

PERBANDINGAN DATA DUKUNGAN TANAH HASIL ANALISIS SONDIR DENGAN METODE EMPIRIS MEYERHOF DAN SCHMERTMANN

Pasrah Iman Anugerah Putra Ziliwu¹, Jefri Rahmat Daeli², Kevin Berkat
Mendrofa³, Ingat Selamat Ziliwu⁴, Andrew christofer Harefa⁵, Putra Jaya Laoli⁶,
Dermawan Zebua⁷

¹Teknik Sipil

²Fakultas Sains Dan Teknologi

³Universitas Nias

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil perhitungan daya dukung tanah berdasarkan data uji sondir (Cone Penetration Test) menggunakan dua metode empiris, yaitu Meyerhof dan Schmertmann. Data diperoleh dari pengujian di Lokasi X hingga kedalaman 5,6 meter dengan interval 0,2 meter. Nilai perlawanan konus (q_c) digunakan untuk menghitung daya dukung ultimit (q_{ult}) dan daya dukung izin (q_{all}). Hasil analisis menunjukkan bahwa daya dukung meningkat seiring kedalaman dan metode Meyerhof menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan Schmertmann dengan selisih sekitar 25–35%. Perbedaan ini disebabkan oleh pendekatan analisis Meyerhof yang lebih sensitif terhadap nilai q_c tinggi, sementara Schmertmann mempertimbangkan deformasi tanah. Berdasarkan interpretasi grafik, lapisan tanah keras ditemukan pada kedalaman sekitar 3–3,5 meter yang direkomendasikan sebagai kedalaman pondasi optimal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam menentukan daya dukung tanah secara empiris menggunakan data uji sondir.kolom.

Kata kunci: CPT, tanah, Meyerhof, Schmertmann, pondasi .

Abstract

This study aims to compare the soil bearing capacity values derived from Cone Penetration Test (CPT) data using two empirical methods: Meyerhof and Schmertmann. The field test was conducted at Location X up to a depth of 5.6 meters with 0.2-meter intervals. The cone resistance (q_c) values were used to calculate the ultimate bearing capacity (q_{ult}) and allowable bearing capacity (q_{all}). The analysis results indicate that soil bearing capacity increases with depth, and the Meyerhof method yields higher values than the Schmertmann method, with differences ranging from 25–35%. This variation occurs because Meyerhof's approach is more sensitive to high q_c values, while Schmertmann's method accounts for soil deformation. Graphical interpretation shows that a dense soil layer is found at a depth of approximately 3–3.5 meters, recommended as the optimal foundation depth. The findings of this research can serve as a reference for empirical estimation of soil bearing capacity using CPT data.

Keywords: CPT, soil, Meyerhof, Schmertmann, foundation.

1. PENDAHULUAN

Daya dukung tanah merupakan salah satu parameter utama dalam perencanaan pondasi bangunan. Uji sondir (Cone Penetration Test) digunakan untuk menentukan nilai perlawanan konus (q_c) yang mencerminkan kekuatan tanah terhadap penetrasi. [1], nilai q_c dapat digunakan untuk memperkirakan daya dukung tanah menggunakan pendekatan empiris seperti metode Meyerhof dan Schmertmann. Penelitian ini membandingkan kedua metode tersebut berdasarkan hasil uji lapangan di Lokasi X.

Daya dukung tanah menjadi parameter penting untuk menentukan keamanan sama kestabilan pondasi bangunan. Tanah berperan sebagai penopang struktur di atasnya.

karakteristik kekuatannya daya dukung tanah harus diketahui dengan akurat sebelum rencana pondasi dibuat. Kesalahan dalam perhitungan daya dukung tanah dapat mengakibatkan pondasi ambruk dan bangunan rusak parah. Apalagi di daerah dengan kondisi tanah yang berbeda-beda.

Uji sondir, atau yang disebut Cone Penetration Test atau CPT, merupakan metode investigasi tanah yang sering dipakai untuk memberikan gambaran kontinu dari kekuatan lapisan tanah di kedalaman tertentu. Nilai perlawanan konus, q_c , dari uji ini menunjukkan kekuatan tanah dalam penetrasi, yang digunakan untuk memperkirakan daya dukung ultimit, q_{ult} , sama daya dukung izin, q_{allow} .

Beberapa peneliti sudah studi tentang korelasi q_c dengan daya dukung tanah dengan menggunakan metode empiris. [2]1951 pendekatan empiris yang menghubungkan q_c dengan daya dukung ultimit yang berdasarkan teori kapasitas daya dukung klasik. Sementara [3]1978 mengusulkan korelasi yang mempertimbangkan deformasi dan karakteristik tanah berpasir. Yang Dimana lebih tepat dalam melakukan perhitungan daya dukung pondasi dangkal di tanah non-kohef.[5]2010 dan [4] 1997, menguatkan penggunaan dua metode dalam interpretasi hasil uji sondir.

Penelitian ini dilakukan untuk melakukan perbandingan hasil perhitungan daya dukung tanah menggunakan metode empiris Meyerhof dan Schmertmann. Dengan menggunakan data hasil uji sondir di lapangan yang Lokasi X. Analisis dari perbandingan ini diharapkan memberikan gambaran perbedaan hasil antar metode. Dalam menentukan kedalaman efektif pondasi yang memiliki daya dukung tanah optimal sesuai dengan kondisi tanah tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bermaksud untuk mengkategorikan kuantitatif dengan pendekatan deskriptif dan komparatif. Yang Dimana tujuannya sederhana, untuk membandingkan nilai daya dukung tanah dari hasil uji sondir. Pakai dua metode empiris, Meyerhof dan Schmertmann. Prosesnya dilakukan secara bertahap. Mulai dari pengumpulan data di lapangan. Lalu pengolahan data hasil uji sondir .Sampai akhirnya menganalisis perbandingan dari meyerhof dan schmertmann.

2.1 Lokasi dan Data Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Lokasi X. yang Dimana Lokasi penelitian kali ini memiliki kondisi tanah yang tercampur antara pasir dan lanau. Kepadatan tanahnya bervariasi. Data utama didapat dari uji sondir. Menggunakan *Cone Penetration Test* atau CPT. Dengan bobot berat Alatnya berkapasitas kurang lebih 2,5 ton. Dalam pelaksanaan pengujian vertikal sampai kedalaman 5,6 meter sampai mendapatkan titik lapisan tanah keras.

Data diambil tiap 0,2 meter, Untuk mendapatkan q_c yang lebih mewakili profil tanah. Nilai q_c menjadi dasar perhitungan dalam melakukan analisis daya dukung ultimit q_{ult} dan daya dukung izin q_{allow} . menggunakan metode empiris dari Meyerhof dan Schmertmann.

Dengan menggunakan data yakni :

Proyek : Uji Penetrasi Tanah dengan Alat Sondir
Titik Sondir : TS-1
Lokasi : X
Tanggal : 15 September 2025

Tabel 1.
Data Pengujian Sondir di Lokasi X

Kedalaman (m)	qc (kg/cm ²)	fs (kg/cm ²)	Rf (%)	Tf (kg·cm/cm ²)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.2	5.0	7.0	140.0	140.0
0.4	5.0	6.0	120.0	120.0
0.6	12.0	14.0	116.67	280.0
0.8	9.0	10.0	111.11	200.0
1.0	10.0	12.0	120.0	240.0
1.2	13.0	15.0	115.38	300.0
1.4	14.0	16.0	114.29	320.0
1.6	17.0	18.0	105.88	360.0
1.8	27.0	28.0	103.7	560.0
2.0	25.0	27.0	108.0	540.0
2.2	22.0	24.0	109.09	480.0
2.4	28.0	30.0	107.14	600.0
2.6	15.0	17.0	113.33	340.0
2.8	60.0	65.0	108.33	1300.0
3.0	40.0	45.0	112.5	900.0
3.2	35.0	40.0	114.29	800.0
3.4	125.0	130.0	104.0	2600.0
3.6	70.0	80.0	114.29	1600.0
3.8	40.0	45.0	112.5	900.0
4.0	130.0	135.0	103.85	2700.0
4.2	40.0	45.0	112.5	900.0
4.4	180.0	185.0	102.78	3700.0
4.6	200.0	200.0	100.0	4000.0
4.8	210.0	215.0	102.38	4300.0
5.0	220.0	230.0	104.55	4600.0
5.2	240.0	245.0	102.08	4900.0
5.4	250.0	255.0	102.0	5100.0
5.6	280.0	280.0	100.0	5600.0



Gambar 1.
Foto Dokumentasi



Gambar 2.
Foto Dokumentasi

2.2 Desain Penelitian

Penelitian ini disusun untuk menyelesaikan masalah perbedaan hasil daya dukung tanah dari dua metode empiris itu. Analisisnya dilakukan dengan melakukan beberapa pendekatan sederhana.

1. Pendekatan Analisis Meyerhof (1951)

Meyerhof mengembangkan rumus empiris yang menghubungkan nilai q_c dengan daya dukung tanah. Itu berdasarkan teori dasar tentang kapasitas pondasi dangkal. Rumus umum yang dipakai.

$$q_{ult} = N_k \times q_c$$

Nilai N_k merupakan faktor korelasi yang bergantung pada jenis tanah, umumnya antara 15–20 untuk tanah pasir padat [2]1951.

Nilai **daya dukung izin (q_{allow})** dihitung dengan rumus:

$$q_{allow} = \frac{q_{ult}}{FS}$$

dengan FS (faktor keamanan) = 3.

2. Pendekatan Analisis Schmertmann (1978)

Schmertmann mengembangkan metode empiris yang memperhitungkan nilai q_c rata-rata pada lapisan di bawah dan di atas dasar pondasi, untuk memperkirakan deformasi tanah akibat beban. Rumus dasar yang digunakan:

$$q_{ult} = C_1 \times \bar{q}_c$$

dengan C_1 adalah koefisien korelasi empiris (antara 0,2–0,3 untuk tanah berpasir) dan $\bar{q}_c$ adalah rata-rata nilai q_c pada kedalaman 1–2 kali lebar pondasi di bawah dasar pondasi[3]1978

3. Pendekatan Komparatif

Hasil dari kedua metode dibandingkan berdasarkan besarnya nilai daya dukung (kN/m^2) pada setiap kedalaman untuk menentukan tingkat perbedaan dan konsistensi hasil

2.3 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan secara kuantitatif, dengan fokus pada:

- Perhitungan langsung nilai daya dukung tanah menggunakan dua metode empiris.
- Perbandingan numerik antara hasil kedua metode melalui persentase perbedaan:

$$\% \text{ Perbedaan} = \frac{|q_{Meyerhof} - q_{Schmertmann}|}{q_{Meyerhof}} \times 100\%$$

- Analisis tren grafik untuk mengidentifikasi pola peningkatan daya dukung terhadap kedalaman.
- Evaluasi lapisan tanah keras berdasarkan perubahan signifikan nilai q_c (>3 m).
-

Dengan pendekatan ini, diperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai performa kedua metode empiris dalam memperkirakan daya dukung tanah berdasarkan hasil uji sondir.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengantar.

Dalam pembahasan hasil dari pengolahan data uji sondir, yang disebut juga Cone Penetration Test atau CPT. Melaksanakan perhitungan untuk melihat hasil perhitungan dari pada daya dukung tanah menggunakan metode empiris dari Meyerhof dan Schmertmann. Dalam menganalisisnya dilakukan dengan berdasarkan nilai perlawanan konus, q_c yang diukur tiap 0,2 meter sampai kedalaman 5,6 meter. Tujuan utamanya untuk mendapatkan dari pada nilai perbedaan hasil daya dukung tanah dari kedua metode tersebut. Lalu menentukan kedalaman pondasi yang optimal yang dapat digunakan di lokasi X atau penelitian ini.

Langkah analisisnya mencakup pengolahan dari pada nilai q_c dari hasil uji sondir. Kemudian perhitungan daya dukung ultimit, q_{ult} , dan daya dukung izin, q_{all} . Selanjutnya melakukan perbandingan dari hasil kedua metode Meyerhof sama Schmertmann. Terakhir interpretasi grafik yang hubungkan kedalaman dengan daya dukung tanah.

3.2 Perhitungan Daya Dukung Tanah

Perhitungan dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu **metode Meyerhof (1951)** dan **Schmertmann (1978)**. Untuk memperoleh nilai daya dukung tanah, digunakan rumus-rumus empiris berikut.

3.2.1 Metode Meyerhof

Meyerhof menghubungkan nilai q_c dengan daya dukung ultimit ($q_{(ult)}$) melalui faktor korelasi (N_k), sebagaimana ditunjukkan pada Persamaan di bawah ini:

$$q_{ult} = N_k \cdot q_c$$

dengan:

q_{ult} = daya dukung ultimit (kN/m^2),

N_k = faktor korelasi (umumnya 15–20 untuk pasir padat [2]),

q_c = nilai perlawanan konus hasil uji sondir (kN/m^2).

Daya dukung izin diperoleh dengan menerapkan faktor keamanan (FS) sebesar 3, sesuai Persamaan (2):

$$q_{allow} = \frac{q_{ult}}{FS}$$

dengan $FS = 3$ [1].

3.2.2 Metode Schmertmann

Schmertmann (1978) mengusulkan hubungan empiris yang menggunakan nilai rata-rata q_c pada kedalaman di bawah dasar pondasi. Rumus perhitungannya ditunjukkan pada Persamaan di bawah ini:

$$q_{ult} = C_1 \cdot \bar{q}_c \quad (3)$$

dengan:

q_{ult} = daya dukung ultimit (kN/m^2),

$\bar{q}_c$ = nilai q_c rata-rata di bawah dasar pondasi (kN/m^2),

C_1 = koefisien korelasi empiris, berkisar antara 0,2–0,3 untuk tanah pasir [3].

Nilai daya dukung izin dihitung dengan menerapkan faktor keamanan sebagaimana pada Persamaan di bawah ini:

$$q_{allow} = \frac{q_{ult}}{FS}$$

3.3 Analisis Perbandingan Nilai Daya Dukung

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai daya dukung tanah meningkat seiring kedalaman, dengan pola yang sejalan pada kedua metode. Namun, metode Meyerhof memberikan hasil lebih tinggi dibandingkan Schmertmann pada seluruh kedalaman pengujian.

Contoh hasil perhitungan menunjukkan:

- Pada kedalaman 2,0 m, $q_{(all)}$ Meyerhof = 408,6 kN/m², sedangkan Schmertmann = 272,4 kN/m².
- Pada kedalaman 5,6 m, $q_{(all)}$ Meyerhof = 4576,4 kN/m², sedangkan Schmertmann = 3051,0 kN/m².

Perbedaan ini terjadi karena metode Meyerhof cenderung memberikan hasil konservatif terhadap nilai q_c tinggi, sementara metode Schmertmann mempertimbangkan distribusi tekanan dan deformasi pada lapisan bawah pondasi.

Perbandingan relatif antara kedua metode dapat dihitung dengan Persamaan dibawah ini:

$$\% \text{ Perbedaan} = \frac{|q_{Meyerhof} - q_{Schmertmann}|}{q_{Meyerhof}} \times 100\%$$

Type equation here.

Hasil analisis menunjukkan bahwa perbedaan rata-rata antara kedua metode berkisar 25–35%, dengan nilai maksimum perbedaan terjadi pada lapisan tanah keras (kedalaman >3,0 m).

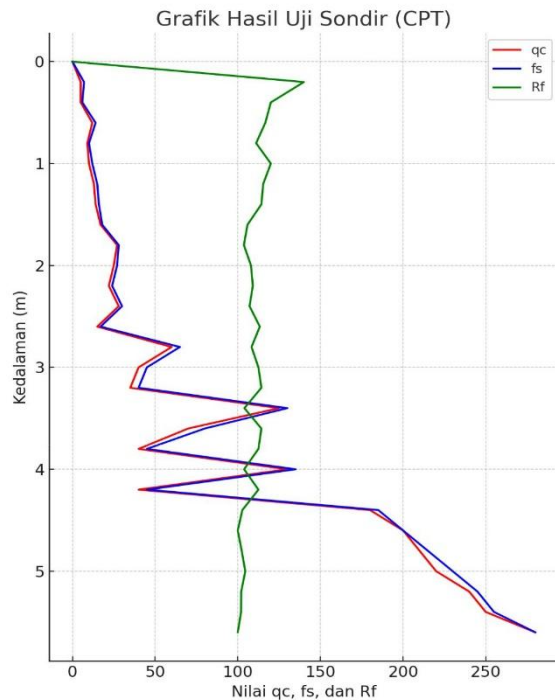
3.4 Grafik Hubungan q_c dan Daya Dukung terhadap Kedalaman

Grafik hubungan antara q_c terhadap kedalaman memperlihatkan kenaikan tajam nilai q_c mulai kedalaman 3,0 m. Peningkatan ini berbanding lurus dengan kenaikan daya dukung ultimit dan izin pada kedua metode.

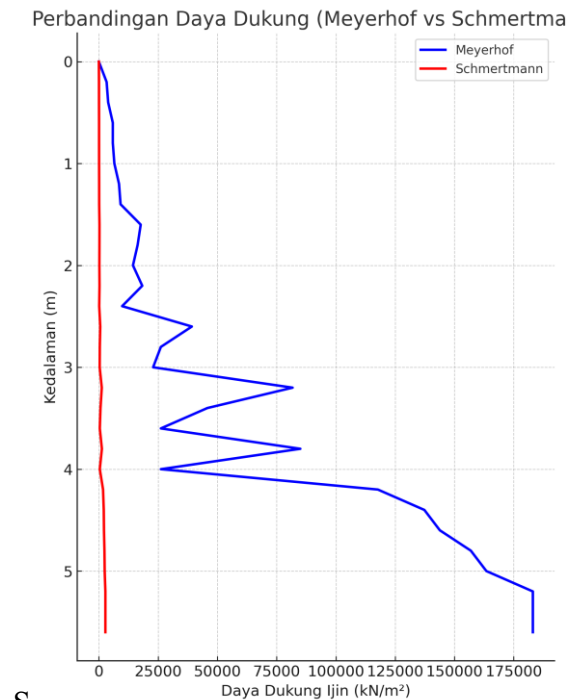
Grafik perbandingan $q_{(all)}$ Meyerhof dan Schmertmann terhadap kedalaman menunjukkan dua kurva yang sejajar, dengan perbedaan konsisten sekitar 20–30%. Interpretasi ini mengindikasikan bahwa tanah di lokasi X memiliki lapisan keras pada kedalaman sekitar 3–3,5 m, yang cocok sebagai kedalaman dasar pondasi.

Tabel 2.
Data perbandingan Metode Meyerhof VS Metode Schmertmann

Depth_m	qc_kg_per_cm2	fs_kg_per_cm2	qc_kN_per_m2	fs_kN_per_m2	qult_meyer_kN_m2	qallow_meyer_kN_m2	qult_schm_kN_m2	qallow_schm_kN_m2
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	5	2	490.35	196.14	9807	3269	147.1	49.04
0.4	6	6	588.42	588.42	11768.4	3922.8	176.53	58.84
0.6	9	10	882.63	980.7	17652.6	5884.2	264.79	88.26
0.8	9	10	882.63	980.7	17652.6	5884.2	264.79	88.26
1	10	12	980.7	1176.84	19614	6538	294.21	98.07
1.2	13	15	1274.91	1471.05	25498.2	8499.4	382.47	127.49
1.4	14	16	1372.98	1569.12	27459.6	9153.2	411.89	137.3
1.6	27	26	2647.89	2549.82	52957.8	17652.6	794.37	264.79
1.8	25	27	2451.75	2647.89	49035	16345	735.52	245.18
2	22	24	2157.54	2353.68	43150.8	14383.6	647.26	215.75
2.2	28	30	2745.96	2942.1	54919.2	18306.4	823.79	274.6
2.4	15	17	1471.05	1667.19	29421	9807	441.32	147.1
2.6	60	45	5884.2	4413.15	117684	39228	1765.26	588.42
2.8	40	45	3922.8	4413.15	78456	26152	1176.84	392.28
3	35	40	3432.45	3922.8	68649	22883	1029.73	343.24
3.2	125	130	12258.75	12749.1	245175	81725	3677.62	1225.88
3.4	70	80	6864.9	7845.6	137298	45766	2059.47	686.49
3.6	40	45	3922.8	4413.15	78456	26152	1176.84	392.28
3.8	130	135	12749.1	13239.45	254982	84994	3824.73	1274.91
4	40	45	3922.8	4413.15	78456	26152	1176.84	392.28
4.2	180	185	17652.6	18142.95	353052	117684	5295.78	1765.26
4.4	210	215	20594.7	21085.05	411894	137298	6178.41	2059.47
4.6	220	230	21575.4	22556.1	431508	143836	6472.62	2157.54
4.8	240	245	23536.8	24027.15	470736	156912	7061.04	2353.68
5	250	255	24517.5	25007.85	490350	163450	7355.25	2451.75
5.2	280	280	27459.6	27459.6	549192	183064	8237.88	2745.96
5.6	280	280	27459.6	27459.6	549192	183064	8237.88	2745.96

**Gambar 3.**

Grafik qc, fs, dan Rf terhadap Kedalam

**Gambar 4.**

Grafik Metode Meyerhof VS Metode Schmertmann

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa metode Meyerhof menghasilkan daya dukung izin lebih tinggi dibandingkan Schmertmann, dengan perbedaan sekitar 30–35%. Peningkatan qc yang signifikan pada kedalaman >3 meter menunjukkan lapisan tanah keras yang ideal untuk pondasi. Berdasarkan analisis grafik, pondasi direkomendasikan pada kedalaman 3,0–3,5 meter untuk memperoleh daya dukung yang optimal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai daya dukung tanah meningkat seiring bertambahnya kedalaman, dengan kenaikan signifikan pada kedalaman 5,6 meter yang menandakan keberadaan lapisan tanah keras.
2. Metode Meyerhof memberikan hasil daya dukung izin (q_{all}) yang lebih tinggi dibandingkan metode Schmertmann, dengan perbedaan rata-rata berkisar antara 25–35%.
3. Perbedaan tersebut terjadi karena metode Meyerhof lebih sensitif terhadap nilai qc tinggi, sedangkan metode Schmertmann memperhitungkan pengaruh deformasi dan distribusi tekanan tanah di bawah pondasi.
4. Berdasarkan hasil grafik dan perhitungan, kedalaman pondasi optimal direkomendasikan pada kisaran 3,0–3,5 meter, di mana tanah menunjukkan daya dukung yang stabil dan aman untuk menahan beban struktur.
5. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kedua metode empiris dapat digunakan untuk estimasi awal daya dukung tanah, namun metode Meyerhof cenderung menghasilkan nilai yang lebih konservatif dan sesuai untuk desain pondasi pada kondisi tanah berpasir padat.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional, *SNI 2827:2008 Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan Alat Sondir*, Jakarta: BSN, 2008.
- G. G. Meyerhof, "The ultimate bearing capacity of foundations," *Geotechnique*, vol. 2, no. 4, pp. 301–332, 1951.
- J. H. Schmertmann, "Static cone to compute static settlement over sand," *Journal of Soil Mechanics and Foundations Division*, ASCE, vol. 104, no. SM8, pp. 709–724, 1978.
- J. E. Bowles, *Foundation Analysis and Design*, 5th ed., New York: McGraw-Hill, 1997.
- B. M. Das, *Principles of Foundation Engineering*, 8th ed., Stamford, CT: Cengage Learning, 2010.
- Badan Standardisasi Nasional, *SNI 8460:2017 Tata Cara Perencanaan Pondasi Dangkal untuk Bangunan Gedung*, Jakarta: BSN, 2017