 2016). Menurut Supit (2020) salah satu yang menentukan kesuksesan suatu proyek tersebut adalah produktivitas kerja.

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis kinerja alat yang akan diuraikan pada penelitian ini meliputi pekerjaan galian tanah (mekanis) dan pekerjaan timbunan didatangkan dari luar.

a) Pekerjaan Galian Tanah (Mekanis)

Peralatan yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan galian tanah mekanis adalah alat excavator. Perhitungan kinerja peralatan pada pekerjaan normalisasi dan perkuatan tebing sungai dilakukan dengan cara mencatat waktu siklus selama pelaksanaan pekerjaan baik waktu menggali dan waktu membuang (T1) serta waktu lain-lain (T2).

Tabel 3. Waktu Siklus Alat Excavator Untuk Pekerjaan Galian Tanah

Pengamatan	Waktu Siklus		Total TS (Menit)
	T1	T2	
1	1,34	0,11	1,45
2	1,29	0,10	1,39
3	1,33	0,13	1,46
4	1,40	0,12	1,52
5	1,30	0,09	1,39
6	1,28	0,10	1,38
7	1,36	0,12	1,48
Jumlah	9,30	0,77	10,07
Rata-rata	1,33	0,11	1,44

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh bahwa waktu siklus yang diperlukan untuk kegiatan menggali dan membuang (T1) dari alat excavator secara rata-rata sebesar 1,33 menit dan waktu lain-lai (T2) sebesar 0,11 menit, sehingga total waktu siklus yang diperlukan oleh alat excavator pada pekerjaan galian sebesar 1,44 menit.

Tabel 4. Hasil Analisis Kapasitas Produksi dan Koefisien Alat Excavator

Pengamatan	Kapasitas produksi/jam	Koefisien alat
1	38,33	0,02601
2	39,98	0,02501
3	38,07	0,02627
4	36,56	0,02735
5	39,98	0,02503
6	40,27	0,02483
7	37,55	0,02663
Jumlah	270,74	0,18113
Rata-rata	38,68	0,02588

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh bahwa kapasitas produksi/jam rata-rata dari alat excavator adalah 38,68 m³/jam dengan nilai koefisien alat untuk menyelesaikan pekerjaan galian sebesar 0,02588 jam/m³.

b) Pekerjaan Timbunan didatangkan dari Luar

Alat berat yang diperlukan untuk penyelesaian pekerjaan timbunan yang didatangkan dari luar adalah excavator. Adapun analisis kinerja dari peralatan tersebut dapat diuraikan sebagai berikut :

Adapun asumsi yang digunakan untuk menghitung kinerja dari alat terdiri dari :

- Jam kerja efektif per hari (Tk) : 7 jam
- Faktor pengembangan bahan (padat ke asli) (Fv) : 1,11
- Tebal hamparan padat (t) : 0,15 m
- Berat volume bahan (lepas) (D) : 1,60 ton/m³
- Dump truck mengangkut ke lapangan dengan
- Jarak dari sumber galian ke lapangan (L) : 5 km

Selanjutnya ditentukan data teknis dari alat excavator yang meliputi :

- Kapasitas bucket (V) : 0.93 m³
- Faktor bucket (Fb) : 1
- Faktor efisiensi alat (Fa) : 0,83
- Faktor konfersi asli ke padat (Fv1) : 0,90

Tabel 5. Waktu Siklus Alat Excavator untuk Pekerjaan Timbunan yang Didatangkan

Pengamatan	Waktu Siklus		Total (TS) (Menit)
	T1	T2	
1	0,35	0,09	0,44
2	0,28	0,10	0,38
3	0,31	0,12	0,43
4	0,33	0,11	0,44
5	0,29	0,08	0,37
6	0,32	0,10	0,42
7	0,34	0,13	0,47
Jumlah	2,22	0,73	2,95
Rata-rata	0,32	0,10	0,42

Berdasarkan Tabel 5 diperoleh bahwa waktu siklus yang diperlukan untuk kegiatan menggali dan membuang (T1) dari alat excavator secara rata-rata sebesar 0,32 menit dan waktu lain-lai (T2) sebesar 0,10 menit sehingga total waktu siklus yang diperlukan oleh alat excavator pada pekerjaan timbunan yang didatangkan dari luar sebesar sebesar 0,42 menit.

Tabel 6. Kapasitas Produksi dan Koefisien Alat Excavator Pada Pekerjaan Timbunan Yang Didatangkan dari Luar

Pengamatan	Kapasitas produksi/jam	Koefisien alat
1	94,73	0,01056
2	109,69	0,00912
3	96,94	0,01032
4	94,73	0,01056
5	112,66	0,00888
6	92,25	0,01084
7	88,69	0,01128
Jumlah	689,69	0,07154
Rata-rata	98,53	0,01022

Berdasarkan Tabel 6 diperoleh bahwa kapasitas produksi/jam dari alat excavator terhadap pekerjaan timbunan yang di datangkan dari luar secara rata-rata sebesar 98,53 m³/jam dengan nilai koefisien alat untuk menyelesaikan pekerjaan sebesar 0,01022jam/m³.

5. Kesimpulan

Kinerja alat berat excavator pada pekerjaan galian tanah (mekanis) sebesar 38,68 m³/jam, dump truck 2,99 m³/jam. Sedangkan untuk pekerjaan timbunan yang di datangkan dari luar, kinerja alat excavator sebesar 98,53 m³/jam dan dump truck sebesar 3,05 m³/jam. Durasi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan galian tanah (mekanis) dengan alat excavator sebesar 12 hari dan untuk pekerjaan timbunan yang didatangkan dari luar sebesar 2 hari.

Referensi

Ahmad., Lakawa, I., Rachmat, L.M. 2020. Efektifitas Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Rekonstruksi Jalan Wolo-Batas Kota Kolaka-Rate Rate. *Sultra Civil Engineering Journal*, Vol. 1(1), pp: 66-82.

- Azhim, F., Suhariyanto., Burhamtoro. 2019. Alokasi Kebutuhan Alat Berat Pada Pekerjaan Normalisasi Muara Sungai Sibelis Kota Tegal. *Prokons: Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 12(1), pp: 44-49.
- Handayani, E. 2015. Efisiensi Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Pembangunan TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) Desa AMD Kecamatan Muara Bulian Kabupaten Batanghari. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, Vol. 15(3), pp: 90-95.
- Hariyanto, B., Lestari, D.M., Firdaus, M. 2020. Kuantitatif Penggunaan Alat Berat Untuk Item Pekerjaan Galian Dan Timbunan (Studi Kasus: Peningkatan Jalan Kecamatan Ciruas – Lebakwangi - Pontang - Tirtayasa) Kabupaten Serang. *Jurnal JOSCE*, Vol. 2(1), pp: 29-39.
- Hendriyani, I., Ryka, H. 2017. Optimalisasi Pemakaian Alat Berat Dalam Proyek Jembatan di Lahan Gambut. *Jurnal TRANSUKMA*, Vol. 2(2), pp: 149-158.
- Monaliza, I. 2018. Efektifitas Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Pelabuhan Berdasarkan Efisiensi Secara Teknis Dan Ekonomi. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*. Volume xx, Nomor x, pp: 1-11.
- Murti, U.D. 2016. Analisa Produktivitas Pekerjaan Galian Menggunakan Alat Berat Pada Proyek Pembangunan di Balikpapan. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Balikpapan.
- Priana, S.E. 2019. Alokasi Kebutuhan Alat Berat Pada Proyek Peningkatan Jalan Bandarejo-Koto Tinggi Kabupaten Pasaman Barat. *Rang Teknik Journal*. Vol. 2(1), pp: 148-156.
- Ramadhani, A., Hasyim, M.H., Harimurti. 2017. Optimalisasi Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Tanah Di Proyek Tol Nganjuk–Kertosono. *Naskah Publikasi Teknik Sipil*, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- Rozy, N. 2016. Pengaruh Jenis dan Susunan Armada Alat Berat Pekerjaan Tanah Terhadap Optimasi Biaya dan Waktu. *Jurnal Logika*, Vol. 16(1), pp: 96-106.
- Saefudin, A. H. 2016. Kajian Penggunaan Alat-Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Jalan Raya Ditinjau Dari Aspek Teknis dan Ekonomi (Studi Kasus Proyek Pembangunan Jalan Tol BOCIMI (Bogor, Ciawi, Sukabumi)). Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik-Unpak.
- Setiawati, D. N. 2013. Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Pabrik Krakatau Posco Zone IV di Cilegon. *Jurnal Konstruksia*, Vol. 4(2), pp: 91-103.
- Supit, D.D. 2020. Analisa Produktivitas dan Efisiensi Alat Berat Untuk Pekerjaan Tanah dan Pekerjaan Perkerasan Berbutir (Studi Kasus: Proyek Rehabilitasi Ring Road II-Paniki). *DynamicSaint*, Jilid 5(1), pp: 906-917.