

ANALISIS PERHITUNGAN DAYA DUKUNG DAN PERBANDINGAN BIAYA PONDASI *BORED PILE*, TIANG PANCANG DAN *MINI PILE*

Hadianti Muhdinar Pasaribu¹, Syiril Erwin², Pagit Juni Sartika³, Sri Wulandari Simanullang⁴, Emilia Kadreni⁵

^{1,2,4}Program Studi Manajemen Rekayasa Konstruksi Gedung, Politeknik Negeri Medan

Email: hadiantipasaribu@polmed.ac.id

³Program Studi Teknik Perencanaan Jalan dan Jembatan, Politeknik Negeri Medan

⁵Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara

Abstrak. Pada dasarnya seluruh konstruksi yang dirancang bertumpu pada tanah dan harus didukung oleh suatu pondasi. Dalam merencanakan jenis pondasi untuk semua bangunan harus memperhatikan aspek-aspek, mulai dari daya dukung tanah dan juga kondisi lapangan yang berpengaruh terhadap metode pelaksanaan. Selain harus mampu menahan beban struktur dan pondasi yang digunakan juga harus memenuhi syarat ekonomis. Untuk itu dilakukan analisis guna memilih jenis pondasi yang tepat dan ekonomis. Pada penelitian ini penulis membandingkan pondasi *bored pile*, tiang pancang, dan *mini pile*. Menghitung daya dukung pondasi dengan data sondir dan biaya langsung pekerjaan dari ketiga jenis pondasi. Metode yang digunakan adalah Meyerhoff dan Aoki De Alencar. Hasil perhitungan daya dukung ijin (Qijin) tiang tunggal pondasi *bored pile* dengan metode Meyerhoff sebesar 70,918 ton dan Aoki De Alencar sebesar 89,684 ton. Pondasi tiang pancang dengan metode Meyerhoff sebesar 70,918 ton dan Aoki De Alencar sebesar 179,368 ton. Sedangkan untuk daya dukung ijin tiang pondasi *mini pile* dengan metode Meyerhoff sebesar 70,233 ton dan Aoki De Alencar sebesar 127,048 ton. Perhitungan biaya pondasi *bored pile* memiliki total biaya pelaksanaan sebesar Rp 395.400.000, lebih besar dibandingkan dengan pondasi tiang pancang sebesar Rp 314.200.00, dan *mini pile* sebesar Rp 267.300.000.

Kata kunci: Pondasi, Daya Dukung, Biaya.

Diterima Redaksi: 24-09-2025 | Selesai Revisi: 04-09-2026 | Diterbitkan Online: 31-05-2026

1. PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur di Indonesia terus berkembang dengan cepat seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan fasilitas publik, termasuk dalam sektor pendidikan. Pada suatu pembangunan konstruksi, keamanan bangunan bergantung pada kekuatan struktur, baik struktur atas maupun struktur bawah. Struktur yang terletak dibagian bawah disebut pondasi, yang merupakan tahap awal yang dilakukan di lokasi saat mendirikan suatu konstruksi dan akan diikuti dengan pelaksanaan struktur atas. Pondasi memiliki fungsi utama untuk meneruskan beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*) maupun beban gempa pada bangunan, lalu disalurkan dari struktur atas ke tanah dasar melalui pondasi yang cukup kuat menahannya tanpa terjadi *differential settlement* pada sistem strukturnya.

Pemilihan jenis pondasi pada sebuah proyek konstruksi dapat dipengaruhi oleh biaya pelaksanaan pondasi itu sendiri (Suyono, 1994). Proyek Pembangunan Kampus II IAKN Tarutung direncanakan memiliki tiga lantai. Agar konstruksi ini kuat, maka dibutuhkan perencanaan pondasi dengan mempertimbangkan beban yang dipikul,

anggaran biaya yang lebih ekonomis. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan pondasi dalam yaitu, pondasi *bored pile*, tiang pancang, dan *mini pile*. Dari penjelasan diatas, penelitian ini difokuskan pada analisis biaya dengan daya dukung yang memenuhi pada pondasi . Ketiga jenis pondasi ini menjadi alternatif dikarenakan memiliki kriteria yang berbeda-beda, sehingga ada kelebihan dan kekurangan dari setiap jenis pondasi, terutama dengan mempertimbangkan fungsi bangunannya. Dengan demikian, hasil dari analisis dapat dipertanggungjawabkan dan dapat digunakan sebagai referensi untuk pemilihan pondasi yang tepat untuk proyek Pembangunan Kampus II IAKN Tarutung maupun proyek lainnya.

Tujuan Penelitian ini adalah:

1. Mengetahui hasil dari perhitungan kapasitas daya dukung dari pondasi *bored pile*, tiang pancang dan *mini pile* pada proyek pembangunan Kampus II IAKN Tarutung;
2. Mengetahui perbandingan anggaran biaya pondasi pondasi *bored pile*, tiang pancang dan *mini pile* pada proyek pembangunan Kampus II IAKN Tarutung;
3. Mengetahui jenis pondasi yang memiliki biaya pelaksanaan lebih rendah tetapi tetap memenuhi nilai daya dukung yang dibutuhkan.

2. METODE PENELITIAN

Metode Penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kualitatif karena diperlukan analisis alternatif beberapa jenis pondasi dengan memperhitungkan beban yang dipikul dan anggaran biaya pekerjaan pondasi. Beban 68,81ton dari struktur atas menjadi dasar utama (variable kontrol) dalam mendesain dan menghitung daya dukung tiap jenis pondasi. Variabel ini dikunci agar perbandingan biaya antar jenis pondasi lebih objektif. Hasil akhirnya akan membantu menentukan alternatif pondasi paling efisien secara teknis dan ekonomis untuk proyek.

Metode Analisis

2.1 Kapasitas Daya Dukung Pondasi

Dalam penelitian ini parameter yang akan dianalisa yaitu pondasi *bored pile* dan tiang pancang dengan diameter 40 cm serta *mini pile* ukuran 25 cm x 25 cm dengan kedalaman 13 m. Untuk menghitung daya dukung menggunakan metode Meyerhoff dan Aoki De Alencar dari hasil sondir. Adapun rumus yang dipakai dalam analisa daya dukung adalah:

a. Metode Mayerhoff

Metode ini dikemukakan oleh beberapa ahli diantaranya: Meyerhoff, Tomlinson, dan Begemann.

Daya dukung pondasi tiang dinyatakan dengan rumusan berikut: (Hardiyatmo, 2014)

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad (1)$$

$$Q_p = q_c \cdot A_p \quad (2)$$

$$Q_s = JHL \cdot K \quad (3)$$

Dimana:

$$Q_u = \text{Kapasitas daya dukung tiang (kg atau ton)}$$

Q_p = Kapasitas daya dukung ujung (kg atau ton)

Q_s = Kapasitas daya dukung kulit (kg atau ton)

q_c = Perlawanan ujung sondir (kg/cm^2) rata-rata 10D keatas 4D ke bawah (D = Diameter)

A_p = Luas penampang tiang (cm^2)

JHL = Jumlah hambatan lekat (kg/cm^2)

K = Keliling tiang (cm)

Daya dukung ijin pondasi tiang dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$Q_{ijin} = \frac{Q_p + Q_s}{SF} = \frac{Q_p + Q_s}{3} \quad (4)$$

Dimana:

SF = Faktor keamanan untuk daya dukung

Catatan: Untuk tiang bor, Meyerhoff menyarankan menggunakan faktor reduksi 70% dan 50% dalam menghitung tahapan gesek tiang.

b. Metode Aoki De Alencar

Menurut Aoki De Alencar, Kapasitas daya dukung ultimit dari data sondir mempunyai persamaan solusi. Daya dukung ujung persatuan luas (q_p) diperoleh dengan persamaan sebagai berikut:

Daya Dukung Ultimate (Q_{ult}) dinyatakan dengan rumus:

$$Q_u = Q_p \cdot Q_s \quad (5)$$

Dimana :

Q_u = Kapasitas daya dukung tiang (kg atau ton)

Q_p = Kapasitas daya dukung ujung (kg atau ton)

Q_s = Kapasitas daya dukung kulit (kg atau ton)

Kapasitas daya dukung ujung persatuan luas (Q_t) diperoleh sebagai berikut:

$$Q_t = q_b \cdot A_p \quad (6)$$

$$q_b = \frac{q_{ca}(\text{base})}{F_b} \quad (7)$$

Dimana :

A_p = Luas penampang tiang (cm^2)

$q_{ca}(\text{base})$ = Perlawanan konus rata-rata 1,5D diatas ujung tiang dan 1,5D dibawah ujung tiang

F_b = Faktor empirik tergantung tipe tanah (Tabel 1)

Kapasitas daya dukung selimut (Q_s) diperoleh sebagai berikut:

$$f = q_c(\text{side}) \frac{\sigma_s}{F_s} \quad (8)$$

$$Q_s = f \cdot A_s \quad (9)$$

Dimana :

Q_s = Kapasitas daya dukung selimut

f = Tahanan kulit persatuan luas

A_s = Luas selimut tiang (cm^2)

$q_c(\text{side})$ = Perlawanan konus

Tabel 1. Faktor Empirik Fb dan Fs

Tipe Tiang Pncang	Fb	Fs
<i>Bored Pile</i>	3,5	7,0
Baja	1,75	3,5
Beton Pratekan	1,75	3,5

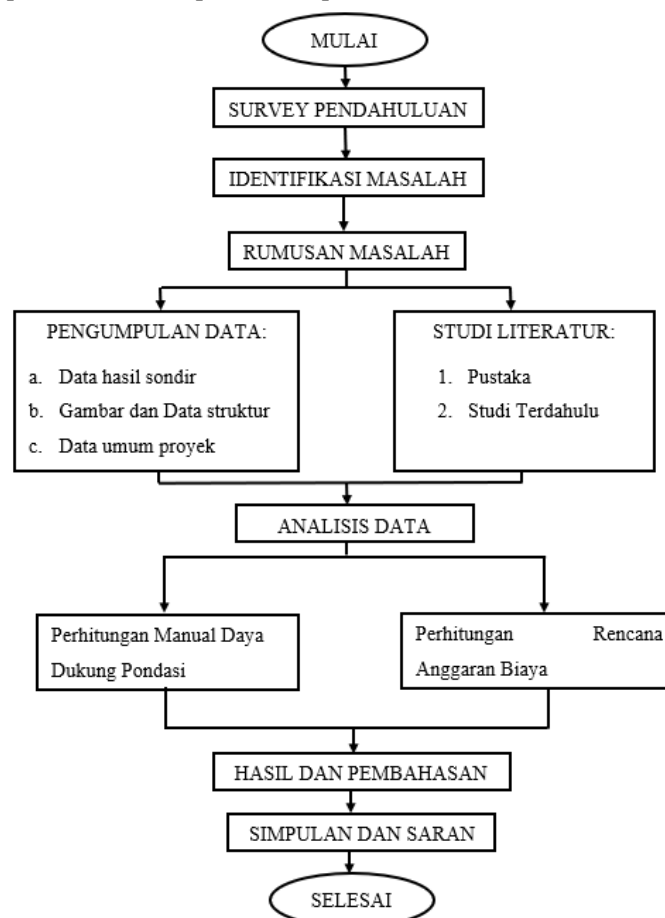
(Titi dan Farshakh, 1999)

2.2 Analisa Biaya Pekerjaan Pondasi

Analisa biaya dilakukan dengan mengalikan volume pekerjaan dengan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) untuk mendapatkan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada pondasi. RAB adalah perhitungan biaya untuk bahan, upah, dan biaya lain dalam proyek konstruksi. Untuk menyusun anggaran biaya, langkah-langkahnya mencakup pengumpulan data tentang bahan dan harga, upah pekerja, analisis bahan dan upah, perhitungan harga satuan pekerjaan, dan pembuatan rekapitulasi.

Rancangan Penelitian

Adapun diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Kapasitas Daya Dukung

Hasil pekerjaan sondir yang telah dilakukan disajikan dalam Tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Rekapitulasi Data Sondir

Depth (m)	CR (kg/cm ²)	TR (kg/cm ²)	Skin Friction (kg/cm ²)	JHL (kg/cm)
1.00	8.00	10	2	20.00
2.00	18.00	21	3	44.00
3.00	11.00	13	2	64.00
4.00	16.00	20	4	100.00
5.00	18.00	21	3	138.00
6.00	16.00	19	3	168.00
7.00	28.00	32	4	202.00
8.00	26.00	29	3	238.00
9.00	22.00	25	3	274.00
10.00	56.00	61	5	316.00
11.00	105.00	111	6	368.00
12.00	152.00	158	6	422.00
13.00	260.00	266	6	482.00

(Sumber : Data Olahan, 2025)

Perhitungan daya dukung untuk data sondir akan di rekapitulasi pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. Rekapitulasi Daya Dukung Pondasi Dengan Metode Meyerhoff dan Aoki De Alencar

Jenis Pondasi	Metode	Jumlah Tiang	L (m)	Qp Ton	Qs Ton	Qu Ton	Qijin Ton
Bored Pile	Meyerhoff	1	13	152,215	60,539	212,754	70,918
	Aoki			87,112	181,940	269,053	89,684
Tiang Pancang	Meyerhoff	1	13	152,215	60,539	212,754	70,918
	Aoki			174,225	363,881	538,106	179,368
Mini Ple	Meyerhoff	1	13	162,500	42,200	210,700	70,233
	Aoki			91,429	289,714	381,143	127,048

3.2 Analisis Biaya

Langkah selanjutnya adalah menghitung anggaran biaya pondasi *bored pile*, tiang pancang dan *mini pile* dengan menggunakan AHSP 2024 yang dapat dilihat pada Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 4. Rekapitulasi Biaya Pelaksanaan Pondasi *Bored Pile*

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
1	Mobilisasi peralatan pondasi bored pile	1	Rp 17,294,500.00	Rp 17,294,500.00

2	Pengeboran tanah diameter 40 cm	312	Rp	426,946.02	Rp	133,207,156.84
3	Buang lumpur bekas galian	367.69	Rp	25,637.19	Rp	9,426,539.97
4	Pembesian dengan besi polos	6,179.92	Rp	19,859.28	Rp	122,728,742.15
5	Beton Ready Mixed Fc 30 Mpa	38.395	Rp	1,915,194.00	Rp	73,534,256.67
JUMLAH HARGA					Rp	356,191,195.63
PPN 11%					Rp	39,181,031.52
TOTAL HARGA					Rp	395,372,227.14
PEMBULATAN					Rp	395,400,000.00

Tabel 5. Rekapitulasi Biaya Pelaksanaan Pondasi Tiang Pancang

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
1	Mobilisasi peralatan tiang pancang	1 ls	Rp 27,112,400.00	Rp 27,112,400.00
2	Pengadaan Material Pancang	312 m'	Rp 630,480.00	Rp 196,709,760.00
3	Pemancangan Tiang Pancang	312 m'	Rp 189,983.92	Rp 49,247,982.16
JUMLAH HARGA				Rp 283,097,142.16
PPN 11%				Rp 31,140,685.64
TOTAL HARGA				Rp 314,237,827.80
PEMBULATAN				Rp 314,200,000.00

Tabel 6. Rekapitulasi Biaya Pelaksanaan Pondasi *Mini Pile*

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
1	Mobilisasi peralatan pancang	1 ls	Rp 22,865,200.00	Rp 22,253,200.00
2	Pengadaan Material Pancang	312 m1	Rp 551,194.48	Rp 171,972,676.51
3	Pemancangan mini pile	312 m1	Rp 149,279.48	Rp 46,575,196.47
JUMLAH HARGA				Rp 240,801,072.98
PPN 11%				Rp 26,488,118.03
TOTAL HARGA				Rp 267,289,191.01
PEMBULATAN				Rp 267,300,000.00

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data perhitungan daya dukung dan perhitungan biaya pada proyek Pembangunan Kampus II IAKN Tarutung, maka dapat kesimpulan sebagai berikut:

- Hasil perhitungan daya dukung ijin tiang tunggal pondasi *bored pile* dengan metode Meyerhoff sebesar 70,918 ton dan Aoki De Alencar sebesar 89,684 ton. Pondasi tiang pancang dengan metode Meyerhoff sebesar 70,918 ton dan Aoki De Alencar sebesar 179,368 ton. Sedangkan

untuk daya dukung ijin tiang pondasi *mini pile* dengan metode Meyerhoff sebesar 70,233 ton dan Aoki De Alencar sebesar 127,048 ton. Pondasi *bored pile*, tiang pancang dan *mini pile* sama-sama mampu menahan beban struktur sebesar 68,81 ton pada titik Grid 3-C, sehingga ketiganya layak secara teknis.

- b. Hasil analisis biaya menunjukkan bahwa pondasi pondasi *bored pile* memiliki total biaya pelaksanaan sebesar Rp 395.400.000, lebih besar dibandingkan dengan pondasi tiang pancang sebesar Rp 314.200.00, dan *mini pile* sebesar Rp 267.300.000. Dengan demikian, pondasi *mini pile* merupakan pilihan paling ekonomis dari segi anggaran dibandingkan dengan dua jenis pondasi lainnya yang ditinjau dalam penelitian ini.
- c. Dengan memperhatikan daya dukung teknis dan efisiensi biaya, pondasi tiang pancang dapat menjadi alternatif terbaik karena memiliki daya dukung ijin yang lebih besar dan biaya per ton daya dukung yang lebih efisien. Sementara itu pondasi *mini pile* lebih ekonomis dari *bored pile*, sehingga tidak direkomendasikan karena biaya yang jauh lebih mahal dengan daya dukung yang lebih kecil, sehingga kurang ekonomis dibanding alternatif lainnya, kecuali jika kondisi tanah atau lingkungan tidak memungkinkan untuk pemancangan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseps E. (1998). *Analisis dan Desain Fondasi (edisi keempat jilid 2)*. Jakarta: Erlangga.
- Pamungkas A, Harianti A. (2010). *Desain Fondasi Tahan Gempa*. Jakarta
- Braja M. Das, Noor Endah. *Mekanika Tanah Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Ir. Sardjono HS. (1988). *Pondasi Tiang Pancang Jilid II*. Surabaya: Sinar Wijaya.
- Hardiyatmo, H. C. (1996). *Teknik Pondasi 1*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, H. C. (2008). *Teknik Pondasi 2 Edisi ke-4*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Hardiyatmo, H. C. (2012). *Mekanika Tanah 1 Edisi ke-7*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama
- SNI 8460:1017 Persyaratan Perancangan Geoteknik
- Dinne. A Rizky. (2018). *Manajemen Pemilihan Jenis Pondasi Pada Proyek Pembangunan Green Ache Hospital*. Medan: Politeknik Negeri Medan.
- Aldi. F Manurung. (2022). *Pemilihan Jenis Fondasi Proyek Pembangunan Gedung Perpustakaan Daerah Kabupaten Deli Serdang*. Medan: Politeknik Negeri Medan.
- Sri. A Lumbangaol, (2024). *Analisis Perhitungan Daya Sukung Aksial Dan Biaya Pelaksanaan Pondasi Spun Pile Pada Proyek Pembangunan Apartemen Di Di Kota Medan*. Medan: Politeknik Negeri Medan.
- Icha. Y, Nuklirullah, Dila. O. (2022). Analisis Daya Dukung Pondasi Tinag Pancang Berdasarkan Data Sondir (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Rumah Sakit Pendidikan Universitas Jambi. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, Vol 17 No 2 (2022).
- Utami. A, Eka. D. (2023). *Manajemen Proyek Pembangunan Entrance Gate Menggunakan Pondasi Jenis Strauss Pile*. Vastuwidya Vol. 6, No. 1. Bali.

- Waruwu, J. K. (2021). *Analisis Daya Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data Sondir Pada Proyek Pembangunan Pasar Baru Panyabungan Kabupaten Madina.*
- Abdul Rahman. (2021). *Analisis Daya Dukung Pondasi Bored Pile Menggunakan Data Sondir dan SPT Pada Proyek Pembangunan Reservoir Sungai Loban.*
- Bella Via. A., & Ali. M. (2024). *Perbandingan Metode Pekerjaan Tiang Bor Dengan Tiang Pancang Terhadap RAB dan Pengaruh Lingkungan Sekitar Pada Proyek Pembangunan Gedung Baru RS. Hermina Pandanaran Semarang.* Semarang: Universitas Semarang.
- Firmansyah. (2011). *Rancang Bangun Aplikasi Rencana Anggaran Biaya Dalam Pembangunan Rumah.* Surabaya: STIKOM.
- Yunita, M. 2014. *Produktifitas Pekerjaan Pondasi Bored Pile Pada Jalan Akses Cilincing-Jampea Tanjung Priok Jakarta Utara.* Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan). Univeristad Syiah Kuala. Aceh.
- AHSP Bidang Cipta Karya dan Perumahan Tahun 2024.
- AHSP Bidang Bina Marga Tahun 2024.