

PERBANDINGAN PARAMETER KUAT GESER TANAH BERDASARKAN KORELASI HASIL PENYELIDIKAN LAPANGAN DENGAN UJI LABORATORIUM

I Made Aryatirta Predana¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Udayana,
Jl. Raya Kampus Unud Jimbaran, Badung, Bali
e-mail: aryatirta@unud.ac.id

ABSTRAK

Penyelidikan lapangan seperti *Cone Penetration Test* (CPT) atau uji sondir dan *Standard Penetration Test* (SPT) sangat umum dilakukan dalam memenuhi persyaratan geoteknik untuk perancangan infrastruktur di suatu lokasi. Bila penyelidikan lapangan tersebut dilengkapi dengan pengujian sampel tanah di laboratorium, informasi data-data sifat fisik dan mekanis tanah terutama kuat geser tanah akan sangat berguna dalam memahami karakteristik tanah di lokasi tersebut. Namun, apabila hanya dilakukan penyelidikan lapangan tanpa adanya pengujian laboratorium, terdapat alternatif untuk menggunakan persamaan-persamaan korelasi berdasarkan studi-studi empiris yang telah dilakukan. Dalam penelitian ini, parameter kuat geser tanah hasil korelasi uji lapangan dengan hasil uji laboratorium akan dibandingkan untuk menganalisis akurasi dari penggunaan persamaan korelasi yang telah tersedia tersebut. Penelitian menggunakan lima sampel tanah pada empat lokasi berbeda yang tersebar di area Kota Denpasar dan Kabupaten Badung, Provinsi Bali. Lima sampel tanah ini memiliki kelengkapan data yang sama yaitu hasil uji sondir dan uji SPT sampai kedalaman lima meter serta minimum satu hasil pengujian laboratorium di masing-masing lokasi. Hasil perhitungan dan analisis menunjukkan bahwa penggunaan persamaan korelasi untuk mendapatkan parameter kuat geser tanah memiliki hasil yang cukup jauh berbeda dengan hasil pengujian laboratorium dengan rentang selisih sekitar 10-35%. Oleh karena itu, baik penyelidikan lapangan maupun pengujian laboratorium memiliki fungsi dan peran saling melengkapi untuk memberikan pemahaman karakteristik tanah pada suatu lokasi secara komprehensif. Pemahaman parameter tanah yang diperlukan dalam mendesain berperan sangat vital untuk dapat menentukan kebutuhan penyelidikan tanah yang sesuai dengan fungsinya.

Kata kunci: sondir, SPT, sampel laboratorium, kuat geser, korelasi

PENDAHULUAN

Pemahaman karakteristik tanah pada suatu lokasi sangat penting untuk dilakukan sebelum mendesain suatu bangunan. Oleh karena itu, perlu diadakan penyelidikan tanah untuk memahami karakteristik tanah tersebut. Penyelidikan tanah dapat berupa pengujian langsung di lapangan maupun pengambilan sampel tanah untuk diuji di laboratorium. Metode penyelidikan tanah yang dipilih perlu disesuaikan dengan parameter tanah yang dibutuhkan dalam desain bangunan. Namun, pertimbangan pemilihan metode penyelidikan tanah yang dilakukan seringkali juga dibatasi oleh biaya yang minim untuk mengadakan penyelidikan tanah tersebut. Sehingga, hasil penyelidikan lapangan seperti uji sondir atau *Cone Penetration Test* (CPT) dan boring dengan *Standard Penetration Test* (SPT) menjadi umum digunakan dalam desain geoteknik.

Kekurangan dari penyelidikan lapangan tanpa melakukan uji laboratorium adalah minimnya informasi mengenai karakteristik tanah secara mendetail, contohnya kekuatan geser tanah. Beberapa persamaan korelasi yang terdapat dalam berbagai pustaka geoteknik dapat digunakan untuk menginterpretasikan hasil penyelidikan lapangan tersebut. Dalam penelitian ini, hasil penyelidikan lapangan berupa CPT dan SPT dari beberapa lokasi di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung, Bali akan diinterpretasikan dengan persamaan korelasi untuk mendapatkan parameter kuat geser tanah. Selanjutnya, parameter hasil korelasi ini akan dibandingkan dengan hasil uji laboratorium terhadap sampel tanah pada lokasi yang ditinjau. Kedua hasil ini akan dibandingkan untuk memahami apakah hasil korelasi penyelidikan lapangan dengan



menggunakan persamaan korelasi dari beberapa studi sebelumnya dapat diandalkan untuk mendapatkan parameter kuat geser tanah pada suatu lokasi.

KAJIAN PUSTAKA

Penyelidikan lapangan dengan uji sondir (CPT) dan *Standard Penetration Test* (SPT)

Penyelidikan lapangan yang umum digunakan untuk mendapatkan data karakteristik tanah adalah *Cone Penetration Test* (CPT) dan *Standard Penetration Test* (SPT). CPT atau yang dikenal umum juga dengan uji sondir dilakukan dengan penetrasi konus pada tanah lalu dicatat besar penetrasi konus (PK dan q_c) serta jumlah perlawanan (JP) pada setiap kedalaman 20 cm. Selanjutnya, dapat dihitung hambatan lekat (HL) pada tiap kedalaman dan jumlah kumulatifnya disebut sebagai jumlah hambatan lekat (JHL). Pada uji sondir juga didapatkan besar friction ratio (Rf) yang dapat digunakan sebagai penentuan tipe perilaku tanah secara empiris. Tata cara pelaksanaan penyelidikan tanah dengan alat sondir secara rinci terdapat pada SNI 2827:2008 tentang cara uji penetrasi lapangan dengan alat sondir dan SNI 8460:2017 tentang persyaratan perancangan geoteknik.

Uji SPT di lapangan juga dilakukan dengan melakukan penetrasi pada tanah, namun perbedaannya adalah penetrasi dilakukan bersamaan dengan pengeboran dengan teknik penumbukan. Palu SPT seberat 63,5 kg dijatuhkan secara berulang dengan tinggi jatuh yang telah ditetapkan sebesar 0,76 meter. Setiap tahapan pukulan dilakukan sedalam tiap 150 mm. Secara umum dilakukan tiga tahap pukulan, dimana total pukulan pada tahap kedua dan ketiga disebut sebagai nilai N SPT atau N_{60} . Nilai N terukur dari pengujian di lapangan perlu untuk dikoreksi berdasarkan pengaruh efisiensi tenaga terhadap alat pengeboran yang digunakan, panjang batang, dan diameter lubang bor. Nilai SPT yang dikoreksi terhadap pengaruh efisiensi tenaga 60% disebut sebagai $(N_1)_{60}$ SPT. Tata cara pelaksanaan pengujian dan penetrasi lapangan dengan SPT dipaparkan secara rinci pada SNI 4153:2008 tentang cara uji penetrasi lapangan dengan SPT.

Penyelidikan kuat geser tanah di laboratorium dengan uji kuat tekan-bebas (UCT) dan uji kuat geser langsung (*Direct Shear*)

Besar kuat geser tanah dinyatakan dengan parameter kuat geser yaitu nilai kohesi (C) dan sudut geser dalam (Φ). Pengujian laboratorium yang dapat digunakan untuk mendapatkan parameter kuat geser tersebut adalah uji kuat tekan-bebas tanah kohesif (*Unconfined Compression Test*, UCT) dan uji kuat geser langsung tanah terkonsolidasi dan terdrainase (*Direct Shear*). Pada UCT, sampel tanah yang digunakan adalah tanah kohesif berbentuk silinder dimana sampel tanah diberikan pembebanan aksial tanpa adanya tahanan keliling (tidak terkekang). Pembebanan yang dilakukan beserta tegangan dan regangan yang terjadi lalu dicatat hingga sampel mencapai kondisi maksimumnya dan tidak dapat menahan beban kembali. Hasil pengujian UCT berupa q_u yaitu kuat tekan bebas serta S_u atau C_u yaitu kuat geser *undrained*. Penjelasan tata cara pengujian UCT dijelaskan secara lengkap pada SNI 3638:2012 tentang metode uji kuat tekan-bebas tanah kohesif.

Pengujian laboratorium lainnya untuk mendapatkan parameter kuat geser suatu sampel tanah adalah uji geser langsung. Pengujian geser langsung pada sampel tanah dilakukan dengan membebani sampel tanah dalam kotak geser hingga didapatkan besar deformasi secara vertikal dan horizontal serta waktu pembebanan sampai sampel tanah bergeser. Uji geser langsung pada umumnya dilakukan beberapa kali pada sebuah sampel tanah dengan bermacam-macam tegangan normal. Harga tegangan-tegangan normal dan harga tegangan geser yang didapat dengan melakukan beberapa kali pengujian dapat digambarkan pada sebuah grafik dan selanjutnya dapat ditentukan harga-harga parameter kekuatan geser berupa nilai c' (kohesi) dan Φ' (sudut geser dalam). Tata cara pelaksanaan uji geser langsung diatur lebih dalam pada SNI 2813:2008 tentang cara uji kuat geser langsung tanah terkonsolidasi dan terdrainase.

Korelasi parameter tanah hasil uji lapangan dengan uji laboratorium

Hasil pengujian geoteknik di lapangan dengan CPT dan SPT dapat dikorelasikan secara empiris dengan parameter kuat geser tanah. Mochtar (2006; *revised* 2012) merangkum korelasi parameter tanah baik tanah kohesif dan tanah non-kohesif seperti ditunjukkan pada Tabel 1 dan Tabel 2. Rangkuman informasi pada Tabel 1 dapat dijadikan acuan untuk menentukan konsistensi tanah berdasarkan nilai penetrasi konus dan

nilai N SPT serta nilai kuat geser undrained seperti hasil UCT tanah kohesif. Sedangkan informasi pada Tabel 2 menunjukkan acuan kondisi kepadatan tanah non-kohesif terhadap nilai kepadatan relatif, besar N SPT, taksiran nilai sudut geser dan besar berat volume tanah jenuh.

Tabel 6. Korelasi parameter tanah untuk tanah kohesif (Mochtar, 2006; revised 2012)

Konsistensi Tanah	Taksiran Nilai Penetrasi Konus, q_c (kg/cm ²)	Taksiran Nilai N SPT, harga N	Taksiran Nilai Kekuatan Geser Undrained, c_u	
			kPa	ton/m ²
Sangat lunak (<i>very soft</i>)	0 - 10	0 - 2.5	0 - 12.5	0 - 1.25
Lunak (<i>soft</i>)	10 - 20	2.5 - 5	12.5 - 25	1.25 - 2.5
Menengah (<i>medium</i>)	20 - 40	5 - 10	25 - 50	2.5 - 5.0
Kaku (<i>stiff</i>)	40 - 75	10 - 20	50 - 100	5.0 - 10.
Sangat kaku (<i>very stiff</i>)	75 - 150	20 - 40	100 - 200	10. - 20.
Keras (<i>hard</i>)	> 150	> 40	> 200	> 20.

Tabel 7. Korelasi parameter tanah untuk tanah non-kohesif (Mochtar, 2006; revised 2012)

Kondisi Kepadatan	Kepadatan Relatif, R_d (%)	Taksiran Nilai N SPT, harga N	Taksiran Nilai Sudut Geser, Φ (°)	Taksiran Nilai Berat Volume Jenuh, γ_{sat} (ton/m ³)
Sangat renggang (<i>very loose</i>)	0 - 15	0 - 4	0 - 28	< 1.60
Renggang (<i>loose</i>)	15 - 35	4 - 10	28 - 30	1.50 - 2.00
Menengah (<i>medium</i>)	35 - 65	10 - 30	30 - 36	1.75 - 2.10
Rapat (<i>dense</i>)	65 - 85	30 - 50	36 - 41	1.75 - 2.25
Sangat rapat (<i>very dense</i>)	85 - 100	> 50	41*	-

Selain menggunakan tabel korelasi parameter tanah secara empiris, terdapat juga beberapa persamaan korelasi hasil pengujian lapangan untuk mendapatkan parameter kuat geser tanah. Dengan hasil pengujian sondir di lapangan, nilai penetrasi konus bisa dikorelasikan untuk mendapatkan nilai sudut geser tanah, ϕ' sesuai persamaan (1) berdasarkan Roberson dan Campanella (1983) pada Kulhawy dan Mayne (1990) dan tegangan geser *undrained*, c_u sesuai persamaan (2) oleh Anagnostopoulos, et al. (2003) berikut:

$$\phi' = \tan^{-1} \left[0.1 + 0.38 \log \left(\frac{q_c}{\sigma'_o} \right) \right] \quad (1)$$

$$c_u = \frac{q_c - \sigma_o}{N_k} \quad (2)$$

Dengan ϕ' = sudut geser tanah, q_c = penetrasi konus, σ'_o = tegangan vertikal efektif, c_u = tegangan geser *undrained*, σ_o = tegangan vertikal total, dan N_k = faktor daya dukung ≈ 18.3 untuk semua jenis konus.

Hasil pengujian SPT di lapangan juga dapat dikorelasikan dengan persamaan korelasi yang dikembangkan oleh Schmertmann (1975) pada Kulhawy dan Mayne (1990) untuk mendapatkan nilai sudut geser tanah, ϕ' serta persamaan dari Kulhawy dan Mayne (1990) untuk mendapatkan nilai kuat tekan bebas, q_u yang dapat digunakan untuk mencari nilai kohesi tanah. Persamaan-persamaan korelasi ini ditunjukkan pada persamaan (3) dan (4) berikut:

$$\phi' = \tan^{-1} \left[\frac{N_{60}}{12.2 + 20.3 \left(\frac{\sigma'_o}{p_a} \right)} \right]^{0.34} \quad (1)$$

$$\frac{q_u}{p_a} = 0.58 N_{60}^{0.72} \quad (2)$$

Dengan ϕ' = sudut geser tanah, N_{60} = Nilai N SPT, σ'_o = tegangan vertikal efektif, p_a = tekanan atmosfer (101.330 N/m² = 10,33 ton/m²), dan q_u = kuat tekan bebas.

METODOLOGI DAN DATA PENELITIAN

Penelitian ini menganalisis hasil data sondir, data uji SPT, dan hasil uji kuat geser sampel tanah di laboratorium pada beberapa lokasi di Bali khususnya Kota Denpasar dan Kabupaten Badung, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Lokasi data tanah pada penelitian ini cukup menyebar karena menyesuaikan ketersediaan data hasil uji lapangan dan laboratorium, dengan dibatasi kedalaman yang ditinjau adalah sebesar 5 meter dari permukaan tanah. Rincian daerah penelitian adalah sebagai berikut:

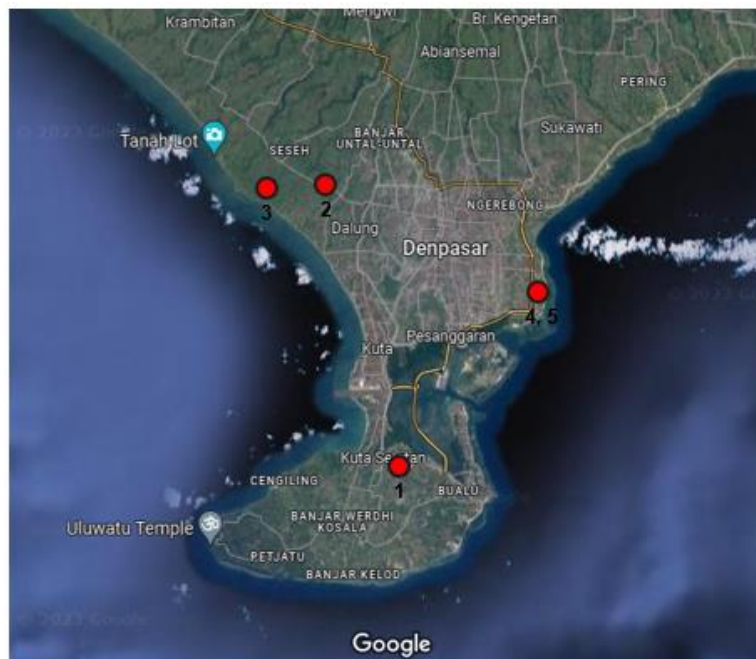
Titik sondir S-1 dan bor B-1 di Jimbaran, Badung.

Titik sondir S-2 dan bor B-2 di Canggu, Badung.

Titik sondir S-3 dan bor B-3 di Pererenan, Badung.

Titik sondir S-4 serta bor B-4 dengan meninjau dua kedalaman berbeda di Sanur, Denpasar.

Hasil data uji sondir pada tiap lokasi berupa nilai penetrasi konus (q_c) dan jumlah hambatan lekat (JHL) tiap kedalaman 20 cm hingga mencapai kedalaman yang dibatasi sebesar 5 meter. Hasil pengeboran dan uji SPT mendapatkan jenis sampel tanah dan nilai SPT terkoreksi $(N_1)_{60}$ SPT. Selanjutnya hasil pengujian sondir dan SPT pada masing-masing lokasi akan digunakan dalam analisis korelasi dengan persamaan korelasi yang telah dijabarkan di Tinjauan Pustaka. Sedangkan hasil pengujian laboratorium yang dapat menjadi pembanding dari korelasi hasil pengujian lapangan adalah berupa hasil parameter kuat geser tanah berupa nilai kohesi dan sudut geser tanah serta berat volume tanah. Seluruh hasil pengujian laboratorium ini ditunjukkan pada Tabel 3.



Gambar 69. Lokasi penyelidikan tanah

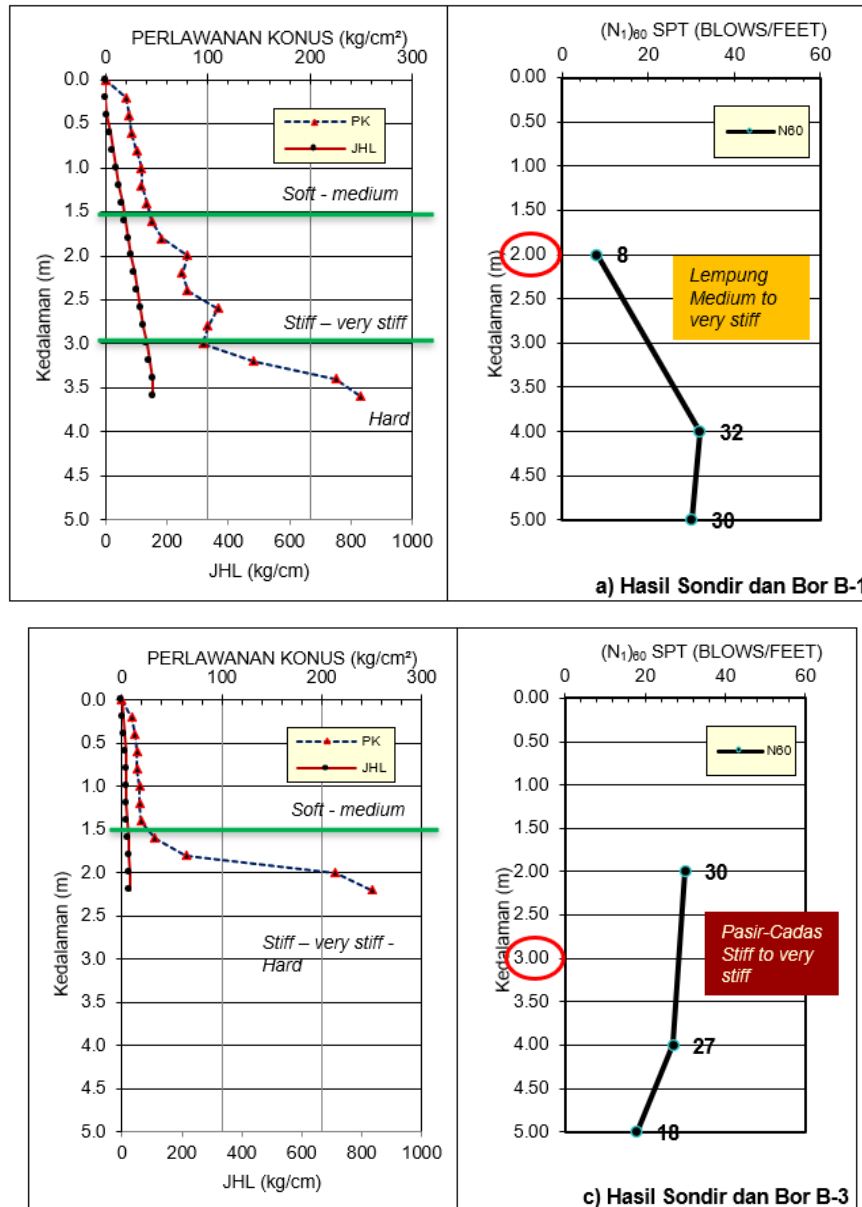
Tabel 8. Rekapitan hasil uji laboratorium dari berbagai lokasi sebagai pembanding korelasi lapangan

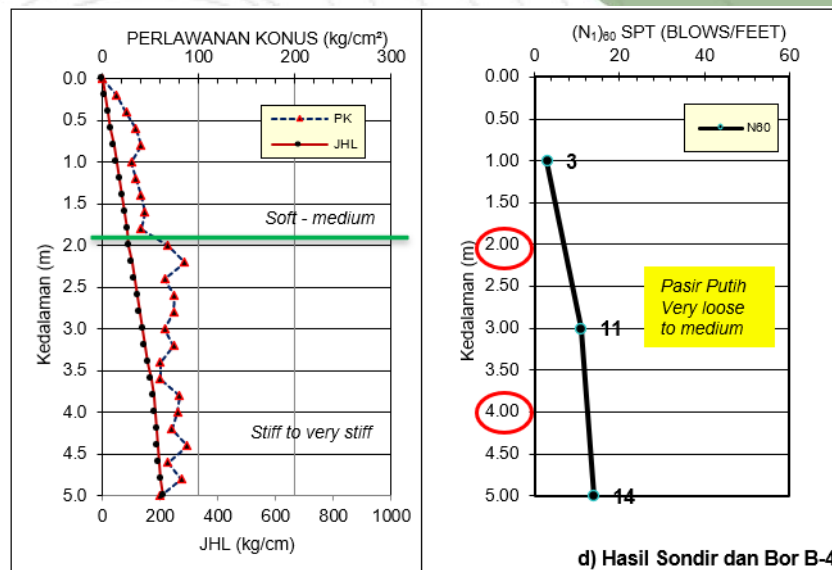
No	Lokasi	Kedalaman Sampel	Jenis Tanah	Berat volume, γ (kN/m ³)	Sudut Geser, ϕ (°)	Kohesi, C (kN/m ²)
1	Jimbaran, Badung	2 m	Lempung	15.70	0.00	0.20
2	Canggu, Badung	2 m	Pasir cadas	16.97	26.73	0.88
3	Pererenan, Badung	3 m	Pasir cadas abu-abu	12.74	53.13	0.00
4	Sanur, Denpasar	2 m	Pasir putih kecoklatan	15.71	50.89	0.08
5		4 m		14.65	55.37	0.00

KoNTekS17

Konferensi Nasional Teknik Sipil ke-17

Data dari pengujian sondir dan bor di empat lokasi penelitian ditampilkan pada Gambar 70. Kedalaman tanah ditunjukkan pada bagian kiri gambar, dengan grafik pertama di tiap lokasi menunjukkan hasil uji sondir dengan nilai penetrasi konus ditunjukkan oleh sumbu horizontal bagian atas dan nilai jumlah hambatan lekat oleh sumbu horizontal bagian bawah. Grafik kedua adalah hasil uji SPT dengan nilai N SPT koreksi dan kedalaman yang diberi lingkaran merah adalah sesuai dengan data uji lab yang telah dijabarkan pada Tabel 2. Seluruh data uji sondir dan bor pada Gambar 70 dapat dikorelasikan dengan Tabel 1 dan Tabel 2 untuk menentukan deskripsi tanah pada tiap lokasi.





Gambar 70. Data pengujian sondir dan bor dari lokasi a) Titik 1, b) Titik 2, c) Titik 3, dan d) Titik 4

Data hasil penyelidikan uji sondir S-1 di Jimbaran, Badung seperti ditunjukkan pada Gambar 2a menyatakan bahwa tanah dari kedalaman 0 m sampai 1.6 m mempunyai nilai konus bervariasi antara 15 kg/cm² sampai 45 kg/cm² dengan jenis konsistensi tanah lunak ke menengah (*soft to medium*). Tanah dari kedalaman 1.6 m sampai 3.0 m mempunyai nilai konus yang meningkat dengan nilai konus antara 70 kg/cm² sampai 110 kg/cm² dengan jenis tanah kaku hingga sangat kaku (*stiff to very stiff*). Nilai konus selanjutnya terus meningkat hingga mencapai tanah keras (*hard*) dengan nilai konus 250 kg/cm² pada kedalaman 3.6 m. Dari hasil bor B-1 memperlihatkan bahwa lapisan tanah dari kedalaman 0 m sampai 5 m mengandung lapisan lempung warna cokelat kemerahan dengan nilai SPT N bervariasi antara 8 < N < 32 termasuk jenis tanah menengah ke sangat kaku (*medium to very stiff*). Pada titik lokasi 1 ini, nilai yang ditinjau adalah berdasarkan data sampel tanah yang diambil pada kedalaman 2 meter.

Data hasil penyelidikan uji sondir S-2 di Cangu, Badung seperti ditunjukkan pada Gambar 2b menyatakan bahwa tanah dari kedalaman 0 m sampai 3.0 m mempunyai nilai konus bervariasi antara 20 kg/cm² sampai 60 kg/cm² dengan jenis konsistensi tanah lunak ke menengah (*soft to medium*). Tanah dari kedalaman 3.0 m sampai 4.2 m mempunyai nilai konus yang meningkat dengan nilai konus antara 65 kg/cm² sampai 125 kg/cm² dengan jenis tanah kaku hingga sangat kaku (*stiff to very stiff*). Nilai konus selanjutnya terus meningkat hingga mencapai tanah keras (*hard*) dengan nilai konus 250 kg/cm² pada kedalaman 4.4 m. Dari hasil bor B-1 memperlihatkan bahwa lapisan tanah dari kedalaman 0 m sampai 5 m mengandung lapisan pasir-cadas dengan nilai SPT N bervariasi antara 6 < N < 24 termasuk jenis tanah menengah ke kaku (*medium to stiff*). Pada titik lokasi 2 ini, nilai yang ditinjau adalah berdasarkan data sampel tanah yang diambil pada kedalaman 2 meter.

Data hasil penyelidikan uji sondir S-3 di Pererenan, Badung seperti ditunjukkan pada Gambar 2c menyatakan bahwa tanah dari kedalaman 0 m sampai 1.6 m mempunyai nilai konus bervariasi antara 13 kg/cm² sampai 35 kg/cm² dengan jenis konsistensi tanah lunak ke menengah (*soft to medium*). Nilai konus selanjutnya terus meningkat hingga mencapai tanah kaku, sangat kaku, dan keras (*stiff, very stiff to hard*) dengan nilai konus antara 66 kg/cm² sampai 250 kg/cm² pada kedalaman 2.2 m. Dari hasil bor B-3 memperlihatkan bahwa lapisan tanah dari kedalaman 0 m sampai 5 m mengandung lapisan pasir-cadas warna abu-abu dengan nilai SPT N bervariasi antara 18 < N < 30 termasuk jenis tanah kaku ke sangat kaku (*stiff to very stiff*). Pada titik lokasi 3 ini, nilai yang ditinjau adalah berdasarkan data sampel tanah yang diambil pada kedalaman 3 meter.

Data hasil penyelidikan uji sondir S-4 di Sanur, Denpasar seperti ditunjukkan pada Gambar 2d menyatakan bahwa tanah dari kedalaman 0 m sampai 1.8 m mempunyai nilai konus bervariasi antara 15 kg/cm² sampai 44 kg/cm² dengan jenis konsistensi tanah lunak ke menengah (*soft to medium*). Tanah dari kedalaman 1.8

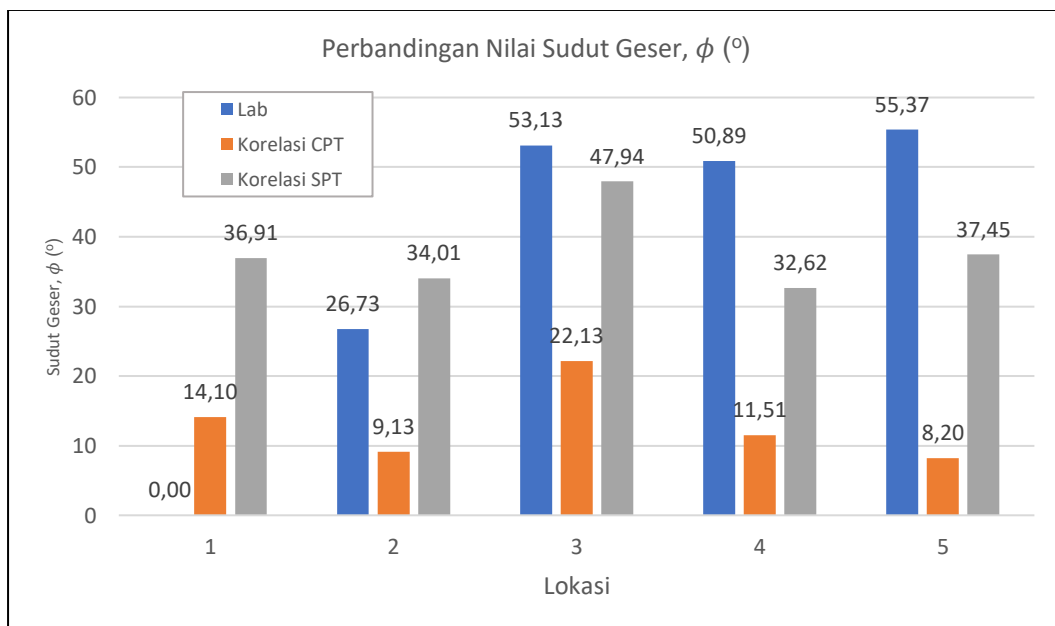
m sampai 5.0 m mempunyai nilai konus yang meningkat dengan nilai konus antara 60 kg/cm² sampai 88 kg/cm² dengan jenis tanah kaku hingga sangat kaku (*stiff to very stiff*). Nilai konus selanjutnya terus bervariasi dan meningkat hingga mencapai tanah keras (*hard*) dengan nilai konus 250 kg/cm² pada kedalaman 10.2 m (tidak ditampilkan pada grafik). Dari hasil bor B-4 memperlihatkan bahwa lapisan tanah dari kedalaman 0 m sampai 5 m mengandung lapisan pasir warna putih kecokelatan dengan nilai SPT N bervariasi antara 3<N<14 termasuk jenis tanah sangat renggang ke menengah (*very loose to medium*). Pada titik lokasi 4 ini, nilai yang ditinjau adalah berdasarkan dua data sampel tanah yang diambil pada kedalaman berbeda yaitu 2 meter dan 4 meter, sehingga kedalaman 2 meter untuk titik lokasi 4 dan kedalaman 4 meter untuk titik lokasi 5.

HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

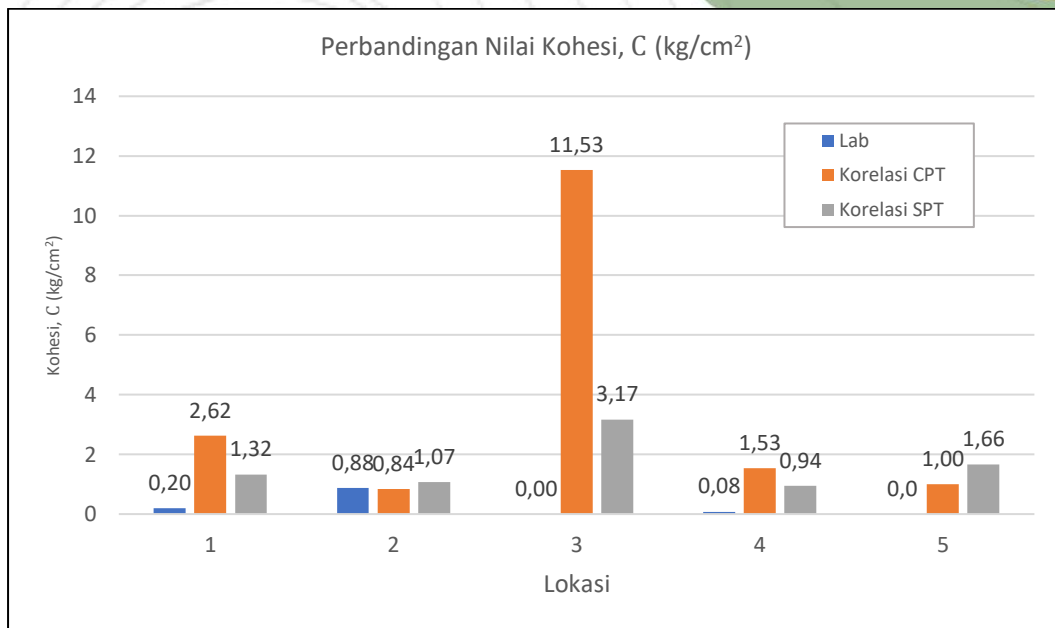
Seluruh data hasil uji sondir dan uji SPT pada empat lokasi dan lima sampel penelitian yang menyebar di Kota Denpasar dan Kabupaten Badung selanjutnya digunakan untuk perhitungan parameter kuat geser tanah berdasarkan persamaan korelasi yang telah dijabarkan di Tinjauan Pustaka yaitu persamaan (1), (2), (3), dan (4) lalu dibandingkan dengan hasil pengujian lab seperti ditunjukkan pada Tabel 3. Besar hasil nilai sudut geser dalam dari pengujian lab dan korelasi hasil sondir/CPT dan SPT ditunjukkan pada Gambar 3. Sedangkan hasil kohesi dari pengujian lab dan korelasi hasil sondir/CPT dan SPT ditunjukkan pada Gambar 4.

Dari perbandingan nilai sudut geser tiap grafik per lokasi pada Gambar 3, korelasi hasil sondir cenderung memberikan nilai sudut geser dalam di bawah hasil pengujian laboratorium. Korelasi SPT dapat memberikan hasil yang mendekati pengujian laboratorium dengan besar selisih sekitar 10 sampai dengan 35%.

Gambar 4 yang membandingkan nilai kohesi menunjukkan bahwa hasil korelasi yang mendekati hasil laboratorium hanya pada Lokasi 2 dengan selisih sekitar 5-22%. Sedangkan pada lokasi lainnya memiliki selisih yang cukup besar. Namun pada Lokasi 2, jenis tanahnya adalah tanah pasir, sehingga penggunaan persamaan korelasi perlu untuk dievaluasi kembali dengan hati-hati karena nilai kohesi pada pasir murni umumnya relatif kecil.



Gambar 71. Perbandingan hasil nilai sudut geser dalam dari pengujian lab dan korelasi hasil CPT dan SPT



Gambar 72. Perbandingan hasil kohesi dari pengujian lab dan korelasi hasil CPT dan SPT

KESIMPULAN DAN SARAN

Secara umum, penggunaan persamaan korelasi untuk mendapatkan parameter kuat geser tanah pada penelitian ini menunjukkan hasil yang cukup jauh berbeda dengan hasil pengujian laboratorium. Hanya korelasi SPT terhadap sudut geser tanah yang menunjukkan hasil cukup mendekati dengan hasil pengujian di laboratorium. Namun, selisih di antara kedua nilai ini masih cukup besar dengan rentang sekitar 10-35%. Hal ini menunjukkan pentingnya pemahaman parameter tanah yang diperlukan dalam mendesain sehingga dapat dilakukan penyelidikan tanah yang sesuai kebutuhan dan fungsinya.

Penyelidikan lapangan dan pengujian laboratorium berperan saling mengisi untuk memberikan pemahaman karakteristik tanah pada suatu lokasi secara komprehensif. Sehingga, sangat disarankan untuk mengikuti prosedur memperoleh data geoteknik yang dapat diandalkan untuk perencanaan dengan melakukan penyelidikan lapangan dilengkapi dengan pengambilan sampel untuk pengujian laboratorium. Penggunaan persamaan korelasi dapat dilakukan sebagai referensi awal nilai kuat geser tanah berdasarkan pengujian lapangan bila tidak ada sampel pengujian laboratorium, namun penggunaan korelasi dengan rumus-rumus empiris ini perlu dilakukan dengan hati-hati dan tetap memperhatikan kebutuhan data geoteknik yang memadai untuk perencanaan infrastruktur.

DAFTAR PUSTAKA

- Anagnostopoulos, A., Koukis, G., Sabatakakis, N., and Tsiambaos, G. (2003). "Empirical Correlation of Soil Parameters Based on Cone Penetration Tests (CPT) for Greek Soils," *Geotechnical and Geological Engineering*, Vol. 21, No. 4, 377–387.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 2813:2008 Cara uji kuat geser langsung tanah terkonsolidasi dan terdrainase*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 2827:2008 Cara uji penetrasi lapangan dengan alat sondir*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 4153:2008 Cara uji penetrasi lapangan dengan SPT*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). *SNI 3638:2012 Metode uji kuat tekan-bebas tanah kohesif*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI 8460:2017 Persyaratan perancangan geoteknik*.
- Kulhawy, F. H., and Mayne, P. W. (1990). *Manual on Estimating Soil Properties for Foundation Design*, Final Report (EL-6800) submitted to Electric Power Research Institute (EPRI), Palo Alto, Calif.

KoNTekS17

Konferensi Nasional Teknik Sipil ke-17

- Mochtar, I. B. (2012). *Kenyataan lapangan sebagai dasar untuk usulan konsep baru tentang analisa kuat geser tanah dan kestabilan lereng*. 16th Annual Scientific Meeting, Seminar Internasional Geoteknik ke XII, Himpunan Ahli Teknik Tanah Indonesia (HATTI).
- Robertson, P. K., and Campanella, R. G. (1983). "Interpretation of Cone Penetration Tests. Part I: Sand," *Canadian Geotechnical Journal*, Vol. 20, No. 4, 718–733.
- Schmertmann, J. H. (1975). "Measurement of in situ Shear Strength," *Proceedings, Specialty Conference on in situ Measurement of Soil Properties*, ASCE, Vol. 2, 57–138.