

## **KAJIAN PUSTAKA TENTANG PENGARUH VARIASI KADAR AIR DAN PENAMBAHAN MATERIAL *ADDITIVE* TERHADAP KARAKTERISTIK KUAT GESER TANAH LEMPUNG**

**Yuki I L Panie<sup>1\*</sup>, Monica T Andries<sup>1</sup>, Sudarno P Tampubolon<sup>2</sup>, Efendy Tambunan<sup>3</sup>**

<sup>1\*</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia

Email: yukipanie@gmail.com

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia

Email: andriesmonic@gmail.com

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia

Email: sudarno.tampubolon@uki.ac.id

<sup>3</sup> Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia

Email: efendy.tambunan@gmail.com

Masuk:22-03-2026, revisi: 22-04-2026, diterima untuk diterbitkan: 30-04-2026

---

### **ABSTRAK**

Penelitian ini mengkaji pengaruh kadar air dan penambahan berbagai bahan aditif terhadap perilaku kuat geser tanah lempung melalui tinjauan literatur komparatif dari 13 penelitian sebelumnya. Tanah lempung, juga dikenal mempunyai daya dukung rendah dan sangat sensitif terhadap perubahan kelembapan, sering kali memerlukan stabilisasi untuk meningkatkan kekuatannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kadar air umumnya menurunkan kuat geser tanah akibat penurunan kohesi dan sudut geser dalam, terutama jika melebihi kadar air optimum. Sebaliknya, penambahan bahan aditif seperti semen, kapur, abu sekam, dan serat *polipropilena* menunjukkan peningkatan kuat geser yang signifikan. Semen dan kapur memberikan ikatan kimia, sedangkan abu dan serat meningkatkan ketahanan fisik. Kombinasi bahan-bahan ini memberikan hasil yang paling efektif. Penelitian ini menggunakan analisis kualitatif-komparatif dengan mengumpulkan data dari publikasi jurnal berbasis laboratorium yang mencakup uji geser langsung dan uji tekan bebas. Hasilnya menekankan pentingnya pengendalian kadar air dan komposisi material dalam rekayasa geoteknik dan kestabilan lereng. Disimpulkan bahwa kadar air merupakan faktor dominan yang berdampak negatif terhadap kuat geser, sedangkan bahan aditif berfungsi sebagai penguat yang efisien. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan eksperimen laboratorium pada berbagai jenis tanah lempung dan menggunakan pemodelan komputasi untuk prediksi yang lebih akurat mengenai interaksi kadar air dan bahan stabilisasi.

**Kata kunci:** Bahan aditif; Kadar air; Kuat geser; Stabilisasi tanah; Tanah lempung

### **ABSTRACT**

*This study examines the effect of moisture content and the addition of various additives on the shear strength behavior of clay soils through a comparative literature review of 13 previous studies. Clay soil, known for its low bearing capacity and high sensitivity to moisture changes, frequently requires stabilization to enhance its strength. The results indicate that an increase in moisture content generally decreases soil shear strength due to a reduction in cohesion and the internal friction angle, particularly when it exceeds the optimum moisture content. Conversely, the addition of additives such as cement, lime, rice husk ash, and polypropylene fibers shows a significant increase in shear strength. Cement and lime provide chemical bonding, whereas ash and fibers enhance physical resistance. The combination of these materials yields the most effective results. This study utilizes a qualitative-comparative analysis by gathering data from laboratory-based journal publications that include direct shear tests and unconfined compression tests. The findings emphasize the importance of controlling moisture content and material composition in geotechnical engineering and slope stability. It is concluded that moisture content is a dominant factor that negatively impacts shear strength, whereas additives serve as efficient reinforcers. Future research is suggested to involve laboratory experiments on various types of clay soils and to utilize computational modeling for more accurate predictions regarding the interaction between moisture content and stabilization materials.*

**Keywords:** Additives; Clay soil; Moisture content; Shear strength; Soil stabilization

## **1. PENDAHULUAN**

Tanah berfungsi sebagai pondasi penopang bangunan, dapat pula menjadi bagian dari konstruksi itu sendiri seperti tanggul dan bendungan, bahkan terkadang berperan sebagai sumber gaya luar pada struktur, misalnya pada dinding penahan tanah, menurut (Arpina & at, 2021). Dalam bidang konstruksi bangunan maupun jalan, tanah memegang peranan penting sebagai pondasi penopang utama, (Oktaviana et al., 2021). Tanah lempung adalah jenis tanah yang mengandung partikel-partikel tertentu yang memberikan sifat plastis ketika dicampur dengan air, menurut, (Kurnia et al., 2021). Begitu juga dengan yang dikemukakan oleh (Ningsih, 2021), Tanah lempung diartikan sebagai partikel mineral dengan ukuran kurang dari 0,002 mm menjadi penyumbang utama sifat kohesi pada tanah kohesif. Tanah lempung tergolong jenis tanah yang mempunyai daya dukung yang rendah, di mana keberadaan air sangat mempengaruhi sifat fisik dan mekaniknya. Kekuatan geser tanah adalah kemampuan internal tanah dalam menahan keruntuhan per satuan luas. Untuk menganalisis permasalahan stabilitas tanah, seperti kestabilan lereng, langkah awal yang perlu dilakukan adalah memahami karakteristik ketahanan geser tanah tersebut. Umumnya, peningkatan kadar air akan menyebabkan penurunan kekuatan geser tanah. (Wyllie & Mah, 2020).

Kadar air dalam tanah berpengaruh terhadap kekuatan geser tanah, yaitu ukuran yang menunjukkan sejauh mana tanah mampu menahan gaya yang dapat menyebabkan keruntuhan, seperti longsor pada lereng. Kekuatan ini dipengaruhi oleh besarnya gaya kohesi (daya lekat antar partikel tanah) dan gesekan antar butiran tanah. Seperti halnya yang dikemukakan oleh (Amalia et al., 2025). "Dalam keadaan basah, tanah akan mengalami pengembangan volume yang menyebabkan penurunan kekuatannya serta membuat tanah menjadi lengket. Sebaliknya, ketika tanah dalam keadaan kering, akan timbul retakan-retakan akibat tegangan susut, dan tanah menjadi keras. Selain itu, tanah lempung memiliki volume pori yang besar, sehingga berat isi tanah menjadi rendah dan sudut geseknya kecil. (Kurnia et al., 2021).

Stabilisasi tanah secara kimia dengan menambahkan semen dapat memengaruhi sifat tanah lempung. Menambahkan semen terbukti dapat meningkatkan daya dukung tanah. Selain itu, semen juga dapat menambah nilai kuat geser tanah, termasuk nilai kohesi dan sudut gesernya. Dengan demikian, semen bisa digunakan untuk bahan memperbaiki kestabilan tanah lempung, di mana peningkatan kadar semen umumnya akan diikuti oleh meningkatnya kuat geser tanah tersebut, menurut (Zardi & Mukhlis, 2015) dalam (Nurani et al., 2023).

## **2. METODE**

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode kajian literatur dengan pendekatan kualitatif-komparatif, yang bertujuan untuk menganalisis serta membandingkan hasil-hasil penelitian terdahulu mengenai pengaruh kadar air dan penambahan bahan aditif terhadap kuat geser tanah lempung. Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari 13 jurnal ilmiah yang relevan, yang meliputi hasil uji laboratorium seperti uji geser langsung (*Direct Shear Test*) dan uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*). Proses pengumpulan data dimulai dengan pencarian literatur dilakukan lewat basis data seperti *Google Scholar* dengan kata kunci: "pengaruh kadar air terhadap kuat geser tanah lempung". Selanjutnya dilakukan seleksi jurnal berdasarkan kriteria inklusi, yakni jurnal yang diterbitkan dalam 10 tahun terakhir, berfokus pada tanah lempung, serta memuat informasi tentang kadar air, nilai kohesi, sudut geser dalam, dan data hasil pengujian laboratorium. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Februari dan berakhir pada Juni 2025, dan dilakukan secara berkelompok oleh dua peneliti dengan melakukan diskusi melalui daring. Seluruh data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis secara deskriptif-komparatif untuk mengidentifikasi pola hubungan antara variabel kadar air, bahan aditif, dan kuat geser tanah. Melalui pendekatan ini, penelitian bertujuan menghasilkan kesimpulan yang mendalam mengenai bagaimana kedua variabel

tersebut mempengaruhi perilaku mekanik tanah lempung, khususnya dalam konteks stabilitas tanah dan konstruksi geoteknik.

## 2.1. Sifat Fisik dan Mekanik Tanah Lempung

Dalam kondisi kering, tanah lempung memiliki kekerasan yang tinggi dan tidak mudah terkelupas hanya dengan tekanan jari. Namun, ketika kadar air meningkat, sifat tanah lempung berubah menjadi lebih lengket (kohesif) dan sangat lunak (Terzaghi dan Peck, 1987), dalam, (Oktaviana et al., 2021). kalau menurut (Utami et al., 2021), "Tanah lempung terdiri dari partikel-partikel yang berukuran kurang dari 0,074 mm, dengan minimal 50% partikel yang dapat melewati saringan nomor 200."

Menurut (Rina et al., 2011), tanah lempung memiliki sifat alami yang memungkinkan terjadinya penyusutan (*shrinkage*) dan pengembangan (*swelling*). Perubahan volume ini dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap kestabilan dan kinerja konstruksi yang berdiri di atasnya. Berikut adalah sifat dan mekanik tanah lempung yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat fisik dan mekanik tanah lempung

| Jenis Tanah      | Ciri-Ciri                                                                                                                                                                       |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Pasir berlempung | Memiliki tekstur agak kasar, sedikit melekat, dapat dibentuk menjadi bola, namun mudah hancur saat ditekan.                                                                     |
| Lempung          | Memiliki tekstur yang tidak kasar maupun licin, sedikit lengket, bisa dibentuk menjadi bola yang cukup padat, dan dapat digulung sedikit dengan permukaan yang tampak mengilap. |
| Lempung berdebu  | Teksturnya licin dan sedikit lengket, dapat dibentuk menjadi bola yang cukup padat, serta dapat digulung dengan permukaan yang tampak berkilau.                                 |
| Debu             | Bertekstur sangat licin dan agak lengket, bisa dibentuk menjadi bola yang padat serta mudah digulung dengan permukaan yang mengilap.                                            |

(Sumber: SlidePlayer.info Sifat Fisik Tanah)

## 2.2. Kuat Geser Tanah

Menurut (Wyllie & Mah, 2014) Kekuatan geser tanah adalah kemampuan internal tanah dalam menahan gaya yang bekerja padanya per satuan luas untuk mencegah terjadinya keruntuhan. Begitu juga yang dikemukakan oleh (Amalia et al., 2025), Kuat geser tanah merupakan ukuran yang menunjukkan sejauh mana tanah mampu menahan gaya yang berpotensi menimbulkan keruntuhan, baik pada tubuh tanah secara keseluruhan maupun pada lereng yang rawan longsor. Besarnya dipengaruhi oleh kohesi atau daya rekat antar partikel tanah serta gesekan antar butirannya.

Dalam (Kurnia et al., 2021), dijelaskan juga Bahwa Kuat geser tanah merupakan kemampuan tanah untuk menahan dorongan atau tarikan yang bisa menyebabkan tanah bergeser atau runtuh. (Ningsih, 2021) juga mengemukakan Kuat geser tanah adalah kemampuan butir-butir tanah untuk melawan tekanan atau tarikan yang bisa membuat tanah bergeser. Menurut (et al., 2025), daya geser tanah lempung ditentukan oleh kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ), yang nilainya dipengaruhi oleh kadar air, jenis mineral penyusun, tingkat kepadatan, besarnya tekanan vertikal, serta kandungan bahan organik.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Pengaruh *Additive Materials*

a. Semen, Abu Sekam dan Serat *Fiber*

Kombinasi ketiga bahan tersebut menunjukkan peningkatan kuat geser yang signifikan. Semen berperan sebagai bahan pengikat, abu sekam sebagai bahan tambahan reaktif, dan serat *fiber* meningkatkan ketahanan terhadap retak dan deformasi. Menambah semen ke tanah lempung membuat partikel tanah saling merekat lebih kuat karena reaksi kimia, sehingga tanah menjadi lebih keras dan kuat. Abu sekam adalah limbah pertanian yang bisa membantu memperkuat tanah saat dicampur dengan semen, karena bisa membentuk ikatan tambahan yang membuat tanah lebih padat. Serat seperti benang kecil yang dicampur ke tanah membantu menahan tanah supaya tidak mudah bergeser atau retak.

b. Semen (Tanpa Kombinasi)

Penelitian di lampoh keude menunjukkan bahwa peningkatan kadar semen meningkatkan nilai kuat geser hingga batas optimum. Setelah itu, penambahan lebih lanjut tidak memberikan peningkatan berarti.

c. Kapur

Kapur juga efektif meningkatkan kuat geser melalui reaksi *pozzolanik*. Namun, ada kadar optimal yang harus diperhatikan agar tidak menurunkan efektivitasnya.

Berikut merupakan penelitian yang meneliti tentang pengaruh bahan campuran, untuk hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hubungan Bahan Tambahan Dan Kuat Geser

| Bahan Tambahan                   | Pengaruh Terhadap Kuat Geser           |
|----------------------------------|----------------------------------------|
| Semen (Zardi, Nurani)            | Meningkat hingga kadar optimum         |
| Kapur (Panjaitan)                | Meningkat hingga optimum, lalu stagnan |
| Abu Sekam (I. I. et al., 2022)   | Meningkat (saat dikombinasikan)        |
| Serat Fiber (I. I. et al., 2022) | Menambah ketahanan terhadap retakan    |

Dari tabel 2, maka dapat disimpulkan bahan tambahan umumnya efektif meningkatkan kuat geser tanah lempung. Kombinasi semen + abu sekam + serat *fiber* memberikan hasil penguatan terbaik karena memadukan efek kimia (reaksi *pozzolanik*, hidrasi) dan efek mekanis (penahan retakan).

### 3.2. Pengaruh Kadar Air

a. Secara Umum

Hampir Semua penelitian sepakat bahwa naiknya kadar air menurunkan kuat geser tanah lempung karena berkurangnya kohesi dan sudut gesek dalam.

b. Penelitian Oleh Ningsih dan Kawan-Kawan

Bertambahnya kadar air menyebabkan penurunan nilai kohesi dan sudut gesek, yang artinya kekuatan tanah menurun. Sebaliknya, pengeringan tanah meningkatkan kekuatannya.

c. Penelitian Dilokasi Longsor Oleh Debataraja

Lokasi longsor menunjukkan bahwa kadar air tertinggi menyebabkan secara langsung pada rendahnya stabilitas lereng. Penelitian ini secara tegas memberikan informasi bahwa pentingnya drainase untuk mencegah longsor.

d. Kadar Air Optimum

Beberapa penelitian seperti Hastari Agustina (2019) dan Amelia et.al (2025) menjelaskan bahwa terdapat kadar air optimum (OWC) dimana nilai kohesi dan sudut geser dalam maksimum tercapai. Diluar kadar air tersebut, nilai kekuatan menurun drastis.

e. Tanah Lempung Organik Oleh Sismiani dan Kawan-Kawan

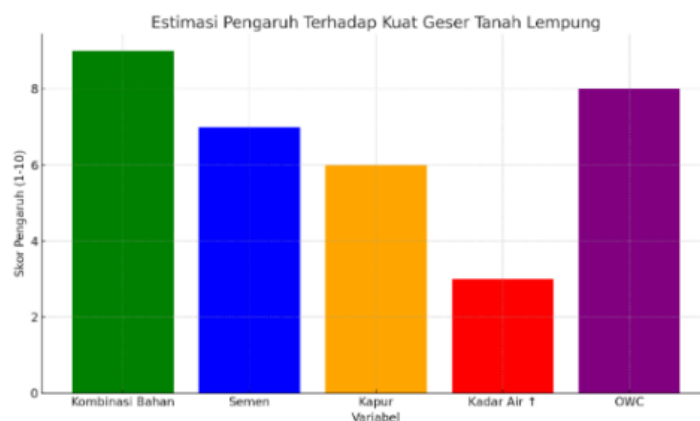
Pada tanah lempung organik, kadar air tertinggi meningkatkan kohesi, namun meurunkan sudut gesek dalam. Ini menandakan bahwa meskipun kohesi naik, stabilitas tetap menurun akibat berkurangnya gesekan internal.

Secara keseluruhan ada 8 penelitian yang meneliti tentang pengaruh kadar air, di temukan pola yang relatif konsisten. Untuk hasilnya dapat di liat pada Tabel.

Tabel 3. Hubungan Kadar Air dan kuat geser

| Penelitian        | Kadar Air (%) | Kohesi        | Sudut Gesek   | Kuat Geser Total          |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------------------|
| Ningsih (2021)    | 5 → 25        | Turun         | Turun         | Turun                     |
| Debataraja (2023) | 16 → 34       | Turun         | Turun         | Turun                     |
| Amalia (2025)     | ±20% OWC      | Max at OWC    | Max at OWC    | Turun setelah OWC         |
| Sismiani (2024)   | 14.86 → 50.05 | Naik          | Turun         | Turun                     |
| Hastari (2019)    | ±20% OWC      | Max at OWC    | Max at OWC    | Turun setelah OWC         |
| Sudardja (2023)   | 14.47 → 33.70 | Max at 21.75% | Max at 14.47% | Turun setelah itu         |
| Giandara (2018)   | ±4% OMC       | Max at low    | Max at low    | Turun bila <i>water</i> ↑ |
| Kurnia (2021)     | 5 → 25        | Turun         | Turun         | Turun                     |

Berdasarkan tabel 3 maka dapat di simpulkan bahwa, mayoritas penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kadar air menurunkan kuat geser tanah. Ada *optimum water content (OWC)* di mana kekuatan tanah maksimum, namun setelah melewati OWC, kohesi dan sudut gesek cenderung turun. Pada tanah lempung organik, kadar air tinggi dapat meningkatkan kohesi, namun sudut gesek tetap menurun sehingga kekuatan total tetap turun.



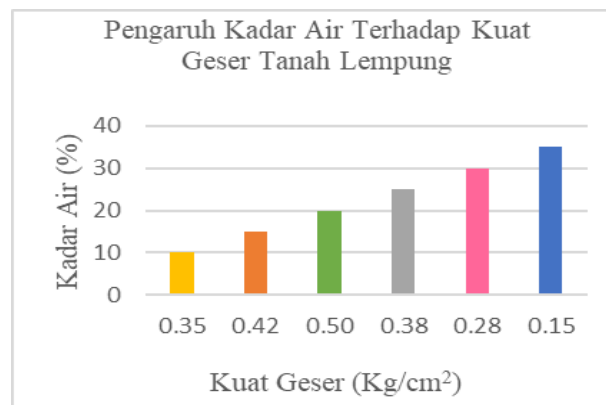
Gambar 1. Grafik pengaruh terhadap kuat geser tanah lempung

### 3.3. Efektivitas (*Additive Materials*)

Berdasarkan penelitian yang ada maka dapat dikatakan bahwa semen efektif sebagai pengikat antar partikel, memperkuat struktur tanah, kapur bereaksi dengan mineral tanah membentuk ikatan baru yang stabil, abu Sekam membantu meningkatkan kekuatan dengan silika aktif, serat *fiber* mencegah retakan dan deformasi tanah, namun, semua bahan memiliki kadar optimum. Pemakaian berlebihan bisa menurunkan efisiensi atau bahkan merusak struktur tanah.

### 3.4. Peran Kadar Air Dalam Kuat Geser

Kadar air adalah variabel yang paling berpengaruh terhadap kuat geser. Pola umum diantaranya pada OWC, kohesi dan sudut gesek maksimum → kuat geser optimum dan di atas OWC, air berperan sebagai pelumas → penurunan kuat geser. Berikut adalah rangkuman pengaruh kadar air terhadap kuat geser tanah lempung. Data ini diambil berdasarkan hasil umum dari setiap penelitian, bukan angka mutlak setiap penelitian. Karena tidak semua penelitian memberi angka pasti, banyak yang berbentuk kadar air yang naik sampai mencapai batas optimum lalu kuat gesernya akan menurun dengan sendirinya. Untuk itu, maka dirangkum dalam grafik yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan Kadar Air Dan Kuat Geser

Berdasarkan grafik pada Gambar 2, terlihat bahwa kadar air memiliki pengaruh yang signifikan terhadap nilai kuat geser tanah lempung. Data yang ditampilkan dalam grafik ini merupakan hasil kompilasi dari beberapa penelitian sebelumnya, yang dilakukan oleh (Ningsih, 2021), (Debataraja, 2023), (Amalia, 2025), (Sismiani, 2024), (Hastari, 2019), dan (Sudardja, 2023). Secara umum, tren yang terlihat menunjukkan bahwa semakin rendah kadar air pada tanah lempung, maka nilai kuat geser cenderung meningkat. Hal ini mengindikasikan bahwa pengendalian kadar air merupakan faktor penting dalam meningkatkan kestabilan tanah lempung, terutama dalam aplikasi rekayasa geoteknik.

### 3.5. Perbandingan Hasil Penelitian

Dari beberapa jurnal yang telah dibandingkan ternyata pengaruh kadar air sangat buruk terhadap kuat geser tanah lempung, dimana dari jurnal yang sudah diteliti, jika kadar air bertambah maka kuat geser pada tanah lempung akan semakin lemah. Hal ini justru berbanding terbalik jika adanya campuran bahan lain seperti semen, abu sekam, serat *fiber* dan kapur. Dari pengujian tersebut justru saat kadar semen dan kapur semakin bertambah maka, kuat geser pada tanah lempung juga ikut meningkat. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pengendalian kadar air dan pemilihan jenis serta dosis bahan aditif yang tepat memiliki peranan penting dalam meningkatkan kekuatan geser tanah lempung. Kombinasi antara stabilisasi kimia dan pengaturan kadar air memberikan hasil yang lebih efektif dibandingkan hanya mengandalkan salah satu faktor saja. Hasil perbandingan penelitian juga menunjukkan bahwa setiap jenis bahan aditif memiliki batas kadar optimum, sehingga penggunaan berlebihan justru dapat menurunkan efektivitas penguatan tanah. Selain itu, perbedaan karakteristik mineral dan kandungan organik pada tanah lempung menyebabkan variasi hasil pengujian pada setiap penelitian. Hal ini menegaskan bahwa kondisi tanah setempat harus selalu diperhitungkan sebelum dilakukan penerapan metode stabilisasi di lapangan. Dengan

adanya kombinasi antara data laboratorium dan kondisi aktual di lapangan, rekayasa geoteknik dapat menghasilkan desain pondasi dan struktur yang lebih aman serta efisien. Tabel 4 merupakan hasil perbandingan dari penelitian yang telah dilakukan

Tabel 4 Perbandingan Hasil Penelitian

| Aspek yang Dianalisis | Variabel                                      | Efek terhadap Kuat Geser                                       | Keterangan Tambahan                                             |
|-----------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Bahan Tambahan        | Semen                                         | Meningkatkan kuat geser secara signifikan hingga batas optimum | Reaksi hidrasi dan ikatan antar partikel tanah                  |
|                       | Abu Sekam                                     | Membantu penguatan ketika dikombinasikan dengan semen          | Mengandung silika reaktif ( <i>pozzolanik</i> )                 |
|                       | Serat <i>Fiber</i>                            | Menambah ketahanan terhadap retakan dan deformasi              | Bertindak sebagai elemen penahan mikro pergeseran               |
|                       | Kombinasi Semen + Abu Sekam + <i>Fiber</i>    | Memberikan hasil penguatan paling optimal terhadap kuat geser  | Efek sinergis kimia dan mekanis                                 |
|                       | Kapur                                         | Meningkatkan kuat geser, tapi hanya sampai kadar optimal       | Reaksi <i>pozzolanik</i> membentuk ikatan tambahan              |
| Kadar Air             | Penambahan kadar air berlebih                 | Menurunkan kuat geser, kohesi, dan sudut gesek dalam           | Tanah menjadi lunak, tidak mampu menahan beban                  |
|                       | Kadar air optimum (OWC)                       | Kuat geser, kohesi, dan sudut gesek maksimum                   | Titik pemadatan paling efektif                                  |
|                       | Penurunan kadar air di bawah OWC              | Kuat geser bisa meningkat, tergantung jenis tanah              | Pada tanah lempung organik, kohesi naik meski sudut gesek turun |
|                       | Siklus basah–kering ( <i>wetting–drying</i> ) | Menyebabkan fluktuasi kekuatan dan kestabilan tanah            | Bisa menimbulkan keretakan dan menurunkan daya dukung           |

Berdasarkan tabel di atas maka dapat disimpulkan bahwa penambahan bahan tertentu serta pengaturan kadar air sangat memengaruhi kuat geser tanah. Penggunaan semen mampu

meningkatkan kuat geser tanah hingga batas tertentu karena adanya proses hidrasi yang menghasilkan ikatan antarpartikel. Abu sekam berfungsi memperkuat tanah terutama bila dicampurkan dengan semen, sebab mengandung silika reaktif yang bersifat *pozzolanik*. Sementara itu, serat *fiber* dapat meningkatkan daya tahan tanah terhadap retakan dan deformasi dengan bekerja sebagai penahan pergeseran mikro. Kombinasi semen, abu sekam, dan serat *fiber* memberikan hasil penguatan yang paling efektif karena adanya gabungan pengaruh kimia dan mekanis. Sedangkan kapur juga bisa meningkatkan kuat geser tanah, meski pengaruhnya hanya berlaku sampai kadar tertentu melalui reaksi *pozzolanik* yang membentuk tambahan ikatan. Dari sisi kadar air, kelebihan air justru menurunkan kuat geser, kohesi, serta sudut gesek dalam, sehingga tanah menjadi lunak dan sulit menahan beban. Pada kondisi kadar air optimum (OWC), nilai kuat geser, kohesi, dan sudut gesek berada pada titik maksimum yang menunjukkan kondisi pemadatan paling efektif. Namun, jika kadar air diturunkan di bawah OWC, pengaruhnya berbeda-beda tergantung jenis tanah. Pada tanah lempung organik misalnya, kohesi dapat meningkat meskipun sudut gesek menurun.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal, Yaitu penambahan bahan aditif seperti semen, kapur, abu sekam, dan serat *fiber* terbukti efektif dalam meningkatkan nilai kuat geser tanah lempung. Kombinasi penggunaan beberapa bahan aditif, khususnya campuran antara semen, abu sekam, dan serat *fiber*, mampu memberikan peningkatan kuat geser yang paling optimal dibandingkan dengan penggunaan bahan aditif secara tunggal. Namun demikian, setiap jenis bahan aditif memiliki batas kadar optimal, di mana penambahan yang berlebihan justru dapat menyebabkan hasil yang kurang efektif atau bahkan penurunan kekuatan geser tanah. Selain itu, kadar air memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap kekuatan geser tanah lempung. Pada kadar air yang rendah hingga mencapai kadar air optimum (*optimum water content* / OWC), kekuatan geser tanah mengalami peningkatan. Namun, setelah melewati kadar air optimum, kekuatan geser tanah justru menurun secara drastis, yang ditandai dengan penurunan nilai sudut gesek dalam maupun kohesi. Khusus untuk tanah lempung organik, peningkatan kadar air dapat meningkatkan nilai kohesi, tetapi di sisi lain menurunkan nilai sudut gesek dalam, sehingga secara keseluruhan tetap berdampak negatif terhadap stabilitas tanah.

#### 5. ACKNOWLEDGEMENT

Penulis berterimakasih kepada setiap pihak yang terlibat dalam terlaksananya penelitian berbasis studi literatur ini.

#### 6. REFERENCES

- A. Nurani, R. Nurmeyliandari, Dan G. Amalia, “Analisis Pengaruh Penambahan Portland Cement Terhadap Nilai Kuat Geser Pada Stabilisasi Tanah Lempung Lunak”, Jurnal Deformasi, Vol. 8, No. 2, Hal. —, 2023.
- A. Sismiani, I. Rustendi, Dan C. P. Hudoyo, “Analisis Nilai Parameter Kuat Geser Tanah Lempung Organik Akibat Perubahan Kadar Air Di Sekitar Underpass Di Desa Kebocoran”, Techno, Vol. 25, No. 1, Hal. 53–62, 2024.
- B. Yohanes, W. Oktovian, B. A. Sompie, Dan J. E. R. Sumampouw, “Pengaruh Penambahan Fly Ash Dan Tras Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Cbr”, Jurnal Sipil Statik, Vol. 8, No. 1, Hal. 71–76, 2020.
- D. C. Wyllie Dan Chris Mah, “Rock Slope Engineering: Fourth Edition”, Crc Press, Vol. —, No. —, Hal. —, 2014.
- D. H. Agustina, “Pengaruh Perubahan Kadar Air Terhadap Kekuatan Geser Tanah Lempung”, Sigma Teknika, Vol. 2, No. 1, Hal. 115–122, 2019.

- D. Kurnia, F. Sarie, D. S. Gandi, K. Kunci, K. Geser, D. Dukung, Dan T. Lempung, “Pengaruh Penambahan Air Terhadap Kuat Geser Dan Daya Dukung Tanah Lempung”, –, Vol. 4, No. –, Hal. –, 2021.
- E. Giandara Dan D. H. Agustina, “Pengaruh Kadar Air Terhadap Kuat Geser Tanah”, *Sigma Teknika*, Vol. 1, No. 1, Hal. 259–266, 2018.
- G. Amalia, U. S. Minaka, Dan A. Aprilianda, “Karakteristik Parameter Kuat Geser Tanah Pada Lereng Akibat Perubahan Kadar Air Tanah”, *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 21, No. 1, Hal. 174–188, 2025.
- G. S. Utami, J. Caroline, Dan T. Sipil, “Analisis Pengaruh Perubahan Kadar Air Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah”, –, Vol. –, No. –, Hal. –, 2018.
- H. Sudardja, P. Negeri Jakarta, T. D. Sipil Jl Ga Siwabessy, Dan K. Beji, “Studi Nilai Kuat Geser Tanah Hambalang Berdasarkan Kadar Air”, *Construction And Material Journal*, Vol. –, No. –, Hal. –, 2023.
- I. Herius, A. Ashadiq, A. Hardewo, A. Hasan, N. Praditya, Dan D. Prabudi, “Pengaruh Penambahan Semen, Abu Sekam, Dan Serat Fiber Terhadap Peningkatan Kuat Geser Tanah Lempung”, *Fropil (Forum Profesional Teknik Sipil)*, Vol. 10, No. 1, Hal. –, 2022.
- M. T. Debataraja, B. S. Sembiring, Y. A. Lubis, R. Simangunsong, Dan T. Sipil Universitas Darma Agung Medan, “6758 Jurnal Sains Dan Teknologi-Istp”, *Jurnal Sains Dan Teknologi-Istp*, Vol. 19, No. 2, Hal. –, 2023.
- M. Zardi, J. Blang Bintang Lama Km, Dan L. Keude Aceh Besar, “Pengaruh Pencampuran Semen Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung Lampoh Keude”, *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, Maulanaariff, “–”, –, Vol. –, No. –, Hal. –, 2011.
- N. Panjaitan, “Pengaruh Kapur Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung”, *Jurnal Education Building*, Vol. 3, No. 2, Hal. –, 2017.
- P. Arpina Dan At, All., “Pengaruh Penambahan Bubuk Arang Kayu Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Indeks Plastisitas Dan Nilai Cbr”, –, Vol. –, No. –, Hal. –, 2021.
- R. Ningsih, “Pengaruh Perubahan Kadar Air Pada Tanah Lempung Terhadap Uji Geser Langsung Dan Uji Kuat Tekan Bebas”, *Sigma: Jurnal Teknik Sipil Prodi Teknik Sipil Fatek Ummat*, Vol. 1, No. 2, Hal. –, Agustus 2021.
- S. F. Oktaviana, F. Sarie, Dan D. O. Hendri, “Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Campuran Abu Ampas Tebu, Semen Portland, Dan Abu Terbang Terhadap Kuat Geser Dan Daya Dukung Tanah”, –, Vol. 4, No. –, Hal. –, 2021.
- S. Upaya Peningkatan Daya Dukung Tanah Dasar Studi Kasus, K. Anyar Selatan, E. T. Utami, H. F. Tambunan, Dan I. R. U. Simanjuntak, “Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Abu Terbang (Fly Ash)”, *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 10, No. 1, Hal. –, 2021.