

Analisis Korelasi Indeks Plastisitas Terhadap Nilai CBR pada Tanah Lempung

Muthia Anggraini^{1*}, Virgo Trisep Haris², Alfian Saleh³

^{1*}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning, muthia@unilak.ac.id

²Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning, virgotrisepharis@gmail.com

³Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning, alfian.saleh@unilak.ac.id

Abstract

Clay soil is often used as subgrade soil in road construction, but it has high plasticity characteristics that affect the bearing capacity of the soil. One of the parameters used to assess soil bearing capacity is the California Bearing Ratio (CBR), while soil plasticity is expressed through the Plasticity Index (PI). This study aims to analyze the correlation between the Plasticity Index and the CBR value in clay soil. The research method was conducted through laboratory testing, which included Atterberg testing and laboratory CBR testing. The results of the regression equation research (R^2) are categorized as very good because > 0.75 , where the R^2 value obtained is 0.8421. The correlation obtained is very strong, namely 0.80 - 1.00 because the R-value obtained is 0.917. In conclusion, clay soil shows a very strong correlation where the higher the Plasticity Index (PI) value of the soil, the lower the CBR value. Suggestions for taking more samples at the same location in order to get a more valid regression model.

Keywords: Soil capacity, Clay, CBR, Plasticity Index

Abstrak

Tanah lempung sering digunakan sebagai tanah dasar pada konstruksi jalan, tetapi memiliki karakteristik plastisitas yang tinggi sehingga mempengaruhi daya dukung tanah. Salah satu parameter yang digunakan untuk menilai daya dukung tanah adalah *California Bearing Ratio* (CBR) sedangkan sifat plastisitas tanah dinyatakan melalui Indeks Plastisitas (PI). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis korelasi antara Indeks Plastisitas terhadap nilai CBR pada tanah lempung. Metode penelitian dilakukan melalui pengujian laboratorium yang meliputi pengujian *Atterberg* dan pengujian CBR laboratorium. Hasil penelitian persamaan regresi (R^2) dikategorikan sangat baik karena $> 0,75$, dimana nilai R^2 yang diperoleh sebesar 0,8421. Korelasi yang diperoleh adalah sangat kuat yaitu 0,80 – 1,00, karena nilai R diperoleh sebesar 0,917. Kesimpulannya tanah lempung menunjukkan korelasi sangat kuat dimana semakin tinggi nilai Indeks Plastisitas (PI) tanah maka nilai CBR akan semakin rendah. Saran mengambil sampel lebih banyak lagi pada lokasi yang sama agar mendapatkan model regresi yang lebih valid lagi.

Kata kunci: Daya Dukung Tanah, Tanah lempung, CBR, Indeks Plastisitas

PENDAHULUAN

Tanah untuk konstruksi jalan sangat berperan penting, sehingga harus memiliki karakteristik dan daya dukung yang baik (Darwis & Mulya, 2020). Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel yang berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi dari unsur penyusun batuan, bersifat plastis pada saat kadar air tinggi (Verdiyanti et al., 2021). Riau merupakan salah satu daerah yang ada di Indonesia yang memiliki klasifikasi tanah lempung dengan daya dukung rendah. Salah satu parameter yang menentukan daya dukung tanah adalah dari nilai *California Bearing Ratio* (CBR), dimana berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2 nilai CBR $> 6\%$ (Anggraini & Saleh, 2021).

Riau wilayah yang berada pada daerah pesisir dan dataran rendah, hal ini menyebabkan tanah yang ada di Riau memiliki karakteristik yang kurang baik untuk konstruksi. Jenis tanah wilayah Riau rata-rata terdiri dari tanah kohesif lunak (Wibisono et al., 2018). Tanah dengan jenis kohesif atau jenis tanah lempung apabila digunakan untuk *subgrade* perlu dilakukan perbaikan tanah untuk menaikkan daya dukung tanah (Anggraini & Saleh, 2022).

Nilai daya dukung tanah yang ditentukan dari nilai CBR mempunyai pengaruh pada perencanaan. Nilai CBR dapat diketahui dari hasil pengujian

laboratorium ataupun pengujian lapangan. Apabila setiap melakukan perencanaan harus melakukan pengujian CBR tentu ini akan memakan waktu, sehingga diperlukan suatu rumusan untuk menyederhanakan parameter yang berkaitan dengan nilai CBR (Cahyadi et al., 2022).

Untuk menentukan nilai CBR dapat diperoleh setelah dilakukan perendaman sampel selama 4 hari, dan sampel tanah yang *representative* dipadatkan pada kadar air optimum yang telah ditentukan dan kepadatan kering maksimum dari hasil pengujian *proctor* (Katte et al., 2019).

Atterberg adalah seorang ilmuwan dari Swedia yang berhasil mengembangkan suatu metode untuk menjelaskan sifat dari konsistensi tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi, sehingga batas konsistensi tanah disebut juga dengan *atterberg limits* (Manik & Jafri, 2015). Umumnya tanah berbutir halus secara alamiahnya berada dalam kondisi plastis. Batas atas dan batas bawah dari rentang kadar air dimana tanah masih bersifat plastis berturut-turut disebut sebagai batas cair (LL) dan batas plastis (PL). Rentang kadar air itu sendiri didefinisikan sebagai *Indeks Plastisitas* (PI) (Handayani & Saputra, 2019).

Parameter yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai CBR adalah nilai *Indeks Plastisitas* (PI) (Handayani & Saputra, 2021). Data dari hasil pengujian di laboratorium sehingga dengan korelasi antara nilai *Indeks Plastisitas* (PI) dengan CBR, sehingga apabila nilai *Indeks Plastisitas* (PI) sudah diperoleh maka nilai CBR juga bisa didapatkan (Manik & Jafri, 2015).

Selain itu penanganan yang tidak tepat di lapangan dan kualitas yang buruk pada saat pengujian CBR lapangan akibat terburu-buru atau faktor cuaca akibatnya hasil CBR yang diperoleh tidak cukup data untuk memetakan variasi lapangan (Pal & Pal, 2019). Sehingga evaluasi nilai CBR tanah dasar berdasarkan pengujian *atterberg* dapat membantu para ahli geoteknik untuk memeriksa keakuratan nilai CBR yang diuji di laboratorium (Katte et al., 2019).

Penelitian terdahulu yang meneliti ini adalah penelitian CBR tanah lempung untuk mendapatkan nilai korelasi dengan parameter *Atterberg* adalah penelitian (Aderinola & Quadri, 2017), meneliti tentang korelasi nilai CBR dengan indeks properti tanah. Penelitian (Cahyadi et al., 2022), meneliti korelasi nilai PI dengan CBR pada tanah lempung di Banjarmasin. Penelitian (B Shirur & G Hiremath, 2014), meneliti tentang korelasi nilai CBR dengan nilai properti tanah. Perbedaan dengan penelitian terdahulu adalah lokasi pengambilan sampel tanah lempung yaitu di Kota Pekanbaru.

Penelitian (Saputra & Putra, 2020) meneliti korelasi nilai CBR dengan nilai kuat tekan bebas tanah di Palangkaraya. Penelitian (Putra Pratama Situmorang et al., 2021) meneliti korelasi hasil uji kuat tekan tanah dengan nilai CBR. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu adalah penelitian ini melakukan analisis korelasi yang akan diperoleh adalah korelasi nilai *Indeks Plastisitas* tanah dengan *California Bearing Ratio* (CBR) pada tanah lempung.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis korelasi nilai *Indeks Plastisitas* tanah dengan *California Bearing Ratio* (CBR) pada tanah lempung.

METODE

Bahan penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode laboratorium dengan mengambil sampel tanah lempung di sekitaran Kota Pekanbaru. Sampel tanah diambil menggunakan cangkul dan tembilang untuk tanah terganggu dan menggunakan *Hand bore* untuk sampel tanah tak terganggu.

Prosedur penelitian

Pengujian sifat fisis dan mekanis dan pengujian pemadatan tanah dan pengujian CBR laboratorium dilakukan laboratorium. Sampel tanah yang telah diambil di lapangan dilakukan pengujian sifat fisis dan mekanis dan pengujian pemadatan yang dilakukan di laboratorium.

Analisa data

Sampel tanah yang telah diambil di lapangan dilakukan pengujian sifat fisis dan mekanis dan pengujian pemadatan yang dilakukan di laboratorium.

Metode penelitian dilakukan berdasarkan pendekatan laboratorium yaitu melakukan pengujian sehingga diperoleh data untuk dianalisis menggunakan rumus.

Langkah awal pengujian dilakukan pengujian sifat fisik tanah dan mekanis tanah dengan pengujian pemadatan standar yang dilakukan di laboratorium dan pengujian CBR laboratorium. Pengujian CBR dilakukan sebanyak 3 sampel yaitu CBR dengan rendaman masing-masing menggunakan tanah sebanyak 4 kg tanah lempung. Pemadatan tanah menggunakan alat penumbuk dengan berat 5 kg dan tinggi jatuh 30,5 cm. Penumbukan dilakukan sebanyak 3 layer, dengan jumlah pukulan yang berbeda yaitu 10 kali pukulan, 30 kali pukulan, dan 65 kali pukulan.

Pengujian sifat fisis dan pengujian pemadatan di laboratorium mengacu pada:

1. Untuk pengujian analisa saringan menggunakan SNI 3423-2008.
2. Untuk pengujian kadar air menggunakan standar SNI 1965-2008.
3. Untuk pengujian berat jenis standar SNI 1964-2008.
4. Untuk pengujian *atterberg* standar SNI 03-1966-2008.
5. Untuk pengujian pemadatan menggunakan standar SNI 1742-2008.
6. Untuk pengujian CBR laboratorium menggunakan standar SNI 1744-2012.

Klasifikasi tanah metode USCS

Klasifikasi tanah adalah suatu cara untuk mengelompokkan tanah berdasarkan kategori dan berdasarkan karakteristik dari tanah dengan menggunakan alat sederhana (Anam et al., 2020). Klasifikasi tanah yang digunakan pada bidang Teknik Sipil ada 2 (dua) metode yaitu metode USCS dan metode AASTHO (Yudhyantoro et al., 2022). Metode USCS (*Unified Standard Classification System*). Klasifikasi tanah dibagi menjadi dua yaitu berbutir kasar (kerikil dan pasir) syaratnya $< 50\%$ lolos saringan No.200 dan diklasifikasikan sebagai berbutir halus (lanau dan lempung) syaratnya $> 50\%$ lolos saringan No.200 (Yudhyantoro et al., 2022).

Analisis regresi

Analisis regresi dan korelasi menunjukkan bagaimana bentuk dan kekuatan hubungan antara dua variabel atau lebih. Harga variabel yang tidak diketahui akan diprediksi oleh suatu akurasi tertentu berdasarkan pengamatan sebelumnya tentang variabel tersebut dan lainnya. Semakin besar nilai koefisien korelasi maka hubungan keduanya semakin besar (Verdiyanti et al., 2021). Nilai interpretasi dari koefisien korelasi berdasarkan Tabel berikut (Sihotang & Iskandar, 2014):

Tabel 1. Nilai Interpretasi Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0 - 0.199	Sangat rendah
0.20 – 0.399	Rendah
0.40 – 0.599	Sedang
0.60 – 0.799	Kuat
0.80 – 1.00	Sangat kuat

Untuk menentukan bentuk dari regresi diperlukan pemisah yang tegas antara variabel bebas yang sering disimbolkan dengan X dan variabel tak bebas yang sering disimbolkan dengan Y. Regresi harus memiliki *variable* yang ditentukan dan *variable* yang menentukan. Kedua *variable* tersebut biasanya bersifat kausal atau memiliki hubungan sebab akibat yang saling berpengaruh (Sihotang & Iskandar, 2014). Tingkat akurasi regresi linear berdasarkan koefisien determinasi R^2 dapat dilihat pada Tabel berikut (Sihotang & Iskandar, 2014):

Tabel 2. Akurasi Regresi Linier Berdasarkan Koefisien Determinasi (R^2)

Nilai R^2	Akurasi Model Regresi
<0.25	Tidak baik
0.25 – 0.55	Relatif baik
0.56 – 0.75	Baik
>0.75	Sangat baik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian *properties* tanah yang diambil menggunakan *Handbore* dengan 9 titik yang berbeda. Hasil pengujian *properties* tanah yang diuji di laboratorium adalah:

Tabel 3. Hasil Pengujian *Properties* Tanah

Sampel	GS	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Lolos #200 (%)
1	2.684	44.08	24.00	20.08	52.91
2	2.723	43.16	24.94	18.22	51.04
3	2.682	38.67	25.16	13.50	66.96
4	2.720	39.15	21.76	17.39	52.12
5	2.611	49.31	27.73	21.57	51.86
6	2.680	47.73	29.84	17.88	52.13
7	2.661	49.13	28.28	20.85	53.26
8	2.623	37.37	18.71	18.66	52.64
9	2.700	34.49	16.87	17.62	66.80

Nilai berat jenis diperoleh sebesar 2,682 – 2,723 tergolong pada jenis lempung anorganik (Hardiyatmo, 2019). Nilai Indeks Plastisitas tanah tergolong lempung plastisitas tinggi dengan

nilai $PI > 17\%$ dan lempung berlanau plastisitas sedang dengan nilai $PI 7\% - 17\%$ (Hardiyatmo, 2019).

Pengujian sifat mekanis yang dilakukan di laboratorium yaitu pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) dan pengujian pemadatan laboratorium (*Proctor*). Rekapitan hasil pengujian sifat mekanis dapat disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian Sifat Mekanis Tanah

Sampel	CBR (%)	Wopt (%)	γ_{drymak} (gr/cm ³)
1	3.81	14.2	1.56
2	4.05	21.7	1.63
3	7.90	15.7	1.48
4	6.62	13.7	1.87
5	2.92	13.8	1.52
6	4.10	13.7	1.80
7	3.05	13.5	1.52
8	3.95	14.2	1.58
9	5.37	15.6	1.59

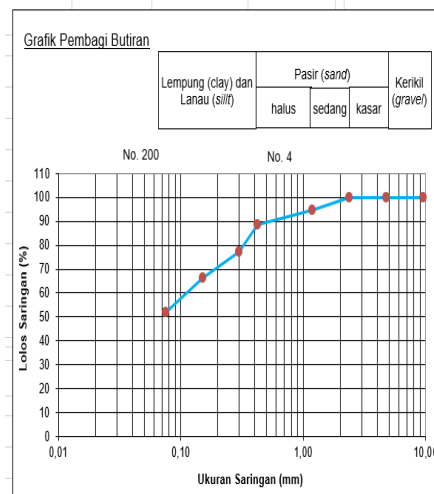
Nilai CBR tanah yang diperoleh dari pengujian di laboratorium dimana dari Tabel di atas untuk titik 3 dan titik 4 nilai CBR memenuhi Spesifikasi Bina 2018 Marga yaitu $> 6\%$ (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020). Selain titik tersebut diperoleh nilai CBR yang diperoleh belum memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018 yaitu $< 6\%$ (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2020).

Klasifikasi Tanah

Hasil klasifikasi tanah yang diperoleh pada sampel tanah yang diambil dari lokasi Jalan Badak Kota Pekanbaru yaitu pada Sembilan (9) titik yang berbeda. Untuk metode USCS parameter yang menjadi perhitungan adalah nilai pengujian analisa saringan dan *atterberg limits*. Untuk metode USCS pada sampel tanah titik 1 yaitu:

a. Pengujian analisa saringan

Berikut adalah grafik hasil pengujian analisa saringan pada sampel titik 1:

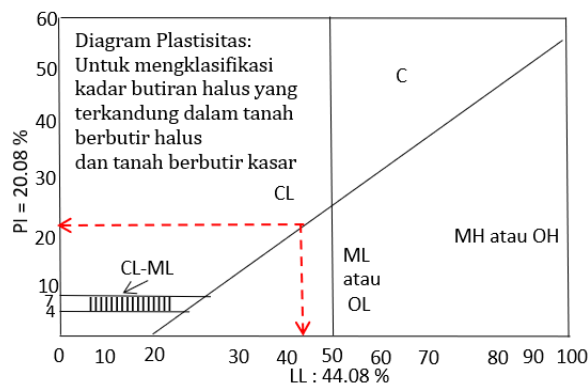


Gambar 1. Grafik analisa saringan sampel tanah titik 1

Pada Gambar nilai lolos saringan No.200 (0,075 mm) sebesar 52.91%. Nilai yang diperoleh > 50% dan berdasarkan klasifikasi metode USCS tanah tersebut digolongkan sebagai tanah berbutir halus yaitu kategori lempung atau lanau (Hardiyatmo, 2019).

b. Metode USCS

Sampel tanah pada lokasi Jalan Badak di ambil pada lokasi yang berbeda di sekitar Jalan Badak. Klasifikasi tanah yang diperoleh berdasarkan metode USCS (*Unified Soil Classification System*). Tujuan dari klasifikasi tanah adalah untuk menentukan jenis dari tanah pada lokasi penelitian. Sistem USCS dibagi dalam 2 (dua) kelompok yaitu tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus (Hardiyatmo, 2019). Kalsifikasi tanah titik 1 metode USCS disajikan pada Gambar berikut:



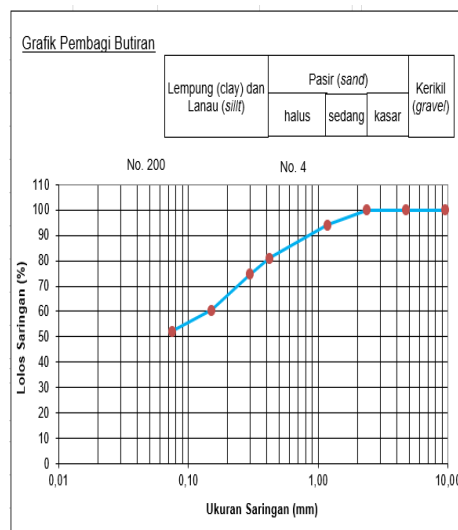
Gambar 2. Klasifikasi sampel tanah titik 1

Hasil yang diperoleh berdasarkan klasifikasi metode USCS, dimana untuk nilai Batas Cair (LL) sebesar 44,08% dan nilai Indeks Plastisitas (PI) sebesar 20,08%, berdasarkan grafik USCS tanah tersebut diklasifikasikan tipe CL yaitu lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang (Hardiyatmo, 2019).

Untuk metode USCS pada sampel tanah titik 6 yaitu:

a. Pengujian analisa saringan

Berikut adalah grafik hasil pengujian analisa saringan pada sampel titik 6:

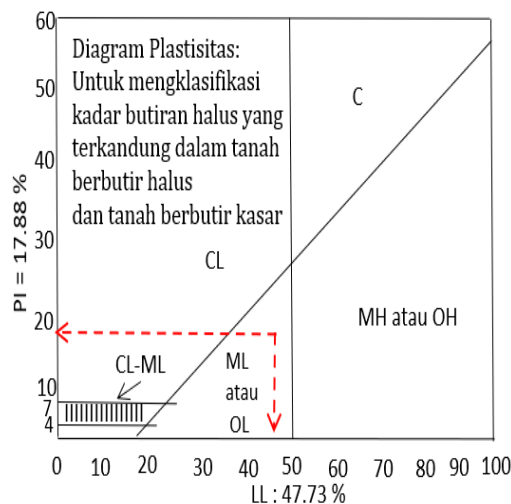


Gambar 3. Grafik analisa saringan sampel tanah titik 6

Pada Gambar nilai lolos saringan No.200 (0,075 mm) sebesar 52,13%. Nilai yang diperoleh > 50% dan berdasarkan klasifikasi metode USCS tanah tersebut digolongkan sebagai tanah berbutir halus yaitu kategori lempung atau lanau (Hardiyatmo, 2019).

b. Metode USCS

Sampel tanah pada lokasi Jalan Badak di ambil pada lokasi yang berbeda di sekitar Jalan Badak. Klasifikasi tanah yang diperoleh berdasarkan metode USCS (*Unified Soil Classification System*). Tujuan dari klasifikasi tanah adalah untuk menentukan jenis dari tanah pada lokasi penelitian. Sistem USCS dibagi dalam 2 (dua) kelompok yaitu tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus (Hardiyatmo, 2019). Kalsifikasi tanah titik 1 metode USCS disajikan pada Gambar berikut:



Gambar 4. Klasifikasi sampel tanah titik 1

Hasil yang diperoleh berdasarkan klasifikasi metode USCS, dimana untuk nilai Batas Cair (LL) sebesar 47,73% dan nilai Indeks Plastisitas (PI) sebesar 17,88%, berdasarkan grafik USCS tanah tersebut diklasifikasikan tipe ML yaitu lanau tak organik (Hardiyatmo, 2019).

Berikut adalah rekapan klasifikasi tanah metode USCS untuk 9 titik sampel tanah:

Tabel 5. Parameter Fisik Tanah Timbun Berdasarkan Metode USCS

Sampel	CBR (%)	% lolos (#200)	PI (%)	LL (%)	Klasifikasi
1	3.81	52.91	20.08	44.08	CL
2	4.05	51.04	18.22	43.16	CL
3	7.90	66.96	13.50	38.67	CL
4	6.62	52.12	17.39	39.15	CL
5	2.92	51.86	21.57	49.31	CL
6	4.10	52.13	17.88	47.73	ML
7	3.05	52.90	20.85	49.13	ML
8	3.95	52.64	18.66	37.37	CL
9	5.37	66.80	17.62	34.49	CL

Pada Tabel di atas klasifikasi tanah metode USCS pada lokasi tersebut adalah CL yaitu lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang dan ML yaitu lanau tak organik (Hardiyatmo, 2019).

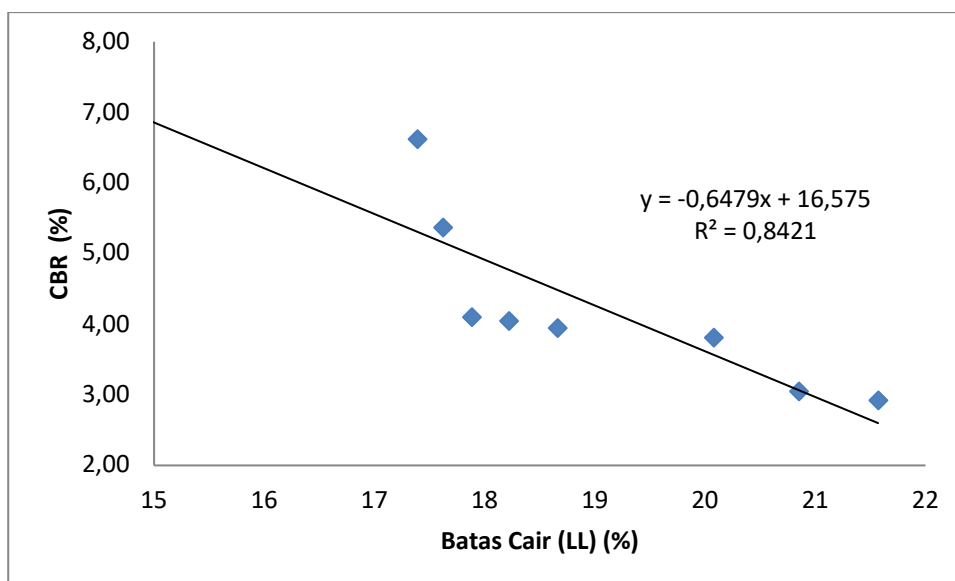
Korelasi Nilai PI dengan Nilai CBR

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium yang dilakukan, nilai *California Bearing Ratio* (CBR) dengan indeks plastisitas (PI) dapat dikelompokkan berdasarkan lokasi pengambilan sampel yang dilakukan di lapangan. Dalam membandingkan kedua nilai tersebut maka nilai CBR yang digunakan adalah nilai CBR 100%. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel berikut:

Tabel 9. Perbandingan Nilai PI dan CBR

No	CBR (%)	PI (%)
1.	3.81	20.07
2.	4.05	18.22
3.	7.90	13.50
4.	6.62	17.39
5.	2.92	21.57
6.	4.10	17.88
7.	3.05	20.85
8.	3.95	18.66
9.	5.37	17.62

Nilai yang diperoleh digunakan untuk mendapatkan nilai korelasi antara *California Bearing Ratio* (CBR) dengan indeks plastisitas (PI) dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar 3. Gambar perbandingan nilai PI dan CBR

Pada Gambar di atas grafik korelasi antara nilai PI dan nilai CBR 9 sampel tanah lempung dikorelasikan menggunakan regresi linier. Hasilnya dibuat persamaan linier dimana nilai CBR adalah Y dan diwakilkan nilai PI oleh X. Maka persamaan linier yang diperoleh adalah:

$$y = -0,6479x + 16,575$$

$$\text{CBR} = -0,6479 \text{ PI} + 16,575$$

$$R^2 = 0,8421$$

$$R = 0,917$$

Dari hasil persamaan regresi (R^2) dikategorikan sangat baik karena $> 0,75$, dimana nilai R^2 yang diperoleh sebesar 0,8421. Korelasi yang diperoleh adalah sangat kuat yaitu 0,80 – 1,00, karena nilai R diperoleh sebesar 0,917 (Sihotang & Iskandar, 2014). Hasil pengujian nilai korelasi PI dan CBR menunjukkan bahwa jika nilai PI tanah tinggi maka nilai CBR tanah tersebut menurun (Cahyadi et al., 2022). Hubungan korelasi nilai PI dan nilai CBR menunjukkan adanya hubungan linier. Hubungan linier dari nilai PI dan nilai CBR pada setiap lokasi pengambilan sampel tanah dipengaruhi oleh nilai Indeks Plastisitas (PI). Semakin tinggi nilai Indeks Plastisitas (PI) tanah maka nilai CBR akan semakin rendah (Marwan & Sundary, 2012).

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah korelasi nilai *Indeks* Plastisitas tanah dengan *California Bearing Ratio* (CBR) pada tanah lempung menunjukkan korelasi sangat kuat dimana semakin tinggi nilai Indeks Plastisitas (PI) tanah maka nilai CBR akan semakin rendah. Perlu penelitian lebih lanjut dengan mengambil sampel lebih banyak lagi pada lokasi yang sama agar mendapatkan model regresi yang lebih valid lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aderinola, O. S., & Quadri, A. I. (2017). Correlation of California Bearing Ratio Value of Clays with Soil Index and Compaction Characteristics. *International Journal of Scientific Research and Innovative Technology*, 4(April), 12–22.
- Anam, S., Sudjati, Candra, A. I., Sumargono, Winarno, B., & Budi, K. C. (2020). Pengaruh Porositas Terhadap Kuat Tekan Bebas Dari Stabilisasi Tanah Dengan Kapur. *Jurnal Civilla*, 5(2), 452–459.
- Anggraini, M., & Saleh, A. (2021). Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Semen Terhadap Kuat Tekan Bebas. *Sainstek (e-Journal)*, 9(2), 108–115. <https://doi.org/10.35583/js.v9i2.182>
- Anggraini, M., & Saleh, A. (2022). Kuat Geser Tanah Lempung Dengan Abu Tandan Sawit dan Semen. *Jurnal SAINSTEK*, 10(1), 24–31.
- B Shirur, N., & G Hiremath, S. (2014). Establishing Relationship Between CBr Value and Physical Properties of Soil. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 11(5), 26–30.
- Cahyadi, H., Handayani, F., & Andiani, R. (2022). Correlation of Soil Plasticity Index (PI) Value with California Bearing Ratio (CBR) for Soil in Banjarmasin. *The 4 Th International Conference on Technology, Education and Sciences*, November, 14–19.
- Darwis, F., & Mulya, E. (2020). Karakteristik tanah timbunan dari desa daeo sebagai subgrade

- pada struktur perkerasan jalan. *Jurnal Teknik*, 13(1), 20–27.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2020). Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2). In *Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat* (Issue Oktober, p. 1036).
- Handayani, N., & Saputra, N. A. (2019). Persamaan Nilai Korelasi Indeks Plastisitas (PI) Tanah Dengan California Bearing Ratio (CBR) Tanah Lempung Palangka Raya. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 8(1), 63–71. <https://doi.org/10.33084/mits.v8i1.1150>
- Handayani, N., & Saputra, N. A. (2021). Correlation Between Indeks Plasticity (Pi) and California Bearing Ratio (Cbr) Value of Palangkaraya Soil. *Journal of Physics: Conference Series*, 1764(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1764/1/012180>
- Hardiyatmo, C. H. (2019). *Mekanika Tanah I*. Gadjah Mada University Press.
- Katte, V. Y., Mfoyet, S. M., Manefouet, B., Wouatong, A. S. L., & Bezeng, L. A. (2019). Correlation of California Bearing Ratio (CBR) Value with Soil Properties of Road Subgrade Soil. *Geotechnical and Geological Engineering*, 37(1), 217–234. <https://doi.org/10.1007/s10706-018-0604-x>
- Manik, M., & Jafri, M. (2015). Hubungan Batas Cair dan Plastisitas Indeks Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan ISS 2500 Terhadap Nilai Kohesi pada Uji Geser Langsung dan Uji Tekan Bebas. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 3(2), 2303–2314.
- Marwan, & Sundary, D. (2012). Hubungan Nilai California Bearing Ratio Dengan Indeks Plastisitas Tanah Desa Neuheun Aceh Besar. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala*, 2(September).
- Pal, K., & Pal, K. (2019). Correlation Between CBR Values and Plasticity Index of Soil For Kolkata Region. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 6, 6.
- Putra Pratama Situmorang, A., Hendri, O., & Ikhwan Yani, M. (2021). Korelasi Nilai Hasil Uji Kuat Tekan Bebas Dengan Nilai California Bearing Ratio (Cbr) Tanah Lempung. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil TRANSUKMA*, 4(1), 53–60.
- Saputra, N. A., & Putra, R. (2020). The Correlation between CBR (California Bearing Ratio) and UCS (Unconfined Compression Strength) Laterite Soils in Palangka Raya as Heap Material. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 469(1).
- Sihotang, A. J., & Iskandar, I. R. (2014). Analisis Hubungan Berat Isi Kering Maksimum Dan Kadar Air Optimum Berdasarkan Batas Plstis Dan Batas Cair. *Hasil Riset*, 1–10.
- Verdiyanti, N. E., Mukti, E. T., & Rustamaji, R. M. (2021). Hubungan Batas Cair dan Indeks Plastisitas Terhadap Nilai Kohesi Tanah Pada Uji Direct Shear Tanah Lempung Pada Kabupaten Mempawah. *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 9(1), 1–5.
- Wibisono, G., Nugroho, S. A., & Umam, K. (2018). The Influence Sands Gradation And Clay Content Of Direct Sheart Test On Clayey Sand. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 316(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/316/1/012038>
- Yudhyantoro, Y., Prayoga, A., Sipil, J. T., Teknik, F., & Kuala, U. S. (2022). Analisis Perubahan Volume pada Timbunan Tanah Lempung Berdasarkan Nilai Batas Susut (SNI 3422 : 2008). 2, 114–123.