

## Studi Komparatif Nilai qc uji Sondir melalui Metode Statistik Beda Berpasangan

### *Comparative Study of QC Values in Cone Penetration Test Using Paired Difference Statistical Method*

Muhammad Hilman Nur Ikrom<sup>1</sup> M. Rifki Alfaries<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

email: [muhammadhlmn.23@gmail.com](mailto:muhammadhlmn.23@gmail.com)

<sup>2</sup>Mahasiswa Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

email: [rifikalfaries123@gmail.com](mailto:rifikalfaries123@gmail.com)

#### Abstract

*This study aims to analyze the differences in cone resistance (qc) obtained from Cone Penetration Test (CPT) measurements conducted at the same location in two different years, 2023 and 2024. Variations in qc values over time are important to evaluate because changes in soil conditions such as moisture, density, and environmental activities may influence soil bearing capacity. The data used in this research are secondary CPT results collected from the football field area of Universitas Muhammadiyah Jember. The analysis was carried out using IBM SPSS Statistics. Normality testing was performed using the Shapiro–Wilk method, considering that the number of samples was less than 30. The results show that both qc datasets from 2023 and 2024 are not normally distributed, which necessitated the use of the non-parametric Wilcoxon Signed-Rank Test. The Wilcoxon test produced a p-value of 0.244 (>0.05), indicating that there is no statistically significant difference between the qc values measured in 2023 and 2024 despite several observed increases and decreases at individual depths. These findings suggest that temporal variations in qc at the study location do not significantly affect cone resistance and that the soil's bearing characteristics remain relatively stable over the observed period. This study contributes to the understanding of temporal soil behavior evaluation in geotechnical engineering.*

**Keywords :** Cone Penetration Test, qc value, Wilcoxon test, Soil investigation, Comparative analysis.

#### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan dalam tahanan kerucut (qc) yang diperoleh dari pengukuran Uji Penetrasi Kerucut (CPT) yang dilakukan di lokasi yang sama dalam dua tahun yang berbeda, 2023 dan 2024. Variasi nilai qc dari waktu ke waktu penting untuk dievaluasi karena perubahan kondisi tanah seperti kelembaban, kepadatan, dan aktivitas lingkungan dapat memengaruhi daya dukung tanah. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil CPT sekunder yang dikumpulkan dari area lapangan sepak bola Universitas Muhammadiyah Jember. Analisis dilakukan dengan menggunakan IBM SPSS Statistics. Pengujian normalitas dilakukan dengan menggunakan metode *Shapiro–Wilk*, dengan mempertimbangkan bahwa jumlah sampel kurang dari 30. Hasil menunjukkan bahwa kedua dataset qc dari tahun 2023 dan 2024 tidak terdistribusi normal, yang mengharuskan penggunaan Uji *Wilcoxon Signed-Rank* non-parametrik. Uji *Wilcoxon* menghasilkan nilai p sebesar 0,244 (>0,05), yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang berarti secara statistik antara nilai qc yang diukur pada tahun 2023 dan 2024 meskipun terdapat beberapa peningkatan dan penurunan yang teramati pada masing-masing kedalaman. Temuan ini menunjukkan bahwa variasi temporal qc di lokasi penelitian tidak secara signifikan memengaruhi resistensi kerucut dan karakteristik daya dukung tanah relatif stabil selama periode pengamatan. Penelitian ini berkontribusi pada pemahaman evaluasi perilaku tanah temporal dalam rekayasa geoteknik.

**Kata Kunci:** Uji Penetrasi Kerucut, Nilai qc, Uji Wilcoxon, Investigasi tanah, Analisis komparatif.

## 1.PENDAHULUAN

Tanah adalah Satu elemen yang tak terpisahkan dalam perencanaan struktur Teknik sipil. Setiap jenis tanah memiliki karakteristik yang berbeda, sehingga membutuhkan penanganan yang berbeda, baik secara mekanik maupun kimia[1].

Dalam penentuan suatu analisa kapasitas dukung tanah, perlu diadakan suatu penyelidikan tanah[2]. Pada beberapa tipe tanah, sangat rentan terhadap dampak pengambilan, oleh karena itu dilakukan analisis tanah secara langsung di lokasi. Pengujian di lokasi sangat bermanfaat untuk memahami sifat-sifat tanah dalam menopang beban pondasi tanpa terpengaruh oleh kerusakan. Salah satu penyelidikan tanah langsung di lapangan yaitu Uji CPT (*Cone Penetration Test*) atau uji sondir. Adapun tujuan dari penyelidikan tersebut yaitu untuk mengetahui perlawanan penetrasi conus ( $Q_c$ ) dan gambaran lekat tanah pada biconus ( $H$ )[3].

Uji sondir atau *Cone Penetration Test* (CPT) merupakan salah satu teknik yang paling umum digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik teknis tanah[4]. Parameter tahanan kerucut ( $q_c$ ) yang diperoleh dari CPT sering digunakan sebagai indikator utama yang menunjukkan kekuatan geser dan kepadatan tanah pada kedalaman tertentu[5]. Penelitian terbaru oleh [6] menegaskan bahwa parameter  $q_c$  sangat terkait dengan jenis tanah dan indeks plastisitas. Hal ini menjadikannya indikator penting dalam rekayasa geoteknik modern.

Nilai  $q_c$  dapat bervariasi secara signifikan akibat perubahan kadar air, densitas, dan kondisi drainase pada saat pengujian[7]. Menurut [8] perbedaan kondisi fisik tanah dan kelembapannya dapat menyebabkan variasi hasil  $q_c$ , bahkan di titik yang berdekatan. Oleh karena itu, membandingkan nilai  $q_c$  di lokasi yang sama pada waktu atau tahun yang berbeda penting untuk memahami bagaimana perubahan kondisi tanah dapat mempengaruhi nilai tahanan kerucut. Studi-studi ini dapat membantu menilai perubahan daya dukung tanah akibat faktor alami atau aktivitas manusia[9].

Sebagian besar penelitian sebelumnya hanya berfokus pada hubungan antara nilai  $q_c$

dan faktor tanah lainnya[10], seperti N-SPT atau jenis tanah[11]. Namun, penelitian yang membandingkan nilai  $q_c$  di lokasi yang sama tetapi pada waktu pengujian yang berbeda masih terbatas, terutama di Indonesia. Variasi temporal dapat memberikan wawasan berharga mengenai perubahan karakteristik tanah dari waktu ke waktu. Kekurangan penelitian ini menyoroti perlunya studi yang menggunakan pendekatan statistik untuk menguji perbedaan signifikan antara waktu pengujian.

Studi ini bertujuan untuk membandingkan nilai  $q_c$  dari uji penetrasi kerucut yang dilakukan di titik dan lokasi yang sama pada tahun yang berbeda, khususnya 2023 dan 2024, kami akan menggunakan uji normalitas *Shapiro-Wilk* dan uji non-parametrik *Wilcoxon Signed-Rank Test* untuk membandingkan kedua dataset. Analisis ini diharapkan memberikan pemahaman yang jelas tentang seberapa besar nilai  $q_c$  dapat berubah akibat perubahan kondisi tanah dari tahun ke tahun.

Hasil dari penelitian ini seharusnya memberikan kontribusi ilmiah bagi studi geoteknik, khususnya dalam mengevaluasi perubahan dari waktu ke waktu pada parameter  $q_c$ . Penelitian ini juga dapat menjadi panduan bagi para insinyur dan perencana yang perlu menilai kembali daya dukung tanah untuk proyek konstruksi yang telah berjalan selama beberapa tahun. Selain itu, penelitian ini menambah literatur lokal tentang karakteristik tanah di area penelitian, yang dapat berguna untuk studi geoteknik di masa depan.

## 2.METODOLOGI

Metode kuantitatif komparatif digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan perbedaan nilai resistensi cone ( $q_c$ ) hasil uji sondir pada lokasi yang sama tetapi pada waktu yang berbeda, yaitu pada tahun 2023 dan 2024. Data sekunder yang digunakan untuk penelitian ini berasal dari hasil uji sondir yang dilakukan di area lapangan sepak bola Universitas Muhammadiyah Jember. Tujuan memilih lokasi yang sama adalah untuk memastikan bahwa perbedaan nilai  $q_c$  tidak disebabkan oleh variasi lokasi, tetapi oleh perubahan kondisi tanah dari waktu ke waktu.

Uji normalitas dan uji non-parametrik Wilcoxon digunakan untuk menilai distribusi data memenuhi asumsi parametrik[12]. Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan nyata antara kedua periode pengujian, analisis dilakukan menggunakan program statistik IBM SPSS dengan tingkat signifikansi ( $\alpha$ ) = 0,05. Jika hasilnya kurang dari 0,05, maka ada perbedaan[13].

### 3.HASIL DAN PEMBAHASAN

#### a.Pengaplikasian dalam SPSS

Data-data ini adalah informasi yang didapatkan dari penelitian yang dilakukan secara langsung. Data berpasangan hasil dari survei di lapangan dibawah ini akan di uji dalam uji beda berpasangan.Dapat dilihat dari kedalaman 0-1,2m, nilai qc pada tahun 2024 secara konsisten cenderung lebih rendah dibandingkan dengan qc 2023,Namun peningkatan signifikan mulai terlihat pada kedalaman 1,4m, Dimana qc 2024 mencapai angka 30,34 jauh berada di atas qc 2023 yang memiliki angka 11,98

Berikut merupakan data nilai qc2023 dan 2024 yang di dapat dari hasil survei di lapangan sepak bola universitas Muhammadiyah jember yang akan di Kelola ke dalam perangkat lunak atau aplikasi IBM SPSS

**Tabel 1.** Hasil Survei Lapangan

No	Kedalaman	(qc)2023	(qc)2024
1	0	0,00	0.00
2	0,2	6,39	2,40
3	0,4	11,98	4,39
4	0,6	11,18	5,59
5	0,8	11,98	5,19
6	1	7,98	8,78
7	1,2	15,97	14,37
8	1,4	11,98	30,34
9	1,6	11,98	39,92
10	1,8	12,78	54,29
11	2	11,98	81,44
12	2,2	39,92	73,46
13	2,4	55,89	78,25
14	2,6	87,83	79,84
15	2,8	79,84	87,83
16	3	119,77	87,83

Sumber:hasil survei di lapangan

Langkah selanjutnya melakukan uji normalitas terhadap dua data berpasangan yaitu qc 2023 dan 2024 didalam perangkat lunak IBM SPSS dengan tahapan explore lalu mengaktifkan uji normalitasnya untuk mengetahui normal atau tidak data tersebut.

#### b.uji beda menggunakan Shapiro-wilk

**Tabel 2.** Tests of Normality

Tests of Normality						
	Kolmogoro			Shapiro-		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
qc2023	352	6	000	739	6	.000
qc2024	209	6	060	833	6	.008
a. Lilliefors Significance Correction						

Sumber:Hasil dari Perhitungan IBM SPSS

Uji normalitas dilakukan untuk mengecek apakah data qc di tahun 2023 dan 2024 terdistribusi secara normal atau tidak. Uji dilakukan dengan dua cara, yakni *Kolmogorov-Smirnov* dan *Shapiro-Wilk*. Namun dalam penelitian ini kami menerapkan metode Shapiro-Wilk. karena jumlah data <30[14]a, sehingga uji normalitas menggunakan *Shapiro-wilk* lebih direkomendasikan untuk ukuran sampel kecil karena memiliki Tingkat sensitivitas yang lebih tinggi dalam mendeteksi penyimpangan distribusi data dibandingkan dengan Kolmogorov-Smirnov.

Berdasarkan hasil pengujian qc,data 2023 memiliki nilai signifikan 0,00 ,sedangkan data qc 2024 memiliki nilai signifikan 0,008.Kedua nilai tersebut berada di bawah batas signifikansi 0,05.Dengan demikian,dapat disimpulkan bahwa baik data qc 2023 dan 2024 tidak terdistribusi secara normal.Hasil ini menunjukkan bahwa analisis statistik lanjutan tidak bisa menggunakan uji parametrik seperti *paired T-test*.karena kedua dataset tidak berdistribusi normal,analisis dilanjutkan menggunakan *Wilcoxon Signed-Rank Test* yang merupakan alternatif non-parametrik untuk data berpasangan.Menurut[15].

Nilai ini berada jauh di atas batas signifikan 0,05 yang biasa dilakukan dalam penelitian. Artinya, meskipun ada beberapa titik yang mengalami peningkatan dan ada juga beberapa lainnya yang mengalami penurunan, secara statistik perubahan itu belum menunjukkan perbedaan yang signifikan.

### c. uji non-parametrik Wilcoxon

**Tabel 3.** *Wilcoxon Signed-Rank Test*

<b>Wilcoxon Signed Ranks Test</b>				
<b>Ranks</b>				
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
qc2024 qc2023	Negative Ranks	7 <sup>a</sup>	5.64	39.50
	Positive Ranks	8 <sup>b</sup>	10.06	80.50
	Ties	1 <sup>c</sup>		
	Total	16		
a. qc2024 < qc2023				
b. qc2024 > qc2023				
c. qc2024 = qc2023				

Sumber: Hasil dari perhitungan IBM SPSS

Jika diperhatikan dari table ranks diatas, perubahan nilai qc antara tahun 2023 dan 2024 sebenarnya tidak berjalan ke suatu arah yang jelas. Pada table ranks terdapat 7 titik yang nilai qc-nya menurun pada tahun 2024, sementara itu 8 titik justru menunjukan adanya peningkatan. Selain itu, terdapat 1 titik yang nilainya tetap sama. Tabel ini menunjukan bahwa data mengalami variasi perubahan. Sebagian naik dan Sebagian lainnya menurun.

Namun, dalam table ini hanya menunjukan bahwa memiliki arah perubahannya, bukan menentukan apakah perubahan tersebut cukup kuat atau bermakna secara statistik.

**Tabel 4.** *Test Statistic*

<b>Test Statistics<sup>a</sup></b>	
	qc2024 - qc2023
Z	-1.165 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.244
a. Wilcoxon Signed Ranks Test	
b. Based on negative ranks.	

Sumber : perhitungan dalam IBM SPSS

Pada table *Test statistic* ini terlihat nilai *p-value* yang diperoleh adalah 0,244.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data QC untuk tahun 2023 dan 2024 di lokasi yang sama, uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa kedua kumpulan data tidak mengikuti distribusi normal. Karena hal ini, kami menggunakan Uji *Wilcoxon Signed-Rank* non-parametrik untuk membandingkan nilai QC. Uji Wilcoxon menghasilkan tingkat signifikansi berada di angka 0,244, yang lebih besar dari 0,05. Ini mengindikasikan bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara nilai QC untuk tahun 2023 dan 2024. Meskipun ada beberapa kedalaman yang menunjukkan peningkatan atau penurunan QC, perubahan ini tidak cukup signifikan. Dengan demikian, karakteristik kerucut tanah di lokasi penelitian relatif stabil sepanjang waktu.

## REFERENSI

- [1] F. N. Landangkasiang *et al.*, "Analisis geoteknik tanah lempung terhadap penambahan limbah gypsum," vol. 8, no. 2, pp. 197–204, 2020.
- [2] S. N. Fitri and E. W. Pradana, "Perencanaan Pondasi Gerbang Tol Kutaneegara Proyek Tol Jakarta-Cikampek Ii Berdasarkan Data Cone Penetration Test (Cpt)," *J. Ris. Rekayasa Sipil*, vol. 6, no. 2, p. 113, 2023, doi: 10.20961/jrrs.v6i2.68619.
- [3] M. B. T. J. Muhammad Berry Tan Junior, M. A. D. Saputro, and M. A. D. Saputro, "Studi Komparatif Jenis Fondasi Yang Optimal Untuk Perencanaan Gedung Rektorat Undaris Dengan Kondisi Tanah Berdasarkan Hasil Uji Sondir," 2025.
- [4] D. P. Solin and F. Estikhamah, "Investigation of relationship between cone penetration test and unit weight in cohesive soil (Study case: Gunung Anyar District)," *E3S Web Conf.*, vol. 328, pp. 2–5, 2021, doi:

- 10.1051/e3sconf/202132810007.
- [5] B. Stuyts, W. Weijtjens, C. S. Jurado, C. Devriendt, and A. Kheffache, "A Critical Review of Cone Penetration Test-Based Correlations for Estimating Small-Strain Shear Modulus in North Sea Soils," *Geotechnics*, vol. 4, no. 2, pp. 604–635, 2024, doi: 10.3390/geotechnics4020033.
- [6] M. Jocz and M. Lefik, "Correlation between Cone Penetration Test parameters, soil type, and soil liquidity index using long short-term memory neural network," *Stud. Geotech. Mech.*, vol. 45, no. s1, pp. 405–415, 2023, doi: 10.2478/sgem-2023-0023.
- [7] P. K. Robertson, "Evaluation of flow liquefaction and liquefied strength using the cone penetration test: an update," *Can. Geotech. J.*, vol. 59, no. 4, pp. 620–624, 2022, doi: 10.1139/cgj-2020-0657.
- [8] A. A. P. Onggosandojo, T. Harianto, and S. H. Nur, "Study on the Correlation of CPT value to Soil Parameters," *Int. Assoc. Lowl. Technol.*, vol. 23, no. 3, pp. 47–55, 2021.
- [9] A. K. Putri, A. Triarso, and S. Pd, "Analisis Daya Dukung Tanah Dengan Metode Uji Sondir Di Rumah Sakit Kabupaten Kediri Provinsi Jawa Timur," *Viteks*, vol. 2, no. 2, pp. 45–50, 2024, [Online]. Available: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/viteks/article/download/62442/47608/142729>
- [10] A. Gunasti, N. Melina, M. Maulidani, M. Haykal, and A. Milya, "Analisis Komparatif Pengujian Sondir Menggunakan Konus Dan Bikonus Dalam Menilai Kapasitas Daya Dukung Tanah Studi Kasus : Pembangunan Rusunawa Universitas Muhammadiyah Jember Comparative Analysis Of Sondir Tests Using Conus And Biconus In Assessing The Ca," vol. 5, no. 3, pp. 403–413, 2024.
- [11] U. Mangidi, A. Minmahddun, E. Ngii, R. Sriyani, and Sulha, "Prediction of SPT Value Based on Cone Penetration Test at Intake Water Project of Wolo River, Southeast Sulawesi," *Indones. Geotech. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 45–52, 2023, doi: 10.56144/igi.v2i1.33.
- [12] F. Habibzadeh, "Data Distribution: Normal or Abnormal?," *J. Korean Med. Sci.*, vol. 39, no. 3, pp. 1–8, 2024, doi: 10.3346/jkms.2024.39.e35.
- [13] A. Gunasti, R. B. Setiawan, M. L. Ariadana, and A. Hamdani, "Perbandingan Nilai Mahasiswa Teknik Sipil Kelas C Universitas Muhammadiyah Jember Sebelum Dan Sesudah Menerima Materi Uji T Data Berpasangan Dengan Metode Penugasan," *Smart Teknol.*, vol. 5, no. 3, pp. 330–337, 2024.
- [14] N. Khatun, "Applications of Normality Test in Statistical Analysis," *Open J. Stat.*, vol. 11, no. 01, pp. 113–122, 2021, doi: 10.4236/ojs.2021.111006.
- [15] O. Y. Ardiansyah, A. Gunasti, and S. F. Yanuar, "Efektivitas Pekerjaan Beton Precast dan Konvensional pada Pekerjaan Struktur Bangunan 2 Lantai Effectiveness of Precast and Conventional Concrete Works on 2-Storey Building Structure Works," vol. 6, no. 5, pp. 588–602, 2025.