

PENGARUH PENAMBAHAN BUBUK GYPSUM TERHADAP KUAT GESER TANAH BERDASARKAN PENGUJIAN TRIAKSIAL SERTA PEMODELAN DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Ade Al Muhyi, Roesyanto, Gina Cynthia Rapitha Hasibuan

Universitas Sumatera Utara

Email: adesagita312@gmail.com, roesyantos@yahoo.com, gina.hasibua@usu.ac.id

INFO ARTIKEL

Diterima

04 Agustus 2022

Direvisi

09 September 2022

Disetujui

14 September 2022

Kata kunci:

Bubuk gypsum, Triaxial
UU, PLAXIS 2D.

ABSTRAK

Tanah merupakan elemen yang sangat penting dalam suatu konstruksi dimana berperan sebagai pondasi pendukung segala jenis konstruksi ataupun bahan konstruksi tersebut. Tanah dapat dijadikan pondasi struktur di atasnya apabila memiliki daya dukung yang cukup. Dari nilai CBR dan nilai kuat geser dapat dilihat parameter daya dukung tanah. Dalam penelitian ini, serbuk gipsum akan digunakan sebagai bahan perkuatan tanah karena gipsum mengandung silika sebagai pengikat mineral, yang memiliki kinerja lebih baik daripada pengikat organik karena tidak menimbulkan polusi udara dan murah, tahan api, tahan terhadap faktor biodegradable dan bahan kimia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan tanah plesteran terhadap kuat geser tanah, berat jenis kering maksimum dan CBR. Selain itu pada penelitian ini juga akan menganalisis perbandingan hasil parameter kuat geser tanah antara pengujian UCT dengan Triaxial UU serta menganalisis bagaimana perbandingan hasil pengujian Triaxial UU laboratorium dengan simulasi pengujian Triaxial UU yang dilakukan pada program PLAXIS 2D 2017.01. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat kering maksimum (γ_{dmax}) tanah menurun dengan penambahan bubuk gipsum, d_{max} tertinggi 1,60 g/cm³, dan d_{max} terendah 1,59 g/cm³. Nilai kekuatan geser (c_u) hasil pengujian UCT mengalami peningkatan seiring dengan penambahan bubuk gypsum dimana nilai c_u terendah sebesar 0,90 kg/cm² sedangkan nilai c_u tertinggi sebesar 2,983 kg/cm², terjadi peningkatan 231%. Hasil pemodelan dari pemodelan UU triaksial dan model tanah yang diperkeras pada program PLAXIS 2D sangat mendekati hasil pengujian laboratorium, menghasilkan hasil tegangan deviator 15% yang relatif sama.

Keywords:

*Gypsum powder, Triaxial
UU, PLAXIS 2D.*

ABSTRACT

Soil is a very important element in a construction which acts as a supporting foundation for all types of construction or construction materials. Soil can be used as the foundation of

How to cite:

Al Muhyi, Ade et.al (2022). Pengaruh Penambahan Bubuk Gypsum Terhadap Kuat Geser Tanah Berdasarkan Pengujian Triaksial Serta Pemodelan Dengan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Syntax Admiration*, 3 (9).

<https://doi.org/10.46799/jsa.v3i9.474>

E-ISSN:

2722-5356

Published by:

Ridwan Institute

the structure above it if it has sufficient bearing capacity. From the value of CBR and the value of shear strength can be seen the parameters of the bearing capacity of the soil. In this study, gypsum powder will be used as soil reinforcement because gypsum contains silica as a mineral binder, which has better performance than organic binders because it does not cause air pollution and is inexpensive, fire resistant, resistant to biodegradable factors and chemicals. The purpose of this study was to determine the effect of adding plaster to the soil shear strength, maximum dry density and CBR. In addition, this study will also analyze the comparison of the results of the soil shear strength parameters between the UCT and Triaxial UU tests and analyze how the results of the laboratory UU Triaxial testing with the UU Triaxial testing simulations carried out in the PLAXIS 2D 201701 program will be compared. The results showed that the maximum dry weight (γ_{dmax}) of the soil decreased with the addition of gypsum powder, the highest d_{max} was 1.60 g/cm³, and the lowest d_{max} was 1.59 g/cm³. The value of shear strength (c_u) from the UCT test increased with the addition of gypsum powder where the lowest c_u value was 0.90 kg/cm² while the highest c_u value was 2,983 kg/cm², an increase of 231%. The modeling results from the triaxial Law modeling and the hardened soil model in the PLAXIS 2D program are very close to the laboratory test results, resulting in a 15% deviator stress result which is relatively the same.

Pendahuluan

Tanah lunak merupakan tanah kohesif dengan sifat yang buruk dalam dunia konstruksi yaitu kuat geser rendah dan kompresibilitas tinggi (Satria et al., 2020). Kuat geser yang rendah mengakibatkan beban terbatas (sementara atau permanen) di mana pekerjaan dapat dilakukan (Nurdian et al., 2015). Dan kompresibilitas tinggi menyebabkan penurunan setelah konstruksi selesai.

Seringkali, masalah umum saat mengerjakan tanah lunak adalah geser. Mekanisme kehilangan keseimbangan bisa terjadi pada tanah dengan daya dukung rendah akibat beban berat dari tanah itu sendiri (Riyuojumadi & Haza, 2016). Masalah lain biasanya datang dalam bentuk pengangkatan, yang biasanya terjadi pada lapisan lempung dan lanau karena perbedaan tekanan air dan terjadinya penurunan (Suroso et al., 2012).

Tanah yang berasal dari daerah Terjun Marelan mempunyai daya dukung yang rendah dan tergolong pada klasifikasi tanah lunak. Hal tersebut telah diteliti sebelumnya yang oleh (Pronoto et al., 2021) yang berjudul “Studi Perbandingan Parameter Kekuatan Geser Triaksial (CU) *Multistage* dengan *Single stage* untuk Tanah dengan Klasifikasi MH atau A-7-5(25)” dimana nilai N-SPT untuk tanah pada kedalaman 0 – 8 meter adalah 0. Menurut Terzaghi dan Peck, jika nilai N-SPT < 2 maka tanah tersebut tergolong pada kelompok tanah sangat lunak.

Stabilisasi atau perbaikan tanah lunak dapat dilakukan dengan beberapa metode. Yaitu metode stabilisasi mekanik, stabilisasi fisik dan stabilisasi kimiawi. Pada riset ini perbaikan tanah yang dilakukan adalah dengan metode stabilisasi kimiawi yaitu dengan penambahan zat adiktif. Zat adiktif yang dipakai pada penelitian ini yaitu bubuk gypsum. Cara atau metode

perbaikan sifat-sifat tanah sangat tergantung pada lamanya waktu pemeraman, karena dalam proses perbaikan sifat-sifat tanah terdapat proses kimia yang membutuhkan waktu agar bahan-bahan kimia dalam bahan tambahan bereaksi. Dalam penelitian ini digunakan waktu pemeraman selama 7 hari karena komposisi tanah liat mengandung kadar kapur minimal 30%.

Stabilisasi tanah secara kimia dengan zat adiktif juga telah banyak dilakukan pada penelitian sebelumnya. (Simbolon, 2018) menggunakan semen, kapur dan gypsum pada tanah lempung dengan masing-masing varian 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%. Hasil riset menunjukkan nilai CBR maximum berada pada penambahan semen 10%. Namun, kesimpulan yang diperoleh pada riset ini yaitu dengan penambahan semen, kapur dan gypsum tidak merubah klasifikasi tanah baik menurut AASHTO maupun USCS. Selain itu (Freddy et al., 2016) melalui penelitiannya menyimpulkan bahwa penambahan gypsum dan garam meja lebih baik daripada penambahan saja. Persentase penambahan gypsum dan garam meja berpengaruh terhadap peningkatan nilai CBR.

Semakin tinggi persentase penambahan gypsum dan garam meja maka nilai CBR semakin tinggi. (Freddy et al., 2016), yang penelitiannya bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan gypsum sintetis dan garam meja (NaCl) terhadap parameter kuat geser tanah gambut menggunakan uji UU triaksial. (Maryati & Apriyanti, 2016) Dalam penelitiannya ia menyimpulkan bahwa parameter hasil uji konsolidasi menggunakan lempung yang distabilisasi semen memiliki dampak yang lebih besar dibandingkan dengan lempung yang distabilisasi dengan limbah gypsum. Namun biaya penggunaan limbah gypsum sebagai bahan penstabil lebih ekonomis dibandingkan dengan penggunaan semen. (Sari, 2021) Penelitiannya bertujuan untuk mengetahui rasio daya dukung tanah bercampur kapur melalui Unconfined Compression Test (UCT). Penambahan kapur dalam waktu 1 hari waktu pemeraman dapat menurunkan batas cair dan indeks plastisitas. Dan kuat tekan maksimum (q_u) ditambahkan kapur 10%.

Sampel tanah yang digunakan penulis dalam penelitian ini berasal dari daerah Terjun-Marelan dimana tanah pada daerah tersebut dikenal dengan tanah lunaknya. (Pronoto et al., 2021) telah menggunakan tanah pada lokasi yang sama untuk membandingkan hasil prediksi nilai tegangan deviatorik, tekanan air pori, kekuatan geser tanah uji triaksial CU multi-stage dengan CU single-stage kemudian memodelkannya pada PLAXIS 2D. (Thomas et al., 2021) dalam penelitiannya telah melakukan stabilisasi tanah pada lokasi yang sama menggunakan serat rami yang memberikan kenaikan nilai CBR hingga 190%.

Dalam penelitian ini, penulis akan menganalisis maximum dry density dan parameter kekuatan tanah pada kondisi tanah yang belum distabilisasi dengan bubuk gypsum dibandingkan dengan tanah yang sudah distabilisasi dengan bubuk gypsum dengan komposisi dan campuran tertentu.

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan melakukan pengujian Triaxial UU, UCT (*Unconfined Compression Test*) dan CBR (*California Bearing Ratio*) Soaked & Unsoaked di laboratorium untuk mendapatkan parameter kekuatan geser tanah lunak sebelum diberi bahan perkuatan dan setelah diberi bahan perkuatan.

Kemudian membandingkan hasil kuat geser keduanya yang di dapat dari pengujian di laboratorium serta melakukan pemodelan dengan metode numerik yang berbasis metode elemen hingga (Finite Element Method) dengan menggunakan program PLAXIS 2D.

Metode Penelitian

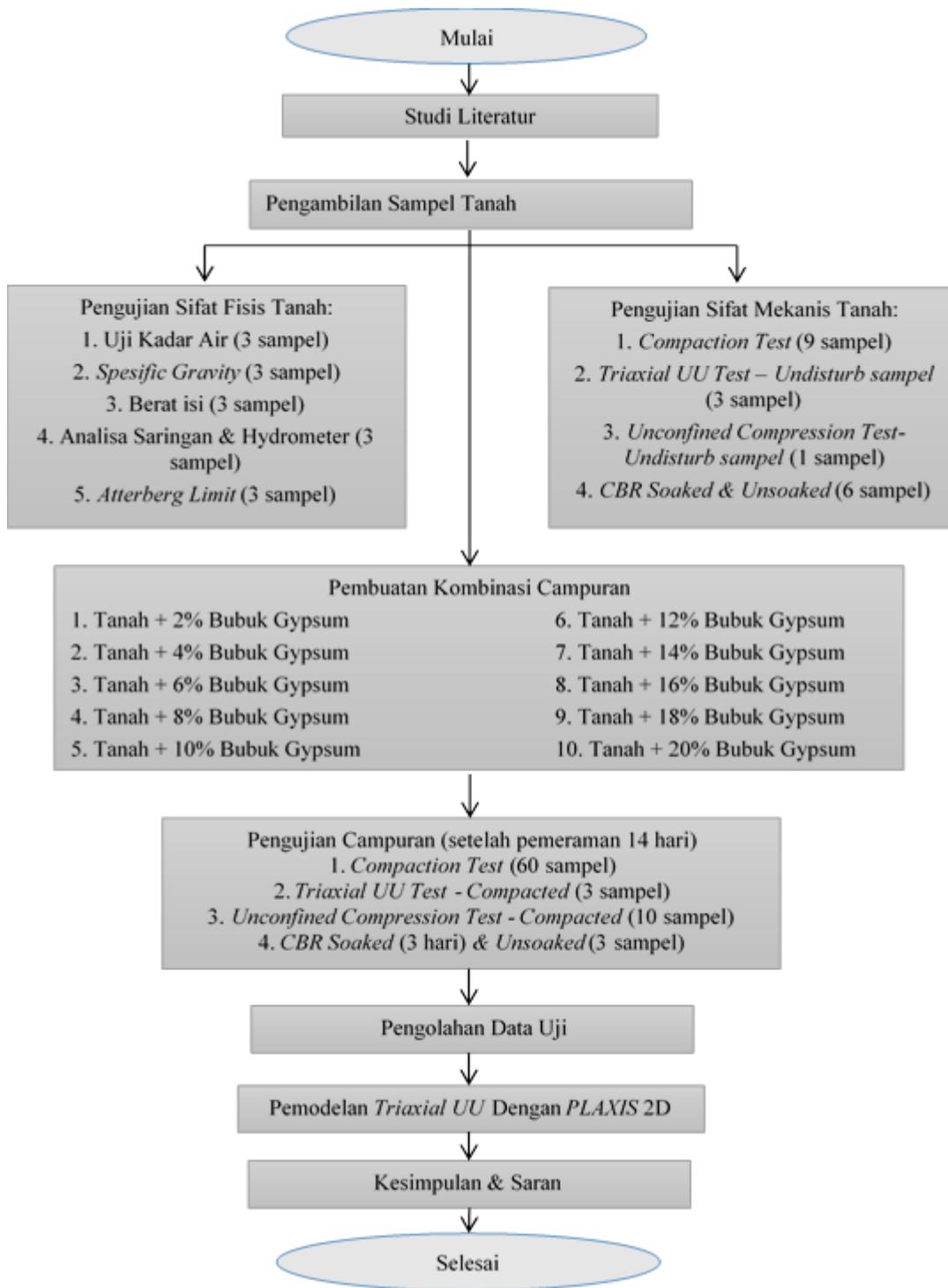
Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen. Eksperimen yang dilakukan berupa pengujian laboratorium sampel tanah yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah PT. Geo Struktur Indonusa. Sampel yang digunakan di ambil di daerah Terjun-Marelan.

Pengujian sampel tanah yang dilakukan terdiri pengujian sifat fisis (kadar air, berat isi, analisa saringan dan *hydrometer*, *specific gravity* dan *batas Atterberg*) dan sifat mekanis tanah (uji pemadatan/compaction test, uji tekan bebas/unconfined compression test, uji triaksial UU dan uji CBR soaked and unsoaked). Pengujian dilakukan pada tanah asli dan tanah yang telah dicampur dengan bubuk gypsum dengan kadar tertentu. Variasi campuran yang direncanakan adalah dengan persentase 0%, 2%, 4%, 6%, 8% , 10%, 12%, 14%, 16%, 18%, 20% bubuk gypsum.

Penambahan gypsum juga telah dilakukan pada penelitian yang dilakukan oleh ([Landangkasiang et al., 2020](#)) dengan kadar 5%, 10%, 15% dan 20%. Selain itu ([Wibawa & Hisyam, 2015](#)) juga melakukan penelitian kuat geser akibat penambahan gypsum pada tanah lempung dengan kadar 4%, 6% dan 8%. Atas dasar studi literatur sebelumnya maka pada penelitian ini kadar campuran gypsum yang digunakan adalah 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14%, 16%, 18% dan 20% dari berat sampel tanah.

Secara garis besar, berbagai tahapan penelitian ini digambarkan dalam diagram alir, seperti terlihat pada diagram di bawah ini.

Pengaruh Penambahan Bubuk Gypsum Terhadap Kuat Geser Tanah Berdasarkan Pengujian Triaksial Serta Pemodelan Dengan Metode Elemen Hingga



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

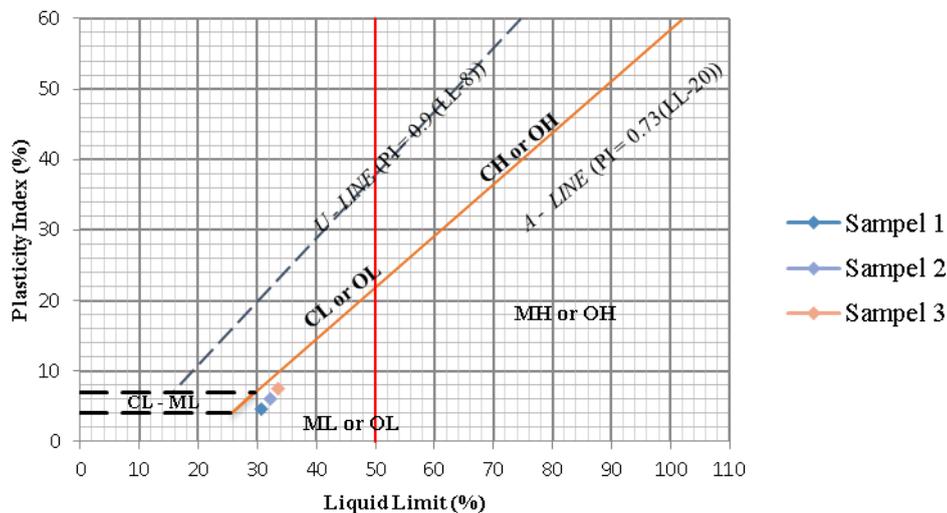
1. Hasil Pengujian Sifat Fisis Tanah

Hasil pengujian index properties rata-rata tanah asli ditunjukkan pada Tabel 1. berikut.

Tabel 1.
Resume hasil pengujian index properties

| No | Pengujian | Hasil |
|----|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Kadar air | 35,09% |
| 2 | Berat isi | 1,64 gr/cm ³ |
| 3 | Specific gravity | 2,64 |
| 4 | Batas plastis | 26,26% |
| 5 | Batas cair | 32,27% |
| 6 | Indeks plastisitas | 6,08% |
| 7 | Persen lolos saringan no. 200 | 69,48% |

Berdasarkan hasil uji sifat fisik, tanah diklasifikasikan menggunakan standar USCS (Uniform Soil Classification System). Dalam menentukan klasifikasi tanah ada beberapa tahapan yaitu: 1) Merujuk pada Gambar 2, ini adalah hasil uji batas Atterberg, semua sampel yang diuji termasuk dalam kategori “ML”.



Gambar 2.
Plastisitas sistem USCS

2) Dari hasil analisis pengayakan, jika persentase tanah yang lolos saringan No. 200 lebih besar dari 50%, maka tanah dalam penelitian ini diklasifikasikan sebagai tanah lanau menurut sistem USCS.

Selain itu, sistem pengklasifikasian juga dilakukan dengan metode AASHTO menggunakan data hasil analisa ayakan dan Atterberg limit. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh persen tanah yang lolos saringan no.200 sebesar 69,48%, nilai batas 32,27% dan

indeks plastisitas 6,08% maka sampel tanah tersebut memenuhi persyaratan minimal lolos ayakan no.200 sebesar $\geq 36\%$, batas cair sebesar ≤ 40 dan indeks plastisitas ≤ 10 , sehingga tanah tersebut dapat diklasifikasikan dalam jenis tanah A-4.

Nilai grup indeks dari tanah dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} GI &= (69,48-35)[0,2+0,005(32,27-40)]+0,01(69,48-15)(6,08-10) \\ &= 3,501 \approx 4 \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai indeks grup diatas, maka klasifikasi tanah dengan metode ASSHTO menjadi A-4 (4).

2. Hasil Pengujian Sifat Mekanis Tanah

Hasil uji pemadatan yang diperoleh pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2.
Hasil pengujian compaction

| Sampel | Optimum Moisture Content (%) | Berat Kering Maksimum (g/cm³) |
|-------------------------|-------------------------------------|---|
| Tanah Asli | 20,5 | 1,595 |
| Tanah Asli + 2% Gypsum | 20,0 | 1,595 |
| Tanah Asli + 4% Gypsum | 19,2 | 1,603 |
| Tanah Asli + 6% Gypsum | 19,7 | 1,600 |
| Tanah Asli + 8% Gypsum | 19,8 | 1,590 |
| Tanah Asli + 10% Gypsum | 19,3 | 1,573 |
| Tanah Asli + 12% Gypsum | 19,0 | 1,585 |
| Tanah Asli + 14% Gypsum | 19,0 | 1,585 |
| Tanah Asli + 16% Gypsum | 19,0 | 1,573 |
| Tanah Asli + 18% Gypsum | 19,0 | 1,565 |
| Tanah Asli + 20% Gypsum | 17,6 | 1,592 |

Seperti dapat dilihat dari Tabel 2, semakin banyak komponen gipsum yang tercampur dalam tanah, kadar air optimal cenderung menurun, sedangkan berat kering maksimum meningkat hingga ditambahkan gipsum 6% (varian 4), dan menurun lagi pada tahun berikutnya. perubahan sampel.

Setelah mendapatkan nilai berat kering maksimum dan kadar air optimum dari setiap variasi yang diteliti, maka penulis akan melakukan pengujian kuat tekan bebas (unconfined compression test) pada setiap variasi. Dimana nantinya untuk hasil nilai kuat tekan bebas terendah dan tertinggi akan dilanjutkan pada pengujian Triaxial UU dan CBR Soaked & Unsoaked.

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan parameter undrained shear strength (cu), dengan cara pemberian beban dengan kecepatan pembebanan strain rate 0,5%/menit – 2%/menit pada sampel tanpa adanya diberi kekangan pada sampel.

Adapun nilai Cu yang dihasilkan dari pengujian UCT yang dilakukan untuk setiap variasi sampel disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3.
Besaran nilai cu pada setiap variasi campuran

| Sampel | C_u (kg/cm²) |
|-------------------------|--|
| Tanah Asli | 0,90 |
| Tanah Asli + 2% Gypsum | 0,94 |
| Tanah Asli + 4% Gypsum | 0,99 |
| Tanah Asli + 6% Gypsum | 1,13 |
| Tanah Asli + 8% Gypsum | 1,25 |
| Tanah Asli + 10% Gypsum | 1,37 |
| Tanah Asli + 12% Gypsum | 1,44 |
| Tanah Asli + 14% Gypsum | 1,57 |
| Tanah Asli + 16% Gypsum | 2,42 |
| Tanah Asli + 18% Gypsum | 2,56 |
| Tanah Asli + 20% Gypsum | 2,98 |

Dari hasil pengujian ini didapatkan bahwa nilai Cu cenderung meningkat seiring dengan penambahan gypsum hingga penambahan 20%. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan gypsum maka akan meningkatkan kekuatan geser dari tanah tersebut.

Dalam penelitian ini penulis melakukan pengujian CBR Soaked dan Unsoaked untuk variasi campuran yang memiliki kekuatan undrained shear strength tertinggi dan terendah yaitu pada variasi 1 (tanah + 0% gypsum) dan pada variasi 11 (tanah + 20% gypsum).

Hasil pada penelitian ini ditunjukkan bahwa penambahan gypsum berpengaruh pada kenaikan nilai CBR rendaman maupun tanpa rendaman. Hasil pengujian CBR rendaman maupun tanpa rendaman dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4.
Hasil Pengujian CBR rendaman dan tanpa rendaman

| Keterangan | CBR Unsoaked | | CBR Soaked | |
|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | Tanah + 0% gypsum | Tanah + 20% gypsum | Tanah + 0% gypsum | Tanah + 20% gypsum |
| CBR Value at 95% MDD (%) | 8,50 | 32,70 | 5,20 | 24,80 |

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan nilai CBR akibat dari penambahan gypsum baik untuk CBR rendaman maupun tanpa rendaman. Untuk pengujian CBR tanpa rendaman pada tanah dengan 20% gypsum dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan 285% dibandingkan dengan tanah tanpa diberikan gypsum. Untuk pengujian CBR rendaman pada tanah dengan 20% gypsum dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan 377% dibandingkan dengan tanah tanpa diberikan gypsum.

Selanjutnya dilakukan pengujian triaksial UU pada sampel tanah tanpa dan dengan campuran gypsum 20%. Hasil pengujian untuk kedua varian menunjukkan bahwa kuat geser tanah meningkat secara signifikan karena penambahan gypsum ke dalam tanah. Diantaranya,

pada varian 1 (tanpa campuran gipsum), nilai c_u yang diperoleh adalah 1,05 kg/cm², sedangkan pada varian 11 (dengan gipsum 20%), nilai c_u yang diperoleh adalah 4,61 kg/cm², seperti terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5.
Hasil pengujian triaxial UU variasi 1 dan variasi 11

| Keterangan | Tanah + 0% Gypsum | | | Tanah + 20% gypsum | | |
|--|-------------------|--------------|--------------|--------------------|--------------|--------------|
| | <i>Spec1</i> | <i>Spec2</i> | <i>Spec3</i> | <i>Spec1</i> | <i>Spec2</i> | <i>Spec3</i> |
| Max. Deviatorik stress (kg/cm ²) | 2,05 | 2,12 | 2,13 | 9,10 | 9,21 | 9,33 |
| <i>Strain at maximum stress</i> (%) | 11,70 | 15,00 | 15,00 | 15,60 | 13,40 | 7,40 |
| c_u (kg/cm ²) | 1,05 | | | 4,61 | | |

Seperti dapat dilihat dari Tabel 5, meskipun perbedaan numeriknya kecil, masih terdapat perbedaan tegangan deviatorik antara satu spesimen dengan spesimen lainnya. Hal ini dikarenakan sampel yang diuji tidak 100% jenuh. Semua sampel yang diuji memiliki kejenuhan 95% karena membutuhkan waktu yang lama untuk menjenuhkan sampel. Menurut ASTM D2850 - Metode Uji Standar untuk Pengujian Kompresi Triaksial Loose-Undrained pada Tanah Kohesif, sampel didefinisikan sebagai jenuh jika saturasi (Skempton) B adalah 95%.

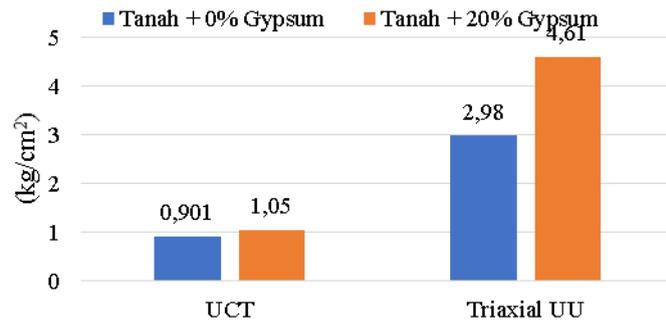
Pada penelitian ini, penulis melakukan pengujian Triaxial UU dan UCT pada kondisi sampel yang sama yaitu pada variasi tanah tanpa penambahan gypsum dan pada variasi tanah ditambahkan 20% gypsum. Pada prinsipnya kedua pengujian ini bersifat undrained, perbedaannya adalah pada pengujian unconfined compression test sampel tidak diberikan kekangan sedangkan pada pengujian Triaxial UU sampel diberikan kekangan.

Pada penelitian ini penulis mendapatkan perbandingan hasil parameter kekuatan geser pada tanah dari kedua pengujian tersebut. Adapun perbedaan hasil dari kedua pengujian berikut dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6.
Perbedaan hasil pengujian triaxial UU dan UCT

| Keterangan | Tanah + 0% Gypsum | | Tanah + 20% Gypsum | |
|---|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | UCT | <i>Triaxial UU</i> | UCT | <i>Triaxial UU</i> |
| <i>Undrained shear strength</i> (kg/cm ²) | 0,901 | 1,05 | 2,98 | 4,61 |

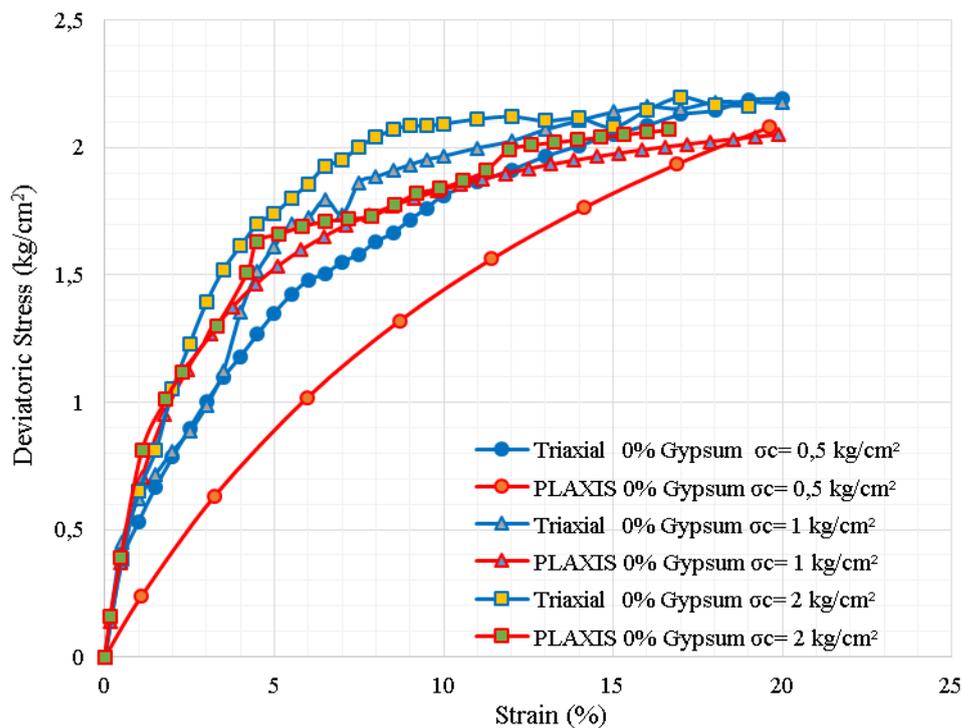
Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa hasil pengujian kuat geser dengan pengujian Triaxial UU lebih besar dibandingkan pengujian UCT. Perbedaan nilai tersebut disajikan pada Gambar 4.20.



Gambar 3. Perbedaan hasil undrained shear strength hasil UCT dan triaksial UU

3. Pemodelan PLAXIS 2D

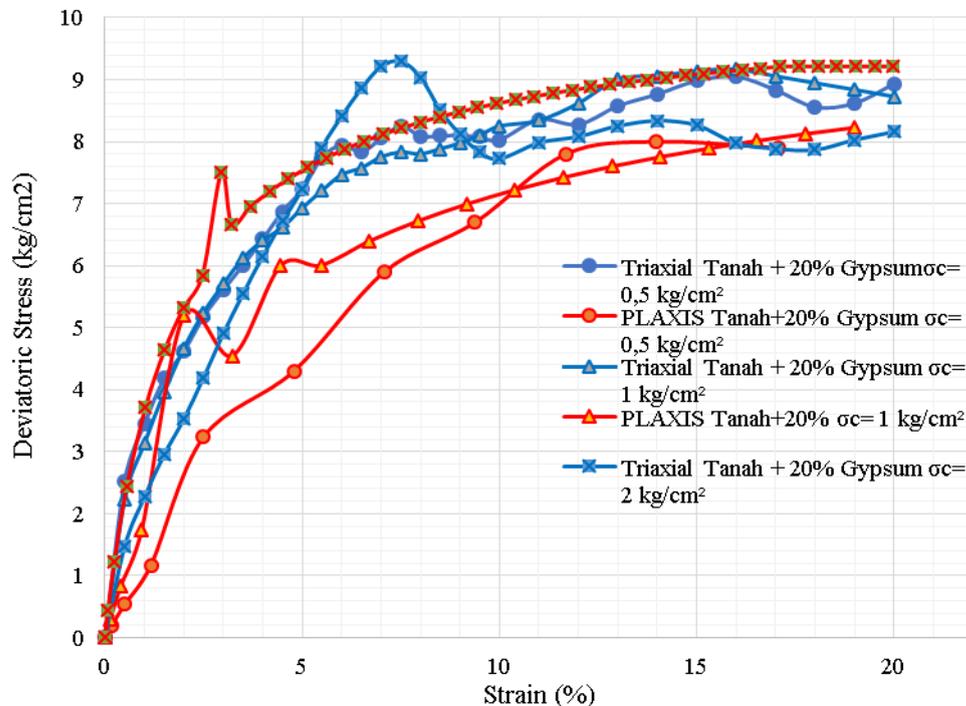
Pemodelan elemen hingga yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan program PLAXIS 2D 2017.01. Untuk membalikkan prediksi program PLAXIS, dilakukan simulasi pemodelan uji triaksial, yang hasilnya dapat memprediksi besarnya hubungan tegangan-regangan dan modulus elastisitas. Berdasarkan hasil pemodelan yang telah dilakukan, hasil pemodelan PLAXIS dan pengujian laboratorium disajikan pada gambar berikut ini.



Gambar 4. Grafik perbandingan tegangan-regangan pengujian triaxial UU di laboratorium dengan PLAXIS untuk tanah asli

Gambar 4. Menunjukkan diagram tegangan-regangan untuk tanah yang ditambahkan gipsum pada pengekanan (tekanan satuan) sebesar 50 kN/m². Hasil model Hardening Soil

program PLAXIS menunjukkan bahwa regangan pada tegangan maksimum lebih besar dari hasil uji laboratorium, sedangkan nilai tegangan maksimum lebih kecil dari hasil uji laboratorium.



Gambar 5. Grafik perbandingan tegangan-regangan pengujian triaksial UU di laboratorium dengan PLAXIS untuk tanah asli + 20% gypsum

Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sampel tanah yang diuji menurut klasifikasi USCS termasuk dalam klasifikasi ML, yaitu lanau berpasir plastisitas rendah, dan menurut klasifikasi AASHTO, sampel tanah termasuk dalam kelas A- 4(4) klasifikasi atau tanah efektif.

Dalam uji Proctor standar, kepadatan kering maksimum dan kadar air optimum ditemukan menurun seiring dengan peningkatan jumlah gipsum yang ditambahkan ke tanah. Nilai berat jenis kering maksimum tanah tanpa campuran gipsum adalah 1,60 g/cm³, dan kadar air optimum adalah 20,50%, sedangkan pada tanah campuran gipsum dengan kadar maksimum (20%), nilai berat jenis kering maksimum adalah 1,592 g./cm³ Terbaik 17,6%.

Pada pengujian Unconfined Compression Test diperoleh kenaikan nilai undrained shear strength (C_u) seiring dengan bertambahnya kandungan gipsum. Nilai C_u minimum terjadi pada tanah tanpa campuran gipsum yaitu sebesar 0,90 kg/cm² sedangkan nilai C_u maksimum terjadi pada tanah dengan campuran gipsum dengan kadar 20% sebesar 2,98 kg/cm². Hal ini menunjukkan bahwa terjadi kenaikan yang cukup signifikan sebesar 231% akibat penambahan gipsum sebanyak 20%.

Pada pengujian CBR rendaman dan tanpa rendaman diperoleh kenaikan nilai CBR baik rendaman maupun tanpa rendaman akibat penambahan gypsum. Nilai CBR tanpa rendaman yang diperoleh untuk tanah tanpa campuran gypsum sebesar 8,50% sedangkan dengan campuran 20% gypsum sebesar 32,7%. Kenaikan yang terjadi sebesar 285% akibat penambahan gypsum 20% tersebut. Nilai CBR rendaman yang diperoleh pada tanah tanpa campuran gypsum adalah 5,2% sedangkan pada tanah dengan campuran 20% gypsum adalah 24,8%. Kenaikan yang terjadi sekitar 377% untuk nilai CBR rendaman akibat penambahan 20% gypsum.

Pada uji triaksial UU, kuat geser tak terdrainase (c_u) dalam tanah meningkat karena penambahan gypsum 20%. Nilai c_u pada tanah tanpa campuran gypsum adalah 1,05 kg/cm² dan pada tanah dengan campuran gypsum 20% adalah 4,61 kg/cm². Terjadi peningkatan sebesar 339% akibat penambahan 20% gypsum pada tanah tersebut.

Perbandingan nilai undrained shear strength dari pengujian *triaxial* UU dan *unconsolidated unconfined compression test* diperoleh perbedaan yang tidak terlalu signifikan. Pada tanah tanpa campuran *gypsum* nilai *undrained shear strength* dari pengujian triaxial UU adalah 1,05 kg/cm² sedangkan dari pengujian UCT sebesar 0,90 kg/cm². Pada tanah dengan campuran *gypsum* sebanyak 20% nilai *unconsolidated undrained shear strength* yang diperoleh dari pengujian triaxial UU adalah 4,61 kg/cm² sedangkan dari pengujian UCT diperoleh 2,99 kg/cm².

Analisis menggunakan program PLAXIS 2D dan pemodelan tanah keras yang dirancang untuk mensimulasikan uji triaksial UU untuk mendapatkan peta tegangan deviator dan tegangan-regangan yang mendekati uji laboratorium. Berdasarkan hasil analisis PLAXIS 2D yang dilakukan pada tanah tanpa campuran *gypsum* diperoleh tegangan deviatorik untuk specimen σ_{31} , σ_{32} , dan σ_{33} sebesar 1,8 kg/cm², 1,99 kg/cm² dan 1,97 kg/cm² sedangkan dari hasil pengujian laboratorium diperoleh tegangan deviatorik maksimum pada specimen σ_{31} , σ_{32} , dan σ_{33} berturut-turut sebesar 2,05 kg/cm², 2,11 kg/cm² dan 2,13 kg/cm². Untuk tanah dengan campuran 20% *gypsum*, hasil analisis PLAXIS 2D memberikan nilai tegangan deviatorik maksimum untuk specimen σ_{31} , σ_{32} , dan σ_{33} sebesar 8,3 kg/cm², 8,9 kg/cm² dan 9,25 kg/cm² sedangkan hasil laboratorium diperoleh tegangan deviatorik maksimum specimen σ_{31} , σ_{32} , dan σ_{33} berturut-turut sebesar 9,1 kg/cm², 9,2 kg/cm² dan 9,3 kg/cm².

BIBLIOGRAFI

- Freddy, Z. I., Surjandari, N. S., & Djarwanti, N. (2016). Stabilisasi Tanah Gambut Menggunakan Campuran Gypsum Sintetis ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dan Garam Dapur (NaCl) Ditinjau dari Pengujian Triaksial UU. *Matriks Teknik Sipil*, 4(3). [Google Scholar](#)
- Landangkasiang, F. N., Sompie, O. B. A., & Sumampouw, J. E. R. (2020). Analisis Geoteknik Tanah Lempung Terhadap Penambahan Limbah Gypsum. *Jurnal Sipil Statik*, 8(2), 197–204. [Google Scholar](#)
- Maryati, M., & Apriyanti, Y. (2016). Analisis Perbandingan Penggunaan Limbah Gypsum Dengan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung. *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)*, 4(1), 49–64. [Google Scholar](#)
- Nurdian, S., Setyanto, S., & Afriani, L. (2015). Korelasi Parameter Kekuatan Geser Tanah dengan Menggunakan Uji Triaksial dan Uji Geser Langsung Pada Tanah Lempung Substitusi Pasir. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Disain (JRSDD)*, 3(1), 13–25. [Google Scholar](#)
- Pronoto, A., Roesyanto, R., & Iskandar, R. (2021). Studi Perbandingan Parameter Kekuatan Geser Triaxial (Cu) Multistage Dengan Singlestage Untuk Tanah Klasifikasi Mh Atau A-7-5 (25). *Jurnal Syntax Admiration*, 2(4), 558–568. <https://doi.org/10.46799/jsa.v2i4.210>. [Google Scholar](#)
- Riyuojumadi, K. B. S., & Haza, Z. F. (2016). Analisis Daya Dukung Fondasi Cerucuk Pada Pembangunan Jalan Poncosari “Greges Menggunakan Program Plaxis. *RENOVASI: Rekayasa Dan Inovasi Teknik Sipil*, 1(2). [Google Scholar](#)
- Sari, K. I. (2021). Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Kapur (CaO) Ditinjau Dari Pengujian Kuat Tekan Bebas (Unconfined Compression Test). *Buletin Utama Teknik*, 17(1), 90–97. [Google Scholar](#)
- Satria, S., Faisal, A., & Rustamaji, R. M. (2020). Analisis Hubungan Kuat Gseser dan Indeks Kompresi (Cc) Tanah Lunak Kota. *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 9(1), 1–11. [Google Scholar](#)
- Simbolon, S. H. (2018). *Stabilisasi tanah lempung menggunakan Gypsum, kapur (CaO) dan semen ditinjau dari nilai CBR (California Bearing Ratio)*. Universitas Sumatera Utara. [Google Scholar](#)
- Suroso, S., Harimurti, H., & Harsono, M. (2012). Alternatif perkuatan tanah lempung lunak (soft clay), menggunakan cerucuk dengan variasi panjang dan diameter cerucuk. *Rekayasa Sipil*, 2(1), 47–62. [Google Scholar](#)
- Thomas, H. U., Roesyanto, R., & Iskandar, R. (2021). Pengaruh Penambahan Serat Rami pada Tanah Terjun-Medan dengan Pengujian Standard Compaction, Triaxial Unconsolidated Undrained, dan Prediksi Balik dengan Plaxis 2D. *Jurnal Syntax Admiration*, 2(4), 626–644. <https://doi.org/10.46799/jsa.v2i4.220>. [Google Scholar](#)

Wibawa, A., & Hisyam, E. S. (2015). Pengaruh penambahan limbah gypsum terhadap nilai kuat geser tanah lempung. *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)*, 3(2), 65–71. <https://doi.org/10.33019/fropil.v3i2.1214>. [Google Scholar](#)

Copyright holder :

Ade Al Muhyi, Roesyanto, Gina Cynthia Rapitha
Hasibuan (2022)

First publication right :

Jurnal Syntax Admiration

This article is licensed under:

