

## Pengaruh Tanah Lanau Berpasir Pada Nilai CBR Tanah Subgrade Jalan

Onie Wardani<sup>1</sup>, Andri Dwi Cahyono<sup>2\*</sup>, Friska Windi Meira Aisyah<sup>3</sup>, Yuzi Melia Adi Putri<sup>4</sup>, Dicko Mahendra<sup>5</sup>, Ahmad Khoirul Anam<sup>6</sup>, Angga Risnanda<sup>7</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7</sup> Teknik Sipil, Teknik, Universitas Kadiri, 64112, Indonesia

\*Corresponding author, e-mail: [adcahyono@unik-kediri.ac.id](mailto:adcahyono@unik-kediri.ac.id)

Received 13<sup>th</sup> May 2023; 1<sup>st</sup> Revision 24<sup>th</sup> May 2023; Accepted 21<sup>th</sup> June 2023

### ABSTRAK

Jalan raya adalah infrastruktur yang menghubungkan suatu daerah dengan daerah lainnya. Dalam perencanaan jalan raya, pemilihan material subgrade yang tepat sangat penting untuk menjaga keamanan dan ketahanan jalan. Dalam upaya memastikan keamanan dan ketahanan jalan, maka perlu adanya penelitian dan penyelidikan terkait karakteristik tanah subgrade jalan. Tanah lanau berpasir merupakan campuran dari lanau dan pasir yang dapat ditemui di daerah dengan tingkat genangan air yang tinggi, seperti di daerah Ngasem Kabupaten Kediri. Tanah lanau berpasir juga memiliki komposisi yang bervariasi, termasuk kandungan pasir, lempung, dan bahan organik. Hal ini dapat mempengaruhi hasil pengujian dan interpretasi data. Untuk mengatasi masalah tersebut maka perlu dilakukan pengujian CBR. Pengujian CBR digunakan untuk mengukur kekuatan tanah dan mengevaluasi kelayakan penggunaannya sebagai subgrade jalan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tanah lanau berpasir di daerah Ngasem mampu menahan tekanan dan memberikan dukungan struktural yang memadai pada konstruksi jalan. Hasil uji tanah lanau berpasir di daerah Ngasem memiliki kadar air optimum sebesar 14%, densitas kering maksimum 1,40 g/cm<sup>3</sup>, densitas kering design 1,33 g/cm<sup>3</sup> dengan persentase 95%, dan CBR design sebesar 43%. Berdasarkan hasil pengujian CBR, tanah lanau berpasir tersebut termasuk dalam presentase baik, sehingga memberikan kontribusi penting dalam pengembangan perencanaan jalan raya yang berkelanjutan dengan memanfaatkan sumber daya lokal secara efektif. Dengan demikian, dapat tercipta jalan raya yang aman, tahan lama, dan memberikan kenyamanan bagi pengguna jalan.

**Kata Kunci:** Jalan raya; Tanah lanau berpasir; Subgrade jalan; CBR; Perencanaan jalan raya.

### ABSTRACT

Highways are infrastructure that connects one region to another. In highway planning, the selection of the right subgrade material is very important to maintain the safety and durability of the road. In an effort to ensure the safety and durability of the road, it is necessary to research and investigate the characteristics of road subgrade soils. Sandy silt soil is a mixture of silt and sand that can be found in areas with high levels of waterlogging, such as in the Ngasem area of Kediri Regency. Sandy silt soils also vary in composition, including sand, clay and organic matter. This can affect test results and data interpretation. To overcome this problem, it is necessary to conduct CBR testing. CBR testing is used to measure soil strength and evaluate the feasibility of using it as a road subgrade. The test results show that the sandy silt soil in the Ngasem area is able to withstand pressure and provide adequate structural support for road construction. The test results of sandy silt soil in Ngasem area has an optimum moisture content of 14%, maximum dry density of 1.40 g/cm<sup>3</sup>, design dry density of 1.33 g/cm<sup>3</sup> with a percentage of 95%, and design CBR of 43%. Based on the CBR test results, the sandy silt soil is included in the good percentage, thus making an important contribution to the

*development of sustainable highway planning by effectively utilizing local resources. Thus, a safe, durable, and comfortable highway can be created for road users.*

**Keywords:** Highway; Sandy silt soils; Road subgrades; CBR; Highway planning.

Copyright © Onie Wardani, Andri Dwi Cahyono, Friska Windi Meira Aisyah, Yuzi Melia Adi Putri, Dicko Mahendra, Ahmad Khoirul Anam, Angga Risnanda

This is an open access article under the: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

## PENDAHULUAN

Jalan raya merupakan sebuah infrastruktur yang menghubungkan suatu daerah dengan daerah yang lain. [1] Namun, dengan berjalan waktu dan intensifnya penggunaan, menjadikan jalan raya rawan terhadap kerusakan yang mempengaruhi keamanan dan kenyamanan pengguna jalan. [2] Kondisi subgrade yang buruk merupakan salah satu faktor penyebab kerusakan jalan. [3] Subgrade merupakan lapisan bawah jalan yang berfungsi sebagai dasar atau fondasi yang menahan beban kendaraan dan menyalurkan beban secara merata serta menjaga kestabilan permukaan jalan. [4] Kualitas subgrade yang buruk dapat mengakibatkan penurunan permukaan jalan, pergeseran jalan, dan keretakan jalan. Hal ini berdampak pada keamanan pengguna jalan, selain itu juga menyebabkan peningkatan biaya perbaikan dan perawatan jalan. [5] Dalam upaya mencari penyelesaian yang tepat dan sustainable, pengujian ini dilakukan menggunakan tanah lanau berpasir sebagai subgrade dalam konstruksi jalan raya.

Tanah lanau berpasir merupakan campuran dari lanau dan pasir yang dapat ditemui di daerah dengan tingkat genangan air yang tinggi, seperti di daerah Ngasem Kabupaten Kediri. Tanah lanau berpasir juga memiliki komposisi yang bervariasi, termasuk kandungan pasir, lempung, dan bahan organik. Hal ini dapat mempengaruhi hasil pengujian dan interpretasi data. Untuk mengatasi masalah tersebut maka perlu dilakukan pengujian CBR. [3] Pengujian CBR (California Bearing Ratio) adalah metode uji untuk mengukur kekuatan tanah dengan mengetahui nilai rasio beban yang diterapkan pada sampel dengan kedalaman penetrasi tertentu. [3][6] Pengujian ini dilakukan guna mengetahui apakah tanah dari daerah Ngasem Kabupaten Kediri ini dapat digunakan secara efektif sebagai tanah subgrade pada konstruksi jalan. Penggunaan tanah lanau berpasir sebagai subgrade jalan diharapkan dapat menjaga kekuatan dan kestabilan jalan, sehingga mampu menahan beban kendaraan dan menyalurkan beban secara merata. [7]

Dengan melakukan pengujian CBR terhadap tanah lanau berpasir sebagai subgrade, akan diperoleh pemahaman yang lebih baik tentang sifat-sifat mekanik tanah tersebut, khususnya dalam konteks kekuatan dan stabilitasnya. [3] Informasi ini akan membantu para insinyur dan perencana jalan dalam memilih material subgrade yang sesuai dan mengambil langkah-langkah perbaikan yang diperlukan untuk memastikan keamanan, ketahanan, dan kenyamanan jalan raya yang berkelanjutan.

## METODE

Penelitian ini adalah penelitian mengenai perencanaan jalan raya yang meneliti nilai CBR dari tanah digunakan untuk subgrade jalan dengan metode eksperimental. Metode eksperimental ini melibatkan penggunaan data kasus untuk menguji efektivitas sistem CBR yang dilaksanakan di laboratorium. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kediri. Benda uji pada penelitian ini berupa tanah lanau berpasir yang diambil dari

lokasi secara langsung. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap yang digunakan untuk mencari nilai CBR yang terkandung pada tanah lanau berpasir ini.

### **Bahan Penelitian**

Bahan utama penelitian berupa sampel tanah asli yang berasal dari Desa Ngasem, Kecamatan Ngasem, Kabupaten Kediri, Provinsi Jawa Timur. Tanah ini merupakan tanah lanau berpasir, yaitu tanah yang ditemukan di daerah rawa. Tanah ini memiliki komposisi pasir yang tinggi, yang berarti kandungan butir pasir yang dominan di dalamnya [8]. Dari sini kita akan meneliti apakah tanah lanau berpasir ini efektif untuk digunakan sebagai subgrade jalan dengan mencari nilai CBR yang ada pada tanah tersebut.

### **Alat Penelitian**

Alat yang digunakan untuk pengujian CBR (California Bearing Ratio) adalah alat CBR (CBR apparatus), cetakan, dial indikator, hammer pemadat dan dongkrak.

1. Mesin uji CBR adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur daya dukung tanah atau kekuatan relatif tanah dalam mendukung beban. [9]
2. Cetakan atau Mol adalah alat yang digunakan untuk membentuk dan memadatkan sampel tanah dalam persiapan pengujian CBR, dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 17,5 cm.
3. Dial Indikator adalah untuk mengukur pergerakan atau deformasi yang terjadi pada sampel tanah selama pengujian.
4. Hammer Pemadat adalah alat yang digunakan dalam uji CBR untuk memadatkan sampel tanah di dalam cetakan. [10]
5. Dongkrak adalah alat yang digunakan untuk mengeluarkan sampel tanah dari cetakan.

### **Pelaksanaan Penelitian**

Tahapan uji CBR (California Bearing Ratio) untuk menentukan nilai CBR tanah subgrade jalan melibatkan beberapa langkah penting. Berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam uji CBR:

1. **Persiapan Sampel**  
Sampel ini berupa tanah lanau berpasir yang diambil secara langsung di Ngasem, Kecamatan Ngasem, Kabupaten Kediri, Provinsi Jawa Timur. Pengambilan sampel dilakukan secara manual menggunakan peralatan sederhana yaitu cangkuk dan alat gali lainnya.
2. **Persiapan Sampel**  
Persiapan sampel melibatkan pengeringan dan pengayakan sampel tanah dengan lolos ayakan no.8 untuk menghilangkan kelembaban berlebih dan menghasilkan ukuran butir yang sesuai untuk uji CBR.
3. **Penentuan Berat Volume**  
Berat volume tanah harus ditentukan untuk menghitung kepadatan tanah yang akan digunakan dalam perhitungan CBR. Ini melibatkan pengukuran berat basah dan berat kering sampel tanah serta pengukuran volume yang diisi.
4. **Pembuatan Sampel Uji**  
Sampel tanah ditempatkan dalam cetakan uji CBR dengan tinggi 17,5 cm dan diameter 15 cm. Dengan beberapa lapisan 1/3 , 1/2 , dan penuh, lalu sampel tanah yang ditambahkan dan diratakan dengan teliti untuk mendapatkan kepadatan yang diinginkan. Sampel yang telah disusun kemudian dikenakan beban dengan tumbukan 10, 25 dan 56 menggunakan alat hammer pemadat. Beban ini diterapkan pada sampel

hingga mencapai penurunan tertentu dan kemudian diukur beban yang diperlukan untuk mencapai penurunan tersebut.

5. Pengujian CBR

Sampel yang telah siap diletakkan di alat CBR dengan diberikan pembebanan berbentuk lingkaran dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 2 cm. Pembebanan pertama slotted surcharge weight dengan berat 2,25 kg, yang kedua circular surcharge weight ring plat berat 2,30 kg, lalu di setting pada alat CBR dengan uji 10 penetrasi pada masing masing tumbukan.

6. Perhitungan nilai CBR

Setelah melakukan pengujian CBR, akan didapatkan hasil yang kemudian dapat diperhitungkan. Perhitungan CBR ini melibatkan nilai densitas, nilai penetrasi dan kalibrasi, kadar air, dan lain-lain.

**Perhitungan**

Dalam penelitian ini menggunakan uji CBR yang diperhitungkan dalam uji CBR ini antara lain; nilai densitas, nilai penetrasi dan kalibrasi, kadar air. pengujian ini menggunakan 3 sampel benda uji. Sampel tersebut masing-masing diuji dengan beberapa tumbukan, diantaranya yaitu 10 tumbukan, 25 tumbukan, dan 56 tumbukan.

Perhitungan yang pertama yaitu mencari nilai densitas kering dari sampel uji. Densitas kering tersebut didapatkan dari data berikut ini

Tabel 1 : Data Densitas

No	Densitas
1	Massa benda uji basah
2	Kadar Air
3	Isi cetakan

Cara menentukan densitas kering digunakan rumus :

Densitas kering = (massa benda uji basah - ((kadar air / 100) x massa benda uji basah)) / isi cetakan. Setelah diperoleh densitas kering, selanjutnya dilakukan uji penetrasi dari sampel tanah tumbukan 10, 25, dan 56. Uji penetrasi ini didapatkan dari pembacaan arloji dan perkalian nilai kalibrasi (nilai K= 30,7074 lb. Nilai CBR diperoleh dari penetrasi 0,10 dan 0,20 (In). Dalam pembacaan arloji, dipengaruhi oleh tingkat penetrasinya.

Tabel 2 : Data Penetrasi

Waktu (Menit)	Penetrasi
	In
0	0
1/4	0,0125
1/2	0,025
1	0,050
1 1/2	0,075
2	0,10
3	0,15
4	0,20

6	0,30
8	0,40
10	0,50

Selanjutnya adalah menentukan kadar air pada tiap-tiap sampel benda uji untuk memperoleh persentase kadar air. [11] Kadar air tersebut diperoleh dari data berikut:

Tabel 3 : Data Kadar Air

Kadar Air
Massa tanah basah & kering + cawan
Massa air
Massa cawan
Massa air
Massa tanah kering

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan beberapa uji pendahuluan, dapat diketahui jenis tanah yang diuji tergolong tanah lanau berpasir. Pengujian CBR di laboratorium ini dilakukan dengan membuat tiga sampel uji. Dengan masing-masing sampel uji yaitu 10 tumbukan, 25 tumbukan, dan 56 tumbukan.

### Perhitungan Densitas

Tabel 1: Data Densitas

No Cetakan	Densitas		
	Sebelum Direndam		
	Tumbukan 10	Tumbukan 25	Tumbukan 56
Massa benda uji + cetakan, g	9290	9290	9290
Massa cetakan, g	4290	4290	4290
massa benda uji basah, g	5000	5000	5000
Isi cetakan, cm <sup>3</sup>	3091	3091	3091
densitas basah ( $\rho$ ), g/cm <sup>3</sup>	1,62	1,62	1,62
densitas kering ( $\rho$ ), g/cm <sup>3</sup>	1,39	1,40	1,40
Massa kering ( $\rho$ ), g/cm <sup>3</sup>	3000,00	3640,00	3460,00

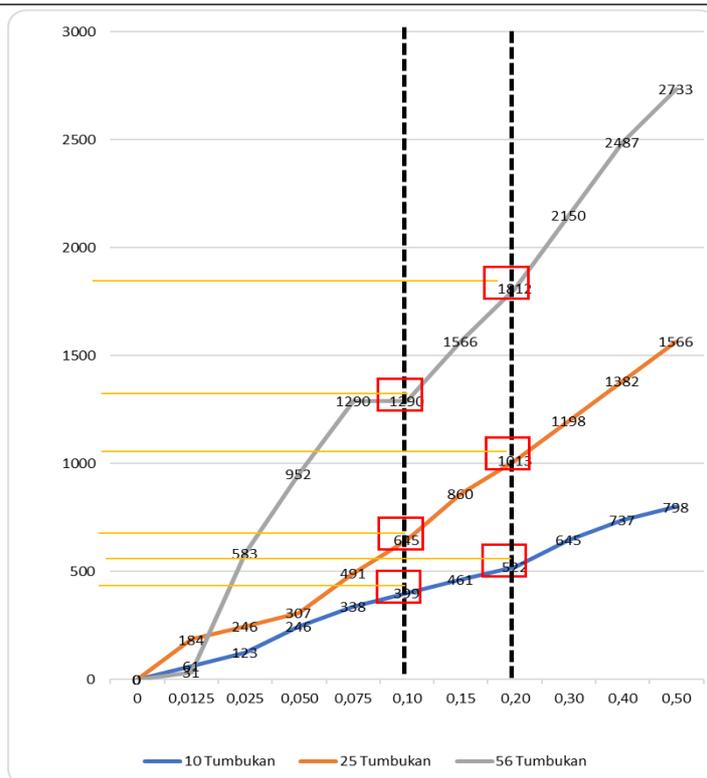
Dalam uraian tabel diatas menjelaskan perolehan densitas kering dari masing-masing tumbukan. Densitas kering tersebut diperoleh dari massa benda uji dan cetakan, massa cetakan, massa benda uji basah, dan isi cetakan. Didapatkan densitas kering maksimum sebesar 1,40 g/cm<sup>3</sup>.

## Perhitungan Penetrasi Dan Kalibrasi

Tabel 2 : Data Penetrasi Dan Kalibrasi

Waktu (Menit)	Penetrasi	Tumbukan 10		Tumbukan 25		Tumbukan 56	
	In	Pembacaan Arloji	Hasil Uji	Pembacaan Arloji	Hasil Uji	Pembacaan Arloji	Hasil Uji
0	0	0	0	0	0	0	0
1/4	0,0125	2	61	6	184	1	31
1/2	0,025	4	123	8	246	19	583
1	0,050	8	246	10	307	31	952
1 1/2	0,075	11	338	16	491	42	1290
2	0,10	13	399	21	645	42	1290
3	0,15	15	461	28	860	51	1566
4	0,20	17	522	33	1013	59	1812
6	0,30	21	645	39	1198	70	2150
8	0,40	24	737	45	1382	81	2487
10	0,50	26	798	51	1566	89	2733

Dari tabel di atas diuraikan perolehan hasil dari uji penetrasi dari tumbukan 10,25, dan 56. Hasil uji penetrasi didapatkan dari pembacaan arloji dan perkalian nilai kalibrasi atau K kalibrasi sebesar 30,7074 lb. Dimana pembacaan arloji ini dipengaruhi oleh tingkat penetrasinya. Berikut ini adalah grafik penetrasi dari masing-masing tumbukan.



Gambar 1. Data Penetrasi Dan Kalibrasi

Dari grafik penetrasi di atas diperoleh hasil uji penetrasi dari tumbukan 10, 25, dan 56.

### Perhitungan Kadar Air

Tabel 3 : Data Kadar Air

Kadar Air	Sebelum direndam		
	Tumbukan 10	Tumbukan 25	Tumbukan 56
no. cawan	2	2	2
massa tanah basah + cawan g	124,97	123,83	121,5
massa tanah kering + cawan g	111,48	110,81	108,85
massa air, g	13,49	13,02	12,65
massa cawan, g	14,5	14,5	14,5
massa tanah kering, g	96,98	96,31	94,35
kadar air (w), %	13,91	13,52	13,41

Dari tabel diatas diuraikan data setiap tumbukan untuk memperoleh persentase kadar air. Kadar air tersebut diperoleh dari massa tanah basah, massa tanah kering, massa air, massa cawan, dan juga massa tanah kering. Kadar air optimum dari beberapa tumbukan di atas yaitu diperoleh 13,91.

### Pengujian CBR

Hasil pengujian CBR terdapat pada tabel berikut ini:

Tabel 4 : Data Nilai CBR

Nilai CBR %
-------------

Penetrasi	Tumbukan 10	Tumbukan 25	Tumbukan 56
0,10 In	13,30654	21,49518	42,99036
0,20 In	11,60057333	22,51876	40,26081333

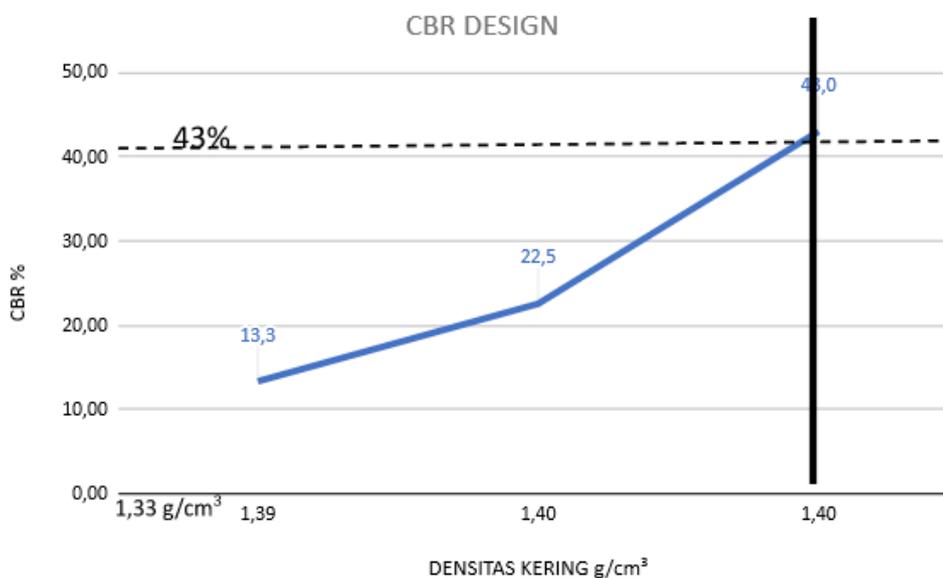
Dari tabel di atas diuraikan data setiap tumbukan untuk memperoleh persentase nilai CBR. Nilai CBR tersebut diperoleh dari penetrasi 0,10 dan 0,20. Hasil dari penetrasi 0,20 tidak boleh melebihi hasil dari penetrasi 0,10. Dari data di atas, tumbukan 25 memiliki nilai penetrasi 0,20 yang lebih tinggi, sehingga dilakukan pengujian ulang dengan 3 kali pengujian. Hasil dari 3 kali pengujian tersebut nilai penetrasi 0,20 tetap lebih tinggi.

### Pengujian CBR

Tabel 5 : Data CBR Design

Jumlah tumbukan	10	25	56
CBR, %	13,3	22,5	43,0
Densitas kering, g/cm <sup>3</sup>	1,39	1,40	1,40

Tabel di atas menguraikan persentase nilai CBR dan densitas kering dari tumbukan 10,25, dan 56, yang digunakan untuk menghitung.



Gambar 2. CBR Design

Dari grafik di atas menjelaskan CBR desain yang diperoleh dari presentase nilai CBR dan densitas kering. Data yang dihasilkan dari grafik di atas akan diuraikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 6 : Hasil Pengujian CBR

METODE UJI	ASTM D1883
KADAR AIR OPTIMUM	14%
DENSITAS KERING MAKSIMUM	1,40 g/cm <sup>3</sup>

DENSITAS KERING DESIGN 95%	1,33 g/cm <sup>3</sup>
CBR DESIGN	43%

Dari tabel di atas diuraikan bahwa pengujian ini menggunakan metode uji ASTM D1883, diperoleh hasil uji kadar air optimum sebesar 14%, densitas kering maksimum sebesar 1,40 g/cm<sup>3</sup>, densitas kering design dengan persentase 95% yaitu sebesar 1,33 g/cm<sup>3</sup>, dan CBR design sebesar 43%. Dari hasil pengujian CBR design tersebut, tanah lanau berpasir di daerah Ngasem termasuk kedalam presentase baik. [12]

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian CBR yang dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri, mengindikasikan bahwa tanah lanau berpasir di daerah Ngasem memiliki potensi untuk digunakan sebagai subgrade jalan yang efektif. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki presentase CBR design yang baik, menandakan kemampuannya dalam menahan tekanan dan mendistribusikan beban dari lalu lintas jalan dengan efektif. Selain itu, subgrade yang kuat dan stabil juga dapat membantu dalam mendistribusikan beban kendaraan secara merata ke lapisan-lapisan jalan di atasnya.

## REFERENSI

- [1] A. A. Anisarida and D. Rusmayadi, "ATAU TANPA MARKA JALAN," pp. 84–114.
- [2] M. R. Alfarizy, M. Hazmi, C. Mandiri, and Y. Azhar, "Penentuan Prioritas Perbaikan Jalan di Desa Gawan Menggunakan Algoritma Analytical Hierarchy Process," vol. 8, no. 1, pp. 1–9, 2021.
- [3] J. Lee, S. Yeob, W. Hong, and Y. Byun, "ScienceDirect Assessing subgrade strength using an instrumented dynamic cone penetrometer," *Soils Found.*, vol. 59, no. 4, pp. 930–941, 2019, doi: 10.1016/j.sandf.2019.03.005.
- [4] S. Subgrade, "STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN SERBUK BATA MERAH SEBAGAI SUBGRADE Tria Fitri Yani," no. 27.
- [5] J. T. Sipil, F. Teknik, and U. B. Belitung, "Perbaikan Subgrade pada Jalan Kampung Keramat di Kota Pangkalpinang dengan Menggunakan Kapur Padam sebagai Bahan Stabilisasi Tanah," vol. 17, no. 1, pp. 22–30, 2020.
- [6] K. Othman and H. Abdelwahab, "The application of deep neural networks for the prediction of California Bearing Ratio of road subgrade soil," *Ain Shams Eng. J.*, vol. 14, no. 7, p. 101988, 2023, doi: 10.1016/j.asej.2022.101988.
- [7] I. Rosalia, J. H. Ticoh, and S. G. Rondonuwu, "Stabilisasi Tanah Pasir Berlempung Menggunakan Campuran Kapur Dan Garam Dapur Terhadap Nilai CBR," *Tekno*, vol. 19, no. 77, pp. 15–23, 2021.
- [8] N. Fahriona, Y. Ismida, E. N. Lydia, H. Ariesta, and R. Artikel, "ANALISIS KLASIFIKASI TANAH DENGAN METODE USCS ( MEURANDEH KOTA LANGSA )," 2019.

- 
- [9] M. Jurusan *et al.*, “Analisis daya dukung lapisan tanah dasar di politeknik negeri ketapang berdasarkan korelasi cbr konvensional dan cbr lapangan 1),” pp. 1–10.
- [10] rahayu Utami, Widyastuty. setyanto. sulistyorini, “Korelasi Uji Pemasatan Standard Proctor Method Terhadap Pengujian CBR,” *J. Rekayasa Sipil dan Desain*, vol. 7, no. 1, pp. 113–112, 2019.
- [11] V. Yato *et al.*, “Correlation of California Bearing Ratio ( CBR ) Value with Soil Properties of Road Subgrade Soil,” 2018.
- [12] M. E. Ramadhan *et al.*, “STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN SEMEN DAN ASPAL EMULSI TERHADAP SUBGRADE PERKERASAN JALAN,” pp. 1–10, 1968.