

ANALISIS KORELASI TEKANAN UJUNG SONDIR DAN BORING TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI TELAPAK

I Dewa Gede Wedha Pratama¹, I Wayan Wiraga², I.G.A.G Surya Negara Dwipa R.S³

¹Mahasiswa Sarjana Terapan Manajemen Proyek Konstruksi Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali-80364

^{2,3}Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali-80364

Email koresponden: dewawedha28@gmail.com

ABSTRACT

Rapid development growth necessitates thorough soil investigation to assess foundation bearing capacity, particularly for shallow foundations (footings). This study aims to analyze the correlation between cone penetration test (CPT) tip resistance (q_c) values and Standard Penetration Test (N-SPT) results in determining the bearing capacity of shallow foundations. Secondary data from two projects in Bali (Pura Titi Gonggang Access Road and Gianyar Police Headquarters Building) were quantitatively analyzed using a descriptive method with Excel software. The results show a significant empirical correlation between q_c and N-SPT with conversion equations $N = q_c \times 0.277$ and $q_c = N / 0.277$. This correlation facilitates estimation of soil parameters when only one type of test data is available, supporting more accurate and efficient foundation design. The study contributes to soil bearing capacity evaluation methodologies and serves as a reference for practitioners and academics in civil engineering.

Keywords : Soil Bearing Capacity, q_c and N-SPT correlation, Shallow Foundation, Standard Penetration Test (SPT), Cone Penetration Test (CPT).

ABSTRAK

Pertumbuhan pembangunan yang pesat mendorong pentingnya investigasi tanah untuk menilai daya dukung pondasi, khususnya pondasi telapak. Penelitian ini bertujuan menganalisis korelasi antara nilai tekanan ujung sondir (q_c) dan nilai Standard Penetration Test (N-SPT) dalam menentukan kapasitas daya dukung pondasi telapak. Data sekunder dari dua proyek di Bali (Akses Jalan Pura Titi Gonggang Karangasem dan Gedung Polres Gianyar) dianalisis secara kuantitatif dengan metode deskriptif menggunakan perangkat lunak Excel. Hasil menunjukkan korelasi empiris yang signifikan antara q_c dan N-SPT dengan persamaan konversi $N = q_c \times 0,277$ dan $q_c = N / 0,277$. Korelasi ini memudahkan estimasi parameter tanah apabila hanya tersedia salah satu data uji, sehingga mendukung perencanaan pondasi yang lebih akurat dan efisien. Penelitian ini memberikan kontribusi pada metodologi evaluasi daya dukung tanah dan dapat menjadi referensi bagi praktisi dan akademisi di bidang teknik sipil

Kata Kunci : Daya Dukung Tanah, Korelasi q_c dan N-SPT, Pondasi Telapak, Standard Penetration Test (SPT), Uji Sondir (CPT).

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang semakin pesat menuntut adanya percepatan pembangunan, baik di bidang fisik maupun non-fisik di berbagai wilayah. Upaya adanya pembangunan ini sangat membutuhkan keterlibatan aktif seluruh elemen masyarakat, termasuk juga pemerintah daerah. Dalam pelaksanaan pembangunan fisik, seperti mendirikan struktur bangunan, tanah memegang peranan yang krusial, karena fungsi tanah selain untuk menopang, tanah juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi.

Beban struktur yang terdiri di atas tanah akan diteruskan oleh pondasi ke tanah, sehingga tanah harus memiliki kemampuan yang cukup untuk menahan beban tersebut. Oleh karena itu, investigasi tanah menjadi langkah awal yang sangat penting dalam memperoleh data karakteristik tanah yang dibutuhkan, khususnya untuk perencanaan dan pelaksanaan pondasi telapak pada konstruksi bangunan[1].

Pondasi merupakan salah satu elemen struktural yang penting dalam bangunan karena berfungsi untuk menyalurkan beban struktur ke tanah dasar secara aman dan efisien. Daya dukung tanah sebagai tempat berdirinya pondasi sangat mempengaruhi stabilitas dan keamanan bangunan di atasnya. Oleh sebab itu, penentuan kapasitas daya dukung tanah yang akurat menjadi aspek fundamental pada proses perencanaan pondasi, khususnya pada pondasi telapak yang umum digunakan untuk bangunan bertingkat hingga menengah.

Salah satu metode yang biasanya digunakan dalam pengujian tanah adalah uji *Cone Penetration Test* (CPT) atau sondir dan metode boring. Dalam melakukan uji sondir dapat menghasilkan data berupa tekanan ujung (q_c) yang merepresentasikan kekuatan tanah dalam menahan beban vertikal, sedangkan uji boring menghasilkan informasi karakteristik tanah pada berbagai kedalaman, termasuk jenis tanah, kadar air, serta nilai *Standard Penetration Test* (SPT). Dengan adanya kombinasi dari kedua metode tersebut, diyakini dapat memberikan hasil penilaian daya dukung pondasi yang akurat.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis korelasi antara nilai tekanan ujung sondir dan hasil boring terhadap kapasitas daya dukung pondasi telapak. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan metodologi evaluasi daya dukung tanah yang lebih efektif serta menjadi referensi bagi praktisi dan akademisi di bidang teknik sipil, khususnya perencanaan pondasi bangunan[2].

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif kuantitatif. Metode ini merupakan pendekatan yang bertujuan untuk menggambarkan secara sistematis dan akurat karakteristik suatu objek penelitian dengan menggunakan data numerik atau data sekunder. Data sekunder yang dimaksud ini adalah data yang telah dikumpulkan dari instansi terkait kemudian dianalisis secara kuantitatif menggunakan perangkat lunak excel untuk menentukan koefisien korelasi dan menyusun persamaan yang menggambarkan hubungan antara nilai qc dan nilai N-SPT.

Teori Pondasi Telapak

(Bowles Joseph E.1991) menjelaskan bahwa pondasi dangkal atau pondasi telapak dinamakan sebagai alas, telapak, telapak tersebar atau pondasi rakit (cari bowles). Kedalaman pondasi ini pada umumnya $D/B \leq 1$ tetapi mungkin bisa saja lebih. Sedangkan menurut Terzaghi (1943) dalam Das (2004) pengertian dari pondasi dangkal itu sendiri ialah jika kedalaman pondasi lebih kecil atau sama dengan lebar pondasi, maka pondasi tersebut dapat dikatakan dangkal. Pondasi tersebut dapat dikatakan sebagai pondasi dangkal (*Shallow Foundation*). Selain itu Terzaghi (1943) dalam Das (2004) juga menyebutkan bahwa perambatan tegangan dalam struktur pondasi ke lapisan tanah di bawahnya yang merupakan lapisan penyangga lebih kecil atau sama dengan lebar pondasi ke lapisan tanah di bawahnya yang merupakan lapisan penyangga lebih kecil atau sama dengan lebar pondasi[3].

Stabilitas pondasi dangkal atau pondasi telapak dapat ditentukan dengan banyak cara dan stabilitas ini ditentukan oleh beberapa faktor. Pondasi telapak adalah jenis pondasi dangkal yang digunakan untuk mendukung struktur bangunan. Pondasi ini biasanya berbentuk lempeng atau dasar yang lebih lebar daripada kolom atau dinding yang didukungnya. Tujuannya adalah untuk mendistribusikan beban bangunan ke tanah di bawahnya. Adapun komponen dari pondasi telapak ini meliputi plat beton bertulang, dan dalam beberapa kasus penebalan di bagian bawah dapat menambah daya dukung. Keunggulan dari pondasi telapak terletak pada konstruksinya yang relatif sederhana dan biayanya yang lebih rendah dibandingkan dengan pondasi dalam.

Daya Dukung Pondasi Telapak

Pada umumnya untuk membangun atau menentukan sebuah pondasi dangkal atau pondasi telapak harus direncanakan, hal ini bertujuan untuk mampu mendukung beban rencana sedemikian rupa sehingga tidak terjadi keruntuhan pada sistem pondasi tanah dan tidak pula terjadi penurunan yang berlebihan. Pondasi dangkal atau pondasi telapak dapat berupa :

- a. Pondasi telapak, dimana pondasi ini yang berdiri sendiri dalam mendukung kolom,

- b. Pondasi memanjang, yaitu pondasi yang digunakan untuk mendukung dinding memanjang atau digunakan untuk mendukung sederetan kolom yang berjarak dekat, sehingga bila dipakai pondasi telapak sisi-sisinya akan berimpit satu sama lain,
- c. Pondasi rakit (*Raft Foundation* atau *Mat Foundation*), yaitu pondasi yang digunakan untuk mendukung bangunan yang terletak pada tanah lunak atau digunakan bila susunan kolom kolom kolom jaraknya dekat disemua arahnya, sehingga bila dipakai pondasi telapak, sisi- sisinya akan berimpit satu sama lain.

Pondasi dangkal atau pondasi telapak juga memiliki dua kriteria yang harus dipenuhi dalam merencanakan sebuah pondasi, yaitu:

1. Pondasi harus mampu mendukung beban hingga nilai keamanan tertentu. Nilai keamanan (faktor keamanan = *safety factor*) yang biasanya diadopsi untuk sebuah pondasi.
2. Pondasi harus tetap ditempat dan tidak bergerak hingga batas toleransi tertentu.
3. Sedangkan batas toleransi pergerakan (pergeseran dan/atau penurunan) bervariasi tergantung kepada jenis dan fungsi bangunan yang didukung oleh sistem pondasi-tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Data Proyek

Dalam penulisan ini data yang digunakan adalah data sekunder dari dua proyek yang telah dilakukan pengujian tanah, yaitu pengujian sondir (CPT) dan Standartd Penetration Test (SPT).

Proyek Perencanaan Akses Menuju Pura Titi Gonggang Karangasem

Lingkup pekerjaan dari proyek ini terdiri atas pengeboran sebanyak 1 titik dengan kedalaman sampai mencapai 8.0 meter. Pengambilan sampel disturbed /undisturbed diambil pada saat pengeboran untuk keperluan penyelidikan laboratorium. Tes SPT (Standar Penetrasi Tes) dilakukan pada lubang bor pada interval 2.0 meter. Pengujian sondir sebanyak 2 titik menggunakan sondir berkapasitas 2,5 ton dengan kedalaman pengujian sampai mencapai tanah keras atau sampai mencapai kapasitas maksimum kedalaman rod sondir yang bisa dicapai (20 meter).

Proyek Perencanaan Gedung Polres Gianyar.

Lingkup pekerjaan dari proyek ini terdiri atas pengeboran sebanyak 1 titik dengan kedalaman sampai mencapai 12.0 meter. Pengambilan sampel disturbed /undisturbed diambil pada saat pengeboran untuk keperluan penyelidikan laboratorium. Tes SPT (Standar Penetrasi Tes) dilakukan pada lubang bor pada interval 2.0 meter. Pengujian sondir sebanyak 3 titik menggunakan sondir berkapasitas 2,5 ton dengan kedalaman pengujian mencapai tanah keras atau sampai mencapai kapasitas maksimum kedalaman rod sondir yang bisa dicapai (20 meter).

Analisis Korelasi Hasil Uji Sondir (qc) dengan Nilai N-SPT dalam Perhitungan Daya Dukung Pondasi telapak

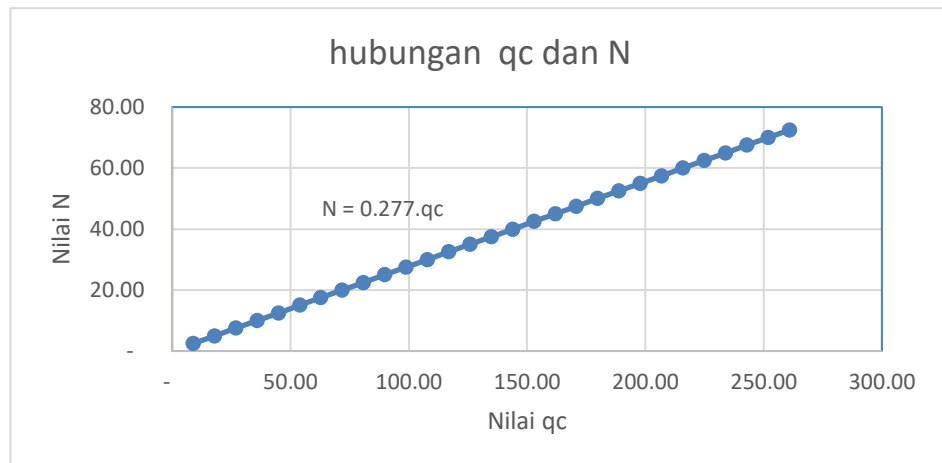
Uji sondir (Cone Penetration Test/CPT) dan uji boring (Standartd Penetration Test/SPT) merupakan dua metode yang umum digunakan di bidang kontruksi untuk mengukur karakteristik tanah, terutama dalam menentukan daya dukung pondasi telapak. Korelasi antara nilai qc dari hasil uji sondir dan nilai N-SPT sangat membantu dalam memperkirakan daya dukung tanah ketika hanya salah satu data yang tersedia, sehingga mendukung proses desain pondasi yang lebih andal.

Nilai qc (kg/cm^2) merupakan hasil dari uji sondir (CPT), yang menunjukkan besarnya tahanan ujung konus saat penetrasi ke dalam tanah, sedangkan Nilai N-SPT (pukulan) dihasilkan dari uji SPT, yang merupakan jumlah pukulan yang dibutuhkan untuk menembus lapisan tanah sedalam 30 cm menggunakan drop hammer standar.

Maka korelasi antara qc dan N dapat digunakan untuk mengonversi data dari satu metode ke metode lain, mempermudah estimasi parameter tanah khususnya pada lokasi yang hanya terdapat salah satu hasil pengujian. Dengan memiliki data nilai qc dan N-SPT, engineer dapat memperkirakan daya dukung pondasi telapak secara lebih komprehensif dan meningkatkan akurasi rekomendasi pondasi menggunakan korelasi pada tabel dan grafik dibawah.

Tabel 1 Padanan Nilai qc (sondir) dan N (SPT)

Padanan nilai qc (sondir) dan N (SPT)		
Daya dukung (t/m^2)	nuilai qc (kg/cm^2)	Nilai N (pukulan)
3	9,00	2,50
6	18,00	5,00
9	27,00	7,50
12	36,00	10,00
15	45,00	12,50
18	54,00	15,00
21	63,00	17,50
24	72,00	20,00
27	81,00	22,50
30	90,00	25,00
33	99,00	27,50
36	108,00	30,00
39	117,00	32,50
42	126,00	35,00
45	135,00	37,50
48	144,00	40,00
51	153,00	42,50
54	162,00	45,00
57	171,00	47,50
60	180,00	50,00
63	189,00	52,50
66	198,00	55,00
69	207,00	57,50
72	216,00	60,00
75	225,00	62,50
78	234,00	65,00
81	243,00	67,50
84	252,00	70,00
87	261,00	72,50



Gambar 1. Hubungan qc dan N

Menentukan nilai N pada proyek jalan titi gonggang

Berikut penulis memaparkan hasil uji sondir (nilai qc) pada berbagai kedalaman tanah di proyek akses Jalan Titi Gonggang di Karangasem, seperti diperlihatkan di tabel 2. Untuk memperoleh estimasi nilai N (jumlah pukulan Standard Penetration Test/SPT) pada kedalaman yang sama, digunakan pendekatan korelasi empiris dengan mengalikan nilai qc dengan faktor 0,277, sesuai dengan ketentuan dari data sebelumnya.

Korelasi ini sangat bermanfaat, terutama saat hanya tersedia data uji sondir (qc), tetapi dibutuhkan parameter SPT (N) untuk desain pondasi dan analisis daya dukung tanah. Nilai N hasil konversi ini dapat digunakan sebagai dasar memperkirakan kekuatan dan karakteristik tanah pada setiap kedalaman. Berdasarkan persamaan pada tabel 1, maka data yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 2 dibawah.

Tabel 2 Korelasi Nilai qc dengan Nilai N untuk Proyek Titi Gonggang

Kedalaman m	Nilai qc	Nilai N (qc x 0,277)
0,40	23,90	6,62
0,60	25,90	7,17
0,80	28,60	7,92
1,00	32,10	8,89
1,20	36,30	10,06
1,40	39,60	10,97
1,60	45,00	12,47

1,80	50,40	13,96
2,00	55,40	15,35
2,20	57,90	16,04
2,40	59,90	16,59
2,60	59,90	16,59
2,80	58,90	16,32
3,00	55,80	15,46
3,20	51,60	14,29
3,40	50,40	13,96
3,60	49,80	13,79
3,80	50,00	13,85
4,00	51,50	14,27
4,20	50,50	13,99
4,40	50,80	14,07
4,60	53,00	14,68
4,80	54,90	15,21
5,00	53,30	14,76
5,20	50,80	14,07
5,40	47,00	13,02
5,60	44,50	12,33
5,80	47,80	13,24
6,00	48,80	13,52
6,20	52,10	14,43
6,40	53,60	14,85
6,60	55,60	15,40
6,80	56,90	15,76
7,00	59,10	16,37
7,20	63,50	17,59
7,40	63,50	17,59
7,60	63,50	17,59
7,80	65,40	18,12
8,00	77,00	21,33
8,20	99,80	27,64

8,40	106,90	29,61
8,60	116,30	32,22
8,80	124,60	34,51
9,00	138,80	38,45
9,20	165,00	45,71
9,40	250,00	69,25

Menentukan nilai qc berdasarkan nilai N pada proyek gedung kantor Polresta Gianyar

Berikut penulis memaparkan hasil uji boring (nilai N) pada berbagai kedalaman tanah di proyek gedung kantor Polres Gianyar. Untuk memperoleh estimasi nilai qc pada kedalaman yang sama, digunakan pendekatan korelasi empiris dengan membagi nilai N dengan faktor 0,277, sesuai dengan ketentuan dari data sebelumnya.

Korelasi ini sangat bermanfaat, terutama saat hanya tersedia data uji boring (N-SPT), tetapi dibutuhkan nilai qc untuk desain pondasi dan analisis daya dukung tanah. Nilai qc hasil konversi ini dapat digunakan sebagai dasar memperkirakan kekuatan dan karakteristik tanah pada setiap kedalaman.

Tabel 3. Korelasi Nilai N dengan Nilai qc untuk Proyek Polres Gianyar

Kedalaman m	Nilai N	Nilai qc
2,00	6,00	21,66
4,00	12,00	43,32
6,00	3,00	10,83
8,00	5,00	18,05
10,00	24,00	86,64
12,00	50,00	180,51

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil oleh penulis dari hasil analisis data sekunder kedua proyek diatas adalah

1. Nilai N-SPT terbukti dapat mempermudah proses estimasi daya dukung tanah, terutama pada lokasi yang hanya memiliki salah satu data pengujian, sehingga proses dalam merencanakan pembangunan pondasi dapat lebih efisien dan praktis.
2. Persamaan konversi $N=qc \times 0,277$ atau $qc = N/0,277$ dapat memberikan hasil yang konsisten dalam memperkirakan karakteristik tanah dan daya dukung pondasi telapak berdasarkan data uji lapangan sondir maupun SPT.
3. Kombinasi antara menggunakan kedua metode pengujian yakni sondir dan boring memberikan akurasi yang lebih baik dalam mengevaluasi kondisi tanah untuk perencanaan pondasi, sehingga resiko kesalahan perencanaan dapat diminimalkan.
4. Hasil penelitian ini juga dapat berkontribusi terhadap pengembangan evaluasi daya dukung tanah yang lebih efektif dan dapat dijadikan referensi dalam praktik teknik sipil dan akademis, khususnya pada proyek pembangunan fasilitas umum.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Bria, A. Alwi, and A. Aprianto, "Korelasi Daya Dukung Tanah Dasar yang Didapat dari Hasil Uji Sondir, DCP dan Hand Penetrometer," *JeLAST J. PWK, Laut, Sipil, Tambang*, vol. 7, no. 1, pp. 1–10, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHMS/article/viewFile/40241/75676585697>
- [2] S. Supriyanto, "ANALISA DAYA DUKUNG TANAH BERDASAR DATA : SONDIR, NSPT dan LABORATORIUM (Studi Kasus di BTN Hamzy Makassar)," *J. Kalibr. Karya Lintas Ilmu Bid. Rekayasa Arsitektur, Sipil, Ind.*, vol. 5, no. 1, pp. 105–114, 2022, doi: 10.37721/kalibrasi.v5i1.975.
- [3] E. Kalogo, K. R. Bela, and P. Sianto, "Analisis Penurunan Segera pada Pondasi Telapak Berdasarkan Nilai Daya Dukung Terzaghi, Mayerhof, Brinch Hansen, dan Vesic," *J. Tek. Sipil ITP*, vol. 8, no. 1, p. 3, 2021, doi: 10.21063/jts.2021.v801.03.
- [5] R. Solikhin, "Perkembangan dan Urgensi Penerapan Online Dispute Resolution (ODR) dalam Penyelesaian Sengketa Perdagangan Elektronik di Indonesia," *Padjadjaran Law Rev.*, vol. 11, no. 1, pp. 66–80, 2023, doi: 10.56895/plr.v11i1.1235.
- [6] Dipohusodo, Istimawan. Struktur Beton Bertulang: Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03

Departemen Pekerjaan Umum RI. Gramedia pustaka utama, 1994.

- [7] Kerzner. (2006), Panduan Aplikasi Proyek Konstruksi, Yudhistira, Jakarta.