

Perbandingan Daya Dukung Pondasi Sumuran dengan Pondasi Tiang Pancang pada Tanah Pesisir Berdasarkan Data *Standard Penetration Test* (SPT) pada Jembatan Gantung Desa Cemara Kecamatan Lembar Kabupaten Lombok Barat

Muhammad Sapdi*, Hafiz Hamdani, Ari Ramadhan Hidayat
Universitas Muhammadiyah Mataram, Mataram-83115, Indonesia

ARTICLE INFO

Kata Kunci:
daya dukung, pondasi sumuran, pondasi tiang pancang, SPT.

***Correspondence email:**
Muhammadsapdi4@gmail.com

Submitted: 18 Desember 2025

Revised: 06 Januari 2026

Accepted: 17 Januari 2026

Published: 03 Februari 2026

ABSTRAK

Pembangunan infrastruktur di kawasan pesisir merupakan tantangan strategis dalam perencanaan wilayah dan teknik sipil, karena karakteristik tanah yang kompleks, tingkat sedimentasi yang tinggi, serta pengaruh lingkungan laut yang dapat menurunkan kinerja struktur, khususnya pada konstruksi jembatan. Kondisi tanah pasir jenuh yang umum dijumpai di wilayah pesisir menuntut pemilihan jenis pondasi yang tepat agar mampu menahan beban struktur secara aman. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan daya dukung pondasi sumuran dan pondasi tiang pancang pada tanah pesisir berdasarkan data hasil uji *Standard Penetration Test* (SPT). Metode penelitian yang digunakan adalah analisis kuantitatif dengan pendekatan komparatif menggunakan metode Meyerhof (1976) dan Terzaghi (1943). Data sekunder berupa hasil uji SPT diperoleh dari proyek pembangunan Jembatan Gantung di Desa Cemara, Kecamatan Lembar, Kabupaten Lombok Barat. Perhitungan meliputi daya dukung ujung, daya dukung selimut, daya dukung ultimit, daya dukung izin, serta daya dukung tiang kelompok. Hasil analisis menunjukkan bahwa pondasi tiang pancang memiliki daya dukung tiang kelompok yang lebih besar dibandingkan pondasi sumuran. Berdasarkan metode Meyerhof (1976), daya dukung tiang kelompok pondasi tiang pancang sebesar 20707,43 kN dan pondasi sumuran sebesar 4161,63 kN. Sementara itu, berdasarkan metode Terzaghi (1943), daya dukung pondasi tiang pancang sebesar 9183,07 kN dan pondasi sumuran sebesar 3241,08 kN. Hasil ini menunjukkan bahwa pondasi tiang pancang lebih direkomendasikan untuk digunakan pada kondisi tanah pesisir dengan daya dukung rendah.

ABSTRACT

Keywords:
bearing capacity, well foundation, pile foundation, SPT.

Infrastructure development in coastal areas is a strategic challenge in regional planning and civil engineering, due to complex soil characteristics, high sedimentation rates, and the influence of the marine environment that can reduce structural performance, especially in bridge construction. Saturated sandy soil conditions commonly found in coastal areas require the selection of appropriate foundation types to be able to safely support structural loads. This study aims to compare the bearing capacity of pit foundations and pile foundations on coastal soils based on Standard Penetration Test (SPT) data. The research method used is quantitative analysis with a comparative approach using the Meyerhof (1976) and Terzaghi (1943) methods. Secondary data in the form of SPT test results were obtained from the Suspension Bridge construction project in Cemara Village, Lembar District, West Lombok Regency. Calculations include end bearing capacity, cover bearing capacity, ultimate bearing capacity, allowable bearing capacity, and group pile bearing capacity. The analysis results show that pile foundations have a greater group pile bearing capacity than pit foundations. Based on the Meyerhof method (1976), the bearing capacity of the pile foundation group is 20,707.43 kN and the well foundation is 4,161.63 kN. Meanwhile, based on the Terzaghi method (1943), the bearing capacity of the pile foundation is 9,183.07 kN and the well foundation is 3,241.08 kN. These results indicate that pile foundations are more recommended for use in coastal soil conditions with low bearing capacity.

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur di kawasan pesisir merupakan tantangan strategis dalam perencanaan wilayah dan teknik sipil, karena karakteristik tanah yang kompleks, tingkat sedimentasi yang tinggi, serta pengaruh lingkungan laut yang dapat menurunkan kinerja struktur, khususnya pada konstruksi jembatan (Kurniawan Widhitomo, 2025). Tanah di daerah pesisir sering tersusun atas material pasir halus, lempung lunak, dan tanah jenuh air yang menyebabkan daya dukung tanah menjadi rendah. Dalam merancang suatu gedung, pondasi menjadi salah satu elemen yang memiliki peran

vital dalam menjamin kestabilan struktur. Pondasi merupakan elemen struktural yang berfungsi memikul beban bangunan dan meneruskannya ke tanah hingga mencapai kedalaman tertentu. Pondasi harus dirancang agar beban yang diteruskan tidak melebihi daya dukung tanah, karena hal tersebut dapat menyebabkan penurunan berlebihan hingga keruntuhan struktur (Hidayatulloh et al., 2025).

Pondasi adalah struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah, atau bagian bangunan yang terletak di bawah permukaan tanah yang mempunyai fungsi memikul beban bagian bangunan lain di atasnya (Aziz & Yogaswara, 2025).

Pada wilayah pesisir, dua jenis pondasi yang umum digunakan adalah pondasi sumuran dan pondasi tiang pancang. Pondasi sumuran merupakan pondasi peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi dalam, yang biasanya digunakan ketika lapisan tanah keras berada pada kedalaman tertentu sehingga pondasi dangkal tidak memungkinkan (Trinanda, 2021). Sementara itu, pondasi tiang pancang banyak diaplikasikan pada tanah berdaya dukung rendah seperti rawa, pesisir, atau lempung lunak karena mampu menyalurkan beban ke lapisan tanah yang lebih padat di kedalaman tertentu (Don et al., 2024). Tanah di wilayah pesisir umumnya memiliki tingkat kepadatan yang terbilang rendah hingga sedang. Kondisi tersebut menyebabkan kemampuan tanah dalam menahan beban sangat kecil dan berpotensi menimbulkan penurunan yang signifikan pada pondasi bangunan. Maka dari itu hal yang sangat penting yang harus dilakukan agar dapat mencegah kerusakan struktur bangunan yang didirikan di wilayah pesisir (Fahriani & Apriyanti, 2015). Pemilihan jenis pondasi yang tepat sangat dipengaruhi oleh karakteristik tanah setempat, sehingga diperlukan analisis yang komprehensif. Selain faktor teknis seperti kondisi dan karakteristik tanah, kapasitas daya dukung, aspek biaya konstruksi juga menjadi pertimbangan utama yang tidak dapat diabaikan (Abadi & Permana, 2021)

Dalam menganalisis kapasitas dukung pondasi, dibutuhkan data tanah yang akurat untuk menggambarkan kondisi lapisan bawah permukaan. Salah satu metode pengujian tanah yang umum digunakan adalah *Standard Penetration Test*/SPT. Selain itu, uji SPT juga merupakan metode yang banyak digunakan dalam survei geoteknik untuk mengidentifikasi litologi bawah permukaan serta memperkirakan daya dukung tanah. Proses pengeboran dan pelaksanaan SPT menghasilkan data yang akurat karena pengujian dilakukan langsung pada kondisi tanah di lapangan (Agustyan & Arif, 2020).

Proyek pembangunan Jembatan Gantung di Desa Cemara, Kecamatan Lembar, Kabupaten Lombok Barat, terletak di wilayah pesisir dengan karakteristik tanah pasir jenuh dan kepadatan sedang. Kondisi tanah seperti ini membutuhkan perencanaan pondasi yang cermat agar mampu menopang beban struktur dengan aman dan efisien. Oleh karena itu, pemilihan jenis pondasi yang sesuai dengan kondisi tanah menjadi aspek penting dalam perencanaan struktur bawah. Kondisi tanah seperti itu menuntut perencanaan pondasi yang jauh lebih cermat dan hati-hati.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pondasi tiang pancang umumnya lebih efektif pada tanah granular jenuh, sedangkan pondasi sumuran lebih sesuai pada tanah berlempung dengan kohesi tinggi (Simanjuntak, 2023), dan Namun demikian, penelitian yang secara khusus membandingkan kedua jenis pondasi tersebut pada kondisi tanah pasir jenuh pesisir masih terbatas.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memberikan perbandingan daya dukung pondasi sumuran dengan pondasi tiang pancang pada tanah pesisir berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT). Lokasi penelitian ini dilakukan pada proyek Jembatan Gantung di desa Cemara, Kecamatan Lembar, Kabupaten Lombok Barat, yang merupakan wilayah pesisir yang memiliki kondisi tanah dengan daya dukung relatif rendah. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi teknis dan menjadi referensi dalam menentukan jenis pondasi yang sesuai pada kondisi tanah pesisir.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan analisis komparatif, yaitu membandingkan hasil perhitungan daya dukung pondasi sumuran dan pondasi tiang pancang pada tanah pesisir berdasarkan data hasil uji *Standard Penetration Test* (SPT). *Data Standard Penetration Test* (SPT) digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari *Detail Engineering Design* (DED) berdasarkan hasil penyelidikan tanah pada proyek pembangunan Jembatan Gantung di Desa Cemara, Kecamatan Lembar, Kabupaten Lombok Barat. Dalam penelitian ini digunakan beberapa asumsi desain pondasi untuk menyeragamkan analisis dan memudahkan perbandingan antar kedua jenis pondasi. Kondisi tanah pada lokasi penelitian ialah tanah pasir jenuh yang berada di wilayah pesisir, berdasarkan hasil uji *Standard Penetration Test* (SPT).

Pondasi tiang pancang diasumsikan memiliki diameter 0,5 m dengan kedalaman 6 m, serta dianalisis sebagai pondasi tiang tunggal dan pondasi tiang kelompok yang terdiri dari 64 buah tiang. Pondasi sumuran memiliki diameter 4 m dengan kedalaman 6 m, dan 2 buah pondasi sumuran sesuai dengan spesifikasi teknis *Detail Engineering Design* (DED). Berdasarkan (SNI 8640-2017) Persyaratan Perancangan Geoteknik, daya dukung izin pondasi diperoleh dengan membagi daya dukung ultimate pondasi tersebut terhadap faktor keamanan. Nilai faktor keamanan yang digunakan minimal 3 untuk pondasi dangkal atau minimal 2,5 untuk Pondasi dalam.

Muhammad Sapdi*, Hafiz Hamdani, Ari Ramadhan Hidayat: *Perbandingan Daya Dukung Pondasi Sumuran dengan Pondasi Tiang Pancang pada Tanah Pesisir Berdasarkan Data Standard Penetration Test (SPT) pada Jembatan Gantung Desa Cemara Kecamatan Lembar Kabupaten Lombok Barat*

Analisis ini dilakukan menggunakan pendekatan dalam perhitungan daya dukung pondasi sesuai metode Meyerhof (1976) dan Terzaghi (1943). Perhitungan ini mencakup daya dukung ujung tiang, daya dukung selimut, daya dukung ultimit, daya dukung izin, dan daya dukung tiang kelompok.

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada proyek Jembatan Gantung Desa Cemara, Kecamatan Lembar, Kabupaten Lombok Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat, dengan titik koordinat -8.728082°- 116.060305°. Lokasi proyek dapat dilihat pada **Gambar 1** berikut:



Gambar. 1 Lokasi Penelitian
(Sumber: Google Earth, 2025)

Data Teknis

Standard Penetration Test (SPT) digunakan untuk mendapatkan daya dukung tanah secara langsung, pengujian ini berasal dari Amerika Serikat yang dilakukan pada satu lubang bor dengan cara memasukkan tabung sampel dengan diameter 35 mm dan kedalam 305 mm. pada dasar lubang bor dilakukan tumbukan dengan suatu beban penumbuk dengan berat 140 lb setara dengan 63 kg dengan jumlah pukulan/kaki (*blows per foot*) biasa disebut dengan nilai N (*Na Value*) atau *Number of blow* (Nurjanah, 2023).

Berdasarkan data *Standard Penetration Test (SPT)* di lokasi proyek tersebut hingga kedalaman 50 meter, tanah di lokasi penelitian tersebut terdiri dari beberapa jenis tanah dan nilai SPT yang di sajikan dalam tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Jenis Tanah dan Nilai SPT

Kedalaman (m)	N- SPT	Jenis Tanah
0-1	3	Pasir Lanauan
1-27	3 – 28	Pasir Sedang
27-40	14 – 40	Lempung Lanauan (Organik)
40-42	26 – 30	Pasir Lanauan
42-50	26 - 50	Lempung Lanauan

(Sumber: CV. Rekeyasa Bumi Karya, 2023).

Pondasi yang digunakan pondasi sumuran dan pondasi tiang pancang. Pondasi tiang pancang berdiameter 0,5 m dengan kedalaman 6 m serta dianalisis sebagai pondasi tiang tunggal dan pondasi tiang kelompok yang terdiri dari 64 buah tiang. Pondasi sumuran berdiameter 4 m dengan kedalaman 6 m dan 2 buah pondasi sumuran. Data ini diperoleh dari spesifikasi teknis *Detail Engineering Design (DED)* yang berjudul “Perencanaan jembatan Gantung Cemare Tebel-Lembar, tahun 2023)

Metode analisis

Standard Penetration Test (SPT) merupakan suatu metode uji yang dilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui, baik perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh terganggu dengan teknik penumbukan. Dalam penelitian ini, data SPT digunakan sebagai dasar perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang dan pondasi sumuran menggunakan metode Meyerhof (1976) dan Terzaghi (1943). sehingga hasil analisis lebih menggambarkan kondisi tanah aktual di lapangan(Sinulingga et al., 2025).

Metode Meyerhof (1976) berdasarkan data *Standard Penetration Test* (SPT).

Pondasi Tiang Pancang

Daya dukung ujung tiang (Q_p)

dapat dihitung menggunakan rumus yang dikembangkan oleh Meyerhof (1976), yang digunakan untuk menentukan kapasitas dukung pada bagian ujung tiang sebagai berikut (Solaiman et al., 2022). Perhitungan daya dukung tiang menggunakan metode Meyerhof (1976) dilakukan melalui persamaan 1 dan 2.

$$Q_p = 4 \cdot A_p \cdot N_p \tag{1}$$

$$A_p = \pi r^2 \tag{2}$$

Dengan:

Q_p = Kapasitas dukung ujung tiang (ton)

A_p = Luas penampang ujung tiang (m)

N_p = Nilai N-SPT

Tahanan selimut tiang (Q_s)

dapat ditentukan menggunakan metode Meyerhof (1976), dengan perhitungan yang dijabarkan melalui persamaan 3 dan 4.

$$Q_s = \frac{A_s \text{ tiang} \times N}{50} \tag{3}$$

$$A_s = 2\pi r t \tag{4}$$

Dengan:

Q_s = Tahanan selimut tiang (ton)

A_s = Luas selimut tiang (m)

N = nilai N-SPT

Daya dukung ultimit (Q_{ult})

Daya dukung ultimit dapat dihitung dengan persamaan 5.

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s \tag{5}$$

Dengan:

Q_{ult} = daya dukung ultimit (ton)

Q_p = daya dukung ujung ultimit (ton)

Q_s = Tahanan selimut tiang (ton)

Daya dukung izin (Q_{all})

Daya dukung izin dapat dihitung dengan persamaan 6.

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} \tag{6}$$

Dengan:

Q_{all} = daya dukung izin (ton)

Q_{ult} = daya dukung ultimit (ton)

SF = faktor keamanan, biasanya 2–3 untuk tiang pancang (tergantung kondisi proyek dan standar)

Efisiensi Tiang (E_g)

Digunakan persamaan *Converse-Labarre* formula, Efisiensi tiang dapat dihitung dengan persamaan 7.

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n' - 1)m + (m - 1)n'}{90 \cdot m \cdot n'} \tag{7}$$

Dengan:

E_g = Efisiensi kelompok tiang (ton)

n' = jumlah tiang dalam kolom vertikal

m = jumlah tiang dalam baris horizontal

90 = konstanta dari empiris *Converse-Labarre*

θ = $\arctan d/s$ (dalam derajat)

Daya dukung kelompok tiang (Q_{tk})

Daya dukung kelompok tiang dapat dihitung menggunakan persamaan 8.

$$Q_{tk} = E_g \cdot n \cdot Q_{all} \tag{8}$$

Dengan:

- Qtk = daya dukung kelompok tiang
 Eg = efisiensi tiang
 n = jumlah tiang dalam satu grup
 Qall = daya dukung izin tiang

Pondasi sumuran

Dapat dihitung menggunakan rumus yang dikembangkan oleh Meyerhof (1976). Perhitungan daya dukung menggunakan metode Meyerhof (1976) dilakukan melalui persamaan 9 sampai 11.

$$q_a = 8 \times N \times \left(\frac{B+0.3}{B+1}\right)^2 \tag{9}$$

$$Q_{all} = q_a \times A_s \times n \tag{10}$$

$$A_s = \pi r^2 \tag{11}$$

Dengan:

Qall = daya dukung izin total pondasi (kN)

As = luasan pondasi (m²)

qa = Daya dukung izin pondasi sumuran (kN)

N = Nilai SPT

$\left(\frac{B+0.3}{B+1}\right)^2$ = Faktor koreksi ukuran pondasi

n = jumlah pondasi

Metode Terzaghi (1943) berdasarkan data *Standard Penetration Test (SPT)*.

Pondasi Tiang Pancang

Dapat dihitung menggunakan rumus yang dikembangkan oleh Terzaghi (1943), yang digunakan untuk menentukan kapasitas dukung pada bagian tahanan ujung ultimit sebagai berikut (Yusti, 2014). Untuk tahanan ujung ultimit metode terzaghi (1943) dapat di hitung dengan persamaan 12 sampai 14.

Tahanan ujung ultimit (Qb)

$$Q_b = A_b \times F_b \tag{12}$$

$$A_b = \frac{\pi D^2}{4} \tag{13}$$

Tahanan ujung ultimit (untuk pasir sedang)

$$F_b = 6 \times N \tag{14}$$

Dengan:

Qb = tahanan ujung ultimit (kN)

Ab = luas ujung bawah tiang (m²)

fb = tahanan ujung satuan tiang (kN/m)

N = Nilai SPT

D = Diameter tiang (m)

Tahanan gesek ultimit (Qs)

Tahanan gesek selimut dihitung dengan metode terzaghi (1943) dengan persamaan 15 sampai 17.

$$Q_s = A_s \times F_s \tag{15}$$

$$A_s = \pi \times D \times L \tag{16}$$

Tahanan ujung ultimit (untuk pasir sedang)

$$F_s = 2 \times N \tag{17}$$

Dengan:

Qs = tahanan gesek ultimit (kN)

As = luas selimut tiang (m²)

fs = tahanan gesek satuan tiang (kN/m)

N = nilai SPT

D = diameter tiang (m)

L = panjang tiang (m)

Kapasitas dukung ultimit tiang (Qult)

Dapat dihitung dengan persamaan 18.

$$Qult = Qb + Qs \quad (18)$$

Dengan:

Qult = Kapasitas dukung ultimit tiang (kN)

Qb = tahanan ujung ultimit (kN)

Qs = tahanan gesek ultimit (kN)

Kapasitas dukung izin (Qall)

Dapat dihitung dengan persamaan 19.

$$Qall = \frac{Qult}{SF} \quad (19)$$

Dengan:

Qall = Kapasitas dukung izin (kN)

Qult = daya dukung ultimit (kN)

SF = faktor keamanan 2-3

Pondasi Sumuran

Dapat dihitung menggunakan rumus yang dikembangkan oleh Terzaghi (1943), Untuk pondasi yang berbentuk sumuran, Terzaghi (1943) menyarankan persamaan daya dukung dengan nilai faktor-faktor daya dukung yang sama, hanya factor gesekan dinding pondasi diperhitungkan (Waruwu & Tanjung, 2022). dapat di hitung dengan persamaan 20 sampai 22

Daya dukung ujung (Qb)

$$Qb = qb \times Ap \quad (20)$$

$$Ap = \frac{\pi D^2}{4} \quad (21)$$

$$qb = 6 \times N \text{ (tanah non kohesif/ pasir)} \quad (22)$$

Dengan:

Qb = Daya dukung ujung total (kN)

Ap = luas dasar pondasi (m²)

qb = tahanan ujung satuan tiang (kN/m)

N = Nilai SPT

Perlawanan gesekan dinding pondasi (Qs)

Dihitung dengan metode terzaghi (1943) dengan persamaan 23 dan 24.

$$Qs = \pi D fs Df \quad (23)$$

Korelasi umum untuk tanah non kohesif (untuk pasir sedang)

$$fs = \alpha (2.N) \quad (24)$$

Dengan:

Qs = Perlawanan gesekan dinding pondasi (kN)

N = nilai SPT

D = diameter pondasi (m)

Df = kedalaman pondasi (m)

fs = faktor gesekan rata-rata (kN/m²)

Daya dukung ultimit total pondasi dalam (Qult)

Dihitung dengan metode terzaghi (1943) dengan persamaan 25.

$$Qult = Qb + Qs \quad (25)$$

Dengan:

Qult = Kapasitas dukung ultimit (kN)

Qb = tahanan ujung ultimit (kN)

Qs = tahanan gesek ultimit (kN)

Daya dukung izin pondasi dalam (Qall)

Dihitung dengan metode terzaghi (1943) dengan persamaan 26.

$$Qall = \frac{Qult}{SF} \quad (26)$$

Dengan:

Qall = Kapasitas dukung izin (kN)
 Qult = daya dukung ultimit (kN)
 SF = faktor keamanan 2-3

HASIL

1. Menghitung daya dukung pondasi tiang pancang dengan metode Meyerhof (1976)

Perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang

Menghitung daya dukung ujung tiang (Qp)

$$\begin{aligned} A_p &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \times 0,25^2 \\ &= 0,19625 \text{ m} = 0,6438 \text{ ft} \\ N_p &= 28 \\ Q_p &= 4 \cdot A_p \cdot N_p \\ &= 4 \times 0,6438 \times 28 \\ &= 72,1056 \text{ ton} \end{aligned}$$

Menghitung daya dukung selimut (Qs)

$$\begin{aligned} A_s &= 2\pi r t \\ &= 2 \times 3,14 \times 0,25 \times 6 \\ &= 9,42 \text{ m}^2 = 101,396 \text{ ft}^2 \\ Q_s &= \frac{A_s \text{ tiang} \times N}{50} \\ &= \frac{101,396 \times 28}{50} \\ &= 56,781 \text{ ton} \end{aligned}$$

Menghitung daya dukung ultimate (Qult)

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= Q_p + Q_s \\ &= 72,106 + 56,781 \\ &= 128,88 \text{ ton} \end{aligned}$$

Menghitung daya dukung izin (Qall)

$$\begin{aligned} Q_{all} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\ &= \frac{128,88}{2,5} \\ &= 51,552 \text{ ton} \end{aligned}$$

Menghitung efisiensi Tiang (Eg)

$$\begin{aligned} E_g &= 1 - \theta \frac{(n' - 1)m + (m - 1)n'}{90 \cdot m \cdot n'} \\ &= 1 - 18,43^\circ \frac{(8 - 1)8 + (8 - 1)8}{90 \times 8 \times 8} \\ &= 0,64 \end{aligned}$$

Menghitung daya dukung tiang kelompok (Qtk)

$$\begin{aligned} Q_{tk} &= E_g \cdot n \cdot Q_{all} \\ &= 0,64 \times 64 \times 51,552 \\ &= 2111,57 \text{ ton} = 20707,43 \text{ kN} \end{aligned}$$

2. Menghitung daya dukung pondasi sumuran dengan metode Meyerhof (1976)

Perhitungan daya dukung izin pondasi sumuran

$$\begin{aligned} q_a &= 8 \times N \times \left(\frac{B + 0,3}{B + 1} \right)^2 \\ &= 8 \times 28 \times \left(\frac{4 + 0,3}{4 + 1} \right)^2 \\ &= 165,67 \text{ kN/m}^2 \\ A_s &= \pi r^2 \\ &= 3,14 \times 2^2 \end{aligned}$$

Muhammad Sapdi*, Hafiz Hamdani, Ari Ramadhan Hidayat: *Perbandingan Daya Dukung Pondasi Sumuran dengan Pondasi Tiang Pancang pada Tanah Pesisir Berdasarkan Data Standard Penetration Test (SPT) pada Jembatan Gantung Desa Cemara Kecamatan Lembar Kabupaten Lombok Barat*

$$\begin{aligned}
 &= 12,56 \text{ m}^2 \\
 \text{Qall} &= q_a \times A_s \times n \\
 &= 165,67 \times 12,56 \times 2 \\
 &= 4161,63 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

3. Menghitung daya dukung pondasi tiang pancang dengan metode Terzaghi (1943)

Perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang

Tahanan ujung ultimit (Qb)

$$\begin{aligned}
 A_b &= \frac{\pi D^2}{4} \\
 &= \frac{3,14 \times 0,5^2}{4} \\
 &= 0,19625 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Tahanan ujung ultimit (untuk pasir sedang)

$$\begin{aligned}
 F_b &= 6 \times N \\
 &= 6 \times 28 \\
 &= 168 \text{ kN/m}^2 \\
 Q_b &= A_b \times F_b \\
 &= 0,19625 \times 168 \\
 &= 32,97 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Tahanan gesek ultimit (Qs)

$$\begin{aligned}
 A_s &= \pi \times D \times L \\
 &= 3,14 \times 0,5 \times 6 \\
 &= 9,42 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Tahanan gesek satuan (untuk pasir sedang)

$$\begin{aligned}
 F_s &= 2 \times N \\
 &= 2 \times 28 \\
 &= 56 \text{ kN/m}^2 \\
 Q_s &= A_s \times F_s \\
 &= 9,42 \times 56 \\
 &= 527,52 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Kapasitas dukung ultimit tiang (Qult)

$$\begin{aligned}
 Q_{ult} &= Q_b + Q_s \\
 &= 32,97 + 527,52 \\
 &= 560,49 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Kapasitas dukung izin (Qall)

$$\begin{aligned}
 Q_{all} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\
 &= \frac{560,49}{2,5} \\
 &= 224,196 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Menghitung efisiensi Tiang (Eg)

$$\begin{aligned}
 E_g &= 1 - \theta \frac{(n' - 1)m + (m - 1)n'}{90 \cdot m \cdot n'} \\
 &= 1 - 18,43^\circ \frac{(8 - 1)8 + (8 - 1)8}{90 \times 8 \times 8} \\
 &= 0,64
 \end{aligned}$$

Menghitung daya dukung tiang kelompok (Qtk)

$$\begin{aligned}
 Q_{tk} &= E_g \cdot n \cdot Q_{all} \\
 &= 0,64 \times 64 \times 224,196
 \end{aligned}$$

$$= 9183,07 \text{ kN}$$

4. Menghitung daya dukung pondasi sumuran dengan metode Terzaghi (1943)

Perhitungan daya dukung pondasi Sumuran

Daya dukung ujung (Qb)

$$\begin{aligned} A_p &= \frac{\pi D^2}{4} \\ &= \frac{3,14 \times 4^2}{4} \\ &= 12,56 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_b &= 6 \times N \text{ (tanah non kohesif/ pasir)} \\ &= 6 \times 28 \\ &= 168 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_b &= A_p \times q_b \\ &= 12,56 \times 168 \\ &= 2110,08 \text{ kN} \end{aligned}$$

Perlawanan gesekan dinding pondasi (Qs)

$$\begin{aligned} f_s &= \alpha (2 \cdot N) \\ &= 0,7 (2 \times 28) \\ &= 39,2 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_s &= \pi D f_s D_f \\ &= 3,14 \times 4 \times 39,2 \times 6 \\ &= 2954,112 \text{ kN} \end{aligned}$$

Daya dukung ultimit total pondasi dalam (Qult)

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= Q_b + Q_s \\ &= 2110,08 + 2954,112 \\ &= 5064,192 \text{ kN} \end{aligned}$$

Daya dukung izin pondasi dalam (Qall)

$$\begin{aligned} Q_{all} &= \frac{Q_{ult}}{SF} \\ &= \frac{5064,192}{2,5} \\ &= 2025,677 \text{ kN} \end{aligned}$$

Menghitung efisiensi tiang (Eg)

$$\begin{aligned} E_g &= 1 - \theta \frac{(n' - 1)m + (m - 1)n'}{90 \cdot m \cdot n'} \\ &= 1 - 35,75^\circ \frac{(2 - 1)1 + (1 - 1)2}{90 \times 1 \times 2} \\ &= 0,8 \end{aligned}$$

Menghitung daya dukung tiang kelompok (Qtk)

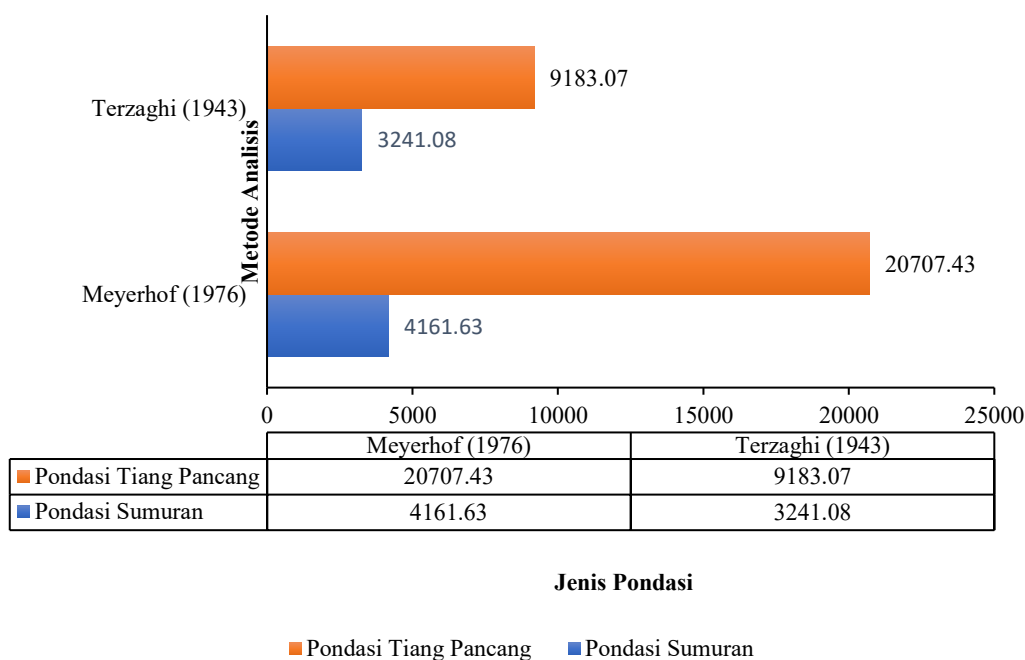
$$\begin{aligned} Q_{tk} &= E_g \cdot n \cdot Q_{all} \\ &= 0,8 \times 2 \times 2025,677 \\ &= 3241,08 \text{ kN} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan daya dukung pondasi menggunakan data uji *standart penetration test (SPT)*, di peroleh nilai daya dukung tiang kelompok (Qtk) untuk pondasi tiang pancang dan pondasi sumuran dengan menggunakan metode Meyerhof (1976) dan Terzaghi (1943). Hasil perhitungan dapat di lihat pada **Tabel 2** dan **Gambar 2**.

Tabel 2. Hasil perhitungan daya dukung izin menggunakan kedua metode analisis berdasarkan data SPT

Metode Analisis	Daya dukung tiang kelompok (Qtk – kN)	
	Pondasi Tiang Pancang	Pondasi Sumuran
Meyerhof (1976)	20707,43	4161,63
Terzaghi (1943)	9183,07	3214,08

Sumber: hasil perhitungan menggunakan metode Meyerhof (1976) dan Terzaghi (1943)



Gambar 2. Grafik perhitungan daya dukung tiang kelompok (Qt) (Sumber: Grafik hasil perhitungan, 2025)

Berdasarkan hasil pada tabel 2 dan gambar 2, dapat dilihat bahwa nilai daya dukung tiang kelompok (Qt) pondasi tiang pancang lebih besar di dibandingkan dengan pondasi sumuran pada kedua metode analisa. Pada metode Meyerhof (1976), pondasi tiang pancang memiliki nilai daya dukung kelompok sebesar 20707,43 kN, sedangkan pondasi sumuran sebesar 4161,63 kN. Hal ini menunjukkan bahwa pondasi tiang pancang mampu menahan beban lebih besar di dibandingkan pondasi sumuran pada kondisi tanah yang sama.

Sementara itu, pada metode Terzaghi (1943) diperoleh daya dukung pondasi tiang pancang sebesar 9183,07 kN, dan pondasi sumuran sebesar 3241,08 kN. Dari hasil tersebut terlihat bahwa pondasi tiang pancang juga memberikan kapasitas dukung yang jauh lebih tinggi dibandingkan pondasi sumuran

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan daya dukung pondasi menggunakan data uji *Standard Penetration Test (SPT)* dengan metode Meyerhof (1976) dan Terzaghi (1943), diperoleh bahwa pondasi tiang pancang memiliki daya dukung tiang kelompok (Qt) yang lebih besar dibandingkan pondasi sumuran pada kedua metode analisis. Pada metode Meyerhof (1976), daya dukung tiang kelompok pondasi tiang pancang sebesar 20707,43 kN, sedangkan pondasi sumuran hanya 4161,63 kN. Pada metode Terzaghi (1943), tiang pancang memiliki nilai 9183,07 kN, jauh lebih besar dibandingkan pondasi sumuran sebesar 3241,08 kN. Hasil tersebut menunjukkan secara konsisten bahwa pondasi tiang pancang mampu menahan beban vertikal yang lebih besar dibandingkan pondasi sumuran pada kondisi tanah yang sama.

Perbedaan ini terjadi karena beberapa faktor teknis. Pertama, tiang pancang bekerja melalui dua mekanisme utama, yaitu tahanan ujung (*end bearing*) dan tahanan selimut (*skin friction*) yang didistribusikan sepanjang batang tiang. Hal ini memberikan kontribusi kapasitas yang lebih besar dibandingkan pondasi sumuran, yang meskipun memiliki diameter besar, namun efisiensi gesekan dindingnya lebih rendah. Kedua, jumlah elemen pada kelompok tiang lebih banyak, sehingga total luas gesek kumulatif dan kontribusi beban kelompok secara signifikan lebih besar dibandingkan dua sumuran, meskipun luas penampang dasarnya disamakan. Ketiga, efek pemasangan tiang (khususnya tiang pancang tekan/dipancang) menyebabkan pemadatan tanah di sekitar tiang, sehingga meningkatkan nilai gesekan tanah–tiang. Sementara pada pondasi sumuran, proses pengeboran umumnya menyebabkan gangguan (*disturbance*) pada tanah dinding galian sehingga mengurangi nilai gesek efektif. Keempat, faktor empiris seperti nilai F_s , serta faktor α pada sumuran menghasilkan kontribusi gesekan yang lebih kecil dibanding tiang.

Selain itu pemilihan pondasi tiang pancang juga didasarkan pada kondisi tanah di lokasi penelitian. Dengan menggunakan tiang pancang, beban struktur dapat ditransfer langsung ke lapisan tanah yang lebih keras dan memiliki nilai N lebih tinggi, sehingga memberikan kapasitas dukung yang lebih besar sebagaimana ditunjukkan pada hasil perhitungan, di mana tiang pancang menghasilkan daya dukung tiang kelompok yang lebih besar dibanding pondasi

sumuran pada kedua metode analisis. Hal ini menjadikan tiang pancang lebih aman, lebih stabil, serta lebih sesuai untuk kondisi tanah pasir di lokasi penelitian.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa, meskipun luas ujung dan kedalaman pondasi telah disamakan, pondasi tiang pancang tetap memberikan kapasitas dukung yang lebih besar karena mekanisme kerja, interaksi tanah–struktur, efisiensi gesekan, dan konfigurasi kelompok tiang yang lebih menguntungkan. Oleh sebab itu, pada kondisi tanah serupa dan kebutuhan beban besar, pondasi tiang pancang merupakan pilihan yang lebih efektif dibandingkan pondasi sumuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, S. S., & Permana, S. (2021). Analisis Perbandingan Kapasitas Kuat Dukung Pondasi Bore Pile Berdasarkan Hasil Pengujian SPT dan CPT. 549–560.
- Agustyan, P. E., & Arif. (2020). Tiang Pancang Berdasarkan Pengujian *Cone Penetration Test* (CPT) Dan *Standard Penetration Test* (SPT) Pada Tanah Berpasir. *Perbandingan Daya Dukung*, 4(1), 1–15.
- Aziz, Z. A., & Yogaswara, D. (2025). Perbandingan Daya Dukung Pondasi Bored Pile Hasil Uji SPT dan Uji PDA pada Abutment Jembatan Fly Over Kopo Bandung. 247–258. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.23-2.1985>
- Don, M. E., Cempang, G. S. C., Haza, Z. F., & Darmawan, A. (2024). Analisis Perbandingan Pondasi Tiang Bore Pile Dan Pondasi Tiang Pancang Pada Gedung 5 Lantai Menggunakan Data N-Spt. *Jurnal Tekla*, 6(2), 88–100. <https://doi.org/10.35314/tekla.v6.i2.250>
- Fahriani, F., & Apriyanti, Y. (2015). Analisis Daya Dukung Tanah Dan Penurunan Pondasi Pada Daerah Pesisir Pantai Utara Kabupaten Bangka. *Jurnal*, 3, 89. [file:///C:/Users/Rehan/Downloads/1219-Article Text-2483-1-10-20190902.pdf](file:///C:/Users/Rehan/Downloads/1219-Article%20Text-2483-1-10-20190902.pdf)
- Hidayatulloh, S., Pascanawaty, M. S., Hamdani, H., & Fitriyudha, A. (2025). Pondasi Bored Pile Dengan Metode Manual Dan Software Allpile (Studi Kasus : Gedung Poltekkes Kemenkes Mataram).
- Kurniawan Widhitomo, M. A. (2025). Studi Perbandingan Produktivitas Teori Dan Realitas Pada Pekerjaan Konstruksi Keselamatan Pesisir Di Teluk Jakarta Tahap 6 Paket 4. 8(2), 674–680. <https://doi.org/10.33087/talentsipil.v8i2.952>
- Nurjanah, A. (2023). Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Dengan Metode Analitis Dan Metode Elemen Hingga (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Infrastruktur Green House Biodiversitas Lipi Cibinong – Bogor). 2(4), 31–41.
- Simanjuntak, W. (2023). Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Apartemen Princeton Boutique Living Medan.
- Sinulingga, A., Quality, U., Teknik, P., & Universitas, S. (2025). Analisis Perbandingan Daya Dukung Tanah Berdasarkan Data Spt Dan Cpt Ruko Sukses Ideal Comparative Analysis Of Soil Bearing Capacity. 4, 1–8.
- Solaiman, A. S., Talakua, E., & Latar, S. (2022). Analisis Pengaruh Review Design Terhadap Daya Dukung Fondasi Jembatan Wai Samaa / Pana Kabupaten Seram Bagian Barat. 2(September).
- SNI 8460 (2017). Badan Standarisasi Nasional Standar Nasional Indonesia “Persyaratan perancangan geoteknik 8460-2017.
- Trinanda, A. Y. (2021). Tinjauan Daya Dukung Pondasi Sumuran Pada Gedung-X Di Kota Bukittinggi. *Jurnal Rivet*, 1(01), 26–31. <https://doi.org/10.47233/rivet.v1i01.237>
- Waruwu, P. P., & Tanjung, D. (2022). Analisa Daya Dukung Pondasi Sumuran Di Kabupaten Deli Serdang. 1(1), 8–14.
- Yusti, A. (2014). Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Diverifikasi Dengan Hasil Uji *Pile Driving Analyzer Test Dan Capwap* (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Kantor Bank Sumsel Babel Di Pangkalpinang). 2, 19–31.