

Analisis Daya Dukung Tanah Dasar pada Ruas Jalan Sarirejo–Jatirembe

Bobby Damara, Muhammad Rofiqy Ramdhani

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Lamongan,

Jl. Veteran No.53A, Jetis, Kec. Lamongan, Kabupaten Lamongan, Jawa Timur 62211.

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

Daya Dukung Tanah; CBR; DCP; Kerusakan Jalan, Tanah Dasar.

*Correspondence email:

bobbydamara@unisla.ac.id,
rofiqiramdhani13@gmail.com

Submitted: 23 Juni 2026

Revised: 09 Agustus 2026

Accepted: 09 Agustus 2026

Published: 10 Agustus 2026

ABSTRAK

Jalan merupakan infrastruktur transportasi darat yang berperan penting dalam mendukung aktivitas sosial dan ekonomi masyarakat. Kondisi tanah dasar (subgrade) menjadi salah satu faktor utama yang memengaruhi kekuatan dan umur pelayanan jalan, terutama pada wilayah dengan kadar air tinggi seperti kawasan persawahan. Ruas Jalan Sarirejo–Jatirembe di Kabupaten Lamongan mengalami kerusakan berupa retak, amblas, dan gelombang yang diduga berkaitan dengan rendahnya daya dukung tanah. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi daya dukung tanah dasar pada Ruas Jalan Sarirejo–Jatirembe berdasarkan hasil pengujian DCP, CBR laboratorium, pemadatan standar, dan batas Atterberg menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Pengumpulan data dilakukan melalui pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) untuk memperoleh nilai California Bearing Ratio (CBR) lapangan, serta pengujian laboratorium yang meliputi CBR, pemadatan standar, dan batas Atterberg. Hasil penelitian menunjukkan nilai CBR lapangan rata-rata sebesar 6,23% dengan rentang dominan 2,29%–5,74% dan nilai maksimum 18,67%, yang mengindikasikan daya dukung tanah rendah hingga sedang. Nilai CBR laboratorium sebesar 2,07% pada 10 tumbukan, 2,33% pada 25 tumbukan, dan 7,92% pada 56 tumbukan. Hasil uji pemadatan menunjukkan kadar air optimum 18,61% dan kepadatan maksimum 1,579g/cm³, sedangkan hasil batas Atterberg memperoleh nilai LL 36,67%, PL 28,36%, dan PI 8,30%. Berdasarkan hasil tersebut, tanah dasar pada lokasi penelitian tergolong memiliki daya dukung rendah hingga sedang sehingga berkontribusi terhadap kerusakan jalan dan memerlukan upaya perbaikan untuk meningkatkan kinerja perkerasan.

ABSTRACT

Keywords:

Subgrade Bearing Capacity; CBR; DCP; Pavement Damage; Subgrade Soil.

Roads are an essential land transportation infrastructure that supports social and economic activities within the community. The condition of the subgrade is one of the primary factors influencing pavement strength and service life, particularly in areas with high moisture content such as agricultural regions. The Sarirejo–Jatirembe Road in Lamongan Regency has experienced various forms of pavement distress, including cracking, settlement, and surface undulations, which are suspected to be associated with low soil bearing capacity. This study aims to evaluate the bearing capacity of the subgrade along the Sarirejo–Jatirembe Road based on DCP testing, laboratory CBR testing, standard compaction testing, and Atterberg limits using a quantitative descriptive approach. Data were collected through Dynamic Cone Penetrometer (DCP) testing to determine field California Bearing Ratio (CBR) values, as well as laboratory tests including CBR, standard compaction, and Atterberg limits. The results indicate that the average field CBR value was 6.23%, with most values ranging from 2.29% to 5.74% and a maximum value of 18.67%, suggesting low to moderate soil bearing capacity. Laboratory CBR values were 2.07% at 10 blows, 2.33% at 25 blows, and 7.92% at 56 blows. Compaction test results showed an optimum moisture content of 18.61% and a maximum dry density of 1.579 g/cm³, while the Atterberg limits were 36.67% liquid limit (LL), 28.36% plastic limit (PL), and 8.30% plasticity index (PI). Based on these findings, the subgrade soil at the study location is classified as having low to moderate bearing capacity, contributing to pavement deterioration and requiring improvement measures to enhance pavement performance.

PENDAHULUAN

Jalan merupakan infrastruktur transportasi darat yang memiliki peran penting dalam menunjang aktivitas sosial dan ekonomi masyarakat. Kondisi jalan yang baik dapat mendukung kelancaran mobilitas serta distribusi barang dan jasa sehingga berkontribusi terhadap pertumbuhan ekonomi suatu wilayah. Namun, peningkatan volume lalu lintas yang tidak diimbangi dengan kualitas konstruksi yang memadai dapat mempercepat penurunan kinerja jalan dan menyebabkan kerusakan yang terjadi secara berulang. Kinerja perkerasan jalan sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah dasar (*subgrade*) yang berfungsi sebagai lapisan penopang utama. Nilai California Bearing Ratio (CBR) merupakan

salah satu parameter penting untuk menggambarkan kekuatan tanah dasar dan menentukan kebutuhan struktur perkerasan. Nilai CBR dipengaruhi oleh karakteristik tanah, antara lain kadar air, kepadatan kering, gradasi butiran, batas cair, batas plastis, dan indeks plastisitas. (Pule & Yendaw, 2024; Gowda dkk., 2024)

Pule dan Yendaw membahas hubungan CBR dengan OMC, MDD, LL, PL, dan PI, sedangkan Gowda dkk. Menggunakan jenis tanah, PI, dan MDD sebagai parameter prediksi CBR. Tanah dasar dengan daya dukung rendah berpotensi menimbulkan deformasi, retak, maupun penurunan (ambblas) pada perkerasan sebelum mencapai umur rencana. Menurut (Georgius Jeri Satrio Mikael Lede, 2020), kekuatan konstruksi jalan sangat bergantung pada kemampuan tanah dasar dalam menahan beban lalu lintas yang bekerja di atasnya. Oleh karena itu, pengujian daya dukung tanah menjadi tahapan yang penting dalam perencanaan, evaluasi, dan pemeliharaan perkerasan jalan guna menjamin kinerja struktur serta umur layanan jalan yang optimal.

Dalam ilmu teknik sipil, tanah dipandang sebagai material rekayasa yang berfungsi sebagai dasar pondasi bagi bangunan, jalan, maupun struktur lainnya. Kinerja suatu konstruksi sangat bergantung pada kekuatan dan kestabilan tanah yang menjadi tumpuannya. Tanah memiliki kemampuan menahan beban hingga batas tertentu, dan apabila beban yang diterima melebihi kapasitasnya, maka tanah dapat mengalami penurunan (settlement) atau bahkan kegagalan geser (shear failure). Menurut Laksono, P.A (2025) dalam Mekanika Tanah, tanah dapat dianalisis melalui beberapa sifat penting seperti berat isi (γ), kadar air (w), derajat kejenuhan (S), angka pori (e), dan porositas (n). Sifat-sifat ini digunakan untuk memahami perilaku tanah terhadap beban dan perubahan lingkungan.

Ruas Jalan Sarirejo–Jatirembe menghubungkan Kecamatan Sarirejo, Kabupaten Lamongan, dengan Kecamatan Jatirembe, Kabupaten Gresik, dan berada di kawasan persawahan. Pada Ruas Jalan Sarirejo-Jatirembe menggunakan perkerasan aspal. Perkerasan aspal memiliki beberapa keunggulan antara lain yaitu, jalan lebih halus dan tidak bergelombang serta pekerjaan aspal lebih cepat dibanding beton, sehingga berkendara bisa enak dan nyaman, Perkerasan aspal tergolong lebih murah dibandingkan perkerasan lainnya seperti beton, akan tetapi perkerasan aspal memiliki beberapa kekurangan di antaranya tidak tahan terhadap genangan air.

Perkerasan jalan aspal membutuhkan perhatian khusus dalam hal perawatan agar tidak mudah mengalami kerusakan. Selain itu, kualitas dan ketahanan perkerasan aspal sangat dipengaruhi oleh kondisi struktur tanah di bawahnya. Oleh karena itu, sebelum proses pembangunan jalan beraspal dilakukan, perlu dipastikan terlebih dahulu bahwa struktur tanah telah diperbaiki dan memiliki daya dukung yang memadai (Pratama & Dhana, 2024)

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa nilai DCP dan CBR dapat digunakan untuk mengevaluasi daya dukung tanah dasar pada konstruksi jalan. Pengujian DCP dapat digunakan untuk memperoleh gambaran kekuatan tanah dasar secara cepat melalui hubungan antara indeks penetrasi DCP dan nilai CBR. Namun, hubungan tersebut dapat dipengaruhi oleh jenis tanah, kadar air, kepadatan, dan karakteristik material setempat sehingga korelasi yang digunakan perlu disesuaikan dengan kondisi tanah yang diuji. (Chokkerd dkk, 2024; Sagar dkk., 2022)

Sagar dkk. menguji pengaruh kepadatan, kadar air, kadar butiran halus, dan CBR terhadap DCP, sedangkan Chokkerd dkk. menunjukkan perlunya kalibrasi korelasi DCP - CBR berdasarkan kelompok tanah. Pengujian DCP dapat digunakan untuk memperoleh gambaran kekuatan tanah dasar secara cepat melalui hubungan antara indeks penetrasi DCP dan nilai CBR. Namun, hubungan tersebut dapat dipengaruhi oleh jenis tanah, kadar air, kepadatan, dan karakteristik material setempat sehingga korelasi yang digunakan perlu disesuaikan dengan kondisi tanah yang diuji (Sagar dkk., 2022; Chokkerd dkk., 2024). Sagar dkk. menguji pengaruh kepadatan, kadar air, kadar butiran halus, dan CBR terhadap DCP, sedangkan Chokkerd dkk. menunjukkan perlunya kalibrasi korelasi DCP - CBR berdasarkan kelompok tanah. Namun, kondisi tanah dasar pada setiap lokasi memiliki karakteristik yang berbeda, terutama pada ruas jalan yang berada di kawasan persawahan dengan kadar air tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada evaluasi daya dukung tanah dasar Ruas Jalan Sarirejo–Jatirembe, Kabupaten Lamongan, melalui pengujian DCP di lapangan serta pengujian CBR, pemadatan standar, dan batas Atterberg di laboratorium.

METODE

Pengujian CBR laboratorium dilaksanakan melalui beberapa tahapan, yaitu persiapan sampel tanah, analisis saringan, pengujian batas – batas Atterberg yang di antaranya meliputi batas cair dan batas plastis, pemadatan, dan uji CBR. Sampel tanah yang diambil dari lokasi penelitian terlebih dahulu dikeringudarkan hingga mencapai kondisi yang tidak terlalu basah. Adapun tanah yang masih basah kemudian disaring untuk memperoleh ukuran butiran yang sesuai, sebelum dilakukan proses pengujian untuk menentukan nilai CBR. Adapun prosedurnya sebagai berikut:

Prosedur pengujian Laboratorium:

Pengujian California Bearing Ratio (CBR) Laboratorium

Setelah pengambilan sampel, pengujian CBR laboratorium dilakukan menggunakan peralatan utama berupa mesin penetrasi, cetakan CBR, piringan pemisah, alat pemadat, alat ukur pengembangan (swell), keping beban, dan torak penetrasi. Sampel tanah yang telah disiapkan dicampur dengan air pada kadar air optimum, kemudian dipadatkan ke dalam cetakan sesuai prosedur pemadatan standar. Untuk CBR rendaman (soaked CBR), benda uji dipasang keping pengembangan dan beban, lalu direndam selama 96 jam dengan muka air sekitar 2,5 cm di atas

sampel. Setelah perendaman, benda uji dikeluarkan dan dibiarkan mengering selama ± 15 menit sebelum dilakukan pengujian. Pengujian dilaksanakan dengan memberikan penetrasi menggunakan torak pada kecepatan konstan 1,27 mm/menit. Beban yang terjadi selama penetrasi dicatat hingga mencapai penetrasi tertentu atau beban maksimum. Setelah pengujian selesai, kadar air benda uji ditentukan untuk keperluan analisis. Nilai CBR dihitung berdasarkan perbandingan antara beban penetrasi benda uji dan beban standar pada penetrasi 0,1 inci (2,54 mm) atau 0,2 inci (5,08 mm). Nilai yang digunakan umumnya adalah CBR pada penetrasi 0,1 inci, kecuali jika nilai pada penetrasi 0,2 inci lebih besar dan memenuhi ketentuan pengujian, Hasil pengujian selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik hubungan beban–penetrasi, hubungan kadar air dengan berat isi kering, serta hubungan berat isi kering dengan nilai CBR untuk menentukan CBR desain dan kondisi pemadatan optimum tanah.

Pengujian Kepadatan Standar (compaction test)

Pengujian pemadatan tanah bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kadar air dan tingkat kepadatan tanah, sehingga dapat ditentukan kadar air optimum (Optimum Moisture Content/OMC) dan kepadatan kering maksimum (Maximum Dry Density/MDD). Hasil pengujian ini digunakan sebagai acuan pelaksanaan pemadatan di lapangan agar tanah memiliki stabilitas, kekuatan, dan daya dukung yang optimal. Pelaksanaan pengujian dilakukan dengan menimbang cetakan dan keping alas, kemudian sampel tanah yang telah dicampur air dipadatkan ke dalam cetakan menggunakan penumbuk standar seberat 2,5 kg dengan tinggi jatuh 30,5 cm sebanyak 25 tumbukan per lapisan. Setelah pemadatan selesai, permukaan tanah diratakan, cetakan ditimbang kembali, dan sampel dikeluarkan untuk dilakukan pengujian kadar air. Data hasil pengujian digunakan untuk menghitung berat isi basah (γ_w) dan berat isi kering (γ_d). Selanjutnya dibuat grafik hubungan antara kadar air (w) dan berat isi kering (γ_d) untuk menentukan nilai OMC dan MDD. Grafik tersebut menunjukkan bahwa kepadatan kering maksimum dicapai pada kadar air optimum, sedangkan kadar air yang melebihi nilai optimum akan menghasilkan kepadatan kering yang lebih rendah. Selain itu, dapat dibuat garis Zero Air Void (ZAV) atau garis kejenuhan 100%, yaitu kondisi teoritis saat seluruh rongga tanah terisi air tanpa adanya udara. Garis ini digunakan sebagai pembanding dalam analisis hasil pemadatan tanah.

Pengujian Batas Batas Atterberg

Pengujian batas-batas Atterberg dilakukan untuk mengetahui karakteristik tanah, terutama tanah berbutir halus, terhadap perubahan kadar air yang memengaruhi konsistensi dan sifat plastisnya. Pengujian ini bertujuan menentukan nilai batas cair (Liquid Limit/LL), batas plastis (Plastic Limit/PL), dan indeks plastisitas (Plasticity Index/PI) sehingga tingkat plastisitas tanah dapat diketahui. Hasil pengujian digunakan untuk mengklasifikasikan jenis tanah serta mengevaluasi perilakunya akibat perubahan kadar air yang dapat memengaruhi stabilitas dan daya dukung tanah. Pengujian batas Atterberg terdiri atas dua tahapan utama, yaitu pengujian batas cair (LL) dan batas plastis (PL) untuk menentukan batas perubahan fase konsistensi tanah.

Karakteristik pemadatan dan plastisitas perlu dianalisis bersama dengan nilai CBR karena kadar air optimum, kepadatan kering maksimum, batas cair, batas plastis, dan indeks plastisitas berkaitan dengan ketahanan tanah terhadap penetrasi dan kemampuannya sebagai tanah dasar perkerasan. (Nagaraju dkk., 2023; Amakye dkk., 2022). Nagaraju dkk. menyatakan bahwa CBR berkaitan dengan karakteristik gradasi, plastisitas, dan pemadatan, sedangkan Amakye dkk. menganalisis Atterberg limits, pemadatan, CBR, dan implikasinya terhadap tebal perkerasan.

Pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

Pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) digunakan untuk menentukan nilai *California Bearing Ratio* (CBR) tanah dasar secara langsung di lapangan. Penggunaan DCP memungkinkan evaluasi kekuatan lapisan tanah secara cepat berdasarkan penetrasi pertumbukan, kemudian hasilnya dikorelasikan dengan nilai CBR untuk menggambarkan kondisi tanah dasar di lapangan. (Ikechukwu & Mostafa, 2020; Khalid dkk, 2022)

Penelitian Ikechukwu dan Mostafa menggunakan DCP bersama pengujian CBR untuk menilai kondisi struktur perkerasan, sedangkan Khalid dkk. menghubungkan DCPI dengan CBR, berat isi kering, kadar air, dan sifat mekanis tanah. Metode ini dapat menjadi alternatif ketika pengujian CBR lapangan maupun CBR laboratorium tidak memungkinkan untuk dilaksanakan. Penelitian yang dilakukan oleh (Gasruddin, 2022) bertujuan menganalisis pengaruh daya dukung tanah dasar terhadap kebutuhan tebal lapisan perkerasan serta menentukan tebal perkerasan menggunakan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987. Pengujian DCP dilaksanakan berdasarkan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/2010 dengan pola pengujian zig-zag pada ruas jalan STA 0+000 hingga STA 0+700 dan interval pengujian setiap 100 meter. (Kirmanto, 2010)

Pengujian DCP atau uji lapangan bertujuan untuk mengetahui kekuatan dan tingkat kepadatan tanah dasar (subgrade) secara langsung di lapangan berdasarkan nilai penetrasi akibat tumbukan. Hasil pengujian digunakan untuk memperkirakan nilai CBR sehingga dapat diketahui daya dukung tanah terhadap beban konstruksi, khususnya perkerasan jalan. Selain itu, pengujian ini juga digunakan untuk mengidentifikasi variasi lapisan tanah berdasarkan kedalaman, mengevaluasi keseragaman kondisi tanah, serta mendeteksi lapisan yang memiliki daya dukung rendah.

Peralatan yang digunakan :

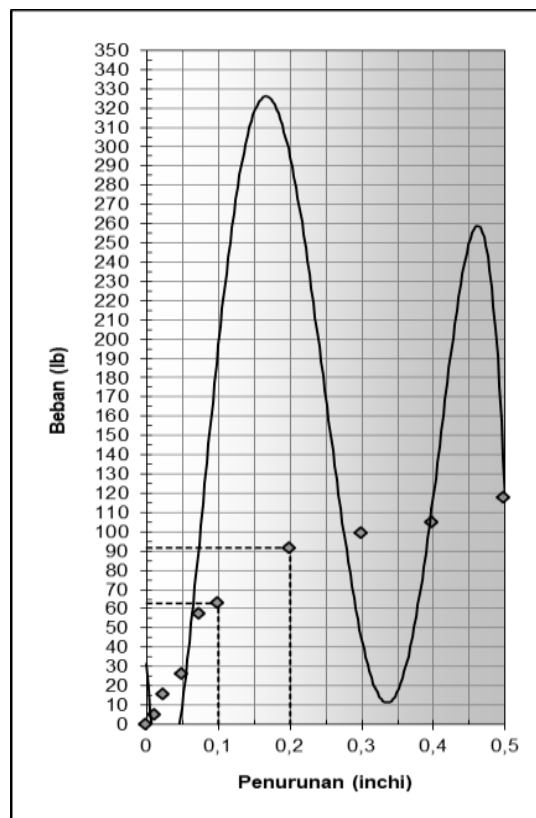
- a. alat DCP
- b. meteran
- c. GPS
- d. kamera digital
- e. formulir pengamatan

Prosedur pengujian diawali dengan menempatkan alat DCP pada titik uji dalam posisi tegak lurus terhadap permukaan tanah dan mencatat pembacaan awal. Pengujian dilakukan dengan menjatuhkan penumbuk secara bebas dan mencatat jumlah tumbukan serta kedalaman penetrasi. Pada tanah dasar atau lapisan yang relatif lunak, pembacaan dilakukan setiap 1–2 tumbukan, sedangkan pada lapisan yang lebih keras dilakukan setiap 5–10 tumbukan. Pengujian dihentikan apabila laju penetrasi kurang dari 1 mm per 3 tumbukan. Setiap titik pengujian dilakukan minimal dua kali untuk memperoleh hasil yang lebih representatif.

Data hasil pengujian kemudian diolah dengan menghitung akumulasi tumbukan dan penetrasi, menentukan nilai penetrasi rata-rata per tumbukan (nilai DCP), serta mengonversinya menjadi nilai CBR menggunakan grafik atau korelasi DCP–CBR yang berlaku. Nilai CBR yang diperoleh selanjutnya digunakan sebagai dasar evaluasi daya dukung tanah dan perencanaan perkerasan jalan.

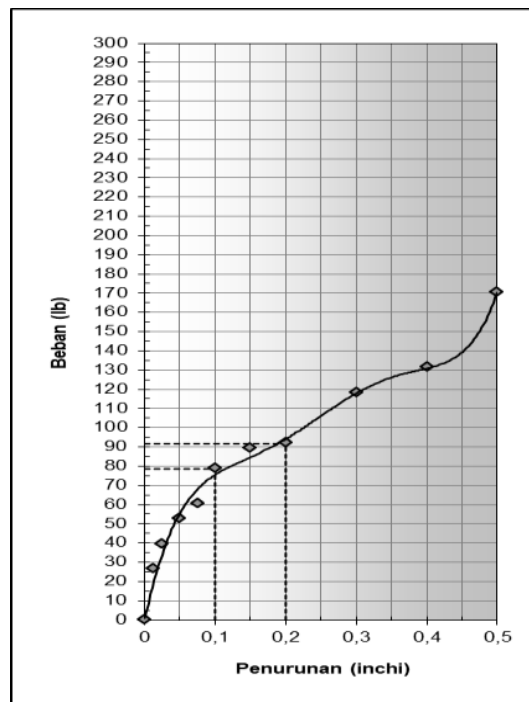
HASIL

Berdasarkan hasil dari menganalisis daya dukung tanah di Jalan ruas Sarirejo - Jatiremb Kecamatan Sarirejo Kabupaten Lamongan, Provinsi Jawa Timur dengan 2 metode pengujian Laboratorium dan uji lapangan menggunakan alat DCP sepanjang 700 m sehingga dari sumber (analisis data) diperoleh nilai CBR laboratorium dan lapangan yaitu seperti pada gambar Grafik dan Tabel berikut:



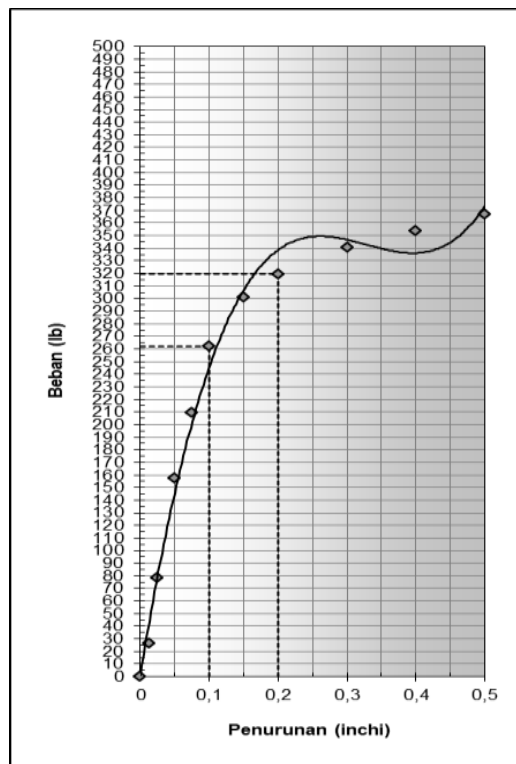
Gambar 1. Grafik CBR sampel 10 pukulan x 3 lapis

Terdapat nilai CBR rata-rata sebesar 2,07% menunjukkan bahwa tanah memiliki kapasitas daya dukung yang tergolong rendah. Oleh karena itu, tanah ini kurang memenuhi syarat apabila digunakan langsung sebagai lapisan dasar, sehingga diperlukan upaya perbaikan seperti pemadatan lanjutan atau stabilisasi tanah guna meningkatkan kekuatan dan kestabilannya dalam mendukung beban konstruksi.



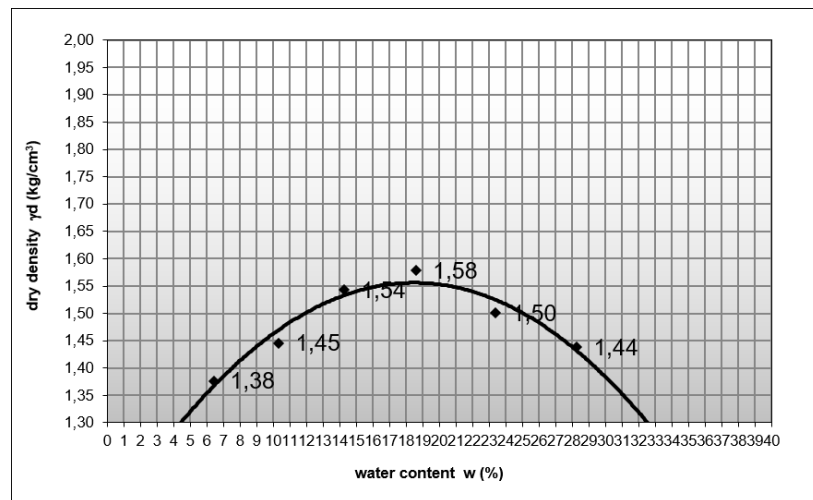
Gambar 2. Grafik CBR sampel 25 pukulan x 3 lapis

Terdapat nilai CBR rata-rata sebesar 2,33% mengindikasikan bahwa tanah memiliki kapasitas daya dukung yang rendah. Dengan kondisi tersebut, tanah tidak direkomendasikan untuk digunakan secara langsung sebagai lapisan tanah dasar (subgrade) pada konstruksi jalan.



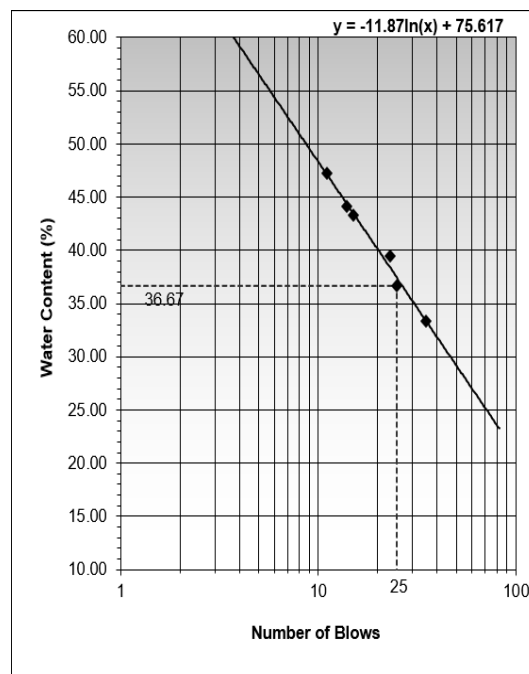
Gambar 3. Grafik CBR sampel 56 pukulan x 3 lapis

Terdapat nilai CBR sebesar 7,92%. Nilai ini mencerminkan kemampuan tanah dalam menahan beban penetrasi pada kondisi pengujian di laboratorium. Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa tanah memiliki daya dukung dalam kategori sedang, sehingga masih dapat digunakan sebagai tanah dasar (subgrade), namun kemungkinan memerlukan perbaikan atau lapisan tambahan agar mampu mendukung beban lalu lintas secara optimal.



Gambar 4. Grafik pengujian compaction test

Berdasarkan hasil dari pengujian Compaction Test, diperoleh kepadatan kering maksimum sebesar 1,579gr/cm³ dengan kadar air optimum (OMC) Optimum Moisture Content 18,61%.



Gambar 5. Grafik perhitungan batas cair

Berdasarkan hasil dari Perhitungan batas cair (LL) terdapat nilai dari batas uji kelima sebesar 36.67%.

Tabel 1. Data Perhitungan Batas Plastis (PL)
PENGUJIAN BATAS PLASTIS (PL)

Sampel Ke	PL I	PL II	PL III
WW	10	9,64	9,58
DW	9,78	9,50	9,45
Ww	0,22	0,14	0,13
TW	9	9	9
Ws	0,78	0,50	0,45
w	28,21 %	28,00 %	28,89 %

Berdasarkan hasil dari perhitungan batas plastis (PL) terdapat nilai dari sampel satu sampai tiga dengan nilai rata-rata sebesar 28,36%

Tabel 2. Hasil Perhitungan Nilai CBR Lapangan Berdasarkan Uji DCP

Banyak tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (cm)	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/Tumbukan)	CBR %
0	0	3	30	0	58,5	3,11
1	1	9,8	98	68		
1	2	18,3	183	153		
1	3	22,6	226	196		
1	4	26,4	264	234		
1	5	29,5	295	265	43,0	4,66
1	6	32,5	325	295		
1	7	37,4	374	344		
1	8	40	400	370		
1	9	47,9	479	449		
1	10	51	510	480	42,5	4,74
1	11	59,9	599	569		
1	12	60	600	570		
1	13	65,5	655	625		
1	14	70	700	670		
1	15	73,4	734	704		

Tabel 2 menyajikan nilai CBR yang diperoleh dari hasil pengujian pada STA 0+000 sampai dengan STA 0+100 bagian kiri jalan berdasarkan hasil analisis data.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Nilai CBR Lapangan Berdasarkan Uji DCP

Banyak tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (cm)	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/Tumbukan)	CBR %
0	0	3	30	0	38,0	5,49
1	1	8,5	85	55		
1	2	11,1	111	81		
1	3	14,6	146	116		
1	4	18,2	182	152		
1	5	23	230	200	71,2	2,41
1	6	30,9	309	279		
1	7	40,1	401	371		
1	8	51,1	511	481		
1	9	53,8	538	508		
1	10	66,2	662	632	44,4	4,47
1	11	69,5	695	665		
1	12	73	730	700		
1	13	75,3	753	723		
1	14	76	760	730		

Tabel 3 menyajikan nilai CBR yang diperoleh dari hasil pengujian pada STA 0+000 sampai dengan STA 0+200 bagian kanan jalan berdasarkan hasil analisis data.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Nilai CBR Lapangan Berdasarkan Uji DCP

Banyak tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (cm)	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/Tumbukan)	CBR %
0	0	3	30	0	70,8	2,43
1	1	12,5	125	95		
1	2	20	200	170		
1	3	25,3	253	223		
1	4	31,3	313	283		
1	5	40,2	402	372	56,2	3,28
1	6	50,3	503	473		
1	7	58	580	550		
1	8	59,5	595	565		
1	9	60,8	608	578		
1	10	65	650	620		
1	11	69,3	693	663	51,0	3,7
1	12	83,4	834	804		
1	13	88,3	883	853		
1	14	90	900	870		
1	15	92,5	925	895		
1	16	95,6	956	926		

Tabel 4 menyajikan nilai CBR yang diperoleh dari hasil pengujian pada STA 0+000 sampai dengan STA 0+300

bagian kiri jalan berdasarkan hasil analisis data.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Nilai CBR Lapangan Berdasarkan Uji DCP

Banyak tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (cm)	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/Tumbukan)	CBR %
0	0	3	30	0	35,3	6,05
1	1	6,2	62	32		
1	2	9,2	92	62		
1	3	13	130	100		
1	4	17,1	171	141		
1	5	26	260	230	67,6	2,58
1	6	43,1	431	401		
1	7	46,2	462	432		
1	8	49,2	492	462		
1	9	50,9	509	479		
1	10	60,1	601	571	77,7	2,15
1	11	68,2	682	652		
1	12	78,2	782	752		
1	13	88,8	888	858		
1	14	95	950	920		
1	15	97,5	975	945		

Tabel 5 menyajikan nilai CBR yang diperoleh dari hasil pengujian pada STA 0+000 sampai dengan STA 0+400 bagian kanan jalan berdasarkan hasil analisis data.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Nilai CBR Lapangan Berdasarkan Uji DCP

Banyak tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (cm)	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/Tumbukan)	CBR %
0	0	3	30	0	72.8	2.34
1	1	19,4	194	164		
1	2	28,6	286	256		
1	3	30,3	303	273		
1	4	32,1	321	291		
1	5	34,2	342	312	19.7	13.03
1	6	35,6	356	326		
1	7	36,8	368	338		
1	8	39,1	391	361		
1	9	40,2	402	372		
1	10	43,9	439	409		
1	11	47,6	476	446	79.3	2.09
1	12	53,6	536	506		
1	13	59,5	595	565		
1	14	66,1	661	631		
1	15	79,7	797	767		
1	16	91,5	915	885		

Tabel 6 menyajikan nilai CBR yang diperoleh dari hasil pengujian pada STA 0+000 sampai dengan STA 0+500 bagian kiri jalan berdasarkan hasil analisis data.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Nilai CBR Lapangan Berdasarkan Uji DCP

Banyak tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (cm)	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/Tumbukan)	CBR %
0	0	3	30	0	35,6	5,98
1	1	6,7	67	37		
1	2	11	110	80		
1	3	17,3	173	143		
1	4	19,5	195	165		
1	5	20,8	208	178		
1	6	21,4	214	184	8,3	40,53
1	7	22	220	190		
1	8	22,6	226	196		
1	9	23,3	233	203		
1	10	23,9	239	209		
1	11	25	250	220		
1	12	26,6	266	236		
1	13	29,2	292	262	25,0	9,5
1	14	32,5	325	295		

Banyak tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (cm)	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/Tumbukan)	CBR %
1	15	36,2	362	332		
1	16	38,6	386	356		
1	17	40,7	407	377		
1	18	43,5	435	405		
1	19	45,6	456	426		
1	20	46,6	466	436		

Tabel 7 menyajikan nilai CBR yang diperoleh dari hasil pengujian pada STA 0+000 sampai dengan STA 0+600 bagian kanan jalan berdasarkan hasil analisis data.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Nilai CBR Lapangan Berdasarkan Uji DCP

Banyak tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (cm)	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/Tumbukan)	CBR %
0	0	3	30	0	107,5	1,40
1	1	13,3	133	103		
1	2	40,3	403	373		
1	3	44,2	442	412		
1	4	46	460	430		
1	5	47,6	476	446	28,8	7,89
1	6	49,2	492	462		
1	7	51,6	516	486		
1	8	55,5	555	525		
1	9	60,4	604	574		
1	10	65,2	652	622	59,3	3,06
1	11	72,8	728	698		
1	12	80	800	770		
1	13	86,3	863	833		
1	14	92,7	927	897		
1	15	96	960	930		

Tabel 8 menyajikan nilai CBR yang diperoleh dari hasil pengujian pada STA 0+000 sampai dengan STA 0+700 bagian kiri jalan berdasarkan hasil analisis data.

Pembahasan

1. Pembahasan Uji CBR Laboratorium

Berdasarkan hasil pengujian CBR laboratorium, diperoleh nilai CBR rata-rata sebesar 2,07% pada 10 tumbukan, 2,33% pada 25 tumbukan, dan 7,92% pada 56 tumbukan. Peningkatan nilai CBR seiring bertambahnya energi pemadatan menunjukkan bahwa kondisi kepadatan dan kadar air memiliki pengaruh penting terhadap tahanan penetrasi tanah. Kepadatan kering yang lebih tinggi pada kondisi kadar air yang sesuai pada umumnya menghasilkan kekuatan tanah dasar yang lebih baik (Pule & Yendaw, 2024; Sagar dkk., 2022). Hasil ini menunjukkan bahwa nilai CBR meningkat seiring bertambahnya energi pemadatan. Nilai CBR tertinggi diperoleh pada 56 tumbukan, yaitu sebesar 7,92%, sehingga tanah dasar menunjukkan daya dukung yang lebih baik pada kondisi pemadatan yang lebih tinggi.

Tabel 9. Ringkasan CBR Rata-Rata	
Jumlah pukulan	Nilai CBR rata – rata (%)
10 pukulan	2,07 %
25 pukulan	2,33 %
56 pukulan	7,92 %

Berdasarkan klasifikasi nilai CBR rata-rata sebesar 7,92% termasuk dalam kategori sangat cukup, yang menunjukkan bahwa tanah dasar memiliki daya dukung yang memadai untuk mendukung konstruksi perkerasan jalan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tanah dasar pada Ruas Jalan Sarirejo–Jatirembé, Kecamatan Sarirejo, Kabupaten Lamongan memiliki daya dukung dalam kategori cukup, sehingga dapat memberikan dukungan yang memadai terhadap konstruksi perkerasan jalan.

2. Uji Kepadatan Standar

Berdasarkan Pengujian kepadatan standar (compaction test) dilakukan menggunakan dua sampel tanah dengan penambahan air sebanyak 300 cc untuk mengetahui pengaruh kadar air terhadap karakteristik pemadatan tanah. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, diperoleh kadar air optimum (Optimum Moisture Content/OMC) sebesar 18,61%. Pada kondisi tersebut, tanah mencapai kepadatan kering maksimum (Maximum Dry

Density/MDD) sebesar $1,579\text{g/cm}^3$, Nilai OMC menunjukkan kadar air yang diperlukan agar susunan butiran tanah dapat mencapai kepadatan kering maksimum. Perubahan kadar air dari kondisi optimum dapat mengubah kekakuan dan kekuatan tanah dasar serta meningkatkan kemungkinan deformasi perkerasan (Rahman dkk., 2023). Rahman dkk. menunjukkan bahwa kekakuan tanah dasar dan potensi rutting perkerasan berkaitan erat dengan kondisi kadar air tanah yang menunjukkan tingkat pemadatan optimum yang dapat dicapai oleh tanah pada kondisi pengujian. Hasil ini mengindikasikan bahwa kadar air optimum berperan penting dalam mencapai kepadatan maksimum sehingga dapat meningkatkan daya dukung dan stabilitas tanah dasar.

3. Uji Batas Cair (LL)

Berdasarkan hasil pengujian batas cair (*Liquid Limit/LL*) di laboratorium, diperoleh nilai batas cair sebesar 36,67% pada sampel dengan 25 ketukan. Nilai tersebut menunjukkan kadar air saat tanah mengalami perubahan konsistensi dari kondisi plastis menjadi kondisi cair. Hasil pengujian ini dapat digunakan sebagai salah satu parameter untuk menentukan karakteristik, tingkat plastisitas, serta klasifikasi tanah pada lokasi penelitian.

4. Uji Batas Plastis (PL)

Berdasarkan hasil pengujian batas plastis (*Plastic Limit/PL*) di laboratorium, diperoleh nilai batas plastis rata-rata sebesar 28,36%. Nilai tersebut menunjukkan kadar air pada saat tanah mulai mengalami perubahan konsistensi dari kondisi semi padat menjadi plastis. Hasil ini dapat digunakan untuk mengevaluasi karakteristik plastisitas tanah serta sebagai salah satu parameter dalam klasifikasi tanah pada lokasi penelitian.

5. Perhitungan Penentuan Indeks Plastisitas

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai Indeks Plastisitas (PI) sebesar 8,30%, Nilai LL, PL, dan PI tidak hanya digunakan untuk mengidentifikasi tingkat plastisitas tanah, tetapi juga membantu menjelaskan variasi nilai CBR. Tanah dengan karakteristik plastisitas tertentu dapat mengalami perubahan kekuatan ketika kadar air berubah, khususnya pada tanah dasar yang berada di lingkungan dengan kelembapan tinggi (Nagaraju dkk., 2023; Gowda dkk., 2024). yang dihitung dari selisih antara batas cair (LL) sebesar 36,67% dan batas plastis (PL) sebesar 28,36%. Nilai PI menunjukkan tingkat plastisitas tanah atau kemampuan tanah mengalami perubahan bentuk tanpa retak pada kondisi kadar air tertentu. Berdasarkan nilai PI sebesar 8,30% termasuk dalam kategori plastisitas sedang, sehingga sampel tanah dapat diklasifikasikan sebagai tanah lempung berlanau yang bersifat kohesif.

6. Pembahasan Uji Lapangan DCP

Nilai CBR merupakan perbandingan antara beban penetrasi tanah terhadap beban penetrasi bahan standar pada kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Nilai ini digunakan untuk menilai kekuatan tanah dasar atau material perkerasan. Dalam penelitian ini, nilai DCP diperoleh dari rata-rata penetrasi per pukulan, kemudian dikonversi menjadi nilai CBR menggunakan persamaan korelasi DCP–CBR dengan konus 60° (Permatasari, 2021). Semakin kecil nilai penetrasi DCP, semakin besar nilai CBR yang diperoleh, dan sebaliknya. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai CBR rata-rata pada STA 0+100 sebesar 4,17%, STA 0+200 sebesar 4,12%, STA 0+300 sebesar 3,14%, STA 0+400 sebesar 3,59%, STA 0+500 sebesar 5,82%, STA 0+600 sebesar 18,67%, dan STA 0+700 sebesar 4,12%. Dari seluruh titik pengujian tersebut, diperoleh nilai CBR rata-rata keseluruhan sebesar 6,23%.

Perbedaan nilai CBR antar-STA menunjukkan adanya ketidakseragaman kondisi tanah dasar. Variasi tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan kadar air, kepadatan, jenis tanah, serta karakteristik lapisan pada setiap titik pengujian. Oleh karena itu, penggunaan satu persamaan korelasi DCP–CBR perlu mempertimbangkan kelompok tanah dan kondisi material setempat. (Chokkerd dkk, 2024; Khalid dkk, 2022)

Nilai CBR tanah dasar berimplikasi langsung terhadap kebutuhan struktur perkerasan. Nilai CBR yang rendah umumnya membutuhkan lapisan perkerasan yang lebih tebal atau perbaikan tanah dasar, sedangkan peningkatan CBR dapat mengurangi kebutuhan tebal konstruksi. Oleh karena itu, titik dengan nilai CBR rendah perlu diprioritaskan untuk perbaikan melalui pemadatan, pengendalian kadar air, perbaikan drainase, penggantian material, atau stabilisasi tanah (Amakye dkk., 2022).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, diperoleh nilai CBR sebesar 2,07% pada 10 tumbukan, 2,33% pada 25 tumbukan, dan 7,92% pada 56 tumbukan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa daya dukung tanah meningkat seiring bertambahnya energi pemadatan. Pengujian kepadatan standar menghasilkan kadar air optimum sebesar 18,61% dan kepadatan kering maksimum sebesar $1,579\text{g/cm}^3$. Sementara itu, pengujian batas *Atterberg* menunjukkan nilai batas cair (LL) sebesar 36,67%, batas plastis (PL) sebesar 28,36%, dan indeks plastisitas (PI) sebesar 8,30%. Berdasarkan hasil tersebut, tanah tergolong memiliki plastisitas sedang dengan daya dukung rendah hingga cukup, sehingga diperlukan pemadatan yang optimal untuk meningkatkan kemampuan dukung tanah dasar.

Berdasarkan hasil pengujian lapangan menggunakan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) yang dikorelasikan menjadi nilai CBR, diperoleh nilai CBR rata-rata sebesar 6,23%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa daya dukung tanah dasar pada ruas Jalan Sarirejo–Jatirembe Kabupaten Lamongan tergolong rendah hingga cukup. Sebagian besar nilai CBR berada pada kisaran 2,29%–5,74%, sedangkan hanya satu titik yang menunjukkan nilai lebih tinggi, yaitu

18,67%. Kondisi ini mengindikasikan bahwa tanah dasar memiliki kemampuan dukung yang relatif lemah dan tidak merata dalam menerima beban lalu lintas. Akibatnya, tanah dasar tidak mampu menopang beban secara optimal sehingga memicu kerusakan perkerasan seperti retak, amblas, dan bergelombang. Dengan demikian, rendahnya nilai CBR tanah dasar menjadi salah satu faktor utama penyebab kerusakan pada ruas jalan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Gasruddin, A. (2022). Evaluasi Daya Dukung Tanah Pada Perkerasan Jalan Ruas Jalan Lawela - Labalawa Buton Selatan. *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil UNIDAYAN*, 11(1), 1–8. <https://doi.org/10.55340/jmi.v11i1.780>
- Georgius Jeri Satrio Mikael Ledo. (2020). *Analisa Daya Dukung Tanah Terhadap Kerusakan Jalan Pada Ruas Jalan Megamendung, Kelurahan Pisang Candi, Kecamatan Sukun, Kota Malang*. 2.
- Kirmanto, D. (2010). *Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No . 04 / SE / M / 2010 tentang Pemberlakuan Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP)* (عدد 04).
- Laksono, P. A. (2025). *STUDI PENGARUH PERKUATAN TANAH MENGGUNAKAN GEOGRID TERHADAP STABILITAS LERENG*. 8(1), 291–298.
- Permatasari, S. (2021). Hubungan Nilai Cbr Laboratorium Dan Dcp Pada Tanah Yang Dipadatkan Pada Ruas Jalan Desa Semisir Kabupaten Kotabaru. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi) : Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 10(2), 133. <https://doi.org/10.24127/tp.v10i2.1582>
- Pratama, Y. P., & Dhana, R. R. (2024). Analisis Daya Dukung Tanah Dasar terhadap Kerusakan Jalan Raya Pule-Sarirejo. *Jurnal Talenta Sipil*, 7(1), 15. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v7i1.347>
- Amakye, S. Y. O., Abbey, S. J., Booth, C. A., & Oti, J. (2022). Road pavement thickness and construction depth optimization using treated and untreated artificially-synthesized expansive road subgrade materials with varying plasticity index. *Materials*, 15(8), 2773. <https://doi.org/10.3390/ma15082773>
- Chokkerd, J., Udomchai, A., Sultornsanee, S., Angkawisittpan, N., Jantosut, P., Sangiamsak, N., & Kaewhanam, N. (2024). Recalibrated correlations between Dynamic Cone Penetrometer (DCP) data and California Bearing Ratio (CBR) in subgrade soil. *Eng*, 5(3), 1173–1182. <https://doi.org/10.3390/eng5030064>
- Gowda, S., Kunjar, V., Gupta, A., Kavitha, G., Shukla, B. K., & Sihag, P. (2024). Prediction of the subgrade soil California Bearing Ratio using machine learning and neuro-fuzzy inference system techniques: A sustainable approach in urban infrastructure development. *Urban Science*, 8(1), 4. <https://doi.org/10.3390/urbansci8010004>
- Ikechukwu, A. F., & Mostafa, M. M. H. (2020). Performance assessment of pavement structure using dynamics cone penetrometer (DCP). *International Journal of Pavement Research and Technology*, 13, 466–476. <https://doi.org/10.1007/s42947-020-0249-z>
- Khalid, U., Rehman, Z. U., Mujtaba, H., & Farooq, K. (2022). 3D response surface modeling based in-situ assessment of physico-mechanical characteristics of alluvial soils using dynamic cone penetrometer. *Transportation Geotechnics*, 34, 100781. <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2022.100781>
- Nagaraju, T. V., Gobinath, R., Akinwumi, I. I., & Sihag, P. (2023). Predicting California Bearing Ratio of lateritic soils using hybrid machine learning technique. *Buildings*, 13(1), 255. <https://doi.org/10.3390/buildings13010255>
- Pule, B. B., & Yendaw, J. A. (2024). The effect of geotechnical soil properties on CBR value: Review. *AI in Civil Engineering*, 3, Article 19. <https://doi.org/10.1007/s43503-024-00039-1>
- Rahman, M. M., Gassman, S. L., & Islam, K. M. (2023). Effect of moisture content on subgrade soils resilient modulus for predicting pavement rutting. *Geosciences*, 13(4), 103. <https://doi.org/10.3390/geosciences13040103>
- Sagar, C. P., Badiger, M., Mamatha, K. H., & Dinesh, S. V. (2022). Prediction of CBR using dynamic cone penetrometer index. *Materials Today: Proceedings*, 60, 223–228. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.12.467>