



Validasi Eksperimental dan Teoritis Daya Dukung Tiang PVC dengan Metode Mazurkiewicz dan Mayerhof

Susy Srihandayani^{1*} Azwan Aziz², Wan Ramli³

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Dumai, Riau

³ Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Mitra Gama Duri, Riau

*Email: doctorsoil79@gmail.com

Abstract: Development in areas with soft soil conditions, such as Dumai, faces technical challenges related to low carrying capacity and high land subsidence. Lightweight and economical foundation solutions are an urgent need, especially for small and medium-scale structures. This study aims to validate the axial bearing capacity of PVC poles in soft clay soils using two approaches: the experimental interpretation of the Mazurkiewicz method and the theoretical approach of the Meyerhof method. Laboratory tests were performed on four variations of PVC pipe diameters (2", 2.5", 3", and 4") planted vertically in saturated soft soil. The load-drop data were analysed using the Mazurkiewicz method, while the theoretical calculation of the bearing capacity was based on the soil parameters of the direct shear test and the Atterberg limit. The results showed that the ultimate capacity value of the Mazurkiewicz method was slightly higher than that of the Meyerhof method, with a difference of 0.11% to 3.53%. This difference is due to the contribution of buoyancy forces from the trapped air in the closed pipe and the increased lateral friction due to the flexibility of the PVC material. This study confirms the potential of PVC poles as a lightweight and economical foundation solution in soft soils, as well as the relevance of the Mazurkiewicz method as a complement to the classical method.

Keywords: PVC Pile; Soft Soil; Axial Capacity; Mazurkiewicz Method; Meyerhof Method.

1. PENDAHULUAN

Tanah lunak merupakan salah satu jenis tanah yang memiliki tantangan besar dalam dunia konstruksi, terutama karena sifat mekaniknya yang buruk seperti kohesi rendah, daya dukung rendah, dan tingkat kompresibilitas yang tinggi (Qiao dkk., 2020; Zhafirah, 2020). Jenis tanah ini banyak dijumpai di wilayah pesisir, rawa, dan dataran rendah yang tergenang, termasuk di Kota Dumai, Provinsi Riau. Di kota ini, pertumbuhan infrastruktur seringkali terkendala oleh kondisi tanah yang tidak stabil, menyebabkan penurunan permukaan, keretakan struktur, dan bahkan kegagalan pondasi pada tahap awal operasional bangunan (Srihandayani, 2017).

Menurut (Masganti dkk., 2017), Indonesia memiliki lebih dari 14 juta hektar lahan yang diklasifikasikan sebagai tanah lunak atau gambut, tersebar luas di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua. Di Provinsi Riau, laporan Dinas PUPR menyebutkan bahwa dalam kurun waktu lima tahun terakhir, telah terjadi lebih dari 120 kasus kegagalan struktur ringan dan jalan lingkungan akibat penurunan tanah (BNPB Prov. Riau, 2021). Fakta ini menuntut adanya inovasi teknologi pondasi yang tidak hanya kuat, tetapi juga ringan dan ekonomis (Srihandayani, 2020).

Pondasi konvensional seperti tiang beton pracetak dan tiang baja memang lazim digunakan (Sari dkk., 2025), namun memiliki keterbatasan pada akses alat berat, biaya tinggi, dan waktu pengerjaan yang panjang (Birid, 2017). Dalam kondisi seperti ini, muncul kebutuhan untuk mencari alternatif pondasi ringan yang dapat dipasang tanpa alat berat, memiliki daya dukung yang memadai, serta cocok untuk bangunan sederhana atau semi permanen. Salah satu alternatif yang mulai diteliti adalah tiang berbahan PVC (*Polyvinyl Chloride*) (Naibaho dkk., 2021; Srihandayani dkk., 2018).

Beberapa studi eksperimen global telah mengeksplorasi penggunaan PVC pipe piles sebagai pondasi ringan di tanah lunak (Srihandayani, 2020; Srihandayani dkk., 2023) meneliti efek diameter pada daya dukung tiang pipa mengambang yang ujungnya ditutup (*floating pipe pile*), dan pengujian sebelumnya di Dumai mendokumentasikan pengujian model berskala lapangan tiang PVC tertutup ujungnya (Srihandayani dkk., 2018). Sedangkan dalam konteks drainase vertikal (PVD), tinjauan mendalam (Sakleshpur dkk., 2018) menyimpulkan bahwa PVD—umumnya terbuat dari plastik seperti PVC—secara signifikan mempercepat konsolidasi tanah lunak dan studi lokal (Liliwanti dkk., 2023) menegaskan efektivitas pola pemasangan PVD di wilayah tropis Padang. Selain itu, eksperimen terkontrol menggunakan PVC sebagai model pipa menunjukkan karakteristik gaya apung dan stabilitas sistem tiang–tanah. Namun, pemanfaatan PVC sebagai tiang pancang vertikal untuk menahan beban aksial masih sangat jarang, terutama dalam skala penelitian eksperimental yang divalidasi dengan teori klasik.

Dalam praktik rekayasa geoteknik, kapasitas dukung tiang biasanya ditentukan menggunakan metode klasik seperti *Meyerhoff* (1951) (Hemeda dkk., 2020), yang didasarkan pada parameter tanah (kohesi, berat isi, dan sudut geser dalam). Di sisilain, interpretasi hasil uji beban aksial tiang skala laboratorium dapat dilakukan dengan metode empiris seperti *Mazurkiewicz* (1953) (Mugiono dkk., 2020), yang memanfaatkan bentuk kurva beban-penurunan (*load-settlement curve*) untuk menentukan kapasitas batas tiang.

Selain kedua metode tersebut, ada pula pendekatan lain seperti Chin (1970) yang menggunakan pendekatan matematis eksponensial, *De Beer* (1963) yang mengamati perubahan bentuk kurva, dan *Davisson* (1972) yang mengandalkan offset elastisitas tiang (Mugiono dkk., 2020). Namun, metode *Mazurkiewicz* menawarkan pendekatan sederhana dan intuitif yang cocok diterapkan pada hasil uji skala laboratorium dengan material ringan seperti PVC.

Kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini terletak pada dua aspek utama:

1. Penggunaan PVC sebagai elemen tiang pancang vertikal yang diuji secara eksperimental untuk mengetahui kemampuan daya dukung aksialnya di tanah lunak.
2. Pemanfaatan metode *Mazurkiewicz* dalam menginterpretasi hasil uji tersebut, yang hingga kini masih sangat jarang diaplikasikan pada bahan non-konvensional dalam publikasi teknik sipil di Indonesia.

Dengan membandingkan hasil uji laboratorium menggunakan metode *Mazurkiewicz* dan pendekatan teoritis *Meyerhoff*, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan desain pondasi ringan, ekonomis, dan aplikatif untuk daerah dengan kondisi tanah lunak seperti Dumai.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Andalas Padang, selama kurun waktu tahun 2020 hingga 2023, dengan proses validasi dan analisis data lanjutan dilakukan pada awal tahun 2025. Sampel tanah yang digunakan diperoleh secara acak dari area sekitar laboratorium, kemudian diolah menjadi tanah lunak jenuh air dan ditempatkan dalam boks uji berukuran 20 cm x 60cm x 120 cm untuk keperluan pengujian eksperimental.



Gambar 1. Tanah Lempung Lunak Jenuh Air di Dalam Boks Kaca

2.2. Jenis dan Bahan Penelitian

Bahan utama penelitian adalah:

- a. Tiang PVC dengan empat variasi diameter: 2 inch, 2.5 inch, 3 inch, dan 4 inch, panjang 30 cm, tinggi seragam.



Gambar 2. Variasi Diameter Pipa PVC 2inch, 2.5inch, 3inch, dan 4inch Panjang 30 cm

- b. Tanah lempung lunak jenuh air
- c. Peralatan uji beban aksial skala laboratorium, yang terdiri dari rangka beban, pelat beban, *dial gauge*, dan sistem pembebanan bertahap.



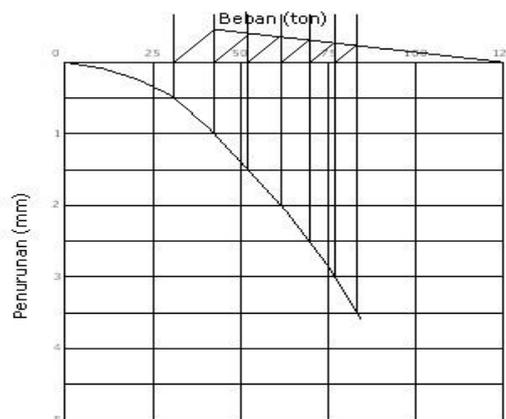
Gambar 3. Peralatan *Axial Loading Test* di Laboratorium

2.3. Desain Eksperimen

Eksperimen dirancang untuk membandingkan daya dukung aksial tiang PVC menggunakan dua metode interpretasi, yaitu:

1. Metode Mazurkiewicz (berbasis grafik beban-penurunan)

Data hubungan beban (Q) vs. penurunan (s) diplot dan diinterpretasi menggunakan metode *Mazurkiewicz* untuk menentukan kapasitas batas. Titik *ultimate bearing capacity* ditentukan pada titik perpotongan garis linier pertama dan kedua pada grafik kurva Q - s .



Gambar 4. Kurva Penurunan vs Beban Metode *Mazurkiewicz* (Mugiono dkk., 2020)

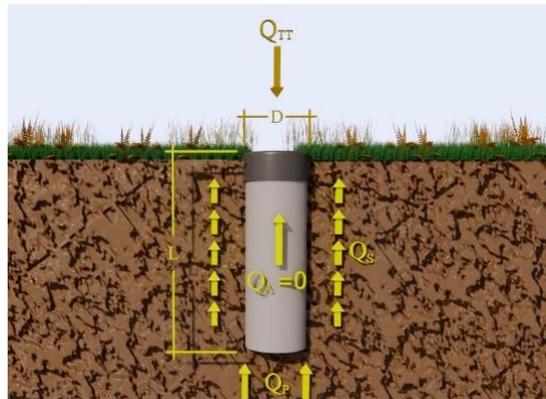
Pada kurva penurunan vs beban:

- a. Buat garis-garis berjarak sama yang sejajar sumbu x (beban)
- b. Pada perpotongan dengan kurva, tarik garis-garis ke arah sumbu x
- c. Pada titik perpotongan garis (b) dengan sb. X, tarik garis yang membentuk sudut 45° dengan sumbu x.

- d. Cari titik perpotongan garis (c) dan garis (b) yang di sebelahnya
- e. Hubungkan titik-titik (d) ini sehingga akan membentuk satu garis lurus.
- f. Garis (e) ini akan memotong sumbu x di sebuah titik, titik ini merupakan nilai kapasitas tiang ultimitnya

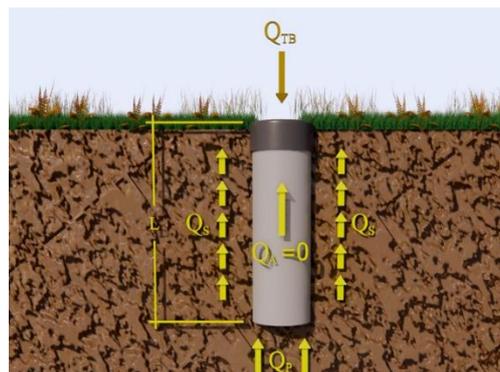
Axial loading test (tekan) dilakukan pada dua model tiang pipa yaitu:

- a. Model 1, tiang pipa ujung bawah terbuka, ujung atas tertutup, untuk daya dukungnya diberi nama Q_{TT} yang merupakan penjumlahan dari: Q_p (daya dukung ujung tiang pipa), Q_s (daya dukung sisi pipa) dan Q_a (daya dukung udara terperangkap dalam tiang pipa)



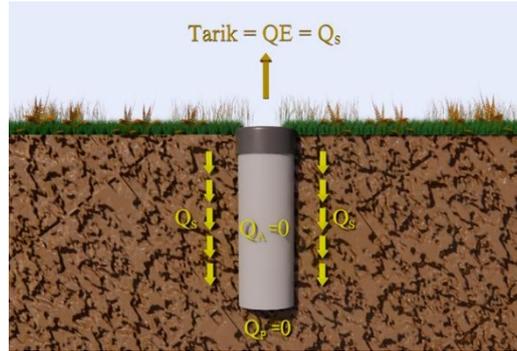
Gambar 5. Tampak Perspektif Model 1

- b. Model 2 pada gambar 6, tiang pipa ujung bawah terbuka, ujung atas berlubang pada tutupnya digunakan untuk menentukan nilai Q_{TB} yang merupakan penjumlahan dari Q_p (daya dukung ujung tiang pipa), Q_s (daya dukung sisi pipa)



Gambar 6. Tampak Perspektif Model 2

Sedangkan uji tarik juga dilakukan pada tiang pipa model 1, untuk menentukan nilai Q_E (tarik) sehingga menghasilkan nilai Q_s .



Gambar 7. Tampak perspektif uji tarik pada model 1

Daya dukung dari udara yang terperangkap didalam pipa dapat diketahui :

$$Q_a = Q_{TT} - Q_{TB}$$

Tiang ditanam secara vertikal ke dalam tanah lunak yang telah dikondisikan dalam kotak uji (dimensi 20× 60× 120 cm). Ujung bawah tiang dibiarkan terbuka, sedangkan ujung atas ditutup rapat menggunakan lem PVC agar udara tetap terperangkap selama proses pembebanan, dengan tujuan memanfaatkan efek gaya apung internal.

2. Metode *Meyerhoff* (berbasis rumus teoritis dan parameter tanah)

Perhitungan kapasitas dukung secara teoritis, digunakan dilakukan dengan Persamaan:

$$Q_u = Q_p + Q_s + W$$

$$Q_p = A_p \cdot 9c_u$$

Dimana:

Q_u = daya dukung *Ultimit* tiang

Q_p = daya dukung ujung tiang

Q_s = daya dukung sisi tiang menggunakan metode *Alfa*

$$Q_s = \alpha \cdot c \cdot \theta \cdot \Delta L$$

α = faktor adesi tiang tanah, bernilai 1 untuk $c_u \leq 5 \text{ kg/cm}^2$ (nilai ini biasanya berlaku untuk tanah lunak)

c_u = kohesi tanah (hasil uji geser langsung)

W = berat tiang

A_p = luas ujung tiang = $\frac{1}{4} \pi D^2$ untuk penampang tiang lingkaran dengan diameter D

Parameter tanah diperoleh dari pengujian uji geser langsung (*direct shear test*) dan karakterisasi tanah (LL, PL, γ).

2.4. Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui dua tahap:

1. Uji karakteristik tanah
 - Uji kadar air (w)

- Uji batas Atterberg (LL dan PL)
 - Uji berat jenis (γ)
 - Uji geser langsung (*Direct Shear Test*) untuk memperoleh nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ)
2. Uji beban Aksial Tiang (*Load Test*)
- Beban diberikan secara bertahap (*incremental loading*) dengan waktu jeda konstan antar tahap.
 - Penurunan dicatat menggunakan dial gauge dengan akurasi 0.01 mm.
 - Hubungan antara beban dan penurunan diplot dalam bentuk kurva Q–s.

2.5. Alur Penelitian

Berikut adalah alur kegiatan penelitian secara sistematis:

- Studi literatur tentang metode *Mazurkiewicz* dan *Meyerhoff* serta penggunaan PVC sebagai material pondasi.
- Pengambilan dan pengujian tanah untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanik tanah lunak.
- Persiapan model tiang PVC, meliputi pemotongan, pembersihan, dan penutupan ujung atas.
- Penanaman tiang PVC ke dalam media tanah jenuh dalam boks uji.
- Pelaksanaan uji beban aksial, pencatatan beban dan penurunan.
- Analisis data beban-penurunan menggunakan metode *Mazurkiewicz*.
- Perhitungan kapasitas dukung teoritis menggunakan rumus *Meyerhoff*.



Gambar 8. Alur Penelitian

- Perbandingan hasil kedua metode, dilanjutkan dengan interpretasi dan pembahasan teknis.
- Penarikan kesimpulan dan penyusunan laporan akhir.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji beban aksial dilakukan untuk empat variasi diameter tiang PVC (2", 2.5", 3", dan 4") dalam kondisi tanah lempung jenuh. Hasil pengujian memperlihatkan kurva beban-penurunan (Q-s) yang menunjukkan pola nonlinier khas untuk tanah lunak.

Metode *Mazurkiewicz* digunakan untuk menginterpretasi titik kapasitas batas (*ultimate bearing capacity*) dari kurva Q-s. Titik ini diperoleh dari perpotongan garis linier awal (fase elastis) dan garis linier kedua (fase plastis) yang digambar manual berdasarkan grafik hasil uji. Nilai kapasitas batas ini menggambarkan beban maksimum yang dapat ditahan oleh tiang sebelum terjadi deformasi besar.

Pada umumnya fondasi tiang mengalihkan beban kepada tanah melalui dua mekanisme yaitu gesekan sisi dan tahanan ujung. Gesekan sisi diperoleh sebagai akibat adhesi atau perlawanan gesekan antara selimut tiang dengan tanah sekitarnya, sedangkan tahanan ujung timbul karena desakan ujung tiang terhadap tanah dasar. Jika pondasi tiang dibebani akan menghasilkan kurva beban penurunan.

Konsep yang memisahkan gesekan selimut dan tahanan ujung fondasi tiang merupakan dasar perhitungan daya dukung tiang secara statik. Berikut hasil pengujian *axial loading test*:

Tabel 1. Daya Dukung Ultimate Tiang Pipa PVC berdasarkan Ukuran Diameter

Diameter Tiang Pipa		Daya Dukung Ultimit Tiang Pipa [N]		
Inci	cm	Q_{TT}	Q_{TB}	Q_E
2	6	55	46	23
2.5	7.6	72	60	28
3	8.9	94	78.5	35
4	11.4	135	106	41

Konsep daya dukung ultimite pada tiang pipa tekan-tutup Q_{TT} , yang telah dijelaskan dalam konteks rekayasa geoteknik dan berdasarkan persamaan diatas, mencakup beberapa aspek penting. Pertama, daya dukung ultimite pada tiang statik, yang merupakan kapasitas maksimum tiang untuk menahan beban tanpa mengalami kegagalan struktural. Pada model ini, daya dukung ultimite ini merupakan gabungan dari daya dukung ujung Q_p , yang berhubungan dengan interaksi ujung tiang dengan tanah, dan tahanan gesek ultimite Q_s , yang terjadi antara sisi tiang dan tanah di sekitarnya.

Uniknya, pada model tiang pipa tekan-tutup, ada tambahan komponen daya dukung yang berasal dari udara terperangkap di dalam pipa, dikenal sebagai (Q_a). Ini menambahkan dimensi baru pada analisis daya dukung tiang. Gambar 5 (model 1), menggambarkan perilaku tiang ini dalam kondisi tanah yang sangat lunak, dimana berat sendiri tiang diabaikan untuk menyederhanakan analisis. Aspek ini penting untuk memahami bagaimana desain tiang harus disesuaikan agar efektif dalam kondisi tanah yang berbeda, serta bagaimana berat tiang sendiri mempengaruhi daya dukung keseluruhan dalam kondisi tertentu.

Daya dukung *ultimite* tiang pipa Model 1 (Q_{TT}) dapat dirumuskan melalui persamaan yang mengintegrasikan berbagai komponen daya dukung yang telah disebutkan. Persamaan ini umumnya melibatkan penjumlahan daya dukung ujung (Q_p), tahanan gesek *ultimite* (Q_s), dan kontribusi dari udara terperangkap dalam pipa (Q_a). Dalam bentuk persamaan, ini (Srihandayani dkk., 2023) dapat diwakili sebagai:

$$Q_{TT} = Q_p + Q_s + Q_a$$

Dimana:

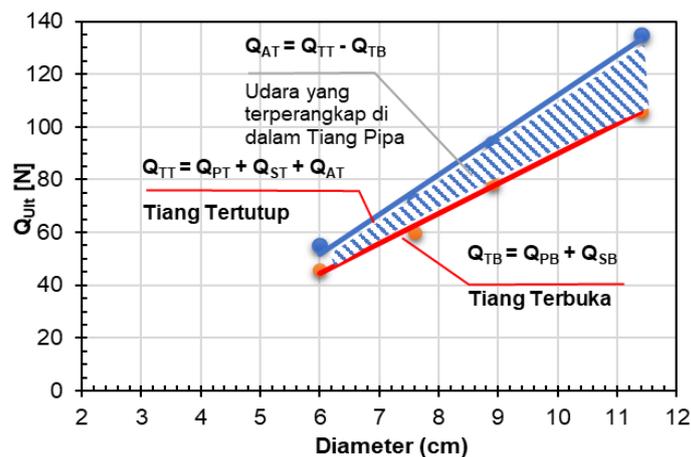
Q_{TT} = daya dukung tiang pipa tekan-tutup (N)

Q_p = daya dukung ujung, yang berkaitan dengan interaksi antara ujung tiang dan lapisan tanah dibawahnya.

Q_s = tahanan gesek *ultimite*, yaitu gesekan antara permukaan samping tiang dan tanah di sekitarnya

Q_a = kontribusi dari udara yang terperangkap di dalam tiang pipa, yang unik untuk model tiang pipa tekan-tutup

Nilai nilai spesifik untuk Q_p , Q_s dan Q_a akan tergantung pada kondisi tanah, properti material tiang, serta geometri dan desain tiang itu sendiri.



Gambar 9. Daya Dukung dari Udara (Q_a) Terperangkap Dalam Pipa

Sementara itu, metode Meyerhof menghitung kapasitas dukung berdasarkan parameter geoteknis tanah seperti kohesi (c), berat isi tanah (γ), dan kedalaman penetrasi (D_f). Nilai faktor daya dukung N_c dan N_q ditentukan berdasarkan sudut geser dalam tanah (ϕ), yang diperoleh dari hasil uji geser langsung.

Rangkuman propertis tanah sebagai berikut:

Berat Isi,	γ	= 0.016 N/cm ³
Kohesi,	c	= 0.991 N/cm ²
Daya dukung tanah	q_u	= 1.981 N/cm ²
Sudut geser dalam,	ϕ	= 3.2 °
Kedalaman,	L	= 30 cm
Faktor daya dukung fondasi <i>Mayerhof</i> ,	N_c	= 9

Tabel 2. Analisa Daya Dukung Ultimate Tiang Pipa Metode Mayerhof

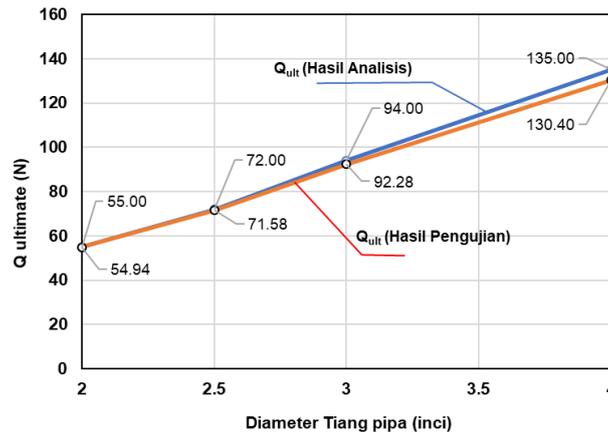
Ukuran Diameter Tiang		Satuan	2"	2.5"	3"	4"
Dia luar pipa		cm	6	7.6	8.9	11.4
Ketebalan pipa		cm	0.27	0.3	0.35	0.41
Dia dalam pipa		cm	5.73	7.3	8.55	10.99
Panjang pipa		cm	30	30	30	30
Jumlah pipa		btg	1	1	1	1
Faktor daya dukung fondasi N_c			9	9	9	9
Keliling tiang $\theta_l = \pi \cdot D_l$		cm	18.84	23.864	27.946	35.796
$\theta_{dl} = \pi \cdot D_{dl}$		cm	17.99	22.922	26.847	34.509
Luas ujung tiang $A_p = \frac{1}{4} \pi D^2$	$A_{pl} = \frac{1}{4} \pi D_l^2$	cm ²	28.26	45.342	62.18	102.02
	$A_{pdl} = \frac{1}{4} \pi D_{dl}^2$	cm ²	25.77	41.833	57.53	94.81
	$A = A_{pl} - A_{pdl}^2$	cm ²	2.486	3.509	4.794	7.206
Daya dukung ujung tiang Metode Mayerhof $Q_p = A_{pl} q_p = A_{pl} \cdot c_p \cdot N_c$		N	22.163	31.281	42.740	64.24
Daya dukung sisi tiang Metode Alfa Dimana: α = faktor adesi tiang tanah, bernilai 1 untuk $c = 9.9 \text{ kN/m}^2$ Maka: $Q_s = \alpha \cdot c \cdot \theta \cdot \Delta L$		N	25.192	27.992	32.657	38.255
Udara terperangkap dalam tiang pipa Diketahui: $g = 9.81 \text{ kN/m}^3$ $\gamma_w = 9.81 \text{ kN/m}^3$ $Q_A = V_b \cdot g \cdot \gamma_w$		N	7.585	12.311	16.889	27.903
Daya dukung Ultimit (Q_u) analitis $Q_u = \sum Q_p + Q_s + Q_A$		N	54.941	71.583	92.285	130.398
Daya dukung Ultimit eksperimental $Q_{ueks} = \sum Q_p + Q_s + Q_A$		N	55	72	94	135

Perbandingan antara kedua metode ditunjukkan dalam tabel 3 berikut:

Tabel 3. Perbandingan hasil Daya dukung ultimate eksperimental dengan metode klasik

Diameter Tiang	Mazurkiewicz (N)	Meyerhof (N)	Selisih (%)
2"	55	54.941	0.11
2.5"	72	71.583	0.58
3"	94	92.285	1.85
4"	135	130.398	3.53

Hasil dari table 3 diplot ke dalam grafik pada gambar berikut ini:



Gambar 10. Grafik Perbandingan Metode Mazurkiewicz dengan Metode Meyerhoff

Dari tabel 3 dan Gambar 10, terlihat bahwa hasil kapasitas dukung tiang PVC menggunakan metode *Mazurkiewicz* sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan hasil metode Meyerhoff untuk semua variasi diameter. Selisih berkisar antara 0.11% hingga 3.53%, yang dapat dikatakan relatif kecil namun konsisten.

Beberapa kemungkinan penyebab perbedaan tersebut antara lain:

- Kontribusi efek udara terperangkap dalam pipa PVC (karena ujung atas ditutup), memberikan tambahan gaya apung yang tidak diperhitungkan dalam formulasi *Meyerhoff*.
- Distribusi tekanan lokal dan gaya gesek dinding (*skin friction*) yang lebih optimal akibat kelenturan material PVC saat menerima beban aksial.
- Kelebihan metode *Mazurkiewicz* dalam menangkap respons aktual sistem tiang-tanah secara eksperimental dibandingkan pendekatan teoritis rata-rata *Meyerhoff*.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini membandingkan kapasitas dukung aksial tiang PVC yang diuji dalam tanah lunak jenuh air menggunakan dua metode: interpretasi eksperimental *Mazurkiewicz* dan pendekatan teoritis klasik *Meyerhoff*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kapasitas dukung yang diperoleh dari metode *Mazurkiewicz* secara konsisten sedikit lebih tinggi dibandingkan metode *Meyerhoff*, dengan selisih berkisar antara 0.11% hingga 3.53%. Meskipun relatif kecil, menunjukkan adanya pengaruh dari udara terperangkap dalam pipa PVC, serta karakteristik material PVC yang memungkinkan terjadinya interaksi gesek dinding yang lebih baik. Metode *Mazurkiewicz* terbukti efektif dalam menangkap respons aktual sistem pondasi tiang-tanah dari hasil uji laboratorium.

REFERENSI

Birid, K. C. (2017, July). Evaluation of ultimate pile compression capacity from static pile load test results. In *International Congress and Exhibition " Sustainable Civil Infrastructures: Innovative Infrastructure Geotechnology"* (pp. 1-14). Cham: Springer International Publishing.

- BNPB Prov. Riau. (2021). *Kajian Risiko Bencana Nasional Provinsi Riau 2022-2026*.
- Hemeda, S., & Ülker, M. B. C. (Eds.). (2020). *Geotechnical Engineering: Advances in Soil Mechanics and Foundation Engineering*. BoD–Books on Demand.
- Liliwanti, L., Archenita, D., Misriani, M., & Refnaldo, A. (2023). Effect of Installation Pattern of Prefabricated Vertical Drain (PVD) on Degree of Consolidation in Soft Soils. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 12(1), 110-120.
- Masganti, M., Anwar, K., & Susanti, M. A. (2017). Potensi dan pemanfaatan lahan gambut dangkal untuk pertanian. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 11(1), 43-52.
- Mugiono, A., Saifuddin, F. H., Karlinasari, R., & Soedarsono, S. (2020). Analisis Perbandingan Daya Dukung Pondasi Tiang Bored pile dari Hasil Tes PDA Berdasarkan Metode Chin, Mazurkiewich dan Davisson. *Prosiding Konstelasi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) Klaster Engineering*.
- Naibaho, A. G., & Waruwu, A. (2021). Kajian Kapasitas Kelompok Tiang pada Tanah Lunak Menggunakan Skala Kecil Laboratorium. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 27(2), 179-186.
- Qiao, F., Bo, J., Qi, W., Wang, L., Chang, C., Zhang, Z., & Wang, J. (2020). Study on the dynamic characteristics of soft soil. *RSC advances*, 10(8), 4630-4639.
- Sakleshpur, V. A., Prezzi, M., & Salgado, R. (2018). Ground engineering using prefabricated vertical drains: A review. *Geotechnical Engineering Journal of the SEAGS & AGSSEA*, 49(1), 45-64.
- Sari, R. F., Dertha, S., & Sitohang, O. (2025). Evaluasi Desain Struktur Pondasi Pada Pembangunan Gedung Masjid Proyek Medan Islamic Center. *Jurnal Karajata Engineering*, 5(1), 11-25.
- Srihandayani, S. (2017). Pengaruh Tanah Ekspasif Pada Bangunan Sipil dan Solusinya. *Jurnal Unitek*, 10(2), 59-75.
- Srihandayani, S. (2020). Alternative foundation for reducing building losses due to foundation failure in soft soil. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 156, p. 02006). EDP Sciences.
- Srihandayani, S., Hakam, A., Mera, M., & Ismail, F. A. (2023). Bearing capacity analysis of floating foundation model in homogeneous very soft clay. *Civil and environmental engineering*, 19(2), 758-771.
- Srihandayani, S., Putri, D., Kurniasih, N., & Putri, L. D. (2018). Bearing capacity of floating foundations used PVC (Poly Vinyl Chloride) on soft soil with the scale model in the field. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(2.5), 84-87.
- Zhafirah, A. (2019). Karakteristik Tanah Kawasan Gedebage Kota Bandung Berdasarkan Hasil Uji Lapangan dan Laboratorium. *Jurnal Konstruksi*, 17(2), 94-100.