

PENGARUH PEMERAMAN TERHADAP STABILISASI TANAH LATERIT CAMPURAN ZEOLIT AKTIVASI WATERGLASS TERHADAP NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO

Marthen M Tangkeallo A*, Bleiser Tanari B, David S.V.L Bangguna C

*Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sintuwu Maroso, Poso, 94619

E-mail penulis, korespondensi: tangkeallomarthen@gmail.com

ABSTRAK

Tanah merupakan dasar dari suatu konstruksi, baik itu konstruksi bangunan maupun konstruksi jalan. Salah satu syarat baik buruknya tanah ditentukan oleh besarnya nilai kapasitas dukung tanah (CBR). Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan pengaruh waktu pemeraman terhadap nilai CBR tanah laterit yang distabilisasi zeolit dengan menggunakan aktivasi waterglas. Pengujian ini berpedoman pada ASTM untuk setiap pengujian. Material tanah laterit dominan mengandung oksidasi besi yang tinggi FeO yang berwarna merah bata kecoklatan. Bahan stabilisasi zeolit dominan memiliki mineral kristal *Alumina Silikat* (SiO_2), yang mempunyai empat fungsi utama, yaitu sebagai *ion exchanger*, *adsorption*, *catalysit* dan penyaring *moiccular sieving*. Stabilisasi dilakukan dengan 4%, 8%, 12%, 16% zeolit alam terhadap berat tanah dan *waterglass* sebesar 6% dari berat tanah. Spesimen diuji diperam 0 hari, 7 hari dan 14 hari. Hasil pengujian menunjukkan nilai CBR tanah asli 18,70% dan meningkat sejalan dengan bertambahnya bahan stabilisasi zeolit dan seiring dengan meningkatnya masa peram tertentu. Nilai CBR tanah laterit stabilisasi zeolit dengan aktivasi *waterglass* mengklasifikasikan 2 sampai 3 kali dengan rasio peningkatan CBR sebesar 38,82%, 41,81% dan 46,46% pada masa peram 14 hari.

Kata Kunci: CBR, Tanah Laterit, Waterglass, Zeolit

ABSTRACT

Soil is the base of construction, both building construction and road construction. One of the poor soil conditions is determined by the soil bearing capacity (CBR) value. The objective of this study is to obtain the effect of curing time on the CBR value of a zeolite-stabilized laterite soil activated by waterglass. The tests were conducted as per ASTM for each test. The laterite soil dominated by iron oxidation in brownish red FeO. The stabilizing material zeolite contains crystalline minerals of Alumina Silicate (SiO_2), having four main functions including ion exchanger, adsorption filter, catalyst and molecular sieving. While waterglass dominated by sodium meta silicate. Stabilization conducted using 4%, 8%, 12%, 16% natural zeolite compared to dry weight of the soil and waterglass equals to 6% of dry weight of laterite soil. Specimen tested on curing time of 0, 7 and 14. Test result shows the CBR result untrated soil 18,70% and increasing along with zeolite addition and along with increasing curing time. CBR value of laterite soil stabilization using zeolite activated by waterglass increased 2 to 3 times with the increasing CBR value of 38,82%, 41,81% and 46,46% at 14 days of curing time.

Kata kunci : CBR, Laterite Soil, Waterglass, Zeolite

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan material kontruksi pada daerah tertentu sering menjadi masalah karena sulit diperoleh, mahal, dan jumlahnya terbatas. Pengaruh stabilisasi tanah terhadap pemanfaatan material lokal dengan cara meningkatkan daya dukung tanah dapat merubah karakteristik tanah dengan pencampuran secara kimia sehingga tanah yang digunakan dapat dimanfaatkan dengan syarat tertentu. Tanah laterit sangat potensial dikembangkan karena memiliki stok yang sangat banyak di daerah Kabupaten Toraja Utara, Sulawesi Selatan. Material tanah laterit didominasi oleh senyawa besi (FeO) dengan kandungan sebesar 59,96% [1], berwarna merah bata kecoklatan dan juga berwarna kuning, memiliki ukuran butiran tanah yaitu kerikil, pasir, lanau dan lempung sangat berpengaruh terhadap tekstur tanah yang tersementasi dengan baik [2]. Bahan minorologi dan penyaluran ukuran partikel tanah laterit sangat berpengaruh terhadap sifat dan karakteristiknya. Nilai plastisitas serta kuat tekan tanah ditentukan oleh ukuran butir halus sampai

dengan kasar yang di nilai dari sifat geoteknik. Tanah laterit mempunyai keunggulan tidak cepat mengembang dalam air, ini tergantung meniral lempung pada tanah laterit tersebut [3]. Di Indonesia, diperkirakan terdapat sekitar 8.085 juta Ha tanah laterit yang tersebar di pulau Jawa, Kalimantan, Papua, Sumatra, dan Sulawesi [4]

Zeolit sebagai bahan pencampuran mempunyai mineral kristal *Alumina Silikat* (SiO_2) sebesar 64,57%-81,83%. [1]. Di Desa Sangkaropi Toraja Utara, Sulawesi Selatan diperkirakan mempunyai sumber daya kurang lebih 168.480.000 ton dengan *catchment area* sekita 360.000 m² [5]. Zeolit memiliki ruang tiga dimensi yang bisa melebur dari tetrahedral $[\text{SiO}_4]^{4-}$ itu berarti terdiri dari mineral kristal alumina silikat berpori terhidrat. Atom-atom oksigen yaitu dapat korelasikan oleh tetrahedral sehingga bisa mendapatkan tiga ukuran berongga dan terbuka yang biasanya logam-logam alkali tanah dan molekul air yang didalamnya diisi oleh atom-atom yang bergerak bebas [6]. Selain sebagai bahan stabilisasi pada kontruksi, zeolit juga digunakan dalam kehidupan sehari seperti pada proses pengeringan makanan, industri kertas, pemurnian oksigen, pengontrol polusi atau limbah radioaktif untuk rumah tangga, penangkap SO_2 , penghilang bau, dan imbu makanan ternak. Selain itu, zeolit juga dipakai sebagai pembebas nitrogen ammonia dari pabrik, perikanan tambak ikan dan udang, penetral ion logam dari air, serta dipakai di sektor pertanian [7].

Bahan aktivasi *waterglass* dengan komposisi *Sodium Metasilikat* (Na_2SiO_3 atau $\text{NaSiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) biasa disebut *Sodium Silikat* merupakan bagian dari garam yang larut dalam air. Seperti kristal kalau dalam bentuk padat, bila *waterglas* meleleh pada temperatur 1018°C apabila dilarutkan dalam air panas. *Waterglas* terikat dan lebih kuat apabila berupa cairan yang masuk kedalam pori tanah dan bereaksi dengan tanah. *Waterglass* akan lebih mudah masuk atau meresap kedalam tanah apabila *waterglas* berbentuk *gel* asalkan ditambahkan dengan air pada komposisi tertentu. [7].

2. METODOLOGI

2.1.Lokasi

Bahan material tanah laterit dan zeolit alam diambil di lokasi yang berada di Toraja Utara, Sulawesi Selatan pada koordinat 157°-158°15' BT dan 2°50'45"-2°52"LS. Sementara itu, bahan aktivasi *waterglass* didapatkan dari pabrik dalam bentuk *Sodium Silika*. Penelitian ini adalah eksperimental di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sintuwu Maroso, Sulawesi Tengah.

2.2.Rancangan Pengujian

Metode USCS dan AASTHO digunakan sebagai rujukan pengklasifikasian tanah dan pengujian karakteristik tanah laterit. Pengujian mekanis dengan menggunakan metode *California Bearing Ratio* pada tanah laterit dicampur dengan zeolit alam dengan kadar 4%, 8% dan 12% diaktivasi *waterglass* 6% dari berat tanah asli atau tanah laterit, dan kemudian diuji pada masa peram 0, 7, 14 hari. Analisis nilai daya dukung tanah laterit selama waktu pemeraman akibat pengaruh dari komposisi zeolit dan *waterglass* kemudian dilakukan. Sifat-sifat fisik tanah diuji di laboratorium termasuk kadar air, distribusi ukuran butir, batas konsistensi tanah dievaluasi melalui uji batas Atterberg, sedangkan untuk kompaksi diuji dengan pedatan *proctor* standar.

Tabel 1. Rancangan pengujian laboratorium benda uji

No Sampel	Proporsi (Berat)			Jumlah sampel			Jumlah sampel total
	Tanah Laterit (%)	Waterglass (%)	Zeolit Alam (%)	Masa pemeraman (hari)			
				0	7	14	
S1	100	0	0	3	0	0	3
S2	92	6	4	3	3	3	12
S3	88	6	8	3	3	3	12
S4	84	6	12	3	3	3	12

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1.Karakteristik Fisis dan Mekanis Tanah Laterit

Hasil pengujian berat jenis (G_s) tanah laterit memberikan nilai sebesar 2,71, menunjukkan bahwa tanah ini masuk pada golongan lanau tak organik. Pengujian analisa saringan butiran tanah lebih dominan *silt* sebesar 56,6%. Besarnya daya dukung tanah asli tergolong konsistensi menengah atau medium dengan nilai CBR 18,70%

Dari pengujian analisa saringan dan *hydrometer*, diperoleh distribusi ukuran butir tanah laterit. Karakteristik kepadatan tanah laterit maksimum dan kadar air optimum dilakukan dengan pengujian kompaksi hal ini menghasilkan keadaan pertama contoh sampel uji kekuatan tanah serta daya dukung tanah laterit. Semua pengujian dilakukan *proctor* standar tanah. Sifat mekanis tanah laterit dengan pengujian pemadatan menghasilkan nilai kadar air optimum sebesar 26,00% serta berat isi kering tanah sebesar 1,497 gr/cm³. Untuk lebih jelasnya, karakteristik tanah laterit yang diidentifikasi melalui pengujian sifat fisis dan mekanis tanah laterit diperlihatkan pada Tabel 2

Tabel 2. Karakteristik fisik dan mekanis tanah laterit

No	Karakteristik Tanah	Hasil Pengujian		Standar Pengujian	Klasifikasi Tanah
		Satuan	Nilai		
A.Sifat fisis tanah					
1	Berat Jenis (G_s)	-	2,71	D-126	Tanah Berlanau A-5 menurut sistem AASHTO, dan MH menurut sistem klasifikasi USCS
2	Kadar air (w)	%	32,42	D 2216-98	
3	Analisa saringan			C-136-06	
	a. kerikil	%	15,80		
	b. pasir	%	10,70		
	c. lanau	%	56,60		
	d. lempung	%	16,90		
4	Batas-batas konsistensi				
	a. Batas cair (LL)	%	58,66	D – 423-66	
	b. Batas plastis (PL)	%	48,21	D – 424-74	
	c. Indeks plastis (PI)	%	13,35	D – 424-74	
B.Sifat mekanis tanah					
1	Pemadatan Standard Proctor			D – 698	
	a. Berat kering maksimum (γ_d maks)	gr/cm ³	1,497		
	b. Kadar air optimum (w_{opt})	%	26,00		

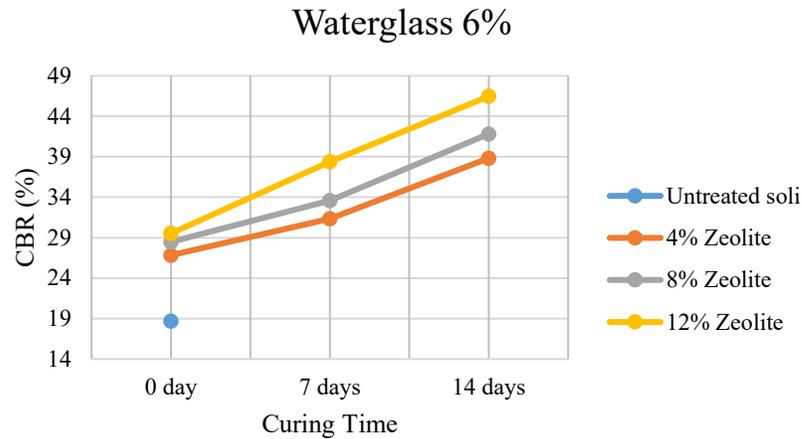
3.2. Daya Dukung Tanah Laterit Stabilisasi Zeolit Aktivasi *Waterglass*

Pengujian CBR pada sampel tanah dengan aktivator *waterglass* sebesar 6% dan variasi zeolit sebesar 4%, 8% dan 12 % terhadap campuran tanah laterit dilakukan untuk mendapatkan daya dukung tanah, Pengujian ini dilakukan setelah melalui masa pemeraman selama 0, 7 dan 14 hari. Pengujian stabilisasi zeolit terhadap tanah laterit dengan aktivator *waterglass* dilakukan pada kondisi optimum *proctor*.

Hasil pengujian *Carifornia Bearing Ratio* (CBR) melalui uji eksperimental pada tanah laterit yang dicampur dengan zeolit dengan aktivator *waterglass* dapat dilihat pada Tabel 3. Terjadi perubahan nilai daya dukung pada tanah laterit dengan campuran *waterglass* dan zeolit dibandingkan dengan tanah asli. Selain itu, terjadi peningkatan daya dukung seiring dengan bertambahnya waktu pemeraman. Daya dukung tanah S2, S3, dan S4 dengan masa pemeraman 14 hari masing-masing adalah sebesar 38,82%, 41,81% dan 46,46%.

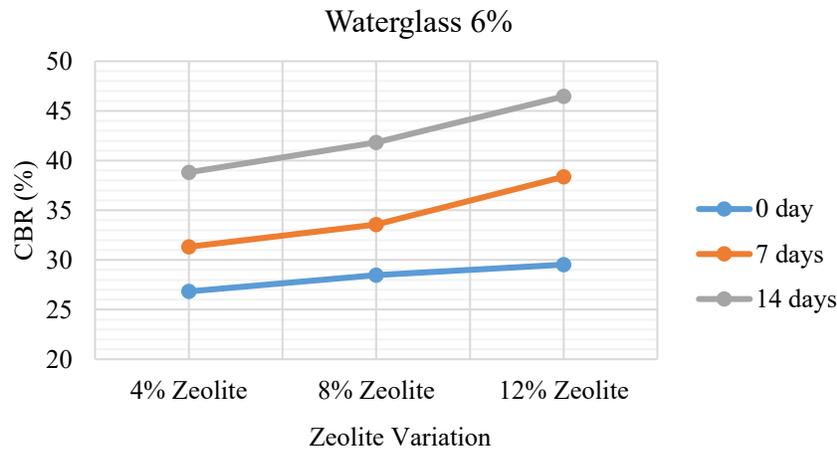
Tabel 3. Hasil Pengujian CBR Tanah Laterit yang dicampur Zeolit dengan Aktivator *Waterglass*

No sampel	Proporsi (Berat)			CBR (%) Masa Pemeraman		
	Tanah Laterit (%)	<i>Waterglass</i> (%)	Zeolit Alam (%)	Masa Pemeraman		
				0 hari	7 hari	14 hari
S1	100	0	0	18,70		
S2	92		4	26,83	31,32	38,82
S3	88	6	8	28,48	33,57	41,81
S4	84		12	29,53	38,37	46,46



Gambar 1. Pengaruh waktu peram tertentu terhadap nilai CBR

Gambar 1 menunjukkan korelasi hasil campuran variasi zeolit 4%, 8% dan 12% yang diaktivasi dengan *waterglass* 6% terhadap daya dukung tanah laterit dengan masa pemeraman 0 hari sampai dengan 14 hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dari waktu peram 0 hari ke 7 hari, terjadi hasil peningkatan CBR sebesar 14% sampai dengan 33%, Waktu peram 7 hari sampai 14 hari mendapat perhitungan hasil peningkatan CBR 7% sampai 12%. Sementara itu, nilai CBR tanah asli terhadap masa pemeraman 14 hari terjadi peningkatan sebesar 2 sampai dengan 2,5 kali. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu pemeraman terjadi peningkatan nilai CBR, karena pada *waterglass* terdapat *Sodium Silikat* dan pada zeolit dapat menjadi *filler* yang baik bagi campuran tanah sehingga terjadi kekuatan bahkan mengurangi permeabilitas tanah.



Gambar 2. Pengaruh variasi zeolit terhadap nilai CBR

Gambar 2 menunjukkan nilai CBR atau daya dukung tanah laterit yang distabilisasi dengan bahan *zeolite* dengan variasi 4%, 8% dan 12% yang diaktivasi dengan *waterglass* 6%. Nilai CBR tanah meningkat seiring dengan lama masa pemeraman. Peningkatan ini terjadi karena pada zeolit terdapat mineral kristal *Alumina Silikat* (SiO_2) sebesar 64,57%-81,83% yang berfungsi sebagai bahan pengikat. Penambahan aktivator *waterglass* dengan komposisi *Sodium Meta Silikat* (Na_2SiO_3) juga berfungsi sebagai bahan pengikat.

Untuk mendukung hasil penelitian maka, maka hasil pengujian yang didapatkan dari penelitian ini dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu. Pada studi terdahulu, hasil pengujian CBR di Laboratorium menunjukkan bahwa nilai CBR tanah asli tanpa rendaman (*unsoaked*) sebesar 14,915%. Setelah dilakukan stabilisasi dengan penambahan 5% zeolit dengan waktu pemeraman selama 1 hari, nilai CBR tanpa rendaman meningkat menjadi 19,165%. CBR rendaman (*Soaked*) tanah asli meningkat dari 3,945%

menjadi 7,725% pada tanah yang distabilisasi dengan 5% Zeolit dengan waktu pemeraman selama 7 hari dan 4 hari rendaman [8]. Pada penambahan garam anorganik (*waterglass*) sebanyak 10 % dan masa perawatan 28 hari, terjadi peningkatan nilai uji tekan bebas sebesar 49,76 % dan nilai CBR sebesar 54.81 % dari tanah asli [9]. Hasilnya pengujian kuat tekan bebas (UCS), terjadi peningkatan pada tanah asli 220% dan setelah ditambahkan 3 mol/L Na_2SiO_3 terjadi peningkatan UCT sebesar 270% [10], Pada komposisi semen 5%, dan zeolit pada komposisi sebesar 20%, 30% dan 40% dari berat semen. Hasil pengujian kuat tekan bebas campuran 30% zeolit dari berat semen pada perawatan 28 hari meningkatkan regangan sebesar 33% [11]. Uji kekuatan tekan bebas (UCS) ketika semen diganti dengan zeolit pada proporsi optimal 30% dan masa peram 28 menunjukkan adanya peningkatan daya dukung antara 20% dan 78%. Efisiensi dari penggunaan zeolit meningkat seiring dengan peningkatan jumlah semen dan porositas. [12]

KESIMPULAN

Pengujian eksperimental terhadap tanah laterit mengidentifikasi bahwa tanah memiliki konsistensi medium yang tergolong pada jenis tanah lanau. Waktu pemeraman mempengaruhi hasil CBR, dimana semakin lama waktu pemeraman, nilai CBR juga akan semakin meningkat. Dengan tersebut memberikan pemahaman bahwa zeolit berfungsi sebagai *filler* untuk memperkuat daya dukung tanah laterit dan *waterglass* serta mengurangi permeabilitas tanah. Pada masa peram 14 hari dengan variasi zeolit alam 4%, 8% dan 12% nilai CBR meningkat sebesar 2 sampai 2,5 kali dari tanah asli.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. M. Tangkeallo, L. Samang, A. Bakri Muhiddin, A. R. Djameluddin, Experimental study on bearing capacity of laterite soil stabilization using zeolite activated by waterglass and geogrid reinforcement as base layer, *J. Eng. Appl. Sci.*, vol. 15, no. 6, (2020) 1496–1501, DOI: [10.36478/jeasci.2020.1496.1501](https://doi.org/10.36478/jeasci.2020.1496.1501).
- [2] F. Achampong, R. A. Anum, F. Boadu, N. B. Djangmah, L. P. Chegbele, Chemical stabilization of laterite soils for road construction. case study: the laterite soils at Legion, *Int. J. Sci. Eng. Res.*, vol. 4 no. 11 (2013). 2019–2041.
- [3] O. Amu, S. Ogunniyi, O. Oladeji, Geotechnical properties of lateritic soil stabilized with sugarcane straw ash, *Am. J. Sci. Ind. Res.*, vol. 2 no. 2 (2011) 323–331, 2011, DOI: [10.5251/ajsir.2011.2.2.323.331](https://doi.org/10.5251/ajsir.2011.2.2.323.331).
- [4] M. Tangkeallo, L. Samang, A. Djameluddin, A. Muhiddin, Pengaruh waktu pemeraman dan gradasi zeolit terhadap kuat tekan bebas tanah laterit stabilisasi zeolit aktivasi waterglass, *J. Tek. Sipil*, (2019) 83–88.
- [5] P. Zeolit, D. I. Daerah, T. Toraja, O. W. Kartawa, K. Darwin, Potensi zeolit di daerah Sangkaropi-Mendila, Tana Toraja, Sulawesi Selatan, vol. XVI, no. 6, (2006) 371–386.
- [6] G. Demirbaş, Stabilization Of Expansive Soils Using Bigadic Zeolite (Boron By-Product), Middle East Technical University, (2009).
- [7] T. Las, H. Zamroni, Penggunaan zeolit dalam bidang industri dan lingkungan, *J. Zeolit Indones.*, vol. 1, (2002) 27–34.
- [8] I. T. Purwanto, Pengaruh stabilisasi batu zeolit terhadap nilai CBR pada tanah berbutir halus, Tugas Akhir: Universitas Islam Indonesia, (2020).
- [9] I. Aschuri, Perbaikan tanah ekspansif (Expansive Soil) dengan menggunakan garam anorganik dari campuran waterglass (Na_2SiO_3), (2004).
- [10] H. Moayedi, B. B. K. Huat, S. Kazemian, S. Daneshmand, Stabilization of organic soil using sodium silicate system grout, *International Journal of Physical Sciences Vol. 7(9)* (2011) 1395 - 1402, DOI: [10.5897/IJPS11.1509](https://doi.org/10.5897/IJPS11.1509)
- [11] A. Sheikh, M. Akbari, G. Shafabakhsh, Laboratory study of the effect of zeolite and cement compound on the unconfined compressive strength of a stabilized base layer of road pavement. *Journal of Hazardous Materials* 156 (2008) 317–326.
- [12] H. Mola-Abasi, I. Shooshpasha, Influence of zeolite and cement additions on mechanical behavior of sandy soil, *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, Volume 8 Issue 5 (2016) 746-752.