

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH GIPSUM PADA TANAH EKSPANSIF TERHADAP POTENSI PENGEMBANGAN DAN NILAI KUAT TEKAN MENGGUNAKAN UJI TEKAN BEBAS

Ade Fitriana Mangelep¹⁾, Risma Masniari Simanjuntak²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia

Email: manglepade@gmail.com

Masuk: 08-10-2020, revisi: 15-10-2020, diterima untuk diterbitkan: 31-10-2020

ABSTRAK

Tanah ekspansif merupakan tanah yang mempunyai potensi pengembangan dan penyusutan yang tinggi oleh pengaruh perubahan kadar air. Tanah ekspansif akan menyusut bila kadar air berkurang dan mengembang bila kadar air bertambah. Hal ini akan berdampak buruk, karena dapat menyebabkan kerusakan pada konstruksi di atasnya. Pada penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis pengaruh penambahan limbah gipsum pada tanah ekspansif terhadap potensi pengembangan dan nilai kuat tekan menggunakan uji tekan bebas. Penggunaan gipsum ini berguna untuk meningkatkan penyerapan air pada tanah oleh kalsium yang terkandung dalam gipsum, sehingga dapat mengurangi pengembangan dan membuat tanah menjadi semakin padat. Sampel tanah ekspansif diambil dari kawasan Meikarta Cikarang sedangkan gipsum diambil dari sisa plafon pada pembongkaran plafon bangunan SDN Cawang 07 Pagi dan gedung AB di Universitas Kristen Indonesia yang sedang direnovasi. Pengujian dilakukan di laboratorium dengan berbagai jenis kadar campuran, yaitu penambahan gipsum sebanyak 0%, 3%, 5%, 7% dan 10% dari berat kering tanah. Dari hasil pengujian potensi pengembangan yang dilakukan, tanah mengalami penurunan bila dicampur gipsum dan penurunan signifikan terjadi pada penambahan 3% dan 5% gipsum. Dari Hasil pengujian kuat tekan bebas, nilai kuat tekan bebas tanah mengalami peningkatan bila dicampur dengan gipsum dan mencapai maksimum pada penambahan 5% gipsum, yaitu sebesar 3,00 kg/cm² pada tanah hasil pemadatan dan 2,23 kg/cm² pada tanah cetak ulang. Hal ini membuktikan bahwa gipsum memiliki pengaruh dalam memperkecil potensi pengembangan dan memperbesar nilai kuat tekan bebas tanah.

Kata kunci: tanah ekspansif, stabilitas tanah, gipsum, potensi pengembangan, uji kuat tekan bebas.

ABSTRACT

Expansive soils are soils that have high swelling and shrinkage potential by changes in water content. Expansive soils will shrink when the water content decreases and expands when the water content increases. This will have a bad impact because it can cause damage to the construction above it. This research is intended to analyze the effect of gypsum addition on expansive soils on the swelling potential and compressive strength using an unconfined compression test. Gypsum is useful to increase the absorption of water in the soil by calcium contained in gypsum so that it can reduce swelling potential and make the soil compact. Expansive soil samples were taken from the Meikarta Cikarang area while gypsum was taken from the remaining ceiling in the demolition of the Cawang 07 Pagi Elementary School building and AB building at the Christian University of Indonesia which is being renovated and tested in a laboratory with various types of mixed levels, the addition of gypsum as much as 0%, 3%, 5%, 7% and 10% of the dry weight of the soil. From the results of testing the swelling potential, the soil has decreased when mixed with gypsum and a significant decrease occurred in the addition of 3% and 5% gypsum. From the results of the unconfined compression test, the value of the unconfined compression test of the soil has increased when mixed with gypsum and reaches a maximum at the addition of 5% gypsum, which is 3.00 kg/cm² on compaction soil and 2.23 kg/cm² on remolded soil. This proves that gypsum has an influence on reducing the swelling potential and increasing the strength value of the unconfined compression test.

Keywords: expansive soil, soil stability, gypsum, swelling potential, unconfined compression test.

1. PENDAHULUAN

Permasalahan tanah ekspansif sering ditemui pada pekerjaan konstruksi. Tanah ekspansif memiliki sifat-sifat yang buruk dan dapat menyebabkan kerugian karena dapat menyebabkan konstruksi di atasnya rusak. Tanah ekspansif adalah tanah yang memiliki potensi kembang-susut yang tinggi akibat perubahan kadar air. Volume tanah pada tanah ekspansif sering mengalami perubahan dikarenakan oleh perubahan kadar air. Saat tanah mengembang, tekanan pengembangan yang dihasilkan dapat mengangkat bangunan di atasnya, sehingga dapat mengakibatkan kerusakan pada bangunan ringan dan perkerasan jalan.

Untuk mengatasi masalah tanah ekspansif, perlu dilakukan alternatif perbaikan tanah lempung ekspansif agar menjadi lebih stabil. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan metode stabilitas tanah dengan menggunakan bahan tambah seperti kapur, semen, abu terbang, atau bahan tambah yang lain. Salah satu alternatif bahan tambah yang dapat digunakan adalah gipsum yang memiliki kandungan yang hampir mirip dengan kapur karena sama-sama mengandung kalsium. Material gipsum sebagai bahan stabilisasi tanah ekspansif dapat digunakan sebagai alternatif pengganti kapur karena mudah didapatkan. Untuk mengurangi tingginya biaya perbaikan tanah misalnya jika harus dengan menggunakan campuran *portland cement* dan kapur, maka dalam penelitian ini dilakukan pengujian stabilitas tanah dengan menambahkan gipsum sebagai bahan stabilisasi tanah ekspansif. Gipsum yang digunakan diambil dari sisa pembongkaran plafon pada bangunan SDN Cawang 07 Pagi dan gedung AB di Universitas Kristen Indonesia yang sedang direnovasi dan sudah tidak digunakan lagi, kemudian gipsum dalam bentuk plafon diolah menjadi serbuk dengan cara ditumbuk sebagai bahan pencampur tanah. Dilihat dari segi nilai ekonomis dan kurangnya pemanfaatan limbah gipsum serta kelebihannya, maka melalui penelitian ini diharapkan dapat mengurangi sifat pengembangan dan menambah nilai tegangan geser pada tanah ekspansif serta menjadi solusi untuk meminimalisir dan mengolah limbah gipsum.

Penelitian ini ingin mengetahui apakah gipsum dapat digunakan sebagai alternatif perbaikan tanah ekspansif. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan potensi pengembangan tanah dan kuat tekan bebas, baik sebelum penambahan maupun sesudah penambahan bahan stabilisasi tanah yaitu gipsum dengan bahan campuran yang digunakan adalah gipsum yang berasal dari plafon bekas yang ditumbuk sehingga menjadi bubuk. Variasi persentase gipsum yang digunakan adalah 0%, 3%, 5%, 7% dan 10% dari berat kering tanah merujuk pada penelitian yang pernah dilakukan oleh Untoro Nugroho (2008). Variasi campuran gipsum yang digunakan sebesar 0%, 3%, 5%, 7% dan 10% dari berat kering tanah, ingin diketahui pengaruh gipsum yang optimum sebagai bahan campuran terhadap potensi pengembangan dan kuat tekan bebas tanah tanpa menggunakan campuran gipsum dan menggunakan campuran gipsum.

Tujuan umum dilakukannya penelitian ini adalah untuk perbaikan tanah ekspansif yang sering menjadi masalah dalam lapangan akibat sifat pengembangan atau penyusutan yang tinggi dan diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan referensi untuk penelitian-penelitian berikutnya sehingga dapat diterapkan dan memberi manfaat pada bidang geoteknik. Tujuan khusus dilakukannya penelitian ini antara lain adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan gipsum serta kadar optimum penambahan gipsum pada tanah dalam mengurangi sifat ekspansif tanah dan pengaruhnya terhadap nilai kuat tekan bebas tanah.

2. METODOLOGI

Tanah yang diteliti adalah tanah lempung yang diperkirakan berjenis lempung yang diambil dari kawasan Proyek Meikarta tepatnya Orange Country Cikarang, Jawa Barat. Sampel tanah diambil pada kedalaman 1 – 1,5 m dari permukaan tanah. Bahan campuran yang digunakan adalah untuk *gypsum* dalam bentuk plafon lembaran yang kemudian tumbuk dan lolos saringan no.200.

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia. Adapun pelaksanaan penelitian sebagai berikut:

a. Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan pengambilan sampel tanah dan bahan *gypsum*.

b. Tahap Penelitian Pendahuluan

Uji yang dilakukan pada tahap ini antara lain:

- Uji Batas Atterberg antara lain Uji Batas Plastis (PL), Batas Cair (LL) dan Susut (SL)
- Uji Berat Jenis Tanah dan Gypsum (Gs)
- Uji Pemadatan Standar Tanah

c. Tahap Penelitian Pokok

Pada Tahap ini dilakukan uji potensi pengembangan pada masing-masing campuran tanah dengan variasi penambahan gipsium sebesar 0%, 3%, 5%, 7% dan 10% dari berat kering tanah. Setelah dilakukan pengujian pengembangan maksimal, sampel tanah tersebut dilakukan uji kuat tekan bebas (Unconfined Compression Test).

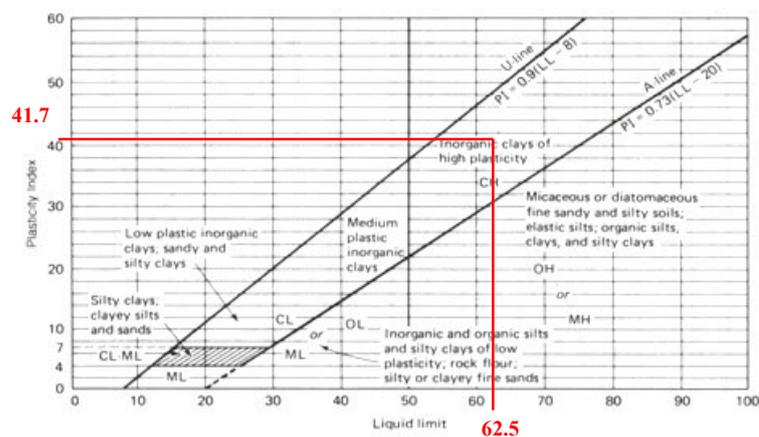
3. HASIL PENELITIAN

3.1. Identifikasi Tanah

Dari hasil pengujian batas Atterberg dan Specific Gravity didapatkan hasil :

- Batas Cair (LL) : 62,5%
- Batas Plastis (PL) : 20,79%
- Indeks Plastisitas (PI) : 41,71%
- Batas Susut (SL) : 6,19%
- Gs tanah : 2,61 gr/cm³
- Gs gipsium : 2,71 gr/cm³

Berdasarkan hasil uji yang didapat pada contoh tanah lempung, tanah dapat diidentifikasi seperti yang terlihat pada gambar 1.



Gambar 1 Diagram plastisitas tanah sistem USCS

Dari diagram diatas jenis tanah yang diuji termask dalam kelompok CH, dimana tanah tersebut merupakan tanah lempung dengan plastisitas tinggi. Dari tabel 1, tanah tersebut termasuk ke dalam jenis lempung organik, namun untuk kandungan organiknya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Selanjutnya hubungan antara nilai indeks plastisitas dengan sifat tanah yang diuji, dan hubungan antara batas susut dan derajat pengembangan dapat dilihat pada tabel 2 dan tabel 3.

Tabel 1 Nilai Gs berdasarkan jenis tanah

Jenis Tanah	Berat Jenis (Gs)
Kerikil	2,65 - 2,68
Pasir	2,65 - 2,68
Lanau anorganik	2,62 - 2,68
Lempung Organik	2,58 - 2,65
Lempung Anorganik	2,68 - 2,75

Tabel 2 Hubungan nilai indeks plastisitas dengan sifat tanah kohesif pada tanah lempung yang diuji

PI	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non Kohesif
< 7	Plastisitas Rendah	Lanau	Kohesif Sebagian
7 - 17	Plastisitas Sedang	Lempung Berlanau	Kohesif Sebagian
> 17	Plastisitas Tinggi	Lempung berlanau	Kohesif

Tabel 3 Klasifikasi potensi mengembang tanah ekspansif terhadap batas susut Atterberg Limit

Batas Susut Atterberg (%)	Susut Linier (%)	Derajat Mengembang
< 10	> 8	Kritis
10 - 12	5 - 8	Sedang
> 12	0 - 8	Tidak Kritis

Berdasarkan tabel diatas, tanah tersebut merupakan tanah lempung kohesif dengan plastisitas tinggi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tanah lempung yang diuji memiliki derajat mengembang yang kritis, yaitu tanah lempung yang dapat mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga dapat dikategorikan sebagai tanah ekspansif. Berdasarkan Tabel 4. dan Tabel 5, tanah lempung yang diuji termasuk dalam tanah yang memiliki potensi atau tingkat pengembangan yang sangat tinggi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tanah lempung yang diuji tersebut merupakan tanah lempung ekspansif.

Tabel 4 Identifikasi tanah ekspansif berdasarkan hubungan indeks plastisitas dengan potensi mengembang pada tanah lempung

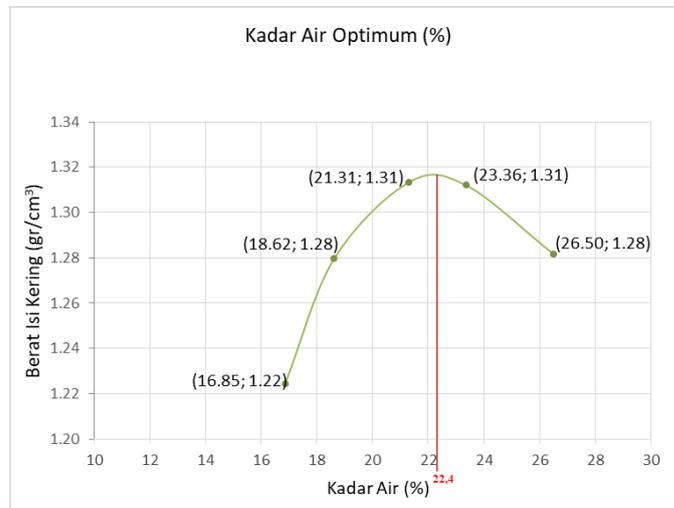
Indeks Plastisitas (%)	Potensi Mengembang
0 - 15	Rendah
10 - 35	Sedang
20 - 55	Tinggi
> 35	Sangat Tinggi

Tabel 5 Identifikasi tanah ekspansif berdasarkan korelasi indeks uji dengan tingkat pengembangan pada tanah lempung

Data dari Indeks Uji			% Perubahan Volume	Tingkat Pengembangan
Kadar Koloid (%)	PI (%)	SL (%)		
> 28	> 35	< 11	> 30	Sangat Tinggi
20 - 31	25 - 41	7 - 12	20 - 30	Tinggi
13 - 23	15 - 28	10 - 16	10 - 20	Sedang
< 15	< 18	> 15	< 10	Rendah

3.2. Hasil Uji Pematatan

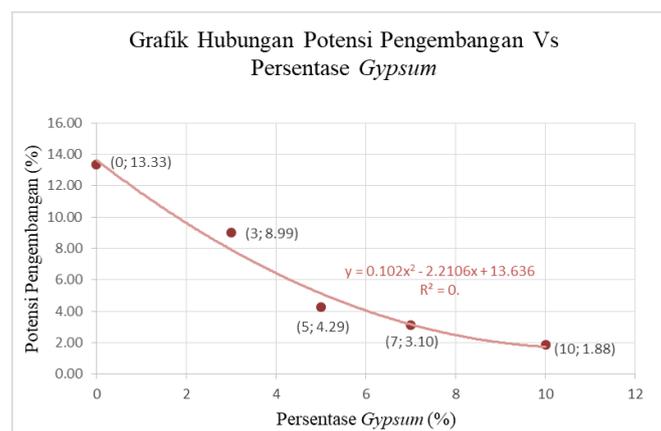
Uji pematatan dilakukan untuk dua tujuan, pertama adalah untuk mencari kadar air optimum dan yang kedua adalah untuk pengambilan sampel uji potensi pengembangan dan UCT. Hasil uji terhadap pematatan tanah yang akan digunakan sebagai sampel terlihat seperti gambar 2.



Gambar 2 Grafik kadar air optimum.

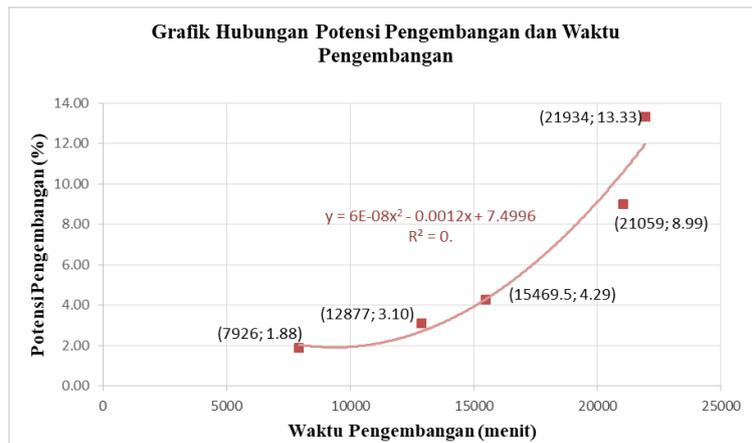
Berdasarkan grafik di atas dapat diketahui bahwa kadar air optimum dari percobaan pematatan ini adalah 22,4 %. Kadar air ini yang akan digunakan untuk pengujian selanjutnya yaitu dalam mendapatkan potensi pengembangan tanah.

3.3. Hasil Uji Potensi Pengembangan



Gambar 3 Grafik hubungan antara potensi pengembangan dan persentase gipsum

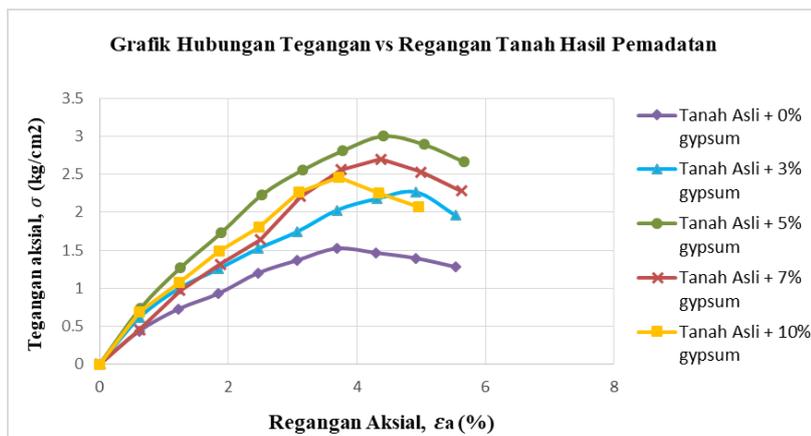
Dari gambar 3 grafik potensi pengembangan dan persentase gipsum dapat dilihat bahwa potensi pengembangan menurun seiring dengan penambahan gipsum. Pengembangan paling besar terjadi pada tanah asli yaitu sebesar 13.33% dan pengembangan terkecil terjadi pada tanah asli + 10% gipsum yaitu sebesar 1.88%. Pada tanah asli + 5% gipsum terjadi penurunan pengembangan yang signifikan,



Gambar 4 Grafik antara potensi pengembangan dan waktu yang diperlukan dalam pengembangan

Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin tinggi potensi pengembangan semakin banyak waktu yang diperlukan untuk pengembangan. Waktu pengembangan paling lama terjadi pada pengembangan tanah asli dengan persentase pengembangan 13.33%, yaitu sebesar 21.934 menit. Dan waktu pengembangan paling cepat terjadi pada pengembangan untuk tanah asli + 10% gipsum dengan persentase pengembangan sebesar 1.88%, yaitu sebesar 7926 menit.

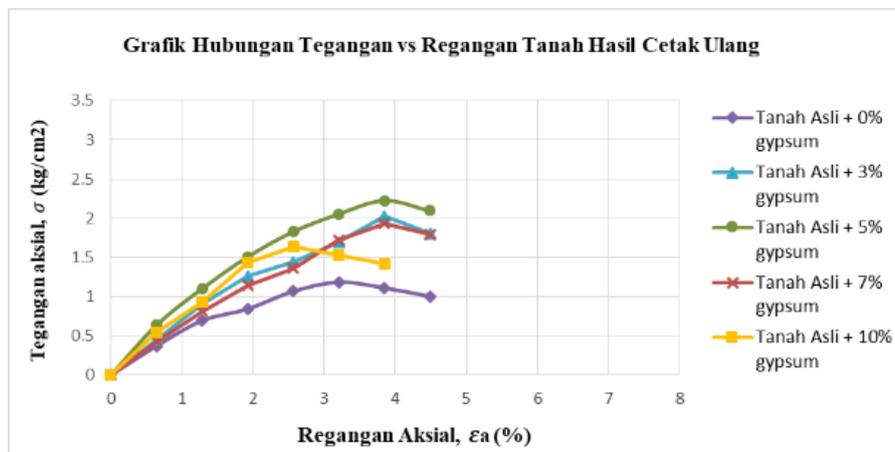
3.4. Hasil Uji Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*)



Gambar 5 Grafik hubungan antara tegangan aksial dan regangan aksial pada tanah hasil pemadatan.

Dari gambar 5 dapat dilihat nilai regangan aksial dan tegangan aksial pada tanah hasil pemadatan secara keseluruhan dari setiap campuran tanah. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa peningkatan tegangan aksial terjadi seiring penambahan dengan gipsium sebanyak 3% dan 5%, kemudian mengalami penurunan pada saat penambahan dengan gipsium 7% dan 10%. Tegangan aksial paling maksimum terjadi pada penambahan gipsium sebanyak 5%.

Regangan aksial dan tegangan aksial pada tanah hasil cetak ulang secara keseluruhan dari setiap campuran tanah dapat dilihat pada gambar 6. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa peningkatan tegangan aksial terjadi seiring penambahan dengan gipsium sebanyak 3% dan 5%, kemudian mengalami penurunan pada saat penambahan dengan gipsium 7% dan 10%. Tegangan aksial paling maksimum terjadi pada penambahan gipsium sebanyak 5%.

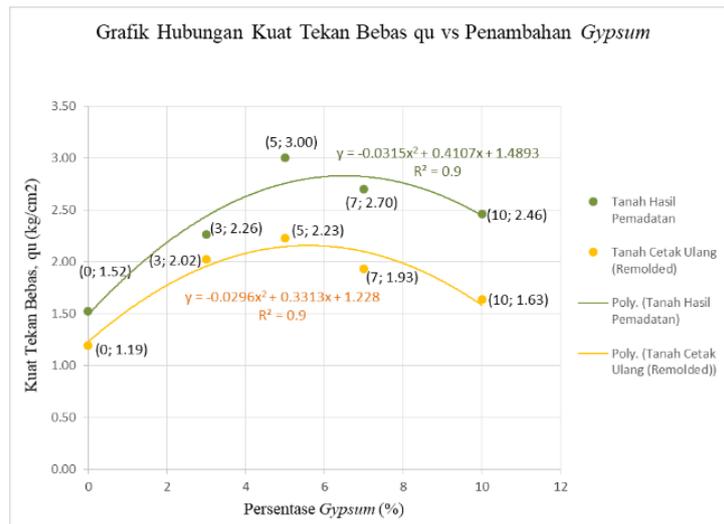


Gambar 6 Grafik hubungan antara tegangan aksial dan regangan aksial pada tanah cetak ulang (*remolded*).

Dari setiap nilai kuat tekan bebas (q_u) pada tanah hasil pemadatan dan tanah cetak ulang dapat diperoleh nilai sensitifitas dari tanah lempung tersebut. Dari Tabel 6 dapat dilihat nilai sensitifitas tanah lempung tersebut adalah $S_t < 2$, maka tanah lempung tersebut termasuk tanah tidak sensitif (*insensitive soil*).

Tabel 6 Hasil Pengujian Tekan Bebas

Jenis Tanah	Tanah Hasil Pemadatan		Tanah Cetak Ulang		St
	q_u	c_u	q_u	c_u	
Tanah Asli	1.52	0.76	1.19	0.60	1.28
Tanah Asli + 3% <i>gypsum</i>	2.26	1.13	2.02	1.01	1.12
Tanah Asli + 5% <i>gypsum</i>	3.00	1.50	2.23	1.12	1.35
Tanah Asli + 7% <i>gypsum</i>	2.70	1.35	1.93	0.97	1.40
Tanah Asli + 10% <i>gypsum</i>	2.46	1.23	1.63	0.82	1.50



Gambar 7 Grafik hubungan antara tegangan aksial dengan persentase gipsium

Pada gambar 7 dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan bebas (q_u) maksimum terjadi pada tanah asli + 5% gipsium yaitu sebesar 3 kg/cm² pada tanah hasil pemadatan dan 2,23 kg/cm² pada tanah cetak ulang. Untuk nilai kuat tekan bebas (q_u) minimum terjadi pada tanah asli tanpa campuran gipsium, yaitu sebesar 1,52 kg/cm² pada tanah hasil pemadatan, sedangkan nilai q_u pada tanah cetak ulang adalah sebesar 1,19 kg/cm².

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa hasil pengujian di laboratorium, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sampel tanah yang di uji dalam penelitian ini memiliki nilai batas cair (LL) sebesar 62,5%, batas plastis (PL) sebesar 20,79% dan indeks plastisitas (PI) sebesar 41,74%. Dengan besar indeks plastisitas (PI) tanah yang diuji, maka tanah tersebut merupakan tanah lempung ekspansif dengan plastisitas tinggi dimana indeks plastisitas lebih besar dari 17%. Dari besar indeks plastisitas tersebut juga dapat dilihat bahwa tanah tersebut juga termasuk tanah lempung dengan potensi dan tingkat pengembangan yang tinggi, dimana indeks plastisitas lebih besar dari 35%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tanah yang diuji tersebut merupakan tanah lempung ekspansif.
2. Nilai batas susut (SL) yang diperoleh pada pengujian ini adalah sebesar 6,19%. Karena nilai batas susut lebih kecil dari 10%, maka tanah tersebut termasuk dalam kategori tanah lempung dengan derajat mengembang yang kritis, dimana nilai batas susutnya kurang dari 10%. Derajat mengembang kritis berarti bahwa lempung tersebut dapat mengembang dan menyusut dengan cepat.
3. Dari hasil uji pengembangan yang dilakukan, pengembangan maksimum terjadi pada tanah asli tanpa campuran yaitu sebesar 13.33%. Potensi pengembangan mengalami penurunan seiring dengan penambahan gipsium. Nilai potensi pengembangan yang mengalami penurunan secara signifikan terjadi pada penambahan 3% gipsium yaitu sebesar 8.99% dan penambahan 5% gipsium yaitu sebesar 4.29%, sedangkan pada penambahan 7% dan 10% gipsium tidak mengalami penurunan potensi pengembangan yang signifikan.
4. Dari hasil uji kuat tekan bebas menggunakan *Unconfined Compression Test*, nilai kuat tekan bebas (q_u) meningkat seiring dengan penambahan 3% gipsium dan 5% gipsium

5. dan mencapai maksimum tanah asli dengan penambahan 5% gipsum. Nilai kuat tekan bebas (q_u) menurun setelah ditambahkan gipsum dengan persentase 7% dan 10%.
6. Dapat disimpulkan bahwa penambahan 5% gipsum merupakan penambahan yang optimal, karena dengan penambahan 5% gipsum dapat mengurangi potensi pengembangan secara signifikan dan memiliki nilai kuat tekan bebas paling besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdinyo, Y. 2018. *Analisi Pengaruh Bahan Stabilisasi Kapur Cangkang Kerang terhadap Kuat Tekan Gembung Ekspansif*. Jakarta: UKI.
- Asi, C. H. 2018. *Analisi Pengaruh Periode Pembasahan dan Pengeringan Tiga Kali pada Tanah Ekspansif terhadap Nilai Kuat Tekan Menggunakan Uji Unconfined Compression Test (UCT)*. Jakarta: UKI.
- Bowles, J. 1984. *Sifat-sifat dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah) Edisi Kedua*. Jakarta : Erlangga.
- Hardiyatmo, H. C. 2014. *Tanah Ekspansif, Permasalahan dan Penanganan*. Yogyakarta : Gajah Mada University Presss.
- Lubis, A. I. U. 2017. *Kajian Efektifitas Penggunaan Gypsum dan Abu Gunung Vulkanik terhadap Stabilisasi Tanah Lempung Ditinjau dari Nilai CBR dan Pengujian Kuat Tekan Bebas (Unconfined Compression Test)*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Mendrofa, A.Y. J. 2016. *Pengaruh Bahan Polivinil Asetat (PVA) pada Stabilisasi Tanah Ekspansif Menggunakan Uji Tekan Bebas*. Jakarta : UKI.
- Nugroho, U. 2008. *Stabilisasi Tanah Gambut Rawapening dengan menggunakan Campuran Portland Cement dan Gypsum Sintesis ($CaS_4_2H_2O$) Ditinjau dari Nilai California Bearing Ratio (CBR)*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Puslitbang Prasarana Transportasi. 2015. *Penanganan Tanah Ekspansif untuk Konstruksi Jalan*, Penerbit : Departemen Pekerjaan Umum.
- Simanjuntak, R. M. 2000. *Modul Praktikum Mekanika Tanah*. Jakarta: UKI.
- Soedarmo, D. G. dkk. 1993. *Mekanika Tanah 1*. Malang: Kanisius.