

# ANALISIS KORELASI NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DAN NILAI KUAT GESER PADA TANAH LUNAK

Baiq Heny Sulistiawati<sup>1,\*</sup>, Garup Lambang Goro<sup>1</sup>, Junaidi<sup>1</sup>, Danang Isnubroto<sup>1</sup>, Imam Nurhadi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang  
Jl. Prof. Soedarto, S.H., Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah  
50275

<sup>\*</sup>Correspondent Author: baiq.heny@polines.ac.id

## **Abstract**

*The CBR value is influenced by soil gradation, mineral type, density and soil shear parameters. CBR testing is carried out on subgrade soil, but the undrained shear strength of the soil can also be used as a soil design parameter. Field shear strength tests that can be used to determine soil shear strength are DCP and Vane Shear. In contrast to DCP testing, shear strength testing is relatively quick and easy to determine soil properties to determine design parameters. Therefore, testing is needed to determine the correlation between the soil shear strength value and the CBR value to obtain a new equation that can be applied in the field. In this research, the CBR value was obtained through the Dynamic Cone Penetrometer test (DCP) and the soil shear strength of the vane shear test. DCP and Vane Shear testing was carried out at 10 test points in the Semarang area, Central Java. Laboratory testing is also carried out to validate soil types. The correlation obtained between the CBR value and the soil shear strength reached  $R = 0.8312$ . Based on this test, it can be concluded that the CBR value and soil shear strength value increase as the depth of the soil tested increases.*

**Keywords:** *shear strength, dynamic cone penetrometer test, vane shear, soil bearing capacity, clay soil, design parameters*

## **PENDAHULUAN**

Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) dikembangkan oleh Divisi California Jalan raya dan diadopsi secara luas dalam praktik desain rekayasa perkerasan. Nilai CBR dari Tanah yang berbeda bergantung pada parameter tanah seperti gradasi, jenis mineral, dan pemadatan parameter, kepadatan, dan parameter geser (Timani and Jain, 2019). CBR adalah sifat mekanis tanah yang sangat penting dalam penentuan desain

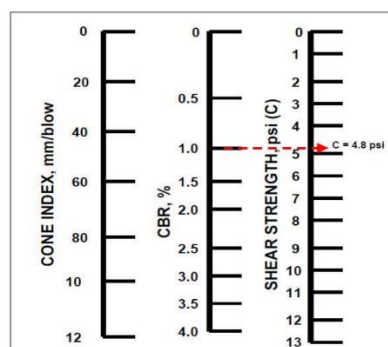
struktur perkerasan jalan. Ketebalan perkerasan yang dibutuhkan dipengaruhi oleh nilai CBR tanah pondasi. Secara umum uji CBR dilakukan dalam dua kondisi, yaitu kondisi terendam dan tidak terendam. Sample tanah dibiarkan terendam air selama 96 jam untuk menggambarkan kondisi paling buruk di lapangan serta untuk mengetahui pengembangan tanah, namun uji CBR yang tidak direndam juga digunakan

untuk menilai kekuatan tanah pada kondisi normal.

Uji CBR merupakan uji laboratorium yang paling banyak digunakan untuk menguji kualitas struktur tanah sekalipun uji tersebut membutuhkan proses yang panjang. Menurut (Timani And Jain, 2019) nilai CBR diterima secara luas sebagai indikator kinerja perkerasan lentur yang menunjukkan potensi kekuatan tanah dasar yang tergantung pada gradasi tanah, jenis mineral, dan parameter pemadatan, kepadatan, dan parameter geser. Nilai CBR digunakan dalam perencanaan ketebalan perkerasan, namun kekuatan geser tak terdrainase tanah digunakan untuk desain timbunan. Beberapa peneliti telah melakukan penelitian terkait hubungan antara nilai CBR, kuat geser tanah, dan *indeks propesties* tanah (Purwana and Nikraz, 2013; Patel and Patel, 2013; dan Torgano et al. 2020). Weber et al. 2021 telah melakukan penelitian tentang hubungan antara nilai CBR dan sudut gesek dalam efektif yang di dapatkan dari uji triaksial. Hubungan antara kuat geser yang diperoleh dari uji geser baling juga telah dilakukan oleh (Munro, 2018) resistensi penetrasi statis memiliki hubungan dengan uji geser baling dan dapat disimpulkan bahwa termasuk dalam nilai kuat geser yang baik ketika digunakan dengan faktor daya dukung tanah.

Berbagai uji laboratorium dan uji kuat geser lapangan digunakan untuk menentukan kuat geser tanah. Berbeda dengan tes CBR, uji kuat geser relatif cepat dan mudah dalam menentukan

sifat tanah untuk desain ketebalan perkerasan. Danistan (2010) menyimpulkan bahwa untuk tanah dengan klasifikasi CL, CH dan SC memiliki korelasi yang lebih baik untuk nilai CBR dan kekuatan geser tak terdrainasi. Selain itu, (Gökova, 2022) mendapatkan hubungan antara kekuatan geser dan CBR dengan akurasi sebesar 96%. Menurut *U.S. Army Corps of Engineers* terdapat korelasi antara kekuatan geser tanah dasar dengan nilai *Dynamic Cone Penetrometer test* (DCP) dan nilai CBR, hal tersebut ditunjukkan pada Gambar 1. Contoh analisa berdasarkan Gambar 1, jika nilai CBR sebesar 1% sama dengan nilai kuat geser sebesar 4,8 psi.



Gambar 1. Hubungan Antara uji DCP dengan nilai CBR dan nilai kuat geser tanah (*U.S. Army Corps of Engineers*)

Salah satu kelemahan uji CBR yaitu tanah diasumsikan sebagai jenuh sebagian, kondisi tanah dasar seringkali menghasilkan desain yang standar (ASTM D-18 internasional, 1949). Estimasi standar yang dihasilkan berpengaruh terhadap kekuatan tanah dasar sehingga biaya yang dibutuhkan untuk desain perkerasan menjadi lebih tinggi, dan

kalibrasi alat tidak memperhitungkan perbedaan perilaku dari tanah yang dibentuk kembali dan tidak terganggu. Menurut (Gregory and Cross, 2007) menyebutkan 96 jam perendaman merupakan kemunduran dalam penggunaan uji CBR. Apalagi uji CBR memerlukan tanah dengan kuantitas yang besar jika dibandingkan dengan uji kekuatan lainnya. Namun, karena pengujian CBR relatif mahal dan membutuhkan waktu yang relative lama, maka diperlukan beberapa upaya yang dapat mengembangkan korelasi antara nilai kuat geser tanah dan nilai CBR tanah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan tinjauan ekstensif terhadap hubungankorelasi antara nilai kuat geser tanah dan nilai CBR yang dapat digunakan sebagai tinjauan dalam menentukan parameter desain pada tanah lunak.

## METODE PENELITIAN

### a. Persiapan

Persiapan sampel pengujian dilakukan dengan teliti untuk menghindari pekerjaan yang berulang-ulang, dan tahap pengumpulan data menjadi optimal. Pengujian lapangan dilakukan di wilayah Semarang Jawa Tengah pada 10 titik yang berbeda. Pengujian laboratorium untuk memvalidasi jenis tanah.

### b. Uji geser tanah di lapangan

Pengujian geser tanah in-situ menggunakan alat geser baling (uji *vane shear*) sesuai dengan SNI 2487-2008 dan atau ASTM designation D 2573 – 01. Uji geser baling dirancang untuk mengukur kuat geser tanah tak

terdrainase pada tanah kohesif. Mudah untuk dilakukan, dan peralatannya tidak mahal dibandingkan dengan tes CBR. Pengujian ini tidak dapat dilakukan pada tanah berpasir atau lanau non-plastik yang memungkinkan terjadi drainasi selama proses pengujian berlangsung. Baling-baling adalah material berbilah empat, biasanya dibuat dari baja seperti pada Gambar 1. Torsi yang diperlukan untuk menggeser permukaan silinder tanah digunakan untuk menghitung geser kekuatan tanah menggunakan persamaan berikut:

Untuk baling-baling berbentuk persegi panjang  $H/D = 2$ ;

$$Su = \frac{6T}{7\pi D^3} \quad (1)$$

Dimana:

$S_u$  = puncak kuat geser takterdrainase dari baling-baling (kPa)

$T$  = nilai maksimum torsi terukur ( $T_{max}$ ) atau torsi sisa ( $T_R$ ) yang dikoreksi gesekan peralatan dan batang, (Nm)

$D$  = Diameter baling (mm)



Gambar 2. Alat uji geser baling dengan bilah berbeda

c. *Dynamic Cone Penetrometer Test (DCP)*

*Penetrometer Cone Dinamis (DCP)* digunakan untuk mengukur kekuatan tanah di lapangan. Tingkat penetrasi DCP (penetrasi kedalaman/pukulan) digunakan untuk menentukan CBR insitu tanah. Uji DCP menggunakan palu seberat 8 kg (17,6 lb). Gambar 2. menunjukkan peralatan DCP. Palu standarnya direkomendasikan untuk tanah yang lebih kaku (CBR lebih besar dari 10%) sedangkan palu 4,6 kg (10,1 lb) digunakan untuk tanah liat dengan CBR kurang dari 10%.



Gambar 3. Alat uji *Dynamic Cone Penetrometer*

Persamaan berikut yang direkomendasikan oleh *U.S. Army Corps of Engineers* dapat digunakan untuk menentukan nilai CBR lapangan tanah:

$$\text{Palu 8 kg: CBR} = \frac{292}{\text{penetrasi (mm/pukulan)}} \quad (2)$$

$$\text{Palu 4,6 kg: CBR} = \frac{292}{\text{penetrasi (mm/pukulan)}} \quad (3)$$

d. Pengujian tanah di laboratorium  
 Pengujian jenis tanah dilakukan di laboratorium yaitu dengan melakukan serangkaian pengujian sifat fisik menggunakan *sample disturbed* dan *undisturbed*.

Tabel 1. Rencana pengujian di laboratorium

No.	Jenis Pengujian	Output
1.	<i>Specific Gravity</i> , Gs	Nilai Gs tanah
2.	Distribusi ukuran butiran tanah	Jenis tanah
3.	Uji <i>atterberg limit</i>	
	a. Batas cair, LL	Sifat
	b. Batas plastis, PL	plastisitas
	c. Indeks plastisitas, IP	tanah

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah yang diambil dari daerah Trangkil Kota Semarang yang merupakan salah satu daerah yang memiliki karakteristik tanah lunak. Pengambilan sampel *disturbed* dilakukan dengan metode *test pit*, sedangkan pengambilan sample *undisturbed* dengan menggunakan alat *handbor*. Data analisa pengujian sifat fisik tanah seperti, uji plastisitas, uji kadar air, dan uji berat jenis tanah, dapat dilihat pada Tabel 2.

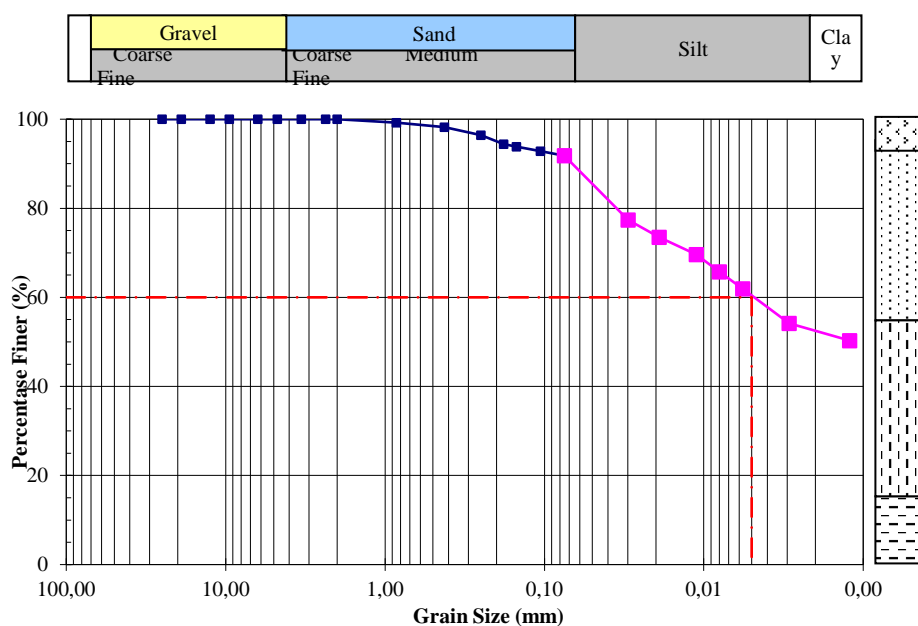
Tabel 2. Pengujian karakteristik tanah

No.	Pemeriksaan	Satuan	Nilai
1.	Kadar air (w)	%	62.08
2.	Berat jenis tanah (Gs)		2.58
3.	Batas cair	%	42.5
4.	Batas plastis	%	19.71
5.	Indeks	%	22.79

	plastisitas		
6.	Berat isi tanah kering	$\text{g/cm}^3$	1.256
7.	Porositas	%	0.629
8.	Angka pori	-	1.625

Jenis tanah dapat ditentukan dengan uji saringan dan hidrometer dengan menggunakan sistem klasifikasi *Unified Soil Classification System* (USCS) dan *American Association of*

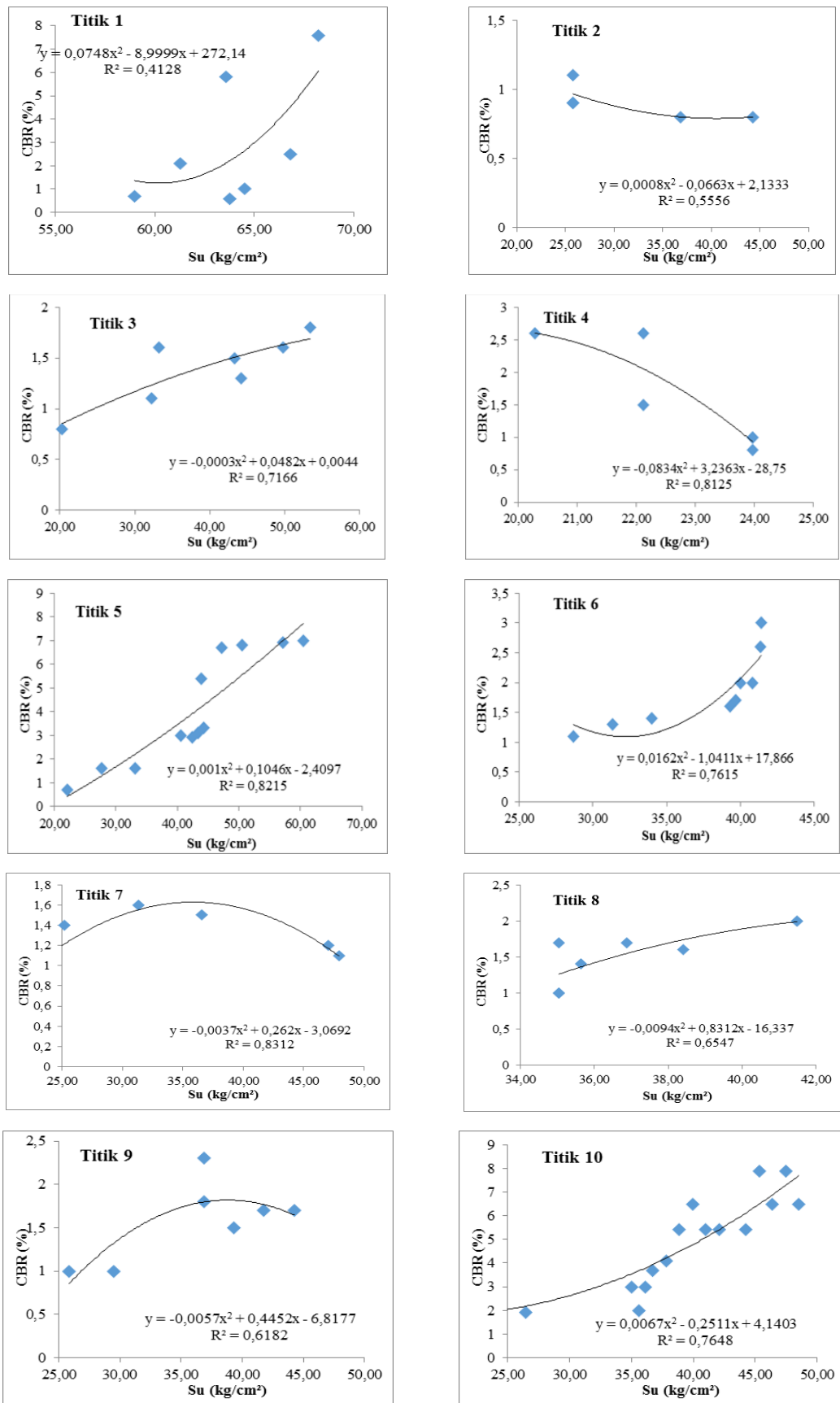
*State Highway Transportation Official* (AASHTO). Hasil dari uji saringan dan hydrometer dapat dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan data yang diperoleh, jenis tanah yang didapatkan dari klasifikasi USCS adalah lempung tak organik dengan plastisitas tinggi (CH), sedangkan berdasarkan klasifikasi AASTHO termasuk jenis tanah berlempung (A-7-5).



Gambar 4 Gradasi Butiran Tanah

Pengujian analisa geser *in-situ* dilakukan dengan menggunakan alat *vane shear* (uji geser baling) pada kondisi tanpa drainase (*undrained*), yang merupakan kekuatan maksimum yang dapat ditahan oleh tanah. Tanah digeser dengan cepat sehingga drainase air dalam tanah tidak terjadi. Pada penelitian ini telah dilakukan 10 titik pengujian dengan kedalaman sampai

80 cm yang disesuaikan dengan kapasitas alat. Nilai CBR ditentukan dari pengujian DCP yang telah dilakukan. Korelasi kuat geser dan nilai CBR pada tanah lempung dapat dilihat pada Gambar 5. Dalam konteks ini, variabel bebas  $x$  mewakili kekuatan geser, sedangkan variabel terikat  $y$  mewakili nilai CBR.

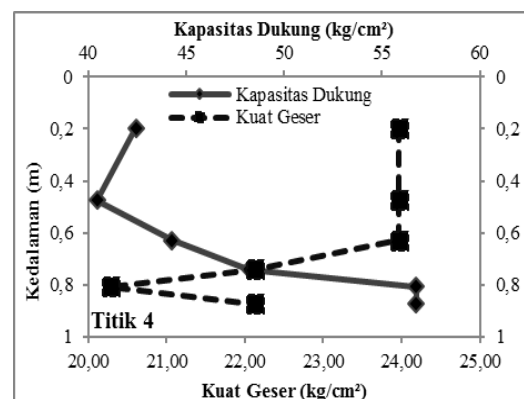
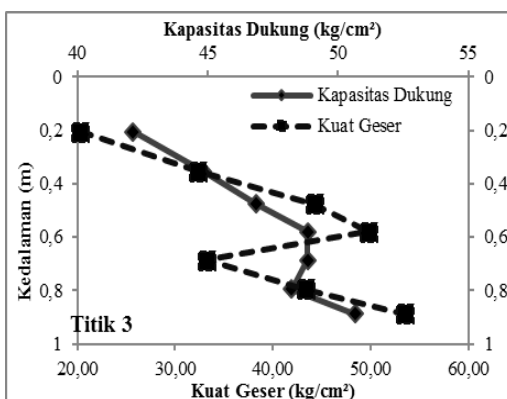
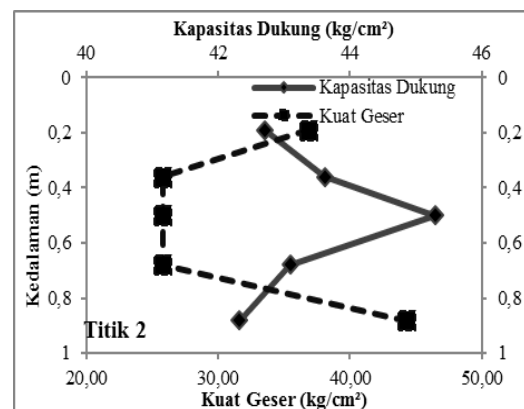
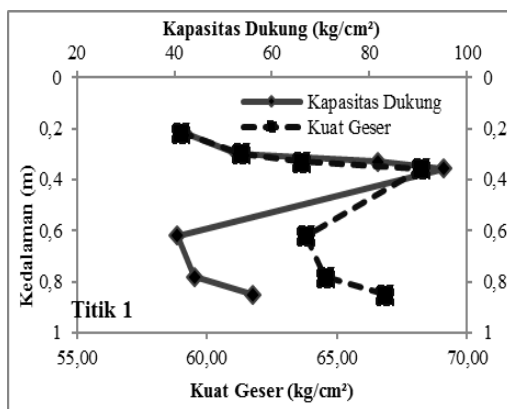


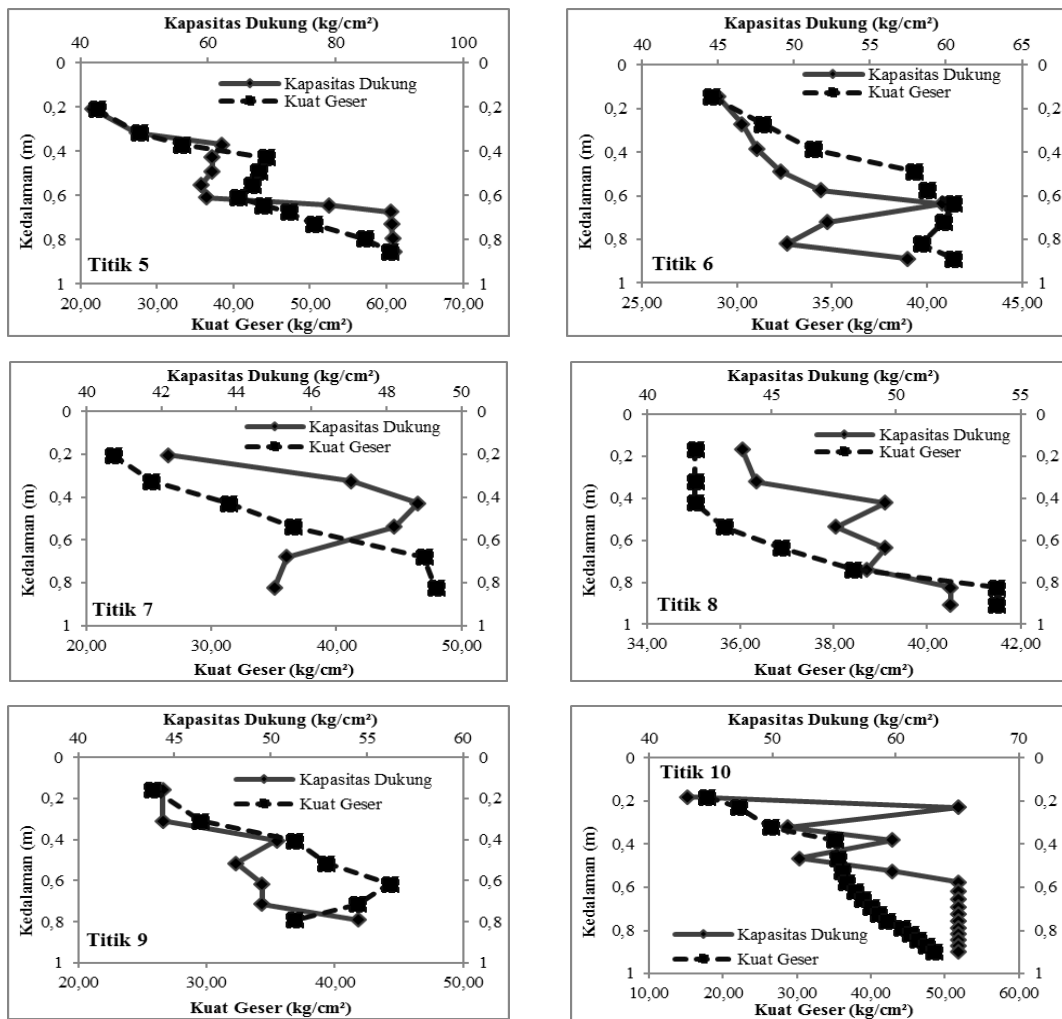
Gambar 5. Grafik hubungan antara nilai CBR dengan kuat geser tanah

Berdasarkan hasil-hasil pengujian pada 10 titik uji dengan dua jenis pengujian yang berbeda, didapatkan nilai kekuatan geser undrained yang berbeda untuk satu jenis benda uji yang sama. Dari perbedaan hasil uji itu kemudian dibuat korelasi antara kedua hasil pengujian tersebut. Perumusan-perumusan korelasi yang diperoleh menunjukkan bahwa terdapat suatu hubungan antara  $S_u$  dan CBR (%). Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa korelasi hubungan antara nilai CBR dengan  $S_u$  yang memiliki nilai  $R$  diatas 0,6 adalah titik 3, titik 4, titik 5, titik 6, titik 7, titik 8, titik 9, dan titik

10 dengan nilai berturut-turut adalah 0.7166, 0.8125, 0.8125, 0.7615, 0.8312, 0.6547, 0.6182, dan 0.7448. Dilihat dari nilai  $R$  dapat disimpulkan bahwa nilai  $R$  semakin mendekati 1 maka korelasi hubungan CBR dan  $S_u$  semakin tinggi. Nilai koefisien korelasi paling tinggi pada titik 7 dengan nilai  $R$  0.8312.

Selain itu, perilaku hasil uji DCP dan uji geser balik pada tiap kedalaman dapat dianalisa seperti pada Gambar 6. Nilai kapasitas dukung tanah dan kuat geser tanah memiliki hubungan yang linier terhadap kedalaman.





Gambar 6 Grafik hubungan antara kedalaman dengan kapasitas dukung tanah dan kuat geser tanah

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin tinggi nilai kedalaman tanah nilai kapasitas dukung tanah di lapangan dengan uji DCP semakin tinggi, begitu juga dengan nilai kuat geser tanah dari hasil uji *vane shear*. Selain itu dari Gambar 6 dapat ditentukan nilai kapasitas dukung tanah dan kuat geser tanah pada kedalaman tertentu.

**SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian ini, pengujian laboratorium dilakukan untuk memvalidasi jenis tanah lunak

yang digunakan, dan serangkaian uji sifat fisik tanah telah dilakukan. Sedangkan uji lapangan menggunakan 2 metode pengujian yang berbeda, yaitu uji geser baling dan uji DCP. Korelasi yang didapatkan antara nilai CBR dengan kuat geser tanah mencapai  $R = 0.8312$ . Dilihat dari nilai R dapat disimpulkan bahwa nilai R semakin mendekati 1 maka korelasi hubungan CBR dan  $S_u$  semakin tinggi. Berdasarkan pengujian ini dapat disimpulkan bahwa nilai CBR dan nilai kuat geser tanah meningkat seiring



dengan bertambahnya kedalaman tanah yang diuji.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Danistan, Joseph, C. Vipulanandan, Ph.D., P.E., 2010, "Correlation Between California Bearing Ratio (CBR) And Soil Parameters." *Proceedings CIGMAT-2010 Conference & Exhibition* 9 (1): 76–99.
- Gökova, Süleyman, 2022, "Investigation of the Correlation between California Bearing Ratio and Shear Strength of Pavement Subgrade Material with Different Water Contents." *Journal Of Innovative Transportation* 3 (1): 1–7.
- Gregory, Garry H., and Stephen A. Cross, 2007, "Correlation of California Bearing Ratio with Shear Strength Parameters." *Transportation Research Record* 1 (1989): 148–53.
- Munro, Rosalind, 2018, "International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE)." *International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE)*: 536–37.
- Patel, Mukesh A., and H.S. Patel, 2013, "Laboratory Assessment to Correlate Strength Parameter from Physical Properties of Subgrade." *Procedia Engineering* 51 (NUICONE 2012): 200–209.
- Purwana, Yusep Muslih, and Hamid Nikraz. 2013. "The Correlation between the CBR and Shear Strength in Unsaturated Soil Conditions." *International Journal of Transportation Engineering* 1 (3): 211–22.
- Timani, K.L., and R.K. Jain, 2019, "Statistical Assessment of Compaction Characteristics, California Bearing Ratio Value and Shear Behavior of Clay-Sand-Gravel Mixture for Pavements." *i-manager's Journal on Civil Engineering* 9 (3): 18.
- Torgano, Saol Toyebo, Mohammed Sujayath Ali, Esubalew Tariku Yenealem, and Adane Tadesse Tumato, 2020, "Correlation Between Cbr Values and Index Properties of Subgrade Soils: In the Case of Boditi Town." *Ijarii* 6 (3): 1167–82..
- Weber, M.,M.R. Lodahl, K.T. Brødbæk, and C.T. Leth, 2021, "Correlation between CBR Value and Effective Strength Parameters for Engineered Fills." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 710 (1).
- Winthachai, S.V., Vaithanomsat P., and Punsuvon, 2022, "Investigation of the Correlation between California Bearing Ratio and Shear Strength of Pavement Subgrade Material with Different Water Contents." *Journal of Innovative Transportation* 3 (1): 1–7.