

# Analisis Tingkat Kepadatan dan Nilai CBR Tanah Dasar Ekspansif yang Distabilisasi dengan Campuran Gypsum

M. Crevill Ferdyanan<sup>1</sup>, Gati Sri Utami<sup>2</sup>, Mila Kusuma Wardani<sup>3</sup>, Arintha Indah Dwi Syafiarti<sup>4</sup>, Dita Kamarul F.<sup>5</sup>, Laras Laila L.<sup>6</sup>

Institut Teknologi Adhitama Surabaya<sup>1,2,3,4,5,6</sup>

*e-mail: gatisriutami@itats.ac.id*

## ABSTRACT

*Expansive soil is clay with a high level of plasticity and significant shrink-swell potential due to seasonal changes. Therefore, stabilization is required before it can be used as a foundation to reduce the Plasticity Index and improve load-bearing capacity. Stabilization is a method used to alter and enhance soil properties to meet foundation requirements. The soil in Pakuwon, West Surabaya, is expansive, causing civil structures, especially roads, to suffer damage despite low traffic volume. This study will analyze the density and CBR value of expansive soil stabilized with gypsum mixtures at percentages of 9%, 14%, and 19%, and curing times of 5, 10, and 15 days. The findings of this study can be summarized as follows: The original soil characteristics include fine-grained soil, high plasticity, medium density, and low CBR value. The clay soil, after stabilization, has an Atterberg limit test result with a liquid limit of 34.52% and a plasticity index of 12.4%, which is categorized as fair. The best percentage and curing time for the gypsum mixture was 19% with a 15-day curing period, with the soil achieving the highest density of 1.672 g/cm<sup>3</sup> and the largest CBR value of 7.4%, categorized as fair.*

Keywords: Expansive Clay, Stabilization, Gypsum, Curing

## ABSTRAK

Tanah ekspansif merupakan tanah lempung yang mempunyai level plastisitas yang tinggi, potensi kembang susut tinggi dengan adanya pergantian musim, sehingga sebelum digunakan sebagai tanah dasar di diperlukan stabilisasi untuk menurunkan nilai *Indeks Plastisitas* dan menaikkan daya dukung. Stabilisasi adalah cara untuk merubah dan memperbaiki sifat-sifat tanah agar memenuhi persyaratan sebagai tanah dasar. Tanah di daerah Pakuwon, Surabaya Barat memiliki jenis tanah ekspansif, sehingga bangunan sipil terutama jalan mengalami kerusakan walaupun volume lalu lintas rendah. Pada penelitian ini akan dilakukan analisis tingkat kepadatan dan nilai *CBR* tanah ekspansif yang distabilisasi menggunakan campuran *gypsum* dengan prosentase campuran gypsum 9%, 14%, dan 19% dan waktu pemeraman 5, 10 dan 15 hari. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut, karakteristik tanah asli termasuk tanah berbutir halus, plastisitas tinggi, tingkat kepadatan sedang dan nilai *CBR* rendah. Karakteristik tanah lempung setelah distabilisasi menurut hasil uji *atterberg limit* memiliki nilai *liquid limit* 34,52%, *indeks plastisitas* sebesar 12,4%, termasuk katagori cukup baik. Prosentase dan pemeraman terbaik pada campuran gypsum 19% pada pemeraman 15 hari, tanah dalam kondisi paling padat 1,672 gr/cm<sup>3</sup> dan nilai *CBR* terbesar 7,4% termasuk katagori cukup baik.

Kata kunci: Lempung Ekspansif, Stabilisasi, Gypsum, Pemeraman

## PENDAHULUAN

Tanah di daerah Pakuwon, Surabaya Barat memiliki jenis tanah ekspansif, yang mempunyai sifat kembang susut atau level plastisitas tinggi, N-SPT dan SI tingkat kembang susutnya sedang dan rendah.[1]

Tanah ekspansif adalah salah satu jenis tanah yang sangat dipengaruhi oleh kadar air dan memiliki sifat yang cukup kompleks, selain memiliki fluktuasi kembang susut tinggi. Tanah dasar kembang susut sering mengakibatkan kerusakan pada dinding bangunan, pondasi terangkat, jalan bergelombang dan lain sebagainya. Tanah dasar adalah bagian yang penting untuk mendukung seluruh beban konstruksi di atasnya. Jika tanah dasar berupa tanah lempung yang mempunyai daya dukung rendah dan kembang susutnya tinggi, maka resiko nya bangunan akan sering mengalami kerusakan. Untuk mengatasi problem tanah ekspansif perlu dilakukan stabilisasi, baik stabilisasi mekanik maupun kimiawi.

Penelitian mengenai stabilisasi tanah lempung telah banyak dilakukan, di antaranya penelitian oleh Maryati, Apriyanti [2] dan Lindawati [3]. Dari kedua penelitian tersebut dijelaskan bahwa dengan penambahan zat aditif (gypsum, semen, kapur), sifat-sifat tanah mampu diperbaiki dan daya dukung tanah lempung ekspansif meningkat. [4]

Salah satu jenis bahan tambah yang cocok untuk stabilisasi lempung atau tanah yang mempunyai potensi kembang susut tinggi dan mempunyai daya dukung yang baik pada kondisi tak jenuh air tetapi jelek pada kondisi jenuh air adalah gypsum.

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis tingkat kepadatan dan nilai CBR tanah yang distabilisasi menggunakan campuran gypsum dengan prosentase campuran gypsum 9%, 14%, dan 19% dengan waktu pemeraman 5, 10 dan 15 hari. Penambahan Gypsum diharapkan dapat menurunkan indeks plastisitas dan meningkatkan kepadatan serta nilai CBR pada tanah. Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Kampus ITATS.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Lempung Ekspansif

Berdasarkan sifat kembang susut tanah lempung dibedakan 2 macam, lempung plastisitas tinggi yang biasanya disebut lempung *ekspansif* dan lempung plastisitas rendah.

Sifat – sifat yang dimiliki tanah plastisitas tinggi menurut hardiyatmo :

1. Mengandung mineral-mineral yang memiliki kemampuan berkembang
2. Akan mengembang ketika basah
3. Mengerut saat kering
4. Mempunyai struktur *fissured*
5. Mempunyai tingkat kesuburan sedang hingga tinggi

.Lempung dengan nilai IP > 17% merupakan tanah dengan kelas plastisitas tinggi. Perubahan kadar air berdampak besar, saat kandungan air tanah berubah dengan mudah mengembang dan menyusut. Kondisi ini terjadi karena perubahan iklim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Lempung dengan gejalak kembang susut dan kontraksi yang kuat dapat menimbulkan kerusakan pada bangunan, seperti jalan yang tidak rata atau retakan pada dinding bangunan.

### Gypsum

Gypsum berasal dari mineral yang tidak larut dalam air, termasuk golongan yang terdiri dari stone gypsum, alabaster gypsum, satin gypsum dan selenite. Gypsum juga dapat diklasifikasikan berdasarkan kemunculannya, terkait dengan pembentukan belerang di sekitar fumarol vulkanik, endapan danau garam, kemekaran di lantai dan gua batu kapur, kubah garam, dan lapisan besi oksida (gossan) di endapan belerang batu kapur. Di beberapa tempat, gipsum

merupakan contoh bentuk mineral yang kandungan kalsiumnya sangat tinggi dan mineralnya dominan. Gypsum memiliki satu kandungan kimia yaitu kalsium sulfat hidrat dengan rumus kimia  $\text{CaSO}_4(\text{H}_2\text{O})$ . [5][6]

Tabel 1, Komposisi Kimia Gypsum

Komposisi Kimia Gypsum	Jumlah%
Kalsium Oksida (CaO)	32,57
Kalsium (Ca)	23,28
Air (H <sub>2</sub> O)	20,93
Hidrogen (H)	2,34
Sulfur (S)	18,62

Sumber: Maryati, 20016 [2]

## Pemadatan Tanah

Pemadatan tanah bertujuan untuk meningkatkan kekuatan tanah, sehingga daya dukung tanah dapat ditingkatkan. Derajat kepadatan tanah dapat ditentukan dari nilai berat volume kering ( $\gamma_d$ ), semakin tinggi nilai berat volume kering, semakin padat tanah tersebut. Uji pemadatan standar (standard Proctor test) digunakan penelitian ini karena untuk mempersingkat waktu dan peralatan yang digunakan tersedia.

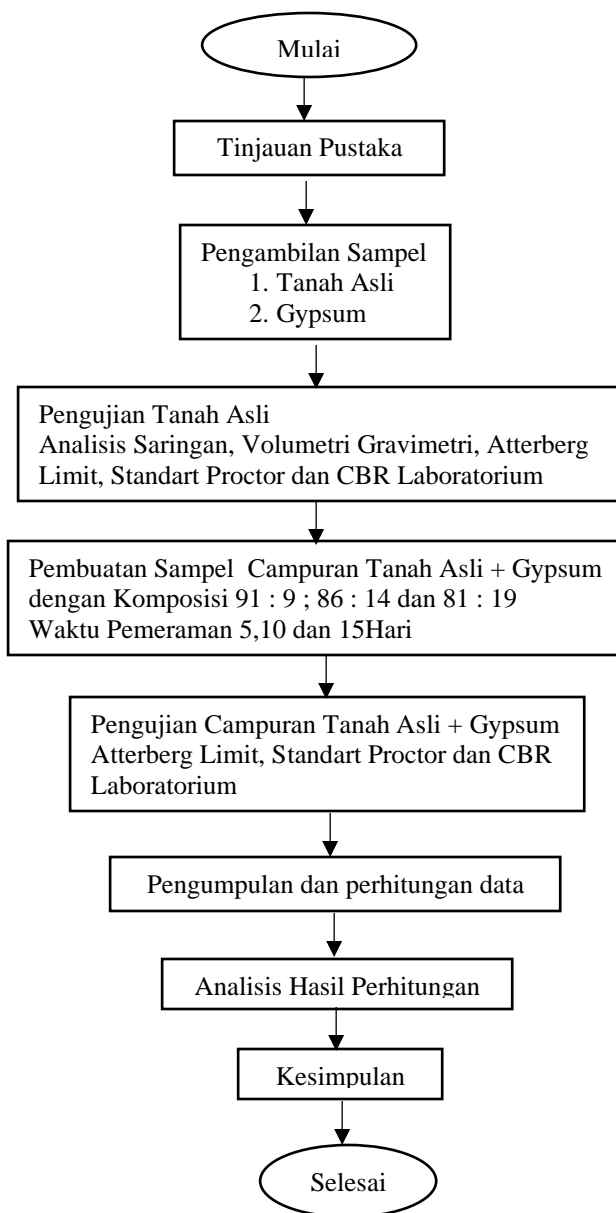
Saat pemadatan menggunakan silinder dengan ukuran berat 2,5 kg dengan tinggi 30 cm. Pengujian ini dilakukan secara mekanis untuk memadatkan tanah dengan gaya pemadatan tertentu. Cara mekanis dilakukan dengan cara pemadatan agar udara dalam pori-pori tanah dapat keluar. Derajat pemadatan tanah dapat digunakan untuk mengukur kepadatan kering tanah yang didapatkan. Air dalam pori-pori tanah berperan sebagai bahan pembasah (pelumas) tanah, sehingga partikel-partikel tanah lebih mudah saling meluncur dan membentuk lokasi yang lebih padat atau rapat, sehingga dapat meningkatkan daya dukungnya

## CBR

California Division of Highways memperkenalkan California Bearing Ratio (CBR) pada tahun 1928. Kemudian metode California Bearing Ratio dipopulerkan oleh O.J Porter. California Bearing Ratio adalah rasio beban untuk penetrasi tanah sebesar 0,1”/0,2” dengan beban yang ditahan oleh batu pecah standar pada penetrasi 0,1”/0,2”

California Bearing Ratio diartikan sebagai nilai perbandingan antara beban standar dengan beban uji yang nilainya ditampilkan dalam persen. Tujuan pengujian CBR adalah untuk mengetahui nilai kualitas tanah dasar dibandingkan dengan material standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR 100% untuk memikul beban pergerakan lalu lintas

## METODE



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2. Hasil Uji Atterberg Limit

No.	Prosentase (%)	Waktu Pemeraman (Hari)	Nilai Atterberg Limit		
			LL (%)	PL (%)	IP (%)
1	0	Tanah Asli	55,79	35,2	17,8
2	9%	5	48,41	33,43	16,57
3	14%	5	47,98	31,9	16,1
4	19%	5	46,25	30,3	15,7
5	9%	10	45,92	28,7	15,3
6	14%	10	43,18	28,2	14,8
7	19%	10	39,88	26,9	14,1
8	9%	15	39,79	26,3	13,7
9	14%	15	37,56	25	13
10	19%	15	34,52	20,6	12,4

Hasil pengujian atterberg limit pada tabel 2 dapat diketahui penambahan prosentase gypsum dan lama pemeraman dapat menurunkan nilai likuit limit (LL) dan indek plastisitas (IP)[7]. Berdasarkan kandungan kimia gypsum sifatnya seperti kapur [8] mengandung silika sebagai pengikat mineral jika dicampur tanah lempung dengan berjalannya waktu akan membentuk gel, sehingga ikatan antar partikel semakin kuat.

Tabel 3, Hasil Uji Standart Proctor

Prosentase Gypsum	Nilai Kepadatan pada Kadar Air Optimum					
	Hari ke-5		Hari ke-10		Hari ke-15	
	$\gamma_d$ max (gr/cm <sup>3</sup> )	W opt %	$\gamma_d$ max (gr/cm <sup>3</sup> )	W opt %	$\gamma_d$ max (gr/cm <sup>3</sup> )	W opt %
Tanah Asli	1,574	17,50	1,574	17,50	1,574	17,50
9%	1,329	30,10	1,491	16,61	1,639	5,35
14%	1,569	16,15	1,563	13,38	1,640	10,00
19%	1,540	19,40	1,645	6,95	1,672	7,44

Stabilitas tanah organik dapat ditingkatkan dengan adanya gypsum yang mineralnya seperti kapur karena mengandung kalsium yang mengikat tanah bermateri organik terhadap lempung yang memberikan stabilitas terhadap agregat tanah [9]. Tanah yang distabilisasi dengan campuran gypsum akan meningkatkan tingkat kepadatan, pada tabel 3 berdasarkan nilai  $\gamma_d$  max terlihat awalnya menurunkan kepadatan, tetapi dengan bertambahnya waktu pemeraman kepadatannya semakin meningkat, dan yang paling padat pada campuran 19% waktu pemeraman 15 hari.

Tabel 4, Hasil Uji CBR Laboratotium

Prosentase Gypsum	Nilai CBR pada Pemeraman		
	5 hari	10 hari	15 hari
0%	4,9%	4,9%	4,9%
9%	5,1%	6,5%	6,7%
14%	5,2%	6,7%	6,9%
19%	6,0%	7,3%	7,4%

Penambahan prosentase gypsum dan waktu pemeraman pada tabel 4 terlihat dapat meningkatkan nilai CBR [3]. Nilai CBR terbesar 7,4% pada campuran 19% dan waktu pemeraman 15 hari, termasuk katagori cukup baik sebagai tanah dasar [10]. Semakin banyak gypsum dan waktu pemeraman berarti juga semakin banyak kandungan kalsium dan gel yang terbentuk.

## KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan didapatkan beberapa kesimpulan dari berbagai pengujian tanah dengan variasi penambahan gypsum yang telah dilakukan, yaitu :

Karakteristik tanah lempung setelah di stabilisasi dengan campuran gypsum menurut hasil uji *atterberg limit* memiliki nilai *liquid limit* tanah asli = 55,79% menjadi = 34,52%, *indeks plastis* tanah asli sebesar 17,8% menjadi 12,4%. Dilihat dari nilai IP semula tanah asli bersifat plastisitan tinggi menjadi katagori cukup.

Peningkatan prosentase gypsum dan lama pemeraman menyebabkan kenaikan tingkat kepadatan tanah dan nilai CBR. Prosentase campuran gypsum 19% dan pemeraman 15 hari, tanah dalam kondisi paling padat 1,672 gr/cm<sup>3</sup> dan nilai CBR terbesar 7,4%.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Elena, J. Alexander, G. S. Budi, and D. Tjandra, "Surabaya Berdasarkan Tingkat Kembang Susutnya," pp. 7–14.
- [2] M. Maryati and Y. Apriyanti, "Analisis Perbandingan Penggunaan Limbah Gypsum Dengan Semen Sebagai Bahan Stabilization Tanah Lempung," *FROPIL (Forum Prof. Tek. Sipil)*, vol. 4, no. 1, pp. 49–64, Sep. 2016, Accessed: Nov. 30, 2022. [Online]. Available: <https://journal.ubb.ac.id/index.php/fropil/article/view/1240>
- [3] L. Lindawati and E. K. Sari, "Analisa Pengaruh Penambahan Limbah Gypsum Terhadap Nilai Cbr Tanah Dasar Di Ruas Jalan Bk 1 Desa Tanjung Bulan Kabupaten Oku Timur," *J. Deform.*, vol. 4, no. 1, p. 12, 2019, doi: 10.31851/deformasi.v4i1.2970.
- [4] D. Untuk, M. Persyaratan, G. Meraih, G. Sarjana, N. D. Lestari, and J. T. Sipil, "Pengaruh Penambahan Limbah Flue Gas Desulfurization Gypsum Terhadap Karakteristik Tanah Lempung Skripsi," vol. 21, no. 1, pp. 1–4, 2023.
- [5] A. R. S. Fitriani, D. O. Dwina, and O. Alfernando, "Penggunaan Campuran POFA (Palm Oil Fuel Ash) Dan Gypsum Sebagai Stabilisasi Tanah Gambut Ditinjau Dari Nilai CBR (California Bearing Ratio)," *Tek. Sains J. Ilmu Tek.*, vol. 8, no. 1, pp. 73–83, 2023, doi: 10.24967/teksis.v8i1.2141.
- [6] F. Nasrani, L. Oktovian, B. A. Sompie, and J. E. R. Sumampouw, "Analisis Geoteknik Tanah Lempung Terhadap Penambahan Limbah Gypsum," *J. Sipil Statik*, vol. 8, no. 2, pp. 197–204, Feb. 2020, Accessed: Oct. 07, 2022. [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/27813>
- [7] G. S. Utami, D. Kusumaningrum, and S. Attamimi, "Influence of the degree of compaction and plastic properties of expansively stabilized clay soil with a gypsum mix on the shear strength," *J. Civ. Eng. Plan. Des.*, vol. 1, no. 1, pp. 8–15, 2022, doi: 10.31284/j.jcepd.2022.v1i1.3048.
- [8] D. Adhastia, Q. Wiqoyah, and A. Susanto, "Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif di Ngawi Jawa Timur Menggunakan Serbuk Gypsum," vol. 3, no. 1, pp. 17–24, 2023.
- [9] J. E. Untu, M.A., Mandagi, A.T., & Sumampouw, "Pengaruh Penggunaan Jerami Padi Dan Gypsum Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung Ekspansif," *J. Sipil Statik*, vol. 8, no. 2337–6732, pp. 849–858, 2020.
- [10] A. Waruwu, F. Gea, J. Y. A. Hia, E. M. Waruwu, and M. Zega, "Pengaruh Model

Perkuatan Bambu Terhadap Nilai Cbr Tanah Lempung Lunak,” *J. Apl. Tek. Sipil*, vol. 20, no. 2, p. 131, 2022, doi: 10.12962/j2579-891x.v20i2.9059.