



PENGARUH STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN BAHAN TAMBAH KAPUR TERHADAP KUAT GESER *THE EFFECT OF CLAY SOIL STABILIZATION WITH LIME ADDITIVES ON SHEAR STRENGTH*

Ahmad Januar Jafaruddin¹, Rokhman^{1*}, Hendrik Pristianto¹, Asrul Saputra¹, Zainul Abidin²

⁽¹⁾Dosen Progam Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sorong

⁽²⁾Mahasiswa Progam Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sorong

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan kapur terhadap peningkatan kuat geser tanah lempung. Stabilisasi tanah adalah suatu usaha untuk memperbaiki sifat tanah secara teknis dengan bahan-bahan tertentu untuk meningkatkan kapasitas dukung tanah. Tanah lempung dengan plastisitas tinggi cenderung bermasalah karena mempunyai sensitivitas yang tinggi terhadap perubahan kadar air, sehingga menyebabkan kuat geser tanah tersebut rendah. Untuk itu perlu dilakukan stabilisasi tanah dengan penambahan kapur. Pada penelitian ini tanah yang digunakan berasal dari Jalan Makam, Kelurahan Malason, Distrik Aimas, Kabupaten Sorong. Pengujian tanah ini terdiri dari pengujian fisik dan mekanis. Efektivitas stabilisasi tanah lempung dengan penambahan kapur dapat dilihat pada pengujian utama yaitu Uji Geser Langsung (*Direct Shear Test*) dengan variasi pencampuran kapur sebesar 5%, 10%, 15% dan 20%. Dari hasil penelitian didapatkan nilai optimum dengan pemeraman 7 hari pencampuran kapur pada variasi 10% dengan nilai kohesi 0.186 (kg/cm²), sudut geser 28.95° dan tegangan geser 0.401 (kg/cm²). Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan penambahan kapur dapat meningkatkan nilai kohesi dan sudut geser tanah lempung.

Kata Kunci: Kuat Geser, Kapur, Tanah Lempung, Geser Langsung

Abstract

This study was conducted to determine the effect of adding lime on increasing the shear strength of clay soil. Soil stabilization is an effort to improve soil properties technically with certain materials to increase the bearing capacity of the soil. Clay soil with high plasticity tends to be problematic because it has high sensitivity to changes in water content, causing the shear strength of the soil to be low. For this reason, soil stabilization is needed by adding lime. In this study, the soil used came from Jalan Makam, Malason Village, Aimas District, Sorong Regency. This soil test consists of physical and mechanical tests. The effectiveness of clay soil stabilization with the addition of lime can be seen in the main test, namely the Direct Shear Test with variations in lime mixing of 5%, 10%, 15% and 20%. From the results of the study, the optimum value was obtained with 7 days of lime mixing in a variation of 10% with a cohesion value of 0.186 (kg/cm²), a shear angle of 28.95° and a shear stress of 0.401 (kg/cm²). Based on the research results, it shows that the addition of lime can increase the cohesion value and friction angle of clay soil.

Keywords: Shear Strength, Chalk, Clay, Direct Shear

PENDAHULUAN

Dalam membangun konstruksi sipil berupa bangunan Gedung, jalan, jembatan dan bangunan sipil lainnya, akan membutuhkan pondasi tanah yang baik oleh sebab itu tanah mempunyai peranan yang sangat penting. Sebagian besar tanah di Kabupaten Sorong umumnya berjenis tanah lempung, salah satunya berada di jalan Makam Unit 2 Kelurahan Malasan Aimas Kabupaten Sorong. Terdiri dari tekstur halus, sedang, kasar, dan gambut. Tanah lempung sebagai deposit yang mempunyai partikel berukuran lebih kecil atau sama dengan 0,002 mm dalam jumlah lebih dari 50%. Stabilisasi tanah adalah suatu usaha untuk memperbaiki sifat tanah secara teknis dengan menggunakan bahan-bahan tertentu. Tujuan dari stabilisasi tanah yaitu, untuk meningkatkan daya dukung tanah dengan

peningkatan-peningkatan parameter tanah seperti kohesi, sudut geser dalam, permeabilitas dan sifat lainnya. Dan disini peneliti ingin menggunakan kapur sebagai bahan tambah untuk menstabilkan tanah lempung. Kapur mengandung zat yang mampu menetralkan sifat kembang susut serta meningkatkan kekuatan dan daya dukung tanah terutama pada tanah lempung atau lanau. Kapur telah banyak diteliti dalam pemanfaatannya sebagai bahan untuk perbaikan tanah dan hasilnya dapat meningkatkan daya dukung tanah. Berdasarkan uraian diatas maka peneliti akan melakukan penelitian tentang Pengaruh Stabilisasi tanah lempung dengan bahan tambah kapur terhadap kuat geser dengan melakukan pengujian geser langsung (*direct shear test*).

(*)Corresponding author

Telp :

E-mail : rokhmansorong@gmail.com

<http://doi.org/10.33506/rb.v11i01.4381>

Received 22 April 2025; Accepted 28 April 2025; Available online 30 April 2025

E-ISSN: 2614-4344 P-ISSN: 2476-8928

Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah yang telah di paparkan adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui karakteristik tanah asli Jalan Makam Unit 2 Kelurahan Malason Aimas Kabupaten Sorong.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan kapur terhadap peningkatan kuat geser tanah
3. Untuk mengetahui persentase kadar kapur optimum dengan penambahan kapur terhadap kuat geser tanah.

TINJAUAN PUSTAKA

Dasar Teori

Pengujian geser langsung digunakan untuk menentukan kekuatan geser tanah, yang dipengaruhi oleh kohesi dan sudut geser tanah. Dalam pengujian ini, beban geser diterapkan pada sampel tanah yang dibagi menjadi dua bagian, dan gaya geser yang dibutuhkan untuk memindahkan salah satu bagian relatif terhadap bagian lainnya diukur.

Kekuatan geser tanah pada permukaan gagal dihitung menggunakan rumus Coulomb:

$$\tau = c + \sigma \cdot \tan(\phi)$$

di mana:

τ = Kekuatan geser (shear strength)

c = Kohesi tanah

σ = Tekanan normal pada bidang geser

ϕ = Sudut geser (angle of internal friction)

Rumus ini menghubungkan kekuatan geser (τ) tanah dengan dua faktor utama: kohesi (c) yang merupakan gaya tarik antar partikel tanah yang bersifat tetap, dan sudut geser (ϕ) yang menggambarkan ketahanan tanah terhadap pergeseran saat beban diterapkan. Tekanan normal (σ) juga berperan dalam meningkatkan kekuatan geser, dimana semakin tinggi tekanan normal, semakin besar gaya geser yang dibutuhkan untuk memulai pergeseran. Pengujian ini penting untuk mengetahui daya dukung tanah pada kondisi geser dan digunakan dalam perencanaan fondasi serta analisis kestabilan lereng.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi pengambilan sampel tanah di Kabupaten Sorong, Jalan Makam, Kelurahan Malason, Distrik Aimas, Kabupaten Sorong dan penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sorong dengan waktu yang ditentukan dalam penelitian ini selama kurang lebih 5 bulan, yaitu bulan Oktober-Februari 2019. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif

yaitu penelitian yang diartikan sebagai prosedur pemecahan masalah yang diselidiki dengan menggambarkan atau melukiskan objek penelitian pada saat sekarang berdasarkan penelitian fakta-fakta yang tampak sebagaimana adanya.

Metode Penelitian

untuk memperoleh data yang dibutuhkan dalam penelitian menggunakan teknik pengumpulan data dengan menggunakan metode Eksperimen yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan pengujian untuk mendapatkan data. Data tersebut kemudian diolah untuk mendapatkan hasil perbandingan dengan syarat-syarat yang ada.

Teknik Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer merupakan pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti yang diperoleh secara langsung dilokasi penelitian. Data primer ini berupa:

1. Pengujian kadar air
2. Pengujian *Atterberg Limit*, meliputi: pengujian batas cair (*Liquid Limit*), batas plastis (*Plastic Limit*).
3. Pengujian berat jenis tanah (*Specific Gravity*).
4. Pengujian analisa ukuran butir tanah dengan hydrometer.
5. Pengujian analisa saringan.
6. pengujian pemadatan (*Compaction*).
7. Pengujian geser langsung (*Direct Shear Test*).

Alat dan Bahan Uji Laboratorium

Bahan yang digunakan dalam penelitian di laboratorium adalah :

1. Tanah Lempung yang diambil sampel tanahnya di Jalan Makam Kelurahan Malason Distrik Kabupaten Sorong.
2. Kapur yang digunakan sebagai bahan tambah stabilisasi adalah kapur alam.

Alat yang digunakan dalam penelitian di laboratorium adalah :

1. Alat pengujian kadar air sesuai SNI 1965-2008.
2. Alat pengujian *Atterberg limit*: batas cair (*liquid limit*), batas plastisitas (*plastic limit*), sesuai SNI 1967-2008 DAN 1966-2008.
3. Alat pengujian berat jenis (*specific gravity*) sesuai SNI 1964-2008.
4. Alat pengujian analisa butir tanah sesuai SNI 3423-2008.
5. Alat pengujian pemadatan (*compaction*) sesuai SNI 1743-2008.
6. Alat pengujian geser langsung (*direct shear test*) sesuai SNI 2813-2008 dan alat lainnya.

Pengujian Laboratorium

Pengujian dibagi menjadi dua bagian, yaitu pengujian untuk mengetahui sifat fisik tanah dan

pengujian sifat mekanis tanah ada pun pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

Pengujian sifat fisik tanah:

1. Pengujian kadar air, pengujian ini mengacu pada SNI 1965-2008.
2. Pengujian *Atterberg Limit*, meliputi batas cair (*Liquid Limit*), batas plastis (*Plastic Limit*). Pengujian batas cair mengacu pada SNI 1967-2008 dan pengujian batas plastis mengacu pada SNI 1966-2008.
3. Pengujian berat jenis (*Specific Gravity*). Pengujian ini mengacu pada SNI 1964-2008.
4. Pengujian analisa butiran (*Grain Size*). Ada dua tahap meliputi: Uji hydrometer dan analisa saringan. Pengujian ini mengacu pada SNI 3423-2008.

Pengujian sifat mekanis tanah;

1. Pengujian pemadatan (*Compaction*). Pengujian ini mengacu pada SNI 1743-2008.
2. Pengujian geser langsung (*Direct Shear Test*). Pengujian ini mengacu pada SNI 2813-2008.

Pencampuran Tanah dengan Kapur

Pencampuran untuk masing-masing persentasi kapur untuk pengujian geser langsung adalah:

1. Sampel tanah diambil dari lokasi pengambilan terlebih dulu di keringkan secara alami dengan cara dihampar dari bawah sinar matahari.
2. Tanah yang telah kering diayak menggunakan saringan No.4 (4.75mm).
3. Tanah yang diayak dan di timbang sesuai dengan yang dibutuhkan.
4. Kapur yang dicampur dengan sampel tanah yang telah ditumbuk dan lolos saringan No.4 (4.75 mm) dengan persentase kapur 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat sampel tanah.
5. Pencampuran dilakukan dengan cara menimbang sampel tanah dan kapur sesuai kadar masing-masing pada tiap campuran kemudian mencampurkan dua bahan tersebut kemudian di padatkan dengan pengujian pemadatan (*Compaction*).
6. Pembuatan masing-masing benda uji melalui pemadatan dengan kadar air optimum diambil dari hasil pengujian pemadatan tanah asli, berat tiap tanah *mould*, berat *mould*, luas *mould*, tinggi jatuh penumbuk dengan 5 lapisan.
7. Sampel tanah dari *mould* dikeluarkan dengan ekstruder setelah itu dilakukan koreksi terhadap tinggi sampel dengan cara memotong sampel dengan *wire saw*.
8. Setelah itu dibuat pencampuran benda uji, tanah dan campuran dirimbang seberat 1 kg. Tanah dan campuran yang telah ditimbang ditambahkan air sesuai kadar air optimum yang didapat nilai berat isi basah. Lalu nilai itu dikalikan dengan volume ring dan hasil dari perhitungan tersebut menjadi berat isi tanah yang akan di cetak di dalam ring.

9. Kemudian semua tanah yang ditimbang harus masuk kedalam ring dan dipadatkan. Setelah dipadatkan tanah dikeluarkan dari ring kemudian benda uji tersebut diperam selama 7x24 jam. Selama proses pemeraman benda uji ditutup agar tidak ada udara yang masuk. Masing-masing benda uji tersebut sebanyak 3 buah sampel untuk pengujian geser langsung (*Direct Shear Test*).

Tabel 1. Kadar Pencampuran Tanah Asli dengan Kapur

No	Pengujian Sampel	Jumlah Sampel	Lama Pemeraman
1	Tanah Asli	3 Buah	-
2	Tanah Asli + Kapur		-
	5 % kapur	3 Buah	7 Hari
	10 % Kapur	3 Buah	
	15 % Kapur	3 Buah	
	20 % Kapur	3 Buah	
Jumlah Sampel		15 Buah	-

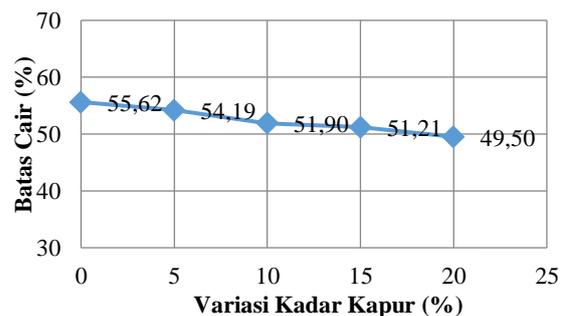
1. HASIL PEMBAHASAN

Pengujian Atterberg Limit

Untuk melakukan pengujian *atterberg limit* tanah yang digunakan adalah tanah lolos saringan no. 40 ASTM dengan kondisi tanah kering oven. Pengujian *atterberg limit* meliputi batas cair (LL) dan batas plastis (PL). Dari hasil kedua pengujian tersebut didapat hasil indeks plastisitas (IP). Sama halnya dengan pengujian berat jenis, pengujian ini juga dibuat sebanyak tiga sampel setiap variasi campurannya dengan variasi 5%, 10%, 15% dan 20%.

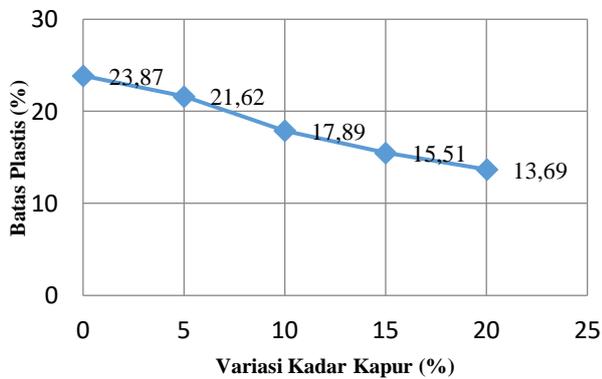
Tabel 2. Hasil Pengujian *Atterberg Limit* dengan Campuran Kapur

No	Kadar Kapur (%)	LL (%)	PL (%)	IP (%)
1	0	55.62	23.87	31.75
2	5	54.19	21.62	32.57
3	10	51.90	17.89	34.01
4	15	51.21	15.51	35.70
5	20	49.50	13.69	24.93



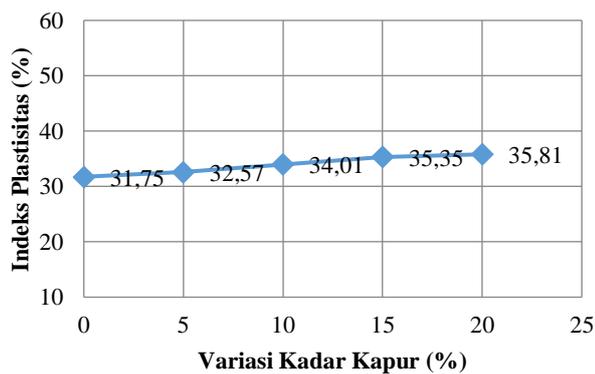
Gambar 1. Grafik Pengaruh Kadar Kapur Terhadap Nilai Batas Cair

Dari gambar grafik diatas batas cair mengalami penurunan pada setiap penambahan kadar kapur dan penurunan terbesar pada persentase 20% kapur dengan nilai 49.50%.



Gambar 2. Grafik Pengaruh Kadar Kapur Terhadap Nilai Batas Plastis

Dari gambar diatas terlihat bahwa seiring dengan bertambahnya kapur mengalami penurunan.



Gambar 3. Grafik Pengaruh Kadar Kapur Terhadap Nilai Indeks Plastisitas

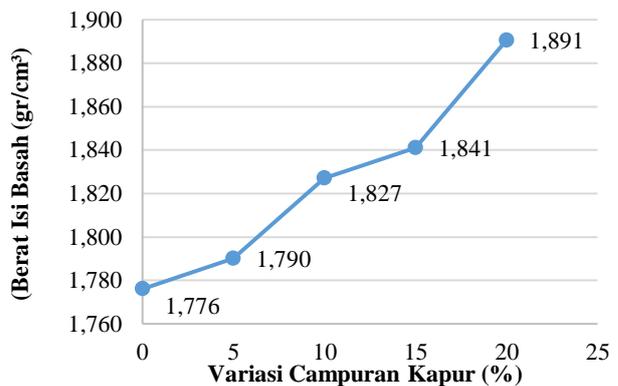
Dari gambar diatas terlihat bahwa nilai indeks plastisitas mengalami kenaikan dari tanah asli. Kenaikan terbesar berada pada persentase kapur 20% dengan nilai 35.81%.

Pengujian Pemadatan Tanah Asli dengan Bahan Tambah(Compaction)

Proses pengujian pemadatan dengan campuran kapur dilakukan untuk mencari berat isi basah dengan kadar air optimum 20% di setiap variasi campuran kapur. Pengujian ini dilakukan sebanyak tiga sampel setiap kadar campuran kapur yaitu 5%, 10%, 15% dan 20%. Sampel tanah yang dipakai di oven terlebih dahulu agar mempermudah penambahan kadar air. Setiap sampel atau benda uji mempunyai berat tanah + campuran kapur sebesar 5000 gram. Jika variasi campuran kapur sebesar 5% maka berat tanah sebesar 4750 gram dan berat kapur sebesar 250 gram, begitupun pada variasi campuran kapur lainnya.

Tabel 3. Hasil Pengujian Pemadatan dengan Campuran Kapur

No.	Variasi Campuran Kapur (%)	Berat isi Basah (gr/cm ³)	Berat Isi Kering (gr/cm ³)	Kadar Air Optimum (%)
1	(Tanah Asli)	1.776	1.492	
2	5	1.790	1.525	
3	10	1.827	1.538	20%
4	15	1.841	1.579	
5	20	1.891	1.592	



Gambar 4. Grafik Berat Isi Basah Pemadatan (Compaction)

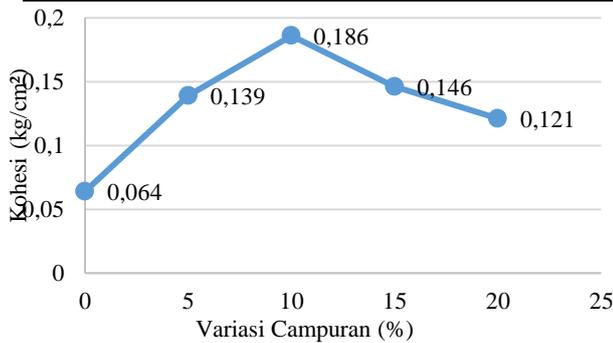
Dari tabel dan gambar pengujian diatas, menunjukkan bahwa penambahan kapur dapat meningkatkan berat isi basah. Dapat dilihat bahwa berat isi basah meningkat seiring bertambahnya kapur.

Pengujian Kuat Geser Langsung dengan Bahan Tambah

Pada pengujian kuat geser langsung dengan tanah dan campuran kapur dilakukan sama halnya dengan pengujian kuat geser tanah asli. Pengujian ini dilakukan dengan jumlah sampel sebanyak tiga sampel setiap variasi campurannya yaitu 5%, 10%, 15% dan 20% dengan penambahan beban gaya normal sebesar 3.15kg, 6.3kg, dan 12.6kg. Setiap sampel atau benda uji mempunyai berat tanah + campuran kapur sebesar 1000gr. Tanah dan campuran yang telah ditimbang kemudian ditambah air sesuai kadar air optimum masing-masing variasi campuran yang didapat dari pengujian pemadatan tanah + campuran, dan dari pengujian pemadatan itu didapat nilai berat isi basah. Lalu nilai itu dikalikan dengan volume ring dan hasil dari perhitungan tersebut menjadi berat isi tanah yang akan dicetak di dalam ring. Semua tanah yang di timbang harus masuk di dalam ring, setelah dipadatkan tanah di keluarkan dari ring.

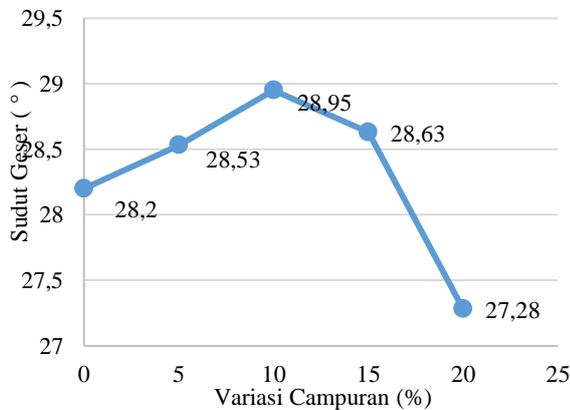
Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Geser Tanah dengan Kapur

No.	Kadar Kapur (%)	Teg. Geser (kg/cm ²)	C (kg/cm ²)	Sudut geser (°)
1	0	0.281	0.064	28.20
2	5	0.357	0.139	28.53
3	10	0.401	0.186	28.95
4	15	0.367	0.146	28.63
5	20	0.324	0.121	27.28



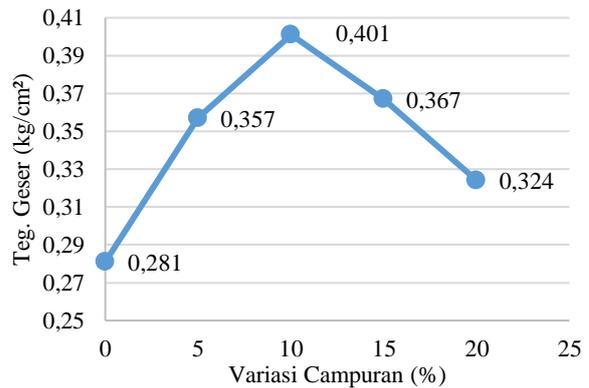
Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai Kohesi Variasi Kapur dengan Pengujian Geser Langsung

Dari hasil grafik diatas bahwa kapur dengan kadar 10% nilai kohesinya terbesar dengan nilai 0.186 (kg/cm²) dan kadar kapur >10% mengalami penurunan.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser Variasi Kapur dengan Pengujian Geser Langsung

Dari gambar grafik sudut geser diatas nilai sudut geser tertinggi terletak pada variasi campuran kapur 10% dengan nilai 28.95°. Dengan meningkatnya nilai kohesi dan sudut geser dimana kenaikan terbesar pada variasi campuran 10% bahwa meningkat pula kuat geser tanah tersebut. Oleh karena itu penggunaan kapur dengan tanah lempung efektif untuk meningkatkan kuat geser.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Nilai Tegangan Geser Variasi Kapur dengan Pengujian Geser Langsung

Dari gambar diatas terlihat bahwa dengan penambahan kadar kapur dapat meningkatkan nilai tegangan geser dimana kapur dengan kadar 10% menjadi yang terbesar dengan nilai 0.401 (kg/cm²).

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian penulis menarik kesimpulan berkaitan dengan pengaruh kadar kapur terhadap kuat geser tanah lempung. Berdasarkan pengujian sifat fisis, menurut klasifikasi USCS tanah termasuk jenis CH yaitu tanah tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk. Pada klasifikasi AASHTO tanah termasuk golongan A-7-6 yaitu tanah lempung yang berarti bahwa tanah asli di Jalan Makam Kelurahan Malason, Distrik Aimas, Kabupaten Sorong adalah tanah lempung. Sedangkan Pengaruh penambahan kapur telah meningkatkan nilai tegangan geser, kohesi dan sudut geser. Peningkatan nilai tegangan geser, kohesi dan sudut geser dengan waktu pemeraman 7 hari yaitu pada persentase 5% kohesi 0.139 kg/cm², tegangan geser 0.357 kg/cm² dan sudut geser 28.53°. Pada persentase 10% nilai kohesi 0.186 kg/cm², tegangan geser 0.401 kg/cm², dan sudut geser 28.95°. Pada persentase 15% mengalami penurunan dengan nilai kohesi 0.146 kg/cm², tegangan geser 0.367 kg/cm², dan sudut geser 28.63°. Pada persentase 20% juga mengalami penurunan dimana nilai tegangan geser 0.324 kg/cm², kohesi 0.121 kg/cm², dan sudut geser 27.28°. Maka Optimum penambahan kapur terjadi pada persentase 10% dengan nilai kohesi 0.186 kg/cm², 0.401 kg/cm², dan sudut geser 28.95°.

REFERENSI

Asfian, Ahmad.I (2017). “Stabilisasi Tanah Lempung Kabupaten Sorong Dengan Kapur Sebagai Sub – Grade Jalan (Studi Kasus Daerah Mariat Pantai)”. Universitas Muhammadiyah Sorong, Sorong.

- Gati Sri Utami, A. Harris HA (2016). “*Analisis Pemanfaatan Kapur Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Ditinjau Dari Kuat Geser*”. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya.
- Gazali, A., Adawiyah, R., & Rupida, R. (2022). Pengaruh Penambahan Semen Dan Matos Terhadap Nilai CBR Laboratorium Dalam Stabilisasi Tanah Lunak Gambut Kabupaten Barito Kuala. *Jurnal Teknik Sipil: Rancang Bangun*, 8(2), 135-143.
- Haras, M. Turangan A. E., Legrans R.R.I (2017). “*Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung*”. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Hardiyatmo. H. C, (2002). *Mekanika Tanah Edisi ketiga*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Hardiyatmo. H. C, (2010). ‘*Stabilisasi Tanah Untuk perkerasan Jalan*’, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Panjaitan, N (2017). “*Pengaruh Kapur Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung Tarutung Sibolga*”. Universitas Negeri Medan, Medan.
- SNI 1964:2008 Cara uji berat jenis tanah.
- SNI 1965:2008 Cara uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan di laboratorium.
- SNI 1966:2008 Cara uji penentuan batas plastis dan indek plastisitas tanah.
- SNI 1967:2008 Cara uji penentuan batas cair tanah.
- SNI 3423:2008 Cara uji analisis ukuran butir tanah.
- SNI 2813:2008 Cara uji kuat geser langsung tanah terkonsolidasi dan terdrainase.