ANALISIS WAKTU PELAKSANAAN PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PEKERJAAN TANAH PROYEK PERUMAHAN MARINDAL *CITY*

**Fatimah Az-Zahra Sembiring1); Aji Saputra Nasution2), Fadli3).**

 1)Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan,

 2)Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan,

 3)Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Medan.

e-mail:fatimahazzahrahs02@email.ac.id.

**Abstract**

*The use of heavy equipment on earthworks is a way to carry out work so that work can be completed in a faster time, to find out the implementation time, data on the volume of work and the production capacity of heavy equipment are needed. The earthwork discussed in this study is the work of backfilling or landfilling for housing construction. The tools used are Excavator and Dump Truck. The purpose of this study is to determine the volume of work and the total time required to complete the work. The method used in calculating the volume of work is the Graphical method and the AutoCAD application. Meanwhile, the time calculation is based on the comparison of the volume and production capacity of the heavy equipment. The method of calculating production capacity uses Permen PUPR, No.1, 2022 with primary data, namely observations of heavy equipment cycles in the field as a complement to the calculation. The results of the volume of work with the Graphical method amounted to 11940.2293 m³ and by using the AutoCAD application amounted to 12651.7619 m³. From the calculation of the duration of work is 14 working days with a combination of Excavator: Dump Truck = 1: 4, while the actual duration in the field is 22 working days with a combination of Excavator: Dump Truck = 1: 2.*

Keywords: Heavy Equipment, Production Capacity, Duration

**Abstrak**

Penggunaan alat berat pada pekerjaan tanah merupakan cara untuk melaksanakan pekerjaan agar pekerjaan dapat diselesaikan dalam waktu yang lebih cepat, Untuk mengetahui waktu pelaksanaan tersebut diperlukan data volume pekerjaan dan kapasitas produksi alat berat. Pekerjaan tanah yang dibahas di penelitian ini adalah pekerjaan pengurugan atau penimbunan tanah untuk pembangunan perumahan. Alat yang digunakan adalah *Excavator* dan *Dump Truck*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui volume pekerjaan dan total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan. Metode yang digunakan dalam perhitungan volume pekerjaan yaitu dengan metode Grafis dan aplikasi *AutoCAD*. Sedangkan untuk perhitungan waktunya didasarkan kepada perbandingan volume dan kapasitas produksi dari alat berat tersebut. Metode perhitungan kapasitas produksi menggunakan Permen PUPR, No.1, 2022 dengan data primer yaitu pengamatan siklus alat berat di lapangan sebagai pelengkap dari perhitungannya. Hasil volume pekerjaan dengan metode Grafis sebesar 11940,2293 m³ dan dengan menggunakan aplikasi *AutoCAD* sebesar 12651,7619 m³. Dari hasil perhitungan durasi pekerjaan adalah 14 hari kerja dengan kombinasi *Excavator* : *Dump Truck* = 1 : 4, sedangkan durasi aktual di lapangan selama 22 hari kerja dengan kombinasi *Excavator* : *Dump Truck* = 1 : 2.

Kata Kunci: Alat Berat , Kapasitas Produksi, Durasi

**PENDAHULUAN**

Alat berat dikenal dalam industri konstruksi adalah alat yang digunakan untuk membantu orang melakukan tugas membangun struktur suatu bangunan. Alat berat merupakan faktor penting dalam proyek, terutama proyek konstruksi dan pertambangan serta kegiatan skala besar lainnya (Rostiyanti 2009).

Dalam hal konstruksi, peranan penting sumber daya manusia sebagai pekerja dan pemilihan alat berat harus dikendalikan dengan baik. Kerena itu diperlukan langkah-langkah yang tepat baik dalam perencanaan maupun dalam pelaksanaan sehingga sumber daya yang ada dapat digunakan semaksimal mungkin.

Pekerjaan pengurugan tanah yang dilakukan oleh tenaga manusia sangat berbeda dengan pekerjaan yang dilakukan oleh alat berat. Hal ini terlihat dari volume pekerjaan yang dihasilkan alat berat dengan manusia. Maka untuk meminimalkan waktu yang diberikan, diperlukan alat yang dapat bekerja dengan cepat dan efisien.

Pekerjaan pengurugan tanah bertujuan memindahkan tanah ke suatu lokasi untuk membentuk atau mencapai ketinggian tanah tertentu sesuai kebutuhan.

Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan Perumahan Marindal *City*. Dalam penelitian ini akan dilakukan peninjauan terhadap penggunaan alat berat pada pekerjaan pengurugan tanah dengan mempertimbangkan waktu pekerjaan agar dapat mencapai sasaran yang telah ditetapkan.

Adapun alat berat yang digunakan pada pekerjaan pengurugan tanah adalah *Excavator* dan *Dump Truck.* Jenis alat ini sangat umum digunakan di bidang proyek konstruksi.

Dengan volume pekerjaan yang besar, maka diperlukan alat berat agar dapat memudahkan pekerjaan. Tetapi, penggunaan alat berat memerlukan biaya yang mahal. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan durasi pekerjaan dilihat dari perbandingan kapasitas produksi masing-masing alat berat. Dari perbandingan tersebut, maka didapatkan kombinasi alat yang ideal.

1. **Volume Pekerjaan Tanah**

Memperhitungkan volume pekerjaan dapat memberikan gambaran akan pentingnya alat berat untuk digunakan pada proyek ini.

Adapun metode perhitungan yang dapat digunakan sebagai berikut:

* Metode Penampang Melintang (*Cross Section Method*)
* Metode Garis Kontur
* Metode Prisma dan Piramida Kotak
* Metode Galian dan Timbunan (*Cut and Fill*)

Pemilihan metode perhitungan volume pekerjaan tanah disesuaikan dengan data yang mungkin didapatkan di lapangan. Pada penelitian penulis memilih untuk menggunakan Metode Garis Kontur.

Volume dapat dihitung dengan menghitung luas dalam batas kontur dan menggunakan metode yang terkenal. Perhitungan volume dilakukan dengan menggunakan metode kontur.



Gambar 1: Metode Kontur

V = Volume 1 + Volume 2 + …Volume n

Volume 1 = $\frac{A1+A 2}{2}$ x h

Volume 2 = $\frac{A2+A3}{2}$ x h

Volume n = $\frac{An}{2}$ x h

V: Volume (m3)

h: Interval kontur/beda tinggi antar kontur (m)

A1,A2…An: Luas tampang (luas area setiap kontur) (m2)

n: Jumlah luasan (jumlah kontur)

 Perhitungan volume pekerjaan tanah yang penulis lakukan dengan perhitungan Grafis dan dengan aplikasi *AutoCAD* untuk perhitungan luas permukaan tanah yang penulis teliti.

Produktivitas diartikan sebagai kemampuan alat dalam satuan waktu (m3/jam). Produktivitas alat tergantung pada kapasitas, waktu siklus alat, dan efisiensi alat. Siklus kerja dalam transfer material merupakan kegiatan yang dilakukan secara berulang-ulang. Waktu yang diperlukan dalam siklus kegiatan disebut waktu siklus atau Cycle Time/CT (Rostiyanti,1999).

1. **Produktivitas *Excavator***

Produktivitas alat berat dipengaruhi oleh waktu siklus alat, pergerakan *Excavator* yang termasuk dalam pengamatan waktu siklus sebagai berikut :

* Waktu gali atau *excavating time*
* Isi + putar atau *swing time/loaded*
* Waktu buang atau *dumping*
* Kosong + putar atau *swing time/empty*

Kapasitas produksi *Excavator* tergantung pada beberapa faktor. Oleh sebab itu, untuk memperkirakan kapasitas produksi alat berat *Excavator* dapat dihitung menggunakan rumus yang ditetapkan pada Permen PUPR, No.1, 2022 sebagai berikut: Q = $\frac{V x Fa\left(EXC\right) x Fb x 60 }{Ts x Fv}$

Q: Kapasitas Produksi (m3/jam)

V: Kapasitas *bucket* (heaped) (m3)

Fa(EXC): Faktor efisiensi alat *Excavator*

Fb: Faktor *bucket*

Fv: Faktor konversi galian

Ts: Waktu siklus (menit)

60: Perkalian 1 jam ke menit

1. **Produktivitas *Dump Truck***

Pedoman perhitungan produktivitas alat berat Dump Truck adalah Permen PUPR, No.1, 2022 dengan rumus yang digunakan sebagai berikut :

Q = $\frac{V x Fa\left(DT\right) x 60 }{D x Ts}$ (Kondisi Gembur)

Q: Kapasitas produksi (m3/jam)

V: Kapasitas bak *Dump Truck*

Fa(DT): Faktor Efisiensi alat

D: Berat isi material galian = 1,60 (ton/ m3)

Ts: Waktu siklus = T1 +T2 + T3 + T4

T1: Waktu muat (menit)

T2: Waktu tempuh isi (menit)

T3: Waktu tempuh kosong (menit)

T4:Waktu lain-lain, seperti waktu penumpahan dan waktu pengambilan posisi dan siap untuk di muat kembali (menit)

**METODE**

Pengambilan data dan observasi (pengamatan) dilakukan di proyek pembangunan Perumahan Marindal *City* dengan luas ± 27 hektare yang berlokasi di Jl. Marindal, Kedai Durian, Kec. Deli Tua, Medan, Sumatera Utara 20355. Pekerjaan tanah yang ditinjau adalah pekerjaan pengurugan tanah. Sumber data pada penelitian ini :

1. Data Primer

Data primer diperoleh dari data observasi langsung praktik pengelolaan dan pengendalian alat berat di lapangan yang dilakukan selama 5 hari. Pengumpulan data bervariasi berdasarkan jam kerja. Data primer yang diperoleh adalah:

1. Jenis alat berat.
2. Waktu tempuh alat berat.
3. Data spesifikasi alat berat.
4. Data merek dan *type* alat berat.
5. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh di lapangan melalui dokumentasi pengoperasian alat berat yang berkaitan dengan pengelolaan dan pengendalian alat berat, serta sumber literatur dari buku dan jurnal atau penelitian terdahulu.

 Data sekunder yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Peta kontur tanah.
2. Denah *Site Plan*.
3. Durasi realisasi pekerjaan pada area yang ditinjau.

Pada penelitian waktu pelaksanaan penggunaan alat berat, penulis menggunakan peraturan terbaru yaitu Permen PUPR, No.1, 2022 sebagai acuan untuk mendapatkan nilai produktivitas masing-masing alat berat.

Alur pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada gambar di bawah :



Gambar 2: Alur Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data hasil survei yang disajikan merupakan data yang *real* diambil dengan menggunakan metode observasi atau pengamatan langsung di lapangan.

Jenis alat berat *Excavator* yang digunakan pada proyek Perumahan Marindal *City*, sebagai berikut :

Nama Alat: SANY

Merek/Tipe: SY 215c

Kondisi Operasional: Baik

Kondisi Alat: Baik

Jenis Tanah: Tanah Biasa Berpasir, Kering

Jam Kerja Efektif/ Hari: 6 Jam

Kapasitas *Bucket*: 0,93 m3

Jenis alat berat *Dump Truck* yang digunakan pada proyek perumahan Marindal *City*, sebagai berikut :

Nama Alat: Mitsubishi Fuso

Merek/Tipe: FM 517 HS K

Kondisi Operasional: Sedang

Kondisi Alat: Sedang

Jenis Tanah: Tanah Biasa Berpasir, Kering

Jam Kerja Efektif/ Hari: 6 Jam

Volume Bak *Dump Truck* : 10 m3

Berdasarkan pengamatan di lapangan, berikut waktu siklus yang didapatkan selama 5 hari di lapangan.

1. Alat Berat *Excavator*

Tabel 1. Waktu Siklus *Excavator*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Waktu Siklus (Ts) | Detik | Menit |
| Waktu siklus *excavator backhoe* hari ke-1 | 22.58 | 0.38 |
| Waktu siklus *excavator backhoe* hari ke-2 | 23.20 | 0.39 |
| Waktu siklus *excavator backhoe* hari ke-3 | 20.64 | 0.34 |
| Waktu siklus *excavator backhoe* hari ke-4 | 20.68 | 0.34 |
| Waktu siklus *excavator backhoe* hari ke-5 | 15.87 | 0.26 |
| Waktu siklus *excavator backhoe* selama 5 hari | 20.59 | 0.34 |

Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan maka didapatkan nilai waktu siklus (Ts) dengan rumus :

Waktu Siklus = Waktu Gali +Waktu Putar Isi + Waktu Buang + Waktu Putar Kosong.

Pada tabel waktu siklus untuk alat berat *Excavator* adalah 20,59 detik atau 0,34 menit.

1. Alat Berat *Dump Truck*

Tabel 2. Waktu Siklus *Dump Trcuk*

|  |  |
| --- | --- |
| Waktu Siklus (Ts) | Menit |
| Pengamatan *Dump Truck* hari ke-1 | 5.99 |
| Pengamatan *Dump Truck* hari ke-2 | 6.31 |
| Pengamatan *Dump Truck* hari ke-3 | 7.99 |
| Pengamatan *Dump Truck* hari ke-4 | 8.00 |
| Pengamatan *Dump Truck* hari ke-5 | 9.11 |
| Waktu Siklus *Dump Truck* Selama Pengamatan 5 Hari | 7.48 |

Dari hasil pengamatan yang telah dilakukan maka didapatkan nilai waktu siklus (Ts) dengan rumus :

Waktu Siklus (Ts) = Waktu Muat (T1) +Waktu Tempuh Isi (T2) + Waktu Tembuh Kosong (T3) + Waktu Penumpahan dan Waktu Posisi Siap (T4)

Pada tabel 4.12 waktu siklus (Ts) untuk alat berat *Dump Truck* adalah 7,48 menit.

Penulis telah melaksanakan pengamatan langsung untuk mendapatkan waktu siklus alat berat yang digunakan pada proyek tersebut. Pengolahan data mulai menghitung nilai produktivitas masing-masing alat berat, dilanjutkan dengan perhitungan volume pekerjaan tanah, hasil akhir yang didapatkan oleh penulis adalah kombinasi dan durasi penggunaan alat berat pada proyek pembangunan Perumahan Marindal *City*.

1. Produktivitas Alat Berat

Alat berat yang dihitung produktivitasnya sesuai data yang sudah terkumpul adalah *Excavator Backhoe* dan *Dump Truck.* Berikut perhitungan produktivitas alat berat.

1. *Excavator Backhoe*

Dalam perhitungan produktivitas *Excavator* dengan satuan m³/jam. Waktu siklus yang digunakan adalah rata-rata dari waktu siklus *Excavator* selama 5 hari penelitian seperti pada tabel 1 di atas.

Perhitungan :

Q = $\frac{V x Fa\left(EXC\right) x Fb x 60 }{Ts x Fv}$

Q = $\frac{0,93 x 0,83 x 1,05 x 60 }{0,34 x 0,9}$

Q = 157,42 m³/jam

1. *Dump Truck*

Dalam perhitungan produktivitas *Dump Truck* dengan satuan yang sama dengan *Excavator* yaitu m³/jam dan produktivitas yang dihitung per 1 jam. Waktu siklus yang digunakan adalah rata-rata dari waktu siklus *Dump Truck* selama 5 hari pengamatan seperti pada tabel 2 di atas.

Q = $\frac{V x Fa\left(DT\right) x 60 }{D x Ts}$

Q = $\frac{10 x 0,8 x 60 }{1,60 x 7,48}$

Q = 40,107 m³/jam

1. Volume Pekerjaan
2. Perhitungan volume pekerjaan dengan luas area kontur dihitung dengan metode Grafis.

Skala yang digunakan pada gambar adalah 1 cm : 564,75 cm, kontur digambarkan ulang pada kertas milimeter, berikut gambar kontur pada kertas milimeter.



Gambar 3: Metode Grafis

Berikut tabel volume pekerjaan tanah dengan metode Grafis:

Tabel 3. Volume Pekerjaan Metode Grafis

|  |
| --- |
| Volume Area Kontur / Volume Pekerjaan Metode Grafis |
| Volume 1 (40,858 & 40,000) | 1611,6036 |
| Volume 2 (40,000 & 39,500) | 1011,7406 |
| Volume 3 (39,500 & 39,000) | 1075,1064 |
| Volume 4 (39,000 & 38,500) | 1079,3308 |
| Volume 5 (38,500 & 38,000) | 1051,8723 |
| Volume 6 (38,000 & 37,500) | 1005,4041 |
| Volume 7 (37,500 & 37,000) | 961,0480 |
| Volume 8 (37,000 & 36,500) | 929,3651 |
| Volume 9 (36,500 & 36,00) | 925,1407 |
| Volume 10 (36,000 & 35,500) | 925,1407 |
| Volume 11 (35,500 & 35,000) | 912,4675 |
| Volume 12 (35,500) | 452,0094 |
| Total Volume Kerja (m3) | 11940,2293 |

Didapatkan bahwa volume pekerjaan tanah dengan bantuan metode grafis didapatkan sebesar 11940,2293 m3.

1. Perhitungan volume pekerjaan tanah dengan luas area kontur dihitung menggunakan aplikasi *AutoCAD*.

Perhitungan luas area kontur dibantu dengan menggunakan aplikasi *AutoCAD*, penulis menggambarkan ulang peta kontur yang didapatkan dari proyek untuk menjadi pembanding perhitungan volume kerja menggunakan metode Grafis.



Gambar 4: Input Peta Kontur *AutoCAD*

Berikut tabel volume pekerjaan tanah menggunakan aplikasi *AutoCAD*:

Tabel 4. Volume Pekerjaan dengan Aplikasi *AutoCAD*

|  |
| --- |
| Volume Area Kontur / Volume Pekerjaan Bantuan AutoCAD |
| Volume 1 (40,858 & 40,000) | 1689,0946 |
| Volume 2 (40,000 & 39,500) | 1093,3045 |
| Volume 3 (39,500 & 39,000) | 1165,1999 |
| Volume 4 (39,000 & 38,500) | 1140,2785 |
| Volume 5 (38,500 & 38,000) | 1105,4134 |
| Volume 6 (38,000 & 37,500) | 1062,4788 |
| Volume 7 (37,500 & 37,000) | 1025,0537 |
| Volume 8 (37,000 & 36,500) | 998,3089 |
| Volume 9 (36,500 & 36,00) | 979,2176 |
| Volume 10 (36,000 & 35,500) | 965,4654 |
| Volume 11 (35,500 & 35,000) | 953,6597 |
| Volume 12 (35,500) | 474,2868 |
| Total Volume Kerja (m3) | 12651,7619 |

Didapatkan bahwa volume pekerjaan tanah dengan menggunakan aplikasi *AutoCAD* didapatkan sebesar 12651,7619 m3.

Berdasarkan tabel perhitungan, volume area kontur dengan metode Grafis adalah 11940,2293 m3 dan didapatkan volume pekerjaan dengan bantuan aplikasi *AutoCAD* 12651,7619 m3. Maka volume pekerjaan yang digunakan untuk perhitungan durasi adalah 12651,7619 m3. Penulis berpendapat bahwasanya hasil yang keluar dari aplikasi *AutoCAD* memiliki tingkat akurasi lebih tinggi dibandingkan dengan metode Grafis.

1. Durasi dan Kombinasi Alat Berat
2. Kombinasi penggunaan alat berat.

Perhitungan produktivitas kombinasi alat berat yang digunakan, sebagai berikut :

Produktivitas Kombinasi = $\frac{Produktivitas Excavator}{Produktivitas Dump Truck}$

Produktivitas Kombinasi = $\frac{157,42 m³/jam}{40,107 m³/jam}$

Produktivitas Kombinasi = 3,925 Unit *Dump Truck* atau 4 Unit *Dump Truck*

Produktivitas Kombinasi yang didapatkan adalah jika menggunakan 1 unit alat berat *Excavator,* maka diperlukan 4 unit *Dump Truck* untuk mengimbangi produktivitas kerja alat berat *Excavator*. Tetapi, pada lokasi proyek yang penulis tinjau hanya mengoperasikan 1 unit alat berat *Excavator* dan 2 unit *Dump Truck*. Hal ini akan menyebabkan *Excavator* lebih banyak menganggur dan durasi pekerjaan akan semakin lama.

1. Durasi pekerjaan.

Perhitungan durasi pekerjaan yang dilakukan alat berat pada proyek Perumahan Marindal *City* adalah :

Volume Pekerjaan = 12651,7619 m3

Q(DT) = 40,107 m³/jam

Q(EXC) = 157,42 m³/jam

Maka durasi pekerjaan adalah :

t =

$$\frac{Volume Pekerjaan}{Kapasitas Produksi Alat Berat x Jam Kerja Perhari x Jumlah Unit}$$

Durasi pekerjaan 1 (satu) alat berat *Excavator* :

t = $\frac{12651,7619 m3 }{157,42\frac{m3}{jam}x 6\frac{jam}{hari} x 1}$

t = 13,395 atau 14 hari kerja

Durasi pekerjaan alat berat *Dump Truck* sesuai dengan kombinasi alat berat yang dihitung oleh penulis yaitu menggunakan 4 unit *Dump Truck.*

t = $\frac{12651,7619 m3 }{40,107\frac{m3}{jam}x\frac{6jam}{hari}x 4 }$

t = 13,144 atau 14 hari kerja

Dari perhitungan durasi pekerjaan yang telah dilakukan, maka didapatkan durasi pekerjaan 14 hari dengan menggunakan 1 *Excavator* dan 4 *Dump Truck*.

# SIMPULAN

# Menurut hasil pengamatan dan pembahasan pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

# 1. Volume pekerjaan tanah yang dihitung oleh penulis dengan 2 metode yaitu metode Grafis dengan hasil volume sebesar 11940,2293 m3 dan menggunakan aplikasi AutoCAD dengan hasil volume sebesar 12651,7619 m3. Maka dari hasil tersebut penulis mengambil kesimpulan bahwa metode yang paling akurat adalah menggunakan aplikasi AutoCAD.

# 2. Produktivitas masing-masing alat berat berdasarkan pengamatan di lapangan dan di kelola dengan Permen PUPR, No.1, 2022 , maka didapatkan produktivitas alat berat excavator adalah 157,42 m³/jam dan produktivitas alat berat dump truck adalah 40,107 m³/jam.

# 3. Durasi pekerjaan yang didapatkan dengan kombinasi 1 Excavator dan 4 Dump Truck adalah 14 hari kerja tanpa ada hambatan (durasi bersih). Tetapi pada realisasi di lapangan, durasi pekerjaan dengan kombinasi 1 Excavator dan 2 Dump Truck adalah 22 hari kerja tanpa hambatan (durasi bersih) dan total durasi adalah 32 hari kerja (durasi kotor). Jadi kombinasi alat yang harusnya digunakan oleh proyek tersebut adalah 1 Excavator dan 4 Dump Truck karena dengan kombinasi ini, durasi pekerjaan pada proyek akan lebih cepat.

**DAFTAR PUSTAKA**

Diasa, I. W, dkk. 2021. *Alternatif Pemilihan Kombinasi Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi (Studi Kasus Penataan Lahan Aditya Sentana Residence)*. Denpasar: Jurnal Teknik Gradien. vol.13, no 1.

Donny, D. S. 2020. *Analisa Produktivitas Dan Efisensi Alat Berat Untuk Pekerjaan Tanah, Dan Pekerjaan Perkerasan Berbutir (Studi Kasus : Proyek Rehabilitasi Ring Road II – Paniki).* Journal Dynamic Saint Jilid V No.1.

Febrianti, Dian dan Zakia. 2018. *Analisis Produktivitas Dan Waktu Penggunaan Alat Berat Excavator Pada Pekerjaan Galian Tanah*. Seminar Nasional Pakar Ke-1: Universitas Teuku Umar.

Gary, P. R dan Edwar, H. 2022. *Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Proyek Jalan Tol (Studi Kasus: Ruas Jalan Tol Pematang Panggang – Kayu Agung Seksi 2, Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan)*. Tasikmalaya: Akselerasi Jurnal Ilmiah Teknik Sipil. vol. 3, no. 2.

Hijrah, M. A. S dan Noto, R. 2021. *Produktivitas Alat Berat Excavator Backhoe Pada Proyek Perumahan Al Zafa Tegal Binangun Kota Palembang*. Palembang: Jurnal Universitas Muhammadiyah Palembang. vol. 7, no. 2.

Kurniawan, S dan Ma’ruf, N. 2021. *Analisis Produktivitas Galian/ Timbunan Mengunakan Alat Berat Pada Pembangunan Bendungan Margatiga Lampung Timur*. Lampung: Jurnal TAPAK. vol. 10, no. 1.

Marpaung, N. I. S. 2022. *Analisis Perencanaan Pemakaian Alat Berat Pada Pekerjaan Penggalian Dan Pemadatan Tanah Underpass Pada Pembangunan Jalan Tol Tebing Tinggi – Inderapura*. Universitas Medan Area, Medan: Skripsi.

Purwati, D. N. 2020. *Pengukuran Topografi Untuk Menghitung Volume Cut And Fill Pada Perencanaan Pembangunan Perumahan Di Km. 10 Kota Balikpapan.* Jurnal Tugas Akhir Teknik Sipil, vol. 4, no. 1.

Sokop, R. Martin. T, Tj. Arsjad dan Grace, M. 2018. *Analilsa Perhitungan Produktivitas Alat Berat Gali-Muat (Excavator) Dan Alat Angkut (Dump Truck) Pada Pekerjaan Pematangan Lahan Perumahan Residence Jordan Sea*. Manado: Jurnal Tekno. vol. 16, no 70.

Utama, S. D. Fery. H. J dan Masherni. 2019. *Produktivitas Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Jalan Tol Trans Sumatera (Studi Kasus : Paket Iii Kota Baru – Metro Sta102+775 – 103+225)*. Lampung: Jurnal TAPAK. vol. 8, no 2.

Wilastika, P. *Produktivitas Alat Berat Excavator Dan Dump Truck Pada Pekerjaan Galian Dan Pembersihan Pada Proyek The Luxury Collection Jimbaran.* Politeknik Negeri Bali, Badung: Tugas Akhir.

Yanti, S. S. 2021. *Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Gedung Pusdiklat Prasadha Jinadhammo.* Politeknik Negeri Medan, Medan: Laporan Tugas Akhir.