

**STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN PENAMBAHAN ABU SEKAM PADI DAN SERAT IJUK TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH (STUDI KASUS : DESA TAMBAKREJO, KECAMATAN WARU, KABUPATEN SIDOARJO, JAWA TIMUR)**

Moch Ikcrom<sup>1</sup>, Arik Triarso  
D4 Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya  
E-mail: [\\*ikromm288@gmail.com](mailto:ikromm288@gmail.com)<sup>1</sup>

**ABSTRAK**

Tanah lempung umumnya memiliki sifat plastisitas tinggi dan daya dukung rendah sehingga kurang baik digunakan sebagai tanah dasar (*subgrade*) pada konstruksi bangunan. Oleh karena itu, diperlukan upaya stabilisasi untuk memperbaiki karakteristik tanah tersebut. Pada Desa Tambakrejo, Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur mempunyai kondisi tanah lempung yang memiliki sifat plastisitas tinggi dan daya dukung yang rendah sehingga diperlukan upaya stabilisasi untuk memperbaiki karakteristik tanah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu sekam padi (ASP) dan serat ijuk terhadap sifat fisis, karakteristik pemadatan, serta nilai California Bearing Ratio (CBR) tanah lempung. Variasi campuran yang digunakan yaitu tanah asli dengan ASP 6, ASP 9%, ASP 12%, ASP 15% dan serat ijuk 5%. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen laboratorium dengan pengujian sifat fisis tanah meliputi kadar air, berat jenis, analisa saringan, dan batas Atterberg, serta pengujian mekanis berupa pemadatan standar Proctor dan CBR unsoaked. Berdasarkan klasifikasi AASHTO, tanah asli termasuk kelompok A-2-6. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan ASP dan serat ijuk mampu meningkatkan nilai berat jenis tanah dari 2,619 menjadi 2,741 serta menurunkan indeks plastisitas dari 17,77% menjadi 10,69%. Pada pengujian Proctor, nilai berat volume kering maksimum ( $\gamma_d$  max) meningkat dari 1,440 gr/cm<sup>3</sup> menjadi 1,595 gr/cm<sup>3</sup>. Nilai CBR unsoaked juga mengalami peningkatan dari 24,02% pada tanah asli menjadi 77,53% pada campuran ASP 15% + serat ijuk 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi dan serat ijuk efektif dalam meningkatkan kepadatan, kestabilan, dan daya dukung tanah lempung sehingga lebih layak digunakan sebagai lapisan tanah dasar pada konstruksi bangunan.

**Kata kunci**

**Tanah Lempung, Abu Sekam Padi, Serat Ijuk, Stabilisasi Tanah, California Bearing Rasio (CBR)**

**ABSTRACT**

*Clay soils generally have high plasticity and low bearing capacity, making them unsuitable for use as subgrade in building construction. Therefore, stabilization measures are required to improve these soil characteristics. In Tambakrejo Village, Waru Subdistrict, Sidoarjo Regency, East Java, the clay soil has high plasticity and low bearing capacity, making stabilization measures necessary to improve these soil characteristics. This study aims to determine the effect of adding rice husk ash (RHA) and coir fiber on the physical properties, compaction characteristics, and California Bearing Ratio (CBR) values of clay soil. The mixture variations used were native soil with 6% RHA, 9% RHA, 12% RHA, 15% RHA, and 5% coir fiber. The research method employed was a laboratory experiment involving tests of soil physical properties including moisture content, specific gravity, sieve analysis, and Atterberg limits as well as mechanical tests such as the Standard Proctor compaction test and the unsoaked CBR test. Based on the AASHTO classification, the native soil falls into the A-2-6 group. The results showed that the addition of ASP and coconut fiber increased the soil's specific gravity from 2.619 to 2.741 and reduced the plasticity index from 17.77% to 10.69%. In the Proctor test, the maximum dry unit weight ( $\gamma_d$  max) increased from 1.440 g/cm<sup>3</sup> to 1.595 g/cm<sup>3</sup>. The unsoaked CBR value also increased from 24.02% in*

*the native soil to 77.53% in the mixture of 15% ASP and 5% coconut fiber. The results of this study indicate that the addition of rice husk ash and coconut fiber is effective in improving the density, stability, and bearing capacity of clay soil, making it more suitable for use as a subgrade layer in building construction.*

**Keywords**

**Clay Soil, Rice Husk Ash, Coconut Fiber, Soil Stabilization, California Bearing Rasio (CBR)**

## 1. PENDAHULUAN

Tanah merupakan elemen utama yang berfungsi sebagai media pendukung berbagai jenis konstruksi. Salah satu jenis tanah yang sering dijumpai di Indonesia adalah tanah lempung, yang dikenal memiliki sifat plastisitas tinggi serta sangat sensitif terhadap perubahan kadar air. Ketika kandungan air meningkat, tanah lempung cenderung mengalami pengembangan (swelling), sedangkan pada kondisi kering akan mengalami penyusutan (shrinkage). Perubahan volume tersebut menyebabkan daya dukung tanah menurun dan kestabilannya berkurang, sehingga berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan pada konstruksi, seperti retak pada perkerasan, penurunan pondasi, maupun deformasi lapisan tanah dasar. Karakteristik serupa ditemukan pada tanah di Desa Tambakrejo, Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo, yang memerlukan upaya perbaikan sebelum dimanfaatkan sebagai subgrade.

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan untuk meningkatkan kualitas tanah lempung adalah metode stabilisasi menggunakan bahan tambah. Pada penelitian ini dipilih abu sekam padi (ASP) sebagai bahan stabilisasi utama karena mengandung silika dalam jumlah tinggi yang bersifat pozzolanik. Kandungan tersebut mampu bereaksi dengan mineral tanah sehingga membentuk ikatan yang lebih kuat, meningkatkan kepadatan tanah, serta mengurangi tingkat plastisitasnya. Selain meningkatkan performa tanah, pemanfaatan abu sekam padi juga memberikan nilai tambah terhadap limbah pertanian yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga mendukung konsep pembangunan berkelanjutan.

Selain abu sekam padi, penelitian ini memanfaatkan serat ijuk sebagai material penguat alami. Serat ijuk memiliki karakteristik berupa kuat tarik yang tinggi, tahan terhadap kelembapan, dan relatif tidak mudah mengalami pelapukan. Kehadiran serat ijuk di dalam campuran berfungsi sebagai elemen pengikat yang mampu meningkatkan interaksi antarpartikel tanah, memperbesar kohesi, serta mengurangi potensi deformasi akibat pembebanan. Penggunaan material alami ini juga dinilai lebih ramah lingkungan, ekonomis, dan mudah diperoleh dibandingkan bahan penguat sintetis. Oleh karena itu, kombinasi abu sekam padi dan serat ijuk diharapkan mampu menghasilkan peningkatan sifat fisik maupun mekanis tanah yang lebih baik dibandingkan penggunaan masing-masing bahan secara terpisah.

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi karakteristik tanah lempung yang berasal dari Desa Tambakrejo sekaligus menganalisis pengaruh penambahan abu sekam padi dan serat ijuk terhadap perubahan sifat fisik dan mekanis tanah. Parameter yang dievaluasi meliputi kadar air, berat jenis, distribusi ukuran butir, batas Atterberg, karakteristik pemadatan berdasarkan Standar Proctor, serta nilai California Bearing Ratio (CBR) tanpa perendaman. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan metode stabilisasi tanah yang efektif, ekonomis, dan berwawasan lingkungan guna meningkatkan kualitas tanah dasar pada pekerjaan konstruksi.

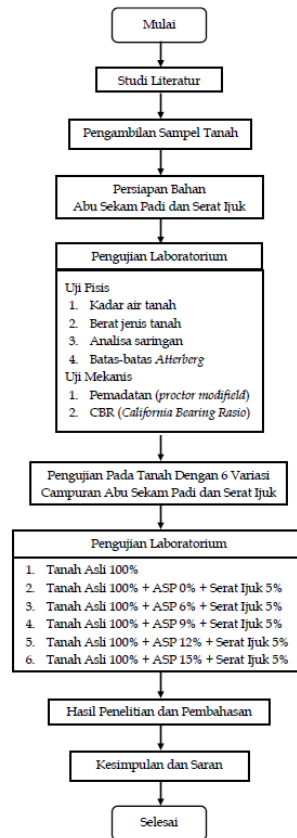
## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode eksperimen laboratorium untuk mengkaji pengaruh penambahan abu sekam padi (ASP) dan serat ijuk terhadap perubahan sifat fisik serta sifat mekanis tanah lempung. Seluruh rangkaian pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya. Sampel tanah yang digunakan berasal dari Desa Tambakrejo, Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Sebelum dilakukan pengujian, tanah dikeringkan terlebih dahulu, kemudian dihancurkan hingga menjadi butiran yang seragam agar proses pencampuran dengan bahan stabilisasi dapat berlangsung secara homogen.

Material stabilisasi yang digunakan terdiri atas abu sekam padi dan serat ijuk. Abu sekam padi diperoleh dari hasil pembakaran sekam padi yang selanjutnya dihaluskan hingga lolos ukuran yang ditentukan, sedangkan serat ijuk dipotong dengan panjang tertentu untuk mempermudah proses pencampuran. Variasi campuran yang diterapkan meliputi tanah asli sebagai kontrol, tanah dengan penambahan serat ijuk sebesar 5%, serta kombinasi abu sekam padi sebesar 6%, 9%, 12%, dan 15% yang masing-masing dipadukan dengan serat ijuk 5% berdasarkan berat kering tanah. Seluruh bahan dicampur secara merata hingga menghasilkan campuran yang homogen sebelum dilakukan pengujian laboratorium.

Pengujian laboratorium dibagi menjadi dua kelompok, yaitu pengujian sifat fisik dan pengujian sifat mekanis tanah. Pengujian sifat fisik meliputi kadar air, berat jenis (*Specific Gravity*), analisis saringan, serta batas Atterberg yang mencakup batas cair (*Liquid Limit*), batas plastis (*Plastic Limit*), dan indeks plastisitas (*Plasticity Index*). Hasil pengujian tersebut digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik dasar tanah sekaligus menentukan klasifikasi tanah berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO. Selanjutnya dilakukan pengujian pemadatan menggunakan metode Standard Proctor untuk memperoleh nilai kadar air optimum (*Optimum Moisture Content/OMC*) dan berat volume kering maksimum (*Maximum Dry Density/ $\gamma_{dmax}$* ).

Tahapan berikutnya adalah pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) tanpa perendaman (*unsoaked*) sebagai parameter untuk mengevaluasi peningkatan daya dukung tanah akibat penambahan abu sekam padi dan serat ijuk. Pengujian dilakukan menggunakan piston penetrasi dengan kecepatan konstan sebesar 1,27 mm/menit, kemudian nilai CBR dihitung berdasarkan beban penetrasi pada kedalaman 0,1 inci dan 0,2 inci sesuai prosedur pengujian. Data yang diperoleh dari seluruh pengujian dianalisis secara deskriptif dan komparatif dengan membandingkan hasil setiap variasi campuran terhadap tanah asli. Analisis tersebut bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan karakteristik tanah serta menentukan komposisi campuran yang memberikan peningkatan sifat fisik, karakteristik pemadatan, dan daya dukung tanah yang paling optimal.



**Gambar 1: Bagan Alir Penelitian**

*Sumber : Data Penelitian*

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan data mengenai perubahan karakteristik tanah lempung setelah distabilisasi menggunakan abu sekam padi (ASP) dan serat ijuk. Pengujian yang dilakukan mencakup sifat fisik tanah berupa kadar air, berat jenis (*specific gravity*), analisis saringan, serta batas Atterberg, pematadatan (*Standard Proctor*), dan *California Bearing Ratio* (CBR). Data hasil pengujian kemudian dibandingkan antara tanah asli dan setiap variasi campuran untuk mengetahui pengaruh bahan stabilisasi terhadap perubahan karakteristik tanah.

#### a. Pengujian Kadar Air

**Tabel 1. Hasil Pengujian Kadar Air Sampel Tanah Asli**

Test No		1	2	3
No Cawan		33	14	15
Berat cawan kosong, (W1)	gr	13,00	13,00	13,00
Berat cawan + tanah basah, (W2)	gr	38,00	38,50	39,50
Berat cawan + tanah kering, (W3)	gr	30,50	30,50	31,50
Berat air, (W2 - W3)	gr	7,50	8,00	8,00
Berat tanah kering, (W3 - W1)	gr	17,50	17,50	18,50
Kadar air, w $(W2-W3)/(W3-W1) \times 100$	%	42,86	45,71	43,24
Kadar air rata-rata, w	%	43,94		

*Sumber : Data Penelitian*

**Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Rata-rata Nilai Kadar Air**

No.	Variasi Pengujian	Rata-Rata Kadar Air
-----	-------------------	---------------------

1	Tanah Asli	43,94
2	Tanah Asli + serat ijuk 5%	39,83
3	Tanah Asli + ASP 6%+ serat ijuk 5%	35,00
4	Tanah Asli + ASP 9%+ serat ijuk 5%	32,30
5	Tanah Asli + ASP 12%+ serat ijuk 5%	29,13
6	Tanah Asli + ASP 15%+ serat ijuk 5%	27,54

Sumber : Data Penelitian

Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui jumlah air yang terkandung dalam tanah sebelum dilakukan proses stabilisasi. Berdasarkan hasil pengujian, tanah asli memiliki kadar air rata-rata sebesar 43,94%. Setelah dilakukan penambahan serat ijuk sebesar 5%, kadar air menurun menjadi 39,83%. Penurunan yang lebih besar terjadi pada campuran yang mengandung abu sekam padi, yaitu sebesar 35,00% pada variasi ASP 6% + serat ijuk 5%, 32,30% pada ASP 9% + serat ijuk 5%, 29,13% pada ASP 12% + serat ijuk 5%, dan mencapai 27,54% pada campuran ASP 15% + serat ijuk 5%.

Hasil tersebut menunjukkan adanya kecenderungan penurunan kadar air seiring meningkatnya persentase abu sekam padi yang digunakan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa abu sekam padi mampu menyerap sebagian air bebas di dalam tanah sekaligus memicu reaksi pozzolanik yang mengurangi jumlah air yang tersisa pada campuran. Selain itu, keberadaan serat ijuk membantu memperbaiki struktur tanah sehingga distribusi kadar air menjadi lebih merata. Penurunan kadar air ini memberikan dampak positif terhadap peningkatan stabilitas tanah karena tanah menjadi lebih padat dan tidak terlalu peka terhadap perubahan kadar air.

#### b. Pengujian Berat Jenis Tanah

**Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Asli**

Test No		1	2	3
No Piknometer		33	14	15
Berat piknometer kosong, (W1)	gr	71	69,5	64
Berat piknometer + tanah kering, (W2)	gr	81	79,5	74
Berat piknometer + tanah kering + air, (W3)	gr	176,50	175,00	169,50
Temperatur campuran tanah + air, (T1)	°C	29	29	29
Berat piknometer + air, (W4)	gr	170,00	169,00	163,50
Berat tanah kering, (Wt= W2-W1)	gr	10	10	10
W5= Wt + W4		180,00	179,00	173,50
Berat Isi tanah, (W5-W3)	cc	3,50	4,00	4,00
Koreksi, K		0,9977	0,9977	0,9977
Gs (pada 20 °C)=Gs (pada T1 °C) x K =	gr/cc	2,857	2,500	2,500
Gs (pada 20 °C) rata-rata =	gr/cc	2,619		

Sumber : Data Penelitian

**Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Rata-rata Nilai Berat Jenis**

No.	Variasi Pengujian	Rata-Rata Berat Jenis
1	Tanah Asli	2,619
2	Tanah Asli + serat ijuk 5%	2,611
3	Tanah Asli + ASP 6%+ serat ijuk 5%	2,625
4	Tanah Asli + ASP 9%+ serat ijuk 5%	2,639
5	Tanah Asli + ASP 12%+ serat ijuk 5%	2,670
6	Tanah Asli + ASP 15%+ serat ijuk 5%	2,741

Sumber : Data Penelitian

Pengujian berat jenis dilakukan untuk mengetahui perbandingan massa partikel padat tanah terhadap massa air. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tanah asli memiliki nilai berat jenis rata-rata sebesar 2,619. Setelah ditambahkan serat ijuk sebesar 5%, nilai tersebut sedikit menurun menjadi 2,611. Penurunan ini terjadi karena serat ijuk memiliki berat jenis yang lebih rendah dibandingkan mineral penyusun tanah.

Berbeda dengan campuran yang hanya menggunakan serat ijuk, penambahan abu sekam padi secara bertahap memberikan peningkatan nilai berat jenis. Nilai tersebut berturut-turut menjadi 2,625, 2,639, 2,670, hingga mencapai 2,741 pada campuran ASP 15% dengan serat ijuk 5%.

Peningkatan berat jenis menunjukkan bahwa partikel abu sekam padi mampu mengisi rongga-rongga antarbutir tanah sehingga susunan partikel menjadi lebih rapat. Struktur tanah yang semakin kompak menyebabkan volume pori berkurang dan kepadatan campuran meningkat. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa abu sekam padi berkontribusi terhadap terbentuknya struktur tanah yang lebih stabil dibandingkan tanah asli.

### c. Pengujian Analisa Saringan

**Tabel 5. Hasil Pengujian Analisa Saringan Tanah Asli**

Nomer Ayakan	Diameter lubang ayakan	Berat tanah yang tertahan diatas tiap-tiap ayakan	Berat tanah yang tertahan diatas tiap-tiap ayakan (%)	Kumulatif dari tanah yang tertahan (%)	Tanah yang lolos tiap-tiap ayakan (%)
4	4,75	0	0,00	0,00	100,00
10	2	0	0,00	0,00	100,00
20	0,85	0	0,00	0,00	100,00
40	0,425	0	0,00	0,00	100,00
60	0,25	45	13,35	13,35	86,65
100	0,15	105	31,16	44,51	55,49
200	0,075	60	17,80	62,31	37,69
Pan		127	37,69	100,00	0,00

*Sumber : Data Penelitian*

Pengujian analisis saringan dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran butir tanah yang digunakan dalam penelitian. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa seluruh sampel tanah lolos ayakan No. 4 hingga No. 40, sehingga persentase lolos pada rentang ayakan tersebut mencapai 100%. Sementara itu, pada ayakan No. 200, persentase tanah yang lolos sebesar 37,69%.

Persentase lolos ayakan No. 200 yang melebihi 35% menunjukkan bahwa tanah memiliki kandungan butiran halus yang cukup tinggi. Karakteristik tersebut merupakan salah satu ciri tanah lempung yang umumnya memiliki plastisitas relatif tinggi serta daya dukung yang rendah apabila digunakan sebagai tanah dasar tanpa proses stabilisasi. Oleh karena itu, hasil analisis saringan mendukung perlunya perbaikan sifat tanah melalui penambahan bahan stabilisasi.

### d. Pengujian Batas-Batas Atterbeg

#### 1) Pengujian Batas Cair (*Liquid Limit*)

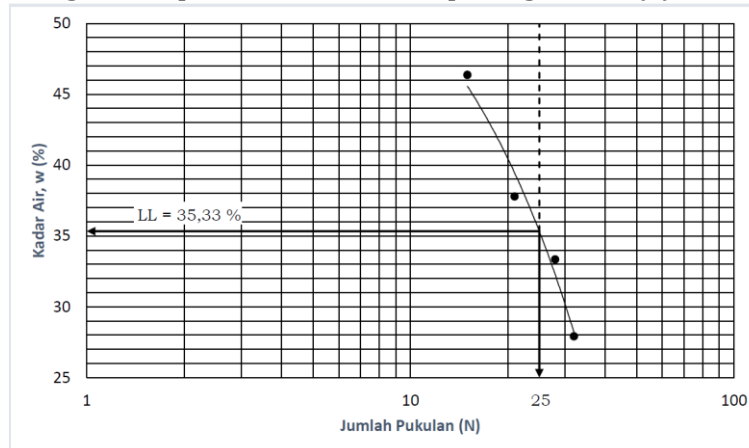
**Tabel 6. Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli**

Test No		1	2	3	4
No Cawan		21	25	32	35
Berat cawan kosong, (W1)	gr	13,01	13,01	13,01	13,01
Berat cawan + tanah basah, (W2)	gr	43,00	44,00	39,00	40,50

Berat cawan + tanah kering, (W3)	gr	33,50	35,50	32,50	34,50
Berat air, (W2 - W3)	gr	9,50	8,50	6,50	6,00
Berat tanah kering, (W3 - W1)	gr	20,49	22,49	19,49	21,49
Kadar air, $w = (W2 - W3) / (W3 - W1) \times 100$	%	46,36	37,79	33,35	27,92
Jumlah pukulan, N		15	21	28	32
Batas cair (Liquid Limit), LL =	%	35,33			

Sumber : Data Penelitian

Data perhitungan yang dihasil dari pengujian batas cair (liquid limit) yang kemudian kemudian diperoleh grafik liquid limit tanah asli pada gambar (2).



Gambar 2. Grafik Batas Cair Tanah Asli

Sumber : Data Penelitian

Dari data grafik yang dihasilkan dari pengujian batas cair (*liquid limit*) sampel tanah asli terhadap jumlah ketukan dan kadar air diperoleh nilai batas cair sebesar  $LL = 35,33\%$ .

## 2) Pengujian Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Tabel 7. Hasil Pengujian Batas Plastis Tanah Asli

Test No		1	2	3	4
No Cawan		44	36	99	23
Berat cawan kosong, (W1)	gr	12,50	13,00	13,00	12,50
Berat cawan + tanah basah, (W2)	gr	16,00	17,00	15,50	16,50
Berat cawan + tanah kering, (W3)	gr	15,50	16,50	15,00	16,00
Berat air, (W2 - W3)	gr	0,50	0,50	0,50	0,50
Berat tanah kering, (W3 - W1)	gr	3,00	3,50	2,00	3,50
Kadar air, $w = (W2 - W3) / (W3 - W1) \times 100$	%	16,67	14,29	25,00	14,29
Batas Plastis (Plastic Limit), PL =	%	17,56			

Sumber : Data Penelitian

Dari tabel batas plastis sampel tanah asli diatas diperoleh hasil rata-rata batas plastis sebesar  $17,56\%$

## 3) Indeks Plastisitas

Berdasarkan dari rumus indeks plastisitas yaitu  $PI = LL - PL$  maka diperoleh nilai indeks plastisitas yang dapat dihitung dalam rumus sebagai berikut:

$$PI = LL - PL\%$$

$$PI = 35,33\% - 17,56\% = 17,77\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan indeks plastisitas diperoleh nilai PI sebesar  $17,77\%$ . Berdasarkan klasifikasi tersebut, nilai PI sebesar  $17,77\%$  menunjukkan bahwa tanah termasuk dalam kategori plastisitas tinggi.

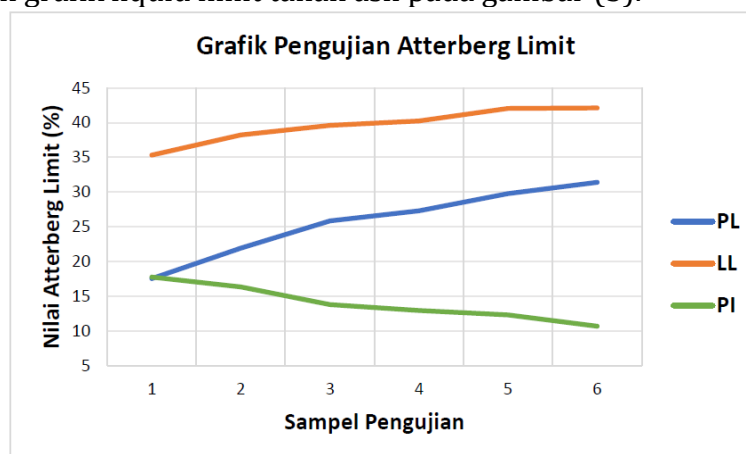
## 4) Rekapitulasi pengujian Batas-batas Atterberg

**Tabel 8. Rekapitulasi Batas-batas Atterberg**

No.	Sampel Pengujian	PL	LL	PI	Satuan
1	Tanah Asli	17,56	35,33	17,77	%
2	Tanah Asli + serat ijuk 5%	21,90	38,24	16,34	%
3	Tanah Asli + ASP 6% + serat ijuk 5%	25,83	39,61	13,78	%
4	Tanah Asli + ASP 9% + serat ijuk 5%	27,28	40,23	12,95	%
5	Tanah Asli + ASP 12% + serat ijuk 5%	29,76	42,06	12,30	%
6	Tanah Asli + ASP 15% + serat ijuk 5%	31,43	42,12	10,69	%

Sumber : Data Penelitian

Data perhitungan yang dihasil dari pengujian batas-batas atterberg yang kemudian kemudian diperoleh grafik liquid limit tanah asli pada gambar (3).



**Gambar 3. Grafik Pengujian Atterberg Limit**

Sumber : Data Penelitian

Secara keseluruhan, hasil pengujian Atterberg menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi dan serat ijuk memberikan perubahan terhadap karakteristik konsistensi tanah. Nilai batas cair dan batas plastis mengalami peningkatan, sedangkan indeks plastisitas menunjukkan kecenderungan menurun pada setiap penambahan kadar abu sekam padi. Penurunan nilai indeks plastisitas dari 17,77% menjadi 10,69% menunjukkan bahwa tanah menjadi lebih stabil dan tidak terlalu sensitif terhadap perubahan kadar air.

Perubahan tersebut dipengaruhi oleh reaksi pozzolanik abu sekam padi yang memperkuat ikatan antarpartikel tanah serta fungsi serat ijuk sebagai material penguat yang meningkatkan kohesi campuran. Kombinasi kedua bahan tersebut menghasilkan struktur tanah yang lebih padat, lebih stabil, dan memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan kondisi tanah sebelum distabilisasi. Dengan demikian, penggunaan abu sekam padi dan serat ijuk terbukti efektif dalam memperbaiki sifat fisik tanah lempung sehingga lebih sesuai digunakan sebagai lapisan tanah dasar (*subgrade*) pada konstruksi.

#### e. Klasifikasi AASHTO

**Tabel 9. Data Rekapitulasi Tanah Asli**

No.	Parameter	Hasil	Satuan
1	Pengujian Kadar Air	43,94	%
2	Pengujain Berat Jenis Tanah	2,619	%
3	Pengujian Analisa Saringan		
	#4 (4,75)	100	%
	#10 (2)	100	%
	#20 (0,85)	100	%
	#40 (0,425)	100	%

No.	Parameter	Hasil	Satuan
	#60 (0,25)	86,65	%
	#100 (0,85)	55,49	%
	#200 (0,75)	37,69	%
4	Pengujian Batas-Batas Atterberg		
	Batas Cair (LL)	35	%
	Batas Plastis (PL)	17,56	%
	Indeks Plastisitas (PI)	17,77	%

Sumber : Data Penelitian

Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO, tanah dengan nilai lolos saringan No.200 lebih dari 35%, nilai  $LL \leq 40\%$ , dan  $PI > 10\%$  termasuk dalam kelompok A-6 yang memerlukan perbaikan atau stabilisasi untuk meningkatkan kestabilan dan daya dukung tanah sebagai lapisan tanah dasar (*subgrade*).

#### f. Pengujian Proctor Standar

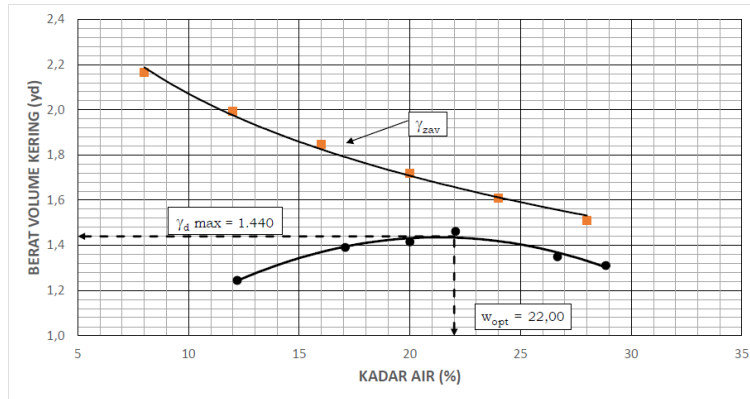
##### 1) Sampel Tanah Asli

Tabel 10. Hasil Pengujian Proctor Test Tanah Asli

Test No		1	2	3	4	5	6
No cawan		22	13	45	15	30	101
Berat cawan, (W1)	gr	11,00	13,00	13,00	12,50	13,00	12,50
Berat cawan + tanah basah, (W2)	gr	34,00	37,00	46,00	54,00	51,00	46,00
Berat cawan + tanah kering, (W3)	gr	31,50	33,50	40,50	46,50	43,00	38,50
Berat Mold, (W4)	gr	1685,5	1685,5	1685,5	1685,5	1685,5	1685,5
Berat Mold + tanah basah, (W5)	gr	3004	3223	3290,0	3370	3300,0	3280,0
Berat tanah basah, W5-W4	gr	1318,5	1537,5	1604,5	1684,5	1614,5	1594,5
Volume Mold, (V)	cm <sup>3</sup>	944	944	944	944	944	944
Berat volume, $\gamma = (W5-W4)/V$	gr/cm <sup>3</sup>	1,397	1,629	1,700	1,784	1,710	1,689
Kadar air	%	12,20	17,07	20,00	22,06	26,67	28,85
Berat volume kering, $\gamma_d$	gr/cm <sup>3</sup>	1,245	1,391	1,416	1,462	1,350	1,311
w, untuk menentukan $\gamma_{zav}$	%	8	12	16	20	24	28
$\gamma$ zero air void, $\gamma_{zav}$	gr/cm <sup>3</sup>	2,165	1,993	1,846	1,719	1,608	1,511

Sumber : Data Penelitian

Data perhitungan yang dihasil dari pengujian pemadatan (proctor standard) yang kemudian kemudian diperoleh grafik proctor standard tanah asli pada gambar (4).



**Gambar 4. Grafik Proctor Test Tanah Asli**

Sumber : Data Penelitian

Berdasarkan grafik pengujian pemadatan, diperoleh berat volume kering maksimum ( $\gamma_d \text{ max}$ ) sebesar  $1,440 \text{ gr/cm}^3$  pada kadar air optimum ( $W_{opt}$ )  $22,00\%$ .

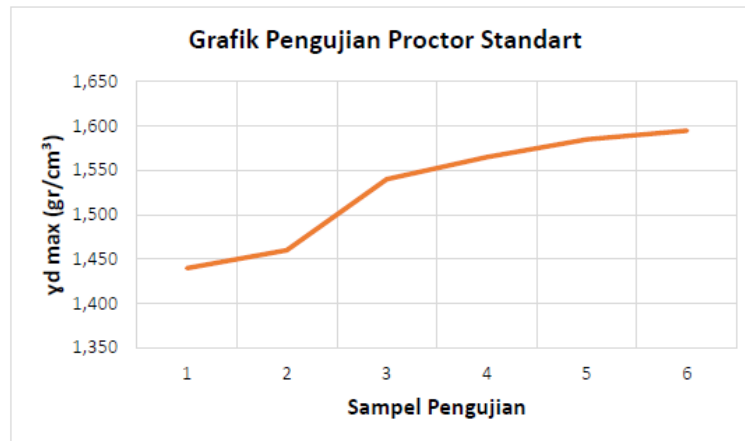
**2) Rekapitulasi Nilai Pengujian Proctor Standar**

Tabel 11. Rekapitulasi Nilai Pengujian Proctor Standart

No.	Sampel Pengujian	$\gamma_d \text{ max}$	$W_{opt}$
1	Tanah Asli	1,440	22,00
2	Tanah Asli + serat ijuk 5%	1,460	22,00
3	Tanah Asli + ASP 6%+ serat ijuk 5%	1,540	22,00
4	Tanah Asli + ASP 9%+ serat ijuk 5%	1,565	22,00
5	Tanah Asli + ASP 12%+ serat ijuk 5%	1,585	21,00
6	Tanah Asli + ASP 15%+ serat ijuk 5%	1,595	21,00

Sumber : Data Penelitian

Data perhitungan yang dihasil dari pengujian pemadatan (*proctor standar*) yang kemudian kemudian diperoleh grafik proctor standard tanah asli pada gambar (5).



**Gambar 5. Grafik Pengujian Proctor Standart**

Sumber : Data Penelitian

Pengujian pemadatan dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kadar air dengan berat volume kering tanah sehingga dapat diperoleh nilai berat volume kering maksimum ( $\gamma_d \text{ max}$ ) dan kadar air optimum (*Optimum Moisture Content/OMC*). Parameter tersebut digunakan sebagai acuan dalam menilai kemampuan tanah mencapai tingkat kepadatan maksimum setelah diberikan energi pemadatan.

Berdasarkan hasil pengujian pada tanah asli, diperoleh nilai  $\gamma_d \text{ max}$  sebesar  $1,440 \text{ gr/cm}^3$  dengan kadar air optimum (OMC) sebesar  $22,00\%$ . Setelah dilakukan stabilisasi menggunakan serat ijuk dan abu sekam padi, nilai berat volume kering maksimum

menunjukkan kecenderungan meningkat pada setiap variasi campuran. Campuran tanah dengan serat ijuk 5% menghasilkan  $\gamma_{dmax}$  sebesar 1,460 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan penambahan abu sekam padi masing-masing sebesar 6%, 9%, 12%, dan 15% meningkatkan nilai tersebut menjadi 1,540 gr/cm<sup>3</sup>, 1,565 gr/cm<sup>3</sup>, 1,585 gr/cm<sup>3</sup>, dan 1,595 gr/cm<sup>3</sup>. Di sisi lain, nilai kadar air optimum relatif konstan pada kisaran 21–22%.

Peningkatan berat volume kering maksimum menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi mampu memperbaiki susunan partikel tanah sehingga rongga antarbutir menjadi lebih kecil dan kepadatan campuran meningkat. Abu sekam padi berperan sebagai material pengisi (*filler*) sekaligus menghasilkan reaksi pozzolanik yang memperkuat ikatan antarpartikel tanah. Sementara itu, serat ijuk berfungsi sebagai elemen penguat yang membantu mempertahankan kestabilan struktur tanah selama proses pemadatan. Dengan demikian, kombinasi kedua material tersebut menghasilkan tanah yang lebih padat dan memiliki karakteristik mekanis yang lebih baik dibandingkan tanah asli.

**g. Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)**

**1) Sampel Tanah Asli**

**Tabel 12. Hasil Pengujian CBR Tanah Asli**

Waktu (menit)	Penetrasi		Pembacaan Dial Beban		Beban (lb)	
	(mm)	(inch)	Atas	bawah	Atas	Bawah
0,00	0,00	0,00	0	-	0	-
0,25	0,320	0,013	0,8	-	0,9	-
0,50	0,635	0,025	1	-	1,1	-
1,00	1,270	0,050	1,4	-	1,5	-
1,50	1,905	0,075	1,8	-	2	-
2,00	2,540	0,100	2,5	-	2,7	-
3,00	3,810	0,150	3,4	-	3,7	-
4,00	5,080	0,200	4,4	-	4,8	-
6,00	7,620	0,300	5,8	-	6,3	-
8,00	10,160	0,400	6,6	-	7,2	-
10,00	12,700	0,500	7	-	7,7	-

Sumber : Data Penelitian

Pada pengujian CBR, nilai beban (lb) diperoleh dari hasil pembacaan dial proving ring yang dikalikan dengan faktor kalibrasi alat sesuai hasil kalibrasi, dimana faktor kalibrasi yang digunakan 1,093 (lb) . Adapun perhitungan untuk menentukan nilai beban (lb) dapat dilakukan sebagai berikut:

$$\text{Beban (lb)} = \text{Pembacaan Dial} \times \text{Faktor Kalibrasi}$$

$$\text{Beban (lb)}_{0,1} = 2,5 \times 1,093 = 2,7$$

$$\text{Beban (lb)}_{0,2} = 4,4 \times 1,093 = 4,8$$

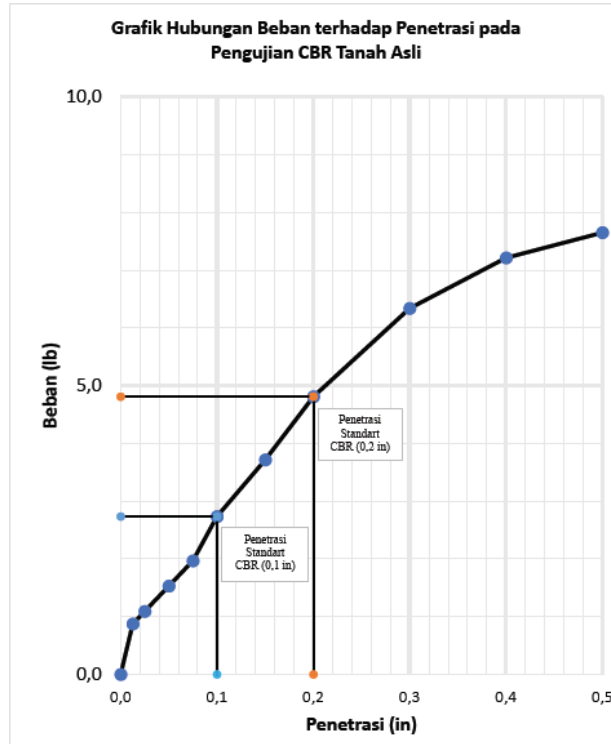
Perhitungan nilai CBR dilakukan dengan membandingkan beban hasil pengujian terhadap beban standar, yaitu 3000 lb atau setara dengan 13,34 kN untuk penetrasi 0,1 inci dan 4500 lb atau setara dengan 20,02 kN untuk penetrasi 0,2 inci. Adapun perhitungan untuk menentukan nilai CBR dapat dilakukan sebagai berikut:

$$CBR = \frac{BEBAN\ UJI}{BEBAN\ STANDART} \times 100\%$$

$$CBR_{0,1} = \frac{2,7}{13,34} \times 100\% = 20,48\%$$

$$CBR_{0,2} = \frac{4,8}{20,02} \times 100\% = 24,02\%$$

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai CBR sebesar 20,48% pada penetrasi 0,1 inci dan 24,02% pada penetrasi 0,2 inci. Karena nilai terbesar digunakan sebagai nilai CBR, maka diperoleh nilai CBR sebesar 24,02%. Hubungan antara beban dan penetrasi hasil pengujian dapat dilihat pada grafik yang ditunjukkan pada Gambar (6).



**Gambar 6. Grafik CBR Tanah Asli**

Sumber : Data Penelitian

Berdasarkan grafik hubungan beban terhadap penetrasi pada pengujian CBR tanah asli, terlihat bahwa nilai beban meningkat seiring bertambahnya penetrasi. Beban pada penetrasi 0,1 inci sebesar 2,7 lb dan pada penetrasi 0,2 inci sebesar 4,8 lb.

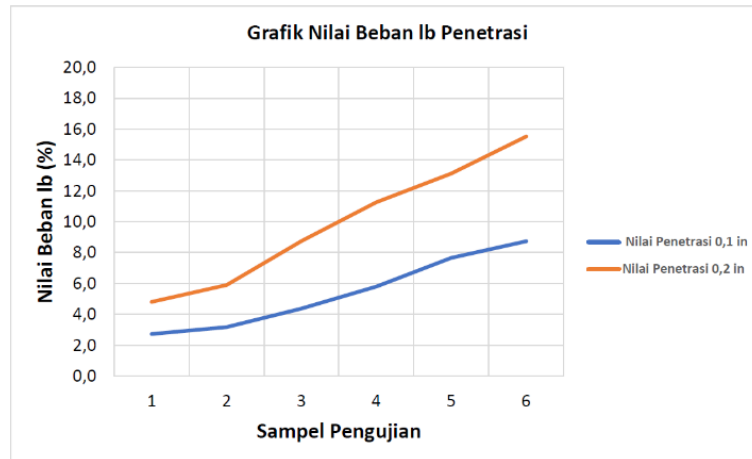
## 2) Rekapitulasi Nilai Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

**Tabel 13. Rekapitulasi Nilai Pengujian CBR**

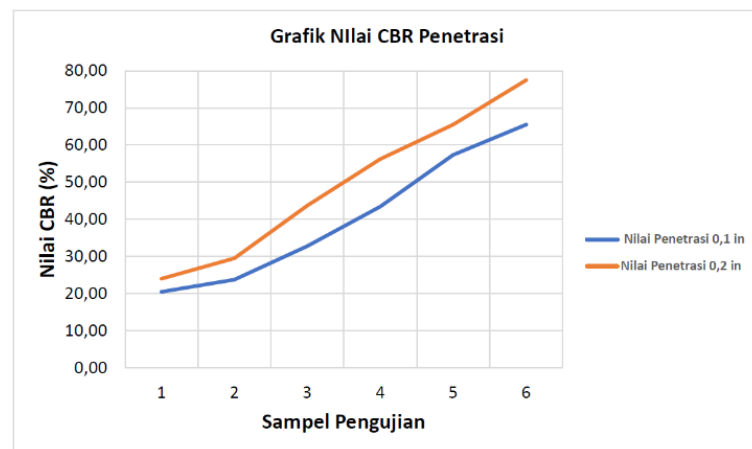
No.	Sampel Pengujian	lb 0,1	lb 0,2	CBR 0,1	CBR 0,2	Satuan
1	Tanah Asli	2,7	4,8	20,48	24,02	%
2	Tanah Asli + serat ijuk 5%	3,2	5,9	23,76	29,48	%
3	Tanah Asli + ASP 6% + serat ijuk 5%	4,4	8,7	32,77	43,68	%
4	Tanah Asli + ASP 9% + serat ijuk 5%	5,8	11,3	43,43	56,23	%
5	Tanah Asli + ASP 12% + serat ijuk 5%	7,7	13,1	57,35	65,51	%
6	Tanah Asli + ASP 15% + serat ijuk 5%	8,7	15,5	65,55	77,53	%

Sumber : Data Penelitian

Berdasarkan tabel diatas maka dapat digambarkan grafik hubungan pengaruh variasi abu sekam padi dan serat ijuk terhadap nilai beban lb dan nilai CBR *unsoaked* dapat dilihat pada gambar (7) dan gambar (8).



**Gambar 7. Grafik Hubungan Nilai Beban lb Pada Penetrasi 0,1 in dan 0,2 in**  
 Sumber : Data Penelitian



**Gambar 8. Grafik Hubungan Nilai CBR Pada Penetrasi 0,1 in dan 0,2 in**  
 Sumber : Data Penelitian

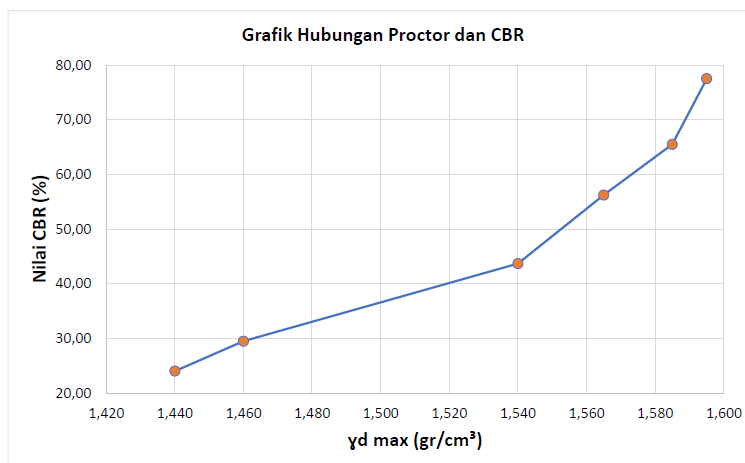
Pada grafik hubungan beban terhadap penetrasi, nilai beban pada penetrasi 0,1 inci maupun 0,2 inci menunjukkan tren meningkat dari tanah asli hingga campuran ASP 15% + serat ijuk 5%. Nilai beban pada penetrasi 0,1 inci meningkat dari 2,7 lb menjadi 8,7 lb, sedangkan pada penetrasi 0,2 inci meningkat dari 4,8 lb menjadi 15,5 lb. Peningkatan yang serupa juga terlihat pada grafik nilai CBR, dimana setiap penambahan kadar ASP menghasilkan kenaikan nilai CBR. Nilai CBR pada penetrasi 0,1 inci meningkat dari 20,48% menjadi 65,55%, sedangkan pada penetrasi 0,2 inci meningkat dari 24,02% menjadi 77,53%.

**h. Hubungan Hasil Pengujian Proctor Standart dan CBR**

**Tabel 14. Rekapitulasi Nilai Pengujian Proctor dan CBR**

Rekapitulasi Nilai Pengujian Proctor dan CBR			
No.	Sampel Pengujian	γ <sub>d</sub> max	CBR 0,2
1	Tanah Asli	1,440	24,02
2	Tanah Asli + serat ijuk 5%	1,460	29,48
3	Tanah Asli + ASP 6%+ serat ijuk 5%	1,540	43,68
4	Tanah Asli + ASP 9%+ serat ijuk 5%	1,565	56,23
5	Tanah Asli + ASP 12%+ serat ijuk 5%	1,585	65,51
6	Tanah Asli + ASP 15%+ serat ijuk 5%	1,595	77,53

Berdasarkan tabel (14) diatas maka dapat digambarkan grafik hubungan antara hasil pengujian proctor dan CBR dapat dilihat pada gambar (9) Berikut.



**Gambar 9. Grafik Hubungan Proctor Dengan CBR**

Analisis hubungan antara hasil pengujian pemadatan dan nilai CBR dilakukan untuk mengetahui pengaruh tingkat kepadatan tanah terhadap peningkatan daya dukung setelah proses stabilisasi. Berdasarkan hasil penelitian, terlihat adanya hubungan yang positif antara nilai berat volume kering maksimum ( $\gamma_{d \max}$ ) dengan nilai CBR pada setiap variasi campuran.

Peningkatan  $\gamma_{d \max}$  dari 1,440 gr/cm<sup>3</sup> pada tanah asli menjadi 1,595 gr/cm<sup>3</sup> pada campuran ASP 15% dan serat ijuk 5% diikuti oleh peningkatan nilai CBR dari 24,02% menjadi 77,53%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat kepadatan tanah yang dicapai melalui proses pemadatan, semakin besar pula kemampuan tanah dalam menahan beban.

Fenomena tersebut terjadi karena kepadatan yang lebih tinggi menyebabkan jumlah rongga di dalam tanah berkurang sehingga kontak antarpartikel menjadi semakin kuat. Reaksi pozzolanik yang dihasilkan oleh abu sekam padi memperkuat ikatan antarbutir tanah, sedangkan serat ijuk membantu mendistribusikan tegangan secara lebih merata dan meningkatkan ketahanan campuran terhadap deformasi. Akibatnya, tanah menjadi lebih stabil serta memiliki kapasitas dukung yang lebih tinggi.

Secara keseluruhan, hasil penelitian memperlihatkan bahwa peningkatan nilai  $\gamma_{d \max}$  selalu diikuti oleh kenaikan nilai CBR pada seluruh variasi campuran. Hubungan tersebut menunjukkan bahwa karakteristik pemadatan memiliki pengaruh langsung terhadap daya dukung tanah. Oleh karena itu, penggunaan abu sekam padi dan serat ijuk dapat dinilai efektif sebagai bahan stabilisasi karena mampu meningkatkan kepadatan sekaligus memperbaiki kekuatan tanah lempung. Variasi campuran 15% abu sekam padi dan 5% serat ijuk memberikan hasil paling optimum, ditunjukkan oleh nilai berat volume kering maksimum dan nilai CBR tertinggi dibandingkan variasi campuran lainnya.

#### 4. KESIMPULAN

Dari beberapa pengujian sifat fisis dan mekanis tanah yang telah dilakukan pada tanah asli dengan campuran abu sekam padi (ASP) dan serat ijuk, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Berdasarkan hasil penelitian sifat fisis yang telah dilakukan, tanah asli pada lokasi penelitian termasuk tanah lanau-lempung kelompok A-6 menurut klasifikasi AASHTO dengan nilai indeks plastisitas (PI) sebesar 17,77%, persentase lolos saringan No.200 sebesar 37,69%, dan nilai berat jenis (Gs) sebesar 2,619 yang menunjukkan bahwa tanah tergolong lempung anorganik dan nilai indeks plastisitas sebesar 17,77%. Setelah dilakukan penambahan serat ijuk 5% dan abu

sekam padi (ASP), nilai berat jenis mengalami peningkatan hingga mencapai 2,741 pada campuran ASP 15% + serat ijuk 5%, sedangkan nilai indeks plastisitas menurun menjadi 10,69%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan bahan stabilisasi mampu memperbaiki susunan partikel tanah, meningkatkan kepadatan tanah, serta mengurangi sifat plastis tanah sehingga tanah menjadi lebih stabil terhadap perubahan kadar air.

- b. Pada pengujian pemadatan standar (Proctor Standard), penambahan ASP dan serat ijuk meningkatkan nilai berat volume kering maksimum ( $\gamma_d$  max) dari 1,440 gr/cm<sup>3</sup> pada tanah asli menjadi 1,595 gr/cm<sup>3</sup> pada campuran ASP 15% + serat ijuk 5%, dengan kadar air optimum berkisar 21–22%. Selain itu, hasil pengujian CBR unsoaked ini menunjukkan peningkatan daya dukung tanah yang signifikan, dimana nilai CB meningkat dari 24,02% pada tanah asli menjadi 77,53% pada campuran ASP 15% + serat ijuk 5% pada penetrasi 0,2 inci. Dengan demikian, penambahan abu sekam padi dan serat ijuk efektif dalam meningkatkan kepadatan, kestabilan, serta daya dukung tanah sehingga campuran tersebut layak digunakan sebagai material tanah dasar (subgrade) pada konstruksi jalan.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1742:2008 Cara Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1964:2008 Cara Uji Berat Jenis Tanah. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1965:2008 Cara Uji Kadar Air Tanah. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1966:2008 Cara Uji Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1967:2008 Cara Uji Batas Cair Tanah. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 3423:2008 Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2012). SNI 1744:2012 Metode Pengujian CBR Laboratorium. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bowles, J. E. (1997). *Foundation Analysis and Design (5th ed.)*. New York: McGraw-Hill.
- Das, B. M. (2019). *Principles of Geotechnical Engineering (9th ed.)*. Boston: Cengage Learning.
- Hardiyatmo, H. C. (2014). *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2017). *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2020). *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Pandian, N. S. (2004). *Fly Ash Characterization With Reference to Geotechnical Applications*. *Journal of Indian Institute of Science*, 84(6), 189–216.
- Prabakar, J., Dendorkar, N., & Morchhale, R. K. (2004). *Influence of Fly Ash on Strength Behaviour of Typical Soils*. *Construction and Building Materials*, 18(4), 263–267.
- Terzaghi, K., Peck, R. B., & Mesri, G. (1996). *Soil Mechanics in Engineering Practice (3rd ed.)*. New York: John Wiley & Sons.
- Verma, A., & Pande, A. M. (2013). *Stabilization of Black Cotton Soil Using Rice Husk Ash*. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 2(11), 304–307.
- Yadu, L., & Tripathi, R. K. (2013). *Effects of Granulated Blast Furnace Slag in the Engineering Behaviour of Stabilized Soft Soil*. *Procedia Engineering*, 51, 125–131.