

Analisis Nilai CBR Dan Permeabilitas Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Fertilizer Di Desa Alam Buana Kabupaten Luwu Timur

Agus Hary Susetyo*, Syahrul Sariman, Nur Hadijah Yuniarti

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

E-mail: agushary15@gmail.com

Artikel info

Artikel history:

Diterima: 08-12-2023

Direvisi: 24-04-2024

Disetujui: 30-05-2024

Abstract. *In general, clayey soil has low bearing capacity; therefore, clayey soil needs to be improved in terms of its bearing capacity before constructing anything on it. This research aims to utilize fertilizer to enhance the CBR (California Bearing Ratio) and reduce the permeability of clayey soil. One way to improve clayey soil is by incorporating fertilizer as a soil stabilization material, by conducting CBR and Permeability Tests. Urea fertilizer readily dissolves in water and exhibits easy water absorption properties (hygroscopic). On the other hand, NPK fertilizer is a compound fertilizer containing nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K) in varying compositions, with each element represented by the initial letter of its name (N, P, and K). In this study, 10% Urea is added to the soil, and there is variation in the amount of NPK, namely 0%, 5%, 10%, and 15%. The research results indicate that with the addition of NPK fertilizer, the CBR value continues to increase compared to the original soil and soil with only urea mixture. Meanwhile, in the Permeability Test, with each addition of NPK fertilizer, the coefficient of permeability value experiences a decrease.*

Abstrak. Tanah lempung pada umumnya memiliki daya dukung yang rendah, oleh sebab itu tanah lempung harus diperbaiki daya dukungnya sebelum membangun konstruksi di atasnya, penelitian ini menggunakan fertilizer untuk meningkatkan nilai CBR dan menurunkan permeabilitas tanah lempung. Salah satu cara untuk memperbaiki tanah lempung adalah dengan mencampurkan fertilizer sebagai bahan stabilisasi tanah, dengan melakukan pengujian CBR dan Permeabilitas. Pupuk urea mudah larut dalam air dan memiliki sifat yang menyerap air dengan mudah (higroskopis). Di sisi lain, pupuk NPK adalah pupuk majemuk yang mengandung nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) dalam komposisi yang berbeda, dan masing-masing unsur diwakili oleh huruf awal namanya (N, P, dan K). Dalam penelitian ini, 10% Urea ditambahkan ke tanah, dan ada variasi dalam jumlah NPK, yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan pupuk NPK nilai CBR terus meningkat dibandingkan tanah asli dan tanah dengan hanya campuran urea. Sedangkan pada pengujian permeabilitas pada setiap penambahan pupuk NPK nilai koefisien permeabilitas tersu mengalami penurunan.

Keywords:

Fertilizer; Lempung;

California Bearing Ratio;

Permeabilitas

Corresponden author:

Email: agushary15@gmail.com



artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi CC BY -4.0

1. PENDAHULUAN

Tanah adalah materi dasar yang memiliki peran krusial dalam industri konstruksi karena tanah menjadi dasar yang mendukung berdirinya bangunan. Meskipun demikian, tidak semua jenis tanah sesuai untuk digunakan dalam konstruksi karena beberapa jenis tanah dapat menimbulkan masalah baik dalam hal daya dukungnya maupun dalam hal perubahan bentuk atau penurunan tanahnya. (Agung & Istri, 2014). Afriani, R. (2015) mengemukakan bahwa tanah lempung dengan tingkat plastisitas yang tinggi seringkali ditemukan di situs konstruksi. Tanah ini memiliki daya dukung yang rendah dan mengalami perubahan volume yang signifikan. Ketika tanah menyerap air, ia cenderung mengembang, tetapi akan menyusut saat mengering. Fenomena ini menyebabkan tanah menjadi tidak stabil dan, akibatnya, tidak dapat digunakan sebagai dasar yang kuat untuk mendukung struktur bangunan. (Nugraha et al., 2022). Semua jenis tanah yang memiliki kemampuan mengalami perubahan volume yang signifikan, baik saat peningkatan atau penurunan kadar airnya, dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan. Ini termasuk perbedaan iklim, curah hujan, sistem drainase, dan fluktuasi tinggi permukaan air tanah. Tanah lempung juga cenderung memiliki kadar air yang tinggi, yang merupakan sifat tanah yang tidak menguntungkan. Oleh karena itu, untuk mengatasi sifat yang kurang menguntungkan ini, diperlukan tindakan perbaikan seperti penguatan, penggantian tanah, atau pencampuran dengan material lain. Oleh karena itu, sebelum memulai proyek konstruksi, penting untuk memperbaiki sifat kurang menguntungkan dari tanah lempung.

Pupuk urea adalah pupuk nitrogen yang kaya akan kandungan nitrogen, biasanya mengandung sekitar 46%

nitrogen. Asalnya, urea diproduksi melalui proses sintesis yang mengkondensasikan amonia dengan karbon dioksida dalam skala industri. Proses ini melibatkan tahap reaksi kimia yang kompleks dan memerlukan sumber amonia, seperti gas alam atau amonia sintesis. Urea adalah salah satu pupuk yang paling umum digunakan dalam pertanian dan hortikultura karena kandungan nitrogennya yang tinggi. Pupuk NPK adalah pupuk yang mengandung tiga unsur nutrisi penting bagi tanaman, yaitu Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K). Kandungannya terdiri dari persentase yang berbeda-beda dari ketiga unsur tersebut, yang mewakili rasio tertentu. Pupuk NPK diproduksi secara industri melalui proses kimia yang melibatkan penggabungan atau campuran unsur-unsur tersebut dalam bentuk senyawa kimia yang mudah diserap oleh tanaman. Proses ini mencakup reaksi kimia yang kompleks dan pengolahan bahan mentah, seperti amonia, asam fosfat, dan kalium klorida.

CBR (*California Bearing Ratio*) adalah perbandingan kekuatan penetrasi suatu material terhadap material standar. Uji CBR melibatkan pengukuran tekanan yang diperlukan untuk menembus sampel tanah menggunakan plunger berukuran standar. Metode ini pertama kali dikembangkan oleh California Division of Highway untuk konstruksi jalan raya, kemudian diperluas oleh U.S. Corps Of Engineers. CBR atau *California Bearing Ratio*, adalah persentase perbandingan tekanan penetrasi pada tanah dengan plunger berdiameter 3 inci dan kecepatan penetrasi 0,05 inci per menit terhadap tekanan yang dibutuhkan untuk menembus bahan standar tertentu. Nilai standar ini diperoleh melalui pengujian batu pecah berkualitas tinggi yang telah dipadatkan hingga mencapai CBR 100%. Dengan CBR, kita dapat menilai kemampuan tanah dasar dalam menahan beban lalu lintas, sehingga sangat penting dalam perencanaan dan konstruksi jalan yang kuat dan tahan lama

Upaya memperbaiki tanah dasar lempung dilakukan melalui teknik stabilisasi. Teknik stabilisasi terbagi menjadi dua, yaitu stabilisasi mekanis yang melibatkan peningkatan kekuatan atau daya dukung tanah melalui proses pemadatan, sementara stabilisasi kimia mencakup penggunaan bahan tambahan untuk mengubah karakteristik yang kurang menguntungkan dari tanah tersebut. Proses stabilisasi ini melibatkan penggunaan bahan tambahan (*additive*) untuk meningkatkan kualitas tanah dasar tersebut. Dalam upaya meningkatkan mutu tanah, penggunaan bahan campuran menjadi penting, dan salah satunya adalah urea dan NPK. Penelitian ini mengaplikasikan tanah lempung yang diperbaiki dengan menggunakan urea dan NPK sebagai bahan stabilisasi dengan tujuan untuk meningkatkan daya dukung tanah tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini, digunakan jenis tanah lempung terganggu (*disturbed*), diambil dari wilayah Tomoni Timur, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan. Sementara itu, pupuk Urea dan pupuk NPK diperoleh dari toko pertanian yang terletak di kota Makassar. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen laboratorium yang dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar. Ruang lingkup penelitian meliputi:

- a. Pengujian sifat fisis tanah yang merupakan parameter pokok tanah yang bertujuan untuk menentukan klasifikasi tanah. Pengujian tersebut meliputi : Kadar air, Berat jenis (SNI 1964;2008), *Atterberg Limit* (Batas cair, Batas plastis (SNI 2008) dan indeks plastis, Batas susut (SNI 3422;2008), Analisis saringan, Analisis hydrometer (Badan Standardisasi Nasional, 2008)
- b. Pengujian sifat mekanis tanah dalam hal ini yaitu : Uji CBR (*California Bearing Ratio*), Permeabilitas (*Permeability Test*).

Penggunaan *urea dan NPK* sebagai bahan tambah. Dalam hal ini, digunakan Urea dengan persentase tetap yakni 10%, sedangkan NPK digunakan persentase yang bersifat variatif dari 0%, 5%, 10%, dan 15%. Notasi dan komposisi sampel pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini :

Tabel 1. Notasi dan Jumlah Sampel

No	Material Dan Komposisi Campuran	Jenis Percobaan		Notasi Sampel
		CBR (<i>California Bearing Ratio</i>)	Permeabilitas (<i>Permeability Test</i>)	
1	Tanah Lempung	3	5	TL
2	Tanah Lempung + Urea 10%	3	5	U10
3	Tanah Lempung + Urea 10% + NPK 5%	3	5	U10NPK6
4	Tanah Lempung + Urea 10% + NPK 10%	3	5	U10NPK10
5	Tanah Lempung + Urea 10% + NPK 15%	3	5	U10NPK15

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Sifat Fisis Tanah

Pengujian sifat fisis tanah berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Universitas Bosowa. Didapat hasil sifat fisis tanah yang terdiri dari kadar air, berat jenis, Analisa saringan, Analisa hidrometer, dan batas – batas *atterberg*.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah Asli

No.	Parameter	Hasil	Satuan
1	Kadar air	30,87	%
2	Berat Jenis	2,717	
3	Batas – Batas Atterberg		
	Batas cair (LL)	64,75	%
	Batas plastis	33,07	%
	Batas susut	10,28	%
	Indeks plastisitas	31,71	%
	Activity	0,85	%
	Pengujian Analisa Saringan dan Hidrometer		
	#4 (4,75 mm)	100,00	%
	#10 (2,00 mm)	99,68	%
	#20 (0,85 mm)	99,38	%
4	#40 (0,43 mm)	99,00	%
	#60 (0,25 mm)	96,92	%
	#80 (0,180 mm)	95,48	%
	#100 (0,15 mm)	93,86	%
	#200 (0,075 mm)	82,72	%
5	Pasir	17,26	%
6	Lanau	40,36	%
7	Lempung	42,38	%

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa Makassar, 2023

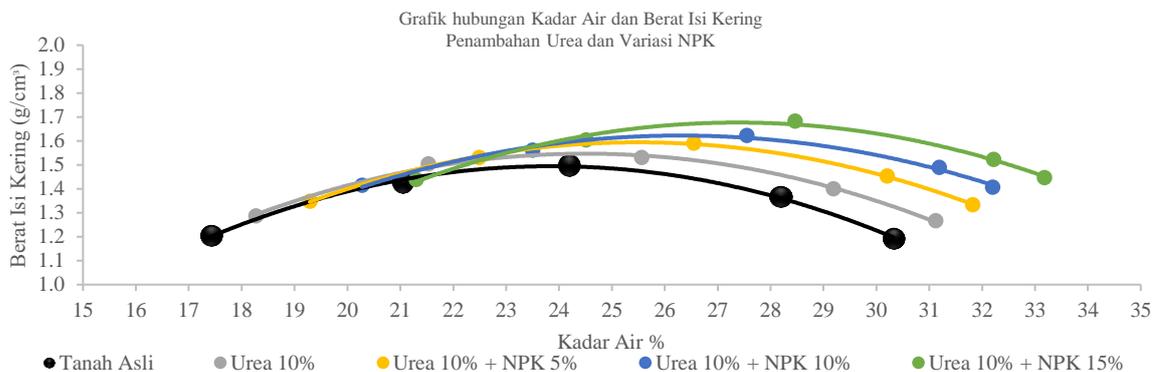
3.2. Pengujian Sifat Mekanis Tanah

Uji Kompaksi (Pemadatan)

Tabel 3. Hasil Pengujian Kompaksi (Pemadatan Standar) Tanah Lempung Dengan Campuran urea dan NPK

Komposisi Campuran	Kadar Air Optimum	γ_d maks
Tanah Lempung	24,46%	1,51%
Tanah Lempung + Urea 10%	24,63%	1,56%
Tanah Lempung + Urea 10% + NPK 5%	25,33%	1,60%
Tanah Lempung + Urea 10% + NPK 10%	26,44%	1,61%
Tanah Lempung + Urea 10% + NPK 15%	27,28%	1,68%

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa Makassar, 2023



Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa Makassar, 2023

Gambar 1. Grafik Hubungan Kadar Air dan Berat Isi Kering Tanah + Urea 10% + Variasi NPK

Penambahan urea sebesar 10% meningkatkan kepadatan maksimum tanah, yang diukur dengan γ_d maks, dari 1,51 menjadi 1,56. Selanjutnya, penambahan NPK dengan berbagai konsentrasi (5%, 10%, dan 15%) ke dalam tanah dengan urea 10% juga menghasilkan peningkatan γ_d maks, dengan nilai tertinggi mencapai 1,68 pada tambahan NPK 15%.

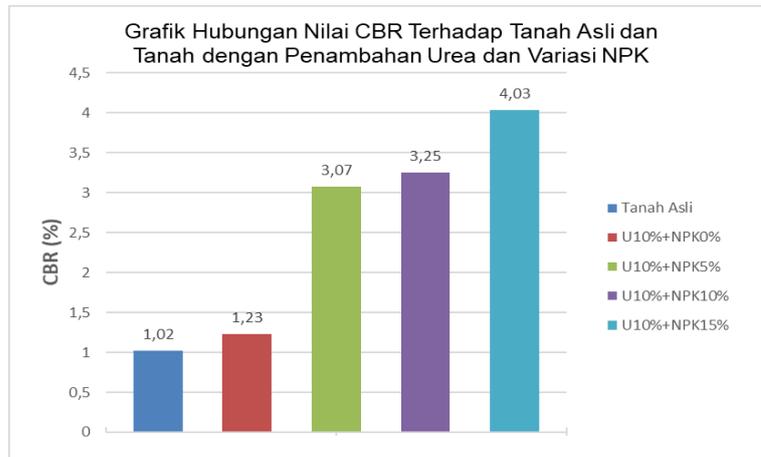
Uji CBR (California Bearing Ratio)

Tabel 4. Hasil Pengujian CBR (California Bearing Ratio) Tanah Lempung Dengan Campuran Urea dan NPK

Komposisi Campuran	Nilai CBR (%)
Tanah Lempung	1,02
Tanah Lempung + Urea 10%	1,23
Tanah Lempung + Urea 10% + NPK 5%	3,07

Komposisi Campuran	Nilai CBR (%)
Tanah Lempung + Urea 10% + NPK 10%	3,25
Tanah Lempung + Urea 10% + NPK 15%	4,03

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa Makassar, 2023



Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa Makassar, 2023

Gambar 2. Grafik Hubungan Nilai CBR dan Tanah + Urea 10% + Variasi NPK.

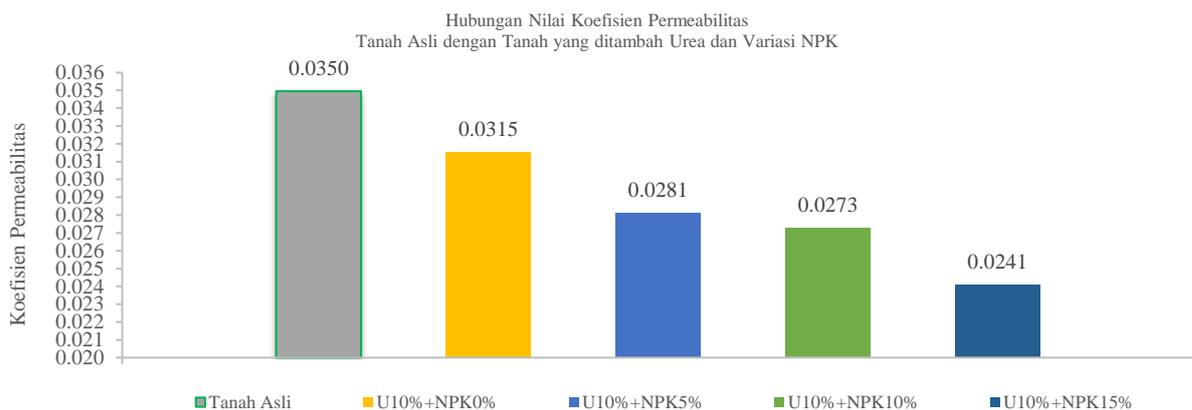
Penelitian ini mengungkapkan peningkatan yang signifikan dalam nilai CBR tanah setelah penambahan urea. Awalnya, nilai CBR tanah asli adalah 1,02, namun dengan penambahan urea 10%, nilai CBR meningkat menjadi 1,23, mengalami peningkatan sebesar 20,59%. Selanjutnya, peningkatan nilai CBR yang lebih besar terjadi ketika ditambahkan urea 10% + NPK 5%, dengan nilai CBR mencapai 3,07. Bahkan, urea 10% + NPK 15% menghasilkan peningkatan lebih lanjut dalam nilai CBR menjadi 4,03, menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi NPK mengakibatkan peningkatan CBR yang lebih besar.

Uji Permeabilitas (*Permeability Test*)

Tabel 5. Hasil Pengujian Permeabilitas (*Permeability Test*) Tanah Lempung Dengan Campuran Urea dan NPK

Komposisi Campuran	Koefisien Permeabilitas (cm/s)
Tanah Lempung	0.0350
Tanah Lempung + Urea 10%	0.0315
Tanah Lempung + Urea 10% + NPK 5%	0.0281
Tanah Lempung + Urea 10% + NPK 10%	0.0273
Tanah Lempung + Urea 10% + NPK 15%	0.0241

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa Makassar, 2023



Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa Makassar, 2023

Gambar 3. Nilai Qu Rata-Rata Optimum Pada Variasi Tanah + Fly ash 10% + Vermikulit

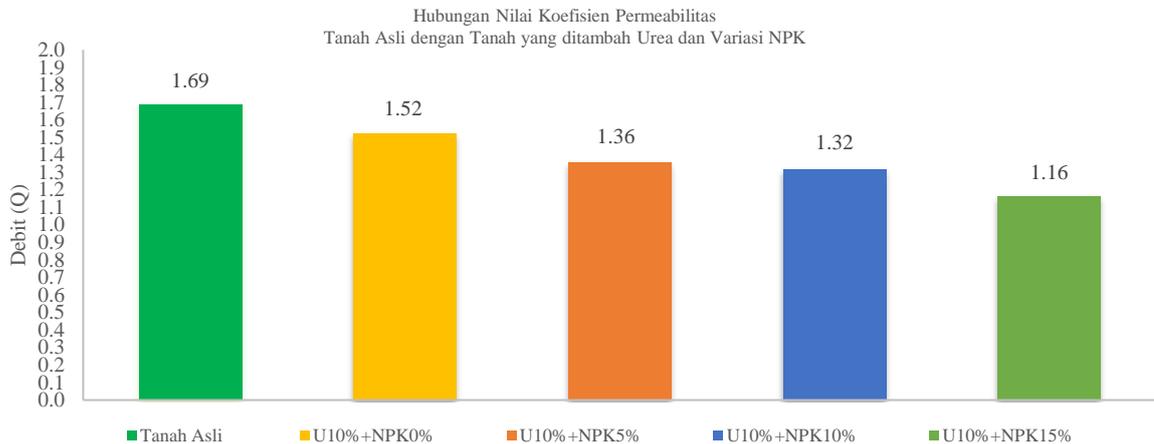
Tambahan urea 10% pada tanah awalnya memiliki permeabilitas 0,0315. Namun, penambahan urea 10% + NPK 5% mengurangi permeabilitas menjadi 0,0281, menunjukkan pengaruh negatif kombinasi urea dan NPK 5% terhadap permeabilitas tanah. Lebih lanjut, tambahan urea 10% + NPK 10% menghasilkan permeabilitas 0,0273, menunjukkan penurunan yang lebih signifikan. Hasil terendah tercapai dengan urea 10% + NPK 15%, dengan permeabilitas 0,0241.

Uji Debit (Flow Test)

Tabel 6. Hasil Pengujian Debit (*Flow Test*) Tanah Lempung Dengan Campuran Urea dan NPK

Komposisi Campuran	Debit (ml/s)
Tanah Lempung	1,60
Tanah Lempung + Urea 10%	1,52
Tanah Lempung + Urea 10% + NPK 5%	1,36
Tanah Lempung + Urea 10% + NPK 10%	1,32
Tanah Lempung + Urea 10% + NPK 15%	1,16

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa Makassar, 2023



Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa Makassar, 2023

Gambar 4. Nilai Q_u Rata-Rata Optimum Pada Variasi Tanah + Fly ash 10% + Vermikulit

Penambahan urea sebesar 10% ke dalam tanah asli mengakibatkan penurunan signifikan dalam nilai debit, menunjukkan pengaruh negatif terhadap permeabilitas dengan nilai 1,52 dibandingkan dengan tanah asli yang memiliki debit 1,69. Lebih lanjut, penambahan NPK dengan konsentrasi 5%, 10%, dan 15% ke dalam tanah dengan urea 10% menghasilkan penurunan yang lebih besar dalam permeabilitas, dengan nilai debit masing-masing turun menjadi 1,36, 1,32, dan 1,16.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa tanah yang diuji diklasifikasikan menurut USCS termasuk tanah lempung CH yang berbutir halus dengan sifat plastisitas tinggi. Sedangkan menurut AASHTO tanah tersebut masuk dalam kelompok A-7-5. Hasil menunjukkan bahwa penambahan urea sebesar 10% mengakibatkan peningkatan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) sebesar 20,50%. Selanjutnya, peningkatan nilai CBR teramati seiring dengan penambahan urea dan variasi NPK, mencapai nilai tertinggi pada kombinasi urea 10% + NPK 15%, yaitu 4,03. Sementara itu, penambahan urea, terutama dengan tambahan NPK 10% dan 15%, mengakibatkan penurunan signifikan dalam permeabilitas tanah, dengan nilai terendah sebesar 0,0241, menunjukkan perbaikan dalam retensi air tanah. Dalam keseluruhan penelitian, hasil ini menunjukkan bahwa penambahan urea dan NPK dapat secara signifikan memengaruhi sifat-sifat geoteknikal tanah, khususnya CBR dan permeabilitas.

5. DAFTAR PUSTAKA

Agung, I. G., & Istri, A. Y. U. (2014). (Studi Kasus di Desa Tanah Awu , Lombok Tengah) Fakultas Teknik Universitas Islam Al-Azhar Mataram. 8(2), 15–19.

American Association of State Highway and Transportation Officials. 1991. Standard Specifications for Highway Bridges (14th ed). AASHTO. Washington, D.C

Atterberg, A. 1911. Uber Die Physikalise Bodenuntersuchung Und Uber Die Plastizitatder Tone, Int. Mitt. Boden, Vol.1

Badan Standardisasi Nasional. (2008a). Cara uji analisis ukuran butir tanah SNI 3423:2008. Sni 3423:2008, 1–27.

Badan Standardisasi Nasional. (2008b). SNI 1966:2008 Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah. Badan Standardisasi Nasional, 1–8.

Chairullah, B. (2011). Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Untuk Material Tanah Dasar Sub Grade dan Sub Base Jalan Raya. Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala, 1(September), 61–70.

Das, B. M. (1995). Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik. Penerbit Erlangga, 1–300.

Hardiyatmo, H. C. (2002). Mekanika Tanah I. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Hardiyatmo, H. C. (2017). Mekanika Tanah II. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

- Bowles, Joseph E, 1986, Sifat-Sifat Fisis Geoteknis Tanah edisi kedua, Erlangga, Jakarta.
- Braja, M Das, 1993, Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis), Jilid I, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Dr. Ir. H Darwis. 2018. Dasar- Dasar Mekanika Tanah.
- Das, B.M. (1988). Prinsip-Prinsip Geoteknik. Jilid 1, Jakarta; Penerbit Erlangga
- Das, B.M. (1995). Prinsip-Prinsip Geoteknik. Jilid 2, Jakarta; Penerbit Erlangga
- Hardiyatmo, H. C. 2019. Mekanika Tanah Edisi ke Tujuh
- Enden Mina, Rama Indera Kusuma , Inten Setyowati Lestari Subowo. 2016. Pengaruh Fly Ash Terhadap Nilai CBR dan Sifat-sifat Propertis Tanah. Diunduh 25 Maret 2021
- Mustaqim, Rochmad Rizqi. 2019. Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Campuran Pupuk Urea Dan Kapur Terhadap Nilai Cbr Dan Parameter Kuat Geser Tanahnya.