

STABILISASI TANAH LEMPUNG LUNAK DENGAN ZEOLIT SEBAGAI MATERIAL SUB GRADE

Nursamiah¹⁾, Dasyri Pasmah²⁾, Nurafifah³⁾, Nurul Maramat⁴⁾

^{1,2)}Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

^{3,4)}Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

This research was started by taking soil samples and testing conducted in the laboratory to determine the physical and mechanical properties of the soil, then continued with making soil samples for testing of free compressive strength and CBR Lab. with 5 variations of zeolite from 0%, 10%, 15%, 20% and 25%. From the results of this study, it was found that the soft soil sample had moisture content = 90.58%, bulk weight = 1.52 gr/cm³, specific gravity = 2.26, liquid limit = 65.20% and plastic limit = 36.96% with a plastic index value of = 28.24%. Based on the soil classification system using the USCS (Unified Soil Classification System), the soft soil types from the Bili-bili Dam include CH (Clay-High) soil types, clays with high plasticity values. Free compressive strength test on stabilized soft soil samples with various variations of zeolite obtained the highest compressive strength value of 0.259 kg/cm², namely the soft soil sample + zeolite = 25%. The soft soil without zeolite has a CBR value of 1.24% and after the addition of zeolite, it has a significant increase, up to 74.10% in the 25% soft soil sample. The results showed that the soft soil of the Bili-bili Dam, which was stabilized with zeolite, could be recommended as a subgrade material for the road.

Keywords: *soft clay, zeolit, cbr*

1. PENDAHULUAN

Pada konstruksi jalan, tanah dasar merupakan lapisan tanah yang akan menerima beban dari lapisan-lapisan perkerasan yang ada di atasnya, yang juga merupakan bagian terakhir yang menerima distribusi beban dari lapisan permukaan. Tanah dasar turut mempengaruhi tingkat kemahalan pembangunan jalan raya karena daya dukung tanah dasar menentukan tebal tipisnya lapisan perkerasan pondasi. Tanah sebagai tempat berdirinya suatu konstruksi harus mampu menahan beban yang bekerja di atasnya karena tanah merupakan landasan yang menerima dan menahan beban-beban yang ada di atasnya. Sebagai landasan, tanah harus mempunyai daya dukung yang baik untuk mendukung beban konstruksi. Oleh karena itu sebelum dilaksanakan pekerjaan konstruksi, harus diketahui terlebih dahulu daya dukung tanahnya. Penggunaan tanah sebagai subgrade jalan harus mempunyai kekuatan daya dukung tertentu. Selama ini, tanah yang tidak baik terutama dari jenis tanah lempung lunak dibuang karena memiliki daya dukung yang sangat rendah, dan digantikan dengan tanah yang lebih baik, tentunya yang memiliki nilai daya dukung yang memenuhi spesifikasi. Bertolak dari uraian di atas, penulis mencoba melakukan penelitian untuk perbaikan tanah lunak dalam usaha pemanfaatannya untuk material jalan raya, dengan cara melakukan stabilisasi dengan bahan Zeolit, dengan harapan dapat meningkatkan nilai daya dukung tanah lunak tersebut sehingga dapat digunakan sebagai material timbunan tanah dasar (subgrade).

Studi sebelumnya telah banyak dilakukan untuk Stabilisasi antara lain: Naji,N.K.,et.al.,2010 di Philadelphia melakukan penelitian stabilisasi semen untuk meningkatkan sifat teknis agregat dasar,serta kinerja perkerasan secara keseluruhan. Teknik stabilisasi ini dianggap sebagai alternatif yang menarik dalam aplikasi perkerasan karena biaya rendah dan ramah lingkungan

Inoue,et al.2004 melakukan penelitian dengan memanfaatkan Ariake Clay (Sea Ariake Japan) dengan stabilisasi semen dan kapur digunakan untuk perbaikan tanah liat lunak dan tanah organik. Hasilnya, peningkatan berbeda antara jenis pencampuran. pada dasarnya semen dan kapur membuat stabilisasi tanah liat dengan reaksi hidrasi, tapi proses reaksi kimia mereka berbeda satu sama lain.

Stabilisasi tanah pengerukan memperlihatkan peningkatan kinerja kekuatan geser untuk semua campuran dibandingkan dengan bahan lain seperti pasir dan kerikil (Grubb.et al.2010)

Kodikara J.,2005 dari Universitas Clayton Australia, Dalam penelitian stabilisasi tanah memberikan hal baru untuk perbaikan perkerasan, dan umumnya lebih baik untuk rekonstruksi karena relatif murah dan menggunakan kembali bahan yang ada, atau ramah lingkungan. Dikatakan bahwa teknologi ini baik dan dapat digunakan untuk mengembangkan stabilisasi subbase atau base atau keduanya.

¹ Korespondensi penulis: Nursamiah, Telp 085394188491, nur_samiah@poliupg.ac.id

Gnanendran C.,T.2010 dari Universitas New South Wales Australia memberikan hasil bahwa, Bahan granular yang distabilisasi dengan bahan pengikat semen, baik selama pembuatan jalan baru atau rehabilitasi perkerasan jalan lama, meningkatkan karakteristik kekuatan, kekakuan dan kinerja jangka panjang akibat beban lalu lintas.

Arif Wibawa (2015), melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan limbah gypsum terhadap nilai kuat geser tanah lempung. Dalam penelitiannya, tanah lempung distabilisasi dengan penambahan limbah gypsum. Dimana Setiap penambahan campuran limbah gypsum terjadi kenaikan nilai kuat geser tanah (s) pada tanah lempung.

Nursamiah (2016), melakukan penelitian tentang pengaruh tanah lunak yang distabilisasi dengan semen *Masterflow 810* terhadap daya dukung tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada uji kimia untuk tanah lunak didaerah tamalanrea Makassar, mengandung unsur SiO₂ sebesar 46,37% dan CaO sebesar 2,55%. Karakteristik dasar tanah tersebut dengan menggunakan metode USCS, di klasifikasikan sebagai jenis tanah CH (lempung anorganik dengan plastisitas tinggi). dan peresentase terbesar untuk nilai CBR (daya dukung) tanah lunak yang distabilisasi dengan semen masterflow berada pada kadar semen *masterflow* 20% sebesar 56,67% yang mengalami peningkatan sebesar 98,12% dari nilai CBR tanah lunak tanpa distabilisasi.

Nursamiah (2018), melakukan penelitian tentang study daya dukung tanah lempung lunak yang distabilisasi dengan pasir laut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tanah lunak mengandung unsur silica (SiO₂) sebesar 46,37%, sedangkan pada pasir laut juga mengandung silica (SiO₂) sebesar 40,475%. Karakteristik dasar tanah lempung lunak dengan menggunakan metode USCS, diklasifikasikan sebagai jenis tanah CH (Clay Heigh = lempung anorganik dengan nilai plastisitas tinggi), dengan kadar air sebesar 143.75% termasuk tanah yang sangat lunak. CBR tanah lunak yang distabilisasi dengan pasir laut berada pada pasir laut 20% sebesar 23,33%, dan mengalami peningkatan sebesar 79,98% dari nilai CBR tanah lunak tanpa distabilisasi.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut diatas memberi inspirasi tim peneliti untuk melakukan penelitian dengan penggunaan tanah sedimen dam bili-bili yang distabilisasi dengan *zeolit*, yang nantinya akan dijadikan material timbunan yang memenuhi spesifikasi sebagai material timbunan.tanah dasar (subgrade)

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan melakukan survey di lapangan dan kajian literatur untuk pengambilan sampel di lapangan, dalam hal ini pengambilan sampel tanah lunak yang berasal dari sedimen dam bili-bili. Kemudian melakukan uji laboratorium mekanika tanah, dalam hal ini menentukan sifat fisik/ karakteristik dari tanah lunak tersebut. Hasil pengujian ini menjadi dasar pertimbangan untuk melanjutkan pengujian berikutnya berupa penggunaan bahan tambah atau stabilisasi dan melakukan perbaikan karakteristik dengan metode stabilisasi. Perbaikan tanah dengan metode stabilisasi ini menggunakan bahan tambah yaitu *zeolit*. Metode stabilisasi tanah lunak yang menggunakan *zeolit* dengan empat variasi campuran yaitu 10%, 15%, 20%, 25%. Selanjutnya dilakukan pengujian sifat mekanis, dalam hal ini melakukan uji pemadatan, uji CBR (California Bearing Ratio), dan uji kuat tekan bebas (UCS).

Hasil pengujian selanjutnya dilakukan analisis data untuk mengetahui kapasitas atau perilaku kekuatan tanah tersebut akibat penambahan persentase *zeolit*. Hasil pengujian ini untuk mengetahui kapasitas dan potensi utilitas bahan timbunan stabilisasi *zeolit*. Pelaksanaan pengujian dilaksanakan di laboratorium Pengujian Tanah dengan mengacu pada standar-standar pengujian, AASHTO, ASTM dan SNI

Tabel 1. Standar yang digunakan dalam pengujian

No	Jenis Metode	No. Standar		
	Pengujian	AASHTO	ASTM	SNI 03 - 1989 - 2000
1	Kadar Air	T - 265 - 79	D - 2216	SNI 03 - 1965 - 1990
2	Batas - batas Atterberg			
	- Batas Plastis (PL)	T - 90 - 74	D - 424 - 74	SNI 03 - 1966 - 1990
	- Batas cair (LL)	T - 89 - 74	D - 423 - 66	SNI 03 - 1967 - 1990
3	Berat Jenis Tanah	T - 265	D - 162	SNI 03 - 1964 - 1990
4	Berat Isi / Volume		D-2216-98	SNI 03 - 3637 - 1994
5	Analisa Saringan	T - 88	D - 422	SNI 03 - 1968 - 1990
6	Kuat Tekan Bebas (UCS)	T - 208 - 70	D - 633 - 1994	SNI 03 - 6887 - 2002
7	Pemadatan		D-698 & D-1557	SNI 03 - 1743 - 1989
8	CBR		D-1883	SNI 03 - 1744 - 1989

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium dengan menggunakan standar-standar pengujian, didapat hasil diantaranya : sifat fisik, sifat mekanis tanah, selanjutnya diketahui kapasitas dukung material tanah stabilisasi *zeolit*. Capaian tersebut dianalisis untuk mengetahui standar atau persyaratan untuk digunakan pada material timbunan tanah dasar (subgrade).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Propertis

Berikut adalah data-data hasil pengujian propertis yang ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. Hasil Pengujian Propertis tanah Lunak

No.	Jenis Penelitian	Hasil	Satuan
1	Kadar Air tanah lempung lunak	90.58	%
2	Berat Isi tanah lempung lunak	1.52	gr/cm ³
3	Berat Jenis tanah lempung lunak	2.26	-
4	Persen lolos # no.200	96.09	%

Pengujian kadar air tanah lunak, dilakukan pada kondisi tanah asli, dimana nilai kadar air yang diperoleh sebesar 90,58% dan memiliki berat isi sebesar 1,52 gr/cm³ tanpa pencampuran Zeolit. Untuk nilai berat Jenis pada tanah lunak yang diuji memiliki berat jenis sebesar 2,26. Untuk pengujian analisa saringan dengan cara basah diperoleh persen lolos saringan no. 200 atau pada ukuran 0,075 mm sebesar 96,09%.

Tabel 3. Hasil Pengujian Propertis Zeolit

No.	Jenis Penelitian	Hasil	Satuan
1	Kadar Air Zeolit	8.177	%
2	Berat Isi Zeolit	1,73	gr/cm ³
3	Berat Jenis Zeolit	2,45	-
4	Analisa Saringan Zeolit lolos no.200	0,43	%

Dari hasil pengujian propertis pada tabel 3., didapatkan nilai Kadar Air *Zeolit* sebesar 8.177% dimana *Zeolit* tersebut dapat dikatakan kering karena nilai kadar airnya kurang dari 20%, berat jenis sebesar 2.45, berat isi sebesar 1.73 gr/cm³ dan terakhir pengujian Analisa saringan didapatkan persentase yang lolos saringan No. 200 sebesar 0.43 % .

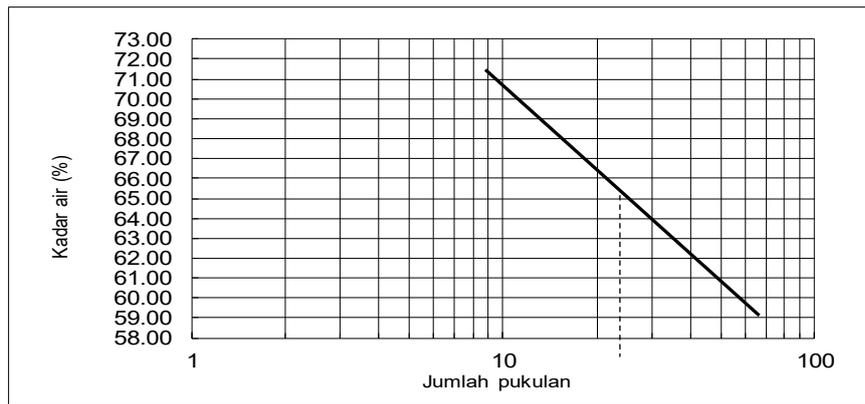
2 . Pengujian Sifat-sifat Mekanis

a. Batas – Batas Atterberg

Setelah melakukan pengujian batas – batas Atterberg di laboratorium, maka diperoleh data seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Batas – Batas Atterberg

Jenis Penelitian	Hasil	Satuan
Batas Cair	65.20	%
Batas Plastis	36.96	%
Indeks Plastis	28.24	%



Gambar 1. Batas cair (Liquid Limit)

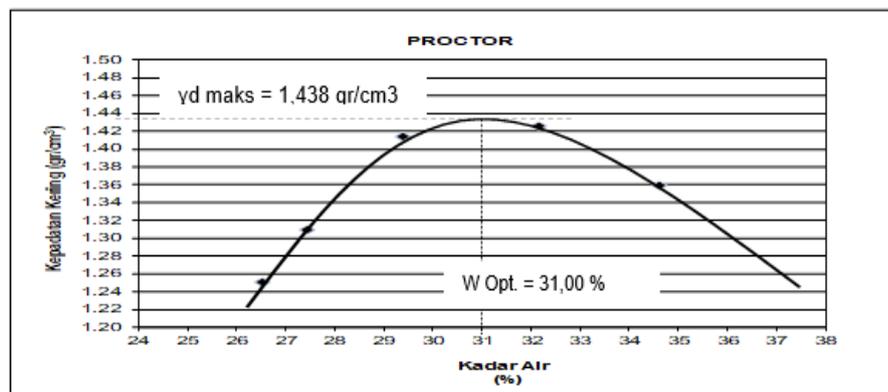
Pada tabel. 4 menunjukkan bahwa nilai batas cair (LL) sebesar 65.20 %, nilai batas plastis (PL) sebesar 36.96 % dan nilai indeks plastisitas (PI) sebesar 28.40 %. Dengan hasil Pengujian batas-batas Atterberg dan analisa saringan, dilakukan klasifikasi tanah USCS (*Unified Soil Classification system*), diperoleh jenis tanah sedimen tersebut adalah CH (lempung dengan nilai plastisitas tinggi).

b. Kuat Geser Langsung

Setelah dilakukan pengujian kuat geser langsung untuk tanah lunak, tidak ada nilai geseran, karena tanah lunak tersebut tdk menghasilkan nilai geseran.

c. Pemadatan

Pengujian pemadatan dilakukan untuk memperoleh nilai kadar air optimum dan nilai kepadatan kering maksimum. Gambar 2. di bawah ini adalah grafik pemadatan tanah lunak



Gambar 2. Grafik Pemadatan laboratorium tanah lempung lunak

Dari hasil pengujian pemadatan diperoleh kadar air optimum (W_{opt}) sebesar 31.00 % dan nilai kepadatan kering sebesar (γ_d) sebesar 1.438 gram/cm³.

d. CBR Lab.

Pengujian CBR dilakukan untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah dalam keadaan padat maksimum. Adapun hasil pengujian dari CBR yang diperoleh seperti pada tabel 5.

Tabel 5 Hasil Pengujian CBR Lab.

No.	Variasi	Nilai CBR (%)
1	Tanah lunak	1.24
2	Tanah lunak + Zeolit 10 %	3.99
3	Tanah lunak + Zeolit 15 %	26.23
4	Tanah lunak + Zeolit 20 %	40.07
5	Tanah lunak + Zeolit 25 %	74.10

Pada tabel 5 Untuk sampel tanah lunak tanpa *Zeolit*, diperoleh nilai CBRnya sebesar (1.24 %), sedangkan yang menggunakan *Zeolit* 10 % (3.99 %), *Zeolit* 15% (26,23 %), *Zeolit* 20% (40.07%) dan *Zeolit* 25% (74.10%). Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan daya dukung tanah. Dan nilai CBR (daya dukung) tanah lunak yang distabilisasi dengan zeolite dan yang memenuhi spesifikasi sebagai material Subgrade yaitu berada pada stabilisasi *Zeolit* 15% keatas.

Tabel 6. Peningkatan nilai CBR Langsung

Variasi	Nilai CBR (%)	Peningkatan Nilai CBR variasi <i>Zeolit</i> terhadap nilai CBR Tanah lunak tanpa variasi <i>Zeolit</i> (%)
Tanah lunak	1.24	-
Tanah lunak + <i>Zeolit</i> 10 %	3.99	68.92
Tanah lunak + <i>Zeolit</i> 15 %	26.23	95,27
Tanah lunak + <i>Zeolit</i> 20 %	40.07	96,90
Tanah lunak + <i>Zeolit</i> 25 %	74.10	98,32

Tabel 6. di atas memperlihatkan hasil dari pada peningkatan nilai CBR tanah lunak dengan variasi *zeolit* terhadap nilai CBR tanah lunak tanpa *zeolit*. Nilai/angka maksimum tersebut berada pada variasi *zeolit* 25%, dengan nilai peningkatannya sebesar 98,32 %.

Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Uraian	qu	Satuan
Tanah lunak	-	kg/cm ²
Tanah lunak + <i>Zeolit</i> 10 %	0.111	kg/cm ²
Tanah lunak + <i>Zeolit</i> 15 %	0.124	kg/cm ²
Tanah lunak + <i>Zeolit</i> 20 %	0.246	kg/cm ²
Tanah lunak + <i>Zeolit</i> 25 %	0.259	kg/cm ²

Dari data yang telah diperoleh dapat dilihat bahwa kuat tekan maksimum terdapat pada variasi *Zeolit* 25% sebesar 0.259 kg/cm².

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil klasifikasi *USCS* (Unified Soil Classification System) jenis tanah Lunak termasuk Jenis tanah CH (*Clay High*) atau lempung yang memiliki nilai plastisitas yang tinggi. Nilai karakteristik tanah Lunak terdiri atas kadar air sebesar 90.58 %, berat isi sebesar 1,52 gr/cm³, berat jenis sebesar 2,26 dan persen lolos saringan no. 200 sebesar 96.09 %.
2. Setelah dilakukan stabilisasi dengan *Zeolit* maka didapatkan nilai CBR Langsung yang memenuhi spesifikasi minimal 10% untuk dijadikan material tanah timbunan sesuai dengan SNI 03-1744-1989/ASTM D 1883 adalah pada variasi *Zeolit* minimal 15% dengan nilai CBR masing-masing utk (*zeolite* 15% nilai CBR = 26,23%) , (*zeolite* 20% nilai CBR = 40,07%), (*zeolite* 25% nilai CBR = 74,10%)
3. Tanah lembung lunak dapat digunakan sebagai tanah timbunan biasa setelah distabilisasi dengan *zeolite* minimal 15%.

5 DAFTAR PUSTAKA

- _____. 2006. *Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Pekerjaan Tanah Dasar*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. Diakses pada tanggal 28 Februari 2016 11:11 AM.
- _____. 2006. *Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Pedoman penyelidikan dan pengujian tanah dasar untuk pekerjaan jalan*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. Diakses pada tanggal 28 Februari 2016 7:18 PM.
- Das, B.M. 1993. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Erlangga, Jakarta.
- Gnanendran C., T., and Jegatheesan P., 2010., Determination of Fatigue Life of a Granular Base Material Lightly Stabilized with Slag Lime from Indirect Diametral Tensile Testing., *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 136, No. 8, August 1, 736–745.

- Gouw, Tji-Liong. 2000. Klasifikasi Tanah., Workshop Sertifikasi (G-1) Himpunan Ahli Teknik Tanah Indonesia Vol.1
- Grubb, D. G., Chrysochoou, M., Smith, C. J., and Malasavage, N. E. 2010. Stabilized Dredged Material I: A parametric study. *J. Geotech. Geoenviron. Eng.*, 136(8), 1011–1024
- Hardiyatmo. 2010. *Stabilisasi Tanah*. Tanah Lempung..., 4 – 18. Diakses 28 Februari 2016.
- Hardiyatmo, Christady Hary. *Mekanika Tanah I dan II*. Jakarta: Gramedia Pustaka, 1999.
- Inoue, H., Kidera, S., Miura, N., 2004. Mechanical and Chemical Analyses of Improvement Effect on Stabilized Ariake Clay by Cement and Quick Lime. *Proc. International Symposium on Lowland Technology*
- Indriani Santoso. 2003. *Sifat fisik Bottom Ash*. Diakses pada tanggal 5 pebruari 2019
- I Wayan Suarnita. 2012. *Senyawa Kimia Bottom Ash*. Diskes pada tanggal 5 Pebruari 2019
- Kodikara, Jand Sriji C., 2005. Modeling of Moisture Diffusion in Crushed Basaltic Rock Stabilized with Cementitious Binders., *J. Mater. Civ. Eng.*, 17(6) 703–710
- Kreb dan Walker. 1971. *Stabilisasi Tanah*. Tanah Lempung..., 4 – 18. Diakses 28 Februari 2016.
- Naji, N. Khoury, and Robert Brooks. 2010. Performance of a Stabilized Aggregate Base Subject to Different Durability Procedures. *J. Mater. Civ. Eng.*, 22(5), 506-514
- Nursamiah. 2016. *Pengaruh Tanah Lunak Yang Distabilisasi Dengan Semen Masterflow 810 Terhadap Daya Dukung Tanah*. Volume 2, ISBN. 978-602-60766-0-1, 46 – 57
- Nursamiah. 2018. *Study Daya Dukung Tanah lempung lunak yang distabilisasi dengan pasir laut*. ISBN. 978-602-60766-4-9, 137 - 141
- Suyono Sosrodarsono, Kazuto Nakazawa. *Mekanika Tanah & Teknik Pondasi*. Jakarta: Pradnya Paramita, 1980.
- Terzaghi (1967). "Sifat – sifat umum lempung lunak". Dalam Jurnal Konstruksi Sekolah Tinggi Teknologi Garut".
- Wesley, L.D. 1977. *Mekanika Tanah*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum., Jakarta

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada yang telah membantu dalam penelitian ini, terkhusus kepada pihak dikti yang telah memberikan pendanaan melalui DIPA Politeknik Negeri Ujung Pandang sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.