

TINJAUAN CBR LEMPUNG YANG DISTABILISASI DENGAN KAPUR PADA PEMADATAN SISI BASAH

REVIEW OF CBR VALUE OF STABILIZED-CLAY USING LIMESTONE IN WET-SIDE COMPACTION

Senja Rum Harnaeni ¹⁾

¹⁾ Staf pengajar jurusan Teknik Sipil - Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
Jl. A. Yani No.1 Tromol Pos 1, Pabelan Kartasura Surakarta 57102.

ABSTRACT

Road construction that was built on expansive clay is likely to be damaged before reaching planned time limit, for examples: cracking, upheaval and settlement. It relates to CBR value. One of expansive clay's improvement that its bearing capacity influenced by water content is lime stabilization. Sometimes, the compaction of soil-lime stabilization is limited by wet soil quarry condition or rainy that cause water content is greater than optimum moisture content (OMC) on compaction test. This research is designed to observe CBR value of the soil-lime stabilization in the wet side compaction. The method is mixing the former clay from Gading – Gunung Kidul with 0%, 2%, 4%, 6%, 8% and 10% of lime from its dry weight. To observe the physical and mechanical properties changing of soil-lime stabilization, gradation test, specific gravity test, Atterberg limits test, compaction test and CBR test are done. CBR test is designed in 3 days curing in the optimum and wet side conditions, CBR test is also designed in 4 days soaking. The result shows the soil is anorganic clay with high plasticity or CH in USCS. In AASHTO, the soil is classified in A-7-6. Lime stabilization with 3 days curing can improve physical and mechanical properties of soil. It can decrease plasticity index of soil, increase shear strength parameter, increase CBR value and decrease swelling potential value. The CBR value of the former soil and the mixed soil-lime in the wet side compaction are smaller than the ones in the optimum condition, especially for the former soil. The CBR value of the mixed soil-lime in the wet side compaction is nearly same in the optimum compaction. The swelling goes down as the lime adding in the wet side compaction.

Keywords : soil stabilization, lime, CBR, wet side compaction

PENDAHULUAN

Perkerasan jalan diletakkan di atas tanah dasar sehingga mutu dan daya tahan konstruksi perkerasan tidak lepas dari sifat tanah dasar. Beberapa konstruksi jalan raya di Indonesia dibangun di atas tanah lempung ekspansif. Kuat dukung tanah lempung ekspansif sangat dipengaruhi kadar air, dalam keadaan kering mempunyai kuat dukung tinggi dan dalam keadaan jenuh akan mempunyai kuat dukung yang rendah. Mineral lempung dan kadar air akan mempengaruhi sifat kembang susut dan kohesinya.

Konstruksi jalan yang dibangun di atas tanah lempung ekspansif sering mengalami kerusakan, misalnya : jalan akan retak, bergelombang atau terjadi penurunan badan jalan sehingga jalan akan mengalami kerusakan sebelum mencapai umur rencana. Hal ini berkaitan dengan nilai CBR (*California Bearing Ratio*).

Untuk mengatasi kondisi lempung ekspansif yang kuat dukungnya sangat dipengaruhi kadar air dilakukan perbaikan dengan cara stabilisasi, salah satunya adalah dengan penambahan kapur untuk meningkatkan kinerja tekniknya. Secara umum

stabilisasi tanah akan memperbaiki sifat-sifat fisik tanah, meningkatkan kekuatan tanah dan mengurangi penurunan pada waktu yang akan datang.

Pada pekerjaan pemadatan tanah stabilisasi lempung-kapur, seringkali dibatasi oleh kendala kondisi *quarry* berupa tanah basah atau kendala musim hujan yang berdampak terhadap kandungan kadar air tanah yang biasanya melebihi kadar air optimum berdasarkan tes pemadatan. Kondisi tersebut akan mempersulit terpenuhinya kadar air optimum, karena di satu sisi target pelaksanaan pekerjaan harus terus berlangsung sesuai jadwal dan di sisi yang lain secara kualitas hal ini tidak dikehendaki. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai CBR tanah lempung yang distabilisasi dengan kapur jika dipadatkan pada sisi basah.

Sifat Fisis Tanah

1. Kadar air (*Water content*)

Kadar air (w) adalah perbandingan antara berat air dan berat butiran padat dari volume tanah yang diselidiki.

2. *Specific gravity*

Specific gravity suatu bahan diidentifikasi sebagai perbandingan antara berat isi butir tanah (s) dengan berat isi air (w).

3. *Atterberg Limits*

Berdasarkan kadar airnya, tanah digolongkan menjadi tiga kondisi ; yaitu kondisi cair, plastis atau semi padat dan padat (*solid*). Keadaan tersebut dapat digambarkan sebagai berikut :

1) Batas cair (*Liquid limit*)

Batas cair (LL), didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis.

2) Batas plastis (*Plastic limit*)

Batas plastis (PL), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi plastis, yaitu persentase kadar air pada saat tanah digulung dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak.

3) Batas susut (*Shrinkage limit*)

Batas susut (SL), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat, yaitu persentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah.

4. Gradasi butiran tanah

Ukuran butiran tanah tergantung pada diameter partikel tanah yang membentuk massa tanah itu.

Ada dua cara untuk menganalisis ukuran butiran tanah :

- 1) Analisis hidrometer menggunakan ukuran butiran tanah berdiameter lebih kecil 0,075 mm lolos saringan No. 200. Metode ini didasarkan pada hukum Stokes, yang berkenaan dengan kecepatan mengendap butiran pada larutan suspensi.
- 2) Analisis saringan menggunakan ukuran butiran tanah berdiameter lebih besar 0,075 mm saringan No. 200. Prinsip kerjanya tanah benda uji disaring lewat satu unit saringan standard. Berat tanah masing-masing saringan ditimbang, lalu persentase terhadap berat kumulatif tanah dihitung.

Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah pemilihan tanah-tanah ke dalam kelompok atau sub kelompok yang menunjukkan sifat atau kelakuan yang sama. Dalam bidang geoteknik, sistem klasifikasi tanah yang sering digunakan adalah sistem klasifikasi tanah *Unified Soil Classification System* (USCS) dan *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO).

1). *Unified Soil Classification System* (USCS)

Tanah diklasifikasikan ke dalam tanah berbutir kasar (kerikil dan pasir) jika kurang dari 50% lolos saringan Nomor 200 (0,075 mm).

2). *American Association of State Highway and Transportation Official* (AASHTO)

Sistem klasifikasi AASHTO membagi tanah ke dalam 7 kelompok, A-1 sampai A-7 termasuk sub-sub kelompok. Tanah berbutir dengan 35% lolos saringan No. 200 diklasifikasikan sebagai $A_1 - A_2 - A_3$, sedangkan tanah lanau - lempung yang lebih besar 35% lolos saringan No. 200 diklasifikasikan sebagai A-4, A-5, A-6, A-7.

Pemadatan Tanah (*Soil Compaction*)

Pemadatan merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel.

Menurut Hardiyatmo (2002) pemadatan tanah bertujuan antara lain :

- (1) Mempertinggi kuat geser tanah
- (2) Mengurangi sifat mudah mampat (kompresibilitas)
- (3) Mengurangi permeabilitas
- (4) Mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air.

Maksud tersebut dapat tercapai dengan pemilihan tanah bahan timbunan, cara pemadatan, pemilihan mesin pemadat, dan jumlah lintasan yang sesuai. Tingkat kepadatan diukur dari nilai berat volume keringnya (γ_d).

Tanah lempung yang dipadatkan dengan cara yang benar akan dapat memberikan kuat geser tinggi. Stabilitas terhadap sifat kembang-susut tergantung dari jenis kandungan mineralnya.(Hardiyatmo, 2002).

Biasanya kadar air tanah yang dipadatkan, didasarkan pada posisi-posisi kadar air sisi kering optimum (*dry side of optimum*), dekat optimum (optimum) dan sisi basah optimum (*wet side of optimum*). Kering optimum didefinisikan sebagai kadar air yang kurang daripada kadar air optimumnya. Basah optimum didefinisikan sebagai kadar air yang lebih dari kadar air optimumnya. Demikian juga dengan dekat optimum yang berarti kadar air yang kurang lebih mendekati optimumnya.

Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah diperlukan bila suatu tanah yang terdapat di lapangan kondisinya jelek, misalnya: sifat sangat lepas, sifat kembang susutnya besar serta permeabilitasnya terlalu tinggi. Dengan stabilisasi pada tanah jelek tersebut diharapkan dapat memenuhi persyaratan teknis untuk perencanaan suatu konstruksi.

Metode stabilisasi yang banyak digunakan adalah stabilisasi mekanis dan stabilisasi kimiawi. Stabilisasi mekanis yaitu menambah kekuatan dan kuat dukung tanah dengan cara perbaikan struktur dan perbaikan sifat-sifat mekanis tanah, sedangkan stabilisasi kimiawi yaitu menambah kekuatan dan kuat dukung tanah dengan mengurangi atau menghilangkan sifat-sifat teknis tanah yang kurang menguntungkan dengan cara mencampur tanah dengan bahan kimia seperti semen, kapur atau *pozzolan*.

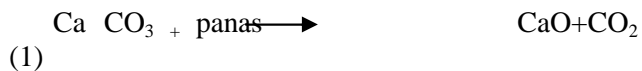
Bowles (1984) menyatakan stabilisasi dapat berupa tindakan-tindakan :

- (1) Menambah kepadatan tanah.
- (2) Menambah material yang tidak aktif untuk mempertinggi kohesi/kuat geser.
- (3) Menambah material agar terjadi perubahan alami dan kimiawi material tanah.
- (4) Merendahkan permukaan air tanah (*drainase*).
- (5) Mengganti tanah-tanah yang buruk

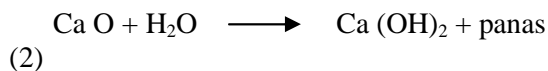
Kapur

Sebagai bahan stabilisasi biasanya digunakan kapur padam/kapur mati/ *slake lime* ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dan kapur tohor/kapur hidup/ *quick lime* (CaO). Secara umum pemakaian kapur tohor lebih efektif, tapi mempunyai kelemahan dalam pelaksanaan yaitu pelaksanaan yang kurang hati-hati dapat membuat peralatan mudah berkarat dan menyebabkan terbakarnya kulit pekerja. Bahan dasar dari kapur adalah batu kapur. Batu kapur mengandung kalsium karbonat (CaCO_3), dengan pemanasan ($\pm 980^\circ \text{C}$) karbon dioksidanya ke luar dan tinggal kapurnya saja (CaO).

Kapur diperoleh dari pembakaran CaCO_3 (batu kapur alami) sampai semua karbon dioksida terbakar.



Kalsium oksida (CaO) dapat mudah terhidrasi menurut reaksi berikut :



Kapur hasil pembakaran apabila ditambahkan air akan mengembang dan retak-retak. Banyak panas yang keluar (seperti mendidih) selama proses ini, hasilnya adalah kalsium hidroksida $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Proses ini disebut *slaking*, adapun hasilnya yaitu *slaked lime* atau *hydrated lime*.

Stabilisasi Tanah dengan Kapur

Dengan penambahan kapur akan mereduksi plastisitas tanah, meningkatkan kekuatan dan daya tahanan, mengurangi penyerapan air dan

pengembangan (*swelling*) yang diakibatkan oleh air. Pada keadaan ini efek stabilisasi adalah karena proses kimia tertentu dan bukanlah suatu penguatan akibat perlakuan mekanis. Proses kimia ini mengubah struktur tanah dengan cara pembentukan agregat butir yang lebih besar (*flokulasi*), dan hal inilah yang sangat menguntungkan untuk suatu konstruksi. Penambahan kapur mempengaruhi karakteristik pemadatan, yaitu kadar air optimum (w_{opt}) naik, berat volume kering maksimum (d_{maks}) turun dan kurva pemadatan lebih datar.

Peningkatan kekuatan (*strength*) akibat dari stabilisasi lempung dengan kapur disebabkan 3 reaksi yang terjadi, yaitu : penyerapan air (*hydration of soil*), *flocculation*/pertukaran ion (*ion exchange*), dan *cementation* (pengerasan)/reaksi *pozzolan* (*pozzolanic reaction*). Mekanisme lainnya adalah karbonisasi (*carbonation*), reaksi ini menyebabkan sedikit peningkatan kekuatan, sehingga dapat diabaikan. Reaksi cepat (*short term reaction*) meliputi hidrasi untuk kapur hidup dan flokulasi. Reaksi lambat (*long term reaction*) meliputi sementasi (*cementation*) dan karbonisasi (*carbonation*).

CBR (California Bearing Ratio)

CBR adalah perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk penetrasi contoh tanah sebesar 0,1" atau 0,2" dengan beban yang ditahan batu pecah standar pada penetrasi 0,1" atau 0,2". Harga CBR dinyatakan dalam persen. Jadi harga CBR adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas.

Uji CBR merupakan cara untuk mengetahui kuat dukung tanah, sehingga bisa ditentukan kelayakan tanah tersebut jika digunakan sebagai tanah dasar (*subgrade*) pada perencanaan lapis perkerasan lentur (*flexible pavement*). Bila tanah dasar memiliki nilai CBR yang tinggi akan mengurangi ketebalan lapis perkerasan yang berada di atas tanah dasar (*subgrade*), begitu pula sebaliknya.

CBR laboratorium baik rendaman maupun tanpa rendaman menggunakan tanah hasil pemadatan standar. Untuk CBR laboratorium rendaman dilakukan perendaman selama 4 hari (96 jam), kemudian baru dilakukan uji CBR. CBR rendaman dimaksudkan untuk mengasumsikan keadaan hujan atau saat kondisi terjelek di lapangan yang memberikan pengaruh penambahan air pada tanah yang telah berkurang

airnya, sehingga akan mengakibatkan terjadinya *swelling* dan penurunan kuat dukung.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan pengambilan tanah di Gading, Gunung Kidul. Selanjutnya dilakukan pengeringan dan penyaringan tanah lolos No. 4, kemudian mencampur tanah dengan kapur sebesar 0%, 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% terhadap berat kering tanah. Setelah itu dilakukan uji sifat fisis dan mekanis tanah-kapur meliputi: gravitasi khusus, gradasi butiran, *Atterberg limits*, *standard Proctor* dan CBR. Uji CBR rendaman dan CBR tanpa rendaman dilakukan pada kadar air optimum dan sisi basah.

Adapun peralatan yang digunakan adalah :

- 1) satu set saringan standar ASTM D421-85 dan hidrometer D422-63
- 2) satu set alat ukur gravitasi khusus ASTM D854-02
- 3) alat uji batas-batas konsistensi ASTM D4318-00,
- 4) alat pemadat standar ASTM D698-00
- 5) satu set alat uji CBR (*California Bearing Ratio*) ASTM D1883-99,
- 6) alat-alat bantu yang terdiri dari *oven*, timbangan dengan ketelitian 0,01, *stop watch*, termometer, gelas ukur 1000 ml, desicator, cawan, picnometer.

Uji CBR campuran tanah dan kapur berpedoman pada standar ASTM D1883-99. Benda uji yang digunakan lolos saringan No.4, kadar air yang digunakan adalah kadar air optimum hasil dari pemadatan (dalam penelitian ini juga digunakan kadar air pada sisi basah). Campuran diperam selama 24 jam dalam kantong plastik untuk menjaga kadar airnya. Selanjutnya benda uji dipadatkan dengan menggunakan *standard Proctor* sebanyak 3 lapis, masing-masing lapisan ditumbuk sebanyak 56 kali. Kemudian benda uji dirawat 3 hari. Selama perawatan benda uji ditutup dengan menggunakan kantong plastik agar kadar air tidak berubah atau tetap. Selain uji terhadap benda uji dengan perawatan 3 hari juga dilakukan pengujian terhadap benda uji yang direndam selama 4 hari. Selama perendaman dibaca pengembangan yang terjadi. Setelah 4 hari dilakukan uji CBR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisis kapur dan tanah asli

Hasil uji gravitasi khusus kapur dapat dilihat pada Tabel 1, sedangkan hasil uji tanah asli dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Nilai gravitasi khusus kapur

| Jenis bahan | Gravitasi khusus |
|-------------|------------------|
| Kapur | 2,48 |

Tabel 2. Hasil uji sifat fisis dan mekanis tanah

| Data pengamatan | Hasil |
|--------------------------|-------------------------|
| Kadar air | 38,39 % |
| Gravitasi khusus | 2,74 |
| Batas plastis (PL) | 27,02 % |
| Batas susut (SL) | 12,08 % |
| Plastisitas indeks (PI) | 56,93 % |
| % lolos saringan No. 200 | 84,24 % |
| Lempung | 23,5 % |
| Lanau | 60,74 % |
| Pasir | 15,76 % |
| MDD | 1,37 gr/cm ³ |
| OMC | 30,33 % |

Sifat Fisis campuran tanah + kapur

Hasil uji sifat fisis dan mekanis campuran tanah+kapur meliputi : gravitasi khusus, gradasi butiran, batas-batas konsistensi, pemadatan dan CBR dapat dilihat pada Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6, Tabel 7, Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 3. Nilai gravitasi khusus (Gs) campuran tanah lempung dan kapur

| Variasi kapur | Nilai gravitasi khusus (Gs) |
|---------------|-----------------------------|
| 0 % | 2,74 |
| 2 % | 2,74 |
| 4 % | 2,73 |
| 6 % | 2,73 |
| 8 % | 2,72 |
| 10 % | 2,71 |

Tabel 4. Hasil uji gradasi butiran tanah

| Variasi kapur | % fraksi > 0,075 mm (fraksi kasar) | % fraksi < 0,075 mm (fraksi halus) |
|---------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 0 % | 15,76 | 84,24 |
| 2 % | 15,86 | 84,14 |
| 4 % | 16,94 | 83,06 |
| 6 % | 17,42 | 82,58 |
| 8 % | 18,24 | 81,76 |
| 10 % | 18,86 | 81,14 |

Tabel 5. Nilai batas-batas konsistensi

| Variasi kapur | Batas-batas konsistensi | | | |
|---------------|-------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|
| | Batas cair (%) | Batas plastis (%) | Batas susut (%) | Index plastisitas (%) |
| 0% | 83,95 | 27,02 | 12,08 | 56,93 |
| 2% | 83,04 | 27,16 | 12,17 | 55,87 |
| 4% | 73,40 | 31,98 | 12,50 | 41,43 |
| 6% | 73,12 | 32,37 | 12,54 | 40,75 |
| 8% | 72,92 | 35,78 | 12,90 | 37,14 |
| 10% | 71,02 | 36,91 | 13,27 | 34,10 |

Tabel 6. Hasil uji pemadatan

| Variasi kapur | Kadar air optimum (OMC) (%) | Berat volume kering maksimum (MDD) (gr/cm ³) |
|---------------|-----------------------------|--|
| 0 % | 30,33 | 1,37 |
| 2 % | 30,39 | 1,35 |
| 4 % | 30,44 | 1,34 |
| 6 % | 30,61 | 1,32 |
| 8 % | 31,25 | 1,31 |
| 10 % | 32,28 | 1,30 |

Tabel 7. Nilai CBR dengan masa perawatan 3 hari dan perendaman 4 hari

| Variasi kapur | Nilai CBR Perawatan 3 hari (%) | Nilai CBR Perendaman 4 hari (%) | Swelling (%) |
|---------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------|
| 0 % | 11,1 | 3,19 | 14,62 |
| 2 % | 11,89 | 3,25 | 12,85 |
| 4 % | 12,21 | 3,39 | 11,22 |
| 6 % | 13,0 | 3,51 | 6,85 |
| 8 % | 15,21 | 4,78 | 4,42 |
| 10 % | 17,1 | 5,09 | 4,32 |

Tabel 8. Nilai CBR tanpa rendaman dengan masa perawatan 3 hari campuran tanah lempung dengan kapur pada pemadatan sisi basah

| Variasi Kapur | OMC | OMC + 5% | OMC + 7,5% | OMC + 10% |
|---------------|---------|----------|------------|-----------|
| | CBR (%) | CBR (%) | CBR (%) | CBR (%) |
| 0% | 11,1 | 7,94 | 6,68 | 4,78 |
| 2% | 11,89 | 11,42 | 11,02 | 10,47 |
| 4% | 12,21 | 11,74 | 11,1 | 10,16 |
| 6% | 13,0 | 12,37 | 11,51 | 10,95 |
| 8% | 15,21 | 14,73 | 13,95 | 13,31 |
| 10% | 17,1 | 16,47 | 15,84 | 15,21 |

Tabel 9. Nilai CBR rendaman selama 4 hari dan masa perawatan 3 hari campuran tanah lempung dengan kapur pada pemadatan sisi basah

| Variasi Kapur | OMC | OMC + 5% | OMC + 7,5% | OMC + 10% |
|---------------|---------|----------|------------|-----------|
| | CBR (%) | CBR (%) | CBR (%) | CBR (%) |
| 0% | 3,19 | 1,44 | 1,28 | 1,12 |
| 2% | 3,25 | 1,76 | 1,60 | 1,44 |
| 4% | 3,35 | 1,92 | 1,92 | 1,60 |
| 6% | 3,51 | 3,19 | 2,87 | 1,92 |
| 8% | 4,78 | 3,03 | 2,39 | 2,08 |
| 10% | 5,09 | 4,46 | 2,55 | 2,24 |

CBR (California Bearing Ratio)

Uji CBR yang dilakukan adalah CBR tanpa rendaman dan CBR rendaman dengan kadar air optimum serta kadar air pada sisi basah yaitu : OMC, OMC+5%, OMC+7,5% dan OMC+10%.

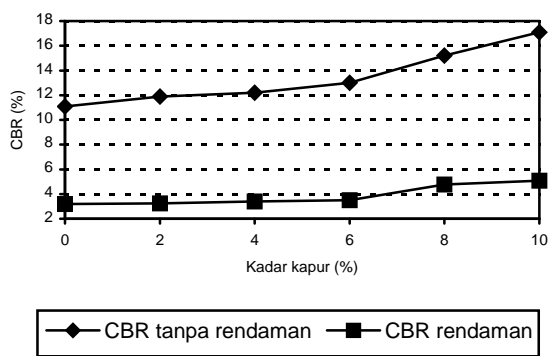
Nilai CBR adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui kuat dukung tanah dasar dalam perencanaan lapis perkerasan lentur (*flexible pavement*). Bila tanah dasar memiliki nilai CBR yang tinggi akan mengurangi ketebalan lapis perkerasan yang berada di atas tanah dasar (*subgrade*), begitu pula sebaliknya. Besarnya nilai kuat dukung tanah akan dipengaruhi oleh kualitas bahan, lekatan antar butir dan kepadatannya. Kualitas bahan berhubungan erat dengan kekasaran dan kekuatan. Bahan keras artinya tidak mudah hancur dan menjadi butir-butir yang lebih kecil atau berubah bentuk akibat pengaruh perubahan kadar air. Ikatan antar butir merupakan kemampuan saling mengunci antar butiran, dan adanya rekatan yang merekatkan permukaan butiran tersebut. Semakin kuat ikatan antar butir akan menghasilkan nilai CBR semakin tinggi dan begitu pula sebaliknya.

Hasil uji CBR dengan perawatan 3 hari, maupun dengan perendaman 4 hari tercantum pada Tabel 7 menunjukkan kecenderungan peningkatan nilai CBR seiring dengan penambahan kadar kapur. Nilai CBR tanah asli dengan masa perawatan 3 hari adalah 11,1%, sedangkan nilai CBR tanah asli dengan perendaman selama 4 hari sebesar 3,19%. Nilai CBR tanah asli dengan perendaman selama 4 hari jauh lebih kecil dibanding dengan nilai CBR tanpa perendaman. Hal ini menunjukkan bahwa tanah asli sangat sensitif terhadap perubahan kadar air.

Nilai CBR maksimum dengan masa perawatan 3 hari tanpa perendaman maupun dengan perendaman terjadi pada penambahan 10% kapur, yaitu sebesar 17,1% dan 5,09%. Peningkatan nilai

CBR ini disebabkan terjadinya sementasi akibat penambahan kapur. Sementasi ini menyebabkan penggumpalan yang menyebabkan meningkatnya daya ikat antar butiran. Dengan meningkatnya ikatan antar butiran, maka kemampuan saling mengunci antar butiran pun tinggi. Selain itu, rongga-rongga pori yang telah ada sebagian akan dikelilingi bahan sementasi yang lebih keras, sehingga butiran tidak mudah hancur atau berubah bentuk karena pengaruh air.

Pengaruh penambahan kadar kapur terhadap nilai CBR dapat dilihat pada Gambar 1.



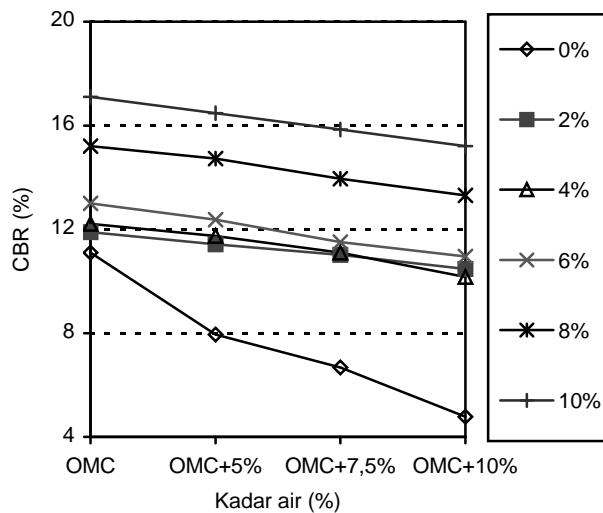
Gambar 1. Hubungan kadar kapur dengan nilai CBR.

CBR (California Bearing Ratio) Pada Pemadatan Sisi Basah

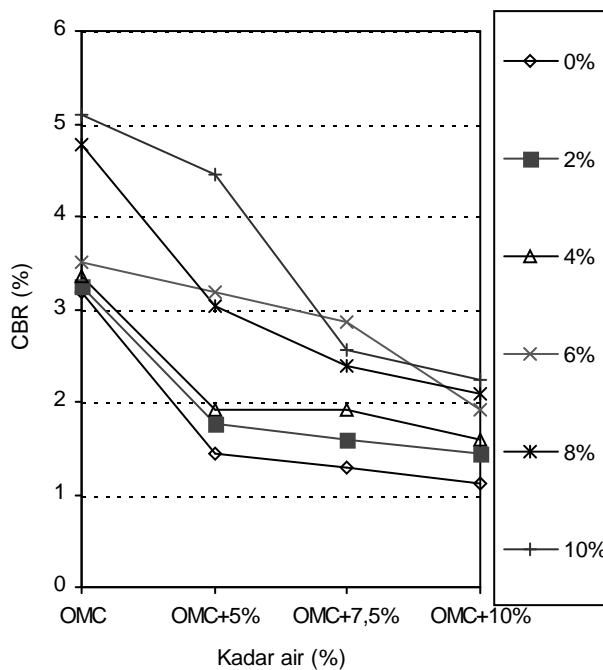
Nilai CBR tanpa rendaman atau dengan rendaman pada berbagai variasi kadar kapur cenderung turun pada pemadatan sisi basah dibandingkan dengan pemadatan pada sisi optimum.

Pada pemadatan sisi basah, nilai CBR tanpa rendaman maupun CBR rendaman tanah asli cenderung turun seiring dengan bertambahnya kadar air, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Hal ini disebabkan karena kepadatan campuran tanah pada pemadatan sisi basah lebih rendah daripada pemadatan pada sisi optimum, sehingga seiring dengan bertambahnya kadar air pada pemadatan sisi basah susunan tanah menjadi terdispersi beraturan. Karena tanah tidak terflokulasi maka massa tanah yang terbentuk berukuran lebih kecil dan beraturan sehingga mengurangi atau memperlemah ikatan antar butiran dan mengakibatkan kemampuan saling mengunci antar butiran berkurang atau hilang, sehingga terjadi kecenderungan turunnya nilai CBR seiring dengan bertambahnya kadar air pada pemadatan sisi basah.

Pada proses sementasi campuran tanah-kapur memerlukan air untuk memberi ikatan antar butiran, tapi jika air terlalu banyak justru akan memperlemah ikatan yang terjadi karena tekanan air pori yang terjadi akan mempermudah pelepasan ikatan antar butiran sehingga kemampuan saling mengunci antar butiran berkurang. Hal inilah yang menyebabkan nilai CBR cenderung turun seiring dengan bertambahnya kadar air pada pemadatan sisi basah untuk kadar kapur yang sama.



Gambar 2. Hubungan nilai CBR tanpa rendaman pada berbagai variasi kadar kapur dengan kadar air pada pemadatan sisi optimum dan pemadatan sisi basah



Gambar 3. Hubungan nilai CBR rendaman pada berbagai variasi kadar kapur dengan kadar air pada pemadatan sisi optimum dan pemadatan sisi basah

KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil uji campuran tanah-kapur, penambahan kapur pada tanah ini menyebabkan penurunan nilai gravitasi khusus, fraksi halus, nilai LL, nilai PI, nilai MDD serta *swelling* dan menaikkan nilai PL, nilai SL, nilai OMC dan nilai CBR. Sehingga bisa disimpulkan bahwa penambahan kapur pada tanah lempung ini dapat memperbaiki sifat fisik maupun sifat mekanis.
2. Nilai CBR lempung yang distabilisasi dengan kapur yang dipadatkan pada sisi basah lebih rendah dibandingkan jika dipadatkan pada sisi optimum.
3. Nilai CBR lempung yang distabilisasi kapur pada pemadatan sisi basah meningkat seiring dengan penambahan kapur.
4. Pada tanah asli terjadi perbedaan nilai CBR yang cukup besar pada pemadatan sisi basah jika dibandingkan pada sisi optimum. Tetapi nilai CBR pada pemadatan sisi basah mempunyai perbedaan yang relatif kecil dengan pemadatan pada sisi optimum untuk campuran tanah-kapur.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2003, "Annual Book of ASTM Standards" section 4, Volume 04 08, ASTM International Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959.
- Bowles, J.E., 1984, "Physical and Geotechnical Properties of Soils", Second Edition, McGraw-Hill, Singapore.
- Craig, R.F., 1991, "Mekanika Tanah", Terjemahan oleh Budi Susilo, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2002, "Mekanika Tanah I", PT. Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
- Ingles, O.G. dan Metcalf, J.B., 1972, "Soil Stabilization Principles and Practice", Butterworths Pty. Limited, Melbourne.
- Kezdi. A, 1979, "Stabilized Earth Roads", Elsevier Science Publishing Company, New York.
- Sukirman, S., 1995, "Perkerasan Lentur Jalan Raya", Penerbit Nova Bandung.