

STABILISASI TANAH LEMPUNG LUNAK DENGAN MENGUNAKAN KAPUR TOHOR DAN MATOS DITINJAU DARI NILAI CBR LABORATORIUM

Sansori¹., Akhmad Gazali²., Robiatul Adawiyah³

¹Program Studi S-1 Teknik Sipil, 22201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al-Banjari, Banjarmasin, Kalimantan Selatan, Indonesia. NPM 17640088

²Program Studi S-1 Teknik Sipil, 22201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al-Banjari, Banjarmasin, Kalimantan Selatan, Indonesia. NIDN

³Program Studi S-1 Teknik Sipil, 22201, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al-Banjari, Banjarmasin, Kalimantan Selatan, Indonesia. NIDN

*sansori112@gmail.com

ABSTRAK

Tanah merupakan pondasi pendukung suatu bangunan atau tempat berpijaknya suatu bangunan untuk berbagai macam bangunan seperti pondasi jalan, jembatan, bangunan bendung, tanggul gedung dan lain sebagainya, selain itu tanah juga merupakan unsur utama yang berfungsi sebagai pemikul beban yang bekerja di atasnya, kemampuan tanah untuk memikul beban tersebut dinyatakan sebagai daya dukung tanah. Daya dukung tanah pada tanah dasar (sub grade) berbeda-beda antara beberapa wilayah, daerah tempat yang satu dengan yang lainnya, jadi bila ada tanah sub grade yang tidak mendukung untuk dilakukan perkerasan maka perlu dilakukan penstabilan terlebih dahulu.

Salah satu cara yang bisa dilakukan adalah dengan meningkatkan nilai CBR (California Bearing Ratio). CBR (California Bearing Ratio) adalah perbandingan antara beban yang mampu dipikul oleh tanah terhadap beban standart dalam penetrasi yang dinyatakan dalam harga CBR. Pengujian dilakukan di Geoteknik dan Transportasi Politeknik Negeri Banjarmasin dengan menggunakan metode SNI. Pengujian terdiri atas pengujian pencampuran tanah, kapur tohor, dan matos dengan kadar mulai 10-30%.

Dari hasil penelitian diketahui bahwa pengaruh kapur tohor terhadap kadar air tanah asli adalah meningkatkan nilai kadar airnya, terlihat pada kondisi tanah asli yang nilai kadar air optimumnya adalah 37,27% selanjutnya setelah dicampur kapur tohor sampai penambahan 30%, nilai kadar air optimumnya meningkat menjadi 40,38%.

Kata kunci: stabilisasi tanah, lempung lunak, kapur tohor, matos, CBR laboratorium.

ABSTRACT

Soil is the supporting foundation of a building or the footing of a building for various kinds of buildings such as road foundations, bridges, weir buildings, embankments and so on, besides that soil is also the main element that functions as a load bearer working on it, the ability of the soil to carry The load is expressed as the bearing capacity of the soil. The bearing capacity of the subgrade soil varies between regions, one place to another, so if there is a sub-grade soil that does not support pavement, it is necessary to stabilize it first.

One way that can be done is to increase the value of CBR (California Bearing Ratio). CBR (California Bearing Ratio) is the ratio between the load that is capable of being carried by the soil to the standard load in penetration which is stated in the CBR price. The test was carried out at the Geotechnical and Transportation State Polytechnic of Banjarmasin using the SNI method. The test consists of testing the mixing of soil, quicklime, and matos with levels ranging from 10-30%.

From the results of the study, it is known that the effect of quicklime on the original soil water content is to increase the value of the water content, it can be seen in the original soil condition that the optimum water content value is 37.27% then after mixing quicklime until the addition of 30%, the optimum water content value increases to 40.38%.

Keyword: soil stabilization, soft clay, quicklime, matos, laboratory CBR.

I. PENDAHULUAN

Tanah merupakan pondasi pendukung suatu bangunan atau tempat berpijaknya suatu bangunan untuk berbagai macam bangunan seperti pondasi jalan, jembatan, bangunan bendung, tanggul gedung dan lain sebagainya, selain itu tanah juga merupakan unsur utama yang berfungsi sebagai pemikul beban yang bekerja di atasnya, kemampuan tanah untuk memikul beban tersebut dinyatakan sebagai daya dukung tanah. Ada banyak permasalahan dilapangan yang berkenaan dengan tanah, terutama tanah yang mempunyai ukuran butiran yang sangat buruk. Tanah yang mempunyai ukuran butiran yang sangat buruk adalah tanah yang mempunyai ukuran butiran halus, lebih kecil dari 0,002 mm, mempunyai permeabilitas yang sangat rendah, kenaikan air kapiler sangat tinggi, bersifat sangat kohesif, permeabilitas rendah, kadar kembang susut yang tinggi dan proses konsolidasi lambat tanah tersebut adalah tanah lempung

(Hardiyatmo,1992). Tanah lempung apabila terendam air sangat lembek, mempunyai kadar air yang sangat tinggi sehingga mudah mengembang dan menyusut untuk itu harus dilakukan perbaikan sehingga daya dukung tanah tersebut dapat meningkat dan dapat difungsikan untuk mendukung beban berat di atasnya. secara teknis tanah lempung mempunyai daya dukung rendah, penurunan besar dan kembang susut tinggi, tanah lempung merupakan tanah yang berukuran mikroskopis sampai dengan sub mikroskopis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering dan bersifat plastis pada kadar air sedang, pada kadar air lebih tinggi, lempung bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak (Das, 2006).

Tanah dasar (sub grade) adalah bagian terpenting dari sebuah struktur perkerasan jalan, sub grade sangat berpengaruh terhadap kekuatan dan umur jalan, karena menjadi landasan sebuah perkerasan jalan, fungsi sub grade adalah sebagai penahan beban konstruksi di atasnya, sub grade harus memiliki daya dukung tanah yang baik sehingga mampu menahan beban yang sudah diperhitungkan sebelum dibangun perkerasan jalan di atasnya (Sukirman,1999). Menurut Sukirman (1999) tanah gambut mempunyai kadar air yang sangat tinggi karena cenderung selalu terendam air. Usaha yang dilakukan untuk memperbaiki tanah yang kurang baik adalah dengan stabilisasi tanah atau dengan memperbaiki tanah tersebut dengan menggunakan berbagai macam campuran baik zat aditif atau dengan mengkombinasikan material lain yang bisa menaikkan daya dukung tanah tersebut.

Daya dukung tanah yang rendah pada jalan mengakibatkan kerusakan-kerusakan yang disebabkan oleh beban kendaraan yang melebihi batas beban maksimum, material lapisan perkerasan jalan yang kurang baik juga merupakan faktor penyebab terjadinya kerusakan jalan, Kondisi jalan yang sudah rusak tersebut harus ada upaya perbaikan untuk periode selanjutnya. Kerusakan-kerusakan yang disebabkan oleh daya dukung tanah yang rendah yang harus distabilkan terlebih dahulu, jika kondisi tanah ini masih tetap dipaksakan dilakukan pembangunan perkerasan maka jalan tersebut akan tetap mengalami kerusakan. Salah satu contoh jenis tanah yang memiliki daya dukung kecil adalah tanah lempung.

Kalimantan Selatan memiliki karakteristik tanah gambut yang terdiri dari tanah lempung yang bersifat lunak (Elma dkk.2016). Guna mengatasi permasalahan yang ada pada tanah lempung, Peneliti akan mencoba mengkombinasikan tanah lempung dengan menambahkan zat aditif kapur dan Matos. Dengan menambahkan kapur dan matos ini, peneliti cukup memanfaatkan tanah yang ada disekitar lokasi Perumahan tempat tinggal Peneliti,yaitu Desa

Berangas Timur Kecamatan Alalak, Kabupaten Barito Kuala Kalimantan Selatan, dan tidak perlu mengambil tanah urugan dari daerah lain sehingga dapat menghemat anggaran biaya. Hal inilah yang menjadi alasan penelitian tersebut menggunakan aditif kapur tohor dan matos. Salah satu cara agar tanah tersebut bisa digunakan untuk menahan beban berat di atasnya adalah dengan memperbaiki sifat fisik dan mekanik tanah yaitu dengan memodifikasi tanah tersebut dengan bahan stabilisasi. Peneliti akan mencoba memodifikasi tanah lempung dengan mencampurkan kapur tohor dan Matos sebagai bahan stabilisator yang diharapkan dapat memperbaiki sifat fisik dan mekanik tanah. Dalam penelitian ini sebagai acuan untuk pemeriksaan tanah di Laboratorium Peneliti menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Menurut Sukirman (1999) beban kendaraan yang dilimpahkan kelapisan perkerasan melalui roda-roda kendaraan selanjutnya disebarkan kelapisan-lapisan dibawahnya dan akhirnya diterima oleh sub grade. Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk mendukung beban baik dari segi struktur pondasi maupun bangunan di atasnya tanpa terjadi keruntuhan geser. Daya dukung tanah sangat berpengaruh terhadap ketebalan perkerasan jalan yang akan dibangun di atas sub grade. Daya dukung tanah sangat dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, kondisi drainase, dan lain-lain (Sukirman,1999). Tanah dengan tingkat kepadatan tinggi kadar airnya akan mengecil sehingga daya dukung tanah akan mengalami perubahan, tingkat kepadatan menjadi lebih baik. Tingkat kepadatan tanah tanah dinyatakan dalam prosentase berat volume kering tanah terhadap berat volume kering maksimum. Daya dukung tanah pada tanah dasar (sub grade) berbeda-beda antara beberapa wilayah, daerah tempat yang satu dengan yang lainnya, jadi bila ada tanah sub grade yang tidak mendukung untuk dilakukan perkerasan maka perlu dilakukan penstabilan terlebih dahulu. Salah satu cara yang bisa dilakukan adalah dengan meningkatkan nilai CBR (California Bearing Ratio). CBR (California Bearing Ratio) adalah perbandingan antara beban yang mampu dipikul oleh tanah terhadap beban standart dalam penetrasi yang dinyatakan dalam harga CBR (Turnbul,1968). Harga CBR dinyatakan dalam persen, semakin tinggi nilai persentase CBR maka tanah tersebut menunjukkan daya dukungnya yang lebih baik.

II. METODE

Metode penelitian meliputi persiapan tanah untuk benda uji, pengujian sifat fisik dan sifat mekanik, penentuan variasi kapur tohor dan matos, serta jumlah benda uji, metode pencampuran, pengujian dan perendaman. Tanah yang telah diambil kemudian dikeringkan

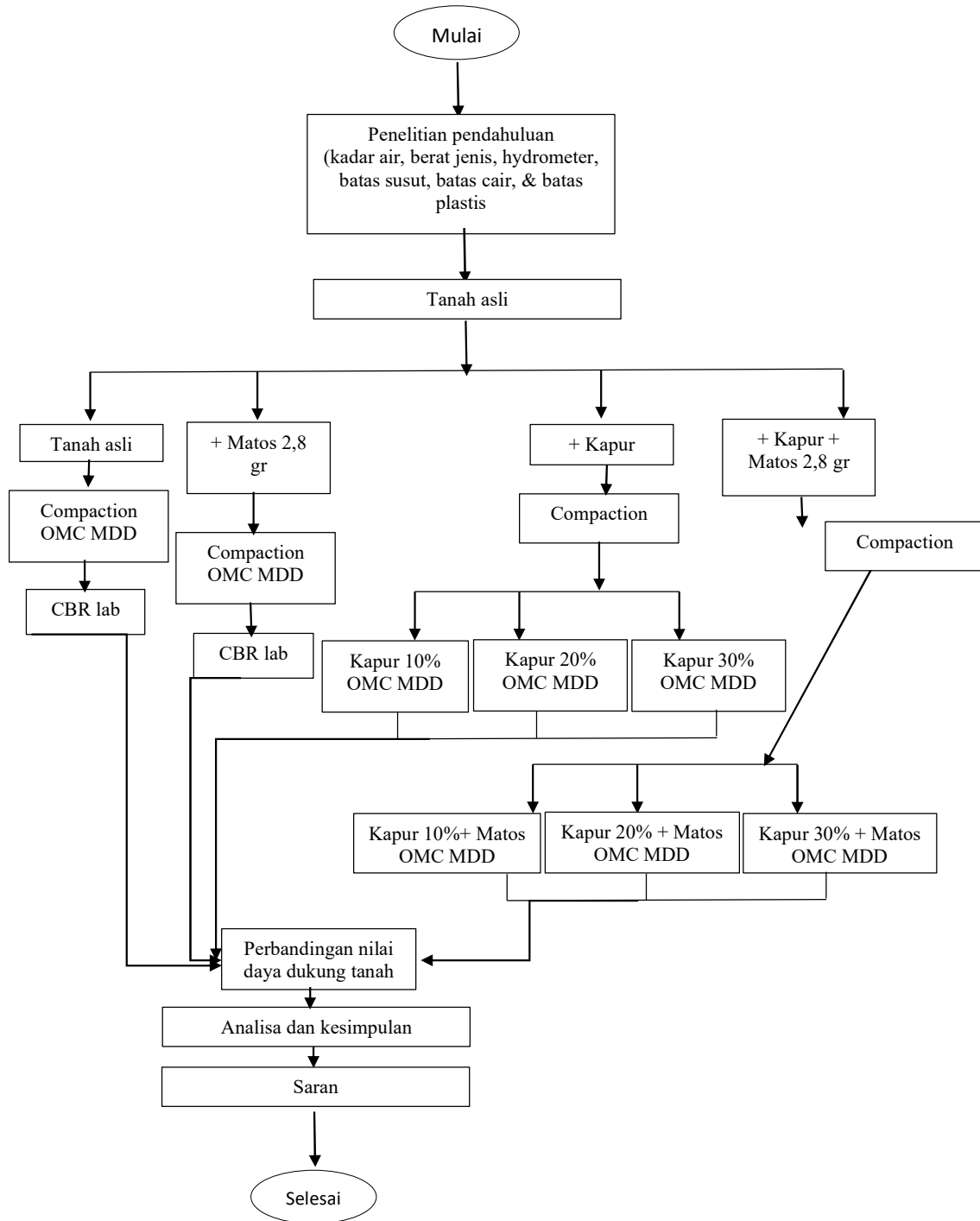
terlebih dahulu, sesudah kering kemudian dilakukan penghalusan dan disaring dengan menggunakan saringan No. 4 (4,75 mm) sesuai dengan kebutuhan untuk dilakukan pengujian seperti pengujian sifat fisik tanah yang meliputi berat jenis, pengujian liquid limit, plastic limit, analisa butiran, (hydrometer), dan shrinkage limit (batas susut). Kemudian pengujian sifat mekanik yang terdiri dari uji kepadatan dan CBR (California Bearing Ratio).

Data-data yang diperlukan untuk penelitian stabilisasi tanah lempung dengan menggunakan kapur tohor dan matos ditinjau dari nilai CBR menggunakan data primer dan data sekunder, adalah berupa data primer yaitu: 1) Batas *Atterberg*, 2) Kadar air 3) Berat jenis, dan 4) Analisa *Hydrometer*. Serta data sekunder yaitu: 1) Standart Nasional Indonesia (SNI) petunjuk teknis pengerjaan tanah di Laboratorium, 2) Buku literatur. dan 3) Jurnal penelitian.

Variasi sampel yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Tanah asli,
2. Tanah asli + Matos 2,8 gr
3. Tanah asli + 10% Kapur Tohor
4. Tanah asli + 20% Kapur Tohor
5. Tanah asli + 30% Kapur Tohor
6. Tanah asli + 10% Kapur Tohor + Matos 2,8 gr
7. Tanah asli + 20% Kapur Tohor + Matos 2,8 gr
8. Tanah asli + 30% Kapur Tohor + Matos 2,8 gr

Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Alur penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Sifat-Sifat Tanah

Pengujian sifat -sifat tanah ini meliputi pengujian berat jenis tanah asli, dan pengujian batas Atterberg (*liquid limit, plastic limit, plastic indek, shrinkage limit*), pengujian analisa butiran (hidrometer). Dan pengujian sifat mekanik tanah, meliputi pengujian kepadatan dan CBR (*California Bearing Ratio*) Laboratorium.

3.2 Pengujian Sifat Fisik Tanah

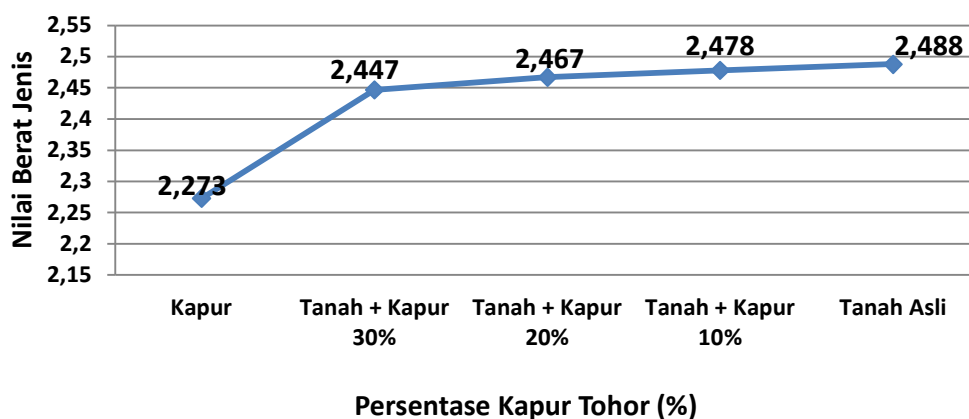
Pengujian Berat Jenis Tanah (SNI 1964 :2008)

Pengujian berat jenis tanah asli, kapur dan tanah campuran dengan variasi kadar kapur 10%,20%,30%. Hasil pengujian berat jenis yang telah dilakukan dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil pengujian berat jenis tanah

Bahan	Berat jenis
Kapur	2,273
Tanah Asli	2,488
Tanah+Kapur 10%	2,478
Tanah +Kapur 20%	2,467
Tanah +Kapur 30%	2,447

Sumber: Hasil pengujian di Laboratorium Politeknik Negeri Banjarmasin 2021



Gambar 2. Variasi berat jenis tanah dicampur kapur

Berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa terjadi penurunan nilai berat jenis tanah campuran. Hal ini disebabkan karena nilai berat jenis bahan aditif kapur lebih kecil dibanding dengan tanah asli.

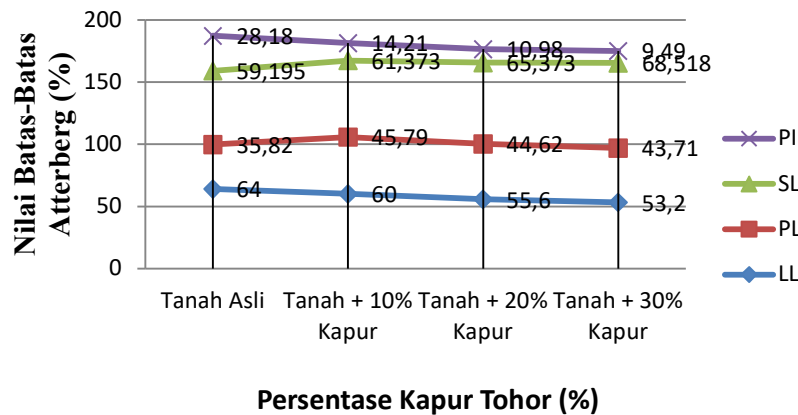
Pengujian Batas-Batas *Atterberg* (SNI 1967:2008)

Pengujian batas-batas *Atterberg* merupakan pengujian dengan tujuan untuk mengetahui keadaan konsistensi tanah dari suatu tanah kohesif pada kadar air tanah tertentu. Hasil pengujian batas-batas *Atterberg* yang sudah dilakukan adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Batas-Batas *Atterberg*.

Komposisi tanah	LL %	PL %	SL %	PI %
Tanah asli	64,0	35,82	59,195	28,18
Tanah + 10% Kapur	60,0	45,79	61,733	14,21
Tanah + 20% kapur	55,60	44,62	65,373	10,98
Tanah + 30% Kapur	53,20	43,71	68,518	9,49

Sumber: Hasil pengujian di Laboratorium Politeknik Negeri Banjarmasin 2021



Gambar 3. Hasil pengujian batas-batas *Atterberg* variasi tanah + persentase kapur tohor

Berdasarkan hasil pengujian tersebut menunjukkan penurunan nilai indeks plastisitas tanah campuran dibandingkan dengan tanah asli. Hal ini dikarenakan butiran kapur membuat ikatan antara mineral lempung dengan air terganggu sehingga semakin banyak kadar kapur dalam tanah maka semakin menurun plastisitasnya.

Pengujian Analisa Butiran (*Hydrometer*) (SNI 3423:2008)

Fungsi dari analisa *hydrometer* adalah untuk mengetahui besarnya ukuran butiran tanah dengan menggunakan bahan aditif *sodium hexametaposfat* yang fungsinya untuk membaca kecepatan

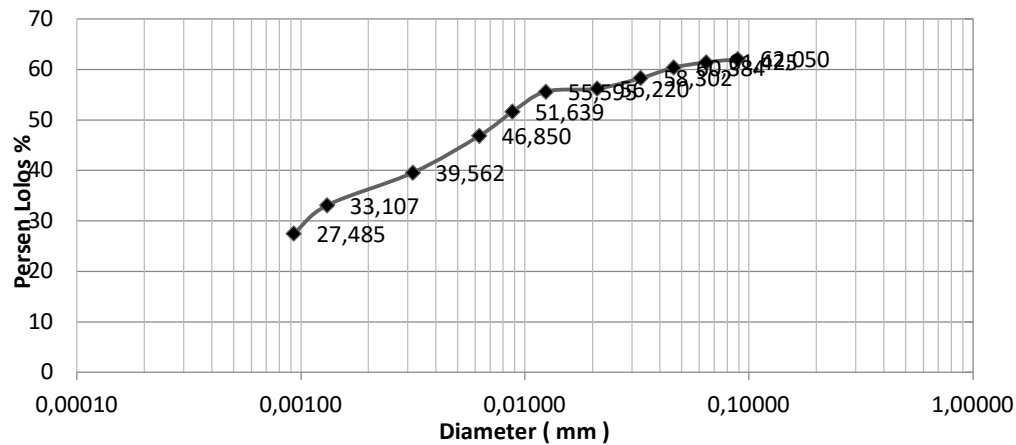
penurunan atau kecepatan pengendapan butiran, dengan diketahuinya kecepatan pengendapan tersebut diketahuilah ukuran butiran tanah.

Tabel 3. Data *Hydrometer*

Waktu	Suhu (T°C)	R	Rcp	% Butiran Halus (a RCP x 100/50)	Rcl	L (Cm)	K	D (mm)
0,25	28	29,8	29,8	62,050	30,800	11,4	0,0132	0,08914
0,5	28	29,5	29,5	61,425	30,500	11,9	0,0132	0,06440
1	28	29	29	60,384	30,000	12,2	0,0132	0,04611
2	28	28	28	58,302	29,000	12,4	0,0132	0,03287
5	28	27	27	56,220	28,000	12,7	0,0132	0,02104
15	28	26,7	26,7	55,595	27,700	13,2	0,0132	0,01238
30	28	24,8	24,8	51,639	25,800	13,3	0,0132	0,00879
60	28	22,5	22,5	46,850	23,500	13,5	0,0132	0,00626
240	28	19	19	39,562	20,000	13,8	0,0132	0,00317
1440	28	15,9	15,9	33,107	16,900	14,2	0,0132	0,00131
2880	28	13,2	13,2	27,485	14,200	14,3	0,0132	0,00093

Sumber: Hasil Uji Laboratorium Politeknik Negeri Banjarmasin, 2021

Kurva Distribusi Ukuran Butiran



Gambar 4. Kurva distribusi ukuran butiran

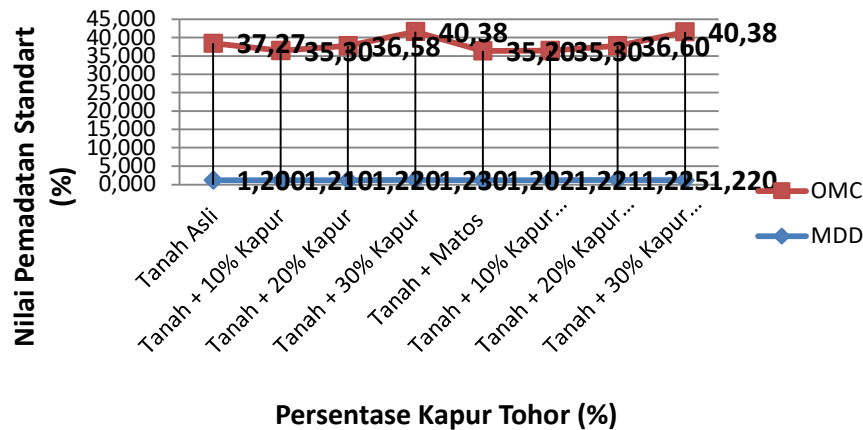
Pemadatan Standar (SNI 1742:2008)

Pemadatan standart merupakan pengujian untuk mendapatkan nilai kepadatan kering maksimum MDD (*Maximum Dry Density*) dan kadar air optimum OMC (*Optimum Moistur Conten*) dari tanah yang sudah dipadatkan. Hasil pengujian pemadatan adalah sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil pemadatan standart

Komposisi campuran	MDD (kg/cm ³)	OMC (%)
Tanah asli	1,200	37,27
Tanah+matos	1,202	35,20
Tanah+ 10% kapur	1,210	35,30
Tanah + 20% kapur	1,220	36,60
Tanah + 30% kapur	1,230	40,38
Tanah +10% kapur + matos	1,221	35,30
Tanah +20% kapur + matos	1,225	36,60
Tanah +30% kapur + matos	1,229	40,38

Sumber: Hasil Uji Laboratorium Politeknik Negeri Banjarmasin, 2021



Gambar 5. Variasi campuran tanah + persentase kapur + matos terhadap nilai MDD dan OMC.

Berdasarkan hasil pengujian tersebut didapatkan bahwa bervariasinya penambahan kapur, kepadatan kering maksimum (MDD) mengalami peningkatan, namun kadar air maksimum OMC tetap normal mengikuti persentase penambahan kapur.

Dengan melihat tabel diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai MDD maka penggunaan matos semakin berkurang, demikian juga sebaliknya semakin kecil MDD maka penggunaan matos semakin bertambah. Hal ini menunjukkan bahwa matos tidak mempengaruhi terhadap kadar air maksimum (OMC), tetapi hanya berpengaruh terhadap MDD.

Cara perhitungan besarnya matos yang dipakai untuk pengujian ini adalah berdasarkan hasil nilai MDD yang diperoleh dari uji kepadatan. Sebagai contohnya adalah tanah 80% ditambah kapur tohor 20% MDD nya adalah 1,225 gr/cm³, berat tanah ditambah kapur tohor totalnya 3,5 kg. Pemakaian umum untuk matos 1 kg/m³. jadi matos yang digunakan untuk mencampur 3,5 kg (tanah 80% ditambah 20% kapur tohor) adalah tanah 3,5 kg dikali matos 1kg/m³ kemudian hasilnya dibagi 1225 kg/m³ sama dengan 0,002857 kg/m³ atau 2,857 gr/cm³.

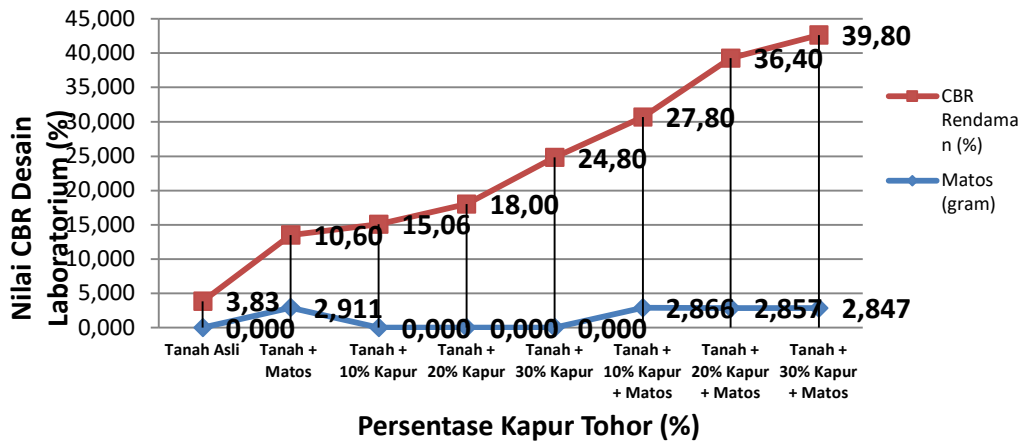
3.3 Sifat Mekanik Tanah

Pengujian CBR Laboratorium dilakukan dengan melakukan perendaman selama 4 hari, hasil pengujian CBR yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

Tabel 5. Rekapitulasi hasil pengujian nilai CBR Desain di laboratorium

No	Simulasi Permodelan	Persentase Campuran			Nilai CBR Desain (%)
		Tanah (%)	Kapur Tohor (%)	Matos (gr)	
1	Tanah	100	-	-	3,83
2	Tanah+Matos	100	-	2,91	10,60
3	Tanah+ kapur	90	10	-	15,60
4	Tanah+ Kapur	80	20	-	18,00
5	Tanah+Kapur	70	30	-	25,40
6	Tanah+Kapur+Matos	90	10	2,86	27,80
7	Tanah+Kapur+matos	80	20	2,85	36,40
8	Tanah+Kapur+Matos	70	30	2,84	39,80

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Politeknik Negeri Banjarmasin, 2021



Gambar 6. Variasi campuran tanah + persentase kapur + matos terhadap nilai CBR Desain di laboratorium.

Berdasarkan hasil pengujian CBR Laboratorium pada tabel 4.4 dapat disimpulkan bahwa nilai CBR desain selalu meningkat seiring dengan penambahan presentase kapur tohor. Bisa dilihat pada tanah asli dan variasi campuran kapur tohor, untuk tanah asli sebelum ditambahkan dengan kapur tohor CBR desain nya hanya 3,83% kemudian setelah ditambah kapur tohor 10% CBR design nya menjadi 15,6% dan ditambahkan kapur tohor 20% CBR designnya menjadi 18,0%. Kemudian ditambahkan kapur tohor 30% didapatkan nilai CBR design 25,4%. Selanjutnya dilakukan penambahan matos pada tanah asli yang sebelumnya CBR designnya 3,8%, setelah ditambahkan matos seberat 2,911 gr maka CBR designnya menjadi 10,6%, untuk tanah asli ditambahkan 10% kapur tohor dan 2,866 gr matos didapatkan nilai CBR design 27,8%, untuk tanah asli ditambah 20% kapur tohor dan 2,857 gr matos didapatkan

nilai CBR design 36,40%, selanjutnya untuk tanah asli ditambah 30% kapur tohor dan 2,847 gr matos didapatkan nilai CBR design 39,80%.

IV. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil pengujian di Laboratorium diperoleh bahwa pengaruh kapur tohor terhadap kadar air tanah asli adalah meningkatkan nilai kadar airnya, terlihat pada kondisi tanah asli yang nilai kadar air optimumnya adalah 37,27% selanjutnya setelah dicampur kapur tohor sampai penambahan 30%, nilai kadar air optimumnya meningkat menjadi 40,38%.
2. Berdasarkan hasil pengujian dilaboratorium diperoleh:
 - a. Pengaruh kapur tohor yang dicampur tanah lempung menghasilkan peningkatan nilai CBR Desain, hal ini dapat dilihat pada kondisi tanah asli yang nilai awal CBR Desain adalah 3,82% selanjutnya setelah dicampur dengan kapur tohor sampai penambahan 30%, nilai CBR Desain meningkat menjadi 24,8%.
 - b. Pengaruh matos setelah dicampur dengan tanah lempung dan kapur tohor 30% menghasilkan peningkatan nilai CBR Desain, hal ini dapat dilihat pada kondisi tanah asli ditambah kapur tohor 30% dimana nilai CBR Desainya adalah 24,8% kemudian meningkat menjadi 39,8% setelah ditambah dengan matos 2,847gr.

V. SARAN

1. Peneliti selanjutnya dapat mencoba melakukan penelitian dengan memakai jenis tanah yang sama dan dengan persentase yang berbeda.
2. Peneliti selanjutnya dapat mencoba melakukan penelitian dengan variasi persentase kapur tohor yang sama dengan penambahan persentase matos yang lebih besar atau berbeda.
3. Peneliti selanjutnya dapat mencoba melakukan penelitian CBR unsoaked atau CBR tanpa direndam (CBR bacaan atas).

DAFTAR PUSTAKA

Abiyogo, M.B & Abdurrozak, M.R. Tanpa tahun. Pengaruh Stabilisasi Tanah Lempung dengan Kapur Tohor dan Matos Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia*.

- Aryani, N & Yuni M, A. Tanpa tahun. Pengaruh Penambahan Kapur pada Tanah Lempung Ekspansif dari Dusun Bodrorejo Klaten. *Jurnal Jurusan Teknik Sipil Sipil Fakultas Teknik UKRIM*. Yogyakarta.
- Bowles J.E. 1993. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi Kedua. Jakarta; Erlangga.
- Bowles, J.E. 1992. *Engineering Properties Of Soil and Their Measurement*, McGraw-Hill New York, USA.
- Craig, R.F. 1991. *Mekanika Tanah*. PT. Jakarta; Erlangga.
- Elma, M., Syauqiah, I., Aldina, N., & Kesumadewi, H. 2016. Karakterisasi Tanah Lempung Gambut Kalimantan Selatan sebagai Bahan Baku Pembuatan Membrane Support. *Jurnal Teknoin Vol. 22 (6)*. pp. 437-443.
- Firdaus, R.N., Suryo, E.A., & Zaika.Y. 2019. Pengaruh Penambahan Kadar Kapur Terhadap Karakteristik dan Daya Dukung Tanah Lunak di Kecamatan Grati Kabupaten Pasuruhan Jawa Timur. *Jurnal Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*. Malang.
- Hardiyatmo, H.C. 2017. *Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta; Gajah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H.C. 2017. *Tanah Ekspansif, Permasalahan dan Penanganan*, Yogyakarta; Gajah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H.C. 2017. *Mekanika Tanah 1 Edisi ke Dua*. Yogyakarta; Gajah Mada University Press.
- Harnaeni, S.R. 2007. Tinjauan CBR Lempung yang Distabilisasi dengan Kapur pada Pemadatan Sisi Basah. *Jurnal Dinamika Teknik Sipil*.
- Janah, R.N., Repati, R., & Saputra, N.A. 2017. Pengaruh Matos Terhadap Stabilisasi Tanah Lempung Desa Mintin dengan Semen untuk Perkerasan Jalan Raya. *Media Ilmiah Teknik Sipi, 6 (1)*, pp. 1-7.
- Laras, A.W., Suryo, E.A., & Zaika, Y. 2018. Pengaruh penambahan kapur dengan lamanya waktu perawatan (curing) terhadap kekuatan dan pengembangan (swelling) tanah lempung ekspansif. *Jurnal Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya*.
- M. Das, B. 1993. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekaya Geoteknis) Jilid 1*. Jakarta; Erlangga.

- Putra, D.Y.P & Ridwan, M. 2018. Pengaruh penambahan kapur gamping madura pada tanah lempung di daerah martajasah bangkalan terhadap nilai california bearing ratio (CBR) test. *ejournal.unesa.ac.id/*
- Ranggaesa, R.A., Zaika, Y., & Suroso. 2015. Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Kekuatan dan Pengembangan (Swelling) pada Tanah Lempung Ekspansif Bojonegoro. *Jurnal Jurusan Teknik Sipil Universitas Brwijaya*. Malang.
- Rokman, A & Artiani, G.P. 2015. Perbaikan Sifat Fisik Tanah Bekas Timbunan Sampag dengan Menggunakan Bahan Stabilisasi Kapur. *Jurnal Fakultas Teknik UNJ*. Yogyakarta.
- Sakti, Y.F. 2021. Pengaruh Penambahan Kapur dan Matos pada Tanah Lempung Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR). *Universitas Andalas Padang*
- Setiawan, B. 2020. *Pengaruh Penambahan Kapur Tohor Terhadap Nilai CBR Sub Grade dengan Menggunakan Metode ASTM D2017*. Tesis. Universitas Bhayangkara Surabaya.
- Suhardi, F., Lubis, F., & Putri, L.D. 2017. Stabilisasi Tanah dengan Variasi Penambahan Kapur dan Waktu Pemeraman. *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Perencanaan (KN-TSP)*.
- Sutikno & Damianto, B. 2009. Stabilisasi tanah ekspansif dengan penambahan kapur (lime): Aplikasi apda pekerjaan timbunan. *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*.
- Syahrial. 2010. Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Kapur. *Tesis*. Program Megister Teknik Sipil Universitas Islam Riau Pekanbaru.
- Syawal., Munirwansyah., & M. Saleh, S. 2016. Dampak penambahan kapur pada tanah lempung ekspansif terhadap nilai cbr tanah dasar konstruksi jalan. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala*.
- Ukiman. 2013. Pengaruh Penambahan Kapur dan Semen Terhadap Nilai CBR Tanah Lempung Merah. *Jurnal Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang*.
- Verhoef, P.N.W. 1994. *Geologi Untuk Teknik Sipil*. Jakarta; Erlangga.