

PERBAIKAN NILAI KADAR AIR DAN INDEKS PLASTISITAS TANAH LEMPUNG LUNAK MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH *EXPANDED POLYSTYRENE (EPS)* DAN *RESIDIUM CRACKING CATALYST 15 (RCC 15)*

M Rio Eka Shaputra¹⁾, Syahril^{2,*}, Indra Noer Hamdhan³⁾, Geni Firuliadhim⁴⁾

^{1,2,4)}Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir, Kabupaten Bandung Barat 40559

³⁾Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Institut Teknologi Nasional
Jl. KH. Hasan Mustopa No. 23, Kota Bandung 40124

^{*}Correspondent Author: Syahril_polban@yahoo.com

Abstract

The uneven distribution of development in each region can result in construction on land with poor characteristics. One of the soils that has weak characteristics is soft clay. Soft clay has weak characteristics, such as relatively high water content and plasticity index (PI), so it needs to be stabilized to improve its bearing capacity before being used in construction. This study aims to examine the effect of adding Expanded Polystyrene (EPS) which is a fabricated material with Residium Cracking Catalyst 15 (RCC15) which is a waste product of oil processing from PT. Pertamina on improving the characteristics of soft clay. The specimens from Cililin, Bandung Regency, has a soft inorganic clay (CH) with a clay content of 61% and a water content of 37.945%. Test specimens were made with variations in the addition of EPS of 0.4% and RCC15 of 20%, 25%, and 30%. The results of the property index test showed that the addition of RCC15 can increase the water content and plasticity index (PI) value, with the optimum value at a mixture of 0.4% EPS and 25% RCC15. The impact of using EPS and RCC15 as additives has the potential to increase the stability of soft clay, making it suitable for use in construction.

Keywords: *clay soft, soil stabilization, expanded polystyrene, residium cracking catalyst 15, indeks properties*

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur merupakan salah satu upaya penting dalam mendorong kemajuan suatu daerah, khususnya di Indonesia. Namun, penyebaran pembangunan yang merata tidak selamanya terjadi pada daerah yang memiliki karakteristik tanah yang baik. Tidak banyak pembangunan yang harus dilakukan diatas tanah bermasalah, seperti tanah lempung lunak salah satunya. Tanah lempung lunak merupakan salah satu tanah

dengan karakteristik buruk, seperti nilai kompresibilitas dan kohesi yang relatif tinggi (Zhafirah & Amalia, 2019).

Kondisi tersebut dapat menyebabkan tanah akan secara terus menerus mengalami deformasi (Fajar Nugraha & Susandi, 2022). Salah satu cara untuk memperbaiki tanah adalah dengan melakukan stabilisasi tanah untuk meningkatkan nilai karakteristik tanah. Dalam rekayasa geoteknik, stabilisasi tanah merupakan tahapan

penting yang harus dilakukan sebelum melaksanakan konstruksi. Penambahan bahan tambah juga merupakan proses stabilisasi tanah sehingga mendapatkan karakteristik tanah yang baik (Balakosa & Dasa Putra, 2021).

Stabilisasi tanah yang bertujuan untuk memperbaiki karakteristik tanah, dalam hal ini berfokus pada perbaikan nilai indeks plastisitas tanah dapat meningkatkan daya dukung tanah (Fitra Yuda et al., 2017). Selain itu perbaikan pada nilai kadar air tanah bertujuan untuk membatasi tanah dalam memiliki kandungan air berlebih yang dapat menurunkan daya dukung tanah (Ningsih Istiana, 2024). nilai kadar air dengan variasi 20% hingga 38% dapat membuat penurunan pada daya dukung tanah, tanah dengan kadar air tersebut biasanya memiliki nilai indeks plastisitas yang tinggi (Putri, 2018).

Salah satu material tambah yang digunakan untuk stabilisasi tanah adalah *Expanded Polystyrene* (EPS). EPS adalah material berbobot ringan dengan struktur pori tertutup dan sifat yang kaku, serta memiliki massa yang hampir 100 kali lebih ringan dibandingkan tanah dan 10-30 kali lebih ringan daripada material pengisi konstruksi lainnya (Khan & Meguid, 2021). (Utkarsh & Jain, 2024). EPS memiliki peran sebagai filler untuk mengurangi berat dari konstruksi tanah sendiri. Bahan tambah lainnya adalah *Residium Cracking Catalyst 15* (RCC15) yang merupakan limbah hasil proses pengolahan dari PT. Pertamina dengan nilai produksi limbah RCC 15

hingga 20 Ton perhari (Sulistyowati & Muchtaranda, 2014).

Produksi limbah RCC15 secara masif dapat berpengaruh pada lingkungan apabila tidak dilakukan secara benar, sehingga penggunaan RCC 15 dalam bahan stabilisasi dapat dinilai sebagai salah satu inovasi dalam pengolahan limbah sisa sebagai bahan stabilisasi tanah. RCC 15 memiliki peran sebagai *Binder Agent*. *Binder Agent* merupakan bahan tambah yang dapat berupa senyawa kimia, limbah atau bahan dasar yang memiliki sifat pozzolanik yang dapat mengurangi kadar air tanah sehingga dapat memperbaiki nilai dari indeks plastisitas tanah (Febriansyah, 2018; Miao et al., 2013). RCC 15 memiliki kandungan oksida silika, alumina, ferro, dan komponen lainnya yang bersifat mengikat dan memperkuat tanah sehingga memperkecil tingkat geser tanah sehingga cocok digunakan sebagai *Binder Agent* (Sulistyowati & Muchtaranda, 2014).

METODE PENELITIAN

Material tambah yang digunakan dalam pembuatan benda uji berupa tanah lempung lunak yang diambil dari daerah Cililin, Kabupaten Bandung, Partikulat Expanded Polystyrene (EPS) yang berasal B-foam EPS Foam Construction Technologies, PT Beton Elemenindo Putra dengan partikulat EPS murni jenis Fire Retardant (FR) ukuran super small (SS) seperti yang terlihat pada (Gambar 1) dan Residium Cracking Catalyst -15 (RCC 15) yang berasal dari Pertamina RU VI Balongan yang berlokasi di Indramayu,

Jawa Barat (Gambar 2). Pelaksanaan pengujian dilakukan pada Laboratorium Tanah di Politeknik Negeri Bandung.



Gambar 1. *Expanded Polystyrene (EPS)*



Gambar 2. *Residium Cracking Catalyst -15 (RCC 15)*

Benda uji yang digunakan dalam penelitian terdiri dari empat varian. Benda uji pertama terdiri pada tanah asli tanpa campuran, benda uji kedua

terdiri dari campuran antara tanah asli ditambah dengan 0,4% EPS dan 20% RCC 15, benda uji ketiga terdiri dari campuran tanah asli ditambah dengan 0,4% EPS dan 25% RCC 15 dan benda uji keempat terdiri dari campuran tanah asli ditambah dengan 0,4% EPS dan 30% RCC15. Variasi campuran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tahapan pengujian dilakukan dengan penentuan klasifikasi tanah telah memenuhi syarat tanah lempung lunak berdasarkan hasil analisa ukuran butir dan klasifikasi jenis tanah menggunakan metode Unified Soil Classification System (USCS). Setelah tanah dipastikan merupakan tanah lempung lunak, maka dapat dilanjutkan pengujian dengan tanah terstabilisasi. Pengujian yang dilakukan berupa pengujian kadar air, berat isi, berat jenis dan atterberg limit.

Tabel 1. Variasi Benda Uji

Kode Benda Uji	EPS (%)	RCC 15 (%)
Tanah Asli	0	0
ER-1	0,4	20
ER-2	0,4	25
ER-3	0,4	30

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Ukuran Butir Tanah Asli

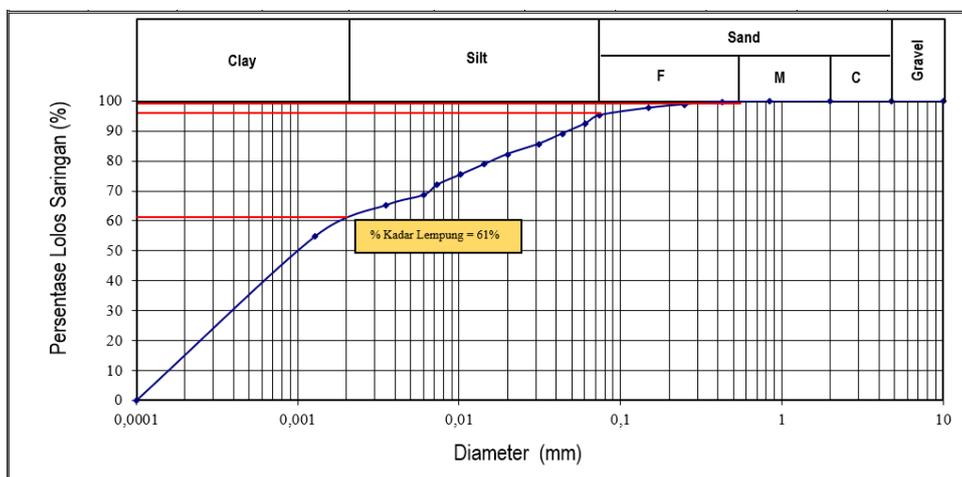
Pengujian analisa saringan dilakukan pada tanah asli. Hasil pengujian pada Tabel 2 menunjukkan bahwa tanah asli memiliki kadar tertahan pada saringan nomor 200 sebesar 95,22%. Berdasarkan dari analisis saringan, didapatkan bahwa tanah lempung lunak memiliki ukuran butir yang

relative kecil. Pada saringan nomor 20 hingga nomor 200, persentase tertahan tertinggi terjadi pada nomor 200 yaitu sebesar 4,78% tertahan. Besaran persen tertahan pada nomor 200 tersebut yang menunjukkan bahwa ukuran partikel pada tanah lempung lunak termasuk kecil yaitu 0,074mm. Berdasarkan hasil pengujian analisa saringan dapat dikatakan bahwa

kandungan lempung pada tanah asli 5% serta kerikil 0% seperti yang mencapai 61%, lanau 34% dan pasir ditunjukkan pada Gambar 3.

Tabel 2. Analisa Ukuran Butir Tanah Asli

Saringan No.	Diameter [mm]	Tertahan [Gram]	% Tertahan	% Lolos
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,00	0,00	100,00
20	0,840	0,08	0,08	99,92
40	0,425	0,25	0,25	99,67
60	0,250	0,82	0,82	98,85
100	0,150	1,15	1,15	97,70
200	0,074	2,48	2,48	95,22
Total		4,78	4,78	100,00

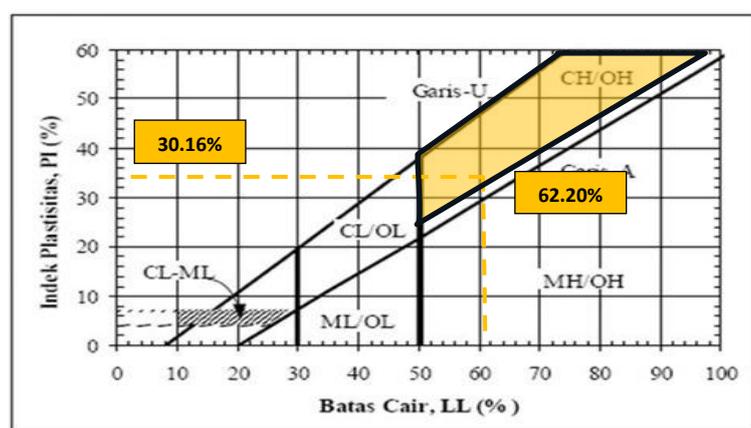


Gambar 3. Grafik Analisa Ukuran Butir Tanah Asli

Klasifikasi Tanah Asli Menggunakan Metode USCS

Penilaian untuk klasifikasi tanah menggunakan metode USCS dilakukan berdasarkan besaran nilai PI yang didapat dari pengujian Atterberg

Limits. Benda uji tanah asli memiliki nilai PI sebesar 30,24% dan LL sebesar 62,20% dapat dikategori pada jenis tanah lempung anorganik (CH) atau disebut juga *Fat Clay* seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik USCS

Pengujian Indeks Properties Tanah Asli

Pengujian *indeks properties* pada tanah asli terdiri dari pengujian berat isi, berat jenis, kadar air dan *atterberg limits*. Berdasarkan hasil pengujian *indeks properties*, tanah asli memiliki karakteristik yang buruk seperti dapat

dilihat pada Tabel 3. Kadar air pada tanah asli termasuk cukup tinggi yaitu 37,945%, sementara untuk hasil pengujian *Atterberg limits* tanah asli memiliki nilai PI yang cukup tinggi yaitu sebesar 30,156%. Gambar 5 menunjukkan grafik perbandingan kadar air berdasarkan variasi benda uji.

Tabel 3. Rekapitulasi Pengujian *Indeks Properties* Tanah Asli (TA)

No.	Keterangan	Simbol	Satuan	Nilai
1	Kadar Air	ω	(%)	37,945
2	Berat Isi Basah	γ_{sat}	kN/m ³	16,898
3	Berat Isi Kering	γ_d	kN/m ³	11,520
4	Berat Jenis	Gs	-	2,686
5	Batas Cair	LL	(%)	62,206
6	Batas Plastis	PL	(%)	32,050
7	Indeks Plastisitas	PI	(%)	30,156

Pengujian Indeks Properties Tanah Stabilisasi

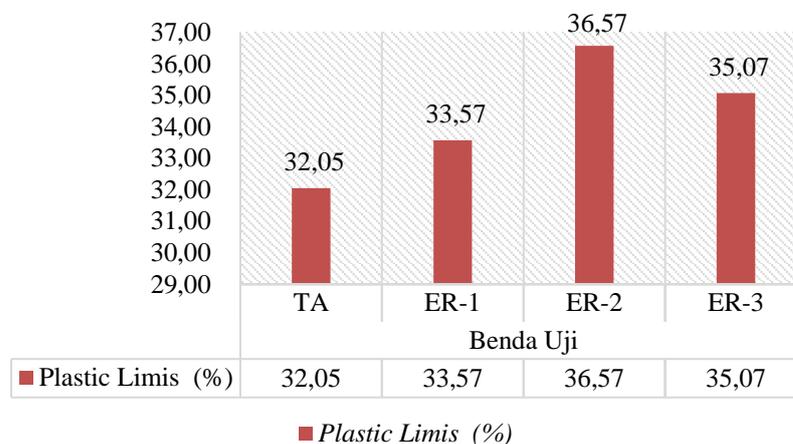
Pengujian *indeks properties* pada tanah terstabilisasi terdiri dari pengujian berat isi, berat jenis, kadar air dan *atterberg limits*. Berdasarkan hasil pengujian *indeks properties* pada tanah terstabilisasi menunjukkan peningkatan terhadap pengujian pada tanah asli. Benda uji ER-2 memiliki nilai peningkatan paling tinggi diantara

benda uji lainnya, sementara pada benda uji ER-3 kembali mengalami penurunan jika dibandingkan dengan benda uji ER-2. Kadar air pada tanah terstabilisasi mengalami penurunan pada benda uji ER-2 yaitu dengan nilai 29,024% sementara pada benda uji ER-3 mengalami peningkatan menjadi 34,093%. Nilai PI pada benda uji ER-2 mengalami penurunan hingga 15,727% namun pada benda uji ER-3 penurunan

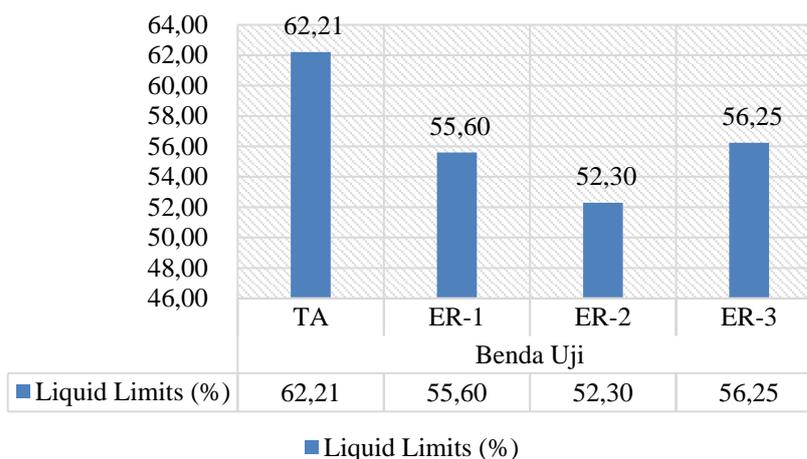
PI hanya mencapai nilai 21,177%. Secara keseluruhan pada benda uji mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan tanah asli seperti dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Pengujian *Indeks Properties* Tanah Terstabilisasi

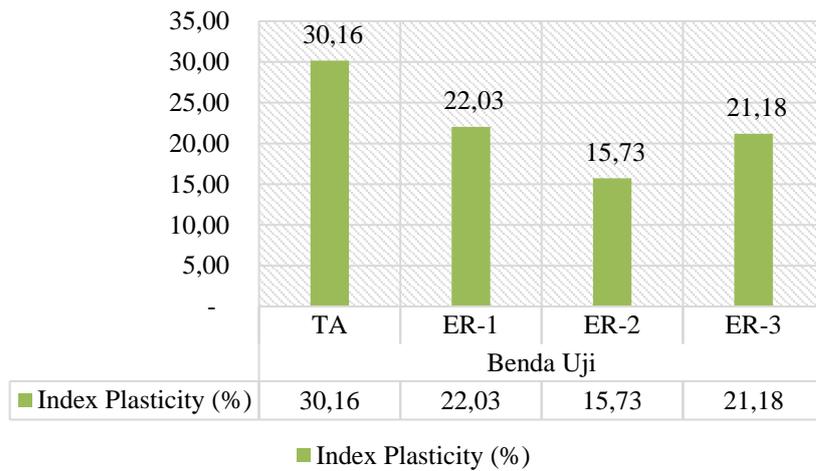
No.	Keterangan	Simbol	Satuan	Nilai			
				TA	ER-1	ER-2	ER-3
1	Kadar Air	ω	(%)	37,945	34,164	29,024	34,093
2	Berat Isi Basah	γ_{sat}	kN/m ³	16,898	17,034	17,336	17,139
3	Berat Isi Kering	γ_d	kN/m ³	11,520	11,702	12,159	11,858
4	Berat Jenis	Gs	-	2,686	2,701	2,713	2,707
5	Batas Cair	LL	(%)	62,206	55,599	52,297	56,247
6	Batas Plastis	PL	(%)	32,050	33,570	36,570	35,070
7	Indeks Plastisitas	PI	(%)	30,156	22,029	15,727	21,177



Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai Batas Plastis (PL)



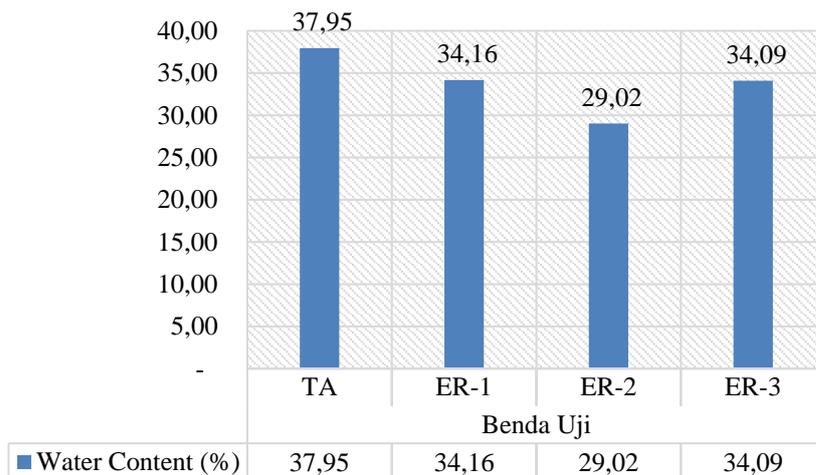
Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai Batas Cair (LL)



Gambar 7. Grafik Perbandingan Nilai Plastisitas Indeks (PI)

Hasil yang ditunjukkan pada Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7 merupakan rekapitulasi perubahan nilai batas plastis, batas cair dan indeks plastisitas yang didapatkan dari pengujian *Atterberg Limits*. Penurunan nilai PI berhubungan secara langsung dengan turunnya kadar air seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8. Penurunan kadar air yang mengakibatkan penurunan PI secara langsung

menjelaskan bahwa nilai persentase air yang terkandung dalam tanah menyebabkan terjadinya kondisi jenuh pada tanah dan mengurangi sifat elastis tanah sehingga tanah memiliki sifat fisis yang lebih buruk. Penambahan RCC15 yang memiliki kandungan silikat serta EPS sebagai pengurang massa tanah dapat mengurangi kandungan air pada tanah sehingga nilai PI juga dapat tereduksi.

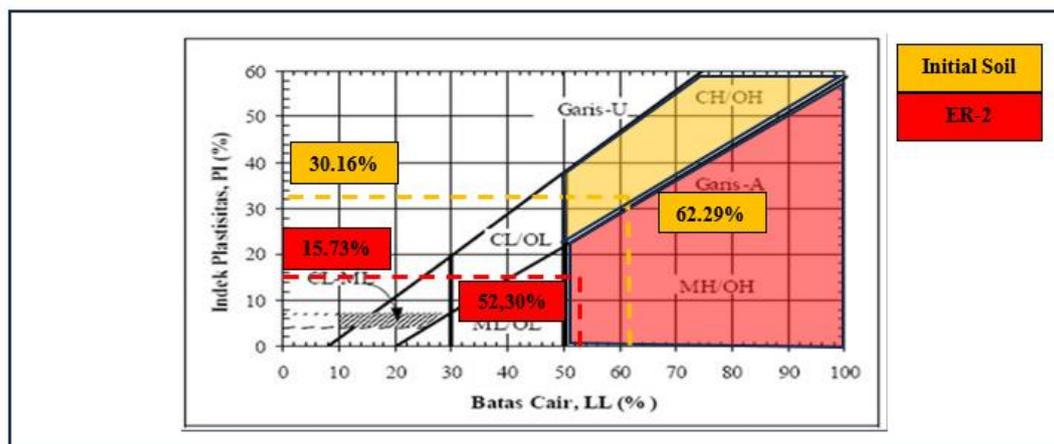


Gambar 8. Grafik Perbandingan Kadar Air

Klasifikasi Tanah Stabilisasi Menggunakan Metode USCS

Perubahan nilai PI pada tanah stabilisasi khususnya pada benda uji ER-2 yang mengalami penurunan nilai PI paling rendah, menyebabkan perubahan klasifikasi tanah stabilisasi

menurut metode USCS seperti pada Gambar 9. Perubahan klasifikasi tanah yang semula berupa *Clay with High Plasticity* (CH) menjadi *Muck of High Plasticity* (MH) menunjukkan bahwa sifat fisis tanah stabilisasi menjadi lebih kuat dibandingkan tanah asli.



Gambar 9. Klasifikasi Tanah Asli dan Tanah Stabilisasi Menurut USCS

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan. Karakteristik tanah asli merupakan termasuk dalam klasifikasi tanah lempung lunak, yaitu dengan kadar lempung 61%. Sementara hasil klasifikasi dari metode USCS menunjukkan bahwa tanah asli termasuk dalam klasifikasi tanah lempung anorganik (CH) atau disebut juga *Fat Clay*. Sementara berdasarkan pengujian *indeks properties* tanah asli menunjukkan nilai kadar air tanah asli cukup tinggi yaitu mencapai 37,945% dengan nilai PI sebesar 30,156%.

Dari pengujian *indeks properties* pada tanah terstabilisasi, terjadi peningkatan kadar air dan nilai PI jika dibandingkan dengan tanah asli. Pada tanah terstabilisasi, peningkatan tertinggi terjadi pada benda uji ER-2

dan kembali turun pada benda uji ER-3. Berdasarkan hal ini dapat disimpulkan bahwa nilai optimum terjadi pada penambahan bahan tambah RCC 15 pada kadar 25%. Penurunan kadar air dan nilai PI pada benda uji ER-3 menunjukkan bahwa reaksi pozzolanic yang terjadi pada pencampuran RCC-15 yang memiliki kandungan silikat dan aluminium dengan kandungan kalsium pada tanah dapat memperbaiki kadar air tanah sehingga secara langsung dapat menurunkan PI tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diberikan terhadap seluruh staff dari Laboratorium Tanah Politeknik Negeri Bandung. Terima kasih juga diucapkan kepada seluruh staff dosen dan seluruh anggota yang

terlibat dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Balakosa, B., & Dasa Putra, A., 2021, *Perubahan Perilaku Tanah Lempung Lunak Akibat Stabilisasi dengan Bahan Aditif Kapur menggunakan Metode Deep Soil Mixing Pola Triangular* (Vol. 9, Issue 2).
- Fajar Nugraha, S., & Susandi, D., 2022, *Pelaksanaan Pematatan Tanah Proyek Jalan Tol (Metode Prefabricated Vertical Drain) Akses Bandara Internasional Jawa Barat Paket 1 (Sta 0+000-Sta 1+850)*.
- Febriansyah, A., 2018, *Kajian Stabilisasi Tanah Lempung Sebagai Material Timbunan Ringan Untuk Lapisan Tanah Dasar Struktur Perkerasan Kaku*. Politeknik Negeri Bandung.
- Fitra Yuda, H., Zakaria, Z., & Sukiyah, E., 2017, Implikasi Kadar Air Tanah Terhadap Daya Dukung Tanah di Wilayah Gambir dan Sekitarnya. In *Bulletin of Scientific Contribution* (Vol. 15, Issue 1).
- Khan, M.I., & Meguid, M.A., 2021, Evaluating the role of geofom properties in reducing lateral loads on retaining walls: A numerical study. *Sustainability (Switzerland)*, 13(9).
- Miao, L., Wang, F., Han, J., Lv, W., & Li, J., 2013, Properties and Applications of Cement-Treated Sand-Expanded Polystyrene Bead Lightweight Fill. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 25(1), 86–93.
- Ningsih Istiana, 2024, *Pengaruh Jenis Tanah Terhadap Perubahan Kuat Dukung Akibat Variasi Kadar Air*. Universitas Muhammadiyah Mataram.
- Putri, A.R.D., 2018, *Pengaruh Kadar Air Terhadap Daya Dukung Pada Tanah Lunak Di Jalan Tol Gempol – Pasuruan*. Universitas Brawijaya.
- Sulistyowati, T., & Muchtaranda, I.H., 2014, *The Effect of Spent Catalyst Addition to the Bearing Capacity of the Expansive Clay Soil Stabilized by Fly Ash* (Vol. 1, Issue 2).
- Utkarsh, & Jain, P.K., 2024, A review on innovative approaches to expansive soil stabilization: Focussing on EPS beads, sand, and jute. *Science and Engineering of Composite Materials*, 31(1).
- Zhafirah, A., & Amalia, D., 2019, *Perencanaan Preloading Dengan Penggunaan Prefabricated Vertical Drain Untuk Perbaikan Tanah Lunak Pada Jalan Tol Pejagan-Pemalang*.