



## Pemanfaatan Limbah Serbuk Bata Merah Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif

<sup>1</sup>Rama Indera Kusuma, <sup>2</sup>Enden Mina, <sup>3</sup>Woelandari Fathonah, <sup>4</sup>Zera Ilham Yasin

<sup>1,2,3,4</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

<sup>1</sup>rama@untirta.ac.id

### Abstract

*Expansive clay has a special characteristic, namely the change in the volume of the soil which gets bigger when it is affected by water and shrinks when the soil experiences drought which causes the soil surface to crack. This soil shrinkage condition will cause serious problems for the construction built on it if it is not handled as early as possible and soil stabilization is needed in this condition. Red brick powder is a building material that contains chemical compounds that can increase the compressive strength of a building. The waste of red brick powder which is rarely used is then reused as a mixture of cement mortar. This study aims to determine the type and classification of soil in Cibingbin Village, a village located in the Cibaliung sub-district, Pandeglang-Banten Regency, based on the USCS soil classification system, and the effect of adding 0%,5%,10%,15% to the length of treatment. 0.7,14,28 days to the value of Free Compressive Strength. From the results of the study, the soil classification in Cibingbin Village was classified as high plasticity organic clay (OH) according to the USCS classification system. The lowest  $q_u$  value was obtained at 0 days of curing with the percentage of added ingredients 0%, 5%, 10%, 15% the value of  $q_u$  increased, namely 1,316 kg/cm<sup>2</sup>, 1,655 kg/cm<sup>2</sup>, 2,242 kg/cm<sup>2</sup>, 2,607 kg/cm<sup>2</sup> and obtained the largest  $q_u$  value at 14 days ripening with percentages of 0%, 5%, 10%, 15% was obtained 1,639 kg/cm<sup>2</sup>, 3,189 kg/cm<sup>2</sup>, 3,440 kg/cm<sup>2</sup>, and 3,603 kg/cm<sup>2</sup>. The addition of 15% red brick powder can increase the  $q_u$  value of the soil but experience a decrease in the  $q_u$  value after passing the 14th day, but the  $q_u$  value on the 28th day is still higher than day 0 of the UCT test, it is possible that the process of hardening of the red brick powder mixture against Expansive clay is still not perfect.*

*Keywords: Stabilization, Unconfined Compression Strength, Waste Red Brick*

### Abstrak

Tanah lempung ekspansif memiliki karakteristik yang khusus yaitu berubahnya volume tanah yang semakin besar apabila terpengaruh oleh air dan menyusut apabila tanah mengalami kekeringan yang menimbulkan permukaan tanah retak. Kondisi kembang susut tanah ini akan menimbulkan permasalahan yang serius terhadap konstruksi yang dibangun di atasnya apabila tidak ditangani sedini mungkin dan stabilisasi tanah diperlukan dalam kondisi ini. Serbuk bata merah merupakan salah satu bahan bangunan yang mempunyai kandungan senyawa kimia yang dapat menambah kuat tekan pada suatu bangunan. Limbah serbuk bata merah yang jarang dimanfaatkan kemudian digunakan kembali sebagai bahan campuran adukan semen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis dan klasifikasi tanah di Desa Cibingbin merupakan desa yang terletak dikecamatan Cibaliung, Kabupaten Pandeglang-Banten, berdasarkan sistem klasifikasi tanah USCS, serta dapat diketahui pengaruh penambahan 0%,5%,10%,15% dengan lama perawatan 0,7,14,28 hari terhadap nilai Kuat tekan Bebas. Dari hasil penelitian diperoleh klasifikasi tanah pada Desa Cibingbin termasuk sebagai tanah lempung organik berplastisitas tinggi (OH) menurut sistem klasifikasi USCS. Nilai  $q_u$  yang terendah didapat pada pemeraman 0 hari dengan persentase bahan tambah 0%, 5%, 10%, 15% nilai  $q_u$  meningkat yaitu 1,316 kg/cm<sup>2</sup>, 1,655 kg/cm<sup>2</sup>, 2,242 kg/cm<sup>2</sup>, 2,607 kg/cm<sup>2</sup> dan di dapatkan nilai  $q_u$  terbesar pada pemeraman 14 hari dengan persentase 0%, 5%, 10%, 15% di dapatkan 1,639 kg/cm<sup>2</sup>, 3,189 kg/cm<sup>2</sup>, 3,440 kg/cm<sup>2</sup>, dan 3,603 kg/cm<sup>2</sup>. Penambahan serbuk bata merah 15% dapat meningkatkan nilai  $q_u$  tanah namun mengalami penurunan nilai  $q_u$  setelah melewati hari ke 14, akan tetapi nilai  $q_u$  pada hari ke 28 masih lebih tinggi dari hari ke 0 pengujian UCT, hal tersebut kemungkinan proses pengerasan campuran serbuk bata merah terhadap tanah lempung ekspansif masih belum sempurna.

Kata kunci : Stabilisasi, Kuat Tekan Bebas, Serbuk Bata Merah.

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 30-09-2022 | Selesai Revisi: 30-10-2022 | Diterbitkan Online: 30-10-2022

## 1. Pendahuluan

Tiap konstruksi bangunan, jembatan jalan, gedung dan lain-lain dibangun diatas tanah. Tanah menerima beban struktur yang berada diatasnya merupakan bagian dasar yang memiliki fungsi sangat penting dalam berdirinya suatu konstruksi. Tanah lempung yang memiliki Kembang susut yang sangat tinggi di sebut juga tanah lempung ekspansif dimana kondisi tanah lempung yang sangat reaktif terhadap air yang mengakibatkan tanah mengembang dan menyusut apabila kadar air berkurang dari tanah lempung tersebut yang bisa diakibatkan oleh panas matahari [1].

Diatas serbukuan dasar (*bedrock*) terdapat endapan-endapat yang memiliki sifat relatif lepas (*loose*), terhimpun dari mineral, bahan organik disebut dengan tanah. Memiliki ikatan tiap butiran yang relatif lemah yang bisa disebabkan beberapa faktor diantaranya karbonat zat organik atau adanya endapan oksida diantara partikel. Ruang antar partikel dapat berisi udara, air bahkan keduanya. Pembentukan Tanah dapat terjadi akibat proses pelapukan atau proses geologi lainnya pada permukaan bumi[2].

Kondisi tanah pada suatu lokasi yang tidak sesuai dengan persyaratan, diperlukan penanganan stabilisasi tanah agar daya dukung dan karakteristik tanah sesuai dengan persyaratan teknis dimana tanah (lempung,lanau, pasir dan kerikil) memiliki daya dukung yang berbeda [3].

Jalan Desa yang berlokasi di Desa Cibingbin, Kecamatan Cibaliung, Kabupaten Pandeglang dapat dilihat pada (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

Memiliki nilai CBR 2,667% < 3%, dari hasil tes DCP, dengan kondisi jalan rusak berat terutama pada *subgrade* jalan, terlihat pada (Gambar 2).



Gambar 2. Kondisi Jalan Desa Cibingbin

Kondisi ini perlu di teliti untuk mengetahui permasalahan yang terjadi pada tanah subgrade di di jalan tersebut diantaranya, jenis dan klasifikasi tanah. Kondisi tanah yang kurang baik khususnya didaerah Provinsi Banten dapat di perbaiki dengan bermacam-macam metode seperti menggunakan *fly ash* [4], menggunakan sisa pembakaran sawit [5],

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 30-09-2022 | Selesai Revisi: 30-10-2022 | Diterbitkan Online: 30-10-2022

dan bahan tambah lainnya yang berasal dari limbah industri.

Bata merah berasal dari tanah merah yang dibasahkan kemudian dipadatkan. Tanah yang sudah padat di cetak dan dikeringkan kemudian dibakar [6]. Terdapat banyak sekali pengrajin bata merah di provinsi Banten, sehingga potensi limbah bata merah yang tidak terpakai pun sangat besar. Potensi limbah serbuk bata merah sangat banyak dan belum termanfaatkan dengan baik di masyarakat. Serbuk bata merah yang tidak digunakan akan di hancurkan dan di jadikan serbuk yang kemudian dijadikan bahan stabilisasi pada tanah di jalan Desa Cibingbin. Penggunaan serbuk bata merah terlihat pada (Gambar 3) dilakukan dengan variasi serbuk bata merah 0%, 5%, 10% dan 15% terhadap nilai Kuat Tekan Bebas dengan waktu perawatan 0, 7, 14, dan 28 hari.



Gambar 3. Proses Pembuatan Serbuk Bata Merah

Penelitian penambahan serbuk serbuk bata merah ini bertujuan untuk mengetahui jenis tanah asli yang terdapat di jalan Desa Cibingbin serta mengetahui pengaruh penambahan serbuk serbuk bata merah terhadap nilai Kuat Tekan Bebas tanah pada kondisi sebelum dan setelah diberi variasi campuran serbuk serbuk bata merah.

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah dapat mendeskripsikan pengaruh pemanfaatan limbah serbuk bata merah untuk meningkatkan nilai daya dukung tanah, sehingga dapat dijadikan salah satu penyelesaian masalah limbah serbuk bata merah yang tidak terpakai menjadi berguna dalam stabilisasi tanah yang kurang baik.

Penelitian campuran variasi serbuk bata merah pada tanah lempung untuk meningkatkan daya dukung lapisan tanah dasar (*subgrade*) yang berlokasi di sekitar kampus Polines menghasilkan nilai yang signifikan pada variasi 20% dengan nilai CBR 32,5% *unsoaked* [7].

Dengan penambahan serbuk bata merah pada penelitian tanah di Hambalang Bogor sebesar 15% mampu meningkatkan nilai CBR *unsoaked* dengan nilai 19,7% dan nilai CBR *soaked* 4,906%, dari hasil ini menandakan penambahan serbuk bata merah mampu meningkatkan nilai CBR [8].

Peningkatan daya dukung tanah yang diakibatkan campuran serbuk bata merah di kabupaten Barito Kuala pada campuran 10% mendapatkan nilai CBR 12,7% dan campuran 30% dengan nilai CBR 14,4 %, dari hasil tersebut penambahan serbuk bata merah mampu memperbaiki daya dukung tanah[9].

Dari hasil penelitian terdahulu serbuk bata merah mampu meningkatkan nilai daya dukung tanah dengan menggunakan tes CBR, namun untuk penelitian ini menggunakan tes UCT dengan sampel yang di peram 0, 7, 14, dan 28 hari.

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 30-09-2022 | Selesai Revisi: 30-10-2022 | Diterbitkan Online: 30-10-2022

## 2. Metode Penelitian

Diawali dengan mengumpulkan data-data berupa sumber pustaka serta mencari informasi lokasi yang cocok untuk melaksanakan penelitian. Lokasi yang dipilih adalah di Jalan Desa Cibingbin Kecamatan Cibaliung Kabupaten Pandeglang Provinsi Banten.

Dilanjutkan dengan melakukan survey lokasi dengan melakukan tes DCP dan pengambilan bahan penelitian berupa tanah dilokasi tersebut dengan cara (*Disturbed Soil Sample*) pengambilan tanah terganggu.

Sampel tanah yang telah diambil kemudian di uji sifat fisik tanah meliputi uji: kadar air tanah, berat jenis tanah, batas cair, batas plastis, dan pemadatan tanah.

Setelah mengetahui kadar air optimum tanah melalui uji pemadatan tanah maka dilanjutkan dengan pembuatan sampel Kuat Tekan Bebas. Tanah yang telah kering udara kemudian disaring dengan saringan no 4, bata merah yang telah dihancurkan dan lolos saringan no 200 kemudian di campur dengan tanah sesuai dengan variasi bata merah yaitu 0%, 5%, 10% dan 15% berdasarkan berat kering tanah asli. Tanah yang telah dicampur kemudian dipadatkan dengan metode uji pemadatan tanah proctor standar. Setelah selesai maka tanah yang telah dipadatkan pada mold di cetak sesuai dengan ukuran pengujian Kuat Tekan Bebas, seperti pada (Gambar 4).



Gambar 4. Sampel Kuat Tekan Bebas

Sampel Kuat Tekan Bebas dengan berbagai variasi campuran bata merah yang telah dibuat kemudian di peram dengan dimasukkan kedalam kantong plastik bening diikat disimpan pada suhu ruangan dengan waktu 0,7,14 dan 28 hari.

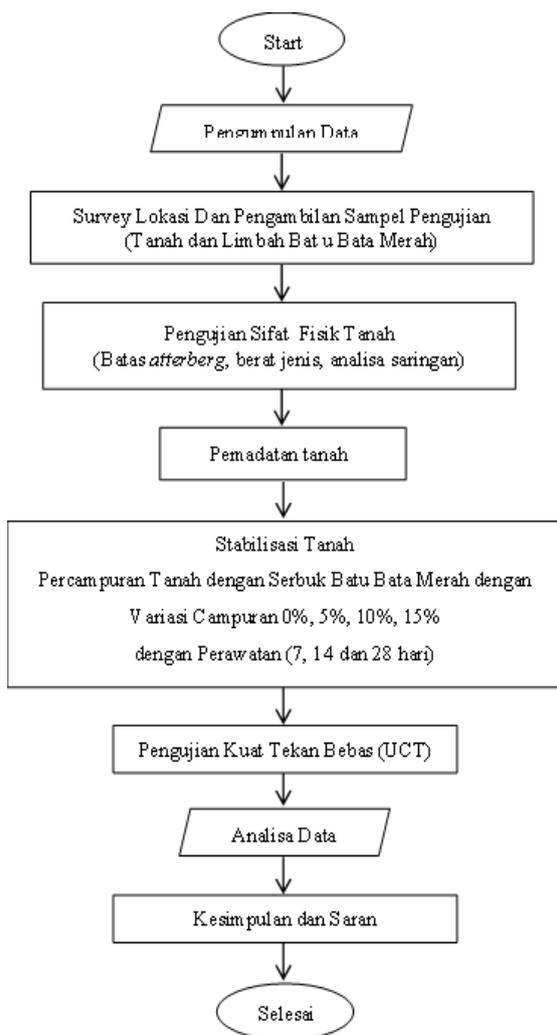
Kuat Tekan Bebas adalah tekanan aksial objek percobaan pada saat mendapati keruntuhan atau pada saat regangan aksial mencapai 20%. Pada tanah lempung yang memiliki kohesi antar butirannya menggunakan metode Kuat Tekan Bebas untuk mengetahui kekuatan tanah menerima tekanan sampai objek percobaan terpisah atau pecah dari butirannya selain itu untuk mengukur regangan yang diakibatkan oleh tekanan aksial pada tanah. Pengujian Kuat Tekan Bebas dapat di lakukan pada objek tanah asli maupun tanah asli terganggu yang dicetak ulang (*remolded*). Pengujian Kuat Tekan Bebas di lakukan sesuai dengan waktu pemeraman yang telah direncanakan.

Setelah melakukan pengujian Kuat Tekan Bebas maka dilakukan Analisa dan pembahasan, data yang terkumpul kemudian

### Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 30-09-2022 | Selesai Revisi: 30-10-2022 | Diterbitkan Online: 30-10-2022

diolah dengan mengumpulkan data ke dalam tiap-tiap kelompok sesuai dengan persentase variasi bata merah yang dicampurkan, dari data hasil uji laboratorium, kemudian dianalisis untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk bata merah terhadap nilai Kuat Tekan Bebas dan terhadap waktu perawatan benda uji, kemudian dilanjutkan dengan mengambil kesimpulan pada penelitian ini, diagram alir penelitian dapat di lihat pada (Gambar 5).



Gambar 5. Diagram Alur Penelitian

### 3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil UNTIRTA. Dimulai dengan pengujian sifat fisik tanah, mekanis tanah serta pengujian stabilisasi tanah dengan menggunakan metode Kuat tekan Bebas.

#### 3.1 Pengujian berat jenis butir tanah

Berat jenis tanah adalah nilai rasio antara berat isi butir tanah dan berat isi air yang telah dimurnikan (suling) pada temperatur dan volume tertentu. Hasil dari pengujian berat jenis tanah asli adalah 2,701, termasuk dalam jenis tanah Lempung Anorganik[2].

#### 3.2 Batas Cair (LL)

Hasil dari pengujian batas cair dengan tanah asli adalah 71,45%. Kriteria identifikasi tanah lempung ekspansif memiliki nilai derajat plastisitas tanah yang sangat tinggi [10].

#### 3.3 Batas Plastis Tanah (PL)

Hasil pengujian batas plastis tanah di Desa Cibingbin, Kecamatan Cibaliung, Kabupaten Pandeglang diperoleh nilai batas plastis (PL) adalah sebesar 29,76 %. Nilai batas plastis digunakan untuk mencari nilai indeks plastisitas yang akan digunakan untuk klasifikasi tanah. Jika hasil batas cair (LL) dan batas plastis (PL) sudah diketahui, maka didapatkan indeks plastisitas (PI) tanah asli yaitu 41,69% mengindikasikan bahwa jenis tanah lempung ekspansif yang sangat tinggi [11].

#### 3.4 Jenis Tanah Menurut USCS

Dari data hasil analisa saringan, didapat persentase butiran tanah yang lolos saringan No.200 adalah sebanyak 52%. Hasil tersebut

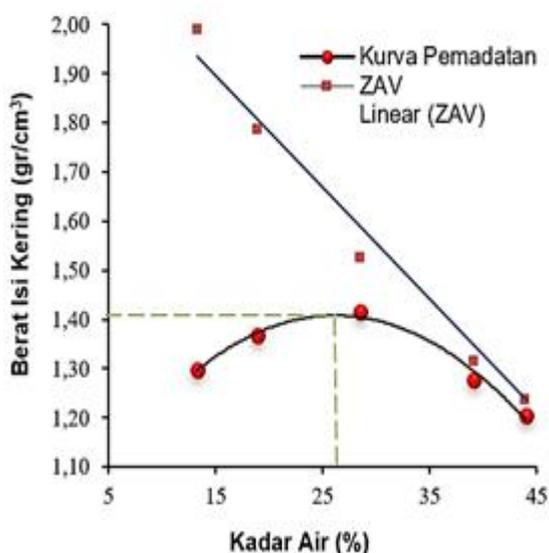
### Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 30-09-2022 | Selesai Revisi: 30-10-2022 | Diterbitkan Online: 30-10-2022

apabila mengacu pada sistem klasifikasi USCS, maka tanah tersebut termasuk kedalam tanah berbutir halus atau lempung karena lolos saringan No.200 lebih dari 50%. Batas Cair (LL) = 71,45%; Batas Plastis (PL) = 29,76%; Indeks Plastisitas (IP) = 41,69% dari klasifikasi USCS tanah Desa Cibingbin termasuk kedalam jenis tanah lempung organik berplastisitas tinggi (OH).

### 3.5 Pemadatan Tanah Asli

Dari pengujian pemadatan ini dapat kita lihat pada (Gambar 6) diperoleh kadar air optimumnya sebanyak 26%, juga didapatkan nilai berat isi kering maksimumnya sebesar 1,425 gr/cm<sup>3</sup>. Data-data tersebut nantinya dapat digunakan untuk persiapan bahan dalam pengujian Kuat Tekan Bebas (UCT).



Gambar 6. Grafik Berat Isi Kering terhadap Kadar Air Optimum

### 3.6 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah dilakukan pengujian sifat fisik tanah dan pengujian Kuat Tekan Bebas ditambahkan bahan tambah limbah serbuk bata merah dengan variasi 0%, 5%, 10% dan 15%

dan dilakukan pemeraman untuk pengujian Kuat Tekan Bebas (UCT) selama 7, 14, dan 28 hari.

3.7 Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Bebas Alat yang digunakan untuk mencari nilai Kuat Tekan Bebas adalah alat UCT (*Unconfined Compression Test*), benda uji yang berasal dari pengujian pemadatan tanah lalu dikeluarkan untuk diambil sampelnya. Pembuatan benda uji mengacu pada prosedur SNI 3638 [12]. Selanjutnya benda uji dirapihkan sisi-sisinya hingga rapih dan diukur menggunakan jangka sorong dengan ketelitian pembacaan 0,1% lalu memasang benda uji pada alat pembebanan sedemikian sehingga pada pusat pelat dasar. Mengatur arloji ukur deformasi dinolkan, dan pelat atas pembebanan diturunkan hingga menyentuh sedikit alas bagian atas benda uji yang rata. Kemudian dilakukan pembebanan sehingga menghasilkan regangan aksial. Mencatat waktu, deformasi, dan beban, pada interval yang sesuai untuk mendapatkan bentuk kurva tegangan-regangan.

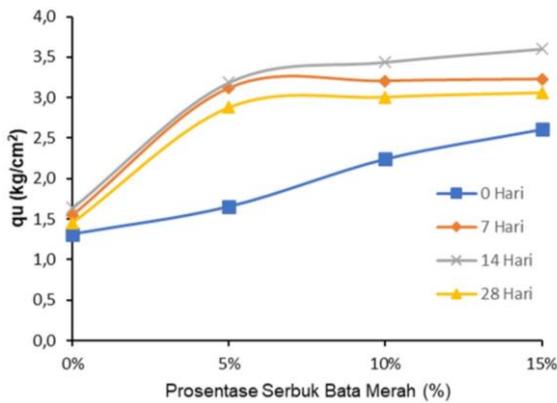
Pengujian Kuat Tekan Bebas pada campuran tanah dengan variasi bahan tambah serbuk bata merah persentase 0%, 5%, 10%, dan 15% didapatkan nilai Kuat Tekan Bebas seperti pada (Tabel 1) dan (Gambar7) dibawah ini.

Tabel 1. Rekapitulasi Nilai  $q_u$  terhadap penambahan serbuk bata merah dan terhadap waktu pemeraman

Persentase Serbuk bata merah	Waktu Pemeraman (Hari)			
	0	7	14	28
0%	1,316	1,552	1,639	1,457
5%	1,655	3,117	3,189	2,880
10%	2,242	3,203	3,440	3,008
15%	2,607	3,225	3,603	3,061

### Informasi Artikel

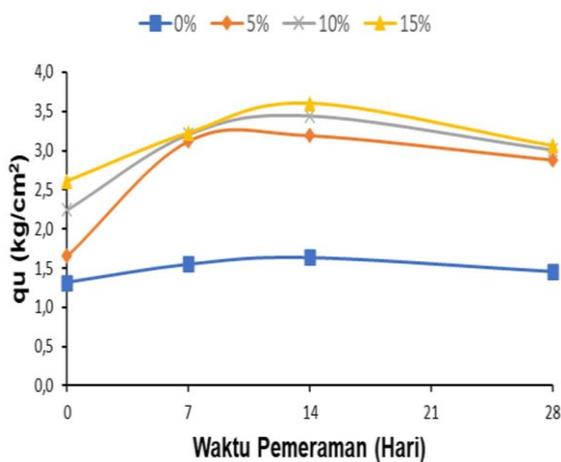
Diterima Redaksi: 30-09-2022 | Selesai Revisi: 30-10-2022 | Diterbitkan Online: 30-10-2022



Gambar 7 Grafik hubungan  $q_u$  dengan persentase Serbuk Bata Merah

Dari Tabel 1 dan Gambar 7 diatas menunjukkan data pengujian Kuat Tekan Bebas menunjukkan bahwa penambahan limbah serbuk bata merah mampu menaikkan nilai Kuat Tekan Bebas. Nilai Kuat Tekan Bebas tertinggi pada penambahan bahan tambah serbuk bata merah adalah pada 15% karena tanah yang telah ditambah serbuk bata merah akan terus terjadi peningkatan kekokohan tanah, maka semakin besar penambahan serbuk bata merah semakin besar pula kenaikan kekuatannya.

Jika dilihat dari perbandingan nilai Kuat Tekan Bebas dengan waktu pemeraman adalah sebagai berikut pada (Gambar 8).



Gambar 8 Grafik Hhubungan  $q_u$  terhadap Waktu Pemeraman

Pada Gambar 8 menunjukkan bahwa waktu pemeraman dapat memberikan pengaruh terhadap nilai Kuat Tekan Bebas ( $q_u$ ) dengan penambahan serbuk bata merah, hanya sampai waktu pemeraman 14 hari, setelah melewati waktu 14 hari daya dukung tanah yang distabilisasi menggunakan serbuk bata merah mengalami penurunan dimana pada waktu umur 28 hari nilai sampel daya dukung tanah lebih rendah dari sampel tanah dengan umur 7 hari. Hal ini mengindikasikan pengerasan pada tanah mengalami ketidaksempurnaan sehingga mengakibatkan kondisi sampel setelah 14 hari menjadi getas namun nilai daya dukungnya hari ke 28 masih lebih besar dibandingkan dengan nilai daya dukung tanah pada umur 0 hari.

#### 4. KESIMPULAN

Stabilisasi tanah lempung ekspansif menggunakan serbuk bata merah pada tanah di Jalan Desa Cibingbin Kecamatan Cibaliung Kabupaten Pandeglang dapat di pergunakan sebagai bahan stabilisasi tanah dasar untuk konstruksi jalan. Nilai daya dukung tanah semakin meningkat setelah variasi serbuk bata merah di tambah, dengan nilai maksimal pada variasi 15%, Namun naiknya nilai daya dukung tanah terhadap waktu pemeraman mengalami kenaikan mulai 0 hari sampai 14 hari dan mengalami penurunan mulai dari 14 hari sampai 28 hari. Hal ini diperlukan penelitian lanjutan untuk mempertahankan atau meningkatkan nilai daya dukung tanah seiring dengan waktu pemeraman. Kondisi ini kemungkinan disebabkan proses pengerasan tanah oleh serbuk tanah merah yang belum sempurna.

#### Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 30-09-2022 | Selesai Revisi: 30-10-2022 | Diterbitkan Online: 30-10-2022

## DAFTAR RUJUKAN

- [1] W. Fathonah, D. E. Intari, E. Mina, and M. Sulaiman, "PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK PET (POLYETHYLENE TEREPHTHALATE) SEBAGAI BAHAN STABILISASI TANAH LEMPUNG EKSPANSIF (Studi Kasus: Jalan Kampung Cibayone, Sumur-Pandeglang)," *J. Fondasi*, vol. 7, no. 2, pp. 31–40, 2018, doi: 10.36055/jft.v7i2.4073.
- [2] H. Christady, *MEKANIKA TANAH 1*, 6th ed. Gajah Mada University, 2012.
- [3] Suyadi, N. Dewi S., and S. Yulius k., "Studi Eksperimental Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung yang Yang Distabilisasi Dengan Semen dan Serat Fiber," *Mustek Anim Ha*, vol. 5, no. 3, pp. 209–220, 2016.
- [4] E. Mina and R. I. Kusuma, "PENGARUH FLY ASH TERHADAP NILAI CBR DAN SIFAT-SIFAT PROPERTIS TANAH Studi Kasus: Jalan Raya Bojonegara km 19 Serang Banten," *Fondasi J. Tek. Sipil*, vol. 5, no. 2, 2016, doi: 10.36055/jft.v5i2.1256.
- [5] R. I. Kusuma, E. Mina, and B. R. O M, "Stabilisasi Tanah Lempung dengan Menggunakan Abu Sawit terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (Studi Kasus Jalan Desa Cibeulah, Pandeglang)," *Fondasi*, vol. 4, pp. 69–80, 2015.
- [6] I. Akmal, N. Arimbi, and Dkk, "Bata Kuat, Awet, Indah, & Eksotis," F Fialita, Ed. PT Gramedia, 2010, p. 17.
- [7] Wahjoedi, Suparman, and T. Suwanto, B., & Mulyono, "KARATERISTIK CAMPURAN TANAH LEMPUNG MERAH DENGAN SERBUK BATU BATA PADA BERBAGAI PORSI CAMPURAN UNTUK PENINGKATAN DAYA DUKUNG LAPISAN TANAH DASAR (SUBGRADE)," *Wahana Tek. Sipil*, vol. 20, no. 2, pp. 93–102, 2015.
- [8] M. R. Agustian Arif, A. Salimah, and P. A. Maha Agung, "Pengaruh Penambahan Serbuk Bata Merah Terhadap Nilai Cbr," *PROKONS Jur. Tek. Sipil*, vol. 14, no. 2, p. 47, 2020, doi: 10.33795/prokons.v14i2.298.
- [9] D. A. Fuadi, A. Gajali, and E. Purnamasari, "PENGARUH CAMPURAN SERBUK BATU BATA MERAH TERHADAP NILAI DAYA DUKUNG PADA TANAH LEMPUNG DI KABUPATEN BARITO KUALA," Universitas Islam Kalimantan MAB, 2021.
- [10] H. Amster K, "The revised ASTM standard on the unified classification system," *Geotech. Test. J.*, vol. 7, no. 4, pp. 216–222, 1984.
- [11] C. Fu Hua, *Foundations on expansive soils*, 12th ed. 2012.
- [12] SNI-3638, "SNI 3638: Metode Uji Kuat Tekan-Bebas Tanah Kohesif," in *Badan Standar Nasional*, 2012.

## Informasi Artikel

Diterima Redaksi: 30-09-2022 | Selesai Revisi: 30-10-2022 | Diterbitkan Online: 30-10-2022