



Artikel Penelitian

Article history:

Received 24
November, 2023
Revised 19 December,
2023
Accepted 29
December, 2023

Kata Kunci:

Tiang Pancang, Qa,
Penurunan, Drop
hammer

Keywords:

Pile, Qa, Drop, Drop hammer

INDEXED IN

SINTA - Science and
Technology Index
Crossref
Google Scholar
Garba Rujukan Digital: Garuda

**CORRESPONDING
AUTHOR**

Arzal M. Zaina
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas
Teknik, Universitas
Muhammadiyah, Palu
Jalan Hangtuah No. 114 Palu,
Telp. 0451-452641

EMAIL

arzal.mzaina@gmail.com

OPEN ACCESS

E ISSN 2623-2022

Tinjauan Kapasitas Dukung Dan Penurunan Fondasi Tiang Pancang Dengan Variasi Dimensi (Studi Kasus Gedung Kantor Pajak Pratama Palu)

Review of Bearing Capacity and Settlement of Pile Foundations with Varying Dimensions (Case Study of the Palu Pratama Tax Office Building)

Arzal M. Zain^{1*}, Eko Widodo¹, Sofly Ceicar Mbayowoa¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah, Palu
Jalan Hangtuah No. 114 Palu, Telp. 0451-452641

Abstrak: Fondasi merupakan salah satu unsur yang paling penting dalam sebuah bangunan. Fondasi berfungsi untuk meneruskan beban struktur yang ada di atasnya ke lapisan tanah yang ada di bawahnya, perencanaan fondasi diawali dengan menentukan beban efektif yang akan bekerja di atasnya, kemudian menentukan kapasitas dukung dari fondasi tersebut yang diawali dengan mengetahui karakteristik dari tanah yang akan dibangun fondasi, Gedung Kantor Pajak Pratama merupakan gedung yang berada di Kota Palu Provinsi Sulawesi Tengah. Daerah tersebut memiliki karakteristik tanah pasir, pada penelitian ini, Penulis akan melakukan perhitungan kapasitas dukung dan penurunan dari struktur bawah gedung kantor pajak pratama dengan menggunakan fondasi tiang pancang (pile foundation). Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kapasitas dukung fondasi, penurunan fondasi dan mengetahui perbandingan volume fondasi tiang pancang pada kondisi existing dan yang di tinjau kembali. Metode penelitian dalam penulisan tugas akhir ini dengan melakukan pengumpulan data dimana data-data yang digunakan adalah data CPT (cone penetration test), data beban bangunan kantor pajak pratama palu, dan data gambar teknis kantor pajak pratama palu, dalam penelitian ini melalui beberapa tahapan yaitu, Analisis Kapasitas Daya Dukung Tiang Tunggal dan Kelompok, Analisis Penurunan Tiang Pancang dan Analisa perbandingan harga Drop hammer, dan pile driver hammer. Menggunakan AHSP PERMEN PUPR NO 1 TAHUN 2022. Metode CPT, diameter tiang pancang yang digunakan adalah 0.6 m penurunan yang terjadi untuk tiang tunggal sebesar 0.006 m dengan hasil kapasitas dukung tiang (Qa) sebesar 137,29 ton dimana hasil tersebut lebih besar dari nilai beban aksial maksimum sebesar 129,3 ton sehingga dapat didefinisikan tiang pancang aman digunakan, untuk alat yang digunakan adalah drop hammer dengan biaya Rp. 188.996, per jam.

Abstract: The foundation is one of the most important elements in a building. The function of the foundation is to transmit the load of the structure above it to the layer of soil below it. Foundation planning begins with determining the effective load that will act on it, then determining the bearing capacity of the foundation which begins with knowing the characteristics of the soil on which the foundation will be built. The Pratama Tax Office is a building located in Palu City, Central Sulawesi Province. This area has sandy soil characteristics. In this research, the author will calculate the bearing capacity and settlement of the lower structure of the Pratama Tax Office building using a pile foundation. The aim of this research is to determine the bearing capacity of the foundation, settlement of the foundation and determine the comparison of the volume of the pile foundation in the existing and revisited conditions. The research method in writing this final assignment is by collecting data where the data used is CPT (cone penetration test) data, building load data for the Pratama Palu Tax Office, and technical drawing data for the Pratama Palu Tax Office, in this research through several stages, namely, Analysis of the Bearing Capacity of Single and Group Pile, Analysis of Pile Drop and Comparison Analysis of the price of Drop hammer and pile driver hammer. Using AHSP PERMEN PUPR NO 1 TAHUN 2022. CPT method, the diameter of the pile used is 0.6 m, the decrease that occurs for a single pile is 0.006 m with the result of a pile bearing capacity (Qa) of 137.29 tonnes where this result is greater than the load value The maximum axial size is 129.3 tons so that it can be defined as safe to use piles. The tool used is a drop hammer at a cost of Rp. 188,996, per hour.

Jurnal Kolaboratif Sains (JKS)

Doi: 10.56338/jks.v7i2.4614

Pages: 29-39

LATAR BELAKANG

Pembangunan gedung kantor pajak pratama Palu yang dilakukan pada tahun 2022 di Provinsi Sulawesi Tengah Kota Palu, yang menggunakan fondasi tiang pancang pada struktur bawah bangunan, dimana fondasi tiang pancang yang digunakan dengan diameter 0,7 m kedalaman tiang 7 m. Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis ingin meninjau kembali fondasi tiang pancang dengan menggunakan data dari hasil pengujian tanah (CPT), data beban bangunan, dan data gambar teknis bangunan gedung kantor pajak pratama Palu itu sendiri. Penyusunan tugas akhir ini adalah melakukan tinjauankembali fondasi tiang pancang dengan variasi dimensi dan kedalaman yang berbeda untuk mengetahui perbandingan volume pada fondasi. Pembanguna gedung kantor pajak prtama Palu ini penulis juga melakukan perhitungan untuk mengetahui efisiensi biaya alat pemancangan yang digunakan, maka penulis melakukan perhitungan perbandingan biaya pada beberapa alat pemancangan.

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan maka penulis akan mengambil judul dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah “TINJAUAN KAPASITAS DUKUNG DAN PENURUNAN FONDASI TIANG PANCANG DENGAN VARIASI DIMENSI” (Studi Kasus Gedung Kantor Pajak Pratama Palu).

Tujuan Penelitian ini adalah mengetahui kapasitas dukung fondasi dengan Variasi dimensi 0,5 m sampai 0,8 m, mengetahui penurunan fondasi tiang dengan variasi dimensi 0,5 m sampai 0,8 m dan mengetahui perbandingan biaya yang lebih efisien antara menggunakan alat Drop Hammer dan Hydraulic Static Pile Driver

METODE

Metode penelitian adalah suatu cara memecahkan masalah ataupun cara mengembangkan ilmu pengetahuan dengan menggunakan metode ilmiah. Secara lebih luas lagi dijelaskan bahwa metode penelitian adalah cara-cara ilmiah untuk mendapatkan data yang valid, dengan tujuan dapat ditemukan, dikembangkan dan dibuktikan, suatu pengetahuan tertentu sehingga pada gilirannya dapat digunakan untuk memahami, memecahkan, dan mengantisipasi masalah. Dan pada penelitian ini menggunakan metode statis. Metode penelitian dalam penulisan tugas akhir ini dengan melakukan pengumpulan data dimana data-data yang digunakan adalah data CPT (cone penetration test), data beban bangunan kantor pajak pratama Palu, dan data gambar teknis kantor pajak pratama Palu. Dari data-data tersebut kemudian penulis melakukan analisis kapasitas daya dukung tiang tunggal dan kelompok, kemudian penulis melakukan analisis penurunan tiang pancang, kemudian pembahasa dari hasil perhitungan, dan memberikan kesimpulan dan saran.

HASIL DAN DISKUSI

Data Gedung Kantor Pajak Pratama Palu

Gedung kantor pajak pratama Palu terletak di jalan Prof. Moh.Yamin, Kota Palu, Provinsi Sulawesi Tengah. Lokasih gedung dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 1. Lokasi Gedung Kantor Pajak Pratama Palu
(Sumber: Google Earth)

Analisis Kapasitas Dukung Fondsi Tiang Pancang Menggunakan Metode Mayerhoft

1. Kapasitas Dukung Fondasi Tiang Pancang Dimensi 0,5 m

Jumlah geseran total pada kedalaman 5,40 m = 144 kg/cm²

Faktor keamanan untuk daya dukung tiang diambil = 3

Faktor keamanan untuk geseran selimut tiang diambil = 5

a. Tahanan ujung tiang (Q_b)

$$\begin{aligned} Q_b &= q_c \cdot A_b \\ &= 140 \cdot 1962 \\ &= 274 \text{ ton} \end{aligned}$$

b. Tahanan kulit tiang (Q_s)

$$\begin{aligned} Q_s &= t_f \cdot O \\ &= 144 \cdot 157 \\ &= 22.608 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 22,608 \text{ ton} \end{aligned}$$

c. Kuat dukung ultimit (Q_u)

$$Q_u = q_c \cdot A_p + t_f \cdot O$$

$$= 140 \cdot 1962 + 144 \cdot 157$$

$$= 274 + 22,608$$

$$= 296,60 \text{ ton}$$

d. Daya dukung ijin (Q_a)

$$Q_a = \frac{qc \cdot A_p}{f_b} + \frac{tf \cdot O}{f_s}$$

$$= \frac{140 \cdot 1962}{3} + \frac{144 \cdot 157}{5}$$

$$= \frac{274}{3} + \frac{22,608}{5}$$

$$= 91,583 + 4,521$$

$$= 96,10 \text{ ton}$$

e. Jumlah tiang (n)

$$n = \frac{p}{q_a}$$

$$= \frac{129,3}{96,10}$$

$$= 1,345$$

$$= 2 \text{ buah}$$

f. Jarak tiang (s)

$$s = 3 \cdot D$$

$$= 3 \cdot 0,5$$

$$= 1,5 \text{ m}$$

g. Efisiensi kelompok tiang (E_g)

karena nilai $S \geq 3$. Maka nilai E_g adalah 1

h. Kapasitas dukung kelompok tiang (Q_g)

$$Q_g = n \cdot Q_a \cdot E_g$$

$$= 2 \cdot 96,10 \cdot 1$$

$$= 192,2 \text{ ton}$$

Analisis Kapasitas Dukung Fondasi Tiang Pancang Menggunakan Metode Aoki dan De Alencar

1. Kapasitas dukung fondasi tiang pancang dengan dimensi 0,5 m

$$\text{Diameter Tiang (D)} = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Luas Penampang (Ab)} = 1962 \text{ cm}^2$$

$$\text{Qc rerata} = 207 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Angka Keamanan (Sf)} = 3 \text{ (untuk dasar tanpa pembebanan)}$$

a. Perhitungan daya dukung ujung (Qb)

$$Q_b = A_b \cdot Q_c \text{ rerata}$$

$$= 1962 \cdot 207$$

$$= 406.13 \text{ kg}$$

$$= 406,12 \text{ ton}$$

b. Perhitungan luas selimut (As)

$$A_s = K_t \cdot L$$

$$= 157 \cdot 700$$

$$= 109.900 \text{ cm}^2$$

c. Perhitungan tahanan dinding (Fs)

$$F_s = 0,012 \cdot Q_c$$

$$= 0,012 \cdot 207$$

$$= 2,484 \text{ kg/cm}^2$$

d. Perhitungan daya dukung kulit (Qs)

$$Q_s = A_s \cdot F_s$$

$$= 109.900 \cdot 2,484$$

$$= 272991 \text{ kg}$$

$$= 272,991 \text{ ton}$$

e. Perhitungan daya dukung ultimit (Qu)

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

$$\begin{aligned}
 &= 406,12 + 272,991 \\
 &= 678,991 \text{ kg} \\
 &= 678,991 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

f. Perhitungan daya dukung ijin (Q_a)

$$\begin{aligned}
 Q_a &= Q_u / S_f \\
 &= 678,991 / 3 \\
 &= 226,330 \text{ kg} \\
 &= 226,330 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

g. Jumlah tiang (n)

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{p}{Q_a} \\
 &= \frac{129,3}{226,330} \\
 &= 0,571 \text{ buah} \\
 &= 1 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

h. Kapasitas dukung kelompok tiang (Q_g)
karena nilai $S \geq 3$. Maka nilai $E_g = 1$

$$\begin{aligned}
 Q_g &= E_g \cdot n \cdot Q_a \\
 &= 1 \cdot 1 \cdot 226,330 \\
 &= 226,330 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Penurunan Tiang Tunggal dan Kelompok Menggunakan Metode Mayerhoff

Penurunan fondasi tiang pancang diameter 0,5 m dengan jumlah tiang sebanyak 2 tiang dan menahan beban (Q_{total}) sebagai berikut

$$\text{Berat aksial (P)} = 129,3 \text{ Ton}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat tiang} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot \gamma \cdot n \cdot L \\
 &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,5^2 \cdot 2,4 \cdot 2 \cdot 7 \\
 &= 6,594 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Total (Q)} &= p + \text{Berat tiang} \\
 &= 129,3 + 6,594 \\
 &= 135,894 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

1. Penurunan Tiang Diameter 0,5 m

A. Metode Mayerhoft

a. Penurunan Tiang Tunggal

Diameter fondasi (D) = 0,5 m

Berat total (Q) = 135,894 ton

Panjang fondasi (L) = 700 m

$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang (Ap)} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,5^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,5^2 \\ &= 0,196 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas (Ep)} &= 4700 \cdot \sqrt{f'c} \\ &= 4700 \cdot \sqrt{21} \\ &= 21.538,106 \text{ Mpa} \\ &= 215.381,060 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penurunan (S)} &= \frac{D}{100} + \frac{Q \cdot L}{Ap \cdot Ep} \\ &= \frac{0,5}{100} + \frac{135,894 \cdot 7}{0,196 \cdot 215381060} \\ &= 0,005 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tiang (s)} &= 3 \cdot D \\ &= 3 \cdot 0,5 \\ &= 1,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar Kelompok tiang (Bg)} &= D + 4 \cdot s + D \\ &= 0,5 + 4 \cdot 1,5 + 0,5 \\ &= 7 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kelompok Tiang (Sg)} &= S \cdot \sqrt{\frac{Bg}{D}} \\ &= 0,005 \cdot \sqrt{\frac{7}{0,5}} \end{aligned}$$

= 0,018 m

Penurunan Yang Diizinkan

Syarat aman untuk penurunan fondasi tiang tunggal harus kurang dari 10%.D dan untuk penurunan kelompok tiang harus kurang dari $\frac{L}{250}$. Berikut merupakan syarat penurunan yang diizinkan pada diameter 0,5 m, 0,6 m, 0,7 m, dan 0,8 m.

1. Diameter 0,5 m

$$\begin{aligned} S_{izin} &= \frac{L}{250} \\ &= \frac{7}{250} \\ &= 0,028 \text{ m} \end{aligned}$$

$$(S_g) = 0,018 \text{ m}$$

Maka,

$$S_g < S_{izin} \quad (\text{AMAN})$$

2. Diameter 0,6 m

$$\begin{aligned} S_{izin} &= 10\% \cdot D \\ &= 0,1 \cdot 0,6 \\ &= 0,06 \text{ m} \end{aligned}$$

$$S = 0,006 \text{ m}$$

Maka,

$$S_{total} < S_{izin} \quad (\text{AMAN})$$

3. Diameter 0,7 m

$$S_{izin} = 10\% \cdot D$$

$$= 0,1 \cdot 0,7$$

$$= 0,07 \text{ m}$$

$$S = 0,007 \text{ m}$$

Maka,

$$S_{\text{total}} < S_{\text{izin}} \quad (\text{AMAN})$$

4. Diameter 0,8 m

$$S_{\text{izin}} = 10\% \cdot D$$

$$= 0,1 \cdot 0,6$$

$$= 0,08 \text{ m}$$

$$S = 0,008 \text{ m}$$

Maka,

$$S_{\text{total}} < S_{\text{izin}} \quad (\text{AMAN})$$

Perhitungan Perbandingan Biaya

Perhitungan biaya pada kedua metode tersebut menggunakan rumus dari PERMEN PUPR No 1 Tahun 2022. Langkah dalam analisis biaya pada metode pancang *Hydraulic Static Pile Driver* dan *Drop Hammer* dimulai dari menghitung biaya pasti per jam kemudian biaya operasi per jam kerja dan yang terakhir adalah total biaya. Hasil analisis sebagai berikut.

A. Menghitung Biaya Pada Metode HSPD

1. Biaya pasti per jam kerja

a. Nilai sisa alat HSPD

$$C = 15\% \cdot \text{Harga alat baru}$$

$$C = 15\% \cdot 2.000.000.000$$

$$C = \text{Rp } 300.000.000$$

b. Faktor angsuran modal HSPD

$$D = \frac{i \cdot (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$$

$$D = \frac{10\% \cdot (1+10\%)^6}{(1+10\%)^6 - 1}$$

$$D = 0,22960738$$

c. Biaya pengembalian modal

$$E = \frac{(b-c) \cdot D}{\frac{W}{2000}}$$

$$E = \frac{2000000000 - 200000000 \cdot 0,22960738}{2000}$$

$$E = \text{Rp } 206.646,64$$

d. Asuransi

$$F = \frac{\text{ins} \cdot B}{\frac{W}{2000}}$$

$$F = \frac{0,2\% \cdot 2000000000}{2000}$$

$$F = 2000,00$$

- e. Biaya pasti per jam
 $G = E + F$
 $G = 206646,64 + 2000$
 $G = \text{Rp } 208.646,64$
2. Biaya operasi per jam kerja
- a. Bahan bakar
 $H = 15\% \cdot Pw \cdot Ms$
 $H = 15\% \cdot 103 \cdot 6.800$
 $H = \text{Rp } 100.425$
- b. Pelumas
 $I = 3\% \cdot Pw \cdot Mp$
 $I = 3\% \cdot 103 \cdot 50.000$
 $I = \text{Rp } 154.500$
- c. Biaya Bengkel
 $J = 8,75\% \cdot \frac{B}{W}$
 $J = 8,75\% \cdot \frac{2000000000}{2000}$
 $J = \text{Rp } 87.500,00$
- d. Biaya Perbaikan
 $K = 17,5\% \cdot \frac{B}{W}$
 $K = 17,5\% \cdot \frac{2000000000}{2000}$
 $K = 175.000,00$
- e. Upah Operator dan Pembantu Operator
 $L = \frac{\text{orang}}{\text{jam}} \cdot u1$
 $L = \frac{2}{7} \cdot 50.000$
 $L = \text{Rp } 14.428,57$
 $M = \frac{\text{orang}}{\text{jam}} \cdot u2$
 $M = \frac{3}{7} \cdot 50.000$
 $M = \text{Rp } 21.428,57$
- f. Biaya oprasi per jam
 $P = H + I + J + K + L + M$
 $P = 100.425 + 154.500 + 87.500,00 + 175.000,00 + 14.428,57 + 21.428,57$
 $P = \text{Rp } 553.282$
- g. Biaya Operasi alat per jam
 $S = G + P$
 $S = 208.646,64 + 553.282$
 $S = \text{Rp } 761.928$

KESIMPULAN

Perhitungan kapasitas dukung fondasi dengan variasi dimensi 0,5 m, 0,6 m, 0,7 m, dan 0,8 m diperoleh masing-masing sebesar 96,10 ton, 137,29 ton, 185,78 ton, 241,67 ton.

Penurunan yang terjadi pada fondasi dengan variasi dimensi 0,5 m 0,6 m, 0,7 m dan 0,8 m maka masing-masing didapatkan hasil, untuk tiang tunggal 0,005m, 0,006 m, 0,007 m dan 0,008 m. Sedangkan untuk tiang kelompok masing-masing 0,018 m, 0,022 m, 0,026 m dan 0,029 m

Perhitungan kedua alat pemancangan yang dianalisis maka alat dengan biaya yang relatif sedikit yaitu drop hammer Dengan analisis biaya sebesar Rp 188.996, per jam

Jumlah dump truk optimal yang harus dioperasikan untuk meminimalkan waktu tunggu yaitu sebanyak 6 unit dengan waktu tunggu selama 3,3 menit. Jika dibandingkan dengan kondisi (real) di lapangan menggunakan sebanyak 7 unit dump truck dengan waktu tunggu 1,56 menit, maka selisih yang didapat 1,74 menit

SARAN

Melakukan analisis kapasitas tiang pancang dengan menggunakan metode lainya (data NSPT, Vesic, Poulos and David, Tomlison) agar mendapatkan nilai kapasitas dukung yang lebih akurat.

Melakukan perbandingan analisis kapasitas dukung dengan menggunakan program geoteknik lainya seperti Plaxis dan Geo Studio

Produktifitas alat berat dalam suatu proyek sangat dipengaruhi oleh umur ekonomis peralatan. Oleh karena itu disarankan agar jika umur alat berat yang digunakan pada suatu jenis pekerjaan telah melebihi umurekonomis maka sebaiknya alat berat tersebut tidak digunakan lagi agar waktu dan hasil pekerjaan dapat terkontrol dengan baik sehingga mengurangi faktor-faktor biaya yang tidak perlu.

DAFTAR PUSTAKA

- Dian, F. (2018). "Analisis Produktivitas dan Waktu Penggunaannya Alat Berat Exavator Pada Pekerjaan Galian Tanah." Seminar Nasional Pakar ke 1 Tahun 2018.
- Hardiyatmo (2015), Pengertian konstruksi Perkerasan Jalan, [Online], (<https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/15638/05.3%20bab%203.pdf?sequence=7&isAllowed=y>), diakses Maret 2022 <https://arparts.id> diakses maret 2022 <https://binamarga.pu.go.id>
- Ibnu, (2020) Artikel Accurate, [Online], Produktivitas (<https://accurate.id/bisnis-ukm/arti-produktivitas/>), diakses Maret 2022 Jurnal Teknik Sipil, (2016) Vol.V, No.1.
- Kholil, A. (2012). Alat Berat, PT Remaja Rosdakarya. Jln Ibu Langit Garnasih No. 40 Bandung.
- Maulana, S.R. (2013). "Perbandingan Biaya dan Waktu Pemakaian Alat Berat Bulldozer dan Exavator Dibandingkan Dengan Backhoe, Loader Pada Pembangunan Peternakan Ayam Dayeuh Manggung." Jurnal Konstruksi Sekolah Tinggi Teknologi Garut. Jawa Barat.
- Mohammad Husain (2015) Jurnal, Pemeliharaan Peralatan Instalasi alat Pencampur aspal.
- Muh. Mulki darmawan, (2020) "analisis manajemen alat berat berdasarkan nilai biaya dan waktu optimal produktivitas pada pekerjaan preservasi jalan batui-toili-rata-baturube" Universitas Tadulako Palu.
- Nur Khaerat Nur, dkk, (2021). Perancangan Perkerasan Jalan, Jakarta : Penerbit Yayasan Kita Menulis. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 13 / PRT / M / 2011 "Tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Pemilikan Jalan."
- Ramadhan, (2021) "Produktivitas kerja alat berat terhadap pekerjaan lapis pondasi atas (LPA) di desa baina kecamatan sidoan pada proyek preservasi jalan dan jembatan pada ruas toli-ampibabo-siney-tinimbo wilayah II parigi moutong" Universitas Sintuvu maroso Poso.
- Rochmanhadi. (1985). Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat-alat Berat. Jakarta : Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.
- Rochmanhadi. (1992). Alat-Alat Berat dan Penggunaannya. Jakarta : Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.
- Rostiyanti, (2008). Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi. Jakarta : Penerbit Rineka Cipta.
- Rohman. (2003). Manajemen Alat Berat Pada Proyek Konstruksi. Jakarta : Penerbit Rineka Cipta.

- Setiawati, D.N. (2013). “Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Pabrik Krakatau Posco Zone IV Di Cilegon.” Jurnal Konstruksi Vol. 4 Tahun 2013.
- Susy, (2008). “Alat Berat Untuk Proyek konstruksi”. Jakarta : Penerbit Rineka Cipta.
www.hdp.co.id diakses maret 2022 www.steelindonesia.com diakses maret 2022