

ANALISIS PEKERJAAN PONDASI BORE PILE PADA PEMBANGUNAN RESERVOIR SETUK KOTA SEMARANG

Siti Nur Khasanah¹, Akhmad Andi Saputra², Dandy Nugroho³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gresik

¹Email: st.nurkhasanah2306@gmail.com

Abstract

A bore pile foundation is constructed by first boring a hole in the ground, then filling it in with reinforcement and pouring concrete. The surroundings around the construction site, where numerous buildings have previously been constructed, are ideal for the use of bore piles. These conditions include strong basic soil with a high bearing capacity that is placed quite deep—roughly 15 meters. This foundation has the benefit of not producing any noise, vibration, or sound during installation. Therefore, there is no disruption to the surrounding environment during the installation process, and there is also no risk to the nearby structures. A number of considerations must be made while selecting the type of foundation depending on the soil's carrying capability, one of which is whether the hard soil is found at a depth of at least 10 meters below the surface of the earth. A bore pile foundation is the kind that is typically utilized. Utilizing 3D modeling and the SAP 2000 V19 application, the load on the reservoir building was calculated. The bearing capacity of the bore pile foundation was analyzed using the Aoki, De Alencar, and Mayerhoff techniques based on the sondir data. The highest vertical force value for one location of the bore pile foundation was 24,543 tons, according to the findings of the load analysis conducted using the SAP 2000 V19 program during the building of a 1000m³ capacity reservoir with a water height of 4 meters. According to the S-1 sondir data, the ultimate bearing capacity of one point of the bore pile foundation is 60.277 tons when calculated using the Aoki and De Alencar techniques, and 263.356 tons when calculated using the Mayerhoff method. The S-2 sondir data yielded findings of 237.705 tons when using the Mayerhoff method, and 57.473 tons when utilizing the Aoki and De Alencar methods. The safety factor at one location in the bore pile foundation is 2.456 tons according to the results of the S-1 sondir data using the Aoki and De Alencar methods, compared to 10.732 tons using the Mayerhoff method. The Mayerhoff method yields 9,686 tons, whereas Alencar yields 2.342 tons. It was discovered that the bore pile foundation using Sondir S-1 and Sondir S-2 data had good safety factors after comparing the safety factors from two places and two ways.

Key words: Analysis, bore pile, foundation, job, Reservoir, Setuk.

Pendahuluan

Jumlah dan kualitas air baku yang terbatas sangat terasa untuk masyarakat di daerah perkotaan padat penduduk. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu perencanaan sistem penyediaan dan distribusi air minum dari sumber-sumber air minum yang memenuhi syarat kualitas, kuantitas dan kontinuitas ke masyarakat. Salah satu bagian penting dalam sebuah perencanaan *reservoir* adalah perencanaan pondasi. Pondasi merupakan struktur bagian bawah dari konstruksi bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah dan berfungsi sebagai pemikul beban bangunan dari atas dan akan menyalurkan ke dalam tanah.

Pada pembangunan *reservoir* dengan kapasitas 1000m³ di Desa Setuk Kelurahan Puduk Payung Kota Semarang ini, pondasi yang direncanakan adalah menggunakan pondasi *bore pile*. Di lokasi tersebut menggunakan pondasi *bore pile*, karena kondisi tanah khusus dengan hasil penyelidikan tanah, tanah keras dari data sondir S-1 sedalam 11 meter dan sondir S-2 sedalam 11,4 meter dengan conus 200 kg/m³.

Selain pada jenis tanah, terdapat masalah lapangan lainnya seperti sering terjadinya longsor di sisi timur lokasi pekerjaan dan lokasi pembangunan yang berada di kota. Perencanaan pondasi *bore pile* salah satu upaya meminimalisir masalah di lapangan karena kelebihan pondasi ini adalah pemasangan yang tidak menciptakan gangguan suara, kebisingan, maupun getaran. Rumusan masalah penelitian ini mencakup analisis daya dukung pondasi *bore pile* dari data hasil sondir. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui analisis daya dukungnya pondasi *bore pile*. Penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai referensi bagi pembaca, mengembangkan ilmu pengetahuan tentang pondasi *bore pile*. Pembatasan masalah penelitian ini tidak menghitung kebutuhan air dan jumlah penduduk.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deduktif. Pendekatan ini bertujuan untuk menguji teori, membangun fakta, dan menunjukkan hubungan antar variabel. Desain penelitian yang digunakan bersifat terstruktur, baik, formal, dan dirancang secara matang sebelum pelaksanaannya. Penelitian ini dilakukan di Desa Puduk Payung, Kota Semarang, dari Oktober 2023 hingga Desember 2023, dengan lokasi pekerjaan pondasi *bore pile* yang memiliki koordinat 7°05'56.5"S 110°25'03.4"E.



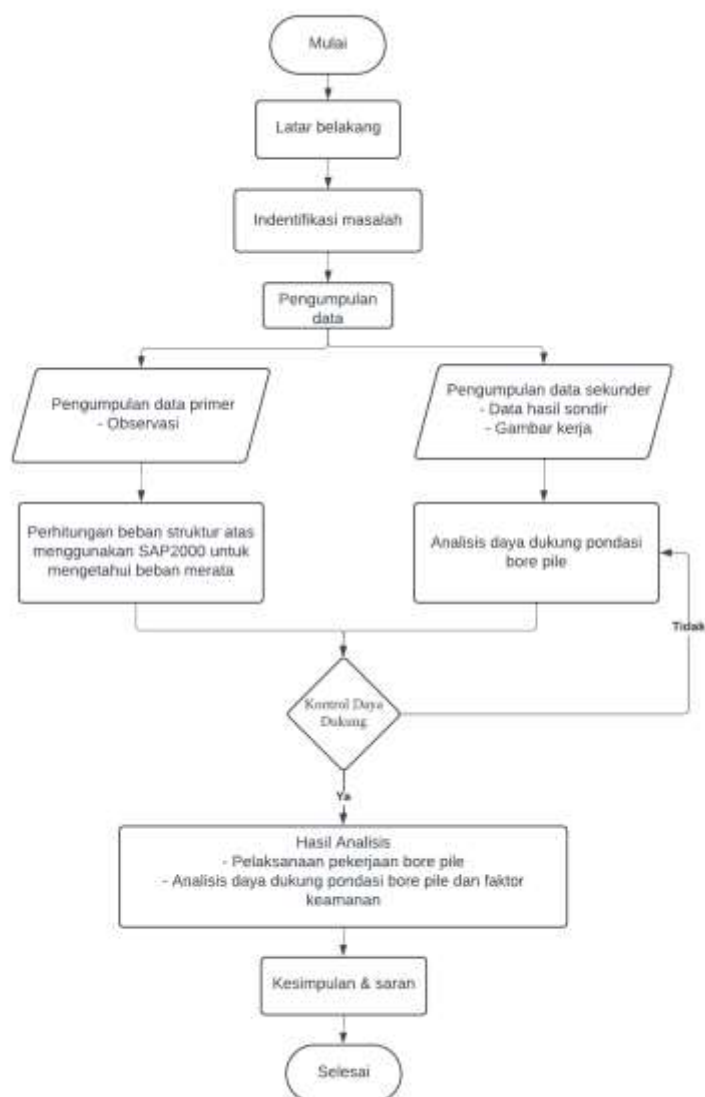
Gambar 1 Lokasi Pekerjaan

Sumber: Google Maps

Data sekunder diperoleh dari hasil sondir yang digunakan untuk mengetahui jenis tanah di lokasi penelitian untuk menghitung daya dukungnya. Analisis data dilakukan dengan menghitung daya dukung pondasi *bore pile* berdasarkan hasil uji sondir menggunakan metode Aoki dan De Alencar serta metode Meyerhoff. Hasil perhitungan daya dukung pondasi *bore pile*

kemudian diuji dan dibandingkan untuk memastikan keakuratan dan kesesuaian dengan teori yang ada.

Metode penelitian bertujuan untuk menyelesaikan masalah yang ada secara terstruktur. Berikut adalah pembagian dari flowchart penelitian.



Gambar 2 Alur Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Untuk mengetahui analisis daya dukung pondasi *bore pile* dari data hasil sondir ini dengan cara menghitung daya dukung pondasi *bore pile* dari data hasil sondir dengan menggunakan perhitungan pembebanan SAP 2000 V19 untuk mengetahui beban yang akan di salurkan ke pondasi dan menghitung daya dukung *ultimate* menggunakan metode *Aoki* dan *De Alencar*, dan metode *Meyerhoff*.

Joint Text	Output Case	Case Type	Step Type	Step Num	Unitless	F1 Tonn	F2 Tonn	F3 Tonn	M1 Tonn-m	M2 Tonn-m	M3 Tonn-m
1	DEAD	LinStatic				-1,2273	3,414E-16	24,5435	0	0	0
2	DEAD	LinStatic				-1,0629	-0,6136	24,5435	0	0	0
5	DEAD	LinStatic				-0,6136	-1,0629	24,5435	0	0	0
7	DEAD	LinStatic				-0,708E-19	-1,2273	24,5435	0	0	0
9	DEAD	LinStatic				0,6136	-1,0629	24,5435	0	0	0
11	DEAD	LinStatic				1,0629	-0,6136	24,5435	0	0	0
13	DEAD	LinStatic				1,2273	-3,140E-19	24,5435	0	0	0
15	DEAD	LinStatic				1,0629	0,6136	24,5435	0	0	0
17	DEAD	LinStatic				0,6136	1,0629	24,5435	0	0	0
19	DEAD	LinStatic				1,708E-19	1,2273	24,5435	0	0	0
21	DEAD	LinStatic				-0,6136	1,0629	24,5435	0	0	0
23	DEAD	LinStatic				-1,0629	0,6136	24,5435	0	0	0

Gambar 3 Fy Gaya Vertikal Maksimum
Sumber: SAP 2000

Dari gambar diatas didapatkan nilai F_y gaya vertikal maksimum yang didapatkan dari analisa menggunakan *software SAP2000 V.19* untuk 1 titik pondasi *bore pile* sebesar 24,54 ton.

Untuk menghitung kapasitas daya dukung pondasi *bore pile* dengan metode *Aoki* dan *De Alencar* didukung dengan data hasil sondir S-1 dan S-2 yang dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5 sebagai berikut.

No.	Kedalaman	Hambatan konis	Hambatan Pelokot	Jumlah Hambatan	Unit Hambatan Pelokot	Nilai fs Tiap 20 cm	Total Hambatan Pelokot	Hambatan Rasio
		qc	f	qc + f	fs	HP x 20/10	Tf	Fr=fs/qc
	(m)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm)	(kg/cm)	(%)
1	0,0	0	0	0	0,00	0	0	0,00
2	0,6	10	4	14	0,40	8	8	4,00
3	1,0	15	7	22	0,70	14	22	4,67
4	1,6	15	5	20	0,50	10	32	3,33
5	2,0	17	7	24	0,70	14	40	4,12
6	2,6	30	10	40	1,00	20	60	3,33
7	3,0	30	11	41	1,10	22	88	3,67
8	3,6	20	11	31	1,10	22	110	5,50
9	4,0	30	20	50	2,00	40	150	6,67
10	4,6	35	6	41	0,60	12	162	1,71
11	5,0	40	10	50	1,00	20	182	2,50
12	5,6	35	7	42	0,70	14	196	2,00
13	6,0	30	14	64	1,40	28	224	2,80
14	6,6	50	10	60	1,00	20	244	2,00
15	7,0	70	5	75	0,50	10	254	0,71
16	7,6	55	7	62	0,70	14	268	1,27
17	8,0	45	9	54	0,90	18	286	2,00
18	8,6	90	15	105	1,50	30	316	1,67
19	9,0	100	10	110	1,00	20	336	1,00
20	9,6	95	10	105	1,00	20	356	1,05
21	10,0	120	12	132	1,20	24	380	1,00
JUMLAH HAMBATAN LEKAT (JHL)							3726	
							177,429	

Gambar 4 Data Sondir S-1
Sumber: Data hasil sondir

No.	Kedalaman	Hambatan konis	Hambatan Pelekat	Jumlah Hambatan	Unit Hambatan Pelekat	Nilai fs Tiap 20 cm	Total Hambatan Pelekat	Hambatan Rasio
	qc	f	qc+f	fs	HP x 20/10	Tf	Fr=fs/qc	
	(m)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm)	(kg/cm)	(%)	
1	0,0	0	0	0	0,00	0	0	0,00
2	0,6	15	2	17	0,20	4	4	1,33
3	1,0	10	5	15	0,50	10	14	5,00
4	1,6	12	6	18	0,60	12	26	5,00
5	2,0	15	9	24	0,90	18	44	6,00
6	2,6	20	6	26	0,60	12	56	3,00
7	3,0	30	5	35	0,50	10	66	1,67
8	3,6	20	6	26	0,60	12	78	3,00
9	4,0	30	8	38	0,80	16	94	2,67
10	4,6	30	10	40	1,00	20	114	3,33
11	5,0	45	10	55	1,00	20	134	2,22
12	5,6	55	7	62	0,70	14	148	1,27
13	6,0	45	9	54	0,90	18	166	2,00
14	6,6	35	8	43	0,80	16	182	2,29
15	7,0	25	6	31	0,60	12	194	2,40
16	7,6	45	9	54	0,90	18	212	2,00
17	8,0	40	10	50	1,00	20	232	2,50
18	8,6	75	11	86	1,10	22	254	1,47
19	9,0	80	12	92	1,20	24	278	1,50
20	9,6	95	11	106	1,10	22	300	1,16
21	10,0	110	12	122	1,20	24	324	1,09
Jumlah Hambatan Lekat (JHL)								2920
								139,048

Gambar 5 Data Hasil Sondir S-2

Sumber: Data hasil sondir

Tabel 1 Data Teknis di Lapangan

Uraian	Rumus	Titik Sondir S-1	Titik Sondir S-2
Diameter tiang (D)	-	0,5 m	0,5 m
Keliling bore pile (As)	$\pi \times D$	1,57 m	1,57 m
Luas bore pile (Ap)	$\frac{1}{4} \times \pi \times D^2$	19,625 m ²	19,625 m ²
Kedalaman bore pile	-	10 m	10 m

Sumber : Hasil perhitungan

Menghitung daya dukung ultimate 1 titik pondasi bore pile dengan metode Aoki dain De Alencar

$$Q_{ult} = (q_b \times A_{Ip})$$

$$Q_{ult} = (30,714 \times 1962,5)$$

$$= 60276,79 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 60,277 \text{ ton}$$

Tabel 2 Hasil perhitungan factor keamanan pondasi bore pile data sondir S-1 metode Aoki dan De Alencar

Pembebanan Gaya Vertical Program SAP 2000	Kapasitas Daya Dukung Pondasi Bore Pile Dari Data Hasil Sondir S-1
24,543 ton	$Q_{ult} = 60,277 \text{ ton}$
Faktor Keamanan / FK = $60,277/24,543 = 2,456$	
Jadi, Faktor keamanan adalah sebesar $2,456 > 2$ (Aman)	

Sumber : Hasil perhitungan

Menghitung daya dukung ultimate 1 titik pondasi bore pile dengan metode Meyerhoff

$$Q_{ult} = (q_c \times A_{Ip}) + (JHL \times K_{11})$$

$$= (120 \times 1962,5) + (177,429 \times 157)$$

$$= 235500 + 27856,286$$

$$= 263356,286 \text{ kg/cm}^2 = 263,356 \text{ ton}$$

Tabel 3 Hasil perhitungan factor keamanan pondasi bore pile data sondir S-1 metode Meyerhoff

Pembebanan Gaya Vertical Program SAP 2000	Kapasitas Daya Dukung Pondasi Bore Pile Dari Data Hasil Sondir S-1
24,543 ton	Qult = 263,356 ton
Faktor Keamanan / FK = $263,356/24,543 = 10,732$	
Jadi, Faktor keamanan adalah sebesar $10,732 > 2$ (Aman)	

Sumber : Hasil perhitungan

Menghitung daya dukung ultimate 1 titik pondasi *bore pile* dengan metode Aoki dan De Alencar

$$\begin{aligned} \text{Qult} &= (q_b \times A_{Ip}) \\ \text{Qult} &= (29,286 \times 1962,5) \\ &= 57473,21 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 57,473 \text{ ton} \end{aligned}$$

Tabel 4 Hasil perhitungan factor keamanan pondasi bore pile data sondir S-1 metode Aoki dan De Alencar

Pembebanan Gaya Vertical Program SAP 2000	Kapasitas Daya Dukung Pondasi Bore Pile Dari Data Hasil Sondir S-2
24,543 ton	Qult = 57,473 ton
Faktor Keamanan / FK = $57,473/24,543 = 2,342$	
Jadi, Faktor keamanan adalah sebesar $2,342 > 2$ (Aman)	

Sumber : Hasil perhitungan

Menghitung daya dukung ultimate 1 titik pondasi *bore pile* dengan metode Meyerhoff

$$\begin{aligned} \text{Qult} &= (q_c \cdot A_{Ip}) + (JHL \cdot K_{11}) \\ &= (110 \times 1962,5) + (139,048 \times 157) \\ &= 215875 + 21830,476 \\ &= 237705,476 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 237,705 \text{ ton} \end{aligned}$$

Tabel 5 Hasil perhitungan factor keamanan pondasi bore pile data sondir S-1 metode Meyerhoff

Pembebanan Gaya Vertical Program SAP 2000	Kapasitas Daya Dukung Pondasi Bore Pile Dari Data Hasil Sondir S-2
24,543 ton	Qult = 237,705 ton
Faktor Keamanan / FK = $237,705/24,543 = 9,686$	
Jadi, Faktor keamanan adalah sebesar $9,686 > 2$ (Aman)	

Sumber : Hasil perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan beberapa metode dan titik sondir pada pembangunan *reservoir* kapasitas 1000m^3 maka dapat direkap pada tabel 6 sebagai berikut:**Tabel 6 hasil rekapitulasi beberapa metode dari titik sondir**

No	Keterangan	Metode Aoki dan De Alencar (Qult) (Ton)	Metode Mayerhoff (Qult) (Ton)
1	Data Sondir S-1	60,277	263,356
2	Data Sondir S-2	57,473	237,705

Sumber : Hasil perhitungan

Analisis pembebanan pada satu titik pondasi *bore pile* pembangunan *reservoir* kapasitas 1000m³ adalah sebesar 24,543 ton, dain perbandingan nilai faktor keamanan (FK) pada pondasi *bore pile* dengan berbagai metode sebagai berikut :

Tabel 10 Rekapitulasi Faktor keamanan pada pondasi bore pile

No	Metode	Faktor Keamanan >2	Keterangan
1	Metode Aoki dan De Alencar		
	a. Sondi S-1	2,456	Aman
	b. Sondir S-2	2,342	Aman
2	Metode Mayerhoff		
	a. Sondi S-1	10,732	Aman
	b. Sondir S-2	9,686	Aman

Sumber : Hasil perhitungan

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pembebanan pada pembangunan *reservoir* kapasitas 1000 m³ dengan tinggi air 4 meter menggunakan program SAP 2000 V19 diperoleh nilai gaya vertikal maksimum untuk satu titik pondasi *bore pile* sebesar 24,543 ton. Sedangkan hasil perhitungan kapasitas daya dukung ultimate satu titik pondasi *bore pile* berdasarkan hasil data sondir S-1 dengan metode *Aoki dan De Alencar* sebesar 60,277 ton, sedangkan dengan metode *Mayerhoff* sebesar 263,356 ton, untuk hasil data sondir S-2 dengan metode *Aoki dan De Alencar* sebesar 57,473 ton, sedangkan dengan metode *Mayerhoff* sebesar 237,705 ton. Untuk perbandingan faktor keamanan (FK) pada satu titik pondasi *bore pile* berdasarkan hasil data sondir S-1 dengan metode *Aoki dan De Alencar* sebesar 2,456 ton, sedangkan dengan metode *Mayerhoff* sebesar 10,732 ton, untuk hasil data sondir S-2 dengan metode *Aoki dan De Alencar* sebesar 2,342 ton, sedangkan dengan metode *Mayerhoff* sebesar 9,686 ton. Dari perbandingan faktor keamanan dari dua titik dan dua metode diperoleh bahwa pondasi *bore pile* dengan data sondir S-1 dan data sondir S-2 bagus dari segi faktor keamanan.

Referensi

- [1] J. E. Bowles, *Analisa dan Desain Pondasi, Edisi keempat Jilid 1*. Jakarta: Erlangga, 1991.
- [2] U. Jusi, «Analisa Kuat Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data Pengujian Lapangan (Cone Dan N-Standard Penetration Test)», *SIKLUS J. Tek. Sipil*, libk. 1, zenb. 2, or. 50–82, 2015.
- [3] R. Abdul, «Analisis Daya Dukung Pondasi Bore Pile Menggunakan Data Sondir dan SPT pada Proyek Pembangunan Reservoir Sungai Loban», Universitas Islam Kalimantan MAB, 2021.
- [4] K. Terzaghi eta R. B. Peck, «Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa Jilid 1», 1987.
- [5] S. Sosrodarsono, K. Nakazawa, eta Taulu, *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. KOTA MEDAN: Perpustakaan Universitas Medan Area, 1980.

- [6] P. Pratama, B. Pasaribu, eta R. H. T. Simbolon, «Perhitungan Daya Dukung Rencana Pondasi Bore Pile Pada Perencanaan Pembangunan Kantor Balai/Pos Pelayanan Penegakan Hukum Di Jl Sisingamangaraja Medan Berdasarkan Sondir, Spt Dan Boring», *J. Tek. Sipil*, libk. 1, zenb. 1, or. 21–27, 2022.
- [7] T. F. Sugesti, «Perbandingan daya dukung pondasi minipile dan sumuran menggunakan metode meyerhof, LCPC, dan AOKI dan De Alencer», 2017.
- [8] I Wayan Jawat, Putu Panji Tresna Gita, eta I Made Satria Dharmayoga, «KAJIAN METODA PELAKSANAAN PEKERJAAN PONDASI BORED PILE PADA TAHAP PERENCANAAN PELAKSANAAN», *Padur. J. Tek. Sipil Univ. Warmadewa*, libk. 9, zenb. 2, or. 126–142, urr. 2020, doi: 10.22225/pd.9.2.1830.126-142.
- [9] A. Jali eta P. H. Wibowo, «Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil Analisis Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Bored Pile Pada Proyek Pembangunan Apartemen Monde City», libk. 20, zenb. 1, 2023, [Sarean]. Available at: <http://ejournal2.pnp.ac.id/index.php/jirs/TerakreditasiSINTAPeringkat5>
- [10] Puski, «MODUL SAP2000 v11», 2000.
- [11] F. Oemar *et al.*, «Analisa daya dukung pondasi tiang bore pile pada pembangunan proyek fly over martadinata kota tangerang», libk. 20, zenb. 1, or. 121–133.