

ANALISIS PERBANDINGAN KAPASITAS DAN BIAYA ANTARA PONDASI TIANG PANCANG DENGAN *BORED PILE* (Studi Kasus : Pembangunan Gedung RSGM Jimbaran, Bali)

I Wayan Dwipa Permana¹⁾, I Wayan Darya Suparta, SST. MT.²⁾, I Wayan Sujahtra, ST., MT.³⁾

¹⁾ Prodi D4 Manajemen Proyek Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali

²⁾ Prodi D4 Manajemen Proyek Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali

³⁾ Prodi D4 Manajemen Proyek Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali

Email: dwipapermana22@gmail.com

Abstrak

Pondasi merupakan struktur bawah bangunan berfungsi meneruskan beban-beban yang berasal dari struktur atas bangunan yaitu berat bangunan itu sendiri dan beban luar yang bekerja ke tanah di bawahnya. Perencanaan pondasi harus memperhitungkan beban yang harus dipikul dan daya dukung tanah. Kondisi lingkungan di sekitar lokasi proyek juga perlu dipertimbangkan dalam perencanaan pondasi untuk memilih jenis pondasi. Pada pembangunan Gedung RSGM Jimbaran digunakan pondasi tiang pancang sebagai struktur pondasi bangunan. Dalam analisis ini membahas mengenai perbandingan kapasitas dan biaya antara pondasi tiang pancang dengan *bored pile*. Dari hasil perhitungan berdasarkan penyelidikan tanah data sondir 4 didapat daya dukung tiang pancang 30 x 30 cm dengan kedalaman 6 meter sebesar 736,88 kN, sementara *bored pile* Ø30 cm dengan kedalaman 6 m sebesar 578,45 kN. Untuk memikul beban kolom diperoleh jumlah tiang pancang sebanyak 159 titik, sedangkan *bored pile* sebanyak 195 titik. Perhitungan untuk biaya yang dibutuhkan dengan menggunakan pondasi tiang pancang sebesar Rp 385,510,400.00, sedangkan untuk *bored pile* sebesar Rp 682,846,750.75. Dengan selisih biaya sebesar 43.54% atau Rp 297,336,350.75.

Kata Kunci: pondasi, tiang pancang, *bored pile*, kapasitas, biaya

Abstract

The foundation is the lower structure of the building that functions to transmit the loads from the upper structure of the building, the weight of the building itself and the external loads working on the ground below it. The foundation planning must calculate the load that be carried and the bearing capacity of the soil. Environmental conditions around the project site also need to be considered in foundation planning to select the type of foundation. In the construction of the Jimbaran RSGM building, piling were used as the foundation structure of the building. In this analysis discusses the comparison of capacity and cost between piling foundations and bored piles. From the results of calculations based on soil investigation sondir 4, the carrying capacity of piling 30 x 30 cm with a depth of 6 meters is 736.88 kN, while the bored pile Ø30 cm with a depth of 6 m is 578.45 kN. To carry the column load, the number of piles is 159 points, while bored piles are 195 points. The calculation for the cost required by using the piling foundation is Rp. 385,510,400.00, while for bored pile it is Rp. 682,846,750.75. With a cost difference of 43.54% or Rp 297,336,350.75.

Keywords: foundation, piling, bored pile, capacity, cost

Informasi Artikel: Pengajuan Repository pada September 2022/ *Submission to Repository on September 2022*

Pendahuluan/ Introduction

Pondasi memiliki peranan yang sangat penting fungsinya dalam suatu konstruksi. Secara umum pondasi didefinisikan sebagai struktur bawah bangunan (*sub-structure*) yang berfungsi meneruskan beban yang berasal dari bagian atas struktur bangunan (*upper structure*), terdiri dari berat bangunan itu sendiri dan beban luar yang bekerja ke lapisan tanah di bawahnya. Perencanaan pondasi harus memperhitungkan beberapa hal seperti beban yang harus dipikul dan daya dukung tanah. Kondisi lingkungan di sekitar lokasi proyek juga perlu dipertimbangkan dalam perencanaan pondasi untuk memilih jenis pondasi. Pada pembangunan Gedung RSGM Jimbaran digunakan

pondasi tiang pancang sebagai struktur pondasi bangunan. Untuk mengetahui apakah penggunaan pondasi tersebut sudah tepat, perlu dilakukan analisis kapasitas dan biaya.

Hasil penelitian dari Ir. Arifin, MT., MMT pada Proyek Jembatan Suramadu, biaya keseluruhan jenis pekerjaan struktur bangunan bawah jembatan mempergunakan pondasi bore pile sebesar Rp 4,989,700,112. Sementara biaya keseluruhan jenis pekerjaan menggunakan tiang pancang sebesar Rp 6,067,092,838. Hal tersebut menunjukkan bahwa biaya pengerjaan pondasi *bored pile* lebih murah selisih biaya sebesar Rp.1,077,392,726 dibandingkan dengan tiang pancang [1].

Dalam suatu penelitian yang telah dilakukan oleh Sefpriyani Sembiring dari Universitas Medan Area pada pembangunan Masjid Agung Sumatera Utara, berdasarkan penganalisaan data pondasi *spun pile* memerlukan biaya sebesar Rp. 275.198.220,83, ini lebih ekonomis daripada *bored pile* sebesar Rp. 495.887.437,06. Selisih persentasenya sebesar 44,50%. Waktu yang dibutuhkan untuk pengerjaan *spun pile* lebih singkat 66,57% dibandingkan dengan *bored pile*. Pengerjaan *spun pile* memerlukan 16 hari, sementara *bored pile* 48 hari. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengerjaan pondasi *spun pile* lebih efektif dan efisien dibandingkan *bored pile* [2].

Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Mayangsari, dkk. pada proyek Pembangunan Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Brawijaya diperoleh biaya keseluruhan jenis pengerjaan pemasangan *bored pile* sebesar Rp 6.350.000.000, sementara bila mempergunakan tiang pancang sebesar Rp 4.750.140.000. Oleh karena itu pondasi tiang pancang lebih efisien dari segi biaya karena bisa meminimalisir biaya hingga Rp 1.599.860.000. Namun, ditinjau dari segi waktu pondasi *bored pile* lebih cepat dari pada tiang pancang. Hal ini disebabkan karena pondasi *bored pile* hanya memerlukan 157 buah tiang, sedangkan pondasi tiang pancang memerlukan 330 buah tiang [3]. Berdasarkan latar belakang di atas, sebagai penelitian selanjutnya dilakukan penelitian dengan judul “Perbandingan Kapasitas Dan Biaya Antara Pondasi Tiang Pancang dengan *Bored pile* (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Rsgm Jimbaran, Bali)”.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besaran kapasitas pondasi tiang pancang persegi 30 x 30 cm dan pondasi *bored pile* Ø30 cm. Selain itu juga untuk mengetahui besaran selisih biaya antara pelaksanaan pekerjaan pondasi tiang pancang dan pondasi *bored pile*.

Metode/ Method

Dalam rancangan studi penelitian ini metode yang digunakan adalah metode deskriptif komparatif yaitu melakukan analisis perbandingan kapasitas pondasi dan biaya antara pondasi tiang pancang dengan *bored pile* untuk mengetahui pondasi mana yang lebih efisien digunakan pada Pembangunan Gedung RSGM Jimbaran, Bali.

Variabel dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang akan menjadi obyek pengamatan peneliti. Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah perbandingan antara pondasi tiang pancang dan pondasi *bored pile*. Sedangkan variabel terikat adalah kapasitas dan biaya. Hubungan variabel-variabel ini adalah untuk mengetahui pondasi mana yang lebih efisien digunakan pada pembangunan Gedung RSGM Jimbaran berdasarkan kapasitas pondasi dan biaya.

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian untuk memperoleh data sekunder adalah dengan mengajukan permohonan data kepada pihak terkait. Pihak yang dimaksud adalah PT. Satriacipta Astakencana dan PT. Tenda Artika. Untuk analisis perhitungan kapasitas pondasi menggunakan rumus metode langsung berdasarkan data sondir.

Hasil dan Pembahasan/ Result and Discussion

Perhitungan kapasitas daya dukung ijin tiang pondasi pada Pembangunan Gedung RSGM Jimbaran menggunakan metode langsung berdasarkan data sondir. Rumus daya dukung tiang menurut Meyerhof [11],[12] :

$$Q_{sp} = \frac{q_c \times A_p}{F_b} + \frac{JHL \times KII}{F_s}$$

Keterangan:

- Qsp : Daya dukung vertikal yang diijinkan untuk sebuah tiang tunggal (kg)
- Qc : Tahanan konus pada ujung tiang, diambil dari rata-rata nilai konus (cw) pada kedalaman 8D diatas dan 4D dibawah ujung tiang (kg/cm²)
- Ap : Luas penampang ujung tiang (cm²)
- JHL : Jumlah hambatan lekat sepanjang tiang (kg/cm)
- KII : Keliling tiang (cm)
- Fb : Faktor keamanan (diambil 3)
- Fs : Faktor keamanan (diambil 5)
- D : Diameter Penampang Pondasi (cm)

Dalam menghitung jumlah keperluan tiang dalam 1 kelompok tiang maka digunakan daya dukung terkecil antara daya dukung dari data sondir 1, sondir 2, sondir 3, sondir 4, sondir 5, dan sondir 6. Maka, digunakan nilai daya dukung tiang pancang tunggal berdasarkan data Sondir 4 = 736,88 kN dan digunakan nilai daya dukung tiang bor tunggal berdasarkan nilai Sondir 4 = 578,45 kN. Hasil perhitungan kapasitas pondasi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Daya dukung tiang tunggal pondasi tiang pancang 30 x 30 cm dan *bored pile* ϕ 30 cm

NAMA	DAYA DUKUNG TIANG TUNGGAL	
	TIANG PANCANG kN	<i>BORED PILE</i> kN
Sondir 1	749.11	588.05
Sondir 2	790.98	620.92
Sondir 3	774.25	607.78
Sondir 4	736.88	578.45
Sondir 5	737.82	579.19
Sondir 6	740.63	581.39

Jumlah tiang dalam satu kelompok tiang dihitung dengan membagi gaya aksial dengan daya dukung tiang tunggal yang telah diperoleh dari perhitungan sebelumnya. Untuk lebih detail bisa dilihat pada tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 2. Jumlah tiang dalam satu kelompok pondasi tiang pancang 30 x 30 cm

As Grid	Gaya Aksial kN	Tiang Pancang 30 x 30 cm			
		DDT kN	Jumlah titik	Total Tiang	Total Daya Dukung kN
1	1726.20	736.88	2.34	3	2210.64
2	2404.39	736.88	3.26	4	2947.53
3	2382.41	736.88	3.23	4	2947.53
4	2425.47	736.88	3.29	4	2947.53
5	2506.03	736.88	3.40	4	2947.53
6	2422.23	736.88	3.29	4	2947.53
7	2482.11	736.88	3.37	4	2947.53

8	1786.54	736.88	2.42	3	2210.64
9	2491.65	736.88	3.38	4	2947.53
10	3911.01	736.88	5.31	6	4421.29
11	3985.87	736.88	5.41	6	4421.29
12	4252.57	736.88	5.77	6	4421.29
13	3486.07	736.88	4.73	5	3684.41
14	3962.42	736.88	5.38	6	4421.29
15	3911.00	736.88	5.31	6	4421.29
16	2498.45	736.88	3.39	4	2947.53
17	2488.47	736.88	3.38	4	2947.53
18	3910.97	736.88	5.31	6	4421.29
19	4005.34	736.88	5.44	6	4421.29
20	3260.72	736.88	4.43	5	3684.41
22	4075.53	736.88	5.53	6	4421.29
23	3909.00	736.88	5.30	6	4421.29
24	2497.13	736.88	3.39	4	2947.53
25	1777.61	736.88	2.41	3	2210.64
26	2454.65	736.88	3.33	4	2947.53
27	2904.53	736.88	3.94	4	2947.53
28	3996.16	736.88	5.42	6	4421.29
29	3973.23	736.88	5.39	6	4421.29
30	3043.30	736.88	4.13	5	3684.41
31	2459.57	736.88	3.34	4	2947.53
32	1784.13	736.88	2.42	3	2210.64
287	1550.95	736.88	2.10	3	2210.64
288	2832.39	736.88	3.84	4	2947.53
289	2704.80	736.88	3.67	4	2947.53
290	1602.57	736.88	2.17	3	2210.64

Total tiang 159 buah

Tabel 3. Jumlah tiang dalam satu kelompok pondasi *bored pile* $\phi 30$ cm

As Grid	Gaya Aksial kN	<i>Bored pile</i> diameter 30 cm			
		DDT kN	Jumlah titik	Total Tiang	Total Daya Dukung kN
1	1726.20	578.45	2.98	3	1735.36
2	2404.39	578.45	4.16	5	2892.26
3	2382.41	578.45	4.12	5	2892.26
4	2425.47	578.45	4.19	5	2892.26
5	2506.03	578.45	4.33	5	2892.26
6	2422.23	578.45	4.19	5	2892.26
7	2482.11	578.45	4.29	5	2892.26
8	1786.54	578.45	3.09	4	2313.81
9	2491.65	578.45	4.31	5	2892.26

Repository Politeknik Negeri Bali

10	3911.01	578.45	6.76	7	4049.16
11	3985.87	578.45	6.89	7	4049.16
12	4252.57	578.45	7.35	8	4627.62
13	3486.07	578.45	6.03	7	4049.16
14	3962.42	578.45	6.85	7	4049.16
15	3911.00	578.45	6.76	7	4049.16
16	2498.45	578.45	4.32	5	2892.26
17	2488.47	578.45	4.30	5	2892.26
18	3910.97	578.45	6.76	7	4049.16
19	4005.34	578.45	6.92	7	4049.16
20	3260.72	578.45	5.64	6	3470.71
22	4075.53	578.45	7.05	8	4627.62
23	3909.00	578.45	6.76	7	4049.16
24	2497.13	578.45	4.32	5	2892.26
25	1777.61	578.45	3.07	4	2313.81
26	2454.65	578.45	4.24	5	2892.26
27	2904.53	578.45	5.02	6	3470.71
28	3996.16	578.45	6.91	7	4049.16
29	3973.23	578.45	6.87	7	4049.16
30	3043.30	578.45	5.26	6	3470.71
31	2459.57	578.45	4.25	5	2892.26
32	1784.13	578.45	3.08	4	2313.81
287	1550.95	578.45	2.68	3	1735.36
288	2832.39	578.45	4.90	5	2892.26
289	2704.80	578.45	4.68	5	2892.26
290	1602.57	578.45	2.77	3	1735.36

Total
tiang 195 buah

Langkah selanjutnya adalah menghitung anggaran biaya pondasi tiang pancang dan *bored pile* dapat dilihat pada tabel 4 dan tabel 5.

Tabel 4. Anggaran biaya pondasi tiang pancang

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL.	SAT.	HARGA SATUAN	TOTAL HARGA
A. MATERIAL SQUARE 30X30					
1	Tiang Pancang 30 x 30 cm Prestress Mutu Beton K500				
	Tul.Utama 4ea-1/2" PC Strand, Spiral Nail Wire 5	954	m'	240,000.00	228,960,000.00
	P 6 m				
	J 159 ttk				
SUB TOTAL PANCANG					228,960,000.00
B. MOBILISASIDAN DEMOBILISASI ALAT					
1	Mob demob Alat Pancang Hydraulic 240T	1	unit	49,000,000.00	49,000,000.00
SUB TOTAL MOB DEMOB ALAT					49,000,000.00
C. JASA PANCANG HYDRAULIC 240, Setting 160 Ton					
2	Jasa Pemancangan	954	m'	60,000.00	57,240,000.00
3	Handling Tiang Pancang/Service Crane	954	m'	6,000.00	5,724,000.00
4	Jasa Potong Kepala Tiang Pancang (proposional)	159	ttk	60,000.00	9,540,000.00
5	Jasa Ruyung/Dolly (proposional)	-	m'	73,500.00	-
SUB TOTAL JASA PANCANG					72,504,000.00
TOTAL					350,464,000.00
PPN 10%					35,046,400.00
GRAND TOTAL					385,510,400.00

Tabel 5. Anggaran biaya pondasi *bored pile*

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL.	SAT.	HARGA SATUAN	TOTAL HARGA		
A Bore Pile Ø30 cm							
	Pj.	Jumlah					
1	Pengeboran Bored pile Ø30 cm	6.00	195	1,170.00	m'	83,610.00	97,823,700.00
2	Pembesian	28,292.99	kg	14,317.50	405,084,860.90		
3	Beton Cor mutu K300 (Slump ±16 cm)	82.66	m ³	1,276,810.00	105,541,753.01		
4	Volume Galian	82.66	m ³	114,200.00	9,439,829.10		
5	Volume buang lumpur	82.66	m ³	33,990.00	2,809,630.40		
6	Mob-demob Bor	1.00	ls	70,000.00	70,000.00		
7	Excavator PC75 untuk pindahkan material bekas bor	-	unit/jam	752,371.04	-		
8	Service Crane 35 ton untuk loading besi dan angkat tremi cor	-	unit/jam	880,141.88	-		
TOTAL					620,769,773.40		
PPN 10%					62,076,977.34		
GRAND TOTAL					682,846,750.75		

Berdasarkan hasil perhitungan yang sudah dilakukan pada analisis di atas, perbandingan kapasitas pondasi dan biaya antara pondasi tiang pancang dengan *bored pile* dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil analisis

NO	URAIAN	TIANG PANCANG PERSEGI 30X30	BORED PILE Ø30
1	Kapasitas daya dukung Sondir 4	736.88 kN	578.45 kN
2	Jumlah tiang	159 titik	195 titik
3	Spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> - Pancang <i>Square</i> 30x30 cm - Mutu Beton K500 - Tul. Utama 4ea PC Strand 3/8" (<i>prestress steel</i>) - Spiral PC <i>Nail Wire</i> Ø5mm - 75 (Tumpuan) Spiral PC <i>Nail Wire</i> Ø5mm - 175 (Tumpuan) 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Bored Pile</i> Ø30 cm - Mutu Beton K300 - Tul. Utama 6D13 - Tul. Sengkang D10 – 75 mm
4	Kedalaman Pondasi	6 meter	6 meter
5	Anggaran Biaya	Rp 385,510,400.00	Rp 682,846,750.75

Simpulan/ Conclusion

Berdasarkan hasil analisis perbandingan kapasitas dan biaya antara pondasi tiang pancang dengan pondasi *bored pile* pada Pembangunan Gedung RSGM Jimbaran didapat kesimpulan bahwa:

1. Besaran daya dukung tiang yang mampu dipikul pondasi tiang pancang persegi 30 x 30 cm berdasarkan data sondir 4 sebesar 736.88 kN, lebih besar daripada pondasi *bored pile* Ø30 cm sebesar 578.45 kN. Sehingga untuk memikul beban kolom didapat jumlah tiang pondasi tiang pancang 30 x 30 sebanyak 159 titik, lebih sedikit daripada jumlah tiang pondasi *bored pile* Ø30 cm sebanyak 195 titik.
2. Biaya yang dikeluarkan apabila menggunakan pondasi tiang pancang persegi 30 x 30 cm sebesar Rp 385,510,400.00, sementara biaya yang dikeluarkan bila menggunakan pondasi *bored pile* Ø30 cm sebesar Rp 682,846,750.75. Maka dapat disimpulkan pada Pembangunan Gedung RSGM Jimbaran dengan menggunakan pondasi tiang pancang lebih efisien dengan selisih biaya sebesar 43.54% atau Rp 297,336,350.75 dibandingkan dengan pondasi *bored pile*.

Ucapan Terima Kasih/ Acknowledgment

Dalam penyusunan penelitian ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. I Wayan Sudiasa, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil.
2. Bapak Made Sudiarsa, ST., MT. selaku Ketua Program Studi D4 Manajemen Proyek Konstruksi.
3. Bapak I Wayan Darya Suparta, SST., MT. selaku dosen pembimbing I.
4. Bapak I Wayan Sujahtra, ST., MT. selaku dosen pembimbing II.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Lilik Sudiajeng, M.Erg. selaku dosen pengampu mata kuliah Metode Penelitian.
6. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Referensi/ Reference

- [1] Ir. Arifin, MT., MMT. (2016). Analisa Perbandingan Biaya Pelaksanaan Pondasi Tiang Pancang dan Bor Pile Jembatan Suramadu. *Jurnal teknis ITS Vol, 5 No 2*.
- [2] Sembiring, S. (2019). *Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Pondasi Spun Pile dengan Bore Pile pada Proyek Masjid Agung*. Universitas Medan Utara.
<http://repository.uma.ac.id/handle/123456789/10976>
- [3] Mayangsari, Munawir, A., & dan Zaika, Y. (2019). Analisis perbandingan pondasi tiang pancang dengan pondasi tiang bor pada proyek pembangunan rumah sakit gigi dan mulut Universitas Brawijaya. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Vol. 1 No. 3*.
<http://sipil.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jmts/article/view/733>
- [4] Kholiq, Abdul; Nurjamilah, Lia Laila; Rijaluddin, Arief. Optomalisasi *Proporsi* Sumber Daya Proyek Dalam Menekan Biaya Proyek Konstruksi. *Jurnal J-Ensitem: Vol. 07 No. 01, November 2020*.
- [5] Rawis, Theresia Deisy; Tjakra, Jermias; Arsjad, Tisano Tj. Perencanaan Biaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Pada Proyek Konstruksi Bangunan. *Jurnal Sipil Statik Vol.4 No.4 April 2016 (241-252) ISSN: 2337-6732*.
- [6] Kusumadewi, D. M. (2020). *Analisis Value Engineering Terhadap Struktur Beton Bertulang Dengan Variasi Mutu Beton Pada proyek Pembangunan Gedung SDN 2 Penatih*.
- [7] Sigar, R. (2016). *Perencanaan Pondasi Tiang Pancang dan Metode Pelaksanaan Pada proyek Pembangunan Ruko Mega Profit Kawasan Megamas Manado*. Manado: Politeknik Negeri Manado.
- [8] Nasarani, H. W. (2014). *Studi Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Beton Pada Proyek Pembangunan Apartment Riverside Malang*. Malang: Institut Teknologi Nasional.
- [10] Arif, A. (2017). *Studi Perencanaan Struktur Bawah Pondasi Tiang Pancang Pada Bangunan Instalasi Gawat Darurat Rumah Sakit Umum Daerah Kanjuruhan Malang*.
- [11] Perdiana, K. B. (2020). *Laporan Kegiatan 1 Engineering & Pricing*.
- [12] Rahayu, N. N. (2020). *Laporan Akhir Magang Pada Perusahaan Industri Beton Pracetak Prategang PT. Satriacipta Astakencana Dengan Tinjauan Khusus Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko (K3) Pada Workshop Produksi Beton Pracetak Prategang*.
- [13] Safitri. (2018). Bab II Tinjauan Pustaka. Retrieved from http://eprints.undip.ac.id/66367/5/10._BAB__II.pdf diakses pada tanggal 6 April 2022
- [14] Manabung, Novrita; Dundu, Ariestides K. T. ; dan Walangitan, Deane R. O. (2018). Sistem Pengawasan Manajemen Mutu Dalam Pelaksanaan Proyek Konstruksi ((Studi Kasus: Pembangunan Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Unsrat). *Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.12 Desember 2018 (1079-1084) ISSN: 2337-6732*.

- [15] Fahirah, F. Identifikasi Penyebab Overrun Biaya Proyek Konstruksi Gedung. *Jurnal SMARTek, Vol. 3, No. 3, Agustus 2005: 160 - 168.*
- [16] Rafi'i, C., & Sakti, R. B. (1999). *STUDI LITERATUR ANALISIS PERHITUNGAN KAPASITAS TARIK TIANG BOR TUNGGAL DENGAN PEMBESARAN UJUNG DAN TIANG PANCANG KELOMPOK.* Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- [17] Retrieved from http://eprints.undip.ac.id/34720/4/1716_CHAPTER_II.pdf diakses pada 27 Agustus 2022