



Nilai CBR Tanah Ekspansif Setelah di Stabilisasi Kapur Terhadap Sifat Filtrasi Tanah

Dora Melati Nurita Sandi¹, Zulis Erwanto²

^{1,2}Teknik Sipil, Politeknik Negeri Banyuwangi

¹doranurita@poliwangi.ac.id, ²zulis.erwanto@poliwangi.ac.id

Abstract

This study utilized the soil filtration properties to stabilize only certain soil areas, and observations were made of the effects on the surrounding area. The stabilization is achieved using lime stabilizer material. The percentage of lime used was 8% of the soil weight. Observations of the influence of the soil around the stabilization area were carried out in horizontal and vertical directions. The research method involved modeling the soil on a laboratory scale, namely by making a plywood box measuring 1m long, 50 cm wide, and 100 cm high. The soil in the middle area was stabilized using 8% lime, and then it was tested for its CBR value. CBR testing in the horizontal direction experienced an increase in CBR value compared to the original soil, with a value of 18.559% to 29.610% from an average distance of 20 cm on day 1, with a percentage increase of 59.2% while at a distance of 40cm, it got a value of an average of 30.29%. CBR testing in the vertical direction experienced an increase in CBR value from the original soil. The original soil CBR value of 18,559% increased to 29.610% in the stabilized area. In the area 20cm from the stabilization area, with a curing period of 1 day, the average CBR value was 59.2% while at a distance of 40cm with a curing period of 1 day, the average CBR value obtained was 62.86%. From the test results, it can be concluded that the soil around the stabilized soil experienced an increase in CBR value, and the longer the curing period, the higher the CBR value.

Keywords: CBR, Expansive Soil, Filtration, Lime, Stabilization.

Abstrak

Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan sifat filtrasi tanah, sehingga stabilisasi dilakukan hanya pada area tanah tertentu dan dilakukan pengamatan pengaruhnya terhadap area sekitar tanah yang distabilisasi. Stabilisasi menggunakan bahan stabilisator kapur. Prosentase kapur yang digunakan sebesar 8% dari berat tanah. Pengamatan pengaruh tanah di sekitar area stabilisasi dilakukan pada arah horizontal dan arah vertikal. Metode penelitian dengan memodelkan tanah dalam skala laboratorium, yaitu dengan membuat kotak triplek yang berukuran, panjang 1m, lebar 50 cm, tinggi 100 cm. Tanah yang distabilisasi pada area tengah dengan menggunakan kapur 8%, kemudian tanah diuji CBR. Pengujian CBR pada arah horizontal, mengalami peningkatan nilai CBR dibandingkan tanah asli dengan nilai 18,559% menjadi 29,610% dari rata-rata jarak 20 cm hari ke 1 dengan presentase kenaikan 59,2% sedangkan pada jarak 40cm mendapatkan nilai dari rata-rata 30,29%. Pengujian CBR arah vertikal, mengalami peningkatan nilai CBR dari tanah asli. Nilai CBR tanah asli sebesar 18.559%, mengalami kenaikan menjadi 29,610% pada area yang distabilisasi. Pada area jarak 20cm dari area stabilisasi, dengan masa peram hari ke 1 nilai CBR rata-rata sebesar 59,2% sedangkan pada jarak 40cm dengan masa peram hari ke 1 nilai rata-rata CBR yang diperoleh adalah 62,86%. Dari hasil pengujian, dapat disimpulkan bahwa tanah yang berada di sekitar tanah stabilisasi mengalami kenaikan nilai CBR dan semakin lama masa peram semakin meningkatkan nilai CBR.

Kata kunci: CBR, Filtrasi, Kapur, Stabilisasi, Tanah Ekspansif.

Diterima Redaksi : 2023-11-02 | Selesai Revisi : 2024-09-09 | Diterbitkan Online : 2025-08-04

1. Pendahuluan

Lempung atau tanah liat adalah partikel mineral berkerangka dasar silika yang berdiameter kurang dari 4 mikrometer. Lempung terbentuk dari proses pelapukan batuan silika oleh asam karbonat dan sebagian dihasilkan dari aktivitas panas bumi.

Mendenifisikan tanah liat sebagai campuran partikel-partikel pasir dan debu dengan bagian-bagian tanah liat yang mempunyai sifat-sifat karakteristik yang berlainan dalam ukuran yang kira-kira sama. Salah satu ciri partikel-partikel tanah yaitu mempunyai muatan ion positif yang dapat dipertukarkan. Material tanah liat mempunyai daya serap yang baik terhadap perubahan



kadar kelembapan karena tanah liat mempunyai luas permukaan yang sangat besar.

Mendenifisikan tanah liat atau lempung sebagai deposit yang mempunyai ukuran partikel yang lebih kecil atau sama dengan 0,002 mm, tanah liat dengan ukuran mikrokonis sampai dengan submikrokonis ini terbentuk dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan [1].

Tanah liat atau lempung akan menjadi sangat keras dalam keadaan kering, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Tanah liat atau lempung mempunyai sifat permeabilitas sangat rendah dan bersifat plastis pada kadar air sedang. Lempung atau tanah liat adalah suatu silika hidra aluminium yang kompleks dengan rumus kimia $Al_2O_3 \cdot nSiO_2 \cdot kH_2O$ dimana n dan k merupakan nilai numerik molekul yang terikat dan bervariasi untuk masa yang sama. Mineral lempung mempunyai daya tarik menarik individual yang mampu menyerap 100 kali volume partikelnya, ada atau tidaknya air (selama pengeringan) dapat menghasilkan perubahan volume dan kekuatan yang besar. Partikel-partikel lempung juga mempunyai tenaga tarik antar partikel yang sangat kuat yang untuk sebagian menyebabkan kekuatan yang sangat tinggi pada suatu bongkahan kering. Sifat-sifat yang dimiliki tanah liat atau lempung adalah sebagai berikut [2]
Ukuran butir halus kurang dari 0,002 mm

- a. Permeabilitas rendah
- b. Bersifat sangat kohesif
- c. Kadar kembang susut yang tinggi
- d. Proses konsolidasi lambat

Menurut [3], Stabilisasi tanah adalah usaha untuk meningkatkan stabilitas dan kapasitas daya dukung tanah. Apabila tanah terdapat di lapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan, atau apabila mempunyai indeks konsistensi yang tidak sesuai, permeabilitas yang terlalu tinggi, atau sifat lain yang tidak diinginkan sehingga tidak sesuai untuk suatu proyek pembangunan, maka tanah tersebut harus distabilisasikan.

Metode-metode stabilisasi yang biasa digunakan, yaitu stabilisasi mekanik, stabilisasi fisik, stabilisasi kimia. Berikut ini merupakan pemaparan pada setiap stabilisasi sebagai berikut :

Stabilisasi Mekanik

Stabilisasi mekanik adalah penambahan kekuatan atau daya dukung tanah dengan mengatur gradasi tanah yang dimaksud. Usaha ini biasanya menggunakan sistem pemadatan. Pemadatan merupakan stabilisasi tanah secara mekanis, pemadatan dapat dilakukan dengan berbagai jenis peralatan mekanis seperti mesin gilas (roller), benda berat yang dijatuhkan, ledakan, tekanan statis, dan sebagainya [3].

Stabilisasi Fisik

Stabilisasi fisik adalah perubahan sifat-sifat tanah dengan cara pemanasan (heating), pendinginan (cooling) dan menggunakan arus listrik (electricity). Salah satu jenis stabilisasi fisik yang sering digunakan adalah pemanasan. Pada pemanasan dengan temperatur yang cukup (diatas

900° C), lempung yang sudah mengeras tidak dapat dirubah lagi dan selanjutnya jika direndam air tidak akan mengurangi kekuatannya.

Stabilisasi Kimia

Stabilisasi tanah secara kimiawi adalah penambahan bahan stabilisasi yang dapat mengubah sifat-sifat kurang menguntungkan dari tanah. Biasanya digunakan pada tanah yang berbutir halus. Bahan yang digunakan untuk stabilisasi tanah disebut *stabilizing agent*.

Metode stabilisasi yang banyak digunakan adalah stabilisasi mekanis dan stabilisasi kimiawi. Stabilisasi mekanis yaitu menambah kekuatan dan kuat dukung tanah dengan cara perbaikan struktur dan perbaikan sifat-sifat mekanis tanah, sedangkan stabilisasi kimiawi yaitu menambah kekuatan dan kuat dukung tanah dengan mengurangi atau menghilangkan sifat-sifat teknis tanah yang kurang menguntungkan dengan cara mencampur tanah dengan bahan kimia seperti semen, kapur atau pozzolan [3]. Menurut [4] bahan-bahan yang sering digunakan untuk stabilisasi tanah sebagai berikut :

1. Abu sekam merupakan material yang banyak mengandung silika dan material pozzolan karena mengandung unsur kapur bebas yang dapat mengeras dengan sendirinya, disamping mengandung unsur aluminium dioksides yang keduanya merupakan unsur-unsur yang mudah bereaksi dengan kapur.
2. Kapur merupakan material yang mengandung ion-ion Ca, Mg dan sebagian kecil Na. Adanya tambahan kation Ca, Mg dan Na menyebabkan bertambahnya ikatan antara partikel-partikel mineral lempung sehingga mengurangi kecenderungan sifat mengembang dari lempung. Disamping itu kapur dapat menimbulkan sementasi antara kapur dengan lempung sehingga daya dukung dan kekuatan geser tanah menjadi lebih besar serta mengurangi plastisitas tanah.

Pada penelitian ini menggunakan bahan stabilisasi dengan kapur yang sering ditemui di toko bangunan. Kapur merupakan material yang mengandung ion-ion Ca, Mg dan sebagian kecil Na. Adanya tambahan kation Ca, Mg dan Na menyebabkan bertambahnya ikatan antara partikel-partikel mineral lempung sehingga mengurangi kecenderungan sifat mengembang dari lempung. Disamping itu kapur dapat menimbulkan sementasi antara kapur dengan lempung sehingga daya dukung dan kekuatan geser tanah menjadi lebih besar serta mengurangi plastisitas tanah [5], [6].

Beberapa penelitian terkait stabilitas tanah antara lain [7], [8], [9], [10], [11], [12], dan [13].

2. Metode Penelitian

Tanah lempung sebagai sampel bahan utama yang akan diperbaiki sifatnya didapat dari material lempung di Desa Glagah Agung Kecamatan Purwoharjo Kabupaten Banyuwangi. pengambilan sampel tanah lempung dapat dilihat pada **Gambar 1**.



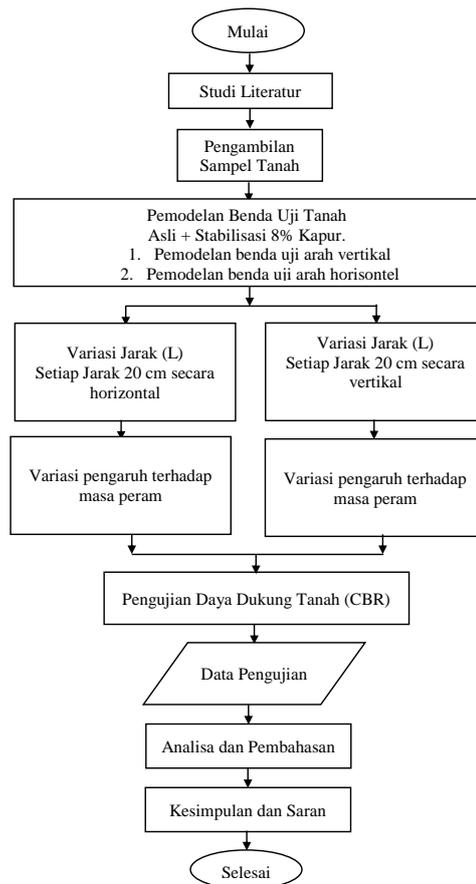
Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel

Sampel tanah yang diambil menggunakan metode test pit, dimana sampel tanah berupa tanah *disturbed*. Kedalaman pengambilan sampel tanah adalah 0-1m.



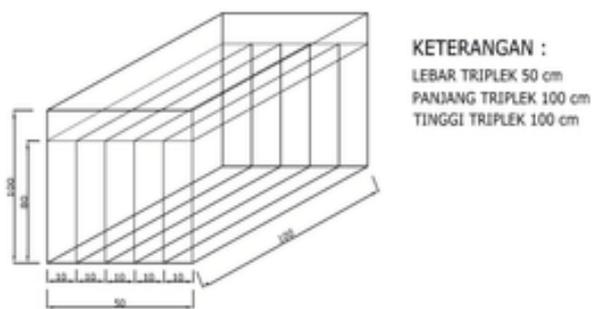
Gambar 2. Proses Pengambilan Sampel

Gambar 2 merupakan proses pengambilan sampel tanah. Sampel tanah diambil di satu titik lokasi. Lokasi tersebut merupakan lokasi yang digunakan penelitian terdahulu terkait dengan identifikasi tanah lempung ekspansif. Secara keseluruhan alur penelitian disajikan pada **Gambar 3**.

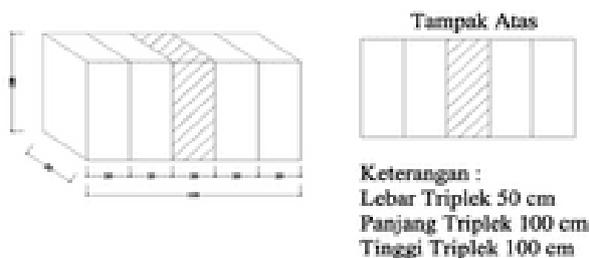


Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

Pemodelan sampel tanah yang akan dilakukan di dalam kotak triplek yang berukuran, panjang 1 m, lebar 50 cm dan tinggi 1 m seperti pada **Gambar 4**. Sampel tanah yang dimasukan kedalam kotak triplek pada setiap jarak 10 cm. Untuk tanah dicampur 8% kapur sebagai bahan stabilisasi. Pada tahap pencampuran kapur dilakukan pada posisi tengah – tengah sampel tanah, setelah itu dilakukan pengujian variasi waktu tunggu, 24 jam dan 48 jam pada tanah yang telah di stabilisasi kapur. Tahap selanjutnya yaitu dilakukan pula pengujian yang sama pada setiap sisi kanan dan kiri yaitu pada jarak ke 10 cm samping kanan dan jarak ke 10 cm samping kiri, juga dilakukan pengujian variasi waktu yang sama yaitu 24 jam dan 48 akan dilakukan pengujian yang sama pada jarak 20 cm samping kanan dan kiri dan samping jarak ke 20 cm.



Gambar 4. Pemodelan Sampel Tanah Pada Arah Vertikal



Gambar 5. Pemodelan Sampel Tanah Pada Arah Horizontal

Pengujian CBR dilakukan pada tanah asli, tanah di stabilisasi dengan masa tunggu 24 jam dan 48 jam, serta pada tanah disisi kanan dan kiri dari tanah yang distabilisasi dengan masa tunggu 24 jam dan 48 jam seperti pada **Gambar 5**.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian stabilisasi tanah pada arah vertikal dan horizontal dengan menggunakan kotak triplek dengan dimensi panjang 100 cm, lebar 50 cm dan tinggi 100 cm. Pengujian tanah dilakukan dengan arah horizontal, sehingga di dalam kotak triplek dimodelkan secara horizontal dengan jarak antar skat 20 cm. Untuk bagian kotak triplek yang akan diuji dapat dilihat pada **Gambar 6**.



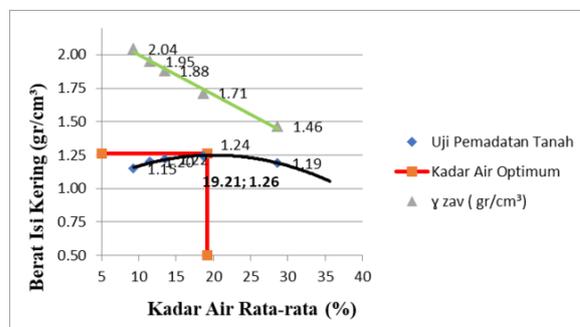
Gambar 6. Pemodelan tanah pada kotak triplek

3.1 Pengujian Tanah Asli

Pengujian tanah dilakukan pada tanah asli tanpa ada perlakuan apaun. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian proctor dan CBR kering. Pengujian proctor dilakukan untuk memperoleh kadar air optimum yang nantinya digunakan untuk pengujian CBR kering.

- Pengujian Proctor
Pengujian kepadatan ringan dilakukan sebelum distabilisasi tanah dalam kotak triplek. Pengujian ini dilakukan sebelum pengujian CBR laboratorium karena sebagai acuan kadar air pada pengujian CBR laboratorium. Pengujian pemadatan ringan (proctor)

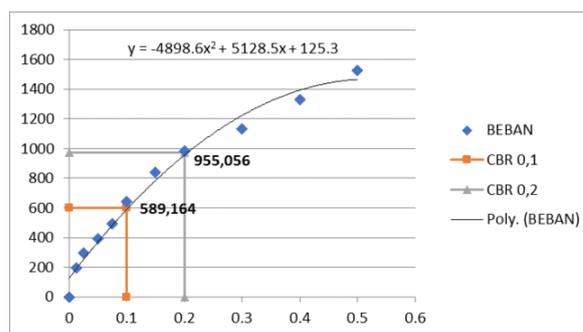
dengan menggunakan SNI 03-3637-1994 [14] dan SNI-1742-2008 [15]. Pengujian ini menggunakan 5 sampel setiap masa tunggu sebesar 3000 gram, 3 lapis masing-masing 25 kali tumbukan dengan perbedaan 100 ml air setiap sampelnya yaitu 100 ml, 200 ml, 300 ml, 400 ml, 500 ml. Grafik hasil pengujian proctor ditampilkan pada **Gambar 7**.



Gambar 7. Grafik Proctor Tanah Asli

Pengujian proctor tanah mendapatkan nilai berat isi maksimum 1,24 gr/cm³ dengan kadar air optimum 19,21 % pada grafik di atas menunjukkan bahwa nilai berat isi kering tanah memiliki angka di bawah nilai γ_{zav} dengan demikian berarti bahwa kepadatan tanah sudah pada kondisi pemadatan yang maksimum.

- Pengujian CBR
Pengujian CBR laboratorium adalah pengujian untuk mengetahui nilai atau kekuatan daya dukung suatu kondisi tanah pada Desa Glagahagung Kecamatan Purwoharjo. Pengujian CBR ini dilakukan untuk mengetahui nilai daya dukung tanah pada tanah asli sebelum distabilisasi, pengujian CBR ini mengacu pada SNI 03-1744-2012 [16].



Gambar 8. Grafik CBR Tanah Asli

Tabel 1. Hasil uji CBR pada penetrasi 0.1 dan 0.2

CBR		
0,1"	$((589.164)/(3 \times 1000)) \times 100\%$	18,052
0,2"	$((955.056)/(3 \times 1500)) \times 100\%$	18,599

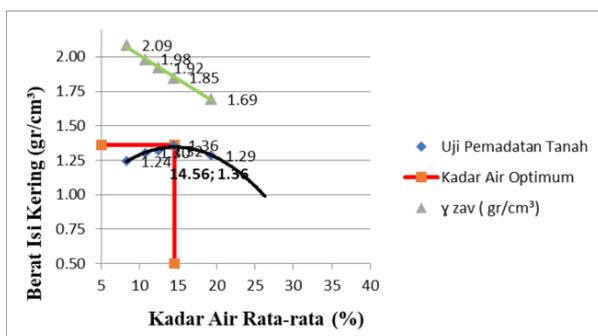
Tabel 1, menunjukkan pembacaan Penetrasi 0,1 inci menunjukkan nilai CBR lebih kecil dari Penetrasi 0,2 inci, maka yang digunakan adalah nilai pembacaan yang terbesar yaitu pada pembacaan 0,2 inci sebesar 18,599 %. Pada kurva hubungan antara tegangan dan

penetrasi diatas pada **Gambar 8** menunjukkan keadaan kurva berbentuk lengkung ke atas, dan tidak diperlukan koreksi karena titik inisial tidak bergeser dari titik 0 (SNI-1738-2011 Cara Uji CBR Lapangan) [17].

3.2 Pengujian Tanah Stabilisasi

Sampel tanah dilakukan stabilisasi dengan campuran kapur 8%, dari berat sampel. Pengujian yang dilakukan terhadap sampel adalah pengujian proctor dan pengujian CBR.

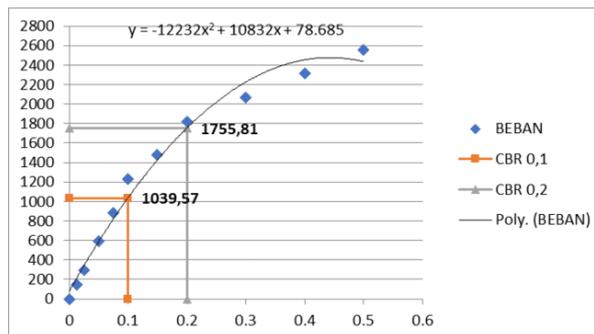
- Pengujian Proctor
 Pengujian kepadatan ringan dilakukan setelah pencampuran tanah dalam kotak triplek. Pengujian ini dilakukan sebagai acuan kadar air pada pengujian CBR laboratorium. Pengujian pemadatan ringan (proctor) dengan menggunakan (SNI-1742-2008) [15]. Pengujian ini menggunakan 5 sampel setiap masa tunggu sebesar 3000 gram, 3 lapis masing-masing 25 kali tumbukan dengan perbedaan 100 ml air setiap sampelnya yaitu 100 ml, 200 ml, 300 ml, 400 ml, 500 ml.



Gambar 9. Grafik Proctor pada tanah stabilisasi kapur 8%

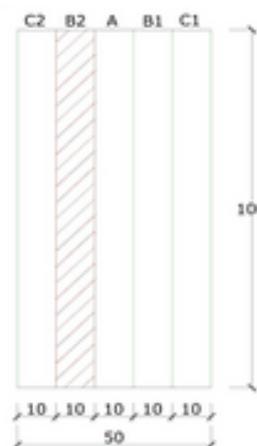
Pengujian proctor tanah dicampur kapur 8% pada arah horizontal kotak tengah mendapatkan nilai berat isi maksimum 1,36 gr/cm³ dengan kadar air optimum 14,56 % pada grafik **Gambar 9** menunjukkan bahwa nilai berat isi kering tanah memiliki angka di bawah nilai γzav dengan demikian berarti bahwa kepadatan tanah sudah pada kondisi pemadatan yang maksimum.

- Pengujian CBR
 Pengujian CBR ini dilakukan untuk mengetahui nilai daya dukung tanah pada tanah campuran kapur 8% seperti pada **Gambar 10** distabilisasi pada waktu 1 hari, pengujian CBR ini mengacu pada SNI 03-1744-2012 [16].



Gambar 10. Grafik CBR pada tanah stabilisasi kapur 8%

3.3 Pengujian Tanah Pada Tanah disekitar Tanah Stabilisasi Arah Vertikal

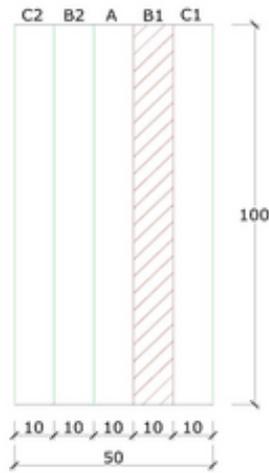


Gambar 11. Lokasi Area yang di uji Pada B2

Pada area B2 dilakukan pengujian proctor dan CBR kering setelah masa tunggu 24 jam dan 48 jam seperti terlihat pada **Gambar 11**. **Tabel 2** merupakan hasil pengujian proctor dan CBR pada masa tunggu 24 jam dan 48 jam.

Tabel 2. Hasil Pengujian Proctor dan CBR Area B2

Masa Tunggu	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
24 Jam	Proctor	Berat isi kering Maksimum: 1.29 gr/cm ³
	CBR	30.889 %
48 Jam	Proctor	Berat isi kering Maksimum: 1.28 gr/cm ³
	CBR	31.111%

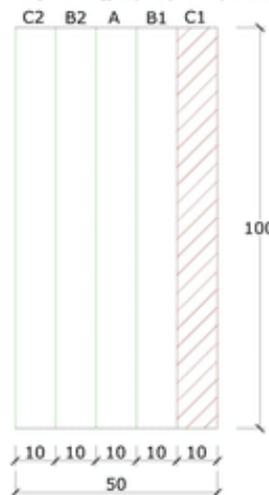


Gambar 11. Lokasi Area yang di uji Pada B1

Pada area B1 dilakukan pengujian proctor dan CBR kering setelah masa tunggu 24 jam dan 48 jam seperti pada **Gambar 11. Tabel 3** merupakan hasil pengujian proctor dan CBR pada masa tunggu 24 jam dan 48 jam.

Tabel 3. Hasil Pengujian Proctor dan CBR Area B1

Masa Tunggu	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
24 Jam	Proctor	Berat isi kering Maksimum: 1.24 gr/cm ³
	CBR	28.44 %
48 Jam	Proctor	Berat isi kering Maksimum: 1.18 gr/cm ³
	CBR	31.111%



Gambar 12. Lokasi Area yang di uji Pada C1

Pada area C1 dilakukan pengujian proctor dan CBR kering setelah masa tunggu 24 jam dan 48 jam seperti pada **Gambar 12. Tabel 4** merupakan hasil pengujian proctor dan CBR pada masa tunggu 24 jam dan 48 jam.

Tabel 4. Hasil Pengujian Proctor dan CBR Area C1

Masa Tunggu	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
24 Jam	Proctor	Berat isi kering Maksimum: 1.25 gr/cm ³
	CBR	28.44 %
48 Jam	Proctor	Berat isi kering Maksimum: 1.28 gr/cm ³
	CBR	29.778%



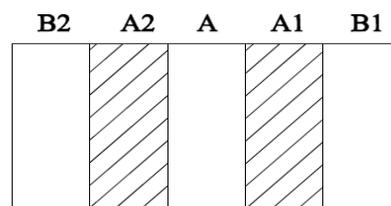
Gambar 13. Lokasi Area yang di uji Pada C2

Pada area C2 dilakukan pengujian proctor dan CBR kering setelah masa tunggu 24 jam dan 48 jam seperti pada **Gambar 13. Tabel 5** merupakan hasil pengujian proctor dan CBR pada masa tunggu 24 jam dan 48 jam.

Tabel 5. Hasil Pengujian Proctor dan CBR Area C2

Masa Tunggu	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
24 Jam	Proctor	Berat isi kering Maksimum: 1.9 gr/cm ³
	CBR	28%
48 Jam	Proctor	Berat isi kering Maksimum: 1.17 gr/cm ³
	CBR	28.44%

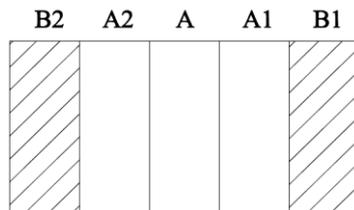
3.4 Pengujian Tanah Pada Tanah disekitar Tanah Stabilisasi Arah Horizontal



Gambar 14. Lokasi Area yang di uji Pada A1 dan A2

Tabel 6. Hasil Pengujian Proctor dan CBR Area A1 dan A2

Masa Tunggu	Lokasi	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
24 Jam	A1	Proctor	Berat isi kering Maksimum: 1.21 gr/cm ³
		CBR	28.446%
	A2	Proctor	Berat isi kering Maksimum: 1.2gr/cm ³
		CBR	29.54%
48 Jam	A1	Proctor	Berat isi kering Maksimum: 1.24 gr/cm ³
		CBR	28.446%
	A2	Proctor	Berat isi kering Maksimum: 1.22 gr/cm ³
		CBR	29.540%



Gambar 15. Lokasi Area yang di uji Pada B1 dan B2

Tabel 7. Hasil Pengujian Proctor dan CBR Area B1 dan B2

Masa Tunggu	Lokasi	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
24 Jam	B1	Proctor	Berat isi kering Maksimum: 1.22 gr/cm ³
		CBR	28.446%
	B2	Proctor	Berat isi kering Maksimum: 1.2gr/cm ³
		CBR	29.54%
48 Jam	B1	Proctor	Berat isi kering Maksimum: 1.23 gr/cm ³
		CBR	30.634%
	B2	Proctor	Berat isi kering Maksimum: 1.23 gr/cm ³
		CBR	29.540%

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian CBR Laboratorium, tampak bahwa terjadi pengaruh penambahan daya dukung seiring dimana lamanya waktu tunggu stabilisasi dan terjadi pengaruh terhadap area disekitar lokasi yang distabilisasi. Pada area arah horizontal nilai CBR pada pemeraman 24 jam area C1 diperoleh nilai CBR 17,4% meningkat sebesar 3,5% pada dari tanah asli, masa pemeraman 48 jam nilai CBR sebesar 17,6 meningkat sebesar 3,7% dari tanah asli, nilai CBR pada area C2 sebesar 17,3% meningkat sebesar 3,4%, untuk nilai CBR pada pemeraman 48jam didapatkan 17,3% meningkat sebesar 3,4% dari tanah asli. Pada area arah vertikal nilai CBR pada pemeraman 24 jam pada area A1 dan A2 nilai CBR sebesar 28.993% meningkat 10.394% disbanding tanah asli. Pada pemeraman 48 jam area A1 dan A2 nilai CBR 28.993%, meningkat 10.434% dibanding tanah asli. Area yang berjarak 20 cm dari area stabilisasi mengalami peningkatan CBR sebesar 10.434% disbanding tanah asli. Area yang berjarak 40 cm dari area stabilisasi mengalami peningkatan CBR sebesar 11.488%.

Daftar Rujukan

- [1] Craig, R. F. *Mekanika Tanah Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga. 1991
- [2] Hardiyatmo, C. H. *Mekanika Tanah I*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Umum. 2002.
- [3] Bowles, J. E. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. Mekanika Tanah Edisi Kedua*, Jakarta: Erlangga. 1984.
- [4] Casagrande. *Sistem Classification Unified Soil Classification System*. 1942.
- [5] Das, B. M. *Mekanika Tanah. Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis*. Jakarta: Erlangga. 1991.
- [6] Terzaghi, K., dan Peck, R. B. *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Jakarta: Erlangga. 1987.
- [7] DMN Sandi, LW Natasha, Y Ulfiyati, E Suryani. Pemanfaatan Bubuk Arang Kayu Terhadap Stabilisasi Tanah Lempung di Dusun Jatiluhur Banyuwangi. *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure*, 1(3), PP-12. 2022.
- [8] Fathonah, W., Intari, D. E., Mina, E., dan Sulaiman, M. Pemanfaatan Limbah Plastik Pet (Polyethylene Terephthalate) Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif (Studi Kasus: Jalan Kampung Cibayone, Sumur-Pandeglang). *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 7(2). 2018.
- [9] Herdiana, I. K. T. Stabilisasi Tanah Lempung Yang Dicampur Zat Additive Kapur Dan Matos Ditinjau Dari Waktu Perendaman. Fakultas Teknik. Universitas Lampung. 2018.
- [10] Ranggaesa, R. A., Zaika, Y., dan Suroso. Pengaruh Penambahan Kapur terhadap Kekuatan dan Pengembangan (Swelling) pada Tanah Lempung Ekspansif Bojonegoro. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*, 1(1), PP-189. 2017.
- [11] Rokhman, A., dan Artiani, G. P. Perbaikan Sifat Fisik Tanah Bekas Timbunan Sampah dengan Bahan Stabilisasi Kapur. *Prosiding Semnastek*. 2015.
- [12] Saputri, S., Zaika, Y., dan Suroso. Perbaikan Tanah Ekspansif (Daya Dukung dan Pengembangan) Metode Deep Soil Mixing Pola Single Square Diameter 4, 8 cm dengan Penambahan Kapur pada Variasi Kedalaman dan Jarak. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*, 1(2), pp-1059. 2017.
- [13] Tejokusumo, R. A., Suryo, E. A., dan Zaika, Y. Stabilisasi Tanah Ekspansif Dengan Metode Deep Soil Mixing (DSM) Berpola Panels Dan Kapur Dengan Variasi Jarak Dan Panjang Kolom Diameter 3,2 Cm Terhadap Perubahan Daya Dukung Dan Pengembangan [Tesis]. Malang: Universitas Brawijaya. 2017.
- [14] SNI 03-3637-1994. *Metode Pengujian Berat Isi Tanah Berbutir Halus Dengan Cetakan Benda Uji*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional. 1994.

- [15] SNI-1742-2008. *Cara Uji Kepadatan Ringan Tanah*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional. 2008.
- [16] SNI 03-1744-2012. *Cara Uji CBR laboratorium*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional. 2012.
- [17] SNI 1738-2011. *Cara Uji CBR Lapangan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional. 2011.