

PENGARUH TAHAPAN PRA-STABILISASI TERHADAP STABILISASI TANAH LEMPUNG ORGANIK ARTIFISIAL UNTUK DESAIN *JOINTED PLAIN CONCRETE PAVEMENT*

Verdy Ananda Upa¹, Rahmat Setyadi², Abi Maulana Hakim³

^{1,2,3}Institut Teknologi Indonesia, Program Studi Teknik Sipil, Jl. Raya Puspiptek Serpong, Tangerang Selatan 15320,

email : verdy.ananda@iti.ac.id¹, rs.rahmat@iti.ac.id², abimaulanahakim@iti.ac.id³

ABSTRACT

Soft clay is a type of clay which it has low strenght and high shrinkage, organic becomes a problem that deserves to be noticed, because if its organic of soil over maximum level required will reduce strength and stability of improvement process. The purpose of this research to determine fly ash and Portland cement addition effect of artificial soft clay strength, stability, and thickness of pavement to be used. Pre-treatment, artificial soft clay mixed with 3 variations of fly ash, then curing for 3 days. Futhermore, final treatment, resulting mixture added each 5% Portland cement, then curing again for 3 days. Physical properties test obtained are specific gravity, liquid limit, and plastic limit. Specific gravity increased from 2,58 to 2,65, liquid limit decreased from 71,48% to 43,45%, plastic limit increased from 28,96% to 34,08%, so plasticity index decreased from 42,52% to 9,37%. Mechanical properties test obtained are compaction, CBR, swelling. OMC decreased from 33,696% to 30,168%, MDD increased from 1,319% to 1,336%, CBR increased from 2,87% to 8,75%, swelling decreased from 2,36% to 0,77%, and thickness of pavement decreased from 15 cm to 8 cm on a mixture between artificial organic clay with 15% fly ash and 5% Portland cement.

Keywords: *organic clay, physical properties, mechanical properties, pavement thickness, fly ash, Portland cement*

ABSTRAK

Tanah lempung lunak adalah jenis tanah lempung yang memiliki nilai CBR rendah dan swelling yang besar, selain itu bahan organik dalam tanah lempung tersebut harus menjadi bahan pertimbangan, karena jika melewati batas maksimum akan mereduksi kekuatan dan stabilitas dari proses stabilisasinya. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan abu vulkanik dan semen Portland terhadap kekuatan dan stabilitas tanah lempung organik artifisial serta tebal perkerasan rencana yang digunakan. Tahap perlakuan awal, tanah lempung lunak dicampur dengan 3 variasi kadar abu vulkanik, kemudian diperam selama 3 hari. Tahap perlakuan akhir, tanah hasil campuran ditambahkan 5% semen Portland, lalu kembali diperam selama 3 hari. Pengujian sifat fisis meliputi spesifik gravity, batas cair, batas plastis. Specific gravity meningkat dari 2,58 menjadi 2,65, batas cair menurun dari 71,48% menjadi 43,45%, batas plastis meningkat dari 28,96% menjadi 34,08%, indeks plastisitas menurun dari 42,52% menjadi 9,37%. Pengujian sifat mekanis meliputi pemadatan, CBR, dan pengujian swelling. OMC mengalami penurunan dari 33,696% menjadi 29,586%, MDD mengalami peningkatan dari 1,319% menjadi 1,351%, CBR mengalami peningkatan dari 2,87% menjadi 9,77%, dan swelling mengalami penurunan dari 2,36% menjadi 0,45%, serta tebal perkerasan rencana berkurang dari 15 cm menjadi 8 cm untuk campuran tanah lempung organik dengan 15% abu vulkanik dan 5% semen.

Kata kunci : *lempung organik, sifat fisis, sifat mekanis tebal perkerasan, abu vulkanik, semen Portland*

PENDAHULUAN

Salah satu jenis tanah yang dianggap buruk untuk digunakan sebagai tanah dasar dalam pekerjaan konstruksi, seperti gedung atau jalan raya adalah tanah lempung lunak. Masalah utama pada tanah lempung lunak adalah faktor kembang susut yang besar dan kuat dukung tanah yang rendah, akan tetapi

kandungan bahan organik di dalam tanah lempung lunak dapat menimbulkan masalah. Menurut Hardiyatmo (2010), jika kandungan bahan organik dalam tanah lempung melewati batas maksimum yang disyaratkan (>2%), maka bahan organik tersebut akan mereduksi kekuatan dari campuran tanah lempung yang distabilisasi secara langsung dengan bahan tambah. Stabilisasi dengan

menggunakan bahan tambah mempunyai tujuan utama, yaitu memperbaiki sifat-sifat teknis tanah dasar (*subgrade*) menjadi lebih baik, seperti kapasitas dukung dan potensi pengembangan. Bahan tambah yang umumnya digunakan berupa bahan tambah buatan pabrik seperti semen, kapur, dan aspal, atau bahan tambah yang berasal dari limbah seperti abu terbang (*fly ash*) dan abu sekam padi. Akan tetapi untuk jenis tanah lempung lunak dengan kandungan bahan organik yang melampaui batas maksimum ($>2\%$) maka stabilisasi tanah secara langsung dengan menggunakan bahan tambah seperti yang telah disebutkan di atas akan memberikan hasil yang tidak optimal. Oleh sebab itu, penelitian ini mencoba merekayasa tahapan stabilisasi tanah pada umumnya, akan tetapi masih menggunakan bahan tambah seperti yang telah disebutkan di atas.

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kapur dengan kadar yang bervariasi di awal, setelah itu ditambahkan masing-masing 5% semen *Portland* terhadap sifat mekanis tanah lempung lunak artifisial, mengetahui campuran yang paling optimum antara tanah lempung lunak artifisial dengan variasi kadar abu vulkanik dan 5% semen *Portland* berdasarkan parameter sifat mekanis tanah, serta tebal perkerasan rencana yang akan diaplikasikan, jika tanah dasarnya berupa tanah lempung lunak artifisial sebelum dan sesudah dilakukan proses stabilisasi.

Hardiyatmo (2006) mengatakan tanah lempung pada umumnya mempunyai sifat-sifat antara lain ukuran butirannya halus ($<0,002$ mm), permeabilitas rendah, kohesif, kembang susut yang tinggi, daya dukung yang rendah, serta proses konsolidasi lambat. Hal tersebut karena tanah lempung pada umumnya mengandung mineral seperti *montmorillonite*, *illite*, *halloysite*, dan *polygorskite*. Untuk kasus tanah lempung lunak dengan kandungan bahan organik, melampaui batas maksimum yang disyaratkan (2%) maka akan mereduksi kekuatan dari tanah lempung lunak yang distabilisasi secara langsung dengan menggunakan bahan tambah, bahan organik menjadi hal yang patut untuk diperhatikan, karena jika kandungan bahan organik dalam tanah lempung lunak.. Sehingga, penggunaan tanah lempung lunak organik sebagai bahan untuk tanah dasar (*subgrade*) akan

menghasilkan suatu konstruksi yang tidak optimal (cepat rusak).

Hardiyatmo (2010), stabilisasi tanah dapat didefinisikan sebagai suatu usaha untuk merubah atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi persyaratan teknis tertentu. Stabilisasi tanah dapat dilakukan dalam dua metode yaitu mekanis dan kimiawi. Stabilisasi tanah secara kimiawi merupakan stabilisasi yang dilakukan dengan menambahkan zat kimia seperti semen *Portland*, *lime* (kapur), *fly ash* (abu terbang), aspal, kalsium klorida untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang kurang baik. Akan tetapi stabilisasi tanah dapat dimodifikasi dengan melakukan perlakuan awal sebelum stabilisasi tanah dilakukan. Adapun tujuan perlakuan awal menurut Echols dan Shadily (1996) dalam Ruktiningsih (2002) untuk menurunkan kandungan bahan organik serta memperbaiki sifat dari tanah lempung lunak sebelum dilakukan proses stabilisasi dengan menggunakan semen.

Berdasarkan peraturan pada *Engineering and Design Soil Stabilization for Pavement Mobilization Construction* dari *Departement of The Army Corps of Engineer* (1994), bahan tambah untuk stabilisasi tanah dasar dapat dibedakan menurut jenis tanah yang digunakan. Tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah yang berbutir halus, sehingga bahan tambah yang direkomendasikan untuk stabilisasinya, jika berasal dari pabrik adalah kapur dan semen, sedangkan jika berasal dari limbah adalah abu terbang/vulkanik dan abu sekam padi. Menurut Das (1994), kadar abu vulkanik yang digunakan untuk stabilisasi badan jalan berkisar antara 10-30%, sedangkan menurut Soekoto (1984), kadar semen yang digunakan untuk stabilisasi tanah lempung berkisar antara 5-10% terhadap berat kering.

Perkerasan kaku merupakan jenis perkerasan jalan yang menggunakan beton sebagai material utama perkerasan tersebut. Struktur perkerasan kaku terdiri dari tanah dasar, lapis pondasi bawah, dan pelat beton. Pelat beton memiliki fungsi struktural yaitu menahan beban lalu lintas, selain itu pula karena sifatnya cukup kaku maka pelat beton juga dapat mendistribusikan beban lalu lintas tersebut pada bidang yang luas sehingga menghasilkan tegangan yang rendah pada lapisan-lapisan dibawahnya. Sedangkan lapis pondasi bawah memiliki fungsi antara lain

mengendalikan pengaruh kembang susut tanah dasar, mencegah intrusi dan pemompaan pada sambungan, retakan dan tepi-tepi pelat, memberikan dukungan yang mantap dan seragam pada pelat, serta sebagai lantai kerja selama pelaksanaan. Seiring dengan pertumbuhan lalu lintas setiap tahunnya, maka kebutuhan akan desain perkerasan kaku meningkat karena daya dukung yang kuat dan tidak membutuhkan perawatan yang berkala. Jenis perkerasan kaku konvensional yang paling umum digunakan adalah perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan (*jointed plain concrete pavement*)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan antara lain :

- a. Studi literatur merupakan tahapan yang bertujuan untuk mempelajari dan memantapkan penelitian yang akan dilakukan dengan memahami teori-teori terkait yang dijadikan sebagai landasan pada penelitian ini,
- b. Pengambilan dan persiapan sampel (benda uji), tanah lempung lunak yang digunakan berasal dari daerah Kasongan, Bantul. Sampel tanah diambil pada kedalaman 0,5-1 meter dari permukaan tanah, lalu tanah lempung lunak tersebut dicampurkan dengan pupuk kompos yang diperoleh dari Toko Tani Maju, Yogyakarta, untuk memperoleh tanah lempung lunak dengan kandungan bahan organik yang diinginkan,
- c. Pengujian sifat mekanis awal pada tanah lempung lunak organik, meliputi uji pemadatan tanah standar *Proctor*, Uji CBR rendaman, dan Uji Potensi Pengembangan (*Swelling Potential*), yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta,
- d. Analisis tebal perkerasan kaku untuk perencanaan jalan baru dengan beban lalu lintas, menggunakan data CBR rendaman awal dan metode Bina Marga 2013,
- e. Tahap Perlakuan Awal merupakan pencampuran antara tanah lempung lunak organik dengan 3 variasi kadar abu vulkanik yaitu 15, 20, dan 25%, kemudian dilakukan pemeraman selama 3 hari,
- f. Tahap Perlakuan Akhir merupakan pencampuran tanah hasil campuran dari tahap perlakuan awal, kemudian ditambahkan masing-masing 5% semen *Portland*, lalu kembali dilakukan pemeraman selama 3 hari,
- g. Pengujian sifat mekanis akhir terhadap tanah hasil stabilisasi (tanah lempung lunak organik + 15, 20, dan 25% kapur + 5% semen *Portland*) yang telah diperam selama 6 hari meliputi uji pemadatan standar *Proctor*, uji CBR rendaman (*soaked*), uji potensi pengembangan (*swelling potential*), pengujian tersebut dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta,
- h. Analisis tebal perkerasan kaku untuk perencanaan jalan baru dengan beban lalu lintas, menggunakan data CBR rendaman akhir dan metode Bina Marga 2013.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, diperoleh hasil berupa sifat mekanis tanah lempung lunak organik seperti yang tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian sifat fisis tanah lempung lunak organik

No.	Sifat Fisis Tanah Lempung Organik	Nilai
1.	Kadar air (Kering Udara)	5,97%
2.	<i>Specific gravity</i> (Gs)	2,58
3.	Batas Cair (Liquid Limit)	71,48%
4.	Batas plastis (Plastic limit)	28,96%
5.	Indeks plastisitas (Plasticity Index)	42,52%
6.	Fraksi lolos saringan No. 200	70,131%

Tabel 2. Hasil pengujian sifat mekanis tanah lempung lunak organik

No.	Sifat Mekanis Tanah Lempung Organik	Nilai
1.	Kadar air optimum (OMC)	33,696%
2.	Berat volume kering maksimum (MDD)	1,319 g/cm ³
3.	CBR rendaman	2,87%
4.	Potensi pengembangan	2,36%

Berdasarkan Tabel 1, hasil yang diperoleh tanah lempung organik dikategorikan sebagai tanah yang berbutir halus, karena tanah lempung organik memiliki jumlah butiran yang lolos saringan No. 200 sebesar 70,131%. Bila dihubungkan dengan nilai batas cair (LL) sebesar 71,48% dan nilai indeks plastisitas (PI) sebesar 42,52%, maka menurut *Unified Soil Classification System* (USCS), tanah lempung organik termasuk pada kelompok OH yaitu jenis tanah lempung organik dengan plastisitas sedang hingga tinggi. Sedangkan klasifikasi tanah menurut AASHTO menempatkan tanah lempung organik ini kedalam kelompok A-7-6, tanah yang tidak baik jika akan digunakan sebagai tanah dasar (*subgrade*). Hal ini dikarenakan persentase butiran yang lolos saringan No. 200 sebesar 70,131% > 36%, batas cair (LL).

Berdasarkan Tabel 2, hasil tanah lempung organik yang diperoleh dari uji pemadatan standar *Proctor* antara lain kadar air optimum (OMC) tanah lempung lunak organik adalah 33,696% dan nilai berat volume kering maksimum (MDD) sebesar 1,319%. Nilai OMC ini kemudian digunakan sebagai kadar air optimum pada pembuatan benda uji CBR. Metode yang digunakan untuk pengujian CBR adalah CBR rendaman (CBR *soaked*)

dengan masa perendaman selama 96 jam (4 hari). Metode ini digunakan untuk mensimulasikan kondisi terburuk di lapangan apabila terjadi genangan dalam jangka waktu yang cukup lama. Nilai CBR rendaman tanah lempung lunak organik sebesar 2,87%. Menurut SNI 03-1732-1989, menerangkan bahwa syarat nilai CBR rendaman (*soaked*) tanah dasar suatu konstruksi jalan adalah minimal 3%. Oleh sebab itu, berdasarkan hasil yang diperoleh maka tanah lempung lunak organik ini tidak memenuhi persyaratan sebagai *subgrade* jalan. Selain memiliki nilai CBR yang rendah, nilai potensi pengembangan dari tanah lempung lunak organik ini dapat dikatakan berada dalam kategori sedang yaitu sebesar 2,36%.

Penelitian dilakukan dengan membuat campuran tanah lempung lunak organik dengan 3 variasi kadar abu vulkanik (15, 20, dan 25%) kemudian diperam selama 3 hari, kemudian ditambahkan 5% semen *Portland* lalu diperam kembali selama 3 hari. Pembuatan campuran bertujuan untuk mengetahui pengaruh abu vulkanik dan semen *Portland* sebagai bahan stabilisasi tanah lempung lunak organik. Hasil pengujian dari variasi campuran terhadap sifat fisis dan sifat mekanis tanah ditampilkan pada Tabel 3. dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil pengujian sifat fisis tanah pada variasi campuran

No.	Variasi campuran	Parameter					
		Kadar air (%)	Specific gravity	Batas cair (%)	Batas plastis (%)	Indeks plastisitas	Fraksi lolos saringan No. 200 (%)
1.	Tanah Lempung Organik	5,97	2,58	71,48	28,96	42,52	70,131
2.	Tanah + 15% Abu + 5% Semen	5,23	2,649	43,45	34,08	9,37	58,188
3.	Tanah + 20% Abu + 5% Semen	4,97	2,664	42,69	31,72	10,97	49,339
4.	Tanah + 25% Abu + 5% Semen	4,75	2,654	39,62	30,22	9,40	53,985

Tabel 4. Hasil pengujian sifat mekanis tanah pada variasi campuran

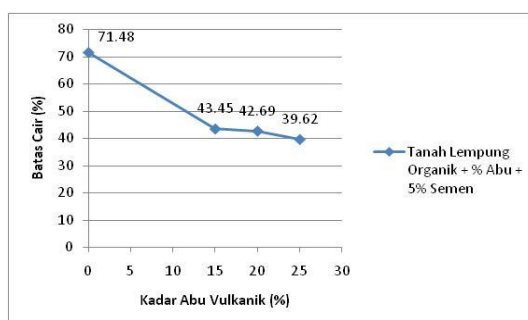
No.	Variasi campuran	Parameter			
		OMC (%)	MDD (g/cm ³)	CBR (%)	Potensi Pengembangan (%)
1.	Tanah Lempung Organik	33,696	1,319	2,87	2,36
2.	Tanah + 15% Abu + 5% Semen	29,586	1,351	9,77	0,45
3.	Tanah + 20% Abu + 5% Semen	29,096	1,356	8,81	0,50
4.	Tanah + 25% Abu + 5% Semen	29,395	1,351	7,90	0,54

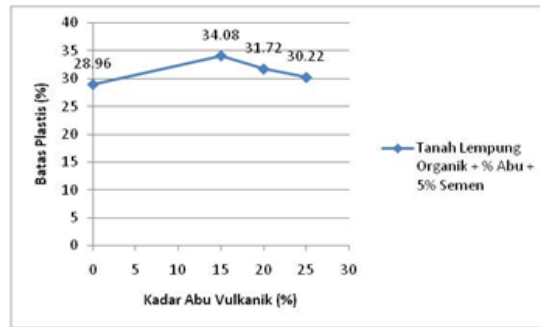
A. Pengaruh Penambahan Abu Vulkanik dan Semen Terhadap Batas-Batas Konsistensi Tanah

Berdasarkan pengujian batas cair yang telah dilakukan diperoleh hasil yang menunjukkan kecenderungan penurunan nilai batas cair setelah tanah ditambahkan dengan abu vulkanik dan semen. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 1. Penambahan abu vulkanik dan semen menyebabkan terjadinya proses hidrasi yang menghasilkan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang mampu mengikat partikel-partikel kecil tanah lempung dan membentuk partikel-partikel tanah dengan ukuran yang lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi perubahan pada sifat fisis tanah.

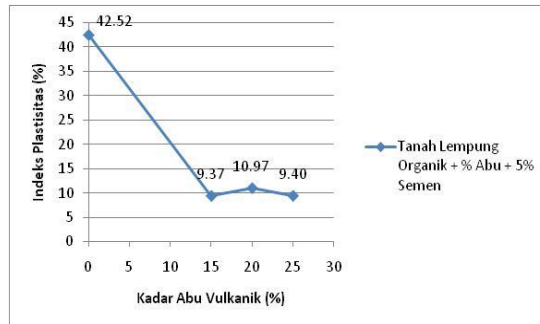
Selain pengujian batas cair, dilakukan pula pengujian batas plastis, hasil yang diperoleh menunjukkan kecenderungan peningkatan nilai batas plastis setelah ditambahkan abu

vulkanik dan semen. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2. Setelah nilai batas cair dan batas plastis diperoleh maka indeks plastisitas dapat diketahui pula. Nilai indeks plastisitas tanah lempung organik diperoleh sebesar 42,52%. Menurut Atterberg dalam Hardiyatmo (2006), tanah lempung organik tergolong kedalam tanah dengan plastisitas tinggi. Akan tetapi, setelah penambahan abu vulkanik dan semen dapat dilihat bahwa terjadi penurunan indeks plastisitas yang sangat signifikan. Penurunan yang terjadi merupakan pengaruh dari penurunan nilai batas cair dan kenaikan nilai batas plastis. Menurunnya indeks plastisitas menunjukkan berkurangnya butiran lempung. Dengan demikian, penambahan abu vulkanik dan semen membuat tanah hasil campuran masuk kedalam kategori tanah dengan plastisitas sedang.

**Gambar 1.** Hubungan antara persen abu vulkanik (%) dengan batas cair (%)



Gambar 2. Hubungan antara persen abu vulkanik (%) dengan batas plastis (%)

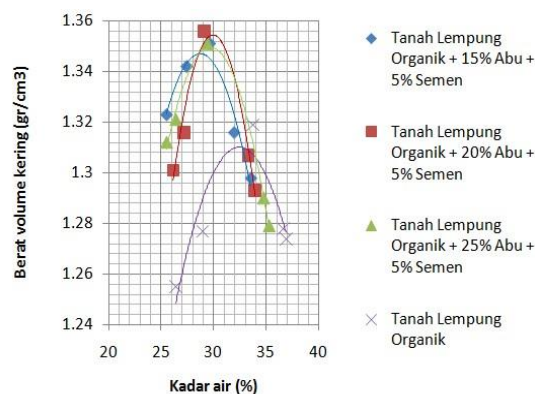


Gambar 3. Hubungan antara persen abu vulkanik (%) dengan indeks plastisitas (%)

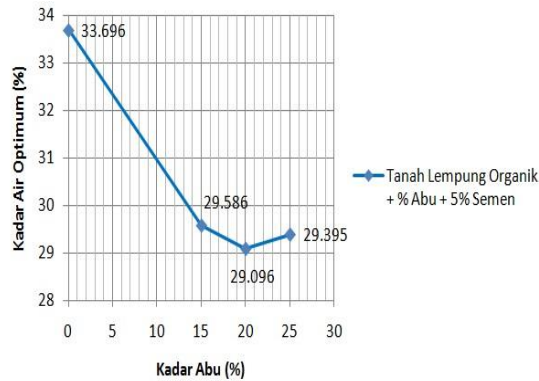
B. Pengaruh Penambahan Abu Vulkanik dan Semen Terhadap Kepadatan Tanah

Berdasarkan pengujian pemadatan tanah yang dilakukan dengan metode standar *Proctor* diperoleh nilai kadar air optimum (OMC) dan berat volume kering maksimum (MDD). Nilai berat volume kering maksimum (MDD) menunjukkan kecenderungan mengalami peningkatan seiring dengan kenaikan persentase abu vulkanik. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 1. Peningkatan nilai berat volume kering maksimum (MDD) mengindikasikan bahwa terjadi perubahan fraksi tanah, fraksi pasir bertambah dan fraksi lempung berkurang pada tanah campuran. Bertambahnya fraksi pasir menyebabkan kohesi tanah semakin berkurang, sehingga

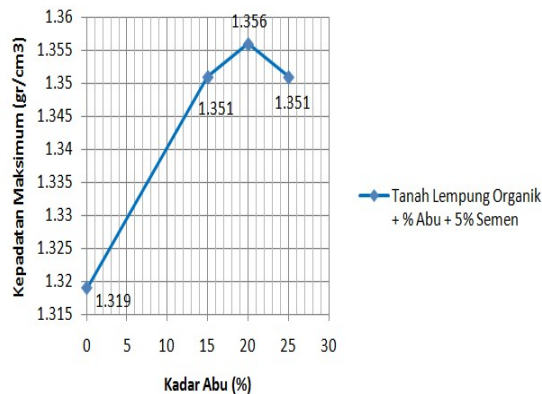
tanah menjadi lebih rapat dan padat, dengan semakin padatnya tanah maka berat volume kering tanah semakin besar. Nilai kadar air tanah menunjukkan kecenderungan mengalami penurunan, sehingga letak grafik tanah campuran berada di sebelah kiri grafik tanah lempung organik (Gambar 1.), hal tersebut menandakan bahwa air yang digunakan telah bereaksi dengan abu vulkanik dan semen, oleh sebab itu nilai kadar air optimum (OMC) berkurang. Kapur dan semen yang digunakan bereaksi dengan air menyebabkan terjadinya proses sementasi, sehingga air yang dibutuhkan cenderung berkurang. Berkurangnya kebutuhan air, maka akan diikuti dengan penurunan nilai kadar air optimum (OMC) seiring dengan penambahan abu vulkanik dan semen.



Gambar 4. Hasil pengujian pemadatan standar *Proctor* pada beberapa variasi campuran



Gambar 5. Pengaruh penambahan persen abu vulkanik (%) dan 5% semen *Portland* pada nilai kadar air optimum (OMC)



Gambar 6. Pengaruh penambahan persen abu vulkanik (%) dan 5% semen *Portland* pada nilai kepadatan maksimum (MDD)

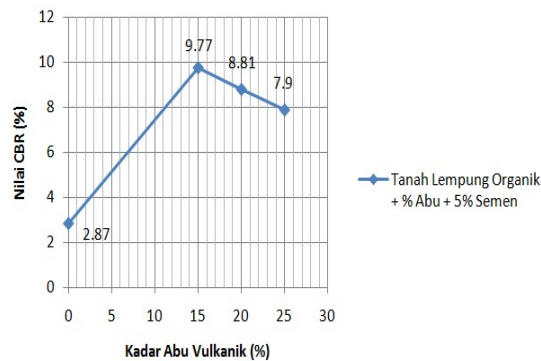
C. Pengaruh Penambahan Abu Vulkanik dan Semen Terhadap Nilai *California Bearing Ratio* (CBR)

Berdasarkan pengujian CBR rendaman yang telah dilakukan diperoleh nilai daya dukung dalam kondisi terburuk (terendam air). Nilai CBR rendaman (*soaked*) menunjukkan kecenderungan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kadar abu vulkanik. Hal ini sesuai dengan pendapat Ingles dan Metcalf (1972), serta dipertegas dengan penelitian yang dilakukan oleh Rudatin Ruktiningsih (2002), yang didalam saran penelitiannya mengungkapkan bahwa kadar abu vulkanik yang optimal untuk tahap pra-stabilisasi berada pada interval 10-30%, karena peningkatan nilai CBR dari kadar abu vulkanik 10% ke 30% tidak signifikan bahkan nilai CBR cenderung stabil. Namun demikian, secara keseluruhan nilai CBR dari masing-masing variasi kadar abu vulkanik dan 5% semen masih berada diatas nilai CBR tanah lempung organik. Tanah lempung organik semula memiliki nilai CBR rendaman (*soaked*) sebesar 2,87%, setelah

dicampur dengan variasi kadar abu vulkanik dan 5% semen, nilai CBR rendaman mengalami peningkatan dan mencapai nilai tertinggi sebesar 9,77%. Berdasarkan SNI 03-1732-1989, nilai tersebut telah memenuhi persyaratan tanah yang dapat dijadikan sebagai tanah dasar (*subgrade*) yaitu nilai CBR rendaman (*soaked*) $\geq 3\%$.

Peningkatan nilai CBR rendaman tanah campuran disebabkan karena penambahan abu vulkanik terlebih dahulu pada tanah lempung organik mengakibatkan kapur tersebut akan terurai menjadi ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} , kemudian ion-ion tersebut akan ditarik oleh permukaan mineral tanah lempung organik yang bermuatan negatif membentuk suatu ikatan yang membuat permukaan tanah lempung organik menjadi netral. Setelah permukaan tanah lempung organik menjadi netral, penambahan semen dan air, akan membentuk kalsium silikat hidrat dan aluminium silikat hidrat yang bersifat sebagai perekat. Kalsium dan aluminium silikat hidrat akan menyelimuti mineral tanah lempung organik, serta mengisi pori antar mineral lempung, kemudian akan mengalami reaksi pozzolanic dan akhirnya akan

tersementasi membentuk gumpalan mineral lempung yang besar dan stabil.

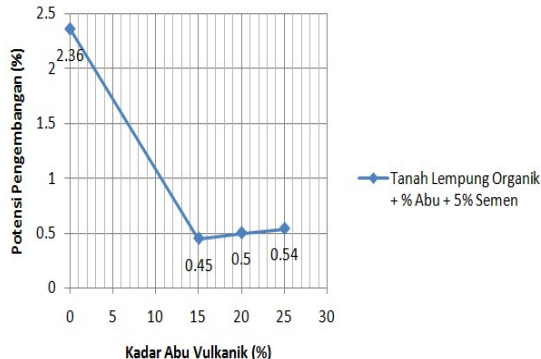


Gambar 7. Pengaruh penambahan persen abu vulkanik (%) dan 5% semen *Portland* terhadap nilai CBR rendaman (*soaked*)

D. Pengaruh Penambahan Abu Vulkanik dan Semen Terhadap Potensi Pengembangan (*Swelling Potential*)

Berdasarkan pengujian potensi pengembangan yang telah dilakukan diperoleh nilai potensi pengembangan. Nilai potensi pengembangan tanah lempung lunak organik (artifisial) berada pada kategori

sedang yaitu sebesar 2,36%. Setelah dilakukan penambahan abu vulkanik dan semen, nilai potensi pengembangan mengalami penurunan signifikan sehingga tanah hasil campuran dikategorikan rendah dengan nilai potensi pengembangan <1,5%. Nilai potensi pengembangan terendah dihasilkan oleh campuran tanah dengan 15% abu vulkanik dan 5% semen yaitu sebesar 0,45%.

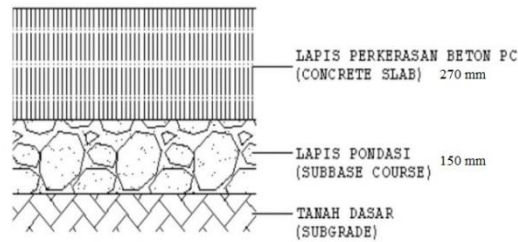


Gambar 8. Pengaruh penambahan persen abu vulkanik (%) dan 5% semen terhadap potensi pengembangan

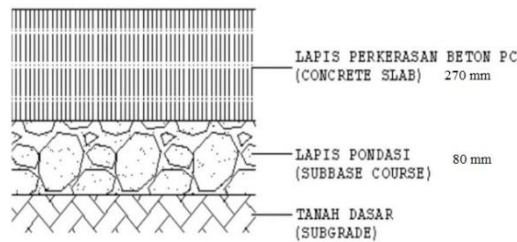
E. Pengaruh Penambahan Abu Vulkanik dan Semen Terhadap Tebal Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Analisis tebal perkerasan pada penelitian ini menggunakan metode Bina Marga 2013. Dalam metode Bina Marga 2013, terdapat 5 jenis perkerasan kaku antara lain *Jointed Plain Concrete Pavement*, *Jointed Reinforced Concrete Pavement*, *Continuously Reinforced Concrete Pavement*, *Prestressed Concrete Pavement*, dan *Steel Fibre Reinforced Concrete*. Adapun karakteristik kendaraan

rencana dalam metode Bina Marga 2013 adalah kendaraan dengan berat ≥ 5 ton dengan 4 jenis konfigurasi sumbu rencana yaitu sumbu tunggal roda tunggal (STRT), sumbu tunggal roda ganda (STRG), sumbu tandem roda ganda (STdRG), dan sumbu tridem roda ganda (STrRG). Berdasarkan analisis tebal perkerasan dengan metode Analisa Komponen, diperoleh tebal perkerasan diatas tanah dasar dengan nilai CBR 2,87% sebesar 15 cm, setelah adanya penambahan kapur dan semen, tebal perkerasan yang dibutuhkan diatas tanah dasar dengan nilai CBR 9,77% sebesar 8 cm.



Gambar 9. Susunan perkerasan kaku dengan nilai CBR tanah dasar 2,87%



Gambar 10. Susunan perkerasan kaku dengan nilai CBR tanah dasar 9,77%

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diperoleh maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

- a. Penambahan abu vulkanik dan semen dapat meningkatkan berat volume tanah kering (MDD) dan menurunkan kadar air optimum (OMC) dari tanah lempung organik artifisial, awalnya berat volume tanah kering (MDD) sebesar 1,319 gram/cm³ mengalami peningkatan hingga mencapai 1,351 gram/cm³, serta kadar air optimum (OMC) sebesar 33,697% mengalami penurunan hingga 29,586% untuk penambahan 15% abu vulkanik dan 5% semen,
- b. Penambahan abu vulkanik dan semen dapat meningkatkan daya dukung (CBR) dari tanah lempung organik artifisial, awalnya nilai CBR rendaman tanah lempung organik artifisial sebesar 2,87%, mengalami peningkatan hingga 9,77% untuk penambahan 15% abu vulkanik dan 5% semen,
- c. Penambahan abu vulkanik dan semen dapat menurunkan potensi pengembangan (*swelling potential*) dari tanah lempung organik artifisial, awalnya potensi pengembangan tanah lempung organik artifisial sebesar 2,36% dan berada dalam kategori tanah dengan tingkat pengembangan sedang, mengalami penurunan hingga 0,45% dan berada dalam kategori tanah dengan tingkat pengembangan yang rendah untuk penambahan 15% abu vulkanik dan 5% semen,
- d. Penambahan abu vulkanik dan semen dapat mengurangi tebal perkerasan rencana, khususnya lapisan pondasi (diatas tanah dasar), awalnya dengan nilai CBR rendaman 2,87% diperoleh tebal lapis pondasi bawah sebesar 10 cm, nilai CBR rendaman menjadi 9,77% (penambahan 15% abu vulkanik dan 5% semen) maka diperoleh tebal lapis pondasi bawah sebesar 8 cm.

DAFTAR ACUAN

- [1] AASHTO, 1981. "Intern Guide for Design of Pavement Structures", Washington D.C : AASHTO.
- [2] Das B.M., 1994. "Principal of Geotechnical Engineering" New York : Mac Graw Hill.
- [3] Das, B.M., 1983. "Advanced Soil Mechanics" New York : Mac Graw Hill.
- [4] Departemen Pekerjaan Umum, 1989. "Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa

- Komponen*”, Jakarta : Yayasan Badan Penerbit PU.
- [5] Eddy P., 2000. “*Stabilisasi Tanah Gambut Menggunakan Gypsum dan Semen Portland*”, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- [6] Hardiyatmo H.C., 2006. “*Mekanika Tanah I*” Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- [7] Hardiyatmo H.C., 2010. “*Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*” Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- [8] Hardiyatmo H.C., 2002. “*Mekanika Tanah I Edisi IIP*”, Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- [9] Ingles O., Metcalf J., 1992. “*Soil Stabilization Principles and Practice*”, Melbourne : Butterworths Pty. Limited.
- [10] Ruktiningsih R., 2002. “*Kajian Tahapan Pra-Stabilisasi Menggunakan Kapur Terhadap Stabilisasi Tanah Lempung dengan Semen*”, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- [11] Tjokrodinuljo K., 2007. “*Teknologi Beton*”, Yogyakarta : Biro Penerbit Teknik Sipil dan Lingkungan Universitas Gadjah Mada.
- [12] Upa V.A., 2015. “*Pengaruh Tahapan Pra-Stabilisasi Terhadap Kekuatan dan Stabilitas Tanah Lempung Lunak dengan Kandungan Bahan Organik 5%*”, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- [13] Upa V.A., Setyadi R., 2019. “*Sifat Mekanis Tanah Lempung Lunak Artifisial Untuk Infrastruktur dengan Beban Lalu Lintas Rendah*”, Politeknik Negeri Jakarta, *jurnal.pnj.ac.id*.
- [14] Upa V.A., Hakim N., 2019. “*Analisis Kekuatan dan Stabilitas Tanah Lempung Organik Artifisial Untuk Perencanaan Jalan dengan Beban Lalu Lintas Tinggi*”, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, *ipteks.its.ac.id*.
- [15] Upa V.A., Setyadi R., 2018. “*Studi Perlakuan Awal dengan Abu Vulkanik (Fly Ash) Gunung Kelud*

Terhadap Sifat Fisis Tanah Lempung Lunak Organik”, Universitas Krisnadwipayana, *jurnal.teknikunkris.ac.id*

