

Analisis Karakteristik Tanah Dasar pada Ruas Jalan Maduran Kabupaten Lamongan Berdasarkan Uji CBR dan Direct Shear

Prima Eko Agustyawan, Rio Rahma Dhana
Universitas Islam Lamongan, Lamongan 62211, Indonesia

ARTICLE INFO

Kata Kunci:
tanah dasar, CBR, direct shear, indeks plastisitas, Jalan Maduran.

***Correspondence email:**
primaeko@unisla.ac.id,
riorahma@unisla.ac.id

Submitted: 17 Maret 2025
Revised: 19 Juli 2026
Accepted: 19 Juli 2026
Published: 01 Agustus 2026

ABSTRAK

Kerusakan jalan pada beberapa ruas di Kabupaten Lamongan dapat dipengaruhi oleh kondisi tanah dasar yang tidak stabil, terutama pada wilayah dengan kadar air tinggi dan karakteristik tanah lempung. Tanah dasar yang memiliki plastisitas tinggi dan daya dukung rendah berpotensi menurunkan kinerja lapisan perkerasan jalan, sehingga perlu dianalisis melalui pengujian laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik tanah dasar pada ruas Jalan Maduran Kabupaten Lamongan berdasarkan nilai kadar air, batas Atterberg, California Bearing Ratio (CBR), dan kuat geser langsung. Sampel tanah diambil dari lokasi penelitian, kemudian diuji di laboratorium untuk mengetahui sifat fisik dan mekanis tanah dasar. Hasil pengujian menunjukkan kadar air sebesar 16,66%, batas cair sebesar 35,82%, batas plastis sebesar 1,21%, indeks plastisitas sebesar 34,61%, nilai CBR sebesar 6,80%, kuat geser sebesar 0,72 kg/cm², sudut geser dalam sebesar 15,03°, dan kohesi sebesar 0,0340 kg/cm². Berdasarkan indeks plastisitas, tanah tergolong lempung dengan plastisitas tinggi, sedangkan nilai CBR termasuk kategori poor to fair sebagai subgrade. Oleh karena itu, perbaikan drainase, pemadatan yang sesuai, dan stabilisasi tanah dasar direkomendasikan sebelum dilakukan perbaikan lapisan perkerasan.

ABSTRACT

Keywords:
subgrade soil, CBR, direct shear, plasticity index, Maduran road section.

Road damage on several road sections in Lamongan Regency may be influenced by unstable subgrade conditions, particularly in areas with high water content and clayey soil characteristics. Subgrade soil with high plasticity and low bearing capacity can reduce pavement performance; therefore, laboratory testing is required to evaluate its physical and mechanical properties. This study aims to analyze the characteristics of subgrade soil on the Maduran road section in Lamongan Regency based on water content, Atterberg limits, California Bearing Ratio (CBR), and direct shear parameters. Soil samples were collected from the study location and tested in the laboratory to determine the physical and mechanical properties of the subgrade. The test results showed a water content of 16.66%, liquid limit of 35.82%, plastic limit of 1.21%, plasticity index of 34.61%, CBR value of 6.80%, shear strength of 0.72 kg/cm², internal friction angle of 15.03°, and cohesion of 0.0340 kg/cm². Based on the plasticity index, the soil is classified as high-plasticity clay, while the CBR value falls into the poor to fair category for subgrade material. Therefore, drainage improvement, proper compaction, and subgrade stabilization are recommended before pavement rehabilitation is carried out.

PENDAHULUAN

Dalam bidang teknik, tanah secara eksklusif merupakan material yang terdiri dari padatan mineral (butiran), tersegmentasi (misalnya, bahan kimia), dan organik, terurai (partikel padat), serta cairan dan gas. Tanah mengisi ruang di antara partikel padat, ia secara eksklusif merupakan material bangunan dalam berbagai jenis konstruksi, seperti batu bata, pekerjaan sipil, konstruksi jalan, dll. Selain itu, tanah juga berfungsi untuk menopang fondasi bangunan. Dalam setiap proyek teknik sipil, tanah merupakan fondasi utama yang mendukung seluruh beban struktur di atasnya, mulai dari gedung bertingkat, jembatan, hingga bendungan. Berbeda dengan material buatan seperti baja atau beton yang sifatnya dapat dikontrol secara pabrikasi, tanah adalah material alami dengan karakteristik yang sangat heterogen dan anisotropik. Pemahaman mendalam mengenai sifat fisik dan mekanis tanah menjadi syarat mutlak untuk menjamin keamanan dan stabilitas jangka panjang suatu konstruksi.

Infrastruktur jalan raya merupakan urat nadi distribusi barang dan jasa yang mendukung pertumbuhan ekonomi suatu wilayah. Namun, salah satu tantangan terbesar dalam pemeliharaan jalan adalah kerusakan dini sebelum mencapai umur rencana, yang dapat dipengaruhi oleh kondisi tanah dasar, daya dukung subgrade, beban lalu lintas, dan kualitas perencanaan perkerasan (Abdullah & Dhana, 2021; Pratama & Dhana, 2024; Soares et al., 2023; Yamali et al., 2019). Di banyak kasus, kerusakan jalan seperti retak buaya (alligator cracking), gelombang (corrugation), hingga amblas tidak hanya disebabkan oleh beban lalu lintas yang berlebihan (overloading), tetapi lebih dominan dipengaruhi oleh kondisi

stabilitas tanah dasar (subgrade). Secara umum terdapat dua jenis perkerasan jalan yang digunakan dalam konstruksi jalan yaitu perkerasan lentur dan perkerasan kaku. Selain kedua jenis perkerasan tersebut, saat ini banyak digunakan perkerasan komposit yaitu gabungan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku. Tanah dalam keadaan alamiahnya memiliki beberapa sifat dasar. Sifat dasar tersebut merupakan sifat fisis yang berhubungan dengan kenampakan dan ciri umum tanah serta berguna dalam menentukan jenis tanah. Pengujian dilakukan dengan beberapa cara untuk mengetahui data daya dukung tanah, antara lain melalui pengujian kadar air, batas Atterberg, CBR, dan kuat geser tanah (Maryam & Putra, 2020; Purnomo, 2011; Singh et al., 2016). Metode CBR digunakan untuk menilai kekuatan relatif tanah dasar sebagai subgrade dan menjadi salah satu parameter penting dalam perencanaan tebal perkerasan jalan (Maryam & Putra, 2020; Purnomo, 2011; Sas & Gluchowski, 2013; Singh et al., 2016). Tahanan penetrasi diukur dengan jarum berdiameter 5 cm (3) yang ditekan ke dalam massa tanah dengan kecepatan 1,25 mm/menit. Observasi dilakukan dengan pembacaan beban dan penetrasi jarum ke dalam massa tanah. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis karakteristik tanah dasar pada ruas Jalan Maduran Kabupaten Lamongan berdasarkan nilai kadar air, batas Atterberg, CBR laboratorium, dan kuat geser langsung. Hasil pengujian digunakan untuk menilai kelayakan awal tanah dasar sebagai subgrade jalan serta memberikan arahan teknis penanganan tanah dasar. Beban standar sesuai dengan penetrasi standar ditentukan dengan memakai crushed stone (Hardiyatmo, 2002). Nilai CBR didapat melalui persamaan (Turnbull, 1950) sebagai berikut:

$$\text{CBR} = \frac{\text{Beban tes}}{\text{Beban standar}} \times 100\%$$

Identifikasi masalah geoteknik sejak dini sangat diperlukan untuk menentukan metode penanganan yang tepat, apakah melalui stabilisasi kimiawi, pemasangan geosintetik, atau perbaikan sistem drainase. Tanpa pemahaman terhadap perilaku tanah di ruas jalan tersebut, perbaikan permukaan jalan (pengaspalan ulang) hanya akan menjadi solusi jangka pendek yang tidak efisien secara biaya. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa perbaikan tanah dasar dapat dilakukan melalui stabilisasi tanah lempung, penggunaan bahan tambah, peningkatan pemadatan, serta pengendalian kadar air untuk meningkatkan nilai CBR dan menurunkan plastisitas tanah (Abdurrozak & Mufti, 2017; Amakye et al., 2022a; Amakye et al., 2022b; Kusuma et al., 2013; Rangkang et al., 2020).

METODE

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada ruas Jalan Maduran, Kabupaten Lamongan. Sampel tanah dasar diambil dari lokasi penelitian, kemudian diuji di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan. Parameter yang diuji meliputi kadar air, batas Atterberg, California Bearing Ratio (CBR), dan kuat geser langsung. Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui karakteristik tanah dasar serta kesesuaiannya sebagai lapisan subgrade jalan (Pemerintah Republik Indonesia, 2006).

Sampel Penelitian

Sampel tanah asli tidak terganggu (undisturbed sample) diambil dari lokasi penelitian untuk pengujian sifat fisik dan mekanis tanah dasar. Dalam pengambilan sampel tanah asli tidak boleh mengalami perubahan sifat mekanis dari tanah tersebut, pengambilan sampel tanah dilakukan pada kedalaman -0,5 meter dari muka tanah asli. Agar tanah tersebut tidak mengalami perubahan sifat mekanisnya, pengambilan sampel tanah menggunakan wadah yang tertutup agar tidak mengurangi kandungan di dalamnya (ASTM International, 2004).

Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di ruas Jalan Maduran mulai dari pengambilan contoh tanah ke lokasi penelitian yaitu di Desa Maduran Kecamatan Maduran Kabupaten Lamongan, untuk selanjutnya dibawa ke tempat laboratorium Universitas Islam Lamongan.

Proses Pengujian

Dalam proses pengujian ini dibagi menjadi empat tahap pengujian yang meliputi: (Maryam & Putra, 2020)

1. Menentukan kadar air tanah.
Tanah asli ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam dan kemudian ditimbang kembali.
2. Menentukan batas atterberg yang diantaranya batas cair dan batas plastis.
Mengambil sejumlah sampel tanah yang halus kemudian dilakukan pengujian batas cair dan batas plastis dari sampel tanah tersebut.
3. Menganalisis kepadatan tanah dengan uji *California Bearing Ratio* (CBR).
Sampel tanah yang telah dilakukan tes kepadatan atau compact test, selanjutnya akan dilakukan pengujian *California Bearing Ratio* (CBR).
4. Menganalisis kuat geser tanah dengan uji *Direct Shear*.

Mengambil sejumlah sampel tanah asli yang basah dan dicetak ke dalam cetakan/ring, dan selanjutnya dilakukan pengujian *direct shear test*.

HASIL

Hasil pengujian laboratorium terhadap sampel tanah dasar pada ruas Jalan Maduran Kabupaten Lamongan meliputi kadar air, batas Atterberg, CBR laboratorium, dan kuat geser langsung. Ringkasan hasil pengujian disajikan pada Tabel 1.

Pembahasan

Hasil dari analisis yang diperoleh dari uji di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan sifat-sifat sampel tanah dasar (*subgrade*) dapat dilihat pada Tabel 1 berikut. Parameter kadar air, batas Atterberg, CBR, dan kuat geser langsung merupakan parameter penting untuk membaca karakteristik tanah dasar karena berkaitan dengan daya dukung, plastisitas, deformasi, dan stabilitas tanah sebagai lapisan subgrade jalan (Purnomo, 2011; Setiyanto et al., 2021; Singh et al., 2016).

Tabel 1 Hasil Pengujian Laboratorium

Jenis Pengujian	Parameter	Satuan	Hasil
Kadar air	w	%	16,66
Batas Atterberg	Batas cair/LL	%	35,82
Batas Atterberg	Batas plastis/PL	%	1,21
Batas Atterberg	Indeks plastisitas/PI	%	34,61
CBR laboratorium	CBR	%	6,80
Direct shear	Kuat geser	kg/cm ²	0,72
Direct shear	Sudut geser dalam/φ	°	15,03
Direct shear	Kohesi/c	kg/cm ²	0,0340

Sumber: Hasil pengujian laboratorium, 2025

Pengujian Kadar Air

Hasil analisis kadar air uji tanah dasar yang diambil di Jalan Maduran memiliki kadar air rata-rata sebesar 16,67%, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa kadar air di tanah sampel tersebut memiliki kadar air yang tinggi. Kadar air yang relatif tinggi dapat menurunkan kekuatan tanah dasar, terutama pada tanah lempung berplastisitas tinggi, karena perubahan kadar air dapat memengaruhi konsistensi, kembang-susut, dan kemampuan tanah dalam mendukung lapisan perkerasan di atasnya (Aryanto et al., 2021; Pahrida et al., 2021; Abdurrozak & Mufti, 2017).

Pengujian Batas Atterberg

Batasan nilai indeks plastis, sifat, jenis tanah dan kohesinya

Tabel 2 Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah

PI	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Nonplastis	Pasir	Nonkohesif
<7	Plastis Rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7 - 17	Plastis Sedang	Lempung berlanau	kohesif
>17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber: Hardiyatmo (2002)

Berdasarkan Tabel 2, nilai indeks plastisitas sebesar 34,61% menunjukkan bahwa sampel tanah termasuk dalam golongan tanah lempung dengan plastisitas tinggi. Tanah dengan plastisitas tinggi umumnya sensitif terhadap perubahan kadar air dan berpotensi mengalami penurunan daya dukung apabila digunakan sebagai tanah dasar jalan (Purnomo, 2011; Aryanto et al., 2021; Pahrida et al., 2021).

Pengujian CBR Laboratorium

Berdasarkan hasil pengujian CBR laboratorium, nilai CBR rata-rata terbesar diperoleh pada 56 pukulan, yaitu sebesar 6,80%. Rincian nilai CBR rata-rata pada setiap jumlah pukulan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Nilai CBR Rata-Rata Sebanyak 3 Kali Percobaan

Jumlah Pukulan	Nilai CBR Rata-Rata (%)
10 Pukulan	3,1
25 Pukulan	4,20
56 Pukulan	6,80

Sumber: olahan data 2025

Dari tabel 3 didapat nilai rata-rata CBR paling besar pada 56 pukulan dengan nilai 6,80%. Berdasarkan Tabel 4, nilai CBR sebesar 6,80% berada pada rentang 3–7%, yaitu kategori *poor to fair* untuk subgrade. Dengan demikian, tanah dasar pada ruas Jalan Maduran Kabupaten Lamongan belum dapat dikategorikan baik sebagai lapisan tanah dasar jalan. Nilai CBR tersebut menunjukkan bahwa tanah masih memerlukan perhatian teknis, terutama terkait kadar air, pemadatan, drainase, atau stabilisasi tanah (Purnomo, 2011; Maryam & Putra, 2020; Soares et al., 2023; Singh et al., 2016).

Tabel 4 Klasifikasi nilai CBR terhadap kekuatan *subgrade* jalan

CBR	General Rating	Uses
0-3	Very poor	Subgrade
3-7	Poor to fair	Subgrade
7-20	Fair	Subbase
20-50	Good	Base of subbase
>50	Excellent	Base

Sumber: Diadaptasi dari Turnbull (1950), Purnomo (2011), dan Soares et al. (2023)

Pengujian Geser Langsung

Hasil nilai kuat geser dengan metode *direct shear* yang dilakukan diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 5 Hasil Pengujian *Direct Shear*

Sampel	Kuat Geser	Sudut Geser	Kohesi
A	0,92	12,53°	0,0177 kg/cm ²
B	0,51	17,53°	0,0504 kg/cm ²
Rata-rata	0,72 kg/cm ²	15,03°	0,0340 kg/cm ²

Sumber: olahan data 2025

Hasil uji *direct shear* menunjukkan nilai kuat geser rata-rata sebesar 0,72 kg/cm², sudut geser dalam rata-rata sebesar 15,03°, dan kohesi rata-rata sebesar 0,0340 kg/cm². Nilai tersebut menunjukkan bahwa tanah memiliki karakteristik kuat geser yang relatif rendah. Klasifikasi tanah sebagai lempung lebih tepat didasarkan pada hasil batas Atterberg, terutama nilai PI sebesar 34,61% yang menunjukkan plastisitas tinggi (Abdullah & Dhana, 2021; Purnomo, 2011; Setiyanto et al., 2021).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, tanah dasar pada ruas Jalan Maduran Kabupaten Lamongan memiliki karakteristik sebagai tanah lempung dengan plastisitas tinggi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai kadar air sebesar 16,66%, batas cair sebesar 35,82%, batas plastis sebesar 1,21%, dan indeks plastisitas sebesar 34,61%. Nilai indeks plastisitas tersebut menunjukkan bahwa tanah dasar memiliki kecenderungan sensitif terhadap perubahan kadar air, sehingga dapat memengaruhi stabilitas dan daya dukung tanah sebagai lapisan subgrade jalan.

Hasil pengujian CBR laboratorium menunjukkan nilai CBR sebesar 6,80%, yang termasuk dalam kategori *poor to fair* sebagai tanah dasar jalan. Nilai ini menunjukkan bahwa tanah dasar pada ruas Jalan Maduran belum berada pada kondisi optimal untuk mendukung lapisan perkerasan, sehingga masih memerlukan perhatian teknis dalam perencanaan maupun perbaikan jalan. Selain itu, hasil uji *direct shear* menunjukkan nilai kuat geser sebesar 0,72 kg/cm², sudut geser dalam sebesar 15,03°, dan kohesi sebesar 0,0340 kg/cm². Parameter tersebut menunjukkan bahwa tanah memiliki karakteristik kuat geser yang relatif rendah.

Secara keseluruhan, karakteristik tanah dasar pada ruas Jalan Maduran Kabupaten Lamongan menunjukkan kondisi yang perlu diperbaiki sebelum dilakukan peningkatan atau rehabilitasi lapisan perkerasan. Upaya penanganan yang disarankan meliputi perbaikan sistem drainase untuk mengendalikan kadar air, pemadatan tanah dasar sesuai standar, serta stabilisasi tanah untuk meningkatkan nilai CBR dan memperbaiki karakteristik mekanis tanah. Dengan demikian, perbaikan tidak hanya difokuskan pada lapisan permukaan jalan, tetapi juga perlu memperhatikan kondisi tanah dasar agar kinerja perkerasan lebih stabil dan tahan lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. H., & Dhana, R. R. (2021). Analisis daya dukung tanah terhadap kerusakan jalan di Desa Bulutigo Kecamatan Laren Kabupaten Lamongan. *Jurnal Teknik*, 13(2), 53–56. <https://doi.org/10.30736/jt.v13i2.616>
- Abdurrozak, M. R., & Mufti, D. N. (2017). Stabilisasi tanah lempung dengan bahan tambah abu sekam padi dan kapur pada subgrade perkerasan jalan. *Teknisia*, 22(2), 416–424.
- Amakye, S. Y. O., Abbey, S. J., Booth, C. A., & Oti, J. (2022a). 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>
- Amakye, S. Y. O., Abbey, S. J., Booth, C. A., & Oti, J. (2022b). Performance of sustainable road pavements founded on clay subgrades treated with eco-friendly cementitious materials. *Sustainability*, 14(19), 12588. <https://doi.org/10.3390/su141912588>
- Aryanto, M., Suhendra, S., & Amalia, K. R. (2021). Stabilisasi tanah lempung ekspansif menggunakan kapur tohor. *Jurnal Talenta Sipil*, 4(1), 38–43. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v4i1.47>
- ASTM International. (2004). *ASTM C566-97: Standard test method for total evaporable moisture content of aggregate by drying*. ASTM International.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika tanah I*. Gadjah Mada University Press.
- Kusuma, R. I., Mina, E., & Irhamna, A. F. (2013). Stabilisasi tanah lempung menggunakan fly ash terhadap nilai CBR. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 2(2), 51–60. <https://doi.org/10.36055/jft.v2i2.1731>
- Maryam, M., & Putra, K. H. (2020). Analisis perencanaan tebal perkerasan lentur dengan metode Bina Marga: Studi kasus Jalan Luar Lingkar Timur Surabaya. *Jurnal Teknologi dan Manajemen*, 1(2), 125–134. <https://doi.org/10.31284/j.jtm.2020.v1i2.1113>
- Pahrida, A., Gandi, S., & Sarie, F. (2021). Pengaruh penambahan bubuk arang kayu pada tanah lempung terhadap nilai indeks plastisitas dan nilai CBR. *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 4(1), 223–233. <https://doi.org/10.31602/jk.v4i1.5271>
- Pemerintah Republik Indonesia. (2006). *Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan*.
- 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>
- Purnomo, M. (2011). Korelasi antara CBR, PI dan kuat geser tanah lempung. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 13(1), 81–90.
- Rangkang, J., Sondakh, F., & Saerang, E. (2020). Stabilisasi tanah lempung menggunakan tailing sebagai material subgrade. *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, 2(3), 108–119. <https://doi.org/10.47600/jtst.v2i3.252>
- Sas, W., & Głuchowski, A. (2013). Application of cyclic CBR test to approximation of subgrade displacement in road pavement. *Acta Scientiarum Polonorum Architectura*, 12(1), 51–61.
- Setiyanto, T. T., Yamali, F. R., & Setiawan, A. (2021). Tinjauan karakteristik tanah timbunan sumber bahan di Desa Mendalo Darat Kecamatan Jambi Luar Kota. *Jurnal Talenta Sipil*, 4(2), 176–182. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v4i2.72>
- Singh, D., Jha, J. N., & Gill, K. S. (2016). Strength evaluation of soil subgrade using in-situ tests. *Civil Engineering and Architecture*, 4(6), 201–212. <https://doi.org/10.13189/cea.2016.040601>
- Soares, J. E. D. C., Sir, T. M. W., & Hangge, E. E. (2023). Pengaruh karakteristik tanah dasar terhadap tingkat kerusakan jalan: Studi kasus ruas Jalan Naioni Kecamatan Alak Kota Kupang. *Jurnal Forum Teknik Sipil (J-ForTekS)*, 3(1), 24–31. <https://doi.org/10.35508/forteks.v3i1.10545>
- Turnbull, W. J. (1950). A symposium: Appraisal of the CBR method. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 115(1), 1353–1389. <https://doi.org/10.1061/TACEAT.0006437>
- Yamali, F. R., Nuklirullah, M., & Saparudin, A. R. (2019). Kajian perkerasan jalan menggunakan metode analisa komponen: Studi kasus peningkatan Jalan Simpang Talang Babat–Pangkal Bulian Kabupaten Tanjung Jabung Timur. *Jurnal Talenta Sipil*, 2(2), 57–66. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v2i2.19>