

Analisa Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lempung dengan Campuran Kapur Dolomite dan Skimcoat

Hepri Bagus Irtanto¹, Dina Limbong Pamuttu¹, Yance Kakerissa^{1*}, Daud Andang Pasalli¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Musamus
Merauke, Papua Selatan, Indonesia

*Correspondent author: kakerisa@unmus.ac.id

Abstrak – Tanah merupakan tempat berdirinya suatu struktur atau konstruksi, baik itu konstruksi bangunan maupun konstruksi jalan yang sering menimbulkan masalah bila memiliki sifat-sifat yang buruk seperti plastisitas yang tinggi, kekuatan tekan yang rendah dan potensi kembang susut yang besar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan kapur *dolomite* dan *skimcoat* sebagai bahan stabilisasi tanah untuk mengetahui daya dukung kuat tekan bebas tanah daerah kebun coklat Distrik Tanah Miring, Papua Selatan. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental, yaitu suatu penelitian yang dilakukan melalui perubahan-perubahan terencana terhadap suatu proses atau sistem sehingga dapat ditelusuri penyebab dan faktor-faktor yang membawa perubahan pada output penelitian. Sistem pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan bebas yang menggunakan presentase campuran kapur *dolomite* 5%, 10%, 15% dan *skimcoat* 5%, 10%, 15% yang diperam selama 7 dan 14 hari. Dari hasil penelitian dengan variasi pembuatan sampel kenaikan nilai kuat tekan bebas terjadi pada campuran tanah, 100% tanah asli +15% kapur *dolomite* dan 15% *skimcoat* pada pemeraman 14 hari. Dengan nilai yang diperoleh sebesar q_u 7,856 kg/cm². Dan nilai terkecil terjadi pada presentase 100% tanah asli + 5% kapur *dolomite* dan 5% *skimcoat* pada pemeraman 3 hari sebesar q_u 1,907 kg/cm². tanah lempung yang distabilisasi dengan Kapur *dolomite* dan *Skimcoat* memiliki kenaikan paling signifikan terjadi pada campuran 15% kapur *dolomite* dan 15% *skimcoat* dengan nilai q_u sebesar 7,856 kg/cm².

Kata kunci: Kuat tekan bebas, tanah lempung, variasi kapur dolomite dan skimcoat.

Abstrak – Soil is the place where a structure or construction is built, be it building construction or road construction, which often causes problems if it has poor properties such as high plasticity, low compressive strength and large potential for shrinkage. This research aims to analyze the effect of adding dolomite lime and skimcoat as soil stabilization materials to determine the free compressive strength bearing capacity of the soil in the cocoa plantation area of Tanah Miring District, South Papua. The research method used is experimental research, namely research carried out through planned changes to a process or system so that the causes and factors that bring about changes to the research output can be traced. The test system carried out was an unconfined compressive strength test using a mixture of 5%, 10%, 15% dolomite lime and 5%, 10%, 15% skimcoat which was cured for 7 and 14 days. From the research results with of all variations in making samples, the increase in unconfined compressive strength values occurred in the soil mixture, 100% original soil + 15% dolomite lime and 15%

skimcoat. With the obtained value of q_u 7.856kg/cm². And the smallest value occurred in the percentage of 100% original soil + 5% dolomite lime and 5% skimcoat for 3 days of curing, q_u 1.907 kg/cm². Clay soil stabilized with dolomite and Skimcoat lime had the most significant increase in a mixture of 15% dolomite and 15% lime with a q_u value of 7.856kg/cm².

Keywords: Unconfined compressive strength, clay soil, dolomite limestone variations and skimcoat

1. PENDAHULUAN

Tanah merupakan tempat berdirinya suatu konstruksi baik bangunan maupun jalan yang sering menimbulkan masalah jika memiliki sifat-sifat yang buruk salah satunya adalah nilai kuat tekan yang rendah[1]. Jenis tanah dasar yang terdapat di Kabupaten Merauke pada umumnya merupakan tanah lunak sehingga hal ini menghadapkan kita pada suatu pilihan untuk mendirikan konstruksi pada lokasi tanah yang kurang menguntungkan bila ditinjau dari segi geoteknisnya dan memanfaatkan tanah tersebut sebagai bahan timbunan Sehingga sangat mudah ditemukannya kerusakan pada konstuksi diatasnya[2]. Tanah juga merupakan salah satu bahan konstruksi yang tersedia langsung di lapangan dan tentunya dapat digunakan sebagai timbunan[3]. Usaha perbaikan sifat-sifat tanah disebut stabilisasi tanah, dalam pengertian luas yang dimaksud dengan stabilisasi tanah adalah pencampuran tanah dengan bahan tertentu guna memperbaiki sifat-sifat teknis tanah atau dapat pula, stabilisasi tanah adalah usaha untuk merubah atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi suatu syarat teknis tertentu[4].

Stabilisasi tanah terbagi menjadi stabilisasi mekanis, fisik, dan kimiawi. Stabilisasi tanah secara kimiawi dilakukan dengan cara menambahkan bahan tambah yang dapat mengubah sifat-sifat kurang menguntungkan dari tanah[5]. Bahan tambah yang sering digunakan sebagai bahan stabilizer yaitu semen, abu terbang (*fly ash*), kapur, gypsum, abu sekam padi dan lain-lain. Stabilisasi tanah perlu dilakukan untuk kondisi tanah seperti yang terdapat di Kabupaten Merauke dikarenakan sebagian besar jenis tanahnya merupakan tanah lunak mengingat saat ini kabupaten Merauke sedang melakukan pembangunan secara berkala. Salah satunya pada lokasi jalan blorep dimana lokasi ini sedang melakukan pembangunan perumahan[6].

Pada pembangunan infrastruktur ada dua alternative penggunaan tanah yaitu mengganti tanah yang rusak dengan mendatangkan material tanah dari daerah lain atau memanfaatkan tanah yang ada pada daerah tersebut dengan cara memperbaiki tanah dengan menstabilisasi tanah tersebut

hingga memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan[7]. Pemilihan lokasi pengambilan sampel penelitian didasari pada pembangunan perumahan dimana tanah yang digunakan sebagai material timbunan berasal dari daerah tersebut[8].

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) berguna untuk menentukan kualitas tanah dalam perancangan timbunan, *subbase* dan *subgrade*. Pada sistem ini, jenis tanah dibagi dalam tujuh kelompok yang dimana: A-1, A-2, dan A-3 adalah tanah dengan prosentase lolosnya $35\% \leq$ jumlah butiran tanah pada saringan No 200 atau ayakan diameter 0,075. Sedangkan jenis tanah yang prosentase lolos ayakan no.200 atau ayakan diameter 0,075 mm $\geq 35\%$ dikelompokkan menjadi A-4, A-5, A-6, dan A-7. Adapun kelompok A-4 sampai dengan A-7 didominasi jenis lanau dan lempung. Pengklasifikasian tersebut didasarkan ukuran butiran tanah[9-10].

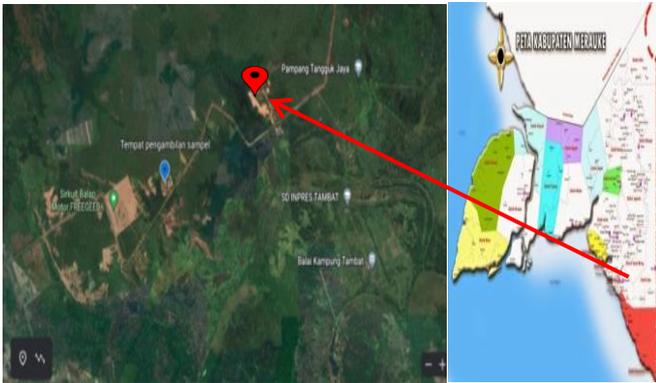
Penelitian analisa kuat tekan bebas tanah lempung sudah banyak dilakukan namun banyak yang tidak membahas tentang tanah lempung dengan campuran kapur dolomite dan skimcoat sebagai bahan tambah[11]. Penelitian ini membahas tentang kuat tekan bebas tanah lempung dengan campuran kapur dolomite dan skimcoat yang berbeda dengan penelitian sebelumnya.

Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai dan pengaruh kuat tekan bebas tanah lempung yang telah di stabilisasikan dengan kapur *dolomite* dan *skimcoat*.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi penelitian

Bahan uji yang digunakan dalam penelitian ini merupakan tanah lunak, adapun sampel tanah yang akan penulis gunakan diambil dari daerah jalan poros kampung Tambat, Distrik Tanah Miring, Kabupaten Merauke pada titik koordinat $8^{\circ}18'24''S$, $140^{\circ}33'41''E$.



Gambar 1. Lokasi Jalan Poros Kampung Tambat

2.2. Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Musamus Merauke. Waktu penelitian ini dimulai pada September sampai dengan Mei 2023.

2.3. Bahan penelitian

a. Tanah

Sampel tanah yang diambil dari daerah kebun coklat Distrik Tanah Miring, Kabupaten Merauke. Pada penelitian ini digunakan sampel tanah terganggu (*disturbed*), cara pengambilan sampel dilakukan dengan penggalian kemudian dimasukkan kedalam karung.

b. Kapur dolomite

Dolomite diberi nama untuk *20 mineralogy prancis Deodat Dolomieu*. Dolomite mineral umumnya ditemukan dalam deposito dari batuan sedimen yang disebut dolostone. Ada dua jenis bahan yang serin disebut *dolomite*, sebuah kimia kalsium magnesium karbonat dan kapur *dolomitic*, yang hanya campuran tidak teratur kalsium karbonat dan magnesium. Aspal dan beton lebih memilih aplikasi dolomite sebagai pengisi karena kekuatan tinggi dan kekerasan. dolomite juga digunakan dalam beberapa aplikasi sebagai sumber magnesium seperti kaca dan pembuatan keramik, serta agen sintering dalam pembuatan pellet bijih besi dan baja.

c. Skimcoat

Skimcoat atau lebih dikenal dengan plamir beton adalah plamir berkualitas tinggi dengan teknologi Jerman yang mempunyai daya tahan yang tinggi, kuat dalam perubahan cuaca, tidak retak, dan kekuatan ikatnya yang sangat baik. Adapun komposisi yang terkandung didalam Skimcoat ini terdiri dari semen, serbuk kapur dan polymer. Skimcoat dapat digunakan untuk stabilisasi tanah sebagai zat aditif campuran tanah, dikarenakan Skimcoat memiliki sifat- sifat sebagai berikut yaitu memberikan sifat yang dapat mengeras bila bereaksi dengan air, memudahkan pengolahan pada adukan mortar, mengikat kapur bebas, yang timbul pada ikatan semen.

d. Air

Air yang digunakan diambil dari air bersih yang ada pada Laboratorium Teknik Sipil, Universitas Musamus Merauke.

2.4. Alat pengujian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan ketentuan pada masing-masing jenis pengujian dengan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Satu unit alat pengujian kadar air.
- Satu unit alat pengujian berat jenis tanah.
- Satu unit alat pengujian batas-batas atterberg, dan batas cair tanah.
- Satu unit alat pengujian analisa saringan.
- Satu unit alat pengujian pemadatan standar.
- Satu unit alat pengujian kuat tekan bebas.

2.5 Metode pencampuran benda uji

Pencampuran bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian, bahan tanah yang digunakan dalam keadaan kering udara dan ditimbang sesuai dengan variasi campuran yang telah ditentukan sebelumnya, sebagai berikut :

- 100% tanah asli
- 100% tanah asli + 5% Kapur dolomite + 5% skimcoat A Plus
- 100% tanah asli + 10% Kapur dolomite + 10% Skimcoat A Plus
- 100% tanah asli + 15% Kapur dolomite +15% Skimcoat A Plus

2.6 Tahapan pengujian

Tahap pengujian dalam penelitian ini terbagi menjadi dua yaitu pengujian tanah lunak sebelum pencampuran dengan bahan tambah semen dan abu sekam padi, dan tanah lunak setelah pencampuran dengan bahan tambah semen dan abu sekam padi sesuai variasi.

a. Pengujian sebelum pencampuran

- Pengujian kadar air tanah dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut yang dinyatakan dalam persentase (%). Pengujian ini mengacu pada SNI 03-1965-1990.
- Pengujian berat jenis spesifik (Gs) dilakukan untuk mengetahui berat jenis tanah lunak yang lolos saringan No. 40 dengan melakukan perbandingan berat isi tanah dengan berat isi air pada suhu tertentu. Pengujian ini mengacu pada SNI 03-1964-1990.
- Pengujian batas cair dan batas plastis ini dilakukan untuk mengetahui kadar air tanah pada saat tanah tersebut berubah dari keadaan cair menjadi plastis, dan keadaan plastis menjadi semi padat. Pengujian ini mengacu pada SNI 03-1967-1990 dan SNI 03-1966-1990.
- Pengujian analisis ukuran butiran dilakukan yaitu pengujian analisa saringan yang dimaksudkan untuk mengetahui komposisi butiran tanah lunak yang digunakan. Pengujian ini mengacu pada SNI 03-1968-1990.
- Pengujian mekanis tanah yaitu pengujian pemadatan yang dimaksudkan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan berat isi tanah dengan memadatkan tanah yang nantinya akan didapatkan kadar air dan berat kering maksimum. Tanah lunak yang disiapkan merupakan tanah kering yang lolos saringan No. 40, pengujian ini mengacu pada SNI 03-1742-1989

Tabel 1 Sampel pengujian karakteristik tanah

No.	Pengujian	Jumlah Benda Uji
1	Kadar Air	3 Sampel
2	Berat Jenis	2 Sampel
3	Analisa Saringan	1 Sampel
4	Batas Cair	4 Sampel
5	Batas Plastis	3 Sampel
6	Pemadatan Standar	5 Sampel

b. Pengujian setelah pencampuran

Pada tahap pengujian ini tanah lunak akan diuji dengan metode kuat tekan bebas sesuai dengan variasi campuran. Pencampuran tanah lunak dengan bahan tambah dilakukan dengan cara substitusi pada tanah lunak dan pengadukan dilakukan hingga homogen. Waktu pemeraman dalam penelitian ini yaitu selama 3,7 dan 14 hari mengacu pada Spesifikasi Umum Binamarga tahun 2010 Revisi 3 devisa 5 seksi 5.4 tentang stabilisasi tanah. Pemeraman ini dilakukan untuk menjaga kekuatan campuran yang meningkat seiring dengan lamanya umur pemeraman. Pengujian ini untuk menentukan nilai kuat tekkan bebas (qu). Metode pengujian ini meliputi untuk mendapatkan nilai kuat tekan benda uji campuran tanah lunak dengan kapur dolomite dan Skimcoat A Plus yang dicetak dala cetakan silinder setelah benda uji tersebut diperam.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

a. Karakteristik tanah

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan di laboatorium Teknik Sipil Universitas Musamus diperoleh karakteristik tanah lempung daerah kebun coklat yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. Hasil penelitian karakteristik tanah lunak

No	Pengujian	Nilai
1	Kadar Air	25,74%
2	Berat Jenis	2.69 gr
3	Bobot Isi	2.07gr/cm ³
4	Batas cair	56,35%
5	Batas Plastis	23,61%
6	Index plastisitas	32,74%
7	Lolos saringan no.200	69,218%
8	Berat Volume Maks (γd)	24.78gr/cm ³
9	Kadar Air Optimum	1.548%

- Pengujian batas-batas atterberg diperoleh batas cair (LL) pada pukulan ke- 25 sebesar 56,35 % dan batas plastis (PL) sebesar 23,61 %. Kemudian dilakukan perhitungan nilai indeks plastisitas

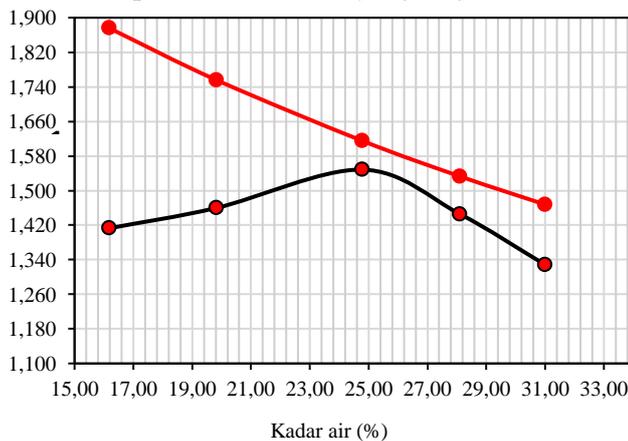
yang diperoleh dari selisih antara batas cair dan batas plastis hingga diperoleh nilai indeks plastis (IP) sebesar 32,74 %.

Tabel 3. Pengujian analisis ukuran butiran

Ø Ayakan (mm)	Berat tertinggal (Gram)	% tertinggal	Lolos kumulatif (%)
4,760	0,202	0,202	99,798
2,380	0,954	0,752	99,844
2,000	1,392	0,438	97,452
1,190	2,512	1,12	94,94
0,600	2,802	0,29	92,138
0,425	3,194	0,392	88,944
0,300	3,588	0,394	85,356
0,250	4,38	0,792	80,976
0,177	5,146	0,766	75,83
0,075	6,612	1,466	69,218

Dari hasil pengujian Analisa saringan basah sampel tanah yang lolos ayakan no 200 dengan Ø 0,075 mm sebesar 69,218 % maka tanah tersebut termasuk dalam tanah berbutir halus.

- Pengujian Pemadatan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah dan juga untuk menentukan nilai kadar air optimum dari tanah yang diuji.



Gambar 2. Kurva hubungan antara berat kering maksimum dan kadar air.

Berdasarkan grafik hasil pemadatan diatas maka dapat ditentukan nilai maksimum *dry density* sebesar 24,78 gram/cm³ Dan nilai kadar air optimum sebesar 1,548 %.

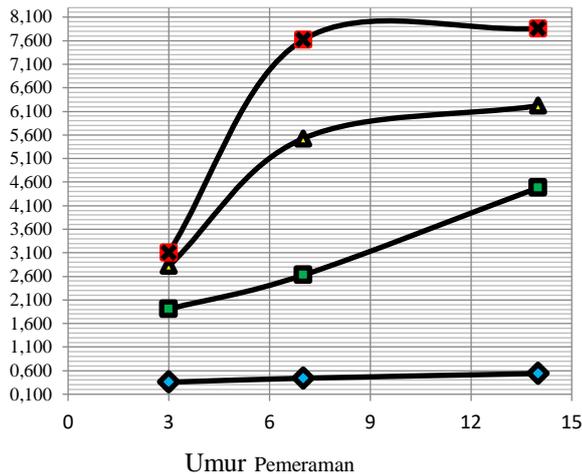
- Pengujian kuat tekan bebas untuk mendapatkan densitas kering maksimum saat tanah berada pada kadar air optimum. Dari kondisi optimum inilah sampel untuk pengujian Kuat Tekan Bebas dapat dibuat. Pada pengujian ini digunakan pengujian Kuat Tekan Bebas tanpa rendaman pada tanah lunak.

b. Klasifikasi tanah

- Klasifikasi system AASHTO yang telah dilakukan sebelumnya diperoleh ukuran butiran yang lolos saringan no. 200 atau ayakan Ø 0,075 adalah sebesar 69,218 %, dimana dalam tabel sistem klasifikasi AASHTO apabila lebih dari 35% tanah lolos saringan maka tanah tersebut masuk kedalam tanah jenis lanau atau lempung yang dibagi lagi dalam kelompok A-4 sampai A-7. Untuk fraksi lolos saringan no.40 batas cair (*Liquid Limit*) minimum 41% dan Indeks Plastisitas (*plasticity Index*) minimum 11%, dari hasil pemeriksaan diperoleh nilai batas cair sebesar 56,35 % dan nilai indeks plastisitas sebesar 32,74% maka tanah yang diperiksa tergolong kedalam kelompok A-7. Batas plastis (*Plasticity Limit*) yang dimiliki kurang dari 30% yaitu 23,61 % maka sampel tanah berada pada klaifikasi tanah kelompok A-7-6.
- Klasifikasi system *unified* diperoleh hasil bahwa fraksi yang lolos saringan no. 200 atau ayakan Ø 0,075 adalah sebesar 69,218 %, dimana dalam tabel sistem klasifikasi *Unified* apabila lebih dari 50% tanah lolos saringan no.200 maka tanah tersebut masuk kedalam tanah berbutir halus lanau atau lempung. Dengan nilai batas cair sebesar 56,35% dimana nilai tersebut lebih besar dari 50% sehingga termasuk dalam MH, CH atau OH. Apabila diplot kedalam diagram plastisitas dengan nilai batas cair 56,35% dan indeks plastisitas 32,74 % maka sampel tanah termasuk kedalam klasiifikasi tanah CH yaitu lempung tak organic dengan plastisitas tinggi.

3.2 Kuat tekan bebas

a. Pengujian kuat tekan bebas



Gambar 3. Grafik Pengaruh Pemeraman Terhadap Nilai teggangan yang dipengaruhi oleh Variasi Campuran.

Berdasarkan hasil perhitungan pada gambar grafik diatas, dapat dilihat kenaikan nilai kuat tekan bebas tanah lempung yang distabilisasi dengan kapur *dolomite* dan *Skimcoat* sesuai dengan waktu pemeraman masing-masing sampel uji. Untuk pemeraman 3 hari tanah lempung tanpa bahan stabilisasi diperoleh 0,354 kg/cm², menggunakan bahan tambah yaitu 100% tanah asli + 5% Kapur *Dolomite* +5% *Skimcoat* diperoleh 1,908 kg/cm², menggunakan bahan tambah dengan 100% tanah asli + 10% Kapur *Dolomite* +10% *Skimcoat* diperoleh nilai 2,819 kg/cm² dan campuran 100% tanah asli + 15% Kapur *Dolomite* +15% *Skimcoat* diperoleh nilai kuat tekan sebesar 3,108 kg/cm².

Pemeraman 7 hari tanah lempung tanpa bahan stabilisasi diperoleh 0,439 kg/cm², menggunakan bahan tambah yaitu 100% tanah asli + 5% Kapur *Dolomite* +5% *Skimcoat* diperoleh 2,626 kg/cm², menggunakan bahan tambah dengan 100% tanah asli + 10% Kapur *Dolomite* +10% *Skimcoat* diperoleh nilai 5,523 kg/cm² dan campuran 100% tanah asli + 15% Kapur *Dolomite* +15% *Skimcoat* diperoleh nilai kuat tekan sebesar 7,616 kg/cm².

Pemeraman 14 hari tanah lempung tanpa bahan stabilisasi diperoleh 0,539 kg/cm², menggunakan bahan tambah yaitu 100% tanah asli + 5% Kapur *Dolomite* +5% *Skimcoat* diperoleh 4,480 kg/cm², menggunakan bahan tambah dengan 100% tanah asli + 10% Kapur *Dolomite* +10% *Skimcoat* diperoleh nilai 6,218 kg/cm² dan campuran 100% tanah asli + 15% Kapur *Dolomite* +15% *Skimcoat* diperoleh nilai kuat tekan sebesar 7,856 kg/cm².

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di laboratorium mengenai pengaruh bahan stabilisasi kapur *Dolomite* dan *Skimcoat* A Plus terhadap tanah lunak dengan

kadar campuran yang telah ditetapkan maka dapat disimpulkan sebagai berikut. dengan nilai indeks plastisitas (IP) 20,12%, kadar air sebesar 40,75% dengan kadar air dapat mempengaruhi sifat kembang susut dan kohesi pada tanah lunak plastisitas tinggi, permeabilitas yang rendah, kenaikan air kapiler tinggi. Pengaruh penambahan *Skimcoat* ditinjau dari nilai kuat tekan bebas tanah lempung dengan penambahan variasi campuran 5%, 10%, dan 15%, didapatkan nilai kuat tekan bebas maksimum sebesar 4,480 kg/cm², 6,218 kg/cm², dan 7,856 kg/cm². Kenaikan paling signifikan terjadi pada 15% dengan nilai 7,856 kg/cm² dari nilai kuat tekan bebas tanah asli sebesar 0,539 kg/cm².

REFERENSI

- [1] A. P. Andrian, Iswan., and J. Muhammad, "Pengaruh Variasi Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Uji Kuat Tekan Bebas pada Tanah Lempung dan Lanau yang Distabilisasi Menggunakan Kapur pada Kondisi Rendaman," *Eksperimental*, vol. 4, no. 2, pp. 236–255, 2016.
- [2] "Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Skicoat A plus terhadap kuat tekan Bebas," Govin S Heryanto, pp. 6–34, 2023,
- [3] UNY, "Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Pasir Laut dan pengaruhnya terhadap kuat tekan Bebas," Hardiatmo, pp. 6–34, 2018, [Online]. Available: [http://eprints.uny.ac.id/64033403.BAB II.pdf](http://eprints.uny.ac.id/64033403.BAB%20II.pdf)
- [4] U. Indonesia, M. A. Ahmadi, F. Teknik, P. Studi, and T. Sipil, "Studi eksperimental kuat tekan bebas tanah lempung yang distabilisasikan dengan semen dan serat fiber," 2011.
- [5] m. J. M. Sianturi, a. Supriyadi, e. Stutandar, "studi Penggunaan Cangkang kerang sebagai pengganti agregat halus pada mortar Michael Jhon Martin Sianturi, 1) Asep Supriyadi, 2) Erwin Sutandar 2) Abstrak," pp. 1–8, 2015.
- [6] Ronny Immanuel Hutaaruk "Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Abu Gunung Vulkanik Ditinjau Dari Nilai *Unconvined compression test*" 2016
- [7] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 1965:2008 Cara uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan di laboratorium," p. 16, 2008.
- [8] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 1964:2008 Uji Berat Jenis Tanah," Badan Standar Nas. Indonesia., vol. SNI, pp. 1–24, 2008.
- [9] S. N. Indonesia and B. S. Nasional, "Standar Nasional Indonesia Cara uji penentuan batas cair tanah Kembali ke daftar," 2008.
- [10] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 03-1966:2008 Batas Plastis dan Indeks
- [11] B. M. Das, "Mekanika tanah," *Erlangga, Jakarta*, 1995.