

## ANALISIS PENGARUH CAMPURAN AIR TERHADAP PENCAMPURAN GYPSUM PADA TANAH

PG. Sembiring<sup>1</sup>, R. Sitinjak<sup>2</sup>, YA. Gurning<sup>3</sup>, AJ. Tampubolon<sup>4</sup>, F. Silalahi<sup>5</sup>, ML. Lazuardi<sup>6</sup>, FB. Lestari<sup>7</sup>, R. Delfinna<sup>8</sup>, Arif Rahman Hakim Sitepu<sup>9\*</sup>, Rahmat Kurniawan<sup>10</sup>, Cahyo Agung Saputra<sup>11</sup>, Syahidus Syuhada<sup>12</sup>, Ayu Kamila Khanza<sup>13</sup>

<sup>1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13</sup>Teknik Sipil, Fakultas Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Institut Teknologi Sumatera, Jalan Terusan Ryacudu, Way Hui, Kecamatan Jati Agung, Lampung Selatan, 35365

\*E-mail koresponden : [arif.sitepu@si.itera.ac.id](mailto:arif.sitepu@si.itera.ac.id)

### ABSTRAK

Stabilitas tanah dasar merupakan aspek penting dalam konstruksi infrastruktur, terutama untuk jalan dan fondasi bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh kadar gypsum dan kadar air terhadap stabilitas tanah lempung sebagai material dasar konstruksi. Sampel tanah lempung diambil dari Asrama TB-3 ITERA, Lampung Selatan, dan diuji dengan berbagai kadar gypsum (3%-30%) menggunakan metode pengujian laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan hubungan linier positif antara kadar gypsum dan kadar air, di mana peningkatan kadar gypsum meningkatkan kadar air secara proporsional dari 22,80% hingga 31,18%. Namun, berat isi kering ( $\gamma_d$ ) mencapai puncaknya pada kadar gypsum 15% dan menurun secara signifikan setelahnya. Temuan ini menunjukkan bahwa kadar gypsum optimal dapat meningkatkan kepadatan dan daya dukung tanah, tetapi kadar yang berlebihan justru mengurangi efisiensi stabilisasi.

**Kata kunci:** Gypsum, Stabilitas, ITERA

### ABSTRACT

*Subgrade stability is a crucial aspect of infrastructure construction, particularly for roads and building foundations. This study aims to evaluate the effect of gypsum content and water content on the stability of clay soil as a construction base material. Clay soil samples were collected from the TB-3 Dormitory, ITERA, Lampung Selatan, and tested with varying gypsum content (3%-30%) using laboratory methods. The results showed a positive linear relationship between gypsum content and water content, where an increase in gypsum content proportionally raised water content from 22.80% to 31.18%. However, the dry density ( $\gamma_d$ ) peaked at 15% gypsum content and significantly decreased beyond this point. These findings indicate that optimal gypsum content enhances soil density and load-bearing capacity, while excessive gypsum reduces stabilization efficiency.*

**Key Word:** Gypsum, Stability, ITERA

### 1. PENDAHULUAN

Dalam pekerjaan infrastruktur, terutama pada pembangunan jalan dan fondasi bangunan, stabilitas tanah dasar merupakan faktor yang sangat penting. Salah satu metode yang digunakan untuk memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah dasar adalah dengan menambahkan gypsum. Gypsum memiliki kemampuan untuk meningkatkan daya dukung tanah dan mengurangi risiko deformasi akibat perubahan kadar air. Namun, efektivitas aplikasi gypsum sangat bergantung pada metode pencampuran, khususnya kadar air yang digunakan.

Gypsum, atau kalsium sulfat dihidrat ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), dikenal sebagai bahan yang dapat meningkatkan kekuatan geser tanah dan

stabilitas struktur agregat. Studi menunjukkan bahwa pencampuran gypsum dengan tanah yang memiliki kadar air optimal dapat menghasilkan lapisan dasar yang lebih homogen dan stabil (Brady & Weil, 2008). Namun, jika kadar air terlalu rendah, distribusi gypsum menjadi tidak merata, sementara kadar air yang berlebihan dapat menyebabkan pengurangan kekuatan tanah akibat dispersi partikel tanah (Zhang & Norton, 2002).

Dalam konteks infrastruktur, penggunaan gypsum juga dapat memengaruhi parameter kimia tanah, seperti pH dan kapasitas tukar kation (CEC). Peningkatan pH tanah yang terlalu signifikan akibat gypsum dapat memengaruhi proses hidrasi semen dalam pekerjaan betonisasi. Perubahan ini menjadi

perhatian penting dalam konstruksi karena dapat memengaruhi performa lapisan dasar atau fondasi.

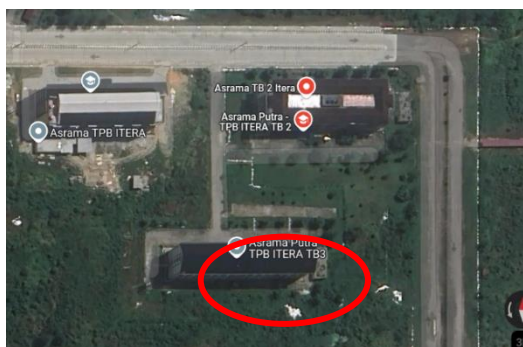
Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kadar air memegang peranan penting dalam pencampuran gypsum. Zhang dan Norton (2002) mencatat bahwa kadar air optimal dapat memastikan distribusi gypsum yang merata, tetapi kadar air yang terlalu tinggi dapat menurunkan kohesi tanah. Brady dan Weil (2008) menambahkan bahwa keseimbangan antara kadar air dan bahan aditif seperti gypsum sangat penting untuk menciptakan lapisan tanah yang stabil.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan teknis dalam aplikasi gypsum sebagai bahan stabilisasi tanah pada proyek infrastruktur. Dengan mengetahui kadar air yang optimal, kualitas lapisan dasar tanah pada konstruksi dapat ditingkatkan, sehingga mengurangi risiko kerusakan struktur pada jangka panjang dan memastikan umur layan yang lebih baik untuk proyek infrastruktur.

## 2. METODE PENELITIAN

### A. Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel berada di Gedung Asrama TB-3 ITERA, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Peta Lokasi pengambilan tanah untuk sampel pengujian dapat dilihat pada Gambar 1 :



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian

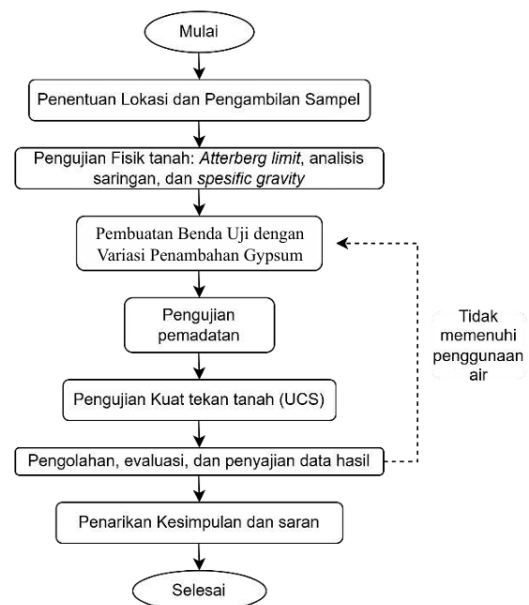
### B. Alat dan Bahan Pengujian

Alat pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah untuk menguji kadar air, uji *Atterberg limit*, Analisis Saringan, dan *Spesifikasi Grafity*. Dengan bahan yang digunakan yaitu Limbah Gypsum dan Tanah

Lempung yang berasal dari Asrama TB-3 Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lmapung. Pengambilan tanah menggunakan dua acara yaitu dengan tabung diameter XX untuk tanah *undisturb* dan dan untuk tanah terganggu dengan cara mengambil dengan cangkul di kedalaman 0 – 45 cm untuk tanah *disturb*.

### C. Alur Penelitian

Alur penelitian dapat dilihat pada diagram alir yang terlampir pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Diagram Alir

## 3. TINJAUAN PUSTAKA

### Kajian Terdahulu

Gypsum telah banyak digunakan dalam stabilisasi tanah pada proyek infrastruktur untuk meningkatkan daya dukung dan mengurangi plastisitas tanah. Penelitian oleh Bell (1996) menunjukkan bahwa gypsum mampu meningkatkan kekuatan geser tanah liat hingga 30%, terutama pada tanah dengan kadar natrium tinggi. Kadar air berperan penting dalam menentukan efektivitas pencampuran gypsum dengan tanah. Zhang dan Norton (2002) mencatat bahwa kadar air optimal memberikan distribusi gypsum yang merata dan meningkatkan daya dukung tanah. Sebaliknya, kadar air yang terlalu tinggi dapat menyebabkan overhydration, yang menurunkan kohesi tanah.

Penelitian oleh Horneck et al. (2007) menunjukkan bahwa gypsum dapat memengaruhi pH tanah, yang berdampak pada reaksi kimia tanah terhadap bahan lain, seperti semen dan beton. Peningkatan pH ini juga berkontribusi terhadap kestabilan tanah pada kondisi basah.

### Struktur Tanah dan Stabilitas

Struktur tanah merupakan susunan agregat tanah yang terbentuk dari partikel-partikel tanah yang terikat oleh bahan organik dan mineral. Dalam konteks infrastruktur, struktur tanah yang stabil sangat penting untuk mendukung beban konstruksi. Penambahan gypsum dapat memperbaiki struktur tanah dengan meningkatkan ikatan antar partikel melalui suplai ion kalsium. Ion ini membantu mengurangi dispersi partikel tanah yang disebabkan oleh ion natrium berlebih (Bell, 1996).

Gypsum juga berperan dalam memperkuat agregat tanah. Hal ini memberikan stabilitas yang lebih baik, terutama pada tanah lempung yang memiliki sifat plastisitas tinggi. Dengan stabilitas agregat yang meningkat, tanah menjadi lebih tahan terhadap tekanan dan erosi, yang penting untuk lapisan dasar jalan dan fondasi bangunan (Sumner & Miller, 1996).

Penelitian menunjukkan bahwa struktur tanah yang baik memengaruhi daya dukung dan ketahanan terhadap deformasi. Oleh karena itu, penggunaan gypsum dengan kadar air optimal menjadi penting untuk memastikan homogenitas dan efektivitasnya dalam memperbaiki struktur tanah (Zhang & Norton, 2002).

### Pengaruh Air dalam Pencampuran

Air adalah elemen penting dalam pencampuran gypsum dengan tanah. Kadar air memengaruhi distribusi gypsum dalam tanah, serta menentukan homogenitas dan efektivitas pencampuran. Jika kadar air terlalu rendah, gypsum sulit didistribusikan secara merata. Sebaliknya, kadar air yang terlalu tinggi dapat menyebabkan dispersi partikel tanah, yang mengurangi stabilitas struktur tanah (Horneck et al., 2007).

Air juga memengaruhi kekuatan geser tanah setelah pencampuran. Pada kadar air yang optimal, distribusi gypsum menjadi lebih seragam, meningkatkan kekuatan geser dan kohesi tanah. Namun, kadar air berlebih dapat menyebabkan penurunan kekuatan akibat perubahan tekstur tanah yang menjadi lebih lunak dan mudah terdeformasi (Brady & Weil, 2008).

Dalam pekerjaan infrastruktur, kadar air harus disesuaikan dengan jenis tanah dan kondisi lingkungan. Hal ini penting untuk mencapai kondisi pencampuran yang optimal, yang dapat meningkatkan performa tanah sebagai lapisan dasar konstruksi (Zhang & Norton, 2002).

### Perubahn pH Tanah

Penambahan gypsum memengaruhi pH tanah dengan meningkatkan konsentrasi ion kalsium dan menurunkan kadar ion hidrogen. Perubahan ini memiliki dampak langsung pada proses kimia tanah, seperti kapasitas tukar kation dan interaksi dengan bahan bangunan seperti semen. Tanah dengan pH yang stabil cenderung memiliki kapasitas yang lebih baik untuk mendukung beban konstruksi (Horneck et al., 2007).

Perubahan pH juga memengaruhi keberadaan unsur hara di dalam tanah. Pada tingkat pH yang optimal, unsur-unsur seperti nitrogen dan fosfor lebih mudah diserap oleh tanaman. Dalam konteks infrastruktur, hal ini penting untuk memastikan bahwa tanah tetap mendukung vegetasi di sekitar proyek, seperti rumput pelindung pada lereng jalan (Sumner & Miller, 1996).

Namun, perubahan pH yang terlalu ekstrem dapat merusak stabilitas tanah dan material konstruksi. Oleh karena itu, penggunaan gypsum harus disesuaikan untuk menjaga pH tanah dalam rentang yang aman dan stabil (Brady & Weil, 2008).

### Efek Daya Dukung dan Kohesi Tanah

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk menahan beban tanpa mengalami deformasi yang signifikan. Kohesi tanah, di sisi lain, merupakan gaya tarik menarik antar partikel tanah yang memberikan stabilitas

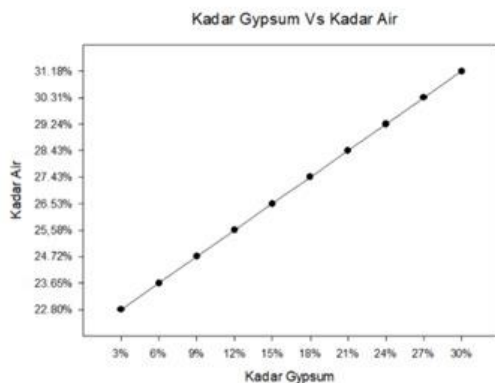
tambahan. Penambahan gypsum berfungsi meningkatkan kedua parameter ini dengan memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan ikatan antar partikel (Bell, 1996).

Pada kadar air yang tepat, gypsum membantu mendistribusikan tekanan secara merata ke seluruh lapisan tanah. Hal ini mengurangi risiko deformasi lokal yang dapat merusak struktur konstruksi. Sebaliknya, kadar air yang berlebihan dapat menurunkan kohesi tanah karena partikel menjadi lebih mudah bergerak (Zhang & Norton, 2002).

Gypsum juga meningkatkan stabilitas tanah pada kondisi basah, yang penting untuk area dengan curah hujan tinggi. Dengan kohesi yang lebih baik, tanah dapat menahan erosi dan deformasi, sehingga memastikan umur layan yang lebih panjang untuk proyek infrastruktur (Horneck et al., 2007).

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

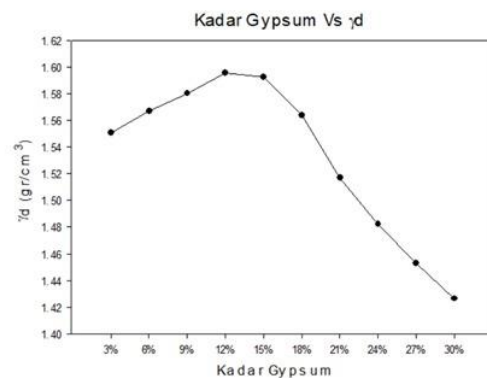
Setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil sebagai berikut:



**Gambar 3.** Grafik Hubungan Kadar Air dengan Kadar Gypsum

Seperti yang dapat dilihat dari grafik diatas, bahwa hubungan antara kadar gypsum dengan kadar air, yang terlihat memiliki pola linier. Seiring dengan peningkatan kadar gypsum dari 3% hingga 30%, kadar air juga meningkat secara konsisten dari 22,80% hingga 31,18%. Pola data yang membentuk garis lurus dengan kemiringan positif menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel ini bersifat langsung dan positif. Artinya, setiap peningkatan kadar gypsum secara proporsional meningkatkan kadar air.

Hubungan linier ini menunjukkan bahwa kadar gypsum berpengaruh langsung terhadap kadar air, dengan kenaikan yang stabil di sepanjang kisaran data. Hasil ini mengindikasikan bahwa kadar gypsum dapat digunakan sebagai faktor pengendali kadar air, baik dalam material tertentu maupun dalam tanah. Temuan ini memiliki implikasi praktis yang signifikan, misalnya dalam bidang konstruksi untuk pengaturan kelembapan material atau dalam pertanian untuk mempertahankan kadar air pada tanah. Sehingga, semakin tinggi kadar gypsum, semakin tinggi pula kadar air yang dapat dipertahankan.



**Gambar 4.** Grafik Hubungan Kadar Gypsum dengan  $\gamma_d$

Grafik di atas menunjukkan hubungan antara kadar gypsum dengan berat isi kering ( $\gamma_d$ ) dalam satuan g/cm³. Berdasarkan grafik, berat isi kering meningkat secara bertahap seiring dengan kenaikan kadar gypsum dari 3% hingga mencapai puncaknya sekitar kadar gypsum 15%. Setelah mencapai titik puncak, berat isi kering mulai menurun secara signifikan ketika kadar gypsum meningkat lebih lanjut hingga 30%.

Pola ini menunjukkan bahwa pada kadar gypsum yang rendah, penambahan gypsum meningkatkan kepadatan material, yang tercermin dari kenaikan berat isi kering. Namun, setelah kadar gypsum mencapai titik optimal sekitar 15%, penambahan gypsum lebih lanjut justru menyebabkan penurunan kepadatan material. Penurunan ini dapat disebabkan oleh sifat gypsum yang berlebih, yang mungkin mengganggu struktur material dan mengurangi efisiensi pengemasan partikelnya.

#### 5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kadar gypsum pada grafik berkisar antara 3% hingga 30%, sementara kadar air berkisar antara 22,80% hingga 31,18%. Hubungan ini menunjukkan bahwa setiap peningkatan kadar gypsum memberikan peningkatan kadar air yang proporsional.

Nilai kadar gypsum optimal yang menghasilkan berat isi kering maksimum, yaitu sekitar 15%. Di luar nilai tersebut, peningkatan kadar gypsum tidak lagi meningkatkan kepadatan, melainkan justru menurunkannya. Hasil ini penting untuk menentukan kadar gypsum ideal dalam aplikasi yang memerlukan kepadatan maksimum, seperti konstruksi atau stabilisasi tanah.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Bell, F. G. (1996). "Lime stabilization of clay minerals and soils." *Engineering Geology*, 42(4), 223-237.
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2008). *The Nature and Properties of Soils* (14th ed.). Pearson Education.
- Horneck, D. A., Sullivan, D. M., Owen, J. S., & Hart, J. M. (2007). "Soil Acidity and Liming for Agricultural Soils." *Oregon State University Extension Service*, EM 9057.
- Sumner, M. E., & Miller, W. P. (1996). "Cation exchange capacity and exchange coefficients." In *Methods of Soil Analysis: Part 3—Chemical Methods* (pp. 1201-1229). American Society of Agronomy.
- Zhang, H., & Norton, L. D. (2002). "Effect of exchangeable Mg on saturated hydraulic conductivity, disaggregation, and clay dispersion of disturbed soils." *Journal of Hydrology*, 260(1-4), 194-205.