



Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Menggunakan Vermikulit Dan Lumpur Bledug Kuwu Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas

¹Syahril, ²Desy Kumalasari

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung, Indonesia

¹syahril_polban@yahoo.com , ²desy.kumalasari.mtri19@polban.ac.id

Abstract

Road infrastructure conditions in Indonesia is often found the damage of pavement. One of the damage causes is lack of the subgrade bearing capacity. Low bearing capacity and high expansion potential often occurs in expansive soils. Expansive soil has large shrinkage. If a pavement construction is built on expansive soil, the damage will often occur, that is cracks in the pavement. One of the methods used to overcome this problem is to stabilize the soil for increasing the bearing capacity of the expansive soil. The stabilization method used in this research is by adding the vermiculite material and Bledug Kuwu mud. Vermiculite is a material which can absorb of water and while Bledug Kuwu mud has chemicals contains which almost the same as fly ash and contains of CaO such as lime. It is necessary to conduct research to determine the effect of adding vermiculite and Bledug Kuwu mud for finding the unconfined compressive strength on the expansive soil. In this research, the use of vermiculite by 4% for all mixture and variation of the Bledug Kuwu mud by 5%, 10%, 15%. The test results obtained an increase of unconfined compressive strength value on the stabilized soil. The optimum mixture for the unconfined compressive strength values resulted from the third variant of 4% vermiculite and 15% Bledug Kuwu mud.

Keywords: expansive_clay, soil_stabilization, unconfined_compressive_strength, vermiculite, bledug_kuwu_mud

Abstrak

Kondisi infrastruktur jalan raya di Indonesia sering dijumpai adanya kerusakan perkerasan jalan. Salah satu penyebab kerusakan tersebut adalah kurangnya daya dukung tanah dasar. Daya dukung rendah dan potensi ekspansi tinggi sering terjadi pada tanah ekspansif. Tanah ekspansif memiliki penyusutan yang besar. Jika suatu konstruksi perkerasan jalan dibangun di atas tanah ekspansif maka akan sering terjadi kerusakan yaitu retakan pada perkerasan tersebut. Salah satu metode yang digunakan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menstabilkan tanah untuk meningkatkan daya dukung tanah ekspansif. Metode stabilisasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan penambahan material vermikulit dan lumpur Bledug Kuwu. Vermikulit merupakan bahan yang dapat menyerap air sedangkan lumpur Bledug Kuwu memiliki kandungan bahan kimia yang hampir sama dengan fly ash dan mengandung CaO seperti kapur. Perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan vermikulit dan lumpur Bledug Kuwu terhadap kuat tekan bebas pada tanah ekspansif. Pada penelitian ini penggunaan vermikulit sebesar 4% untuk semua campuran dan variasi lumpur Bledug Kuwu sebesar 5%, 10%, 15%. Hasil pengujian didapatkan peningkatan nilai kuat tekan bebas pada tanah yang distabilkan. Campuran optimum untuk nilai kuat tekan bebas dihasilkan dari varian ketiga yaitu vermikulit 4% dan lumpur Bledug Kuwu 15%..

Kata kunci : lempung_ekspansif, stabilisasi_tanah, kuat_tekan_bebas, vermikulit, lumpur_bledug_kuwu.

1. Pendahuluan

Tanah merupakan dasar dari suatu konstruksi bangunan sipil yang berfungsi menerima dan menahan beban dari suatu struktur di atasnya.

Pada tanah ekspansif terdapat beberapa masalah yang sering terjadi yaitu masalah daya dukung tanah yang rendah dan penurunan yang besar. Tanah ekspansif juga memiliki

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 09-02-2021 | Selesai Revisi : 07-03-2021 | Diterbitkan Online : 27-04-2021

kadar air yang tinggi. Sifat tanah yang tidak menguntungkan perlu dikurangi dengan memberikan perkuatan, penggantian tanah atau pencampuran dengan material lain [7].

Menurut [9] penambahan bahan kimia dapat mengikat mineral lempung menjadi padat, sehingga mengurangi kembang susut lempung ekspansif. Beberapa penelitian dilakukan untuk mencari alternatif perbaikan tanah yang pernah dilakukan antara lain dengan mencampur tanah ekspansif dengan kapur, dengan semen portland [1], semen clean set [10], dengan mikro-organisma *Road Tech* [2], dan beberapa penelitian tentang penggunaan waste material seperti *fly ash* [3] dan *bottom ash* [6].

Bahan vermikulit dan lumpur Bledug Kuwu dapat digunakan untuk campuran stabilisasi tanah. Kandungan dari lumpur Bledug Kuwu mengandung SiO₂ sebesar 45,02% ; Al₂O₃ 12,58% ; Fe₂O₃ 4,58% ; K₂O 0,82% ; Na₂O 3,25% ; CaO 11,06 % ; MgO 1,55% ; TiO₂ 0,50% ; LOI 20,02% , maka dalam penelitian ini dilakukan usaha stabilisasi tanah ekspansif dengan penambahan vermikulit dan lumpur Bledug Kuwu. Uji kuat tekan bebas (Unconfined Compression Strength) adalah salah satu uji tanah yang umum dilakukan pada tanah lempung. Dari hasil uji ini akan diketahui parameter tegangan runtuh (qu), dan Cu merupakan nilai kohesi sekaligus nilai tegangan geser tanah tersebut. Tujuan penelitian yaitu untuk menganalisis karakteristik tanah asli dan tanah lempung yang telah di stabilisasi dengan menggunakan bahan additive vermikulit dan lumpur Bledug Kuwu yang variasi campurannya berbeda-beda; dan mengidentifikasi seberapa besar pengaruh penambahan vermikulit dan

lumpur Bledug Kuwu pada tanah lempung terhadap kuat tekan bebas.

1.1. Tanah Ekspansif

Tanah lempung ekspansif terdiri dari tiga komponen yaitu montmorillonite, illite dan kaolinit. Mineral montmorilonit memiliki luas permukaan yang lebih besar dan sangat mudah menyerap air dibandingkan dengan mineral lainnya, sehingga tanah yang peka terhadap pengaruh air ini sangat mudah mengembang dan sering menimbulkan masalah pada bangunan [4].

1.2. Vermikulit

Vermikulit merupakan lapisan mineral silika yang telah mengalami proses pemanasan pada suhu tinggi. Hasilnya adalah bahan yang steril dengan porositas tinggi yang dapat menyerap air dalam jumlah besar dan juga mudah cepat kering. Vermikulit dibuat dalam berbagai gradasi, dari kecil, sedang, hingga besar. Sifat-sifatnya meliputi ringan, tidak mudah terbakar, kompresibilitas, daya serap tinggi, non-reaktif dan tidak berbau, sifat fisik vermikulit dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada penelitian sebelumnya dilakukan dengan mencampurkan semen dengan persentase tetap 8% berat ke dalam tanah kemudian ditambahkan vermikulit dengan variasi berkisar dari 2%, 4%, 6%, 8%, dan 10%. Hasil pengujian menunjukkan penambahan kadar Vermikulit 4% memperoleh nilai maksimum pada uji kuat tekan bebas selama pengawetan selama 7 hari dengan qu = 32,02 kg / cm² pada kondisi kering dan kondisi basah qu = 1,25 kg / cm² [5].

Tabel 1. Sifat Fisik Material Vermikulit

1.	Specific Gravity	2.5
2.	Density	0.55 – 0.75 t/m ³

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 09-02-2021 | Selesai Revisi : 07-03-2021 | Diterbitkan Online : 27-04-2021

3.	Surface moisture content	< 6%
4.	Water absorption capacity	337 % from testing s ample weight

Sumber: Dupre Minerals Ltd

1.3. Bledug Kuwu

Lumpur bledug kuwu merupakan sebuah kawah lumpur yang terjadi secara alami yang disertai dengan letupan-letupan gas yang terletak di Desa Kuwu, Kecamatan Kradenan, Kabupaten Grobogan, Provinsi Jawa Tengah. Dari hasil analisis kimiawi lumpur bledug kuwu memiliki mempunyai kandungan sulfur sebesar $62,883 \times 10^2$ mg/kg dengan rata-rata suhu 32°C , pH 7,5 serta salinitas 57,15 mg / L (Siregar and Siregar 2016).

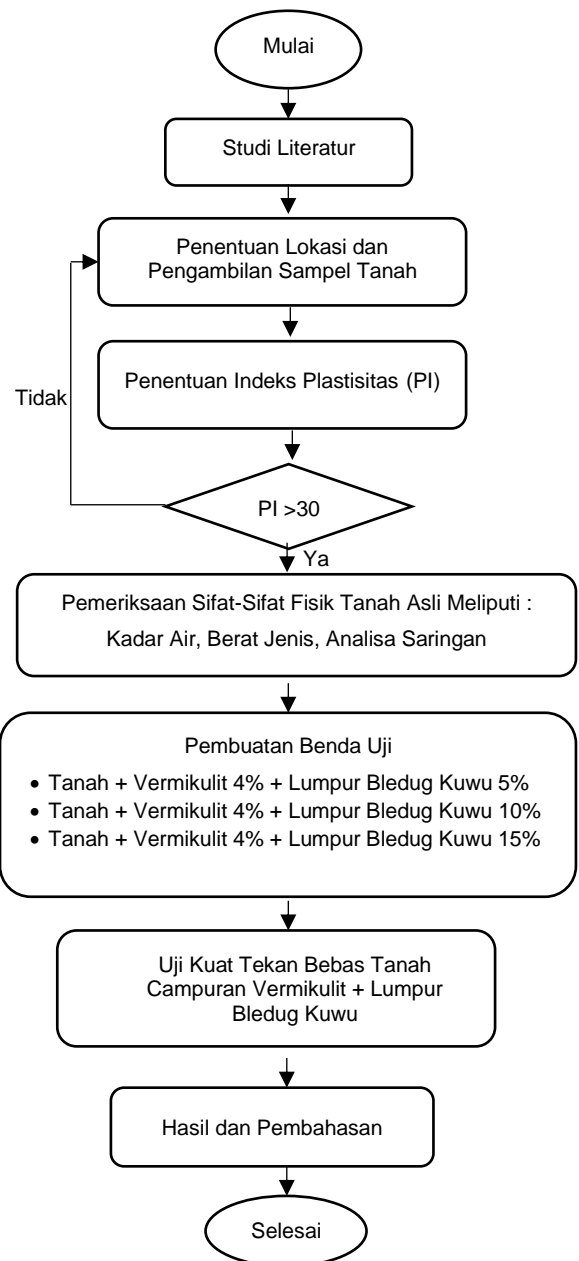
2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini tanah asli yang diuji berasal dari daerah Gedebage, Bandung. Vermikulit diperoleh dari PT. IPI Sunijaya, Jakarta dan lumpur Bledug Kuwu diperoleh dari Desa Kuwu, Kecamatan Kradenan, Kabupaten Grobogan, Jawa Tengah. Standar pengujian yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2 dan diagram alir penelitian umum seperti pada Gambar 1.

HM Tabel 2. Standar Pengujian Laboratorium

No.	Nama Pengujian	Standar Pengujian
1.	Pengujian Kadar Air	ASTM D2216
2.	Pengujian Berat Jenis	ASTM D854
3.	Analisa Ukuran Butiran	ASTM D421
4.	Pengujian Atterberg Limit	ASTM D4318
5.	Pengujian Kuat Tekas Bebas (UCS)	ASTM D2166

Sumber: American Society for Testing and Materials (ASTM)



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Properties Lumpur Bledug Kuwu

Pengujian material bahan campuran stabilisasi untuk mengetahui sifat properties yang terkandung dalam material tersebut dan pengaruhnya terhadap sifat tanah. Pengujian kandungan lumpur Bledug Kuwu dilakukan di Laboratorium Puslitbang Teknologi Mineral dan

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 09-02-2021 | Selesai Revisi : 07-03-2021 | Diterbitkan Online : 27-04-2021

Batubara (TEKMIRA) adapun hasil pengujian kandungan mineral lumpur Bledug Kuwu dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan Kimia Mineral Lumpur Bledug Kuwu

No.	Komposisi Kimia	Proporsi (%)
1.	SiO ₂	45.02%
2.	Al ₂ O ₃	12.58%
3.	Fe ₂ O ₃	4.58%
4.	K ₂ O	0.82%
5.	Na ₂ O	3.25%
6.	CaO	11.06%
7.	MgO	1.55%
8.	TiO ₂	0.50%
9.	LOI	20.02%

3.2. Properties Tanah Asli

Untuk mengetahui sifat tanah berdasarkan kandungan mineralnya maka dilakukan pengujian *X-Ray Diffraction* (XRD). Pada Tabel 4 dapat dilihat prosentase mineral tanah lempung ekspansif berdasarkan pengujian *X-Ray Diffraction* (XRD). Pada umumnya tanah lempung mengandung mineral Illite, Kaolinite, dan Montmorillonite. Halloysite yang bersifat hampir sama seperti Kaolinite dan menyebabkan tanah memiliki sifat ekspansif. Hal tersebut juga dibuktikan dengan hasil pengujian Index Properties yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 4. Tanah Lempung Ekspansif Gedebage Berdasarkan Pengujian X-Ray Diffraction.

Jenis Mineral	Analisa Kuantitatif (%)
Halloysite	73.0
Illite	10.9
Montmorillonite	7.9
Cristobalite	5.3
Quartz	3.0

Tabel 5. *Index Properties* Tanah Lempung Ekspansif Gedebage.

No	Komposisi Kimia	Satuan	Hasil Pengujian
1.	Kadar Air (w)	%	50,89
2.	Berat Jenis (Gs)	-	2,54
3.	Batas Atteberg		
	Batas Cair (LL)	%	85,00
	Batas Plastis (PL)	%	37,00
	<i>Plasticity Index</i> (PI)	%	48,00
4.	Gradasi Butiran		
	Kerikil	%	0,00
	Pasir	%	4,62

	Lanau	%	39,38
	Lempung	%	56,00
5.	Klasifikasi Tanah Metode AASHTO	-	A-7-5

3.3. Pengujian *Plasticity Index* (PI) Tanah Campuran.

Pada Gambar 2 terlihat penurunan yang sangat signifikan nilai *plasticity index* (PI) pada campuran tanah + vermikulit + lumpur Bledug Kuwu. Pada Tabel 6 persentase lumpur Bledug Kuwu sebanyak 5% terjadi penurunan nilai *plasticity index* (PI) sebesar 36,43% dengan presentase penurunan sebesar 24,11 %, untuk persentase lumpur Bledug Kuwu sebanyak 10% terjadi penurunan nilai *plasticity index* (PI) sebesar 24,11% dengan presentase penurunan sebesar 49,78 %, untuk persentase lumpur Bledug Kuwu sebanyak 15% terjadi penurunan nilai *plasticity index* (PI) sebesar 18,40% dengan presentase penurunan sebesar 61,66 %. Jadi dapat disimpulkan bahwa penurunan nilai *plasticity index* (PI) paling besar terjadi pada varian campuran ke 3 (15% lumpur Bledug Kuwu + 4 % vermikulit) .

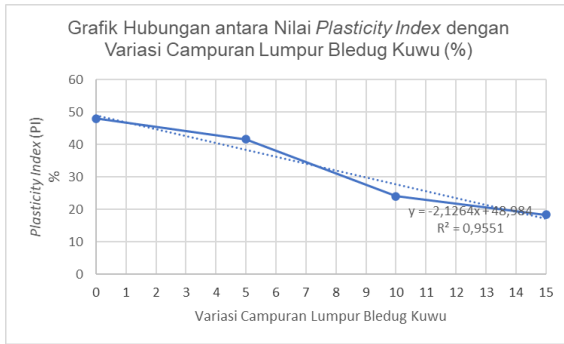
Tabel 6. *Index Properties* Tanah Campuran

No	<i>Index Properties</i>	Sat	Variasi Campuran		
			1	2	3
1.	Atterberg Limit				
1.1.	<i>Plastic Limit</i> (PL)	%	36.57	29.61	24.31
1.2.	<i>Liquid Limit</i> (LL)	%	78.21	53.71	42.72
1.3.	<i>Plasticity Index</i> (PI)	%	41.64	24.11	18.40

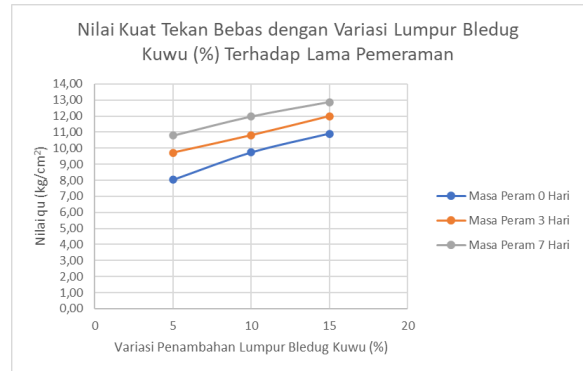
Keterangan
 Variasi 1 = 5% Lumpur Bledug Kuwu + 4% Vermikulit
 Variasi 2 = 10% Lumpur Bledug Kuwu + 4% Vermikulit
 Variasi 3 = 15% Lumpur Bledug Kuwu + 4% Vermikulit

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 09-02-2021 | Selesai Revisi : 07-03-2021 | Diterbitkan Online : 27-04-2021



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Nilai *Plasticity Index* (PI) dengan Variasi Campuran lumpur Bledug Kuwu 5%, 10%, 15%



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Variasi Lumpur Bledug Kuwu (%) Terhadap Lama Pemeraman

3.4 Pengujian Kuat Tekan Bebas (UCS)

Kuat tekan bebas adalah besarnya beban aksial persatuan luas. Metode ini dimaksudkan sebagai acuan dalam melakukan pengujian kuat tekan bebas tanah kohesif, Gaya kohesif adalah gaya tarik menarik antara partikel tanah yang satu dengan partikel tanah yang lain.

Dari hasil penelitian laboratorium untuk nilai qu tanah asli sebelum distabilisasi dapat dilihat pada Tabel 7 dan grafik kenaikan nilai qu dengan presentase lumpur Bledug Kuwu terhadap lama pemeraman dapat dilihat dari Tabel 8 dan Gambar 3.

Tabel 7. Nilai Qu Tanah Asli

Waktu Pemeraman (Hari)	Tanah Asli Sebelum Distabilisasi	qu (kg/cm ²)
0	-	7,547

Tabel 8. Nilai Qu Tanah Stabilisasi Terhadap Lama Pemeraman

Waktu Pemeraman (Hari)	Variasi Lumpur Bledug Kuwu (%)	qu (kg/cm ²)
0	5	8,04
	10	9,73
	15	10,89
3	5	9,72
	10	10,80
	15	11,99
7	5	10,80
	10	11,98
	15	12,87

Untuk nilai qu dengan lama pemeraman terhadap presentase lumpur Bledug Kuwu dapat dilihat pada Tabel 9.

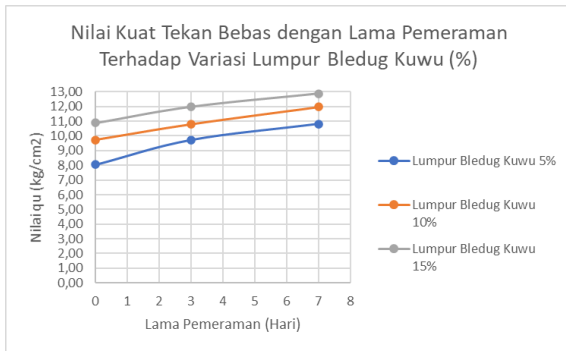
Tabel 9. Nilai Qu Tanah Stabilisasi Terhadap Variasi Lumpur Bledug Kuwu

Waktu Pemeraman (Hari)	Variasi Lumpur Bledug Kuwu (%)	qu (kg/cm ²)
0	5	8,04
3		9,72
7		10,80
0	10	9,73
3		10,80
7		11,98
0	15	10,89
3		11,99
7		12,87

Dari semua data hasil pengujian presentase nilai qu diatas dapat disimpulkan bahwa baik waktu pemeraman maupun presentase lumpur Bledug Kuwu yang diberikan pada material pengujian akan mempengaruhi presentase nilai qu. Pengaruh tersebut adalah berupa peningkatan nilai qu yang dapat diperoleh dengan penambahan waktu pemeraman dan penambahan presentase lumpur Bledug Kuwu secara bertahap pada material pengujian seperti terlihat pada Gambar 4. Terbukti dengan lamanya pemeraman 7 hari dan banyaknya bahan campuran sebesar 15% lumpur Bledug Kuwu menghasilkan nilai qu yaitu sebesar 12,87 kg / cm².

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 09-02-2021 | Selesai Revisi : 07-03-2021 | Diterbitkan Online : 27-04-2021



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Variasi Lumpur Bledug Kuwu (%) Terhadap Lama Pemeraman

4. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian laboratorium diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Hasil pengujian fisik tanah asli menunjukkan bahwa tanah didaerah Gedebage, Bandung termasuk pada golongan tanah lempung ekspansif, sifat ekspansif tanah Gedebage hal ini dibuktikan dari hasil pengujian *index properties* yang menghasilkan $PI > 30$, maka tanah tersebut digolongkan menjadi tanah lempung ekspansif dengan plastisitas tinggi.
- 2) Dari hasil uji batas-batas konsistensi tanah *Atterberg Limit* (batas cair dan batas plastis) bahwa semakin besar penambahan variasi prosentase material tambahan maka nilai indeks plastisitas (PI) akan menurun, ini berarti dengan penambahan material vermikulit dan lumpur Bledug Kuwu pada tanah tersebut akan dapat mengurangi sifat plastis dan kembang susut.
- 3) Dari hasil pengujian kuat tekan bebas dapat disimpulkan bahwa semakin besar proporsi campuran lumpur Bledug Kuwu maka semakin besar peningkatan kuat tekan tanah. Kuat tekan tanah juga

meningkat seiring dengan bertambahnya masa pemeraman.

- 4) Peningkatan kuat tekan tanah tertinggi dalam penelitian ini dicapai dengan menggunakan campuran vermikulit 4% dan lumpur Bledug Kuwu 15% dimana kuat tekan tanah sebesar 12,87 kg/cm² dengan kuat tekan tanah sebelum distabilisasi adalah 7,547 kg/cm².

Nomenklatur

Simbol	Definisi	Satuan
Al ₂ O ₃	aluminium oksida	
ASTM	American Society for Testing and Materials	
CaO	Kalsium Oksida	
Cu	Tegangan Geser	kg/cm ²
Fe ₂ O ₃	Besi(III) oksida	
K ₂ O	Kalium Oksida	
LL	Batas Cair (liquid limit)	%
LOI	Loss On Ignation	
MgO	Magnesium Oksida	
Na ₂ O	Natrium Oksida	
pH	Power of Hydrogen	
PI	Plasticity Index	%
PL	Batas Plastis (plastic limit)	%
Qu	Tegangan Runtuh	kg/cm ²
SiO ₂	Silikon Dioksida	
Temperature	Celcius	(°C)
TiO ₂	Titanium Oksida	
UCS	Unconfined Compression Strength	
XRD	X-Ray Diffraction	

Daftar Rujukan

- [1] Andriani, Andriani, Rina Yuliet, and Franky Leo Fernandez. 2012. "Pengaruh Penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit Terhadap Nilai Cbr Tanah." *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)* 8(1): 29.
- [2] Budi, Gogot Setyo and, and I Nyoman Parta Tanaya. 2002. "Studi Tentang Pengaruh Penggunaan Road Tech 2000 Terhadap Sifat – Sifat Tanah Ekspansif." *Dimensi Teknik Sipil* 4(2): 106–11.
- [3] Budi, Gogot Setyo, Andy Cristanto, and Eddy Setiawan. 2003. "Pengaruh Fly Ash Terhadap Sifat Pengembangan Tanah Ekspansif." *Civil Engineering Dimension* 5(1): 20–24.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 09-02-2021 | Selesai Revisi : 07-03-2021 | Diterbitkan Online : 27-04-2021

- [4] Gunarti, ASS. 2014. "Jurnal BENTANG Vol. 2 No. 1 Januari 2014." *Daya Dukung Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Spent Catalyst Rcc 15 Dan Kapur* 2(1): 1–8. <http://jurnal.unismabekasi.ac.id/index.php/bentang/article/view/359>.
- [5] Hendry and Amalia Dewi. 2016. "Menggunakan Vermikulit Dan Semen Untuk Meningkatkan Daya Dukung (Ucs)." *Jurnal Teknik Sipil* 3(2): 19–32.
- [6] P Aditya Luhur and, and Kuncoro Bambang. 2007. "STABILISASI TANAH LEMPUNG EKSPANSIF SEMARANG – PURWODADI KM - 57 DENGAN BOTTOM ASH PT . APAC INTI CORPORA SEMARANG (The Stabilization Expansive Clay Soil Semarang – Purwodadi Km 57 With Bottom Ash PT . APAC INTI CORPORA Semarang)." *Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro*.
- [7] Riki Uning dkk. 2018. "Pengaruh Penambahan Kapur Padam Dan Abu Sekam Padi Pada Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Nilai Pemadatan." *Journal Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa (UST)*: 50–57.
- [8] Siregar, Sepridawati, and Nora Idiawati Siregar. 2016. "Analisis Dan Pemanfaatan Unsur Belerang Dan Salinitas Lumpur Bledug Kuwu Di Desa Kuwu, Kecamatan Kradenan, Kabupaten Grobongan, Jawa Tengah." *Positron* 6(1): 40–42.
- [9] Sudjianto, Agus Tugas. 2007. "STABILISASI TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DENGAN GARAM DAPUR (NaCl)." *Teknik Sipil* 8(1): 53–63.
- [10] Sumarno, Agung et al. 2021. "Pemanfaatan Limbah Spent Bleaching Earth Pada Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Clean Set Cement." *Jurnal Teknologi Lingkungan* 22(1): 104–10.

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 09-02-2021 | Selesai Revisi : 07-03-2021 | Diterbitkan Online : 27-04-2021
