

PENGARUH PENAMBAHAN ABU DAUN BAMBU (BLA) DAN KAPUR TERHADAP NILAI CBR PADA STABILISASI TANAH LEMPUNG BERLANAU UNTUK KONSTRUKSI JALAN

THE ADDITION EFFECT OF BAMBOO LEAF ASH (BLA) AND LIME ON CBR VALUE IN SILTY CLAY SOIL STABILIZATION FOR ROAD CONSTRUCTION

Era Agita Kabdiyono
Program Studi Teknik Sipil, Universitas Gunadarma
era.agita@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari pengaruh penambahan abu daun bambu (BLA) dan kapur terhadap nilai CBR pada stabilisasi tanah lempung berlanau untuk konstruksi jalan. Sampel tanah yang diambil berlokasi di Hambalang, Bogor, Jawa Barat. Indeks properties dilakukan dengan tujuan klasifikasi dan identifikasi terhadap sampel tanah asli dan pada saat distabilisasi dengan abu daun bambu (BLA) dan kapur seperti pengujian analisis gradasi butiran, batas atterberg, kadar air, berat jenis dan pengujian berat isi. Engineering properties seperti uji pemadatan dan uji CBR juga dilakukan terhadap sampel tanah asli dan sampel yang sudah distabilisasi dengan abu daun bambu (BLA) dan kapur. Stabilisasi tanah akan dikombinasikan dengan persentase dari 5% kapur yang ditambahkan masing-masing dengan persentase 10%, 15% dan 20% BLA dari berat sampel tanah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan penambahan BLA dan kapur dapat memperbaiki kekuatan dari sampel tanah tersebut. Sampel tanah asli dapat diklasifikasikan ke dalam golongan A-6 berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO dan tanah memiliki potensial pengembangan yang sedang. Pengujian pemadatan menunjukkan bahwa kadar air optimum meningkat dari 32,856% menjadi 41,353% pada penambahan 15% BLA + 5% kapur dan berat isi kering maksimum menurun dari 1,883 gr/cm³ menjadi 1,183 gr/cm³ pada penambahan 15% BLA + 5% kapur. CBR dengan rendaman meningkat dari 0,559% menjadi 25,960% dan didapatkan nilai optimum pada saat penambahan 15% BLA + 5% kapur. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap sampel tanah asli dan variasi sampel yang berbeda pada penambahan BLA dan kapur, dapat disimpulkan bahwa 15% BLA + 5% kapur disarankan untuk digunakan sebagai material tanah dasar dan mempunyai pengaruh yang signifikan dalam perbaikan tanah untuk konstruksi jalan.

Kata Kunci: abu daun bambu (BLA), kapur, nilai optimum CBR, stabilisasi tanah,

Abstract

This research is conducted to study the effect of the addition of Bamboo Leaf Ash (BLA) and lime to the CBR value on the stabilization of silt clay for road construction. Soil samples taken are located in Hambalang, Bogor, West Java. The index properties are carried out for the purpose of classification and identification of native soil samples and when stabilized with bamboo leaf ash (BLA) and lime such as grain grading analysis testing, atterberg limits, moisture content, specific gravity and content weight testing. Engineering properties such as compaction and CBR tests are also carried out on native soil samples and samples that have been stabilized with bamboo leaf ash (BLA) and lime. Soil stabilization will be combined with a percentage of 5% lime added each with 10%, 15% and 20% BLA percentage of the weight of the soil sample. Test results show that the addition of BLA and lime can improve the strength of the soil sample. The original soil sample can be classified into group A-6 based on the AASHTO classification system and the soil has moderate development potential. Compaction testing showed that the optimum moisture content increased from 32.885% to 41.353% at the addition of 15% BLA + 5% lime and the maximum

dry weight weight decreased from 1.883 gr / cm³ to 1.183 gr / cm³ at the addition of 15% BLA + 5% lime. CBR with immersion increased from 0.559% to 25.960% and obtained the optimum value when adding 15% BLA + 5% lime. Based on the results of tests conducted on the original soil sample and different sample variations on the addition of BLA and lime, it can be concluded that 15% BLA + 5% lime is recommended to be used as a subgrade material and has a significant influence in soil improvement for road construction.

Keywords: bamboo leaf ash (BLA), soil stabilization, lime, optimum value of CBR

PENDAHULUAN

Tanah yang mengalami daya dukung rendah akan mengakibatkan ketidakstabilan kondisi tanah hingga terjadinya kerusakan di permukaan jalan. Terjadinya kerusakan pada konstruksi jalan sering terjadi sebelum mencapai usia layan yang telah direncanakan. Berbagai jenis kerusakan yang terjadi antara lain, retak – retak pada permukaan jalan, bergelombang, adanya lubang dan tambalan akibat penggalian yang sering dilakukan berulang-ulang. Berdasarkan penelitian Udiana (2014), berbagai faktor penyebab kerusakan jalan adalah sistem drainase yang tidak baik, sifat material konstruksi perkerasan yang kurang baik, iklim, kondisi tanah yang tidak stabil, perencanaan lapisan perkerasan yang kurang sesuai, maupun proses pelaksanaan konstruksi jalan tidak sesuai dengan peraturan perencanaan jalan. Berdasarkan faktor penyebab kerusakan yang terjadi, perbaikan tanah menjadi fokus dalam salah satu solusi perbaikan jalan. Salah satu cara perbaikan tanah adalah dengan memanfaatkan limbah *Bamboo Leaf Ash* (BLA) sebagai bahan campuran.

Penelitian dilakukan di daerah Hambalang, Sentul, Jawa Barat. Penelitian ini sebelumnya telah dilakukan oleh Febry Mandasari dan Wulandari (2014) dengan menggunakan bahan tambahan (*additive*) yaitu garam dan kapur ke dalam campuran tanah. Kondisi tanah di daerah Hambalang sebagian besar merupakan lempung berlanau dengan nilai CBR dibawah 5%, sehingga tanah termasuk ke dalam kategori tanah yang buruk, sehingga diperlukan upaya dalam stabilisasi tanah.

Penelitian mengenai stabilisasi tanah dengan BLA sebelumnya telah dilakukan di Nigeria oleh Olugbenga O.Amu, Akinwale A.Adetuberu, 2010, penelitiannya dilakukan untuk mempelajari karakteristik stabilisasi Bamboo Leaf Ash pada tanah laterit untuk konstruksi jalan raya. Tes awal yang telah dilakukan pada tiga sampel A, B, dan C untuk identifikasi dan dilanjutkan dengan *engineering test* dengan menambahkan 2, 4, 6, 8 dan 10% Bamboo Leaf Ash (BLA) ke dalam sampel tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan BLA dapat meningkatkan kualitas sampel tanah secara signifikan dengan berkurangnya nilai indeks plastis, serta Nilai CBR dan kekuatan geser dari sampel juga meningkat, sehingga BLA berpotensi mampu menstabilkan tanah laterit pada konstruksi jalan raya.

Penelitian kembali dilakukan oleh O.O Amu dan S.S Babajide, 2011, penelitian ini menentukan dampak dari abu daun bambu pada stabilisasi tanah laterit yang dioptimalkan dengan kapur untuk konstruksi jalan raya dengan memanfaatkan sifat bahan limbah seperti daun bambu untuk menentukan kegunaannya sebagai stabilizer pelengkap yang mungkin untuk kapur dan juga dapat mengurangi biaya dalam segi material. Tiga sampel A, B dan C yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan dari lokasi yang berbeda di Ile-Ife, Nigeria. Tes awal seperti kadar air, berat jenis, analisis ukuran butiran dan batas Atterberg dilakukan di daerah mereka . Tanah menjadi stabil ketika menggunakan persentase optimal pada tanah kapur. Tes *engineering properties* seperti pemadatan, California Bearing Ratio (CBR) dan triaksial undrained juga dilakukan,

Kestabilan tanah didapat pada saat persentase kapur optimal dan Bamboo Leaf Ash (BLA) yang digunakan pada persentase 2, 4 dan 6% . Hasil tes menunjukkan bahwa kekuatan BLA meningkatkan kekuatan semua sampel tanah kapur. Nilai-nilai CBR tanpa rendaman meningkat masing-masing dari 4-11, 2-10 dan 2-11%..

Penelitian Amos Yala Iorliam, I.O. Agbede dan Joe, M, 2012 menjelaskan tentang sebuah penelitian yang dilakukan dengan menggunakan semen di daerah Makurdi dengan abu daun bambu (BLA), untuk digunakan sebagai bahan konstruksi perkerasan lentur. Klasifikasi, Pemadatan, Konsistensi, California Bearing Ratio (CBR) dan kuat tekan bebas (UCS) tes dilakukan pada sampel tanah dengan Semen dan BLA yang digabungkan dari 2% sampai 14% semen, dan 4% sampai dengan 20% BLA dari berat kering sampel tanah masing-masing. Hasil tes menunjukkan bahwa tanah sedimen Makurdi memiliki potensi menurunkan nilai indeks plastisitas (IP) dari 39,4 % menjadi 4,7 % pada penambahan 14 % semen + 20 % BLA. Nilai volume kering maksimum (MDD) meningkat pada saat penambahan 0 % BLA + 14 % semen, sementara kadar air optimum (OMC) meningkat dari 14,5 % menjadi 33,1 % pada saat penambahan 14 % semen + 20 BLA. Nilai CBR sendiri diperoleh hasil maksimum pada dengan perendaman pada saat penambahan 14 % semen + 20 % bla. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penambahan 14 % semen + 20 % BLA dianjurkan untuk digunakan sebagai bahan tanah dasar dalam konstruksi perkerasan lentur.

Amos Yala Iorliam kembali melakukan penelitian bersama Peter Okwu dan Terhide Jeremiah Uky (2013), penelitian ini dilakukan untuk menganalisis sifat geoteknik dari batuan sedimen di Makurdi yang diperbaiki dengan bahan tambahan berupa Bamboo Leaf Ash (BLA) dengan persentase penambahan 4 % sampai dengan 20

% dari volume berat kering tanah. Tes yang dilakukan berupa tes index properties dan tes Engineering properties. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan yang terjadi terhadap indeks plastisitas (IP) sebesar 24 % dari hasil sebelumnya sebelumnya pencampuran yaitu sebesar 39,4 %, namun pada sifat kekuatannya, persentase BLA didapat nilai di bawah minimum dari yang telah ditentukan dalam standar nilai kekuatan untuk konstruksi jalan, oleh karena itu peneliti menganjurkan untuk menggunakan bahan tambahan lain dalam stabilisasi tanah batuan sedimen, seperti dengan menggunakan penambahan semen, kapur atau bahan tambahan lainnya untuk pekerjaan konstruksi jalan.

Dada M.O. dan Faluyi, S.O (2015), melakukan penelitian yang sama mengenai pengaruh penambahan BLA dalam perbaikan tanah untuk konstruksi jalan raya. Penelitian ini memfokuskan pada nilai indeks plastisitas pada penambahan Bamboo Leaf Ash (BLA) dengan persentase BLA dari 0 % sampai dengan 10 %. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan pengaruh penggunaan zat aditif yang diberikan kepada sampel tanah dengan terjadinya penurunan nilai indeks plastisitas terhadap tanah yang diperbaiki.

Penulisan ini menyajikan hasil pengujian dengan mencampurkan tanah dasar dengan bahan aditif berupa bahan utama *Bamboo Leaf Ash* dan kapur, agar menghasilkan perkuatan tanah yang lebih baik karena kapur mampu memperbaiki sifat-sifat teknis tanah dan BLA mampu mengikat campuran tanah sehingga menambah kekuatan tanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penambahan BLA dan kapur terhadap nilai CBR dari masing-masing variasi pencampuran pada stabilisasi tanah lempung berlanau untuk konstruksi jalan.

Stabilisasi tanah merupakan suatu cara yang dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat teknis tanah yang kurang baik dan memberikan perkuatan tanah dengan meningkatkan daya dukung suatu lapisan

tanah dengan cara memberikan perlakuan khusus terhadap lapisan tanah tersebut. Stabilisasi tanah bertujuan untuk memperbaiki daya dukung tanah, memperbaiki plastisitas tanah, mempermudah dalam pengerjaan, memperbaiki permeabilitas dan *swelling* potensial tanah.

Stabilisasi dengan menggunakan bahan tambah atau stabilisasi kimiawi merupakan metode stabilisasi dengan menggunakan bahan tambah diolah dengan perbandingan tertentu untuk memperbaiki sifat-sifat teknis tanah, seperti kekuatan, tekstur, kemudahan dalam pengerjaan dan plastisitas. Contohnya: kapur, semen, abu terbang (fly Ash), aspal dan sebagainya. Perbaikan tanah dapat berupa tindakan-tindakan seperti menambah kepadatan tanah, menambah material yang tidak aktif sehingga mempertinggi kohesi atau tahanan geser yang timbul, menambah material agar dapat mengadakan perubahan-perubahan alami dan kimiawi material tanah, merendahkan permukaan air tanah dan mengganti tanah-tanah yang buruk. Metode perbaikan tanah pada penelitian ini menggunakan metode dengan menyisipkan material perkuatan yaitu dengan anyaman bambu dan grid bambu. Penelitian ini menggunakan metode secara kimiawi atau dengan bahan tambah. Bahan yang dijadikan sebagai bahan tambahan pada penelitian ini adalah abu daun bambu (BLA) dan kapur.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada dua jenis sampel tanah, yaitu sampel tanah asli dan sampel tanah yang sudah diberi campuran Bamboo Leaf Ash (BLA) dan kapur. Tahapan-tahapan penelitian yang akan dilakukan meliputi, pekerjaan persiapan, pengambilan contoh, persiapan alat dan bahan, pengujian sampel tanah asli, pengujian sampel tanah variasi campuran, dan yang terakhir adalah analisis hasil pengujian

Persiapan Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan dalam proses pengujian sampel tanah di laboratorium adalah alat-alat yang digunakan untuk menguji kadar air, berat isi, berat jenis, analisis gradasi butiran, batas cair, batas plastis, uji pemadatan dan uji CBR. Sedangkan bahan yang dijadikan sebagai bahan campuran variasi tanah adalah *Bamboo Leaf Ash* (BLA) dan kapur.

Pengambilan Tanah

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari tanah asli yang berlokasi di Hambalang, Sentul, Jawa Barat. Tanah yang akan dijadikan sebagai sampel penelitian ini kemudian diuji di laboratorium. Pengujian ini dilakukan untuk konstruksi jalan dengan menggunakan standar AASHTO.



Gambar 1 Peta Lokasi Pengambilan Tanah di daerah Hambalang, Sentul, Jawa Barat

Penyediaan *Bamboo Leaf Ash* (BLA) dan Kapur

Abu daun bambu mempunyai sifat memperbaiki kekuatan tanah, karena kandungan senyawanya yang mampu mengikat campuran tanah, sehingga tanah menjadi keras dan mampu menyerap air dengan baik. Senyawa kimia yang terdapat dalam abu daun bambu, antara lain 75, 90% SiO₂; 4,13% Al₂O₃; 1,22% Fe₂O₃; 7,47% CaO; 1,85% MgO; 5,62% K₂O; 0,21% Na₂O; 0,20% TiO₂; dan 1,06% SO₃. (Olubenga O. Amu. Et al., 2010).

Stabilisasi tanah dengan menggunakan BLA bertujuan untuk mereduksi penggunaan kapur dan semen dengan upaya mengurangi

potensi limbah daun bambu dan memberikan keuntungan secara ekonomis karena pertimbangan biaya menjadi salah satu faktor utama dalam perbaikan tanah.

Kapur adalah kalsium oksida (CaO) yang terbentuk dari batuan karbonat yang dipanaskan dengan suhu tinggi. Kapur tersebut umumnya berasal dari batukapur (*limestone*) yang mengandung kalsium karbonat (CaCO₃). Kapur lebih cocok untuk stabilisasi tanah lempung dan diaplikasikan untuk jalan raya sebagai bangunan lapis bawah (*subbase*) atau perbaikan tanah dasar (*subgrade*). Tanah dan kapur akan mengalami reaksi pozolanik dalam bentuk variasi bahan perantara sementasi. Hasil reaksi tersebut akan menambah kekuatan campuran. Kapur mempunyai sifat dapat mengurangi sifat-sifat teknis tanah, seperti mengurangi plastisitas, kemudahan pengerjaan, dan menambah diameter butiran. (Hary Christady Hardiyatmo, 2010).

Penelitian mengenai stabilisasi tanah dengan kapur pernah dilakukan sebelumnya oleh Sutikno dan Budi Damianto pada tahun 2009. Penelitiannya menunjukkan bahwa nilai CBR mencapai optimum pada penambahan kapur 4% sampai dengan 6% dengan nilai

Pengujian Tanah

Pengujian tanah dilakukan pengujian tanah untuk konstruksi jalan dengan menggunakan standar pengujian AASHTO. Ada dua macam pengujian, *index properties test* dan *engineering properties test*.

1. Uji *index properties* tanah yang dilakukan meliputi:
 - a. Uji kadar air (AASHTO T 265)
 - b. Uji berat jenis (AASHTO T 100-95)
 - c. Uji berat isi (AASHTO T 204-90)
 - d. Uji analisis saringan dan hidrometer (AASHTO T 88-97)
 - e. Uji batas cair (AASHTO T 89-10)
 - f. Uji batas plastis (AASHTO T 90)
2. Uji *engineering properties* tanah yang

maksimal sebesar 12,5% pada tanah ekspansif. Penambahan kapur pada tanah ekspansif memberikan pengaruh yang sangat signifikan terutama terhadap nilai CBR.

Daun bambu yang digunakan berasal dari limbah daun bambu yang sudah jatuh dan kering, pohon bamboo yang banyak terdapat di sekitar daerah Jawa Barat salah satunya adalah jenis bamboo tali. Kemudian daun bambu dibakar untuk diperoleh abunya, sedangkan kapur yang digunakan merupakan batu kapur yang sering dijumpai di toko – toko material atau bahan bangunan.



Gambar 2 Sampel Daun Bambu

dilakukan meliputi:

- a. Uji pemadatan (AASHTO T 99-10)
- b. Uji CBR laboratorium (AASHTO T 193-99)

Pembuatann Campuran Tanah + BLA + Kapur

Variasi campuran dipilih berdasarkan nilai persentase dari penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya oleh Amos Yala Iorliam, I.O. Agbede dan Joe, M, 2012 yang menggunakan persentase 4% sampai dengan 20% BLA. Berdasarkan nilai tersebut maka diambil persentase terbaik yang mendekati nilai optimum dari hasil CBR. Dari hasil pengujian tanah Sutikno dan Budi Damianto, 2009, kadar air optimum didapatkan pada saat penambahan kapur antara 4% - 6%.

Berdasarkan kedua hasil tersebut, maka dalam Tabel 1. didapatkan penentuan persentase campuran

Tabel 1 Sampel Penelitian

No.	Variasi Campuran	Sampel		
A	Tanah Asli	A-1	A-2	A-3
B	Tanah Asli + 10 % BLA + 5 % kapur	B-1	B-2	B-3
C	Tanah Asli + 15 % BLA + 5 % kapur	C-1	C-2	C-3
D	Tanah Asli + 20 % BLA + 5 % kapur	D-1	D-2	D-3

Penentuan Jumlah Sampel

Sampel yang akan digunakan dalam pengujian di laboratorium rata-rata berjumlah lebih dari satu, hal ini dikarenakan agar hasil pengujian yang didapatkan lebih akurat dan

mendekati angka yang sama serta hasilnya akan lebih teliti. Pada tabel akan diperlihatkan penentuan jumlah sampel yang akan digunakan dalam pengujian di laboratorium

Tabel 2. Penentuan Jumlah Sampel Tanah Asli

Pengujian	Jumlah Sampel			Jumlah Sampel
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	
Kadar air	3	3	3	9
Berat isi	1	1	1	3
Berat jenis	1	1	1	3
Analisis gradasi butiran	3	3	3	9
Batas cair	3	3	3	9
Batas plastis	1	1	1	3
Pemadatan	5	5	5	15
CBR laboratorium	3	3	3	9
Total Sampel				60

Tabel 3. Penentuan Jumlah Sampel Tanah Campuran

Pengujian	Jumlah Sampel			Jumlah Sampel
	10%	15%	20%	
Campuran BLA	10%	15%	20%	
Campuran Kapur	5%	5%	5%	
Kadar air	9	9	9	27
Berat isi	3	3	3	9
Berat jenis	3	3	3	9
Batas cair	9	9	9	27
Batas plastis	3	3	3	9

Pemadatan	15	15	15	45
CBR laboratorium	9	9	9	27
Total Sampel				153

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Identifikasi Tanah Asli

Hasil identifikasi tanah asli untuk setiap pengujian dapat disimpulkan ke dalam Tabel

4. Berdasarkan hasil identifikasi tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa tanah perlu dilakukan perbaikan untuk meningkatkan nilai CBR agar memenuhi syarat untuk tanah dasar yang baik minimum 5%.

Tabel 4. Hasil Identifikasi Tanah Asli

Pengujian	Syarat	Hasil Pengujian	Kesimpulan
Analisis Gradasi Butiran	lolos saringan no.200 >35%	66,45% sampel tanah lolos saringan no.200 dan 36,61% lolos saringan diameter < 0,002	Tanah mengandung butiran lemping berlanau
Batas Atterberg	PI > 11%	PI = 12,868%	Plastisitas sedang Klasifikasi A-6
	PL < 30%	PL = 18,571%	
	GI < 16	GI = 6,418%	
	LL < 40%	LL = 31,439%	
Keaktifan Tanah	0,75 < A < 1,40	0,351	Keaktifan rendah
Kadar Air	-	32,750%	Kandungan air dalam suatu sampel tanah sebesar 32,750%
Berat Isi	-	1,280 ton/m ³	Kepadatan tanah mencapai 1,280 ton per m ³
Berat Jenis	2,6 < Gs < 2,9	Gs = 2,828	Tanah mengandung lempung
CBR soaked	CBR > 5%	CBR = 0,559%	CBR tanah dasar (<i>subgrade</i>) buruk
Swelling	-	Hasil <i>swelling test</i> maksimum = 0,883%	Tanah memiliki potensi pengembangan sedang

Hasil Identifikasi Tanah Asli Setelah Distabilisasi dengan BLA dan Kapur Kadar Air

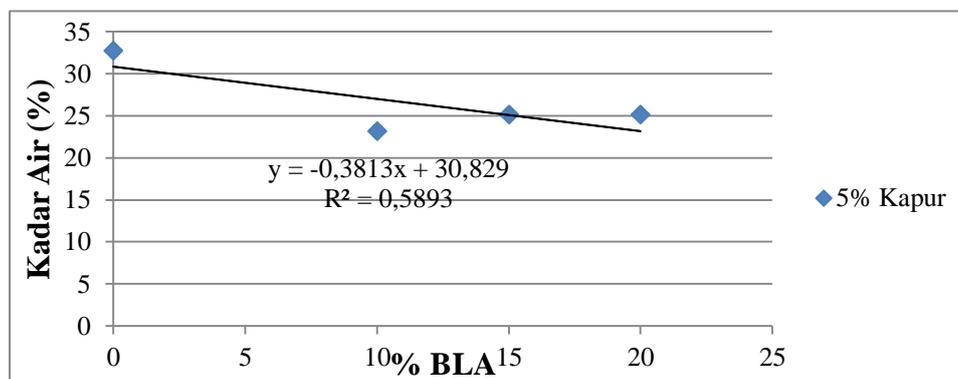
Hasil pengujian dan perhitungan kadar air terhadap sampel tanah asli dan variasi tanah campuran dapat ditunjukkan pada tabel 5. Hasil tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi penurunan kadar air dari kondisi tanah asli sebesar 32,750%, maka persentase BLA dan kapur mampu dijadikan sebagai bahan campuran dalam memperbaiki kadar air tanah

asli. Namun, jika dilihat dari masing-masing variasi tanah campuran, terjadi kenaikan kadar air apabila jumlah persentase BLA ditambahkan. Hal ini dapat disebabkan karena volume pori tanah yang biasanya terisi oleh air dan udara menjadi berkurang setelah pori tersebut mulai terisi oleh partikel BLA dan kapur, tetapi air yang ada dalam pori tanah tidak langsung menghilang, melainkan BLA memiliki kemampuan menyerap air yang cukup tinggi, sehingga semakin bertambahnya

kadar persentase BLA maka semakin tanah campuran tersebut. meningkat pula penyerapan air pada variasi

Tabel 5. Pengujian Kadar Air

Sampel	Kadar Air
Tanah Asli	32,750
Tanah Asli + 10% BLA + 5% Kapur	23,169
Tanah Asli + 15% BLA + 5% Kapur	25,122
Tanah Asli + 20% BLA + 5% Kapur	25,119



Gambar 3. Pengaruh Penambahan BLA dan Kapur Terhadap Kadar Air

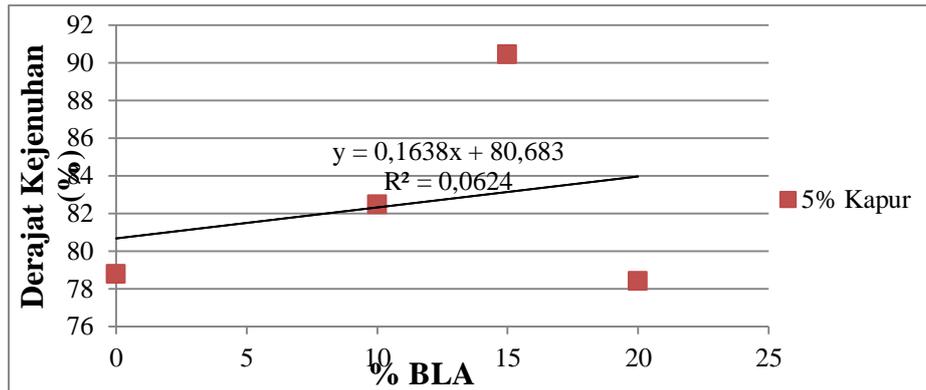
Berat Isi

Berat isi variasi campuran tanah asli dengan persentase BLA dan kapur dapat dilihat pada tabel 6. Dari semua variasi tanah campuran, ternyata pada variasi ke-2, nilai derajat kejenuhannya lebih tinggi dibandingkan

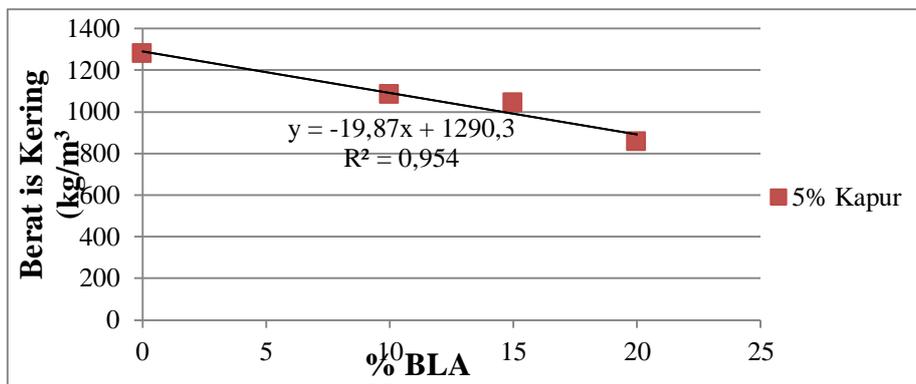
dengan variasi yang lainnya, tetapi terjadi penurunan porositas, kemungkinan pada kondisi ini pori-pori menjadi berkurang karena telah terisi oleh campuran BLA dan kapur, tetapi kandungan airnya lebih besar terserap oleh campuran tersebut

Tabel 6. Pengujian Berat Isi

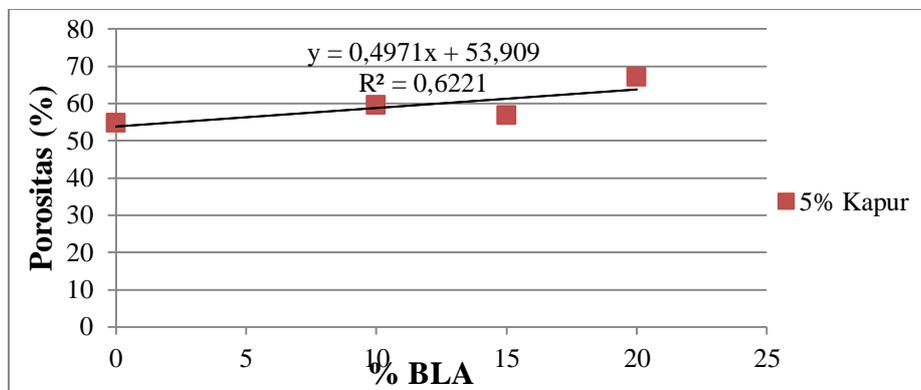
Sampel	Berat Isi Kering (kg/m^3)	Derajat Kejenuhan (%)	Porositas (%)
Tanah Asli	1280,000	78,781	54,749
Tanah Asli + 10% BLA + 5% Kapur	1086,120	82,466	59,527
Tanah Asli + 15% BLA + 5% Kapur	1044,286	90,458	56,709
Tanah Asli + 20% BLA + 5% Kapur	856,571	78,398	67,018



Gambar 4. Pengaruh Penambahan BLA dan Kapur Terhadap Derajat Kejenuhan



Gambar 5. Pengaruh Penambahan BLA dan Kapur Terhadap Berat Isi Kering



Gambar 6. Pengaruh Penambahan BLA dan Kapur Terhadap Porositas

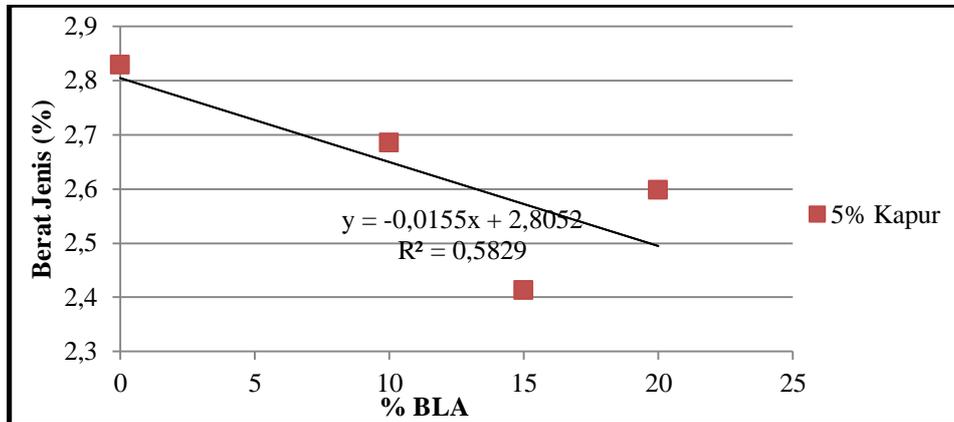
Berat Jenis

Berat jenis variasi campuran tanah asli dengan persentase BLA dan kapur dapat dilihat pada tabel 7. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terjadi perubahan nilai berat jenis dari kondisi tanah asli yaitu sebesar 2,828. Penurunan ini terjadi karena perubahan volume tanah akibat penambahan BLA dan

kapur dengan berat jenis BLA sebesar 2,165 dan berat jenis kapur sebesar 2,264. Volume tanah yang sebelumnya terisi penuh oleh tanah, kini tergantikan sebagian oleh BLA dan kapur dengan berat jenis yang lebih rendah, sehingga mempengaruhi kondisi tanah setelah diberikan pencampuran bahan tambah dan mengakibatkan berat jenis menurun.

Tabel 7 Pengujian Berat Jenis

Sampel	Berat Jenis (Gs)
Tanah Asli	2,828
Tanah Asli + 10% BLA +5% Kapur	2,684
Tanah Asli + 15% BLA + 5% Kapur	2,412
Tanah Asli + 20% BLA + 5% Kapur	2,597



Gambar 7 Pengaruh Penambahan BLA dan Kapur Terhadap Berat Jenis

Indeks Plastisitas

Berat jenis variasi campuran tanah asli dengan persentase BLA dan kapur dapat dilihat pada tabel 8. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terjadi perubahan nilai indeks plastisitas dari kondisi tanah asli yaitu sebesar 12,859% akibat penyerapan air yang

cukup besar oleh bahan campuran BLA dan kapur terhadap tanah asli. Indeks plastisitas (PI) mengalami penurunan pada variasi ke-1, namun terjadi peningkatan bersamaan dengan bertambahnya persentase BLA dan kapur pada variasi ke-2 dan ke-3.

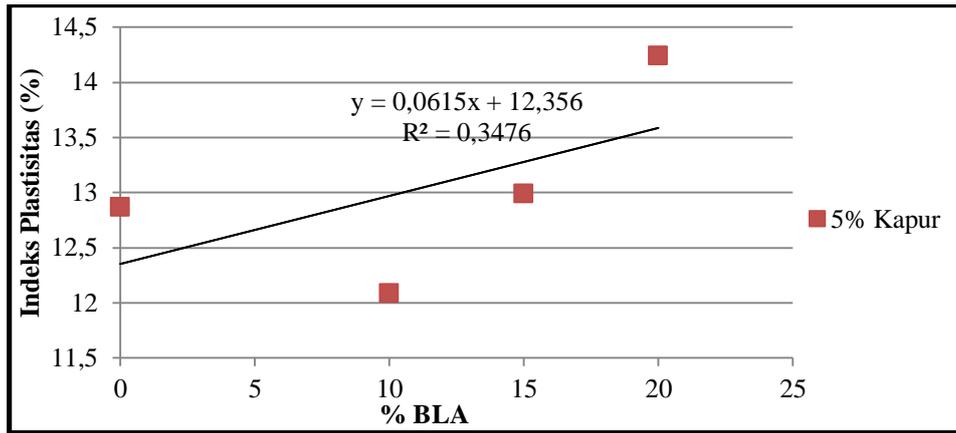
Tabel 8. Pengujian Indeks Plastisitas

Sampel	Batas Cair (LL) (%)	Batas Plastis (PL) (%)	Indeks Plastisitas (%)
Tanah Asli	31,439	18,571	12,868
Tanah Asli + 10% BLA +5% Kapur	58,773	46,670	12,090
Tanah Asli + 15% BLA + 5% Kapur	64,726	51,667	12,990
Tanah Asli + 20% BLA + 5% Kapur	69,361	55,120	14,241

Pemadatan

Hasil pengujian dan perhitungan pemadatan masing-masing tanah asli dan variasi tanah campuran ditunjukkan pada tabel 9. Hasil tersebut menunjukkan bahwa

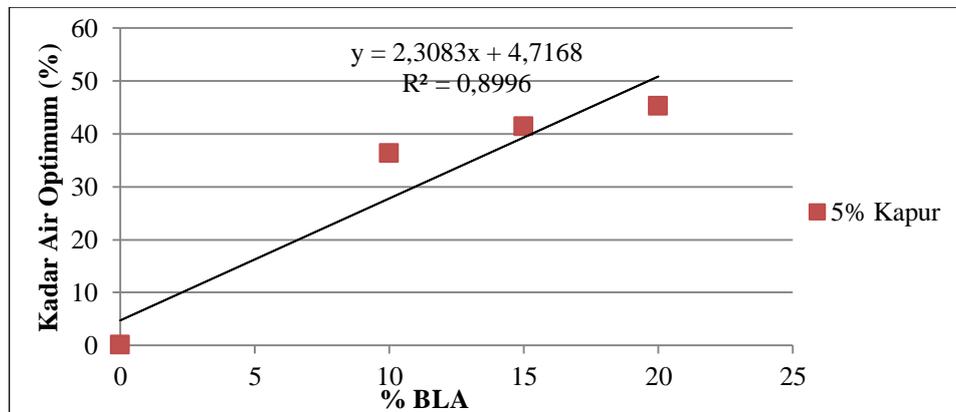
semakin bertambahnya persentase abu, maka semakin besar nilai kadar air optimum tetapi berbanding terbalik dengan berat isi kering maksimum yang terjadi adalah semakin menurun.



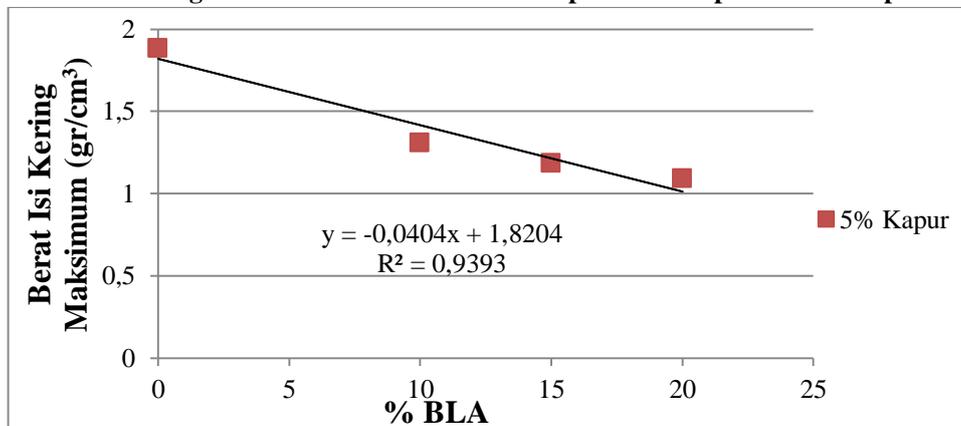
Gambar 8. Pengaruh Penambahan BLA dan Kapur Terhadap Indeks Plastisitas

Tabel 9. Pengujian Pematatan

No.	Sampel	Kadar Air Optimum (%)	Berat Isi Kering Maksimum (gr/cm ³)
1	Tanah asli	32,856	1,883
2	Tanah Asli + 10% BLA + 5% Kapur	36,228	1,307
3	Tanah Asli + 15% BLA + 5% Kapur	41,353	1,183
4	Tanah Asli + 20% BLA + 5% Kapur	45,161	1,091



Gambar 9. Pengaruh Penambahan BLA dan Kapur Terhadap Kadar Air Optimum



Gambar 10. Pengaruh Penambahan BLA dan Kapur Terhadap Berat Isi Kering Maksimum

CBR Laboratorium

Uji CBR laboratorium dilakukan untuk menentukan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) tanah dan campuran agregat di laboratorium pada kadar air optimum. Hasil yang didapatkan akan digunakan dalam perancangan tebal perkerasan. Uji CBR ini umumnya dilakukan dengan menggunakan nilai-nilai berat volume kering maksimum dan kadar air optimum tanah yang diperoleh dari uji pemadatan standar. Namun terdapat pula prosedur uji CBR yang dilakukan dengan menggunakan tanah pada kondisi kepadatan dan kadar air di tempat (Hary Christady Hardiyatmo, 2011). Nilai CBR dihitung pada penetrasi 0,1 inci dan 0,2 inci.

$$CBR_{0,1} = \frac{\text{Beban setelah koreksi}}{\text{beban standar}} \times 100\%$$

$$CBR_{0,2} = \frac{\text{Beban setelah koreksi}}{\text{beban standar}} \times 100\%$$

CBR dapat diuji dalam kondisi tidak direndam dan kondisi rendaman. CBR rendaman memiliki nilai yang lebih rendah dibanding dengan CBR tidak direndam, tetapi kondisi yang sering dialami di lapangan adalah kondisi rendaman karena keadaan air yang selalu mempengaruhi suatu konstruksi (Anwar Muda, 2011).

CBR rendaman memiliki keterkaitan dengan pengembangan (*swelling*). Pengembangan merupakan proses bertambahnya volume tanah yang diakibatkan penambahan air pada sampel tanah karena proses perendaman. Nilai *swelling* dirumuskan sebagai berikut:

$$Swelling = \frac{\text{pembacaan dial(mm)}}{\text{Tinggi Mold}} \times 100\%$$

Secara keseluruhan nilai CBR dengan perendaman selama 4 hari untuk variasi tanah campuran dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengujian CBR

No.	Sampel	Kadar Air (%)	Berat Isi Kering (gr/cm ³)	CBR (%)	Swelling (%)
1	Tanah asli	38,984	1,393	0,559	0,883
2	Tanah Asli + 10% BLA + 5% Kapur	45,638	0,760	8,200	0,522
3	Tanah Asli+ 15% BLA + 5% Kapur	53,637	0,689	25,960	0,303
4	Tanah Asli + 20% BLA + 5% Kapur	51,658	0,710	21,210	0,518

Hasil uji CBR laboratorium dengan perendaman selama 4 hari menghasilkan peningkatan nilai CBR setelah diberi campuran BLA dan kapur, sesuai dengan nilai yang terlihat pada tabel diperoleh nilai CBR tanah asli sebesar 0,559%, CBR variasi 1 sebesar 8,200%, CBR variasi 2 sebesar 25,960% dan CBR variasi 3 sebesar 21,21%. Potensi *swelling* pada sampel tanah asli sebesar 0,883%, sampel variasi 1 sebesar

0,522%, sampel variasi 2 sebesar 0,303% dan sampel variasi 3 sebesar 0,518%.

Pengaruh Penambahan BLA Dan Kapur Pada Nilai Cbr

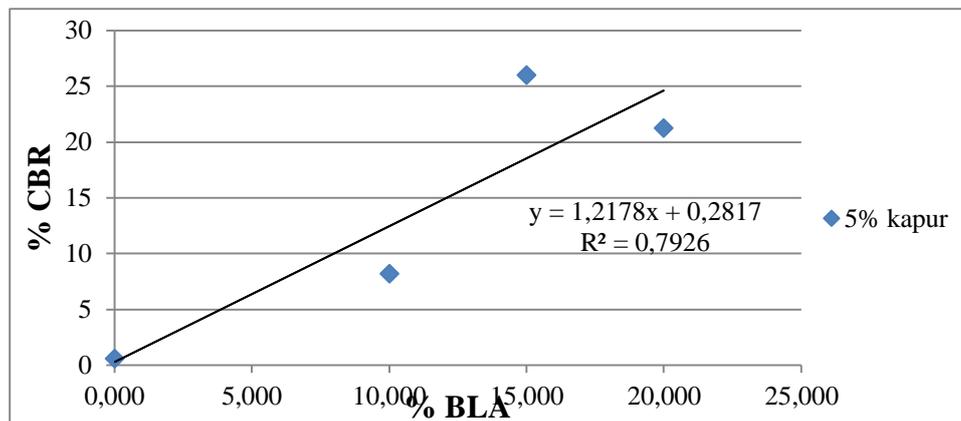
Berdasarkan hasil pengujian CBR, didapatkan hubungan antara persentase BLA dan kapur terhadap nilai CBR. Hasil CBR dan *swelling* tersebut dituangkan dalam bentuk Tabel 11 dan Gambar 11 serta Tabel 12 dan gambar 12 yang berisi percobaan dari sampel

tanah asli dan sampel variasi penambahan abu daun bambu (BLA) dan kapur.

Tabel 11. Pengaruh Penambahan BLA dan Kapur Terhadap Nilai CBR

No.	Sampel	CBR (%)
1	Tanah asli	0,559

2	Tanah Asli + 10% BLA + 5% Kapur	8,200
3	Tanah Asli+ 15% BLA + 5% Kapur	25,960
4	Tanah Asli + 20% BLA + 5% Kapur	21,210



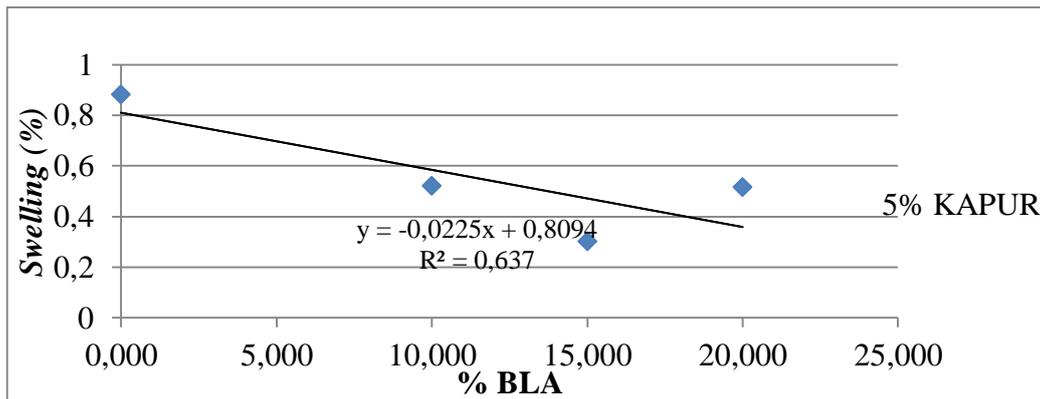
Gambar 11. Pengaruh Penambahan BLA dan Kapur Terhadap Nilai CBR

Dari grafik menunjukkan bahwa dengan penambahan persentase BLA dan persentase kapur yang tetap akan meningkatkan nilai CBR. Sampel tanah asli mencapai nilai CBR sebesar 0,559% dan termasuk kategori tanah buruk karena di bawah 5%, di penambahan 15% BLA + 5% kapur, nilai CBR meningkat hingga mencapai 25,960% dan termasuk kategori tanah sangat baik karena lebih dari 20%. Sebaliknya, CBR menurun setelah ditambahkan kembali BLA hingga 20%, hal ini terjadi karena komposisi penambahan BLA terlalu besar jika ditambahkan sampai 20%, sehingga menurunkan kekuatan tanah

akibat tergantikannya sebagian volume tanah oleh abu. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan BLA dan kapur mampu menaikkan nilai CBR terhadap tanah asli dan dapat dilihat bahwa terjadi nilai CBR optimum pada saat penambahan 15% BLA + 5% kapur. Kenaikan ini sekaligus telah mencapai syarat CBR untuk tanah dasar yang baik minimum 5%, sehingga dengan penambahan BLA dan kapur mampu mempengaruhi nilai CBR terhadap sampel tanah asli dari kategori buruk menjadi kategori sangat baik.

Tabel 12. Pengaruh Penambahan BLA dan Kapur Terhadap Nilai Swelling

No.	Sampel	Swelling (%)
1	Tanah asli	0,883
2	Tanah Asli + 10% BLA + 5% Kapur	0,522
3	Tanah Asli+ 15% BLA + 5% Kapur	0,303
4	Tanah Asli + 20% BLA + 5% Kapur	0,518



Gambar 12. Pengaruh Penambahan BLA dan Kapur Terhadap Nilai Swelling

Nilai *swelling* pada variasi tanah campuran dengan penambahan BLA dan kapur didapatkan penurunan terhadap sampel tanah asli di setiap penambahan BLA dan kapur. Dari grafik menunjukkan bahwa dengan penambahan persentase BLA dan persentase kapur yang tetap akan menurunkan potensi *swelling*. Sampel tanah asli mencapai nilai *swelling* sebesar 0,883% termasuk ke dalam kategori tanah dengan potensi pengembangan sedang, sedangkan di penambahan 15% BLA + 5% kapur, nilai *swelling* menurun hingga mencapai 0,303% dan termasuk kategori tanah dengan potensi pengembangan rendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan BLA dan kapur mampu mengurangi potensi pengembangan (*swelling*) terhadap tanah asli dan dapat dilihat bahwa terjadi nilai *swelling* optimum pada saat penambahan 15% BLA + 5% kapur, sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan BLA dan kapur mampu mempengaruhi mengurangi potensi pengembangan terhadap sampel tanah asli dari potensi sedang menjadi potensi rendah.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap sampel tanah asli yang berasal dari daerah Hambalang, Jawa Barat, dapat disimpulkan sebagai berikut: 1) Hasil pengujian analisis gradasi butiran menunjukkan bahwa tanah asli termasuk kategori tanah lempung berlanau dengan plastisitas sedang,

hasil indeks plastisitas menunjukkan bahwa tanah memiliki sifat lempung, CBR tanah dasar termasuk ke dalam kategori tanah buruk karena kurang dari 5% dengan potensi pengembangan sedang. 2) Persentase optimum terjadi pada penambahan 15% BLA + 5% kapur dengan nilai kadar air variasi campuran sebesar 25,122% terjadi penurunan kadar air dari tanah asli sebesar 32,750%. Berat isi variasi campuran sebesar 1044,29 kg/m³, besarnya nilai derajat kejenuhan adalah 90,46% dan besarnya nilai porositas adalah 56,709%. Berat jenis variasi campuran sebesar 2,412 mengalami penurunan dari tanah asli sebesar 2,828. Nilai indeks plastisitas sebesar 12,99% mengalami kenaikan 12,868%. Berat isi kering maksimum (*dmaks*) pada uji pemadatan sebesar 1,183 gr/cm³ dan kadar air optimum (*wopt*) sebesar 41,353%. 3) Nilai CBR sampel tanah asli diperoleh sebesar 0,559% dengan persen *swelling* sebesar 0,883%, sedangkan nilai CBR pada penambahan 15% BLA + 5% kapur diperoleh sebesar 25,960% dengan persen *swelling* sebesar 0,303%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan 15% BLA + 5% kapur mempunyai pengaruh yang sangat signifikan terhadap nilai CBR untuk perkuatan tanah dasar pada konstruksi jalan dan variasi ini disarankan sebagai material tambahan dalam stabilisasi tanah.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, perlu adanya evaluasi dan perbaikan untuk menghasilkan penelitian yang lebih baik lagi, untuk itu penulis memberikan saran sebagai

berikut: 1) Disarankan tidak menggunakan abu daun bambu lebih dari 20% dari berat volume tanah, hal ini dikarenakan berat jenis abu daun bambu yang lebih ringan sehingga campuran menjadi sulit homogen dan dapat dicoba untuk menambah persentase kapur lebih dari 5% untuk mendapatkan hasil yang berbeda dari penelitian yang telah dilakukan. 2) Abu daun bambu untuk setiap wilayah memiliki jenis yang berbeda-beda, untuk itu dalam pemakaian abu daun bambu untuk stabilisasi tanah sebaiknya menggunakan jenis abu daun bambu sesuai wilayah yang dekat dengan area perbaikan tanah atau bisa melakukan uji ulang untuk mendapatkan hasil yang maksimal. 3) Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk memperkuat hasil penelitian yang telah dilakukan baik dengan menggunakan persentase yang sama atau dengan pengurangan dan penambahan bahan campuran Bamboo Leaf Ash dan kapur.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (1998) *Standard Specification of Transport Materials and Method of Sampling and Testing*. American Association of State Highway and Transportation Official, Washington DC.
- Amu, O. O., et al. (2010) Characteristics of Bamboo Leaf Ash Stabilization on Lateric Soil in Highway Construction. *International Journal of Engineering and Technology*, Vol. 2(4): 212-219.
- Amu, O. O. et al. (2011). Effect of Bamboo Leaf Ash on Lime Stabilized Lateric Soil for Highway Construction. *Research Journal of Applied Science, Engineering and Technology*, Vol 3(4): 278-283.
- Das, Braja M. (1993) *Mekanika Tanah (prinsip-prinsip rekayasa geoteknis)* jilid 1, Erlangga, Surabaya.
- Febry Mandasari dan Sri Wulandari. (2014) Studi Pengaruh Campuran Garam dan Kapur Pada Stabilisasi Tanah Lempung. *Konferensi Nasional Teknik Sipil 8* (KonTekS8),
- Hardiyatmo, H. C. (1992) *Mekanika Tanah 1*, Jilid 1. Penerbit PT, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C. (2002) *Mekanika Tanah 1*, Edisi ketiga. Penerbit PT, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C. (2010) *Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta..
- Hardiyatmo, H. C. (2011) *Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C. (2014) *Tanah Ekspansif (permasalahan dan penanganan)*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Iorliam, A. Y. Et al. (2012) Effect of Bamboo Leaf Ash on Cement Stabilization of Makurdi Shale for Use as Flexible Pavement Construction Material. *American Journal of Scientific and Industrial Research*, Vol. 3(3): 166-174.
- Iorliam, A. Y. et al. (2013) Geotechnical Properties of Makurdi Shale Treated with Bamboo Leaf Ash. *AU. J. T.*, Vol. 16(3): 174-180.
- Muda, Anwar. (2011) *Stabilisasi Tanah Lempung Bukit Rawi Menggunakan Pasir dan Semen*. Bidang Keahlian Geoteknik, Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.
- Muhardi, dkk. *Perubahan Nilai CBR Pada Kadar Air Optimum- Bash Campuran Tanah Lempung dan Abu Terbang*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Riau, Pekanbaru.
- O., Dada. M. And O., Faluyi S. (2015) Physical Properties of Lime- Bamboo Leaf Ash Treated Samples of Lateric Soils in Ado-Ekiti. *Global Journal of*

- Engineering, Design and Technology*, Vol. 4(4): 4-8.
- Sutikno dan Budi Damianto. (2009) Stabilisasi Tanah Ekspansif dengan Penambahan Kapur (Lime) Aplikasi Pada Pekerjaan Timbunan. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, Vol. 11(2), Hal. 101-108.
- Udiana, I Made, dkk. (2014) Analisa Faktor Penyebab Kerusakan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan W. J. Lalamentik Dan Ruas Jalan Gor Flobamora). *Jurnal Teknik Sipil*, Vol. III No. 1.