

Pengaruh Penambahan Kapur pada Tanah dengan Pengujian *Direct Shear* (Perumahan Mutiara Gading 2 *Extension*)

Meti ^{*1}, Eltrit Bima Fitriani ^{*2}, Christoper Sakti Ramba ^{*3}

^{*1,2} *Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, meti_sipil@ukipaulus.ac.id^{*1} dan eltrit_bimafitriani@ukipaulus.ac.id^{*2}*

^{*3} *Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, christopersakti@gmail.com*

Corresponding Author: meti_sipil@ukipaulus.ac.id

Abstrak

Penelitian ini menganalisis bagaimana tanah menstabilkan bangunan dan jalan di Indonesia. Penelitian ini mengkaji tentang karakteristik fisik Perumahan Perumahan Mutiara Gading 2 Kota Makassar. Penelitian ini juga menguji pengaruh kapur terhadap kohesivitas, sudut geser dan kuat geser tanah dengan menggunakan Uji Geser Langsung. dari hasil pengujian menurut AASTHO, tanah tersebut merupakan tanah liat A-7-6(8) sedangkan USCS mengklasifikasikannya sebagai CL, merupakan tanah liat anorganik dengan plastisitas rendah hingga sedang. Uji geser langsung menunjukkan bahwa kapur pada variasi 15% meningkatkan kohesivitas, sudut geser dan kuat geser. Kohesi meningkat 175,66%, sudut geser 80,81%, dan kuat geser 161,89% dengan variasi 10%. Penelitian ini menunjukkan bahwa kapur dapat memperbaiki karakteristik mekanik tanah dan membantu stabilitas struktur di lokasi tersebut.

Kata kunci: Uji Geser Langsung, Tanah Lempung, Kapur

Abstract

This research analyzes how soil stabilizes buildings and roads in Indonesia. This research examines the physical characteristics of Mutiara Gading 2 Housing Complex, Makassar City. This research also tested the effect of lime on cohesiveness, friction angle and soil shear strength using the Direct Shear Test. From the test results according to AASTHO, the soil is A-7-6(8) clay while USCS classifies it as CL, which is an inorganic clay with low to medium plasticity. Direct shear tests show that lime at a variation of 15% increases cohesiveness, shear angle and shear strength. Cohesion increased 175.66%, shear angle 80.81%, and shear strength 161.89% with a variation of 10%. This research shows that lime can improve the mechanical characteristics of soil and help structural stability in these locations.

Keywords: *Direct Shear Test, Clay, Limestone*

PENDAHULUAN

Suatu substansi yang disebut tanah terbentuk dari butiran mineral yang bergabung secara fisik tanpa ikatan kimia satu sama lain, hasil dari proses pelapukan bahan organik dalam bentuk patrikel padat. Cairan dan gas kemudian ditambahkan kedalam campuran untuk Mengisi ruang di antara partikel Padat [1]. Dalam bidang Teknik Sipil, Tanah adalah campuran Mineral, materi organik, serta endapan yang cenderung tidak terikat secara kuat dan ditemukan di atas batuan dasar [2]. Tanah memiliki peran yang krusial dalam menjaga stabilitas berbagai struktur, seperti bangunan, jalan raya, dan infrastruktur pemerintahan. Kualitas tanah yang digunakan sebagai dasar bagi struktur tersebut memiliki dampak signifikan terhadap kekuatan dan kenyamanan struktur tersebut. Karena perbedaan komposisi tanah dan kondisi lingkungan lainnya,

setiap daerah di Indonesia mempunyai keunikan tersendiri. Partikel kasar dan kecil, serta mineral atau komponen anorganik, unsur organik, air tanah, dan bahkan udara, membentuk beragam susunan partikel tanah. Kemampuan tanah untuk menahan beban sangat bergantung pada komposisinya. Oleh karena itu, tanah berkualitas tinggi dapat digunakan apa adanya atau dengan sedikit persiapan lebih lanjut untuk pondasi. Namun, tidak semua tanah diciptakan sama, dan penggunaan jenis tanah yang salah sebagai bahan dasar bangunan dapat mengakibatkan biaya perbaikan yang mahal. Dalam upaya untuk meningkatkan kemampuan dukungan tanah, salah satu pendekatan yang telah diadopsi adalah stabilisasi tanah, yang melibatkan perbaikan tanah melalui proses kimia. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan kekuatan geser dan kapabilitas dukungan tanah. Penelitian ini akan memfokuskan pada tanah di wilayah Perumahan Mutiara Gading 2 Extension, yang terletak di Kecamatan Biringkanaya, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan. Rencananya, wilayah ini akan digunakan untuk pembangunan pondasi, sehingga pemahaman mendalam mengenai klasifikasi tanah di lokasi tersebut dan dampak dari penambahan kapur ke dalam tanah menjadi sangat penting. Kapur sering digunakan dalam industri konstruksi untuk memodifikasi sifat tanah, terutama pada tanah dengan tingkat keasaman yang rendah. Penambahan kapur ke dalam tanah dapat meningkatkan kualitasnya dengan mengurangi tingkat keasaman dan meningkatkan stabilitas tanah. Dalam reaksi tanah-kapur mineral lempung dan bahan berkapur bersentuhan, terjadi pertukaran ion, dan gel kalsium-silika terbentuk yang tidak terurai bila terkena air, sehingga menyebabkan flokulasi. Tahap selanjutnya, silika gel membungkus tanah liat, mengikatnya, dan menutup pori-pori tanah. Ketika gel akhirnya mengkristal menjadi kalsium silika terhidrasi, kristal-kristal kecil tersebut dapat membentuk ikatan satu sama lain. Sementasi adalah nama prosedur ini. Unsur paling penting yang mempengaruhi kestabilan kekuatan tanah adalah sementasi. Namun, jumlah silika di dalam tanah membatasi atau mengatur proses sementasi [3]. Dengan latar belakang ini, judul penelitian ini adalah "Pengaruh Penambahan Kapur Pada Tanah dengan Pengujian Direct Shear (Perumahan Mutiara Gading 2 Extension)."

Penelitian sejenis yang telah banyak dilakukan diantaranya yaitu Studi Eksperimen Pengaruh Penambahan Serabut Kelapa Terhadap Kohesi dan Sudut Geser Tanah Lempung, Hasilnya menunjukkan bahwa penambahan serabut kelapa meningkatkan kuat geser tanah lempung [4], Pengaruh Penambahan Bubuk Gypsum Pada Tanah Lempung Dengan Pengujian *Direct Shear* penelitian ini menemukan bahwa penambahan gypsum meningkatkan nilai kohesi dan sudut geser tanah lempung [5], Korelasi Kuat Tekan Bebas (UCT) Dengan Kuat Geser Langsung (*Direct Shear Test*) Pada Tanah Lempung hasilnya menunjukkan bahwa ada korelasi antara nilai tegangan (q_u) dan geser langsung (C_u) dengan peningkatan *bottom ash* [6], Pengaruh Penambahan Limbah Ampas Kopi Terhadap Kuat Geser pada Tanah Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ampas kopi meningkatkan nilai kohesi dan sudut geser tanah [7], Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Kelapa Sawit pada Tanah Lempung dengan Uji *Direct Shear* Hasilnya menunjukkan bahwa abu cangkang kelapa sawit dapat meningkatkan kohesi tanah lempung [8]. Analisis Peningkatan Nilai Kuat Geser Tanah Gambut dengan Bahan Stabilisasi Abu Ampas Tebu dan Kapur Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat fisik dan mekanik tanah gambut di Jalan Soekarno Palangka Raya sebelum dan sesudah penambahan campuran abu ampas tebu dan kapur. Hasilnya menunjukkan adanya peningkatan kuat geser tanah dengan adanya penambahan campuran [9]. Pengaruh Campuran Abu Tempurung Kelapa dan Semen Portland Terhadap Daya Dukung dan Kuat Geser Tanah Lempung Penelitian ini fokus pada analisis sifat fisik dan mekanik tanah lempung dengan penambahan campuran abu tempurung kelapa dan semen portland. Hasilnya menunjukkan adanya peningkatan kuat geser tanah dengan variasi campuran [10]. Pengaruh Penggunaan *Fly Ash* Abu Serbuk Kayu dan Kapur Terhadap Kuat Geser dan Daya Dukung Tanah Lempung Penelitian ini menguji kuat geser tanah lempung dengan campuran *fly ash*, abu serbuk gergaji dan kapur. Hasilnya menunjukkan adanya peningkatan nilai sudut gesek dan kohesi dengan penambahan campuran [11]. Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa dan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Geser Tanah Penelitian ini fokus pada peningkatan kuat geser tanah merah

ekspansif dengan menggunakan campuran sabut kelapa dan abu sekam padi sebagai bahan tambahan. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan kuat geser tertinggi sebesar 100,5 kPa dengan penambahan 5% campuran sabut kelapa dan abu sekam padi. Tanah merah memiliki sifat lempung berindeks plastisitas tinggi [12]. Pengaruh Penambahan Abu Tandan Sawit pada Tanah Lempung berdasarkan Nilai Kuat Geser Penelitian ini mengkaji pengaruh penambahan abu tandan sawit terhadap kuat geser tanah lempung. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan kuat geser paling besar pada penambahan abu tandan sawit 10% [13].

METODOLOGI

A. Lokasi Pengambilan Sampel dan Bahan Tambah

Contoh tanah untuk pengujian diambil dari Perumahan Mutiara Gading 2 Extension yang terletak di Kecamatan Biringkanaya. Kapur yang digunakan dalam penelitian ini juga diperoleh dari toko, sebuah usaha perlengkapan konstruksi yang juga berlokasi di Kecamatan Biringkanaya. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel tanah



Gambar 2. Lokasi pengambilan bahan tambah

B. Pengambilan Bahan Tambah

Bahan tambah dapat diperoleh di toko, yang terletak di Kecamatan Biringkanaya, Kota Makassar, di Provinsi Sulawesi Selatan



Gambar 3. Pengambilan bahan tambah kapur

C. Metodologi Penelitian

1. Metode Penelitian

Tujuan penelitian ini dicapai melalui penggunaan teknik eksperimental. Dalam prosedur ini, bahan tambahan berupa kapur digabungkan dengan tanah dalam uji geser langsung untuk mengukur dampak penambahan kapur terhadap karakteristik tanah.

2. Pengujian Karakteristik

Sampel tanah dianalisis guna mengetahui sifat-sifat tanah pada Perumahan Mutirara Gading 2 *Extension* Kecamatan Biringkanaya Kota Makassar.

3. Pengujian Sampel

Contoh tanah diuji kuat geser langsung (*direct shear test*) dengan cara dicampur dengan kapur. Ada empat persentase penambahan kapur berbeda yang digunakan: 0%, 5%, 10%, dan 15%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Sifat Fisis Tanah

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Fisis Tanah Titik 1, dan Titik 2

No	Pemeriksaan	Satuan	Nilai
1.	Kadar Air	%	39,38
2.	Berat Jenis	(Gs)	2,70
3.	Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>)	%	45,56
	Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>)	%	18,77
	Batas Susut (<i>Shrinkage Limit</i>)	%	7,35
	Indeks Plastisitas (<i>Plasticity Index</i>)	%	26,79
4.	Persen Lolos Saringan No.200	%	67,90
	Pasir	S%	32,10
	Lanau	M%	59,67
	Lempung	C%	8,23

Berdasarkan hasil penilaian sifat fisis pada titik 1 dan 2, tanah ini tergolong tanah liat anorganik dengan plastisitas rendah sampai sedang.

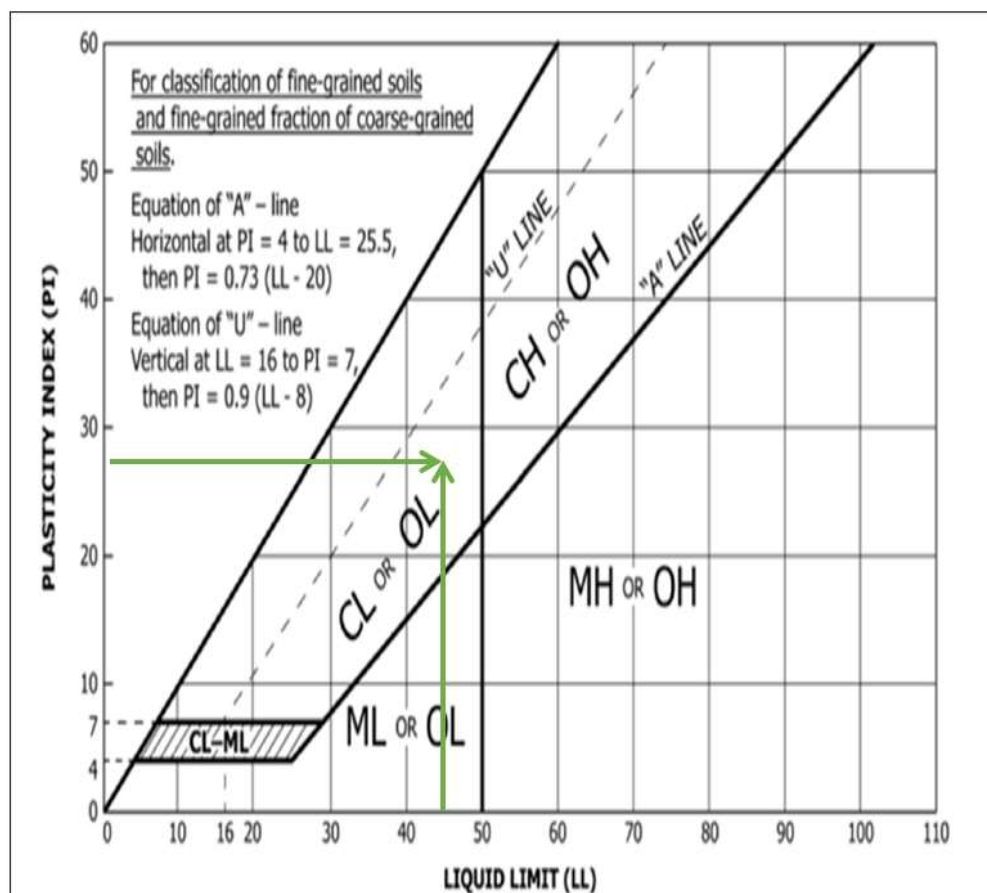
Klasifikasi Umum	Material granuler (<35% lolos saringan no. 200)							Tanah-tanah lanau- lempung (<35% lolos saringan no.200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Klasifikasi Kelompok	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Analisis saringan (% lolos)											
2,00 mm (no.10)	50 maks	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,425 mm (no.40)	30 maks	50 maks	51 min	-	-	-	-	-	-	-	-
0,075 mm (no.200)	15 maks	25 maks	10 maks	35 maks	35 maks	35 maks	35 maks	36 min	36 min	36 min	36 min
Sifat fraksi lolos saringan no.40											
Batas cair (LL)	-	-	-	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min	40 maks	41 min
Indek plastis (PI)	6 maks		Np	10 maks	10 maks	11 min	11 min	10 maks	10 maks	11 min	11 min
Indeks kelompok (G)	0		0	0		4 maks		8 maks	12 maks	16 maks	20 maks
Tipe material yang pokok pada umumnya	Pecahan batu, kerikil, dan pasir		Pasir haalus	Kerikil berlanau atau berlempung dan pasir				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian umum sebagai tanah dasar	Sangat baik sampai baik							Sedang sampai buruk			

* Untuk $A-7-5 \leq LL - 30$

* Untuk $A-7-6 < LL - 30$

(Sumber : H. C. Hardiyatmo, 2018)

Gambar 4. Klasifikasi tanah sistem AASTHO

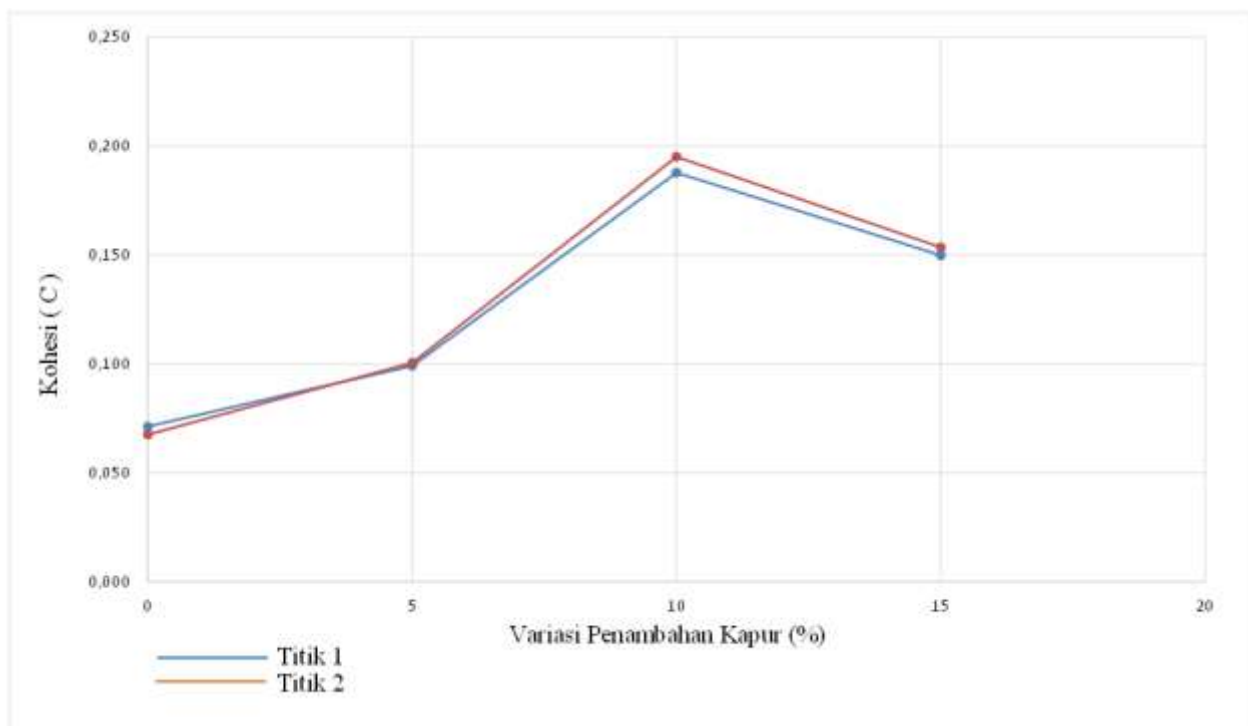


Gambar 4. Grafik batas-batas konsistensi tanah

2. Hasil uji geser langsung (*Direct Shear Test*) pada setiap titik dan variasi penambahan kapur pada tanah.

Tabel 2. Variasi Penambahan Kapur dan Kohesi (c) dari 2 Titik

Variasi Penambahan Kapur (%)	Kohesi (c)		Rata-Rata	% Kenaikan (+) / Penurunan (-)
	Titik 1	Titik 2		
0	0,071	0,068	0,069	0
5	0,099	0,101	0,100	43,75
10	0,188	0,195	0,191	91,76
15	0,150	0,153	0,152	-20,76

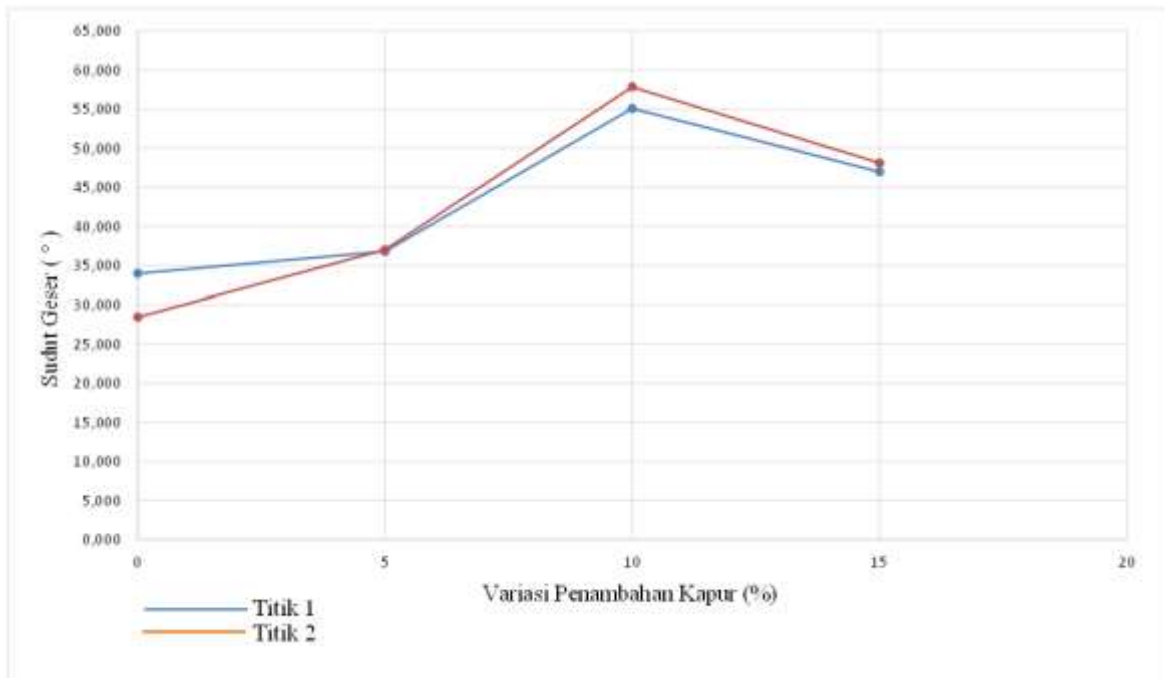


Gambar 5. Grafik Hubungan Kohesi (c) dengan variasi kapur

Hasil yang diperoleh dari Uji Geser Langsung menunjukkan bahwa penambahan kapur ke dalam tanah menyebabkan peningkatan kohesivitas tanah yang nyata, seperti terlihat pada peningkatan sebesar 10%. Pengamatan ini didukung oleh data yang disajikan pada Tabel 2 dan disajikan secara visual pada Gambar 5. Namun demikian, penting untuk diketahui bahwa penambahan kapur menyebabkan penurunan kohesivitas tanah sebesar 15% pada Titik 1 dan Titik 2. Kohesi tanah murni (0% kapur) memiliki nilai sekitar 0,071 kg/cm² (Titik 1) dan 0,068 kg/cm² (Titik 2). Dengan penambahan kapur 5%, kohesi meningkat menjadi sekitar 0,099 Kg/cm² (Titik 1) dan 0,101 Kg/cm² (Titik 2). Pada penambahan kapur sebesar 10%, kohesi mencapai nilai sekitar 0,188 kg/cm² (Titik 1) dan 0,195 kg/cm² (Titik 2), tetapi mengalami penurunan menjadi sekitar 0,150 kg/cm² (Titik 1) dan 0,153 kg/cm² (Titik 2) pada penambahan 15% kapur.

Tabel 3. Variasi Penambahan Kapur Dan Sudut Geser (q) dari 2 titik

Variasi Penambahan Kapur (%)	Sudut Geser (°)		Rata-Rata	% Kenaikan (+) / Penurunan (-)
	Titik 1	Titik 2		
0	33,988	28,475	31,231	0
5	36,794	36,988	36,891	18,12
10	55,092	57,844	56,468	53,07
15	46,984	48,104	47,544	-15,80

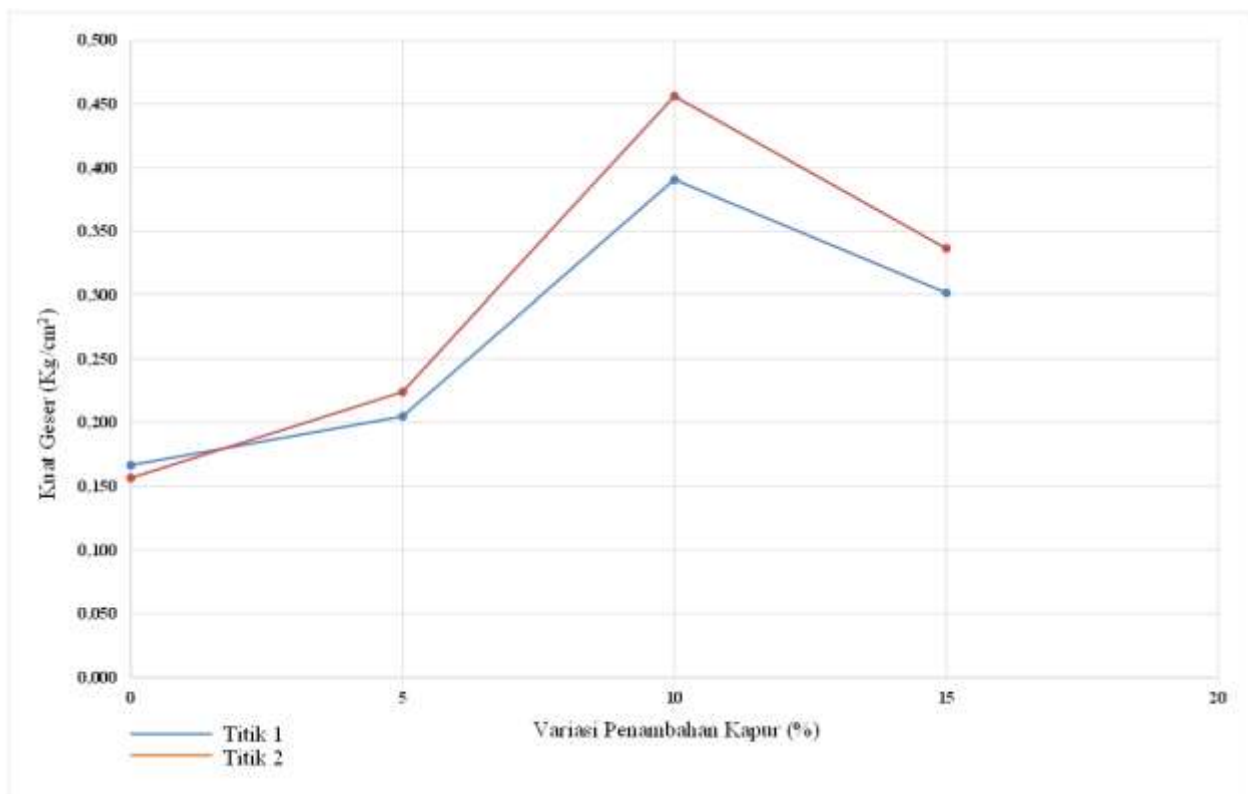


Gambar 6. Grafik hubungan sudut geser (q) dengan variasi kapur

Tabel 3 dan Gambar 6, persentase penambahan kapur dan sudut geser pada titik 1 mengalami peningkatan dan penurunan sudut geser, dimana nilai sudut geser yang diperoleh dari uji geser langsung dengan variasi 0% sebesar 33,988°, 5% sebesar 36,794°, 10% sebesar 55,092°, 15% sebesar 46,984°. Pada titik 2 juga mengalami peningkatan serta penurunan sudut geser, Ketika pengujian geser langsung dilakukan dengan variasi 0%, sudut geser sebesar 28,475°, 5% sebesar 36,988°, 10% sebesar 57,844°, 15% sebesar 48,104°.

Tabel 4. Variasi Kapur dan kuat geser

Variasi (%)	Kuat Geser (Kg/cm ²)		Rata-Rata	% Kenaikan (+) / Penurunan (-)
	Titik 1	Titik 2		
0	0,167	0,157	0,162	0
5	0,205	0,224	0,215	32,73
10	0,390	0,456	0,423	97,32
15	0,301	0,336	0,319	-24,65



Gambar 7. Grafik hubungan kuat geser (t) dengan variasi kapur

Dari Tabel 4 dan Gambar 7 di atas jelas bahwa setiap penambahan variasi kapur pada tanah terjadi peningkatan kuat geser hingga variasi penambahan 10% kemudian mengalami penurunan pada variasi 15%. Dimana pada 0% kuat geser yang dihasilkan 0,167 untuk titik 1, 0,157 pada titik 2, kemudian kuat geser yang dihasilkan pada variasi 5% sebesar 0,205 Kg/cm² pada titik 1, 0,224 Kg/cm² di titik 2, 10% sebesar 0,390 Kg/cm² pada titik 1, 0,456 Kg/cm² pada titik 2 terjadi fluktuasi kehilangan kekuatan geser di variasi 15%. sebesar 0,301 Kg/cm² pada titik 1, 0,336 Kg/cm² pada titik 2. Semakin tinggi variasi kapur dapat menurunkan kuat geser pada tanah dan maksimal penambahan hanya pada variasi 10%.

KESIMPULAN

Klasifikasi Tanah pada perumahan Mutiara Gading 2 Extension menurut klasifikasi AASTHO menunjukkan bahwa tanah tersebut mempunyai jenis bahan lempung dan termasuk dalam kategori A-7-6 (8). Menurut *United Soil Classification System* (USCS), tanah khusus ini dapat diklasifikasikan sebagai tanah liat anorganik dengan tingkat plastisitas sedang, termasuk dalam kategori CL.

Penerapan persentase kapur yang berbeda pada sampel tanah menghasilkan peningkatan yang diamati pada nilai Kohesi (c), Sudut Geser (ϕ), dan Kuat Geser (τ) selama Uji Geser Langsung. Namun demikian, analisis statistik menunjukkan peningkatan kohesi yang signifikan sebesar 175,66% pada tingkat signifikansi 10%. Secara spesifik, kohesi meningkat dari 0,069 kg/cm² menjadi 0,191 kg/cm². Selain itu, terjadi peningkatan sudut geser sekitar 80,81%, dengan nilai berubah dari 31,231° menjadi 56,468°. Pada akhirnya, kekuatan geser menunjukkan peningkatan yang signifikan, meningkat dari 0,162 kg/cm² menjadi 0,423 kg/cm², menunjukkan pertumbuhan substansial sekitar 161,89%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. M. Das and K. Sobhan, "Principles of Geotechnical Engineering (Ninth Edition)," *Cengage Learning*, vol. 9, no. 9, 2018.
- [2] H. C. Hardiyatmo, "Mekanika Tanah I, Edisi III," *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 2010.
- [3] H. Palar, S. Monintja, A. E. Turangan, dan A. N. Sarajar, "Pengaruh Pencampuran Trass dan Kapur pada Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Daya Dukung," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 1, no. 6, 2013.
- [4] P. Sangle, "Studi Eksperimen Pengaruh Penambahan Serabut Kelapa Terhadap Kohesi dan Sudut Geser Tanah Lempung," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 3, no. 2, 2021, doi: 10.52722/pcej.v3i2.254.
- [5] J. G. Pang' Raran, I. L. K. Wong, dan I. Apriyani, "Pengaruh Penambahan Bubuk Gypsum Pada Tanah Lempung Dengan Pengujian Direct Shear," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 4, no. 1, 2022, doi: 10.52722/pcej.v4i1.377.
- [6] C. Sari, I. L. K. Wong, dan H. A. I. Sopacua, "Korelasi Kuat Tekan Bebas (UCT) Dengan Kuat Geser Langsung (Direct Shear Test) Pada Tanah Lempung," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 5, no. 2, 2023, doi: 10.52722/pcej.v5i2.646.
- [7] A. K. Lestin, Meti, dan I. Apriyani, "Pengaruh Penambahan Limbah Ampas Kopi Terhadap Kuat Geser pada Tanah," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 4, no. 3, 2022, doi: 10.52722/pcej.v4i3.499.
- [8] C. A. Makupiola, R. Rachman, dan I. L. K. Wong, "Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Kelapa Sawit pada Tanah Lempung dengan Uji Direct Shear," *Paulus Civil Engineering Journal*, vol. 3, no. 2, 2021, doi: 10.52722/pcej.v3i2.256.
- [9] B. B. Pratama, O. Hendri, dan F. Sarie, "Analisis Peningkatan Nilai Kuat Geser Tanah Gambut dengan Bahan Stabilisasi Abu Ampas Tebu dan Kapur," *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, vol. 4, no. 2, 2022, doi: 10.31602/jk.v4i2.6420.
- [10] A. Renaldy, M. I. Yani, dan F. Sarie, "Pengaruh Campuran Abu Tempurung Kelapa dan Semen Portland Terhadap Daya Dukung Dan Kuat Geser Tanah Lempung," *Narotama Jurnal Teknik Sipil*, vol. 6, no. 1, 2022, doi: 10.31090/njts.v6i1.1750.
- [11] P. Yulianti, S. Gandi, dan O. Hendri, "Pengaruh Penggunaan Fly Ash Abu Serbuk Kayu dan Kapur Terhadap Kuat Geser Dan Daya Dukung Tanah Lempung," *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, vol. 4, no. 1, 2021, doi: 10.31602/jk.v4i1.5275.
- [12] A. Sefta, A. Adiguna, dan R. K. Rustam, "Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa dan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Geser Tanah," *Jurnal Deformasi*, vol. 6, no. 1, 2021, doi: 10.31851/deformasi.v6i1.5610.
- [13] P. Ningrum, Husnah, dan Husni Mubarak, "Pengaruh Penambahan Abu Tandan Sawit pada Tanah Lempung Berdasarkan Nilai Kuat Geser," *Aptek*, vol. 14, no. 1, 2022, doi: 10.30606/aptek.v14i1.1104.