# Analisis Daya Dukung Lapisan Subgrade Jalan Dengan Metode CBR *Soaked* dan *Unsoaked*

Neneng Winarsih[1*], Nurani Masyita[2], Firda Ainun Nisah[3], Dewita Briliansi[4], Vina Nurhotimah[5]

[1,2]Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Singaperbangsa Karawang, Jawa Barat, Indonesia
[3]Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Singaperbangsa Karawang, Jawa Barat, Indonesia
[4,5]Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik Universitas Singaperbangsa Karawang, Jawa Barat, Indonesia
[*]*e-mail: neneng.winarsih@ft.unsika.ac.id*

*(Received: 30 September 2024; Reviewed: 18 Oktober 2024; Accepted: 30 Mei 2025)*

***Abstract***

***Analysis of the Bearing Capacity of Road Subgrade Layers Using Soaked and Unsoaked CBR Methods***. *The subgrade is crucial in determining soil bearing capacity, as it supports the load from buildings and vehicles. If the subgrade layer has low bearing capacity, it can lead to settlement and deformation, resulting in cracks, potholes, and an increased risk of accidents due to road damage. The California Bearing Ratio (CBR) test is a widely adopted technique for assessing soil strength. This research seeks to identify the load-bearing capacity of the subgrade layer on a rural road in Karawang Regency by examining soil index characteristics and CBR values under both soaked and unsoaked conditions. The plasticity test results showed a liquid limit of 92.67%, a plasticity index of 47.54%, and a specific gravity of 2.57 g/cm³, indicating clay soil with high plasticity and significant expansive potential. The soaked CBR value was 7.99%, while the unsoaked CBR value reached 40.9%, classifying the soil as moderate for subgrade road planning.*

***Keywords****: Bearing Capacity, CBR, Clay Soil, Plasticity Index, Subgrade*

**Abstrak**

Tanah dasar sangat penting dalam menentukan daya dukung tanah, karena menahan beban dari bangunan dan kendaraan. Jika lapisan tanah dasar memiliki daya dukung yang rendah, dapat menyebabkan penurunan dan deformasi, yang mengakibatkan retakan, lubang, serta peningkatan risiko kecelakaan akibat kerusakan jalan. Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) merupakan teknik yang banyak digunakan untuk menilai kekuatan tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas daya dukung lapisan tanah dasar pada jalan pedesaan di Kabupaten Karawang dengan menganalisis karakteristik indeks tanah serta nilai CBR dalam kondisi basah (rendaman) dan kering (tidak direndam). Hasil pengujian plastisitas diperoleh nilai batas cair 92,67%, indeks plastisitas 47,54%, dan berat jenis 2,57 g/cm³, hal tersebut menunjukkan tanah lempung dengan plastisitas tinggi dan potensi ekspansif yang besar. Nilai CBR rendaman adalah 7,99%, sedangkan nilai CBR tanpa rendaman mencapai 40,9%, mengklasifikasikan tanah sebagai kategori sedang untuk perencanaan subgrade jalan.

**Kata Kunci**: *Daya Dukung Tanah, CBR, Tanah Lempung, Index Plastisitas, Tanah Dasar*

## PENDAHULUAN

Kabupaten Karawang, yang dikenal sebagai salah satu wilayah dengan lahan pertanian terluas di Indonesia dengan luas lahan pertanian mencapai 93.000 ha pada Tahun 2023 (BPS Karawang, 2023). Kabupaten Karawang memiliki sejumlah Desa yang berkontribusi signifikan terhadap produktivitas pertaniannya, salah satu desa tersebut adalah Desa Malangsari, yang terletak di Kecamatan Pedes. Desa ini merupakan salah satu pusat pertanian yang menjadi bagian penting dari sistem agrikultur Karawang. Berdasarkan data isu strategis yang ada di Desa Malangsari, salah satu permasalahan untuk mendukung pendistribusian hasil pertanian di Desa tersebut adalah rusaknya infrastruktur jalan. Jalan ini sering di lintasi kendaraan berat seperti truk untuk membawa hasil pertanian seperti gabah dalam jumlah besar. Dalam kondisi jalan yang

rusak, terutama saat musim hujan truk yang membawa hasil pertanian akan sulit melintasi jalan desa tersebut. Karena itu, diperlukan tindakan yang tepat dalam merencanakan perbaikan di lokasi jalan Desa Malangsari, salah satunya dengan mengetahui kapasitas daya dukung pada lapisan tanah dasar (*subgrade*) jalan.

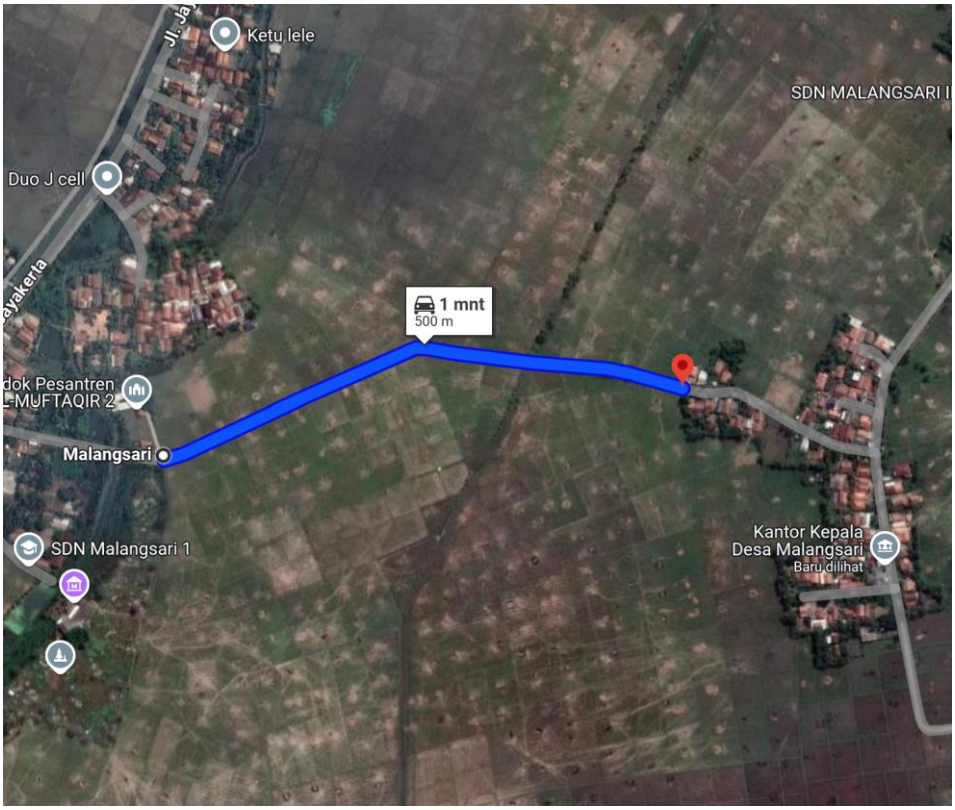
Lapisan *subgrade* sering juga di sebut lapisan tanah dasar yang berada pada lapisan baling bawah dalam struktur konstruksi jalan. Tanah dasar menjadi salah satu stuktur lapisan yang sangat penting dalam menentukan nilai daya dukung tanah, hal ini disebabkan tanah dasar harus menahan beban yang berada diatas tanah dasar tersebut, yaitu beban konstruksi serta beban kendaraan. Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk menahan beban konstruksi diatasnya (Yuliawan, dkk., 2018) yang di pengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya jenis tanah, kepadatan tanah, dan kadar air tanah. Tanah dengan kadar air yang rendah umumnya memiliki daya dukung yang lebih tinggi dibandingkan tanah yang basah atau memiliki kadar air yang tinggi (Yuda et al., 2017). Permasalahan yang terjadi jika daya dukung tanah pada lapisan subgrade rendah adalah terjadi penurunan dan deformasi jalan, jalan diatasnya akan mengalami retak dan berlubang, serta meningkatkan resiko kecelakaan yang tinggi akibat kegagalan struktur jalan tersebut.

Oleh karena itu, penentuan nilai daya dukung tanah menjadi suatu keharusan dalam menjamin kestabilan struktur yang dimiliki oleh lapisan tanah dasar sebelum melakukan perencanan desain perkerasan jalan. Penentuan daya dukung tanah dapat dilakukan menggunakan salah satu metode, yaitu *California Bearing Ratio* (CBR). Pengujian CBR pada prinsipnya adalah perbandingan antara beban penetrasi aktual dan beban standar pada kondisi kedalaman dan kecepatan penetrasi yang serupa (Auliyak et al., 2021). Pelaksanaan pengujian CBR melibatkan dua kondisi yang berbeda yaitu CBR *soaked* (terendam) untuk menilai daya dukung tanah dalam kondisi basah seperti jalan atau daerah rawa kering atau normal dan CBR *unsoaked* (tidak terendam) untuk menilai daya dukung tanah dalam kondisi kering atau normal. Baik CBR *soaked* maupun *Unsoaked*, pengujian keduanya penting untuk mengetahui besarnya nilai daya dukung tanah dalam setiap kondisi. Yudha Putra Pratama, dkk (2024) melakukan penelitian untuk mengidentifikasi kapasitas daya dukung tanah yang memengaruhi tingkat kerusakan pada ruas jalan Pule–Sarirejo di Kabupaten Lamongan, penelitian tersebut menggunakan pengujian atterberg limit dan CBR laboratorium dengan jumlah pukulan yaitu 10 pukulan, 25 pukulan dan 56 pukulan namun tidak disebutkan pengujian CBR yang digunakan adalah metode CBR *soaked* atau *unsoaked*. Hasilnya diketahui kadar air tanah dasar di jalan pule-sari rejo yang berada di kabupaten lamongan sangat tinggi yaitu 15,39% (memiliki daya dukung tinggi) namun dari hasil CBR didapatkan hasil 7% (daya dukung cukup). Penelitian serupa juga dilakukan oleh Agung Ramadhan, dkk (2024) terkait perhitungan daya dukung tanah pada lapisan jalan yang berlokasi di tanjung tongowai dengan menggunakan metode CBR *unsoaked*. Hasil perhitungan memperlihatkan daya dukung di lokasi tersebut tergolong buruk yaitu 4.63%.

Berdasarkan permasalahan yang telah di uraikan, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji daya dukung tanah yang berlokasi di salah satu Jalan Desa di Kabupaten karawang di tinjau dari nilai indeks properties tanah serta nilai CBR (*soaked* dan *unsoaked*). Hasil dari studi ini diharapkan memberikan kontribusi sebagai bahan rujukan dalam mendesain lapisan konstruksi jalan yang tepat di daerah tersebut, juga dapat dilakukan penanganan dini atau upaya stabilisasi terhadap tanah tersebut jika diketahui nilai daya dukungnya rendah.

## METODE

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan melibatkan pengujian laboratorium. Lokasi pengambilan sampel tanah yaitu terletak salah satu ruas jalan Desa Malangsari Kabupaten Karawang dengan panjang jalan sepanjang 500 m. Pemilihan ruas jalan tersebut karena berada di tengah area persawahan yang menjadi jalur utama dalam pendistribusian hasil pertanian dan jalur jalan yang mengalami kerusakan. Berdasarkan observas, kerusakan jalan di sepanjang ruas jalan tersebut memiliki kerusakan yang hampir seragam melihat dari ciri fisiknya. Posisi ruas jalan ditunjukkan pada Gambar 1. Metode pengambilan sampel dilakukan dengan teknik sampel disturb sebanyak 1 titik di lokasi jalan yang terlihat paling parah. Tahap selanjutnya yaitu tahap persiapan sampel sebelum dilakukan pengujian laboratorium. Tahap persiapan ini meliputi pengeringan sampel dan pengayakan tanah hingga lolos saringan nomor 4. Setelah sampel siap, langkah berikutnya dilakukan pengujian laboratorium. Semua rangkaian pengujian laboratorium dalam penelitian ini menggunakan prosedur pada metode AASHTO. Tahap pertama pengujian mencakup penentuan parameter indeks tanah seperti kadar air, berat jenis, serta plastisitas tanah. Pengujian kedua yaitu pemadatan dan yang ke tiga yaitu uji CBR (*California Bearing Ratio*) dengan dua kondisi diantara nya CBR yang diuji dalam keadaan terendam (*Soaked*) serta kering (*Unsoaked*).




**Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel**

1. **Pengujian indeks properti tanah,** untuk mengetahui sifat-sifat dasar tanah yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan jenis tanah, tanpa memperhitungkan kekuatan atau deformasi tanah. Sifat-sifat ini mencerminkan karakteristik fisik dasar tanah dan penting dalam analisis geoteknik awal. Pengujian indeks properti terdiri dari :

   a. Uji kadar air (*Water Content*), Pengujian kadar air (water content) merupakan prosedur untuk menentukan persentase kandungan air dalam suatu sampel tanah (Setyo Budi, 2011). Pengukuran ini dilakukan dengan membandingkan massa air yang terkandung dalam sampel terhadap massa tanah dalam kondisi kering. Formula perhitungan yang digunakan disajikan sebagai berikut:

$$W = \frac{Ww}{Ws}\ x\ 100\% \qquad (1)$$

   W = Kadar Air (%)
   Ww = Berat Air
   Ws = Berat tanah dalam keadaan kering

   b. Berat jenis (*specific gravity*) didefinisikan sebagai perbandingan antara massa kering butiran tanah dengan massa air suling yang menempati volume yang setara dengan volume butiran tanah tersebut. Nilai berat jenis ini digunakan untuk menentukan berat relatif partikel tanah terhadap air, di mana air memiliki berat volume standar sebesar satu (1.0).Pengujian batas Atterberg (Atterberg limits) dilakukan untuk menentukan nilai batas cair, batas plastis, dan indeks plastisitas tanah. Berdasarkan tingkat plastisitas dan karakteristiknya, tanah dapat diklasifikasikan ke dalam empat tingkat plastisitas (Pratama, 2024). Klasifikasi tersebut disajikan dalam tabel berikut.

**Tabel 1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Nilai Indeks Plastisitas (Harry Chritady, 2016 dalam Pratama, 2024)**

| No | PI | Sifat | Jenis Tanah | Kohesi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | Tanah Non Plastis | Pasir | Non Kohesif |
| 2 | <7 | Tanah Plastisitas Rendah | Lanau | Kohesif Sebagian |
| 3 | 7-17 | Tanah Plastisitas Sedang | Lempung Berlanau | Kohesif |
| 4 | >17 | Tanah Plastisitas Tinggi | Lempung | Kohesif |

2. **Pengujian Proctor standar.** Pengujian ini juga dikenal sebagai uji pemadatan standar, bertujuan untuk memperoleh nilai kepadatan kering maksimum serta kadar air optimum dari suatu sampel tanah.
3. **Pengujian California Bearing Ratio (CBR) *soaked* dan *unsoaked***. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kekuatan relatif tanah dasar dalam rangka perencanaan konstruksi perkerasan jalan. Prinsip dasar dari metode ini adalah membandingkan beban yang diperlukan untuk melakukan penetrasi terhadap sampel tanah sebesar 0,1 inci atau 0,2 inci dengan beban yang dibutuhkan untuk penetrasi serupa pada material standar berupa batu pecah (Barnas, 2018). Klasifikasi nilai CBR untuk tanah dasar (subgrade) disajikan pada tabel 2:

**Tabel 2. Presentase Nilai CBR untuk Berbagai Kriteria Tanah Dasar (*Subgrade*) (Turnbul 1968 dalam Barnas 2018)**

| No | Kriteria | Nilai CBR |
|---|---|---|
| 1 | Buruk | <5% |
| 2 | Sedang | 5%-10% |
| 3 | Baik | 10%-20% |
| 4 | Sangat Baik | 20%-30% |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari serangkaian pengujian yang telah dilakukan terhadap sampel tanah menunjukkan data sebagai berikut :

**1. Indeks properti Tanah**

Hasil indeks properti tanah dari sampel yang di uji ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Nilai Indeks Properti pada Sampel Tanah**

| No | Deskripsi | Hasi Pengujian |
|---|---|---|
| 1 | Kadar Air (w) | 59,48% |
| 2 | Berat Jenis (Gs) | 2,57 gr/cm$^3$ |
| 3 | Persentase Butir Halus | 99,2% |
| 4 | Atteberg Limit | |
| | Batas Plastis (LL) | 92,67 % |
| | Batas Plastis (PL) | 45,16% |
| | Indeks Plastisitas (IP) | 47,54% |
| 5 | Berat Isi Kering ($\gamma_d$) | 1,303 gr/cm$^3$ |
| 6 | Berat Isi Basah ($\gamma_m$) | 1,598 gr/cm$^3$ |
| 7 | Kadar Air Optimum | 31,6 % |
| 8 | *Unconfined Compressive strength* | 1,209 kg/cm$^2$ |

Kadar air (w) yang di dapat kan dari hasil pengujian sampel tanah yaitu sebesar 59,48% berat jenis 2,57 gr/cm$^3$ dan presentasi butiran halus sampai 99,2% menunjukkan jenis tanah di lokasi tersebut masuk dalam kategori tanah lempung (Hardiyatmo, 2019), klasifikasi tanah berdasarkan berat jenis di tunukan pada Tabel 4.

**Tabel 4. Klasifikasi Jenis Tanah Berdasarkan Berat Jenis (Hary Christady 2019)**

| No | Jenis | Berat Jenis (Gs) |
|---|---|---|
| 1 | Tanah Kerikil | 2,65-2,68 |
| 2 | Tanah Pasir | 2,65-2,68 |
| 3 | Tanah Lanau anorganik | 2,62-2,68 |
| 4 | Tanah Lempung organik | 2,58-2,65 |
| 5 | Tanah Lempung anorganik | 2,68-2,75 |
| 6 | Tanah Humus | 1,37 |
| 7 | Tanah Gambut | 1,25-1,8 |

Hasil pengujian batas cair didapatkan sebesar 92,67% , batas plastis atau plastis limit sebesar 45,16% serta indeks plastisitas sebesar 47,54%, berdasarkan Tabel 1 mengenai derajat plastisitas, tanah yang di jadikan sampel termasuk kedalam kategori **plastisitas tinggi.** Dengan mempertimbangkan nilai plastisitasnya, tanah ini termasuk dalam kategori lempung berplastisitas tinggi, yang cenderung memiliki **potensi kembang susut yang signifikan**. Perubahan kadar air yang terjadi pada tanah dengan plastisitas tinggi dapat memicu perubahan volume yang besar, yang pada akhirnya dapat merusak struktur di atasnya, termasuk menyebabkan retaknya lapisan perkerasan jalan. Berikut persentase potensi pengembangan berdasarkan nilai indeks plastisitas.

**Tabel 5. Persentase Potensi Pengembangan berdasarkan Indeks Plastisitas (Kimpraswil 2004 dalam Tri Mulyono 2017)**

| PI | %<2µm | Kriteria Potensi pengembangan |
|---|---|---|
| >35% | >95% | Sangat Tinggi |
| 22-35% | 60-95% | Tinggi |
| 18-22% | 30-60% | Moderat |
| <18% | <30% | Rendah |

***2. California Bearing Ratio***

Uji *California Bearing Ratio* (CBR) dilakukan dalam dua kondisi, yaitu *soaked* dan *unsoaked*, dengan hasil yang tercantum pada Tabel 6.

**Tabel 6. Hasil Uji CBR**

| Penetration (inch) | CBR *Soaked* Stress on Piston (Psi) | CBR *Unsoaked* Stress on Piston (Psi) |
|---|---|---|
| 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 0.0125 | 9,108 | 36,500 |
| 0.025 | 18,560 | 112,006 |
| 0.050 | 45,541 | 220,318 |
| 0.076 | 66,943 | 320,540 |
| 0.100 | 79,990 | 409,000 |
| 0.150 | 100,637 | 533,123 |
| 0.200 | 106,561 | 559,870 |
| 0.300 | 112,930 | 578,540 |
| 0.400 | 115,000 | 577,980 |

Berdasarkan data hasil pengujian CBR pada Tabel 6 nilai CBR dapat dihitung sebagai berikut:

a. CBR *Soaked*

Penetrasi 0.1 = $\frac{79,990}{1000} x100\%$ = 7,99%

Penetrasi 0.2 = $\frac{106,561}{1500} x100\%$ = 7,10%

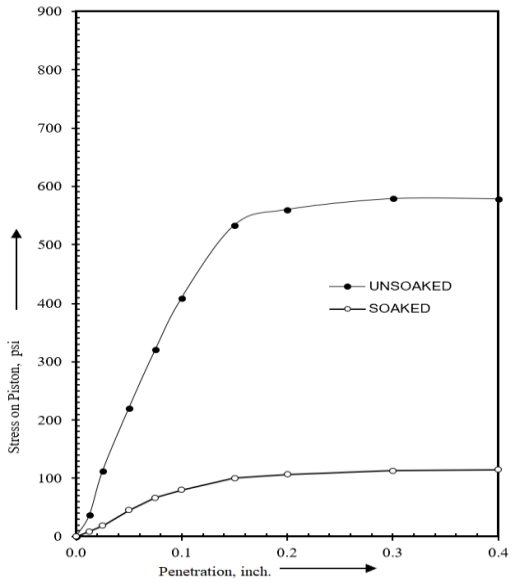
b. CBR *Unsoaked*

Penetrasi 0.1 = $\frac{409,000}{1000} x100\%$ = 40,9%

Penetrasi 0.2 = $\frac{559,870}{1500} x100\%$ = 37,32%

Dari hasil perhitungan CBR baik *soaked* maupun *unsoaked*, Nilai penetrasi yang dipakai adalah nilai penetrasi yang menghasilkan nilai CBR lebih tinggi. Nilai CBR *Soaked* di peroleh nilai 7,99% dengan penetrasi 0,1" sedangkan nilai pada uji CBR *Unsoaked* diperoleh nilai 40,9% dengan penetrasi 0,1". Gambar 1 menunjukkan grafik perbandingan pengujian CBR *soaked* dan *Unsoaked*. Dari grafik tersebut diketahui, dengan penetrasi yang sama, di peroleh selisih nilai

tekanan pada piston yang cukup jauh, sehingga nilai CBR yang diperoleh pun cukup tinggi antara CBR *soaked* dan *Unsoaked*. Pada penetrasi 0.4" Penurunan nilai CBR unsoaked dapat terjadi karena sampel tanah memiliki kadar air yang tinggi, sehingga kohesi tanah berkurang dan menyebabkan resistensi terhadap penetrasi menjadi lebih rendah.




**Gambar 1. Grafik pengujian CBR *Soaked* dan *Unsoaked***

Nilai CBR *soaked* yang di peroleh lebih rendah di bandingkan nilai CBR *unsoaked*. Jika nilai CBR *Soaked* lebih rendah menunjukkan bahwa stabilitas dan daya dukung yang rendah dalam kondisi basah [13]. Kondisi ini mengindikasi bahwa tersebut dapat kehilangan kekuatan signifikan saat jenuh air yang dapat menjadi masalah dalam konstruksi jalan. Berdasarkan kriteria nilai CBR pada Tabel 2, kategori tanah subgrade yang ada dilokasi masih tergolong ke dalam kategori sedang sehingga daya dukung tanah pada kondisi nilai CBR *soaked* sebesar 7,99% masih tergolong dapat digunakan sebagai lapisan *subgrade*. Namun, untuk memastikan tanah tersebut layak dilintasi oleh beban kendaraan berat, perlu dilakukan stabilisasi tanah mengingat tingkat plastisitasnya yang tinggi sehingga berpotensi mengalami pengembangan signifikan. Stabilisasi tanah merupakan metode perbaikan kondisi tanah melalui pencampuran tanah dengan bahan pengikat dan air guna meningkatkan sifat teknis tanah (Departemen Pekerjaan Umum, 2007). Beberapa bahan yang umum digunakan dalam proses stabilisasi meliputi kapur, semen, dan pasir, yang terbukti efektif dalam meningkatkan nilai CBR tanah (Simanjuntak, 2017).

## KESIMPULAN

Hasil pengujian pada penelitian ini menunjukkan bahwa batas cair tanah sebesar 92,67% dengan indeks plastisitas mencapai 47,54%, serta berat jenis sebesar 2,57 gr/cm³. Data ini mengindikasikan bahwa tanah di lokasi penelitian tergolong lempung dengan plastisitas tinggi dan potensi pengembangan yang besar. Selanjutnya, pengujian CBR menghasilkan nilai soaked sebesar 7,99% dan unsoaked sebesar 40,9%, yang mengkategorikan tanah tersebut dalam kelas kekuatan sedang untuk perencanaan subgrade jalan. Oleh karena itu, stabilisasi tanah tetap diperlukan agar konstruksi jalan yang dirancang mampu menahan beban kendaraan berat dalam berbagai kondisi, baik kering maupun basah, serta untuk mencegah kerusakan pada lapisan perkerasan jalan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan apresiasi kepada Universitas Singaperbangsa Karawang atas bantuan dana hibah penelitian pemula yang telah diberikan. Dukungan tersebut memungkinkan penelitian ini berjalan dengan lancar. Semoga hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat yang konstruktif dalam perencanaan desain konstruksi jalan

## REFERENSI


Anggreini, M., Aprianto, A., & Rustamaji, R. M. Analisis Daya Dukung Lapisan Tanah Dasar Di Politeknik Negeri Ketapang Berdasarkan Korelasi Cbr Konvensional dan Cbr Lapangan. *JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, *9*(3).

ASTM, D1883. (2016). Standard test method for California bearing ratio (CBR) of laboratory-compacted soils. *ASTM, West Conshohcken*.

AASHTO Designation T 90-00, *Standard method of test for determining the plastis limit and plasticity index of soil*.

Arbianto, R., Susilo, B., & Surjandari, N. S. (2009). Studi korelasi indeks plastisitas dan batas susut terhadap perilaku mengembang tanah.

Auliyak, A. S., Putra, A. D., Purwadi, O. T., & Iswan, I. (2021). Pengujian CBR Laboratorium Lapisan Subgrade Menggunakan Alat Uji Modifikasi Metode Tekan (Pressure Method). *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, *9*(4), 486591.

Barnas, E., & Karopeboka, B. (2018). Penelitian Kekuatan Tanah Metode CBR (California Bearing Ratio) di SPBG Bogor 1 Bubulak Jl KH R Abdullah bin Nuh. *Jurnal KaLIBRASI-Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, Industri*, *1*(2).

BPS Karawang. 2023. Hasil pencacahan lengkap sensus pertanian tahun 2023. Badan Pusat Statistik Kabupaten Karawang. Karawang

Das, B. M. (Ed.). (2011). *Geotechnical engineering handbook*. J. Ross publishing.

Departemen Pekerjaan Umum. (2007). Pedoman Perencanaan Stabilisasi Tanah dengan Bahan Serbuk Pengikat untuk Konstruksi Jalan.

Gilson Company.Inc. California Bearing Ratio Test: CBR Values & Why They Matter. 18 Juli 2024. https://www.globalgilson.com/blog/cbr-testing

Hardiyatmo, H. C. (2019). Mekanika Tanah 1, edisi ke-7. *Gadjah Mada University Press, Yogjakarta*.

Pratama, Y. P., & Dhana, R. R. (2024). Analisis Daya Dukung Tanah Dasar terhadap Kerusakan Jalan Raya Pule-Sarirejo. *Jurnal Talenta Sipil*, *7*(1), 15-21.

Ramadani, A., Amiruddin Hi, M., Husain, T., & Altarans, I. (2024). Analisis Perhitungan Daya Dukung Tanah Pada Lapisan Jalan. *Dintek*, *17*(01), 27-32.

Ramadhani, T., Iswan, I., & Jafri, M. (2015). Hubungan Batas Cair dan Plastisitas Indeks Tanah Lempung yang Disubstitusi Pasir Terhadap Nilai Kohesi Tanah pada Uji Direct Shear. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, *3*(2), 291-302.

Setyo Budi, G. (2011). Pengujian Tanah di Laboratorium, Penjelasan dan Panduan.

Simanjuntak, M. R. A., Lubis, K., & Rangkuti, N. M. (2017). Stabilisasi Tanah Lempung dengan campuran pasir pantai terhadap nilai CBR. *Journal Of Civil Engineering Building And Transportation*, *1*(2), 96-104.

Yuda, H. F., Zakaria, Z., & Sukiyah, E. (2017). Implikasi Kadar Airtanah Terhadap Daya dukung Tanah Di Wilayah Gambir Dan Sekitarnya. *Bull. Sci. Contrib.*, *15*(1), 95-100.

Yuliawan, E., & Rahayu, T. (2018). Analisis daya dukung dan penurunan pondasi tiang berdasarkan pengujian SPT dan Cyclic Load Test. *Konstruksia*, *9*(2), 1-13.