

PENGARUH PENAMBAHAN SOIL STABILIZER SEBAGAI BAHAN STABILITAS TANAH LEMPUNG DENGAN PENGUJIAN STANDARD PROCTOR DAN UNCONFINED COMPRESSIVE TEST

R.A. Sri Martini^{1*}, Hartini², Erny Agusri³, Travela Virnanda Natasya⁴

¹²³⁴Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang

*E-mail : sri_martini@um-palembang.ac.id

Abstract

The clay soil used in this study came from Tebing Kawat Village, Talang Ubi District, Pali Regency, South Sumatra Province. The soil sample used was disturbed soil. Soil Stabilizer was used as a mixture to increase the bearing capacity of the soil with a mixture variation of 0%, 6%, 12%, and 18% with a curing time of 0, 7, 14 days in the compaction test (standard proctor) and unconfined compressive strength (unconfined compressive test). Soil property index tests include water content (w), specific gravity (Gs), liquid limit (LL), plastic limit (PL), sieve analysis soil volume weight test mechanical tests include compaction tests (standard proctor) and unconfined compressive strength tests (unconfined compressive test). From the test results obtained the value of the original soil water content of 37.87% the value of the water content after being given a mixture of 28.71%, 19.865%, 13.66%, the specific gravity of the original soil 2.59, the specific gravity after being given a mixture of 2.62, 2.67, 2.74, the liquid limit of the original soil was obtained 48.89 after being given a mixture to 46.67, 43.49, 39.06, while the plastic limit test of the original soil 38.83 given a mixture decreased 32.72, 26.12, 17.84. The results of the sieve analysis of the percentage passing sieve No. 200 with the addition of soil stabilizer made the soil condition granular while the saturation and porosity values were 111.60% and 42.90%, meanwhile the results of the maximum dry volume weight compaction test at 14 days of curing time were 1.452 with a mixture of 18% and the optimum water content decreased by 37.53% to 27.53% with a mixture of 18%, the qu value was 1.9425 and cu was 0.97125 at a mixture of 18%.

Key Words : Clay Soil, Soil Stabilizer, Stabilization, Unconfined Compressive Strength, Standard Proctor

1. PENDAHULUAN

Tanah mempunyai peranan yang sangat penting dalam dunia Teknik Sipil dimana hampir seluruh bangunan konstruksi sipil berhubungan dengan tanah. Tanah merupakan media untuk konstruksi berdiri, tanah yang baik adalah tanah yang dapat menahan atau mampu menopang beban diatasnya tanpa mengalami penurunan atau pun pergeseran. Kegagalan suatu konstruksi dapat disebabkan karena tanah yang bermasalah, salah satu jenis tanah yang bermasalah adalah tanah lempung.

Tanah lempung adalah tanah yang berasal dari pelapukan kimiawi dimana penyusun batuan tanah memiliki ukuran mikroskopik

hingga submikroskopik berukuran kurang dari 0,002 mm. Menurut Hadiyatmo, (2017) tanah lempung memiliki sifat-sifat tanah seperti ukuran butir halus kurang dari 0,002 mm, permeabilitas rendah, kenaikan kapiler tinggi, bersifat sangat kohesif, kadar kembang susut yang tinggi, dan proses konsolidasi lambat.

Tanah lempung memiliki daya dukung yang relatif rendah dan sifat tanah ini berbahaya jika tidak di jaga karena tanah dapat mengalami perubahan yang signifikan, sehingga dapat mempengaruhi kestabilan konstruksi yang berada diatas tanah tersebut. Ketidakstabilan konstruksi yang terjadi dapat di atasi dengan melakukan stabilisasi atau perbaikan tanah. Stabilisasi tanah adalah usaha dalam

melakukan perbaikan tanah terutama karakteristik tanah sehingga dapat memenuhi syarat teknik sesuai konstruksi yang akan dibangun. Menurut Rustam, (2019) stabilitas tanah adalah suatu metode yang digunakan untuk meningkatkan kemampuan daya dukung suatu lapisan tanah dengan cara memberikan perlakuan (*treatment*) khususnya terhadap lapisan tanah tersebut. Stabilisasi tanah dapat dilakukan secara mekanis maupun secara kimiawi dengan menggunakan bahan tambahan material lain untuk memperbaiki kondisi tanah sehingga dapat meningkatkan sifat dan daya dukung tanah. Salah satu alternatif untuk menstabilkan tanah adalah dengan menambahkan bahan aditif seperti *soil stabilizer* pada tanah.

Soil stabilizer merupakan bahan aditif yang berfungsi untuk memadatkan (solidifikasi) dan menstabilkan (*stabilizer*) tanah secara fisik dan kimia yang berupa material serbuk halus yang terdiri dari komposisi mineral anorganik yang mengandung senyawa *calciumchloride dihydrate* dengan pH 8,24. *Soil stabilizer* juga mampu membuat tanah lembek menjadi keras, dengan kandungan yang dimiliki *soil stabilizer* dapat meminimalisir kadar air yang dimiliki tanah. Penelitian tentang stabilisasi tanah juga dilakukan Lapian, (2019) yang melihat pengaruh penggunaan *lime soil stabilizer* dapat meningkatkan kuat tekan tanah lempung laterit rata-rata sebesar 4,43%, sedangkan Sutriatmo dan Marzuki, (2018) melakukan pengujian tanah gambut yang distabilisasikan dengan kapur dan *lime soil stabilizer*, menunjukkan bahwa pemakaian kapur 5% dan *lime soil stabilizer* 3% menghasilkan CBR 10,13% pemeraman 7 hari dan perendaman 4 hari.

2. METODOLOGI

Metode yang digunakan peneliti dalam melakukan seluruh proses penelitian yaitu pengujian dilakukan dengan skala laboratorium. Kegiatan penelitian dimulai dari studi literatur tentang pengujian tanah,

penentuan lokasi tanah. Adapun lokasi tanah lempung berasal dari Desa Tebing Kawat Kecamatan Talang Ubi Kabupaten Pali.



Gambar 1. Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah lempung terganggu (*disturbed*). Pengujian indeks properties tanah meliputi kadar air (*w*), batas cair (*LL*), batas plastis (*PL*), indeks plastis (*IP*), analisa saringan, dan berat volume tanah. Pengujian sifat fisik dan mekanik tanah dari sampel tanah dilakukan pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.



Gambar 2. Salah Satu Pengujian Indeks Propertis Tanah

Pengujian dilakukan pada tanah asli dan tanah campuran *soil stabilizer* dengan variasi 0%, 6%, 12%, dan 18%. Uji sifat fisik tanah yang dilakukan adalah uji kadar air (SNI 1965-2008), uji berat jenis (SNI 1964-2008), uji batas plastis (SNI 1966-2008), uji batas cair (SNI 1967-2008), dan analisa saringan (SNI 3423-2008). Sedangkan uji mekanik meliputi uji kepadatan ringan untuk tanah (SNI 1742-

2008) dan uji kuat tekan bebas (SNI 3638-2012).

Pengujian sifat mekanik pada penelitian ini menggunakan uji kepadatan (*standard proctor*) dan kuat tekan bebas. Pengujian pemadatan tanah standar atau *standard proctor* bertujuan menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah dengan cara memadatkan tanah didalam cetakan silinder berukuran tertentu. Tanah yang telah disaring menggunakan saringan No. 4 (4,75 mm) dicampur dengan *soil stabilizer* persentase penambahan sebesar 0%, 6%, 12%, dan 18%. Berat tanah yang diuji adalah berat tanah asli

dikurangi persentase berat *soil stabilizer*, perhitungan campuran dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.



Gambar 3. Pengujian Sifat Mekanik

Tabel 1. Rencana Campuran Pemadatan Tanah 0 Hari

Variasi Campuran	Campuran Tanah Asli (kg)	<i>Soil Stabilizer</i> (kg)	Masa Pemeraman 0 Hari	Jumlah Sampel
TA + SS 0%	2	0	5	5
TA + SS 6%	1,88	0,12	5	5
TA + SS 12%	1,76	0,24	5	5
TA + SS 18%	1,64	0,36	5	5
Total Sampel				20

Tabel 2. Rencana Campuran Pemadatan Tanah 7 Hari

Variasi Campuran	Campuran Tanah Asli (kg)	<i>Soil Stabilizer</i> (kg)	Masa Pemeraman 7 Hari	Jumlah Sampel
TA + SS 0%	2	0	5	5
TA + SS 6%	1,88	0,12	5	5
TA + SS 12%	1,76	0,24	5	5
TA + SS 18%	1,64	0,36	5	5
Total Sampel				20

Tabel 3. Rencana Campuran Pemadatan Tanah 14 Hari

Variasi Campuran	Campuran Tanah Asli (kg)	<i>Soil Stabilizer</i> (kg)	Masa Pemeraman 14 Hari	Jumlah Sampel
TA + SS 0%	2	0	5	5
TA + SS 6%	1,88	0,12	5	5
TA + SS 12%	1,76	0,24	5	5
TA + SS 18%	1,64	0,36	5	5
Total Sampel				20

Pengujian kuat tekan bebas bertujuan untuk menentukan nilai kuat tekan bebas atau menentukan nilai q_u pada tanah. Untuk membuat benda uji kuat tekan bebas diperlukan

nilai kadar air tanah optimum yang didapatkan dari pengujian Pemadatan Tanah Standar (PTS), pada tiap variasi campuran karena nilai kadar air optimum telah didapat dari pengujian

PTS, maka dalam pembuatan benda kuat tekan bebas tidak perlu mencari kadar air optimum.

Pembuatan sampel pada pengujian ini dilanjutkan dari pengujian PTS kemudian tanah dari pengujian tersebut diratakan menggunakan sekrup besi pada bagian cetakan PTS dan diletakan cetakan kuat tekan bebas yang telah diolesi oli terlebih dahulu dan diisi sampai tanah mengisi cetakan. Setelah semua cetakan terisi penuh kemudian cetakan kuat tekan bebas dikeluarkan dari cetakan PTS dan untuk mengeluarkan contoh tanah kuat tekan bebas menggunakan bantuan alat sondir, selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan bebas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Indeks Propertis Tanah Asli dan Campuran

Pengujian indeks propertis tanah lempung dilakukan untuk mengidentifikasi tanah asli dan tanah campuran. Hasil indeks propertis untuk tanah lempung pada penelitian ini berupa parameter-parameter antara lain kadar air (w), berat jenis (Gs), batas cair (LL), batas plastis (PL), derajat kejenuhan (%), porositas (%), dan analisa saringan. Adapun hasil uji yang diperoleh dari indeks propertis tanah disajikan pada Tabel 4.

Pada pengujian kadar air yang di perlihatkan pada Tabel 4 dimana kadar air yang didapat dari sampel tanah asli memperoleh hasil sebesar 37,87%. Pada proses penambahan

soil stabilizer kadar air tanah mengalami penurunan yang paling signifikan berada pada campuran 18% yaitu sebesar 13,66%. Dari hasil pengujian analisa saringan hasil persentase tanah lolos saringan No. 200 berdasarkan standar AASHTO dari penambahan *soil stabilizer* membuat kondisi tanah menjadi berbutir, terbukti semakin besar penambahan *soil stabilizer* yang tertahan di saringan No. 200 semakin mengecil. Penambahan *soil stabilizer* sebagai bahan tambah dimana nilai berat jenis (Gs) tanah asli sebesar 2,59 kg/m² dengan campuran SS 6% menjadi 2,62 kg/m², SS 12% sebesar 2,67 kg/m², dan SS 18% sebesar 2,74 kg/m². Semakin besar persentase penambahan *soil stabilizer*, maka semakin besar nilai berat jenis (Gs). Pada pengujian batas cair (LL) dengan penambahan *soil stabilizer* sebagai bahan tambah dimana nilai batas cair (LL) tanah asli sebesar 48,89%, SS 6% sebesar 46,67%, SS 12% sebesar 43,49%, dan 18% sebesar 39,06%. Berdasarkan hasil pengujian dapat dilihat penambahan persentase *soil stabilizer* dapat memberikan pengaruh terhadap nilai batas cair. Semakin besar persentase penambahan *soil stabilizer*, maka nilai batas cairnya semakin kecil. Penambahan *soil stabilizer* dapat memberikan pengaruh terhadap nilai batas plastis dimana dengan penambahan tersebut nilai batas plastis mengalami penurunan tanah asli sebesar 38,83% menjadi 17,84%. Penambahan *soil stabilizer* juga mengalami penurunan di indeks plastisitas (IP) sebesar 26,42% menjadi 21,21%.

Tabel 4. Hasil Pengujian Indeks Propertis Tanah

No.	Identifikasi Tanah	T.Asli	T.Asli + SS 6%	T.Asli + SS 12%	T.Asli + SS 18%
1	Kadar Air (%)	37,87	28,71	19,86	13,66
2	<i>Specific Gravity</i> (Gs)	2,59	2,62	2,67	2,74
3	Batas Cair (LL) (%)	48,89	46,67	43,49	39,06
4	Indeks Plastisitas (%)	26,42	23,95	22,37	21,21
5	Batas Plastis (PL) (%)	38,83	32,72	26,12	17,84
6	Tanah Lolos Saringan No. 200 (%)	35,31	29,48	20,08	18,37
7	Derajat Kejenuhan (%)	111,60	109,93	107,32	104,02
8	Porositas (%)	42,90	43,56	44,61	46,03

No.	Identifikasi Tanah	T.Asli	T.Asli + SS 6%	T.Asli + SS 12%	T.Asli + SS 18%
9	Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO	A-7-6	A-2-6	A-2-6	A-2-6
10	Klasifikasi Tanah Menurut USCS	CH	CL	CL	CL

Dari hasil pengujian derajat kejenuhan mengalami penurunan setelah ditambahkan *soil stabilizer*, derajat kejenuhan tanah asli sebesar 111,6% menjadi 104,02% pada campuran 18%. Sedangkan nilai porositas mengalami kenaikan setelah ditambahkan *soil stabilizer* tanah asli sebesar 42,9% menjadi 46,03%. Klasifikasi menurut AASHTO tanah asli A-7-6 menjadi A-2-6, menurut USCS tanah asli mulanya CH menjadi CL.

Hasil Uji Pemadatan Tanah Asli dan Penambahan Soil Stabilizer

Pengujian pemadatan tanah menggunakan metode pemadatan tanah standar (*standard proctor*). Dari hasil pengujian pemadatan yang telah dilakukan maka didapatkan nilai berat isi

kering tanah asli pada masing-masing pemeraman harinya, didapatkan nilai yang paling besar peningkatannya pada pemeraman 14 hari. Dilihat Tabel 5 berat isi kering maksimum (ρ_d maks) mengalami peningkatan pada penambahan 6% *soil stabilizer* sebesar 1,338 gr/cm³ pemeraman 7 hari. Pada penambahan 12% berat volume kering terus mengalami kenaikan sampai pada pencampuran *soil stabilizer* 18% titik tertinggi penambahan sebesar 1,452 gr/cm³ atau 8,25% dari campuran sebelumnya yang merupakan berat isi kering maksimal (ρ_d maks), ini disebabkan oleh selama siklus basah kering tanah stabilisasi memperoleh waktu pemeraman yang semakin lama, hasil yang diperoleh durabilitas dari tanah stabilisasi meningkat.

Tabel 5. Hasil Uji Pemadatan Tanah Asli dan Penambahan Soil Stabilizer

Variasi Campuran	Berat Volume Kering Maksimum (gr/cm ³)	Kadar Air Optimum (%)
0 Hari		
TA + SS 0%	1,257	39,83
TA + SS 6%	1,301	37,41
TA + SS 12%	1,342	35,31
TA + SS 18%	1,422	29,31
7 Hari		
TA + SS 0%	1,324	40,31
TA + SS 6%	1,338	36,35
TA + SS 12%	1,432	30,07
TA + SS 18%	1,438	29,13
14 Hari		
TA + SS 0%	1,342	37,53
TA + SS 6%	1,373	35,53
TA + SS 12%	1,421	31,45
TA + SS 18%	1,452	27,53

Kekuatan perawatan dapat ditingkatkan dengan meningkatkan jumlah pembasahan, karena pembasahan dapat menyediakan air

yang cukup untuk hidrasi dalam mekanisme stabilisasi. Selain itu, perilaku yang ditunjukkan oleh benda uji juga disebabkan

oleh pengaruh kadar air dan berat volume tanah kering yang digunakan. Karena pengaruh kadar air yang tinggi dengan berat volume tanah kering yang rendah dapat menyebabkan penurunan potensi pengembangan.

Pada Tabel 5 didapatkan hasil pemadatan dengan penambahan *soil stabilizer* sebagai bahan tambah dimana kadar air optimum tanah asli sebesar 37,53%, campuran *soil stabilizer* 6% sebesar 35,53% campuran *soil stabilizer* 12% sebesar 31,45%, dan campuran tertinggi pada campuran *soil stabilizer* 18% sebesar 27,53%. Berdasarkan hasil pengujian yang didapatkan, dapat dilihat bahwa penambahan bahan pengujian *soil stabilizer* didapat nilai kadar air optimumnya mengalami penurunan pada penambahan 6% sampai dengan 18% terus mengalami penurunan yang signifikan sehingga kadar air optimum terendah pada

penambahan 18% *soil stabilizer* sebesar 27,53% atau turun sebesar 19,86% dari penambahan 6% *soil stabilizer*.

Hasil Uji Kuat Tekan Bebas dan Penambahan Soil Stabilizer

Pada hasil pengujian kuat tekan bebas didapatkan nilai tertinggi pada pemeraman 14 hari, pada tanah asli + campuran 18% masa pemeraman 14 hari tersebut mendapatkan nilai daya dukung (q_u) terbesar dari varian lainnya sebesar 1,94250 kg/cm², jika dibandingkan dengan hasil pengujian kuat tekan bebas pada tanah asli dan campuran masa pemeraman 0 hari dan 7 hari. Maka dari hasil data q_u pada Tabel 6 didapat nilai C_u dengan menggunakan rumus $q_u/2$.

Tabel 6. Hasil Uji Kuat Tekan Bebas dan Penambahan Soil Stabilizer

Variasi Campuran	Nilai q_u (kg/cm ²)			Nilai C_u (kg/cm ²)		
	0 Hari	7 Hari	14 Hari	0 Hari	7 Hari	14 Hari
TA + SS 0%	0,32220	0,34813	0,80095	0,16110	0,17407	0,40048
TA + SS 6%	0,34394	0,64097	1,11017	0,17197	0,32049	0,55508
TA + SS 12%	0,66609	0,83777	1,33799	0,33304	0,41889	0,66900
TA + SS 18%	0,69721	1,05497	1,94250	0,34861	0,52749	0,97125

Dari Tabel 7 dan Tabel 8 hasil pengujian kuat tekan bebas didapat analisa perbandingan nilai q_u dan C_u dengan pemeraman 14 hari mengalami peningkatan pada variasi campuran 6%, 12%, 18%.

Tabel 7. Nilai Daya Dukung (q_u) Pemeraman 14 Hari pada Pengujian Kuat Tekan Bebas

Variasi Campuran	Persentase Kenaikan (%)
TA + SS 0%	20,52
TA + SS 6%	38,60
TA + SS 12%	45,18
TA + SS 18%	80,09

Pada hasil pengujian kuat tekan bebas dengan penambahan variasi campuran, nilai q_u yang paling tinggi yaitu pada varian 18% *soil*

stabilizer dari 1,94250 kg/cm² dengan persentase kenaikan sebesar 142,52% terhadap kuat tekan bebas pada tanah asli.

Tabel 8. Nilai Kohesi (C_u) Pemeraman 14 Hari pada Pengujian Kuat Tekan Bebas

Variasi Campuran	Persentase Kenaikan (%)
TA + SS 0%	20,52
TA + SS 6%	38,60
TA + SS 12%	45,18
TA + SS 18%	80,09

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisa data dari pengujian pemadatan tanah standar (*standard proctor*) dan kuat tekan bebas mengenai variasi persentase penambahan bahan campuran

berupa *soil stabilizer* 6%, 12%, 18% pada tanah lempung dengan masa pemeraman 0, 7, 14 hari maka dapat disimpulkan:

1. Terjadinya perubahan fisik yang ditandai dengan menurunnya nilai kadar air tanah, dimana kadar air tanah asli sebesar 37,87% menjadi 13,66%, menaikkan berat jenis tanah dari 2,59 menjadi 2,74. Demikian juga dengan batas cair mengalami penurunan dari 48,83 menjadi 39,06. Batas plastis juga mengalami penurunan 38,83 menjadi 17,84 dan *index plasticity* (IP) yang pada kondisi tanah asli memiliki nilai 26,42 menjadi 21,21. Perubahan tersebut terjadi akibat *addictive* memberikan interaksi secara kimiawi terhadap tanah sehingga dapat mengurangi sifat plastis pada tanah lempung.
2. Pengujian pemadatan tanah menggunakan metode pemadatan tanah standar (*standard proctor*), penggunaan bahan campuran *soil stabilizer* pada tanah lempung dapat meningkatkan berat isi kering maksimum pada penambahan campuran 6% *soil stabilizer* sebesar 1,338 gr/cm³, pada penambahan 12% berat volume kering terus mengalami kenaikan sampai pada campuran *soil stabilizer* 18% sebesar 1,452 gr/cm³ atau naik sebesar 8,52% dari campuran sebelumnya. penambahan *soil stabilizer* juga dapat menurunkan kadar air optimum tanah asli sebesar 37,53% menjadi 27,53%.
3. Kuat tekan bebas (KTB) memiliki nilai daya dukung tanah (q_u) yang mengalami peningkatan dari tanah asli dengan penambahan variasi campuran 6% sebesar 1,11017 kg/m², 12% sebesar 1,33799 kg/m² dan 18% sebesar 1,94250 kg/m² dan mengalami kenaikan kuat tekan bebas tertinggi dari tanah murni pada campuran 18% *soil stabilizer* sebesar 142,52% terhadap tanah asli ini disebabkan oleh pada kandungan *soil stabilizer* ini dapat meminimalisir kadar air pada tanah yang awalnya memiliki daya dukung yang rendah

sehingga pada penambahan *soil stabilizer* ini juga meningkatkan proses pemadatan yang dapat mengikat antara partikel-partikel lainnya. Jadi semakin lama tanah dilakukan proses pemeraman semakin kuat dan baik pula.

REFERENSI

- Badan Standarisasi Nasional (SNI 1964:2008). (2008). Cara Uji Berat Jenis Tanah.
- Badan Standarisasi Nasional (SNI 1965:2008). (2008). Cara Uji Kadar Air Tanah.
- Badan Standarisasi Nasional (SNI 1966:2008). (2008). Cara Uji Penentuan Batas Plastis.
- Badan Standarisasi Nasional (SNI 1967:2008). (2008). Cara Uji Penentuan Batas Cair.
- Badan Standarisasi Nasional (SNI 1742:2008). (2008). Cara Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah.
- Badan Standarisasi Nasional (SNI 3423:2008). (2008). Cara Uji Analisa Ukuran Butir Tanah.
- Badan Standarisasi Nasional (SNI 3638:2012). (2012). Cara Uji Kuat Tekan Bebas.
- Hadiyatmo, H. C. (2017). Mekanika Tanah I Edisi Ke Tujuh Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Lapian, F. E. (2019). Penggunaan Metode Dua Tahap Untuk Menentukan Kadar Optimum Pemambahan Kapur Lapis Pondasi Jalan (Studi Kasus : Ruas Jalan Bupul – Erambu Sota Kabupaten Marauke). Paper Presented at the Konferensi Nasional Pasca Sarjana Teknik Sipil (KNPTS) X, Bandung, Indonesia.
- Rustam. (2019). Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Campuran Abu Fly Ash Terhadap Nilai CBR, Surabaya, Jawa Timur.
- Sutriatmo, A , & Marzuki, A. (2018). Pengaruh Stabilisasi Kimiawi Pada Tanah Gambut Di Daerah Rawa Pening Dengan Bahan Aditif Difa dan Kapur Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR), Skripsi Sarjana, Indonesia Universitas Islam Indonesia.