

**STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN CAMPURAN
ABU SEKAM PADI DAN KAPUR DIEVALUASI DARI NILAI CBR
UNSOAKED
(CLAYEY SOIL STABILIZATION USING RICE HUSK ASH AND LIME
EVALUATED BY CBR UNSOAKED)**

Anis Fajar Sajati¹⁾, Sri Wulandari²⁾

^{1),2)}Universitas Gunadarma

^{1),2)}Jl. Margonda Raya No.100, Pondok Cina, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16424

e-mail: ¹⁾anisfajarsajati@gmail.com, ²⁾wulan.busono@gmail.com

Diterima: 10 Januari 2020, direvisi: 13 Juni 2020; disetujui: 23 Juni 2020.

ABSTRAK

Salah satu kekuatan atau kekokohan suatu konstruksi ditentukan oleh kualitas bahan dasar yang dipergunakan. Seperti pada konstruksi jalan, sebagai bahan dasar (subgrade) juga sangat menentukan kekuatan jalan. Kualitas tanah asli pada daerah Hambalang kecamatan Citeureup, Bogor mempunyai daya dukung (kepadatan kering, CBR) rendah 1,9%, sehingga dapat menyebabkan konstruksi jalan akan cepat mengalami kerusakan. Stabilisasi tanah yang dilakukan pada penelitian ini adalah stabilisasi dengan cara kimiawi dan bahan campuran yang dipilih adalah abu sekam padi (ASP) dan kapur (Lime). Pengujian ini dilakukan dengan tanah lempung dengan menambah campuran abu sekam dan kapur dalam variasi persentase berat lempung sebesar 0%, 4%, 8% dan 12% dari berat kering tanah, dengan pengujian CBR Unsoaked tanpa pemeraman. Perbandingan antara kapur dan abu sekam padi adalah 50% : 50% dan masing-masing campuran dibuat sebanyak 3 sampel. Kadar air pada tanah asli sebesar 7,52% menurun menjadi 49,50% pada variasi 12%. Nilai CBR tanah meningkat secara signifikan. CBR pada tanah asli sebesar 1,9% meningkat menjadi 8,0% pada campuran abu 2% dan kapur 2%, kemudian mengalami peningkatan pada campuran abu 4% dan kapur 4% yaitu 30,1%, dan pada campuran abu 6% dan kapur 6% mengalami penurunan menjadi 10,7%. Dapat disimpulkan bahwa pada perscampuran 8% diperoleh nilai CBR sebesar 30,1%.

Kata Kunci: Stabilisasi, jalan, tanah lempung, campuran, optimum, CBR

ABSTRACT

The quality of original soil in the Hambalang area of Citeureup - Bogor, virtually shows low density mainly the unsoaked CBR value therefore unusable for subgrade structure, and can cause road construction to be easily damaged. Soil stabilization conducted in this research is chemical stabilization using the selected mixture was rice husk ash (ASP) and lime. This test carried out with clayey by adding a mixture of rice husk ash and lime in a variation of clayey weight percentage of 0%, 4%, 8% and 12% of the dry weight of the soil, where the ratio between lime and rice husk ash is 50%: 50% and each mixture made as many as 3 samples. Water content in the original soil was 75.2 % decreased to 49.5% at 12% variation. The mixture of rice husk ash and lime ash makes the value of the liquid limit (LL), plastic limit (PL), and shrinkage limit (SL) decrease. This shows that the effect of rice husk ash and lime as added material in soil improvement has changed the technical properties of expansive clay for the better. CBR soil test increases significantly. CBR in the original soil of 1.9% increased to 8.0% in the rice ash husk plus lime mixture 4%, then experienced a significant increase in the 8% rice ash husk plus lime mixture that is 30.1%, and in the rice ash husk plus lime mixture 12% decreased to 10.7%. it can be concluded that the optimum undisturbed CBR obtained at mixing with a percentage of 8% is 30.1%.

Keywords: Stabilization, road, clay soil, mixture, optimum, CBR

PENDAHULUAN

Perkembangan infrastruktur di Indonesia semakin hari semakin mengalami kemajuan. Kebutuhan fasilitas infrastruktur yang memadai meningkat seiring dengan meningkatnya perkembangan suatu wilayah. Hal tersebut mendorong adanya pemanfaatan wilayah semaksimal mungkin. Dapat dikatakan jika infrastruktur adalah pondasi suatu negara. Dengan infrastruktur yang memadai akan membuat sektor ekonomi negara semakin berkembang. Walaupun efek yang dirasakan tentu tidak akan terjadi dalam waktu singkat.

Sebagian besar tanah di wilayah Indonesia merupakan jenis tanah butir halus, di mana tidak semua wilayah memiliki karakteristik tanah yang baik untuk pemanfaatan suatu infrastruktur. Tanah dengan karakteristik yang kurang baik kerap menimbulkan masalah seperti tanah lunak dengan daya dukung yang rendah. Dibutuhkan suatu metode perbaikan tanah yang dapat mengatasi permasalahan tersebut, sehingga tanah dengan karakteristik yang kurang baik mampu dimanfaatkan dengan lebih baik guna memenuhi kebutuhan infrastruktur yang semakin mendesak di era modern ini.

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai tinggi. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Ukuran mineral lempung (0,002 mm, dan yang lebih halus) agak bertindihan (*overlap*) dengan ukuran lanau. Akan tetapi, perbedaan antara keduanya ialah bahwa mineral lempung tidak lembab. Sifat yang khas dari tanah lempung adalah dalam keadaan kering, tanah akan bersifat keras, jika tanah dalam keadaan basah akan bersifat lunak plastis dan kohesif, tanah kohesif adalah tanah yang mempunyai sifat lekatan antar butir-butirannya.

Salah satu kekuatan atau kekokohan suatu konstruksi ditentukan oleh kualitas bahan dasar yang dipergunakan. Seperti pada konstruksi jalan, kualitas tanah asli sebagai bahan dasar (*subgrade*) juga sangat menentukan kekuatan jalan. Jika tanah asli mempunyai daya dukung (kepadatan kering, CBR) rendah, maka konstruksi jalan akan cepat mengalami kerusakan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut salah satu cara atau metode yang dipergunakan adalah memperbaiki kualitas tanah asli (stabilisasi).

Stabilisasi tanah merupakan pencampuran tanah dengan bahan tertentu, guna memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi syarat teknis tertentu. Proses stabilisasi tanah meliputi pencampuran tanah dengan tanah lain untuk memperoleh gradasi yang diinginkan, atau pencampuran tanah dengan bahan-bahan buatan pabrik, sehingga sifat-sifat teknis tanah menjadi lebih baik. Guna merubah sifat-sifat teknis tanah seperti kapasitas dukung, kompresibilitas, permeabilitas, kemudahan dikerjakan, potensi pengembangan dan sensitifitas terhadap perubahan kadar air, maka dapat dilakukan dengan cara penanganan dari yang paling mudah, seperti pemadatan sampai teknis yang lebih mahal (Das 1995; Hardiyatmo 1994; 1996; 2010; 2011; 2015). Salah satu bahan alternatif yang lebih ekonomis sebagai usaha perbaikan tanah yaitu dengan memanfaatkan limbah abu sekam padi yang dicampur dengan kapur (Budi, Denny dan Agus 2002).

Stabilisasi tanah yang dilakukan pada penelitian ini adalah stabilisasi dengan cara kimiawi yaitu dengan menambahkan bahan kimia pada tanah yang akan distabilisasi. Bahan campuran yang dipilih adalah abu sekam padi (ASP) dan kapur (*Lime*), di mana pada kedua bahan tersebut dapat merubah sifat fisik tanah, terutama merubah nilai CBR tanah (Budi, Denny dan Agus 2002; Uchariya, Rohit, and Trivedi 2016; Ismed dan Mery 2018).

Tanah lempung yang dipergunakan untuk tanah dasar (*subgrade*) jalan dengan nilai CBR rendah akan menghasilkan suatu konstruksi yang tidak optimal hasilnya (cepat rusak). Untuk itu, jika akan dipergunakan suatu konstruksi sebaiknya nilai CBR dinaikan agar mampu menahan beban di atasnya.

CBR merupakan ukuran daya dukung tanah yang dipadatkan dengan daya pemadatan tertentu dan kadar air tertentu dibandingkan dengan beban *standard* pada batu pecah. Dengan demikian, besaran CBR adalah persentase atau perbandingan daya dukung tanah yang diteliti dan daya dukung batu pecah standar pada nilai penetrasi yang sama (0,1 *inch* dan 0,2 *inch*). Pada penelitian ini CBR laboratorium diukur dalam kondisi terendam (*Unsoaked*). Pada

umumnya CBR *Unsoaked* lebih tinggi dari CBR *Soaked*.

KAJIAN PUSTAKA

Tanah yang digunakan pada penelitian ini yaitu tanah di daerah Hambalang, Kecamatan Citeureup, Bogor, karena sebagian besar merupakan tanah berbutir halus berupa tanah lempung. Oleh sebab itu, tanah perlu dilakukan stabilisasi.

Stabilisasi tanah yang dilakukan pada penelitian ini adalah stabilisasi dengan cara kimiawi yaitu dengan menambahkan bahan kimia pada tanah yang akan distabilisasi. Bahan campuran yang dipilih adalah ASP dan *lime*.

Penggunaan ASP dan *lime* pada penelitian ini sebesar 4%, 8% dan 12% dari berat kering tanah, di mana perbandingan antara kapur dan abu sekam padi yaitu 50% : 50% dan masing-masing campuran dibuat sebanyak 3 sampel.

Pada penelitian ini menggunakan uji laboratorium. Pengujian laboratorium sendiri dibagi lagi menjadi dua, yaitu *index properties test* dan *engineering properties test*. Sifat-sifat indeks (*index properties*) menunjukkan sifat-sifat tanah yang mengindikasikan jenis dan kondisi tanah, serta memberikan hubungan terhadap sifat-sifat mekanis (*engineering properties*) seperti kekuatan dan pemampatan atau kecenderungan untuk mengembang, dan permeabilitas. Beberapa pengujian *index properties* yang dilakukan pada penelitian ini, antara lain (Hardiyatmo 1994; Das 1995):

1. Uji kadar air (BSN 2018a)

Kadar air merupakan perbandingan antara berat air yang terkandung dengan berat tanah keringnya. Uji kadar air bertujuan untuk menentukan sampel kadar air tanah. Kadar air yang didapatkan juga digunakan dalam pengujian pemadatan untuk menghitung penambahan air yang digunakan.

2. Uji Berat Jenis (BSN 2008b)

Berat jenis adalah perbandingan relatif antara massa jenis sebuah zat dengan massa jenis air murni. Air murni bermassa jenis 1 g/cm³ atau 1000 kg/m³. Berat jenis tidak mempunyai satuan atau dimensi. Uji berat jenis bertujuan untuk menentukan berat jenis dari sampel tanah. Berat jenis yang didapatkan digunakan dalam pengujian berat isi dalam pengolahan data.

3. Uji Gradasi Butiran (Analisis Saringan dan Hidrometer) (BSN 2008c)

Analisis saringan adalah proses penentuan gradasi butiran tanah untuk butir lebih besar dari 0,075 mm. Sedangkan analisis hidrometer adalah proses penentuan gradasi butiran tanah untuk butir lebih kecil dari 0,075 mm. Uji analisis saringan dan hidrometer bertujuan untuk menentukan jenis tanah berdasarkan gradasi butiran tanah. Jenis tanah yang didapatkan ini digunakan untuk menentukan pengujian apa saja yang bisa dilakukan.

4. Uji Batas Cair (BSN 2008d)

Batas cair ialah kadar air batas di mana suatu tanah berubah dari keadaan cair menjadi keadaan plastis. Uji batas cair bertujuan untuk menentukan kadar air pada kondisi pada peralihan keadaan plastis dan keadaan cair.

5. Uji Batas Plastis (BSN 2008e)

Batas plastis ialah kadar air minimum di mana suatu tanah masih dalam keadaan plastis. Uji batas plastis bertujuan untuk menentukan kadar air pada kondisi pada peralihan keadaan semi padat dan keadaan plastis. Nilai batas cair dan batas plastis digunakan untuk menghitung indeks plastisitas tanah.

6. Uji Batas Susut (BSN 2008f)

Uji batas susut dilakukan untuk menentukan kadar air sampel tanah pada batas keadaan semi padat dan keadaan padat.

Beberapa pengujian *engineering properties* yang dilakukan pada penelitian ini, antara lain (Hardiyatmo 1994; Das 1995):

1. Uji Pemadatan Standar (BSN 2008g)

Pemadatan adalah suatu proses di mana udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan salah satu cara mekanis. Tujuan pengujian pemadatan adalah untuk menentukan kadar air optimum serta berat isi kering maksimum pada suatu sampel tanah. Nilai kadar air optimum digunakan pada percobaan utama pada penelitian ini yaitu uji geser langsung.

2. California Bearing Ratio (CBR) Laboratorium (BSN 1989)

Pengujian CBR laboratorium adalah penentuan nilai CBR contoh material tanah, agregat atau campuran tanah dan agregat yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air sesuai yang ditentukan. Pengujian CBR

digunakan untuk mengevaluasi potensi kekuatan material lapis tanah dasar, fondasi bawah dan fondasi, termasuk material yang didaur ulang untuk perkerasan jalan dan lapangan terbang.

3. Pemeriksaan CBR bertujuan untuk menentukan harga CBR tanah dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu dan menghasilkan perbandingan antara beban penetrasi suatu lapisan tanah atau perkerasan tanah terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama dan menentukan nilai CBR suatu sampel tanah pada kadar air optimum dan pada berat isi kering maksimum.

ASP

Abu sekam padi yang digunakan pada penelitian ini adalah sisa pembakaran dari sekam padi, sehingga pada prinsipnya abu sekam padi ini merupakan limbah sisa pembakaran. Namun berdasarkan penelitian-penelitian yang telah lalu menunjukkan bahwa abu sekam padi memiliki kandungan kimia yang dapat dimanfaatkan untuk stabilisasi tanah karena sifat pozolan dari bahan kimia tersebut. Hasil analisis lebih lanjut pada abu sekam padi menunjukkan bahwa kandungan SiO₂ mencapai 80 - 90%, yang memiliki sifat perekat, sehingga pemanfaatannya sudah banyak digunakan yakni dengan mereaksikannya dengan larutan NaOH untuk menghasilkan natrium silikat sehingga dalam industry dapat dimanfaatkan sebagai bahan *filler* dalam pembuatan sabun dan detergen, bahan perekat (*adhesive*), dan jeli silika (*silica gel*).

Lime

Penambahan kapur padam dalam tanah merubah tekstur tanah. Tanah lempung berubah menjadi berkelekuan mendekati lanau atau pasir akibat penggumpalan partikel. Pencampuran tanah dengan partikel berukuran lempung (<0,002 mm) dibandingkan dengan lempung aslinya, (Hardiyatmo 1994). Bahan stabilisasi pada pengujian ini menggunakan kapur padam. Kapur padam, yaitu kapur dari hasil pemadaman kapur tohor dengan air, sehingga terbentuk hidrat Ca(OH)₂.

Stabilitas tanah dengan kapur pada dasarnya sama dengan semen, seperti contohnya teknik pengujian dan pelaksanaannya. Perbedaannya adalah kapur

lebih cocok untuk stabilitas tanah untuk tanah lempungan, dan kurang cocok untuk tanah granuler. Kapur tohor atau larutan kapur dapat digunakan untuk perawatan tanah yang terlalu basah atau kering. Untuk aplikasi jalan raya stabilitas tanah kapur banyak digunakan untuk bangunan lapis pondasi bawah (*subbase*) atau perbaikan tanah dasar (*subgrade*). Stabilitas tanah kapur telah banyak digunakan pada proyek jalan raya, bandara, jalan rel dan jalan kerta pada area proyek (Aribudiman, Tjok, dan Basoka 2014; Abdurrozak dan Dilla 2017).

HIPOTESIS

Kombinasi terbaik antara abu sekam padi dan kapur dalam campuran untuk tanah lempung dapat menurunkan nilai kadar air tanah, berat jenis, *atterberg limits* dan meningkatkan nilai CBR tanah.

METODOLOGI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dari aditif tersebut menstabilisasi tanah lempung terhadap CBR tak terendam (*unsoaked*) (Kanddulna et al. 2016; Widhiarto, Aris, dan Andik 2015; Yunus dan Irwan 2018; Rajendran 2016). Penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan daya dukung tanah lempung ekspansif di daerah Hambalang, Kecamatan Citeureup, Bogor.

Penelitian ini dilakukan melalui uji laboratorium terhadap karakteristik tanah sebelum dan sesudah tanah diberikan campuran abu sekam padi dan kapur. Pengumpulan data fisik tanah awal didapat dari daerah Hambalang, Kecamatan Citeureup, Bogor. Abu sekam padi dan kapur yang dilakukan melalui data sekunder. Metode penelitian yang dilakukan adalah metode stabilisasi kimiawi yaitu dengan menggunakan bahan abu sekam padi dan kapur dengan meninjau peningkatan nilai CBR kering (*unsoaked*).

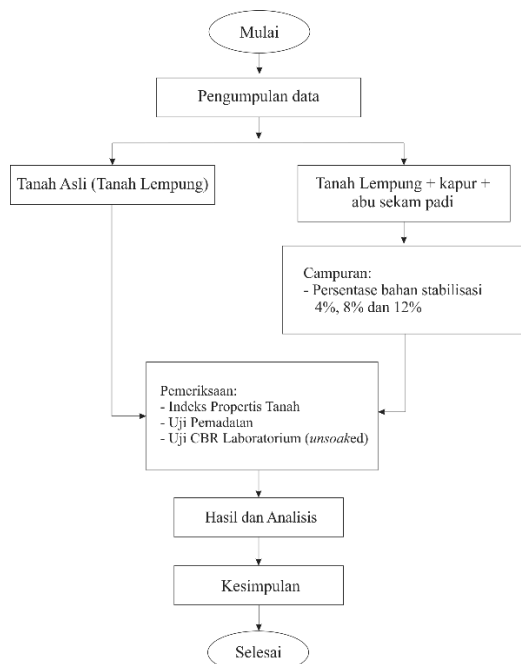
Rangkaian pengujian dalam penelitian ini akan dilakukan terhadap 4 sampel bahan uji dengan 1 sampel tanah uji berupa tanah asli (tanpa campuran) dan 3 sampel tanah + kapur + abu sekam padi. Pengujian yang dilakukan dengan tanah lempung dengan menambah campuran abu sekam dan kapur dalam variasi persentase berat lempung sebesar 0%, 4%, 8% dan 12% dari berat kering tanah, di mana

perbandingan antara kapur dan abu sekam padi adalah 50% : 50% dan masing-masing campuran dibuat sebanyak 3 sampel, (Tabel 1):

Tabel 1. Rancangan campuran tanah asli dan tanah campuran abu sekam padi dan kapur

No.	Nama Sampel	Persen Campuran (%)		
		Tanah	Kapur	Abu Sekam Padi
1	Tanah Asli	100	0	0
2	Variasi 1	96%	2%	2%
3	Variasi 2	92%	4%	4%
4	Variasi 3	88%	6%	6%

Penelitian ini dilakukan sesuai dengan diagram alir dibawah ini (Tabel. 1):

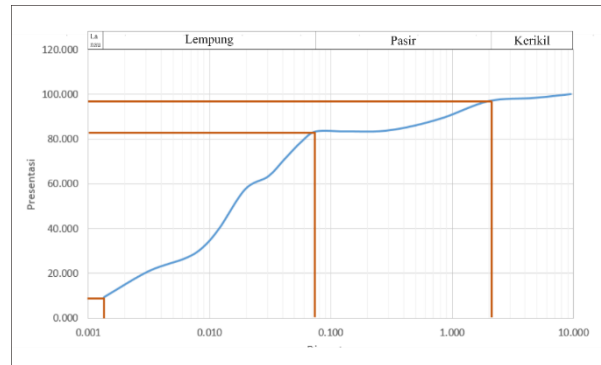


Gambar 1. Diagram alir

HASIL DAN ANALISIS

Analisis Gradasi Butiran

Pengujian analisis gradasi butiran terdiri dari 2 macam pengujian, yaitu uji analisis saringan dan uji hidrometer. Dari kedua pengujian tersebut diperoleh persentase masing-masing jenis butiran. Hasil pengujian analisis gradasi butiran ini disajikan dalam grafik distribusi ukuran butiran seperti pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Grafik analisis gradasi butiran tanah asli

Diperoleh persentase untuk tanah lempung sebesar 73.996%, lanau 9.433%, pasir 13.445% dan untuk partikel berukuran lebih dari 2 mm sebanyak 3.114%. Dari hasil tersebut diketahui bahwa sampel tanah yang diuji dapat diidentifikasi sebagai tanah lempung berpasir.

Tanah lempung berpasir didominasi oleh partikel pasir, tetapi cukup mengandung tanah liat dan sedimen untuk menyediakan beberapa dan kesuburan. Tanah lempung berpasir memiliki partikel terlihat pasir dicampur kedalam tanah. Ketika tanah liat berpasir tanah yang dikompresi, maka memegang bentuk mereka tapi mudah pecah. Tanah lempung berpasir memiliki konsentrasi tinggi. Tanah lempung berpasir mampu dengan cepat menguras kelebihan air. Pengujian *indeksproperties* lainnya dapat dilihat pada tabelsebagai berikut:

Tabel 2. Karakteristik dan klasifikasi tanah sampel (tanah asli)

No.	Karakteristik dan Klasifikasi Tanah	Nilai
1	Kadar Air (w _s , %)	75.163
2	Berat Jenis (G _s)	2.679
3	Berat Isi (γ, ton/m ³)	0.748
4	Angka Pori (e)	1.643
5	Derajat Kejenuhan (%)	77.931
6	Partikel >>> 2 mm (%)	3.117
7	Pasir Kasar (%)	11.658
8	Pasir Halus (%)	1.796
9	Lanau (%)	9.433
10	Lempung (%)	73.996
11	Batas Cair (%)	61.901
12	Batas Plastis (%)	43.349
13	Batas Susut (%)	21.052
14	Indeks Plastisitas (%)	18.552
15	Kadar Air Optimum (OMC, %)	31.825
16	Berat Isi Kering Maksimum (MDD, ton/m ³)	1.381
17	California Bearing Ratio (CBR)	1.926
18	AASHTO Soil Classification	A-7-6

Diketahui nilai kadar air sampel tanah yang diuji sebesar 75,163 %, dengan angka pori

sebesar 1,643. Sedangkan nilai berat jenis yang diperoleh, yaitu sebesar 2,679.

Pengujian berat jenis tanah pada tanah asli dapat dikategorikan tanah lempung organik.

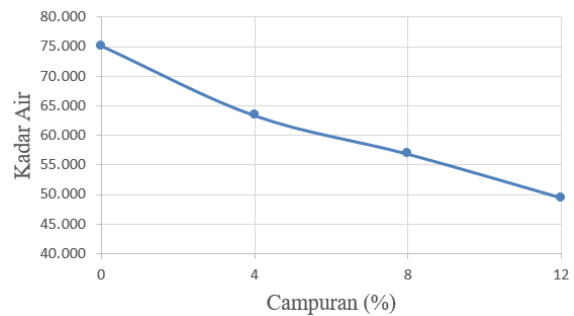
Nilai derajat kejenuhan tanah sampel yang diuji sebesar 77,931%, menurut Hardiyatmo (1992), pada tabel kondisi tanah berdasarkan derajat kejenuhan hasil pengujian 77,931% setara dengan 0,779. dapat dikategorikan sebagai tanah basah.

Kadar Air awal pada tanah asli adalah sebesar 75,163% dan terjadi penurunan signifikan pada kadar abu + kapur 4% menjadi 63,392%. Kemudian pada kadar abu + kapur 8% terjadi penurunan kadar air menjadi 56,898% dan pada kadar abu + kapur 12% terjadi penurunan kembali kadar air menjadi 49,504%. Dari hasil tersebut dapat dikatakan terjadi penurunan nilai kadar air cukup signifikan antara tanah asli bila dibandingkan tanah yang dicampur dengan abu + kapur.

Tabel sistem klasifikasi kelompok tanah menurut AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) tanah desa Hambalang Bogor termasuk ke dalam jenis tanah golongan A-7-6 yaitu berbutir halus atau tanah berlempung.

Berdasarkan nilai CBR yang didapat, tanah termasuk kategori kurang baik karena kurang dari 6%. Tanah lempung yang digunakan sebagai tanah dasar (*subgrade*), maka harus memenuhi kriteria seperti disyaratkan dalam SNI 03-1732-1989 (SBN, 1989), yaitu minimal 6% pada kondisi kering dan 4% pada kondisi terendam air. Untuk itu tanah asli membutuhkan perbaikan dengan cara stabilisasi. Stabilisasi yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan abu sekam padi dan kapur. Keterangan lebih lanjut dari hasil-hasil ini akan dibahas pada subbab berikutnya.

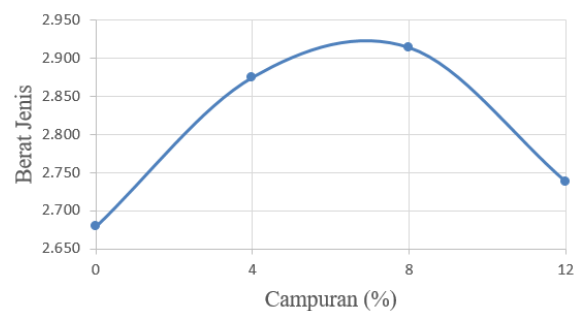
Berat jenis awal pada tanah asli adalah sebesar 2,679 dan terjadi peningkatan menjadi 2,875 pada kadar abu + kapur 4%, 2,914 pada kadar abu 8%, dan kemudian pada kadar abu + kapur 12% terjadi penurunan menjadi 2,738. dari hasil pengujian didapatkan berat jenis optimum pada campuran 8% yaitu 2,914. Dari hasil tersebut dengan mengacu pada Tabel 4 berat jenis tanah berada pada kisaran berat jenis 2,68 – 2,75 sehingga dapat di kategorikan tanah lempung tak organik.



Gambar 3. Hubungan antara kadar air tanah asli dan penambahan abu sekam padi dan kapur dengan persentase 4%, 8%, dan 12%.

Berat Jenis

Dari grafik hubungan antara berat jenis dengan persentase abu serbuk kayu pada Gambar 4, dapat dilihat penambahan persentase abu serbuk kayu dari 4%, 8% dan 12% tanah lempung menyebabkan peningkatan dan penurunan nilai berat jenis.



Gambar 4. Hubungan antara berat jenis tanah asli dan penambahan abu sekam padi dan kapur dengan persentase 4%, 8%, dan 12%.

Peningkatan berat jenis dikarenakan sifat abu + kapur yang memiliki berat jenis lebih tinggi dari tanah, sehingga pencampurannya akan meningkatkan berat jenis campuran. Meningkatnya nilai berat jenis akan berpengaruh pada nilai berat isi kering dari tanah. Secara teori, semakin kecil berat jenis tanah, maka semakin kecil pula berat isi keringnya. Begitu pula sebaliknya.

Tabel 3. Berat jenis tanah

Jenis Tanah	Berat Jenis
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau Tak Organik	2,62 – 2,68
Lempung Organik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

Sumber: Hardiyatmo (1994)

Batas Cair (LL)

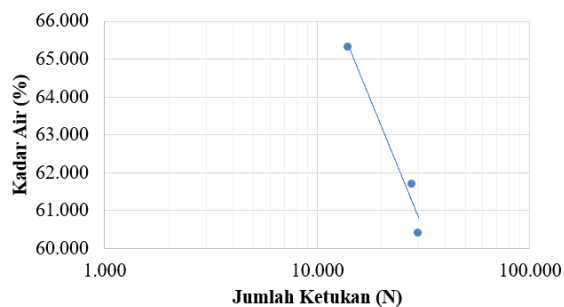
Berdasarkan uji yang telah dilakukan pada tanah asli dan tanah campuran, diperoleh nilai batas cair (LL) tanah asli sebesar 61,901%, dan pada campuran 4% batas cair (LL) menurun menjadi 50,168%, dan kemudian mengalami penurunan menjadi 46,487% pada campuran 8%, menurun kembali pada campuran 12% yaitu menjadi 40,988%, di mana abu sekam padi dan kapur dapat mempengaruhi penurunan kadar air batas yaitu suatu tanah berubah dari keadaan cair menjadi keadaan plastis

Batas Plastis (PL)

Berdasarkan pengujian batas plastis (PL) tanah asli yaitu 43,349% dan pada campuran 4% menurun menjadi 42,857%, dan kemudian mengalami penurunan menjadi 39,356% pada campuran 8%, lalu mengalami penurunan kembali pada campuran 12% yaitu menjadi 35,702%, di mana percampuran abu sekam padi dan kapur dapat mempengaruhi penurunan kadar air minimum di mana suatu tanah masih dalam keadaan plastis yaitu kadar air pada kondisi peralihan keadaan semi padat dan keadaan plastis, dan nilai indeks plastisitas

Batas Susut (SL)

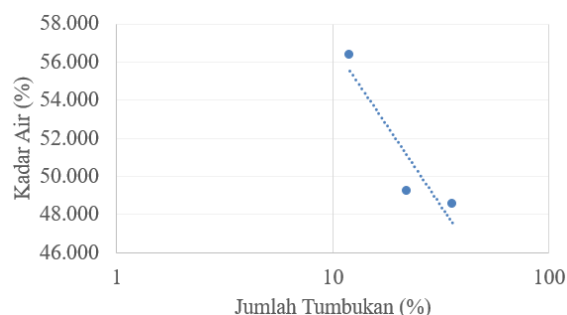
Berdasarkan pengujian batas susut (SL) pada tanah asli sebesar 21,052% dan pada campuran 4% menurun menjadi 52,646%, dan kemudian mengalami kenaikan menjadi 71,438% pada campuran 8%, dan mengalami penurunan kembali pada campuran 12% yaitu menjadi 44,643%, di mana, percampuran abu sekam padi dan kapur dapat mempengaruhi peningkatan kadar air sampel tanah pada batas keadaan semi padat dan keadaan padat. Maka, semakin besar hasil yang di peroleh maka semakin baik kondisi tanah yang dihasilkan.



Gambar 5. Grafik hasil batas cair (LL) tanah asli

Maka dapat diperoleh nilai indeks plastisitas (PI) dengan perhitungan sebagai berikut:

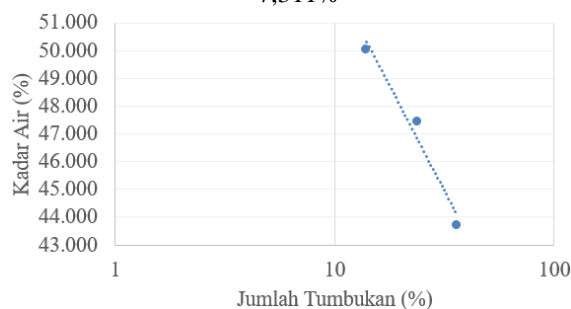
$$\begin{aligned}
 \text{Plasticity Index} &= \text{Liquid Limit (LL)} - \text{Plastic Limit (PL)} \\
 &= 61,901\% - 43,349\% \\
 &= 18,522\%
 \end{aligned}$$



Gambar 6. Grafik hasil batas cair (LL) 4%

Maka dapat diperoleh nilai indeks plastisitas (PI) dengan perhitungan sebagai berikut:

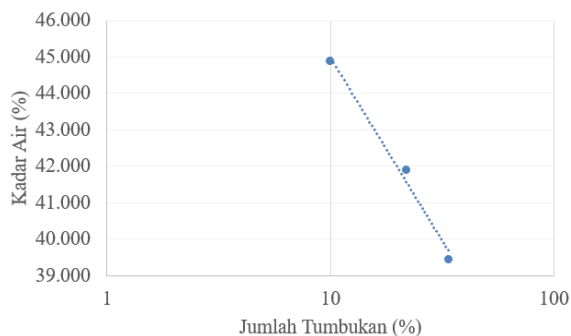
$$\begin{aligned}
 \text{Plasticity Index} &= \text{Liquid Limit (LL)} - \text{Plastic Limit (PL)} \\
 &= 50,168\% - 42,857\% \\
 &= 7,311\%
 \end{aligned}$$



Gambar 7. Grafik hasil batas cair (LL) 8%

Maka dapat diperoleh nilai indeks plastisitas (PI) dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Plasticity Index} &= \text{Liquid Limit (LL)} - \text{Plastic Limit (PL)} \\
 &= 46,487\% - 39,356\% \\
 &= 7,131\%
 \end{aligned}$$



Gambar 8. Grafik hasil batas cair (LL) 12%

Maka dapat diperoleh nilai indeks plastisitas (PI) dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Plasticity Index} &= \text{Liquid Limit (LL)} - \text{Plastic Limit (PL)} \\
 &= 40,988\% - 35,702\% \\
 &= 5,286\%
 \end{aligned}$$

Tabel 4. Sistem klasifikasi tanah menurut AASHTO (45)

Klasifikasi Umum	Tanah Granuler*					
	A-1		A-3	A-2		
Kelompok	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6
<u>Persen lolo saringan</u>						
No. 10	50 max					
No. 40	50 max	50 max	51 min			
No. 200	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max
<u>Batas cair*</u>						
<u>Indeks Plastisitas*</u>	6 max		NP	40 max	41 mix	40 max
			10 max	10 max	10 max	11 min
<u>Fraksi tanah</u>	Kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir atau lempung		
<u>Kondisi kuat dukung</u>	Sangat baik hingga baik					

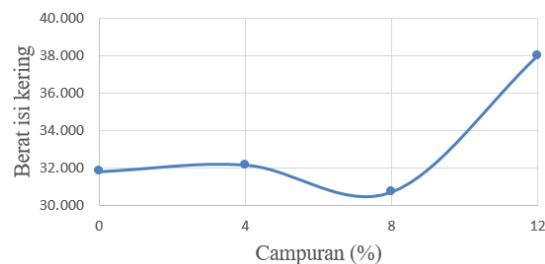
Berdasarkan hasil pada tabel 4 diatas, menurut *American Association of State Highway and Transportation Officials* diketahui bahwa hasil analisis uji *Atterberg Limits* pada campuran abu sekam padi dan kapur, yang telah dilakukan sesuai dengan klasifikasi kelompok tanah A-2-5 di mana kondisi daya dukung tanah memiliki penilaian sangat baik hingga baik, dengan jenis tanah granuler, yaitu material yang baik untuk mendukung bangunan dan badan jalan, karena tanah ini mempunyai kapasitas dukung yang tinggi.

Campuran abu sekam padi dan kapur menjadikan nilai batas cair (LL) menurun, di mana dapat mempengaruhi penurunan kadar air batas yaitu suatu tanah berubah dari keadaan cair menjadi keadaan plastis. Nilai batas plastis (PL) juga menurun, di mana percampuran abu sekam padi dan kapur dapat mempengaruhi penurunan kadar air minimum di mana suatu tanah masih dalam keadaan plastis yaitu kadar air pada kondisi peralihan keadaan semi padat dan

keadaan plastis, dan nilai indeks plastisitas (PI) juga semakin menurun. Nilai batas susut (SL) semakin meningkat di mana, percampuran abu sekam padi dan kapur dapat mempengaruhi peningkatan kadar air sampel tanah pada batas keadaan semi padat dan keadaan padat. Maka, semakin besar hasil yang di peroleh maka semakin baik kondisi tanah yang dihasilkan.

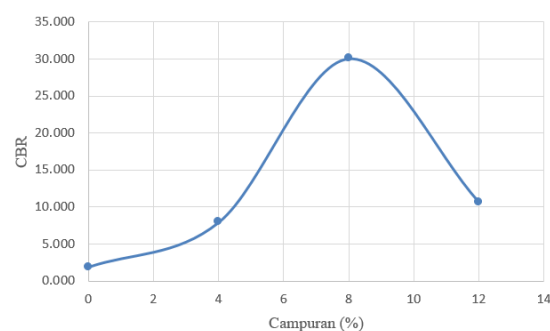
Pemadatan

Dari grafik hubungan antara berat isi kering dengan persentase abu + kapur pada gambar 9, penambahan abu + kapur dari 4%, 8%, dan 12% pada tanah lempung menyebabkan penurunan berat isi kering optimum tanah. Berat isi kering optimum tanah asli adalah 31,825 gr/cm³ dan terjadi peningkatan menjadi 32,185 gr/cm³ pada kadar abu + kapur 4%, pada kadar abu + kapur 8% terjadi penurunan menjadi 30,732 gr/cm³, dan kemudian pada kadar abu + kapur 12% terjadi peningkatan kembali menjadi 38,036 gr/cm³.



Gambar 9. Hubungan antara pemadatan tanah asli dan penambahan abu sekam padi dan kapur dengan persentase 4%, 8%, dan 12%.

California Bearing Ratio (CBR)



Gambar 10. Hubungan antara nilai CBR tanah asli dan penambahan abu sekam padi dan kapur dengan persentase 4%, 8%, dan 12%.

Dari grafik hubungan antara CBR dan persentase abu sekam padi dan kapur pada gambar 10, penambahan persentase abu sekam padi dan kapur 4% menyebabkan peningkatan. CBR tanah asli adalah 1,926 % dan terjadi peningkatan sebesar 7,961% pada kadar abu + kapur 4%. Dan mengalami peningkatan kembali pada kadar abu + kapur 8% yaitu 30,073%, pada kadar abu + kapur 12% mengalami penurunan menjadi 6,703%. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan nilai CBR *undisturbe* optimum pada campuran abu sekam padi dan kapur 8% yaitu 30,073% dan penggunaan campuran abu sekam padi dan kapur dapat dijadikan untuk bahan campuran sebagai stabilisasi tanah lempung. Ikatan antar butiran merupakan kemampuan saling mengunci (*interlock*) antar butiran dan adanya lekatan antar permukaan butiran tersebut. Semakin kuat ikatan antar butiran akan menghasilkan nilai CBR yang tinggi begitu pula sebaliknya. Pada pengujian CBR dapat disimpulkan penambahan abu sekam padi dan kapur mampu mengubah kriteria seperti disyaratkan dalam SNI 03-1732-1989 (SBN, 1989), yaitu minimal 6% pada kondisi kering.

PEMBAHASAN

Secara garis besar hasil pengujian pada tanah campuran menunjukkan peningkatan kualitas tanah dibandingkan dengan kondisi tanah asli baik pada pengujian *indeks properties* maupun pada pengujian *engineering properties*. Abu sekam padi dan kapur dapat mempengaruhi kualitas tanah di mana, ikatan antar butiran merupakan kemampuan saling mengunci (*interlock*) antar butiran dan adanya lekatan antar permukaan butiran tersebut. Campuran abu sekam padi dan kapur menjadikan nilai *atterberg limts* dari tanah asli hingga tanah campuran 12% mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh abu sekam padi dan kapur sebagai bahan tambah dalam perbaikan tanah telah merubah sifat-sifat teknis tanah lempung ekspansif menjadi lebih baik. Dan semakin kuat ikatan antar butiran akan menghasilkan nilai CBR yang tinggi begitu pula sebaliknya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Material abu sekam padi pada kadar 4% ditambah 4% kadar kapur sebagai bahan campuran stabilisasi, berfungsi memperbaiki

sifat-sifat tanah dan meningkatkan daya dukung tanah pada tanah lempung plastisitas rendah.

Nilai CBR pada tanah asli sebesar 1,9% dan nilai CBR *unsoaked* pada campuran 8% meningkat sampai dengan 30,1%.

Saran

Disarankan, dalam pelaksanaan stabilisasi seperti diuraikan di atas, penyimpanan sampel tanah asli harus dalam plastik kedap udara dan pastikan menutup kembali plastik setelah digunakan agak kadar air tanah tidak berubah.

Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi penelitian lebih lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dr. Sri Wulandari atas bimbingan dan masukan yang telah diberikan, dan mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang membantu dalam penelitian ini yang tidak bisa penulis sebutkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Kanddulna, B., N. Kisku, K. Murari, and J. P Singh. 2016. "Experimental Study of Clayey Soil with Lime And Rice Husk Ash". *International Journal Trends and Technology (IJETT)* 38(7).
- Das, M.B. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik)*, Jilid 1, Jakarta: Erlangga.
- Budi, G.S., Denny S.A., dan Agus T.J. 2002. "Pengaruh Pencampuran Abu Sekam Padi dan Kapur untuk Stabilisasi Tanah Ekspansif". *Dimensi Teknik Sipil* 4(2): 94 – 99.
- Uchariya, G. S., Rohit Arya, and Dr. M.K.Trivedi. 2016. "Stabilization of Clay by using Wood Ash and Fly Ash" *International Journal for Scientific Research & Development* 4(4): 667-670.
- Hardiyatmo, H.C. 1994. *Mekanika Tanah II*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- _____. 1996. *Teknik Fondasi I*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- _____. 2010. *Stabilitas Tanah untuk Perkerasan Jalan*. Penerbit Gadjah Mada University Press.
- _____. 2011. *Analisis dan Perancangan Fondasi I, Edisi Ketiga*. Yogyakarta: Penerbit Gadjah Mada University Press.
- _____. 2015. *Analisis dan Perancangan Fondasi II. Edisi ke Tiga*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- Widhiarto, H., Aris H.A. dan Andik M. 2015. "Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Menggunakan Campuran Abu Sekam Padi dan Kapur". *Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya* 1(2): 135 – 140.
- Aribudiman, I.N., Tjok G.S.P., dan I.W.A. Basoka. 2014. "Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif yang Ditambahkan Semen dan Abu Sekam Padi sebagai Subgrade Jalan". *Jurnal Teknik Sipil* 18(2): 113-121
- Ismed, R. dan Mery S. 2018. "Pengujian CBR Soaked pada Tanah Lempung yang Distabilisasi Menggunakan Campuran Abu Sekam Padi dan Kapur". *Majalah Ilmiah Universitas Almuslim* 10(4): 60-64.
- Abdurrozak, M.R. dan Dilla N.M. 2017. "Stabilisasi Tanah Lempung dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi dan Kapur pada Subgrade Peralasan Jalan". *Jurnal Teknisia* 12(2): 416-424
- Yunus, M. dan Irwan R. 2018. "Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Nilai Plastisitas Tanah Lempung di Kabupaten Fakfak Provinsi Papua Barat". *Jurnal Logic* 18(1):26-31.
- Rajendran, R.R. 2016. "Stabilization of soil using Rice Husk Ash". *International Journal of Computational Research (IJCER)* 6(2).
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 1989. *Metode Pengujian CBR Laboratorium*, SNI 03-1744-1989. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2008a. *Cara Uji Penentuan Kadar Air untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium*, SNI 1965:2008. Jakarta: BSN.
- _____. 2008b. *Cara Uji Berat Jenis Tanah*, SNI 1964: 2008. Jakarta: BSN.
- _____. 2008c. *Cara Uji Analisis Ukuran Butiran Tanah*, SNI 3423:2008. Jakarta: BSN.
- _____. 2008d. *Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah*, SNI 1967: 2008. Jakarta: BSN.
- _____. 2008e. *Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah*, SNI 1966: 2008. Jakarta: BSN.
- _____. 2008f. *Cara Uji Penentuan Batas Susut Tanah*, SNI 3422:2008. Jakarta: BSN.
- _____. 2008g. *Cara Uji Kepadatan Berat untuk Tanah*, SNI 1743:2008. Jakarta: BSN.
- _____. 2008h. *Cara Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah*, SNI 1742:2008. Jakarta: BSN.