

PEMANFAATAN CAMPURAN LIMBAH ABU SEKAM PADI DAN DIFA SOIL STABILIZER UNTUK PERBAIKAN TANAH LEMPUNG BAYAT KLATEN TERHADAP PARAMETER KONSOLIDASI

Prayoga Kurnia Raharjo, Agus Susanto, Muhammad Adib Abdillah

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jalan A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

*Email: d100200126@student.ums.ac.id

Abstrak

Tanah di Kecamatan Bayat merupakan tanah lempung yang kurang baik untuk dasar struktur bangunan akibat daya dukung tanah yang lemah dan konsolidasi yang besar sehingga diperlukan perbaikan tanah. Pada penelitian ini dilakukan perbaikan dengan memberikan bahan stabilitas abu sekam padi dan Difa Soil Stabilizer dengan variasi abu sekam padi 0%, 5%, 10%, 15% dan Difa Soil Stabilizer 2,5% dari berat tanah dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh terhadap sifat fisis mekanis. Metode pengujian meliputi uji sifat fisis dan mekanis. Hasil pengujian sifat fisis tanah lempung setelah distabilisasi dengan variasi abu sekam padi dan Difa Soil Stabilizer cenderung mengalami penurunan untuk nilai kadar air, Specific Gravity, batas cair, dan indeks plastisitas, sedangkan pada nilai batas plastis dan batas susut mengalami peningkatan. Hasil uji Standard Proctor cenderung menunjukkan penurunan sedangkan nilai kepadatan maksimum cenderung mengalami kenaikan. Hasil pengujian konsolidasi menunjukkan bahwa semakin bertambahnya persentase campuran abu sekam padi maka nilai Coefficient of Consolidation (Cv) semakin naik, sedangkan nilai Compression Index (Cc) dan Settlement of Consolidation (Sc) semakin turun. Pada tanah asli didapat nilai Cv sebesar 0,0004843 cm²/dt, nilai Cc sebesar 0,05919, dan nilai Sc 0,03018 cm.

Kata kunci: konsolidasi, perbaikan tanah, sifat fisis, tanah lempung

Abstract

The soil in Bayat District is a type of clay soil which is not good for the base of building structures due to the soil's weak bearing capacity and large consolidation, therefore soil improvement is required. In this study, improvements were made by providing stability materials for rice husk ash and Difa Soil Stabilizer with variation of rice husk ash 0%, 5%, 10%, 15% and Difa Soil Stabilizer 2.5% by weight of the soil, aiming to determine the effect on the physical and mechanical properties. Test methods include physical and mechanical property tests. The results of testing the physical properties of clay soil after being stabilized with variations of rice husk ash and 2.5% Difa Soil Stabilizer tend to decrease for the value of water content, Specific Gravity, Liquid Limit, and Plasticity Index, while the value of the Plastic Limit and Shrinkage Limit has increased. Standard Proctor test results tend to show a decrease while the maximum density value tends to increase. The results of the consolidation test show that as the percentage of rice husk ash mixture increases, the Coefficient of Consolidation (Cv) value increases, while the Compression Index (Cc) and Settlement of Consolidation (Sc) values decrease. In the original soil, the Cv value was 0.0004843 cm²/s, the Cc value was 0.05919, and the Sc value was 0.03018 cm.

Keywords: consolidation, soil improvement, physical properties, clay soil

1. PENDAHULUAN

Tanah di Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten merupakan jenis tanah lempung yang kurang baik untuk dasar struktur bangunan dimana daya dukung tanah yang lemah dan penurunan akibat konsolidasi yang besar, oleh sebab itu dilakukan perbaikan tanah untuk memperbaiki sifatnya. Kondisi tanah yang kurang baik berpengaruh terhadap konstruksi yang dibangun di atas tanah tersebut, salah satunya adalah sebagai *subgrade* jalan, maka perbaikan tanah dasar jalan perlu dilakukan. Kondisi ini dapat dilihat dari kondisi fisik tanah,

jika pada musim kemarau tanah menjadi retak-retak karena susut, sedangkan pada musim penghujan tanah menjadi lembek. Kondisi tanah yang labil sering menimbulkan masalah dan kerusakan pada bangunan, khususnya struktur bawah yaitu pondasi seperti terangkat dan bergerak yang menyebabkan penurunan lantai bangunan. Selain itu, juga menimbulkan kerusakan pada perkerasan jalan.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Mehikawati (2010), menunjukkan tanah dari kecamatan Bayat, kabupaten Klaten adalah salah satu contoh tanah lempung. Berdasarkan

penelitian Mehikawati (2010) sifat fisis tanah di daerah Bayat yaitu $w = 87,5\%$, $G_s = 2,625$, $LL = 77,25\%$, $PL = 50\%$, $SL = 16,026$, $PI = 27,25\%$. Pembagian ukuran butiran tanah diketahui kerikil = 0%, pasir = 26,67%, lempung = 73,33%. Berdasarkan sistem USCS termasuk golongan MH dan OH, sedangkan berdasarkan AASHTO masuk kelompok A 7-5 (25). Hasil uji 3 Standard Proctor didapat berat isi kering 1,141 kg/cm³ dan kadar air optimum 37%. Berdasarkan nilai $PI = 27,25\%$ (lebih dari 17%), maka tanah ini memerlukan tindakan perbaikan yang dilakukan dengan cara menambahkan bahan *additive* stabilisasi tanah.

Secara umum tanah lempung dapat diidentifikasi berdasarkan ukuran butiran dan mineral pembentuknya. Mineral tanah lempung merupakan dasar yang digunakan untuk mengetahui perilaku tanah dan merupakan faktor utama untuk mengontrol ukuran, bentuk, sifat fisik dan sifat kimia dan partikel tanah (Mitchell, 1976).

Bahan *additive* yang digunakan dalam penelitian ini adalah abu sekam padi dan *Difa Soil Stabilizer*. *Difa Soil Stabilizer* adalah bahan aditif yang berfungsi untuk memadatkan (solidifikasi) dan menstabilkan (*stabilizer*) tanah secara fisik- kimia yang berupa serbuk halus terdiri dari komposisi mineral anorganik (Mahakarya, 2012) dan abu sekam padi mengandung unsur silikat (SiO₂) dan aluminat (Al₂O₃) sehingga dikategorikan sebagai *pozzolan* (Pinasang, 2016), diharapkan akan meningkatkan kuat dukung tanah tersebut.

Abu sekam padi merupakan *pozzolan* buatan yang didapat dari sisa pembakaran dari tungku dan termasuk ke dalam *pozzolan* kelas N. Abu hasil pembakaran sekam termasuk pembakaran sekam di tempat terbuka, pembakaran sekam dalam tungku, dan pembakaran sekam dalam oven pada umumnya mengandung silika. Abu hasil pembakaran sekam di tempat terbuka biasanya mengandung 85% - 90% silika dalam bentuk amorf dan 10% - 15% karbon (Sumaatmadja, 1980). Sedangkan *Difa Soil Stabilizer* (DSS) merupakan bahan aditif yang berfungsi memadatkan (solidifikasi) dan menstabilkan (*stabilizer*). Prinsip kerja komponen *Difa Soil Stabilizer* adalah dengan menyisihkan mineral yang berada pada permukaan partikel tanah (Mahakarya, 2012). Penelitian ini bertujuan bagaimana pengaruh penambahan abu sekam padi dan *Difa Soil Stabilizer* terhadap parameter konsolidasi.

2. METODE PENELITIAN

Tahap penelitian ini dibagi 3 yaitu :

- 1). Pada penelitian ini adalah mengumpulkan dan memahami studi literatur serta mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian. Bahan yang digunakan adalah tanah lempung, abu sekam padi, dan *Difa Soil Stabilizer*. Persiapan material mulai dari menentukan lokasi pengambilan tanah lempung, pembuatan abu sekam padi dan dibuat lolos saringan No. 40, *Difa Soil Stabilizer*, proses pengambilan sampel tanah, proses pengeringan sampai kering udara dan dibuat lolos saringan No. 4. Tempat pengambilan tanah lempung dengan kondisi terganggu (*disturbed*) yang digunakan diambil dari Desa Beluk, Kec. Bayat, Kab. Klaten, sedangkan abu sekam padi didapat dari industri batu bata merah yang berada di daerah Ngablak, Kroyo, Kecamatan Karangmalang, Kabupaten Sragen dibuat lolos saringan No.40 dan untuk *Difa Soil Stabilizer* didapat dari PT. Mahakarya Yogyakarta yang berada di Jl. Kaliurang KM. 13, Jl. Wonosalam No. 120, RT.04/RW.09, Dusun Wonosalam, Sukoharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
- 2). Melakukan pengeringan tanah sampai tanah kering udara. Kemudian melakukan pengujian sifat fisis tanah meliputi pengujian *Specific Gravity*, kadar air, analisa ukuran butiran, dan batas-batas *Atterberg* terhadap tanah asli dan tanah campuran abu sekam padi dengan presentase 0%, 5%, 10%, 15% dan *Difa Soil Stabilizer* dengan presentase 2,5% dari berat sampel. Dilakukan juga pengujian *Standard Proctor* untuk mengetahui kadar air optimum dan kepadatan maksimum. Kemudian melakukan uji pemadatan tanah menggunakan *Standard Proctor* untuk mendapatkan nilai kadar air optimum dan kepadatan maksimum. Setelah itu dilakukan pembuatan benda uji tanah asli dan tanah campuran dengan metode uji pemadatan *Standard Proctor* yang sebelumnya tanah asli dan tanah campuran diperam selama 24 jam. Kemudian dilakukan pengujian konsolidasi.
- 3). Berdasarkan hasil pengujian dari beberapa tahapan di atas didapatkan hasil yang kemudian dilakukan analisis untuk

membuat kesimpulan dan saran jika diperlukan pada penelitian yang telah dilakukan.

Menurut Taylor (1948) dengan metode akar waktu, nilai Koefisien Konsolidasi (*Coefficient of Consolidation*, C_v) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$C_v = \frac{0,848 \cdot (1/2 \cdot H)^2}{t_{90}} \quad (1)$$

Keterangan:

- C_v = koefisien konsolidasi (cm²/detik)
- H = tinggi benda uji
- t_{90} = waktu untuk mencapai 90% konsolidasi (detik)

Menurut Hardiyatmo (2002) nilai indeks Pemampatan (*Compression Indeks*, C_c) dan nilai Penurunan Konsolidasi (*Settlement of Consolidation*, S_c) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$C_c = \frac{\Delta e}{\Delta \log p} = \frac{e_1 - e_2}{\log \frac{p_1}{p_2}} \quad (2)$$

Keterangan:

- C_c = indeks pemampatan
- e_1 = angka pori pada perubahan volume tertentu
- e_2 = angka pori akhir
- p_1 = tekanan efektif awal
- p_2 = tekanan efektif akhir

$$S_c = C_c \cdot \frac{H}{1 + e_0} \cdot \log \frac{p_1'}{p_0'} \quad (3)$$

Keterangan:

- S_c = penurunan konsolidasi
- C_c = indeks pemampatan
- H = tebal lapisan tanah
- e_0 = angka pori awal
- p_0' = tekanan efektif pada tanah *compressible* sebelum ada beban, diperoleh dari perhitungan (kg/cm²)
- p_1' = tekanan efektif pada tanah *compressible* sesudah ada beban, diperoleh dari perhitungan, (kg/cm²), $p_1' = p_0' + \Delta P$
- ΔP = penambahan tekanan efektif pada tengah-tengah lapisan *compressible* akibat adanya bangunan di atas tanah *compressible* (kg/cm²)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji Sifat Fisis

Uji sifat fisis dilakukan pada abu sekam padi, *Difa SS*, tanah asli, dan tanah campuran. Uji sifat fisis pada abu sekam padi dan *Difa SS* berupa *Specific Gravity* yang bertujuan untuk mengetahui berat jenisnya. Uji sifat fisis yang dilakukan pada tanah asli dan tanah campuran meliputi uji *Specific Gravity*, kadar air, *Atterberg Limits*, dan analisa ukuran butiran.

1. Uji *specific gravity* abu sekam padi dan *Difa SS*

Hasil pengujian *Specific Gravity* abu sekam padi yang dilakukan di laboratorium Universitas Muhammadiyah Surakarta didapat nilai rata-rata 2,078. Hasil pengujian *Specific Gravity Difa SS* menggunakan data sekunder dari PT. Difa Mahakarya Yogyakarta didapatkan nilai 1,40.

2. Uji sifat fisis tanah asli dan tanah campuran

Pengujian sifat fisis tanah menggunakan tanah yang telah dikondisikan kering udara dan lolos saringan No. 4. Pengujian dilakukan pada tanah asli dan tanah campuran yang dicampur dengan abu sekam padi dan *Difa SS*. Uji sifat fisis meliputi uji kadar air, *Specific Gravity*, *Atterberg Limits*, dan analisa ukuran butiran.

Tabel 1
Hasil uji sifat fisis tanah asli dan tanah campuran

Jenis Pengujian	Tanah Asli	Presentase Campuran Abu SekamPadi			
		0%	5%	10%	15%
Kadar Air (%)	6,57	6,51	6,4	6,26	6,06
Berat Jenis (Gs)	2,619	2,616	2,607	2,599	2,582
Batas Cair (%)	73,15	71,69	67,36	63,00	58,64
Batas Plastis (%)	30,95	31,60	33,87	35,29	37,93
Batas Susut (%)	8,27	8,55	9,20	11,38	13,69
Indeks Plastisitas (%)	42,19	40,10	33,49	27,71	20,71
Lolos Saringan No.200 (%)	68	68	64	61	57
<i>Group Indeks</i> (GI)	29,133	27,780	21,275	16,338	10,946
LLR	-	-	0,682	0,698	0,714
Klasifikasi Tanah					
USCS	CH	CH	OH	OH	OH
AASHTO	A-7-5	A-7-5	A-7-5	A-7-5	A-7-5

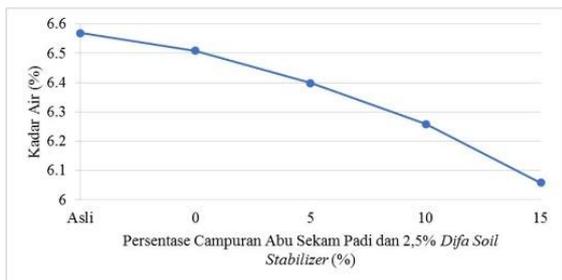
a. Kadar air

Tabel 2
Hasil pengujian kadar air

No.	Sampel	Kadar Air (%)
1	<i>Difa SS</i>	3,36
2	Abu Sekam Padi	4,31

Pada tanah asli, diperoleh kadar air sebesar 6,57%. Semakin banyak persentase abu sekam padi, akan semakin turun kadar airnya. Nilai

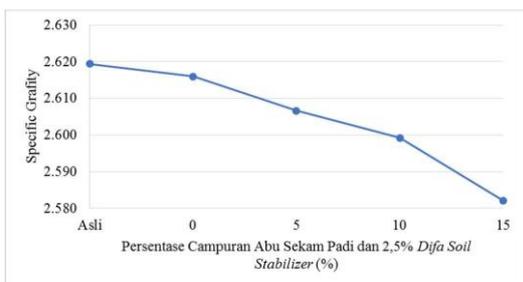
kadar air terkecil pada tanah campuran terdapat pada tanah yang dicampur abu sekam padi 15% dan *Difa SS* 2,5% dengan nilai 6,06%. Kadar air mengalami penurunan dikarenakan abu sekam padi dan *Difa SS* memiliki kadar air yang lebih kecil daripada tanah (Gambar 1).



Gambar 1. Grafik hubungan antara persentase campuran dengan kadar air

b. Berat jenis (*specific gravity*)

Hasil pengujian berat jenis pada tanah asli diperoleh nilai sebesar 2,619; abu sekam padi 2,078; dan *Difa SS* 1,400. Berat jenis tanah mengalami penurunan seiring bertambahnya persentase abu sekam padi. Berat jenis tanah campuran terkecil terdapat pada tanah yang dicampur abu sekam padi 15% dan *Difa SS* 2,5% sebesar 2,582. Hal tersebut dikarenakan berat jenis abu sekam padi dan *Difa SS* lebih kecil daripada berat jenis tanah (Gambar 2).



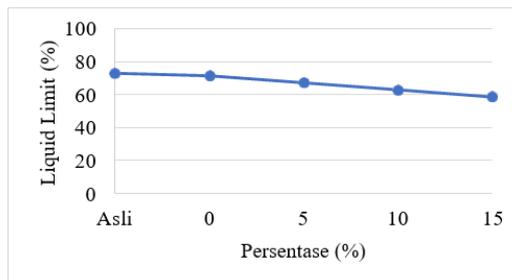
Gambar 2. Grafik hubungan antara persentase campuran dengan berat jenis

c. Batas Atterberg

1) Batas cair (*liquid limit*)

Nilai batas cair pada tanah asli diperoleh nilai sebesar 73,15%. Nilai batas cair tanah cenderung mengalami penurunan seiring bertambahnya persentase abu sekam padi. Nilai batas cair terkecil terdapat pada tanah yang dicampur abu sekam padi 15% dan *Difa SS* 2,5% dengan nilai sebesar 58,64%. Hal tersebut dikarenakan penambahan abu sekam padi dan *Difa SS* dalam tanah menimbulkan terjadinya sementasi yang mengakibatkan membesarnya butiran-butiran tanah sehingga nilai kohesi menjadi turun. Penurunan kohesi tanah inilah

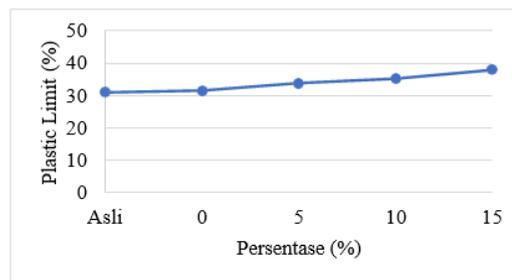
yang menyebabkan nilai batas cair tanah menurun (Gambar 3).



Gambar 3. Grafik hubungan antara persentase campuran dengan batas cair

2) Batas plastis (*plastic limit*)

Nilai batas plastis pada tanah asli diperoleh nilai sebesar 30,95%. Nilai batas plastis tanah cenderung mengalami kenaikan seiring bertambahnya persentase abu sekam padi. Nilai batas plastis terbesar terdapat pada tanah yang dicampur abu sekam padi 15% dan *Difa SS* 2,5% dengan nilai sebesar 37,93%. Hal tersebut dikarenakan penambahan abu sekam padi dan *Difa SS* dalam tanah akan menyebabkan membesarnya butiran-butiran tanah sehingga nilai kohesi menjadi turun dan menyebabkan kenaikan pada nilai batas plastisnya (Gambar 4).



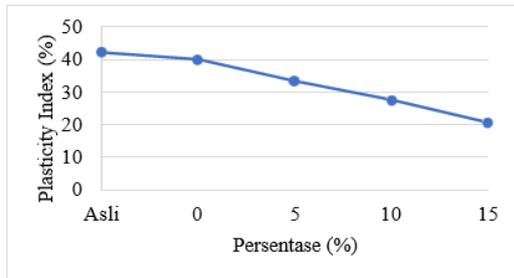
Gambar 4. Grafik hubungan antara persentase campuran dengan batas plastis

3) Indeks Plastisitas (*plasticity index*)

Hasil uji indeks plastisitas (PI) tanah asli didapatkan nilai sebesar 42,19%. Nilai PI cenderung mengalami penurunan seiring bertambahnya persentase abu sekam padi. Nilai PI terkecil didapat pada tanah yang dicampur abu sekam padi 15% dan *Difa SS* 2,5% dengan nilai 20,71%.

Besarnya nilai PI sangat tergantung dari nilai LL dan PL. Penambahan abu sekam padi dan *Difa SS* menyebabkan nilai LL mengalami penurunan, sedangkan nilai PL mengalami kenaikan, maka otomatis nilai PI akan mengalami penurunan. Berdasarkan hasil penelitian maka tanah termasuk jenis tanah lempung kohesif

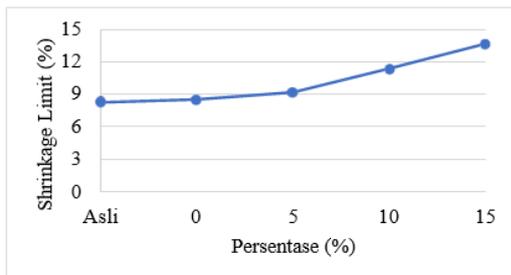
dengan plastisitas tinggi, dikarenakan nilai PI > 17% (Gambar 5).



Gambar 5. Grafik hubungan antara persentase campuran dengan indeks plastisitas

4) Batas susut (*shrinkage limit*)

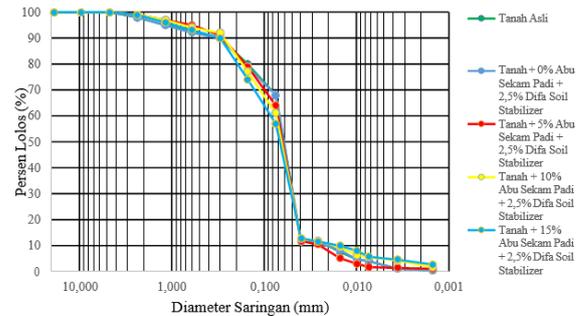
Nilai batas susut pada tanah asli diperoleh nilai sebesar 8,27%. Nilai batas susut cenderung mengalami kenaikan seiring bertambahnya persentase abu sekam padi. Nilai batas susut terbesar didapat pada tanah yang dicampur abu sekam padi 15% dan *Difa SS* 2,5% dengan nilai 13,69%. Hal ini disebabkan karena semakin besarnya butiran tanah sehingga menyebabkan tanah tidak mudah mengalami perubahan volume ketika ada perubahan kadar air (Gambar 6).



Gambar 6. Grafik hubungan antara persentase campuran dengan batas susut

d. Analisa ukuran butiran

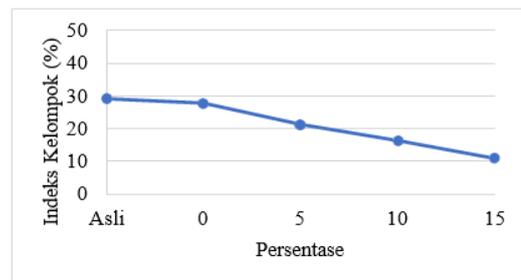
Pada tanah asli, butiran yang lolos saringan No. 200 sebesar 68%. Persentase persen lolos saringan No. 200 cenderung mengalami penurunan seiring bertambahnya persentase abu sekam padi. Penurunan persen lolos saringan No. 200 tersebut terjadi dikarenakan penambahan abu sekam padi dan *Difa SS* pada tanah yang menyebabkan sementasi sehingga ukuran butiran tanah semakin membesar. Pada tanah campuran butiran yang lolos saringan No. 200 terkecil terjadi pada tanah yang dicampur abu sekam padi 15% dan *Difa SS* 2,5% sebesar 61% (Gambar 7).



Gambar 7. Grafik hubungan antara diameter saringan (mm) dengan persentase lolos saringan (%)

e. Nilai kelompok indeks (GI)

Nilai GI dipengaruhi oleh nilai batas cair, indeks plastisitas dan persentase lolos saringan no.200. Nilai GI terbesar terdapat pada tanah asli dengan nilai 29,13. Sedangkan nilai GI terkecil yaitu pada tanah campuran *Difa SS* 2,5% dan abu sekam padi 15% diperoleh sebesar 10,95. Nilai GI mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya persentase abu sekam padi dan *Difa SS* (Gambar 8).



Gambar 7. Grafik hubungan antara persentase campuran dengan kelompok indeks (GI)

f. Klasifikasi tanah

Hasil uji fisis tanah asli dan tanah campuran dapat digunakan untuk mengklasifikasikan tanah dengan metode USCS dan AASHTO. Berdasarkan hasil pengujian, pada tanah asli didapatkan nilai GI sebesar 29,13. Sedangkan pada tanah campuran, nilai GI terbesar didapat pada tanah yang dicampur *Difa SS* 2,5% sebesar 27,78 dan nilai GI terkecil didapat pada tanah yang dicampur abu sekam padi 15% dan *Difa SS* 2,5% sebesar 10,95. Nilai GI cenderung mengalami penurunan seiring bertambahnya persentase abu sekam padi. Nilai GI juga dipengaruhi oleh indeks plastisitas, batas cair, dan persentase lolos saringan No. 200.

Menurut klasifikasi tanah dengan sistem AASHTO yang didasarkan pada persentase lolos saringan No. 200, batas cair, indeks plastisitas, dan nilai GI maka tanah asli dan tanah campuran

setiap variasi termasuk ke dalam tanah dengan klasifikasi A-7-5 dengan tipe tanah berlempung dengan penilaian umum sebagai tanah dasar adalah sedang sampai buruk. Hal ini disebabkan karena nilai persentase lolos saringan No. 200 > 35%, batas cair > 41%, indeks plastisitas > 11%.

Pada klasifikasi tanah dengan system USCS, tanah asli, tanah + *Difa SS* 2,5% termasuk tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi (CH). Hal ini dikarenakan pada tanah tersebut persentase lolos saringan No. 200 > 50%, batas cair > 50%, dan nilai LL dan PI pada diagram menunjukkan diatas garis A. Sedangkan pada tanah + abu sekam padi 5% + *Difa SS* 2,5%, tanah + abu sekam padi 10% + *Difa SS* 2,5%, dan tanah + abu sekam padi 15% + *Difa SS* 2,5% termasuk tanah lempung organik dengan plastisitas tinggi (OH). Tanah setelah distabilisasi masih termasuk ke dalam kategori tanah dengan plastisitas tinggi, hanya menunjukkan perubahan dari tanah anorganik menjadi tanah organik. Hal tersebut terjadi dikarenakan karena penambahan persentase abu sekam padi yang semakin meningkat dimana abu sekam padi tergolong bahan stabilisasi organik.

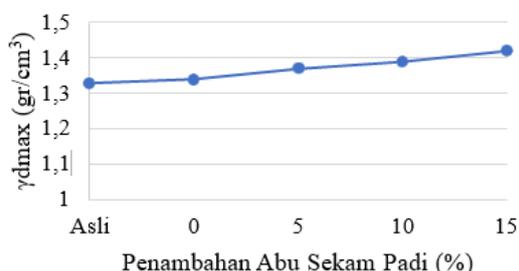
3. Uji sifat mekanis tanah asli dan tanah campuran

a. Uji pemadatan tanah (*standard proctor*)

Hasil pengujian ini didapatkan nilai w_{opt} dan γ_{dmax} yang digunakan untuk perhitungan penambahan air pada pembuatan benda uji konsolidasi. Hasil dapat dilihat pada Tabel 3.

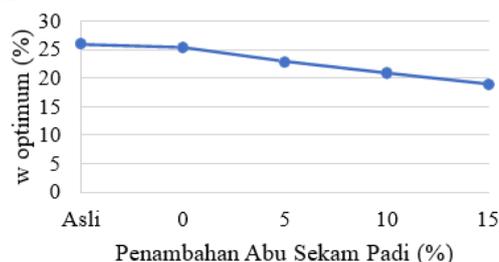
Tabel 3
Hasil pengujian pemadatan tanah (*standard proctor*)

Penambahan Abu Sekam Padi (%)	Penambahan <i>Difa Soil Stabilizer</i> (%)	$w_{opt}(\%)$	$\gamma_{dmax} (gr/cm^3)$
-	-	26	1,33
0	2,5	25,5	1,34
5	2,5	23	1,37
10	2,5	21	1,39
15	2,5	19	1,42



Gambar 9. Grafik hubungan antara persentase campuran dengan γ_{dmax}

Pada Gambar 9 menunjukkan bahwa semakin bertambahnya persentase abu sekam padi maka terjadi peningkatan terhadap kepadatan maksimum. Pada pengujian tanah asli diperoleh kepadatan maksimum sebesar 1,33 gr/cm³. Pada tanah campuran nilai terbesar didapat pada tanah yang dicampur abu sekam padi 15% dan *Difa SS* 2,5% sebesar 1,42 gr/cm³. Peningkatan kepadatan maksimum pada tanah tersebut terjadi dikarenakan membesarnya butiran pada tanah yang mengalami sementasi sehingga tanah semakin padat seiring bertambahnya persentase penambahan abu sekam padi.



Gambar 10. Grafik hubungan antara persentase campuran dengan kadar air optimum

Pada Gambar 10 menunjukkan bahwa kadar air optimum mengalami penurunan seiring bertambahnya persentase abu sekam padi. Pada tanah asli diperoleh kadar air optimum sebesar 26%. Pada tanah campuran nilai terkecil didapat pada tanah yang dicampur abu sekam padi 15% dan *Difa SS* 2,5% sebesar 19%. Hal tersebut disebabkan oleh mengecilnya rongga karena semakin bertambahnya persentase abu sekam padi sehingga menyebabkan berkurangnya pori-pori tanah yang dapat diisi oleh air.

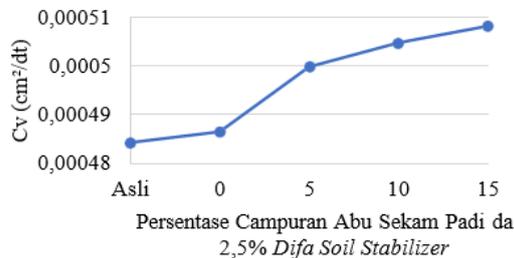
b. Uji konsolidasi

Hasil pengujian ini didapatkan nilai w_{opt} dan γ_{dmax} yang digunakan untuk perhitungan penambahan air pada pembuatan benda uji konsolidasi. Hasil dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4
Hasil pengujian konsolidasi

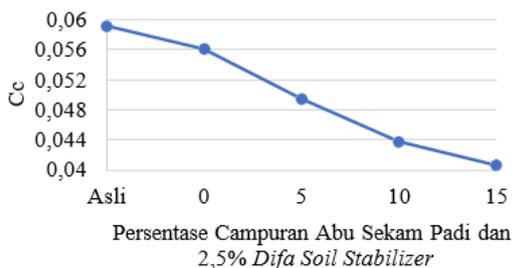
Jenis tanah	$C_v (cm^2/dt)$	C_c	$S_c (cm)$
Tanah Asli	0,0004843	0,05919	0,03018
Tanah + ASP 0% + <i>Difa SS</i> 2,5%	0,0004865	0,05609	0,02841
Tanah + ASP 5% + <i>Difa SS</i> 2,5%	0,0004998	0,04948	0,02451
Tanah + ASP 10% + <i>Difa SS</i> 2,5%	0,0005048	0,04381	0,02166
Tanah + ASP 15% + <i>Difa SS</i> 2,5%	0,0005082	0,04064	0,01971

Berdasarkan hasil pengujian konsolidasi diperoleh nilai *Coefficient of Consolidation* (C_v), *Compression Index* (C_c), dan *Settlement of Consolidation* (S_c). Hasil tersebut dapat dibuat grafik hubungan antara nilai C_v , C_c , dan S_c dengan presentase penambahan abu sekam padi dan *Difa SS*. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 11, 12, dan 13



Gambar 11. Grafik hubungan antara persentase campuran terhadap nilai C_v

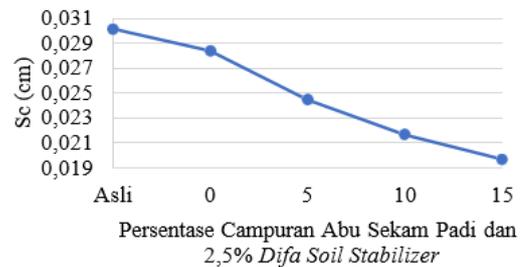
Berdasarkan hasil pengujian, pada tanah asli diperoleh nilai C_v sebesar 0,0004843 (cm²/dt). Nilai C_v cenderung mengalami kenaikan seiring bertambahnya persentase abu sekam padi. Pada tanah campuran, nilai C_v terbesar diperoleh pada tanah yang dicampur abu sekam padi 15% dan *Difa SS* 2,5% dengan nilai sebesar 0,0005082 (cm²/dt). Nilai C_v mengalami kenaikan disebabkan penambahan persentase abu sekam padi dan 2,5% *Difa SS* yang menyebabkan terjadinya sementasi yang mengakibatkan ukuran butiran tanah semakin membesar sehingga proses keluarnya air dari pori-pori tanah semakin cepat, yang juga mengakibatkan waktu terjadinya konsolidasi semakin sedikit dan proses konsolidasi semakin cepat sehingga nilai C_v semakin meningkat.



Gambar 12. Grafik hubungan antara persentase campuran terhadap nilai C_c

Nilai C_c pada tanah asli diperoleh sebesar 0,05919 sedangkan pada tanah campuran nilai C_c terkecil didapatkan pada tanah yang dicampur abu sekam padi 15% dan *Difa SS* 2,5% dengan nilai 0,04064. Nilai C_c mengalami penurunan seiring bertambahnya persentase abu sekam

padi. Hal tersebut dikarenakan penambahan abu sekam padi dan 2,5% *Difa SS* menyebabkan nilai γ_{dmax} semakin meningkat sehingga tanah semakin padat.



Gambar 13. Grafik hubungan antara persentase campuran terhadap nilai S_c

Nilai S_c terbesar diperoleh pada tanah asli yaitu sebesar 0,03018 cm dan nilai S_c terkecil diperoleh pada tanah yang dicampur abu sekam padi 15% dan *Difa SS* 2,5% yaitu sebesar 0,01971 cm. Nilai S_c cenderung mengalami penurunan seiring bertambahnya persentase abu sekam padi. Hal tersebut dikarenakan nilai C_c dan S_c berbanding lurus. Apabila nilai C_c mengalami penurunan maka nilai S_c juga akan mengalami penurunan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data terhadap tanah lempung Bayat, Kabupaten Klaten setelah dilakukan stabilisasi dengan menggunakan abu sekam padi dan *Difa SS* maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian sifat fisis tanah asli didapatkan nilai kadar air 6,57%, Specific Gravity 2,619 gr/cm³, batas cair (LL) 73,15%, batas plastis (PL) 30,95%, batas susut (SL) 8,27%, dan indeks plastisitas (PI) 42,19%. Menurut metode AASHTO tanah asli termasuk dalam kelompok A-7-5. Sedangkan menurut metode USCS tanah asli termasuk dalam kelompok CH. Uji sifat fisis tanah lempung setelah distabilisasi dengan variasi abu sekam padi 0%, 5%, 10%, 15% dan *Difa SS* 2,5% cenderung mengalami penurunan untuk nilai kadar air, Specific Gravity, batas cair (LL), dan indeks plastisitas (PI), sedangkan pada nilai batas plastis (PL) dan batas susut (SL) mengalami peningkatan. Klasifikasi tanah setelah distabilisasi menurut klasifikasi tanah dengan sistem AASHTO tanah campuran setiap variasi termasuk ke dalam tanah dengan

klasifikasi A-7-5 dengan tipe tanah berlempung dengan penilaian umum sebagai tanah dasar adalah sedang sampai buruk. Pada klasifikasi tanah dengan sistem USCS, tanah + Difa SS 2,5% termasuk tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi (CH). Sedangkan pada tanah + abu sekam padi 5% + Difa SS 2,5%, tanah + abu sekam padi 10% + Difa SS 2,5%, dan tanah + abu sekam padi 15% + Difa SS 2,5% termasuk tanah lempung organik dengan plastisitas tinggi (OH).

2. Seiring dengan semakin banyaknya persentase abu sekam padi nilai kadar air optimum cenderung mengalami penurunan sedangkan nilai berat volume kering maksimum cenderung mengalami kenaikan.
3. Pengujian konsolidasi menunjukkan bahwa semakin bertambahnya persentase campuran abu sekam padi maka nilai C_v semakin naik, sedangkan nilai C_c dan Sc semakin turun. Pada tanah asli didapat nilai C_v sebesar 0,0004843 cm^2/dt , nilai C_c sebesar 0,05919, dan nilai Sc 0,03018 cm.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka untuk penelitian lebih lanjut ada beberapa saran antara lain:

1. Peneliti selanjutnya diharapkan untuk mengkaji lebih banyak sumber maupun referensi yang terkait dengan penelitian yang akan dilakukan.
2. Peneliti selanjutnya diharapkan lebih mempersiapkan diri dalam proses pengambilan dan pengumpulan dan segala sesuatunya sehingga penelitian dapat dilaksanakan dengan lebih baik.
3. Pada setiap pengujian tanah harus selalu di cek kadar airnya dan tanah harus dalam keadaan kering udara.
4. Penambahan abu sekam padi dan Difa Soil Stabilizer pada tanah memberikan perubahan sifat fisis dan sifat mekanis tanah, oleh sebab itu untuk penelitian selanjutnya digunakan bahan tambah lain dengan variasi masa perawatan.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. 1974. *Methods of Sampling and Testing*. National Press Building. Washington, D.C
- Anonim. 2012. *Difa Soil Stabilizer*. PT DIFA Mahakarya. Yogyakarta. ASTM. 1981.

“Annual Book of ASTM”. Philadelphia. USA.

- Casagrande. 1942. *Sistem Klasifikasi Unified Soil & Clasification System (USCS)*.
- Desanta, C. 2017. “*Pemanfaatan Abu Sekam Padi Terhadap Nilai Kuat Dukung Tanah Bayat Klaten*”. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 2002. *Mekanika Tanah II (edisi III)*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Mehikawati, Niken. 2010. “*Tinjauan Penurunan Konsolidasi dan Tekanan Pengembangan Tanah Beluk Bayat Klaten*”. Skripsi thesis. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Mitchell, J.K. 1976. *Fundamental of Soil Behavior*. John Willey and Son, Inc. New York.
- Pinasang, D. 2016. “*Analisis Campuran Kapur-Flay Ash Dan Kapur-Abu Sekam Padi Terhadap Lempung Ekspansif*”. Jurnal Ilmiah.
- Suciari, L.I. 2019. “*Penggunaan Limbah Abu Sekam Padi dan Difa Soil Stabilizer sebagai Bahan Campuran Stabilisasi Tanah Lempung Lunak*”. Tugas Akhir. Universitas Jember.
- Sumaatmadja, D. 1980. *Sekam Gabah sebagai Bahan Industri*. Badan Penelitian dan Pengembangan Industri.
- Taylor, D.W. *Fundamentals of Soil Mechanics*. Wiley. New York. 1948.