

**TUGAS AKHIR**

**PRODUKTIVITAS ALAT BERAT *EXCAVATOR* DI TANAH  
BERKAPUR PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG  
DEKANAT FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN UNIVERSITAS  
UDAYANA**



**POLITEKNIK NEGERI BALI**

**OLEH :**

**WILLY GARCIO SARAGIH**

**2015113119**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN  
TEKNOLOGI**

**POLITEKNIK NEGERI BALI  
JURUSAN TEKNIK SIPIL PROGRAM  
STUDI D3 TEKNIK SIPIL**

**2023**



POLITEKNIK NEGERI BALI

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
POLITEKNIK NEGERI BALI

Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali – 80364

Telp. (0361) 701981 (hunting) Fax. 701128

Laman: [www.pnb.ac.id](http://www.pnb.ac.id) Email: [poltek@pnb.ac.id](mailto:poltek@pnb.ac.id)

**SURAT KETERANGAN TELAH  
MENYELESAIKAN TUGAS AKHIR  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

Yang bertanda tangan dibawah ini, Dosen Pembimbing Tugas Akhir Prodi D3 Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali menerangkan bahwa :

Nama Mahasiswa : Willy Garcio Saragih  
N I M : 2015113119  
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil / D3 Teknik Sipil  
Judul : Produktivitas Alat Berat Excavator di Tanah  
Berkapur Pada Proyek Pembangunan Gedung  
Dekanat FKH Unversitas Udayana

Telah dinyatakan selesai menyusun tugas akhir dan bisa diajukan sebagai bahan ujian komprehensif.

Bukit Jimbaran, 09 Juli 2023

Pembimbing I,

Dr. Ir. Putu Hermawati, MT  
NIP. 196604231995122001

Pembimbing II,

Kadek Adi Parthama, S.T,M,Sc  
NIP. 198909242022031006

Disetujui  
Politeknik Negeri Bali  
Ketua Jurusan Teknik Sipil

( Ir. I Nyoman Suardika, MT )  
NIP.196510261994031001



POLITEKNIK NEGERI BALI

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
POLITEKNIK NEGERI BALI

Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali – 80364

Telp. (0361) 701981 (hunting) Fax. 701128

Laman: [www.pnb.ac.id](http://www.pnb.ac.id) Email: [poltek@pnb.ac.id](mailto:poltek@pnb.ac.id)

**SURAT KETERANGAN REVISI  
LAPORAN TUGAS AKHIR  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

Yang bertanda tangan dibawah ini, Dosen Pembimbing Tugas Akhir Prodi D3 Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali menerangkan bahwa :

Nama Mahasiswa : Willy Garcio Saragih  
NIM : 2015113119  
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil / D3 Teknik Sipil  
Judul : Produktivitas Alat Berat Excavator Di Tanah Berkapur Pada  
Proyek Pembangunan Gedung Dekanat FKH Universitas  
Udayana.

Telah diadakan perbaikan/revisi oleh mahasiswa yang bersangkutan dan dinyatakan dapat diterima untuk melengkapi Laporan Tugas Akhir/Tugas Akhir.

Bukit Jimbaran, 4 September 2023

Pembimbing I,

Pembimbing II,

( Dr. Ir. Putu Hermawati, MT )  
NIP.196604231995122001

( Kadek Adi Parthama, S.T., M.Sc )  
NIP. 198909242022031006

Disetujui  
Politeknik Negeri Bali  
Ketua Jurusan Teknik Sipil





POLITEKNIK NEGERI BALI

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
POLITEKNIK NEGERI BALI

Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali – 80364

Telp. (0361) 701981 (hunting) Fax. 701128

Laman: [www.pnb.ac.id](http://www.pnb.ac.id) Email: [poltek@pnb.ac.id](mailto:poltek@pnb.ac.id)

---

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

---

**Produktivitas Alat Berat Excavator Di Tanah Berkapur Pada Proyek Pembangunan  
Gedung Dekanat FKH Universitas Udayana.**

Oleh:

**WILLY GARCIO SARAGIH**

**2015113119**

**Laporan Ini Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk  
Menyelesaikan Program Pendidikan Diploma III Pada Jurusan Teknik Sipil  
Politeknik Negeri Bali**

Disetujui oleh:

Bukit Jimbaran, 4 September 2023

Pembimbing I,

Pembimbing II,

(Dr. Ir. Putu Hermawati, MT)  
NIP. 196604231995122001

(Kadek Adi Parthama, S.T., M.Sc)  
NIP. 198909242022031006

Disahkan,  
Politeknik-Negeri Bali  
Ketua Jurusan Teknik Sipil

(Ir. I Nyoman Suardika, MT)  
NIP. 196510261994031001

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya ucapkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira, oleh karena itu penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Produktivitas Alat Berat Excavator di Tanah Berkapur Pada Proyek Pembangunan Gedung Dekanat Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Udayana” sebagai syarat untuk meraih gelar pendidikan Diploma III Teknik Sipil pada Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, untuk itu saya mengucapkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam, kepada:

1. Bapak I Nyoman Abdi, S.E, M. eCom. selaku Direktur Politeknik Negeri Bali.
2. Bapak Ir. I Nyoman Suardika, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali.
3. Bapak I Wayan Suasira, ST, MT, selaku Ketua Program Studi D3 Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali.
4. Ibu Dr. Ir. Putu Hermawati. MT, selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah membimbing dan memberikan saran-saran dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak Kadek Adi Parthama, S.T, M,Sc, selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah membimbing dan memberikan saran-saran dalam penyusunan tugas akhir ini.
6. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan sarana dan prasarana penunjang serta dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal ini tepat pada waktunya.
7. Seluruh anggota keluarga penulis yang telah memberikan dukungan, motivasi, serta semangat sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya.
8. Teman dan sahabat penulis terutama teman kelas VIC D3 Teknik Sipil yang telah membantu dan memberikan motivasi, inspirasi, serta semangat sehingga proposal ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

Saya menyadari bahwa penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, saya memohon saran dan kritik dari pembaca untuk perbaikan dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini kedepannya.

Akhir kata Saya menyampaikan terima kasih kepada para pembaca atas perhatiannya. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi saya, bagi para pembaca umumnya dan bagi dunia konstruksi khususnya.

Bukit Jimbaran, 30 Juni 2023

Willy Garcio Saragih

**PRODUKTIVITAS ALAT BERAT EXCAVATOR DI TANAH BERKAPUR PADA  
PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG DEKANAT FAKULTAS KEDOKTERAN  
HEWAN UNIVERSITAS UDAYANA**

**Willy Garcio Saragih**

Program Studi D3 Teknik Sipil | Jurusan Teknik Sipil

Politeknik Negeri Bali, Bukit, Jimbaran, 80364

*E-mail:* [willygarcio19@gmail.com](mailto:willygarcio19@gmail.com)

**ABSTRAK**

Produktivitas alat berat excavator memainkan peran penting dalam proyek konstruksi di lingkungan tanah berkapur. Karakteristik unik dari tanah berkapur memiliki dampak yang signifikan pada kinerja excavator. Faktor-faktor seperti kepadatan tanah, ketahanan terhadap penggalian, dan pemilihan metode kerja, berkontribusi pada efisiensi penggalian dan pemindahan material.

Pemilihan excavator yang sesuai dengan kemampuan daya angkat dan jangkauan lengan menjadi faktor kunci dalam meningkatkan produktivitas di tanah berkapur. Pemahaman mendalam tentang sifat fisik tanah ini memungkinkan penyesuaian strategi kerja untuk mencapai hasil yang optimal. Integrasi teknologi canggih seperti sensor dan sistem otomatisasi dapat memberikan pemantauan yang akurat dan kontrol yang lebih baik pada proses penggalian.

Pemeliharaan rutin yang terjadwal dengan baik adalah elemen krusial dalam memastikan produktivitas excavator tetap tinggi di lingkungan tanah berkapur. Kebersihan, perawatan mesin, dan sistem hidrolik yang tepat akan mendukung kinerja alat berat. Pelatihan operator yang berfokus pada tantangan khusus yang dihadapi dalam mengoperasikan excavator di tanah berkapur dapat meningkatkan kemampuan operator dalam mengoptimalkan penggunaan alat dan mencapai hasil yang diinginkan.

**Kata kunci :** Excavator, Tanah, Produktivitas, Kontruksi, Karakteristik Tanah Berkapur

**EXCAVATOR PRODUCTIVITY IN CALCAREOUS SOIL IN THE  
CONSTRUCTION PROJECT OF THE UDAYANA UNIVERSITY VETERINARY  
FACULTY DEAN'S BUILDING**

**Willy Garcio Saragih**

D3 Civil Engineering Study Program | Department of Civil Engineering

Politeknik Negeri Bali, Bukit, Jimbaran, 80364

*E-mail:* [willygarcio19@gmail.com](mailto:willygarcio19@gmail.com)

**ABSTRACT**

Excavator productivity plays an important role in construction projects in calcareous soil environments. The unique characteristics of calcareous soils have a significant impact on excavator performance. Factors such as soil density, resistance to excavation, and selection of working methods, contribute to the efficiency of excavation and material removal.

The selection of an excavator that matches the lifting capability and arm reach is a key factor in improving productivity in calcareous soils. An in-depth understanding of the physical properties of these soils enables customization of work strategies to achieve optimal results. Integration of advanced technologies such as sensors and automation systems can provide accurate monitoring and better control of the excavation process.

Regular, well-scheduled maintenance is a crucial element in ensuring excavator productivity remains high in calcareous soil environments. Cleanliness, machine maintenance and proper hydraulic systems will support machine performance. Operator training that focuses on the specific challenges faced in operating excavators in calcareous soils can improve the operator's ability to optimize tool use and achieve desired results.

**Keywords:** Excavator, Soil, Productivity, Construction, Calcareous Soil Characteristics



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL DALAM</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR REVISI TUGAS AKHIR</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup Dan Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Umum.....	4
2.2 Proyek Konstruksi .....	4
2.3 Manajemen Kontruksi .....	5
2.4 Tanah.....	5
2.5 Dasar Pemilihan Alat Berat.....	9
2.6 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Pemilihan Alat Berat .....	10
2.7 Alat Berat <i>Excavator</i> .....	11
2.8 Produktivitas.....	16
2.9 Analisa Perhitungan Volume dan Waktu .....	17
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>19</b>

3.1	Rancangan Penelitian .....	19
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	19
3.3	Penentuan Sumber Data.....	20
3.4	Pengumpulan Data .....	21
3.5	Instrumen Penelitian.....	21
3.6	Analisis Data .....	21
3.7	Tahapan Penelitian .....	22
3.8	Bagan Alir Penelitian .....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>27</b>
4.1	Tinjauan Umum.....	27
4.2	Produktivitas Berdasarkan Standar Spesifikasi.....	27
4.3	Produktivitas Alat Berat <i>Excavator</i> Di Lapangan.....	30
4.4	Perhitungan In Effisiensi Produktivitas.....	38
4.5	Perbandingan Produktivitas Standar Spesifikasi dengan Hasil Observasi Lapangan.....	38
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>41</b>
5.1	Kesimpulan.....	41
5.2	Saran.....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>42</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>43</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Crawler Excavator .....	12
Gambar 2. 2 Bagian-Bagian Excavator .....	12
Gambar 3. 1 Peta Bali.....	
<b>Error! Bookmark not defined.</b>	
Gambar 3. 2 Peta Badung.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 3. 3 Lokasi Penelitian .....	21
Gambar 3. 4 Bagan Alir Penelitian .....	26
Gambar 4. 1 Crawler Excavator.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 2 Ukuran Bucket Excavator .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4. 3 Ukuran Bucket Excavator .....	32
Gambar 4. 4 Ukuran Bucket Excavator .....	32

## DAFTAR TABEL

- Tabel 2. 1 Waktu Siklus Backhoe ( menit ) ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2. 2 Faktor koreksi (S) untuk kedalaman dan Sudut Putar.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 2. 3 Faktor Koreksi (BFF) untuk Alat Gali ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 1 Waktu Siklus (CT) Excavator Beroda  
Crawler.....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 2 Faktor Koreksi (S) Untuk Kedalaman dan sudut putar .....**Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 3 Faktor Koreksi (BFF) untuk Alat Gali ..... **Error! Bookmark not defined.**
- Tabel 4. 4 Efisiensi Kerja ..... **Error! Bookmark not defined.**

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pekerjaan tanah adalah salah satu bagian yang penting pada suatu proyek. Pada umumnya pekerjaan tanah dikerjakan dengan menggunakan alat berat. Tujuan dari penggunaan alat berat adalah untuk mempermudah manusia untuk mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan tercapai dengan lebih mudah pada waktu singkat. Manajemen alat berat sangat diperlukan, sehingga dapat melancarkan pekerjaan tersebut. Tujuan dari manajemen alat berat yang merupakan bagian dari manajemen proyek terdiri dari tiga faktor, yaitu ; faktor waktu, mutu, dan biaya. Dalam hal ini yang diterapkan dalam manajemen alat berat adalah mengenai pemilihan, pengaturan, dan pengendalian alat berat yang digunakan dalam suatu proyek.

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Dekanat Fakultas Kedokteran Hewan (FKH) Universitas Udayana, Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Bali. Pada Proyek ini terdapat beberapa tahap pekerjaan yang direncanakan dan dilaksanakan, salah satunya adalah pekerjaan tanah. Pekerjaan tanah disini meliputi pekerjaan galian, timbunan, pengangkutan dan pemadatan tanah.

Dalam mengerjakan pekerjaan tanah tersebut agar lebih cepat dan baik maka digunakan alat berat. Adapun salah satu alat berat yang digunakan adalah *excavator*. Oleh karena itu alat berat yang digunakan pada suatu proyek harus sesuai dengan situasi dan kondisi proyek tersebut, sehingga ketepatan dalam memilih alat berat sangat mempengaruhi produktifitas alat berat. Untuk itu dibutuhkan analisis produktivitas alat berat *excavator* yang sangat membantu dalam penentuan waktu kerja alat.

Penelitian ini membahas tentang bagaimana cara mendapatkan produktivitas alat berat *excavator* yang ada di lapangan pada proyek. Proyek ini memiliki bermacam-macam tingkat jenis pekerjaan. Terdiri dari pekerjaan yang dilakukan oleh tenaga kerja manusia maupun dengan peralatan mekanis, akan tetapi pada pengerjaan galian dan timbunan dalam proyek ini didominasi penggunaan alat berat *excavator*.

Dalam menyelesaikan bagian proyek tertentu diperlukan pemilihan dan komposisi alat berat, yang mana alat beratnya bergantung pada karakteristik masing-masing alat berat dan kondisi medan yang akan dikerjakan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka rumusan masalah untuk proposal tugas akhir ini di Proyek Pembangunan Gedung Dekanat FKH Universitas Udayana, adalah :

1. Berapa produktivitas alat berat *excavator* sesuai dengan standar spesifikasinya ?
2. Berapa realisasi produktivitas alat berat *excavator* pada pekerjaan galian dan perataan tanah berkapur ?
3. Berapa perbandingan efektivitas alat *excavator* antara *produktivitas* standar spesifikasi terhadap realisasi di lapangan ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka terdapat tujuan dari penulisan penelitian ini di Proyek Pembangunan Gedung Dekanat FKH Universitas Udayana, diantaranya :

1. Untuk mengetahui Produktivitas alat berat *excavator* sesuai spesifikasinya.
2. Untuk mengetahui Produktivitas alat berat *excavator*, pekerjaangalian dan perataan tanah.
3. Untuk mengetahui Efektivitas alat *excavator* dengan spesifikasi standar realisasi di proyek.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat untuk kontraktor/pelaksana  
Dapat menjadi bahan referensi pertimbangan dan masukan bagi perusahaan dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan metode pelaksanaan proyek.
2. Manfaat untuk masyarakat  
Menambah referensi bagi pembaca/pengamat tentang wacana manajemen proyek alat berat pengolahan dan pemanfaatan yang lebih baik pada pekerjaan sipil.
3. Manfaat untuk peneliti  
Menambah wawasan bagi peneliti mengenai optimalisasi pengelolaan dan pemanfaatan *excavator* pada pekerjaan sipil, sesuai dengan tujuan penelitian dalam kasus ini.

## 1.5 Ruang Lingkup Dan Batasan Masalah

Agar penelitian tugas akhir ini berjalan sistematis dan mengingat luasnya cakupan penelitian yang akan diteliti, maka perlu diberikan batasan-batasan, diantaranya :

1. Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Dekanat FKH Universitas Udayana, Jimbaran, Bali.
2. Alat Berat yang dibahas dalam penelitian ini adalah *excavator*.
3. Diasumsikan kondisi lingkungan proyek dan cuaca selama pelaksanaan proyek mendukung (cuaca baik : tidak hujan).
4. Kondisi alat baik dan operasi kerja baik.
5. Alat berat *excavator* merk Komatsu tipe PC-200
6. Jam kerja alat berat yang ditinjau berkerja normal dengan waktu 8 jam/hari.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pada pembahasan bab-bab sebelumnya dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan dari rekaman kerja didapatkan hasil rata-rata produktivitas sesuai spesifikasi sebesar 29,84 m<sup>3</sup>/jam dengan syarat kondisi tanah baik, kedalaman galian 2,1 m dan kapasitas bucket 1,9 m<sup>3</sup>.
2. Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan dari rekaman kerja didapatkan hasil rata-rata produktivitas sesuai di lapangan sebesar 23,21 m<sup>3</sup>/jam dengan syarat kondisi tanah baik, kedalaman galian 2 m dan kapasitas bucket 1,9 m<sup>3</sup>.
3. Perbandingan spesifikasi dengan lapangan adalah 128,57%, untuk di proyek FKH dengan jam kerja alat 8 jam. Setiap pekerjaan dibutuhkan waktu yang berbeda. Untuk pekerjaan galian dan perataan tanah selama 16 hari, untuk pekerjaan galian pondasi selama 2 hari dan untuk pekerjaan pemadatan tanah urugan peninggian lantai bangunan selama 2 hari.

#### **5.2 Saran**

Beberapa saran dapat disampaikan mengenai tentang analisis produktivitas alat berat *Excavator* pada pekerjaan proyek gedung Dekanat FKH Universitas Udayana adalah sebagai berikut:

1. Setiap alat berat yang digunakan harus diketahui fungsi dan kualitas dari masing-masing alat berat agar mendapatkan hasil yang efektif, ekonomis dan difungsikan.
2. Penelitian berikutnya perlu mengembangkan berbagai aspek yang terkait dengan penelitian ini dengan memperluas kajian sehingga lebih luas kesimpulan dan manfaat penelitian tentang *Excavator*. Pengembangan penelitian dapat dilakukan dengan cakupan tentang kesesuaian dengan standar pemerintah dan keterlibatan tenaga kerja dalam perencanaan hingga proses pelaksanaan program-program tersebut.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Ahuja, Hira N, S.P. Dozzi, S.M. Abourizk., 2019, Project Management: (Techniques in Planning and Controlling Construction Project), John Wiley & Sons, Inc, New York.
- [2]. PT. PP (PERSERO). 2018. Buku Referensi Untuk Kontraktor - Bangunan Gedung dan Sipil. Gramedia. Jakarta.
- [3]. Ervianto, W.I., 2021, Manajemen Proyek Konstruksi, ANDI Yogyakarta, Yogyakarta.
- [4]. Soeharto, Iman. 2019. "Manajemen Proyek". Edisi kedua. Jakarta : Erlangga. Jakarta
- [5]. Soeharto, Iman., 2019, Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional, Erlangga, Jakarta
- [6]. Hardiyatmo, H.C. 2016. Mekanika Tanah I. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [7]. Terzaghi, Karl, Peck, B., Ralph, 2019, Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa Jilid-2, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [8]. Wesley, L. D. 2017. Mekanika Tanah. Jakarta : Badan Penerbit Pustaka Umum.
- [9]. Das, B. M. 2019. Mekanika Tanah, Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis, Jilid I. Erlangga, Jakarta.
- [10]. Bowles, Joseph E. 2019. Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah).
- [11]. Soepraptohardjo, M. 2021. Jenis dan Macam Tanah di Indonesia untuk keperluan Survei dan Pemetaan Tanah Daerah Transmigrasi. Bogor.
- [12]. Dunn, dkk, 2020, Dasar-dasar Analisis Geoteknik, IKIP Semarang Press, Semarang.
- [13]. Bowles, Joseph E., Johan K. Hainim, 2018, Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [14]. Rostiyanti, Susi Fatena. 2020. "Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi". Jakarta: Rineka Cipta.
- [15]. Nabar, Darmansyah, 2018, Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat, Universitas Sriwijaya, Palembang.
- [16]. Raviyanto, J. 2022. Produktivitas dan Mutu Kehidupan. Lembaga Sarana Informasi Usaha dan Produktivitas. Jakarta.
- [17]. Nunnally, S. W. 2018. Construction methods and management (4th edition). New Jersey: Simon & Schuster/A Viacom Company.
- [18]. Rochmanhadi, 2022. Alat-alat Berat dan Penggunaannya, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.