

PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR DAN SEMEN TERHADAP NILAI CBR TANAH LEMPUNG MERAH

Ukiman

*Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang
Jln. Prof. H. Sudarto, S.H. Tembalang, Semarang 50275 Telp. (024) 7473417
Email : jwahana_tspolines@yahoo.com*

Abstract

Granular of soil as a material supporter of building foundations, heavily influenced by the physical properties of water. Moreover, the fine-grained soil clays in particular, due to water entering the soil particle then inflate and vice versa due to reduced ground water will shrink. Red clay soil stabilization with lime and cement materials, seeks to increase the carrying capacity of the soil as subgrade layer to buffer the load through the foundation component that serves to spread the load on it to buffer the soil section. In addition to the added material lime and cement as filler material also serves as a lasting cementation thus increase the carrying capacity of the red clay soil. Better material cemented its CBR value increase of the lime.

Kata kunci : nilai CBR, kapur, semen, lempung merah

PENDAHULUAN

Nilai daya dukung tanah dasar yang dikenal dengan subgrade, akan sangat berpengaruh pada perhitungan tebal perkerasan suatu konstruksi jalan. Terlebih lagi akibat kemajuan teknologi yang sangat canggih, tidak hanya komponen kendaraan yang dapat dibuat dengan cepat. Selain jumlah produksi yang meningkat juga berat kendaraan dan daya dukungnya pun meningkat serta kecepatannya juga meningkat. Tentunya seperti sarana jalan yang merupakan media angkutan darat, harus dapat mendukung kelancaran pergerakan alat angkutan tadi. Sehingga para ahli jalan raya, khususnya di bidang geoteknik harus mampu menyediakan suatu kondisi tanah dasar (subgrade) yang dapat menahan beban kerja serta lapisan

perkerasan yang memadai dan tahan lama atau awet. Hal ini tentunya dengan melakukan pengujian tanah lempung merah dengan bahan tambah kapur dan semen untuk memperoleh nilai CBR yang disyaratkan dalam konstruksi jalan raya tadi merupakan rekayasa geoteknik yang dapat dilakukan. Melalui uji CBR laboratorium terhadap bahan tanah lempung merah yang distabilisasi dengan kapur dan semen dengan berbagai variasi campuran dan kondisi (dieram dan direndam) dapat diperoleh nilai CBR yang disyaratkan.

Akibat perubahan kadar air pada proses pengerjaan pemadatan (stabilisasi cara mekanis), baik yang disebabkan oleh air hujan maupun air rembesan dari dalam tanah yang sering dikenal dengan air kapiler, dan

berdampak pada pembasahan tanah. Akibat butiran yang basah menyebabkan nilai kondisi tanah akan turun, demikian juga gaya geser maupun daya dukungnya. Penelitian ini untuk menentukan besarnya Nilai CBR tanah lempung dieram dan direndam serta variasi campuran yang berbeda sehingga diperoleh porsi campuran yang efektif sesuai persyaratan yang dibutuhkan.

Nilai kekuatan geser tanah diperlukan untuk perhitungan daya dukung tanah, menurut Coulomb (1771) besarnya tegangan geser dipengaruhi oleh nilai kohesi, tegangan normal yang bekerja dan sudut geser dalam (internal friction). Pengaruh air pada tanah menyebabkan butiran tanah mengembang sehingga jarak antar butir menjadi jauh akibatnya menurunkan nilai kohesi maupun gaya gesernya. Nilai daya dukung selimut tiang cenderung turun seiring peningkatan pembasahan atau naiknya kadar air tanah, dengan bahan kayu pada tanah asli besarnya penurunan didapat $y = -0,033x + 1,575$ dengan $R^2 = 0,744$ (kg/cm^2) dan $y =$ nilai daya dukung selimut (kg/cm^2) dan X adalah kadar air dalam persen. (laporan penelitian Suparman, 2011). Tanah yang terdiri dari butiran tanah, air dan udara dapat tersusun secara alami. Tetapi dapat juga tersusun karena adanya keperluan tertentu yaitu melalui rekayasa stabilisasi tanah dengan dipadatkan secara mekanis baik diberi bahan tambahan atau tidak. Bahan yang sering ditambahkan sebagai bahan pengisi biasanya kapur tetapi dapat juga semen agar dapat

terjadi sementrasi sehingga nilai daya dukungnya naik.

Bahan Kapur

Bahan ini dari hasil pembasahan batu kapur yang dimatikan dengan menyiram air, bahan kapur ini punya sifat mengikat sehingga campuran tanah lempung merah dan kapur dapat meningkat kekuatannya. Selain itu kapur dapat menurunkan nilai plastisitasnya. Pada metode pemadatan standart kada kapur maksimal yang dapat ditambahkan pada tanah sebesar 6,93% akan memperoleh nilai CBR rencana sebesar 24,5 % sedangkan dengan pemadatan 5,78 % diperoleh nilai CBR rencana, 26,80 % (Suranegara, Drs. Dan Wiraya dalam analisa peningkatan CBR pada stabilisasi tanah lempung dengan Ca (OH)₂ dalam Proseding Pertemuan Ilmiah Tahunan XIV HATTI Yogyakarta 2010).

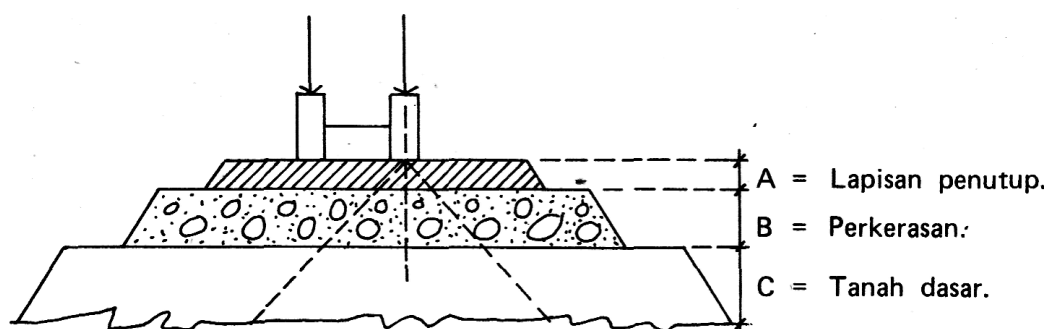
Bahan Semen

Semen merupakan bahan reaktif yang jika kena air dapat mengeras, pengerasan semen yang sempurna sampai selama 28 hari. Persyaratan fisik semen adalah kekerasan butiran waktu pengikatan, kekuatan bentuk, kuat tekan, panas hidrasi dan kandungan udara. Dalam pemakaian material yang dicampur dengan semen, perlu waktu perawatan agar bahan ini dapat diproses pengerasannya. Stabilisasi secara kimiawi, karena hasilnya dari proses pemadatan akan merubah sifat fisis tanah selain mengeras jadi batuan. Hasil uji triaksial terkonsolidasi tak terdrainase

dengan jumlah seri pengujian terbatas, menunjukkan bahwa tegangan derivator maksimal tanah ekspansif mengalami peningkatan setelah ditambah semen 5% dan pasir 10%. Peningkatan ini disebabkan semen mengeras karena bereaksi dengan air dalam tanah dan fungsi pasir sebagai pengisi (Wiwik R dalam Efek penambahan semen, kapur dan pasir terhadap perilaku kuat geser dan sifat pengembangan tanah lempung ekspansif, Kasus Tanah Lempung Cikarang dalam Proseding HATTI PIT XIV di Yogyakarta 2010).

Nilai Daya Dukung Pada Lapisan Konstruksi Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan yang terdiri dari beberapa lapisan antara lain lapis penutup atau lapis aus, perkerasan dan tanah dasar masing-masing mempunyai ketebalan yang berbeda. Tebalnya lapis perkerasan (pondasi perkerasan jalan) sangat terpengaruh oleh besarnya nilai daya dukung tanah dasar atau subgrade yaitu nilai CBR nya. Konstruksi jalan terdiri dari 3 bagian yang penting, yaitu lapis penutup atau lapisan aus, perkerasan, dan tanah dasar



Gambar 1. Sketsa konstruksi jalan

Ketiga bagian tersebut berfungsi mendukung muatan lalu-lintas di atasnya. Muatan lalu-lintas ini menimbulkan gaya-gaya penting sebagai berikut:

1. Gaya vertikal (berat) muatan kendaraan.
2. Gaya horizontal (gaya geser/rem).
3. Getaran-getaran (akibat pukulan-pukulan roda).

Karena sifat gaya-gaya tersebut makin kebawah makin menyebar, maka pengaruh-nya makin kebawah makin berkurang, sehingga muatan yang

diterima oleh bagian-bagian konstruksi tersebut, juga berbeda-beda.

Bagian A : Lapisan penutup / aspalan. Lapisan penutup ini menerima muatan 1, 2 dan 3 secara penuh, sehingga lapisan ini mempunyai persyaratan yang paling berat.

Bagian B : Lapisan perkerasan. Lapisan perkerasan ini 1 dan 3 hampir penuh, sedangkan muatan 2 sudah berkurang, sehingga persyaratan untuk ini sudah agak longgar dibandingkan dengan lapisan A.

Bagian C: Lapisan- tanah dasar.

Lapisan ini praktis hanya menerima muatan 1 dan 3 yang pengaruhnya sudah mengecil, sedang muatan 2 sudah tidak berpengaruh lagi, maka persyaratan-nyapun sudah lebih longgar lagi.

Salah satu rumusan tebal perkerasan seperti metode Un Bound $h =$

$$20 \sqrt{\frac{P_o (1+0,7) \text{Log } n_o}{CBR}} \text{ (cm)}$$

Pada perumusan yang lain nilai CBR sebagai parameter daya dukung tanah dasar tetap ada (berpengaruh).

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian dengan judul karakteristik Nilai CBR tanah lempung merah dengan bahantambahan kapur dan semen pada berbagai porsi campuran untuk perbaikan lapisan tanah dasar (subgrade) merupakan penelitian laboratorium, sehingga segala aktivitas pelaksanaannya dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Politeknik Negeri Semarang, sampel uji tanah lempung merah dari kampus Polines, dengan mengacu pada tata cara pengujian CBR lab atau CBR laboratorium. Bahan tanah lempung

merah sebagai sampel dipakai tanah merah yang ada di kampus Politeknik Negeri Semarang, sedangkan bahan kapur dan semen adalah yang ada di perdagangan wilayah sekitar kampus, Polines. Alat dan prosedur pengerjaan pelaksanaan penelitian sesuai pedoman buku praktikum Mekanika Tanah. Untuk bahan tambah kapur dan semen selain direndam juga dieramkan agar supaya proses pengerasan baik dari bahan kapur maupun semen bisa didapat dengan ketentuan seperti pada Tabel 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

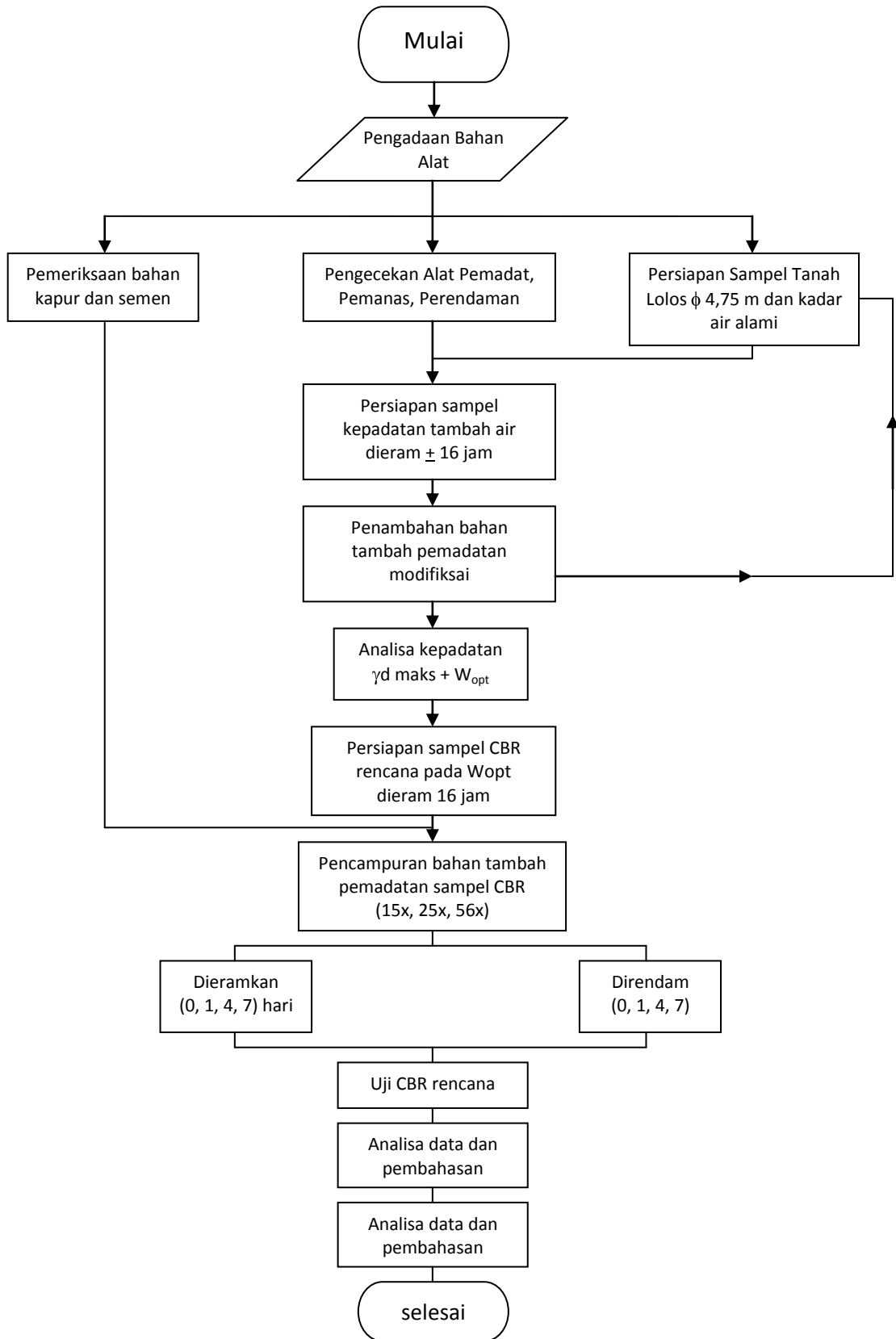
Dari berbagai hasil pengujian (kepadatan, CBR lab.), baik kondisi unsoaked maupun soaked dari berbagai campuran semen dan kapur, analisa data disajikan dari salah satu data uji dan yang lainnya dirangkum dalam bentuk tabel hasil pengujian (Tabel 2). Pola hubungan nilai CBR terhadap perlakuan / kondisi akan diperoleh dengan membuat grafik hubungan Nilai CBR dengan Durasi Eram / Rendam.

Tabel 1. Pengeraman dan perendaman campuran

No	Jenis bahan tambah	Porsi campuran (%) semen				Uji CBR laboratorium							
						Di eram (hari)				Direndam (hari)			
						0	1	4	7	0	1	4	7
1.	Kapur	0	4	8	12	√	√	√	√	√	√	√	√
2.	Semen	0	4	8	12	√	√	√	√	√	√	√	√

Keterangan : Persen porsi campuran diperhitungkan terhadap berat kering tanah

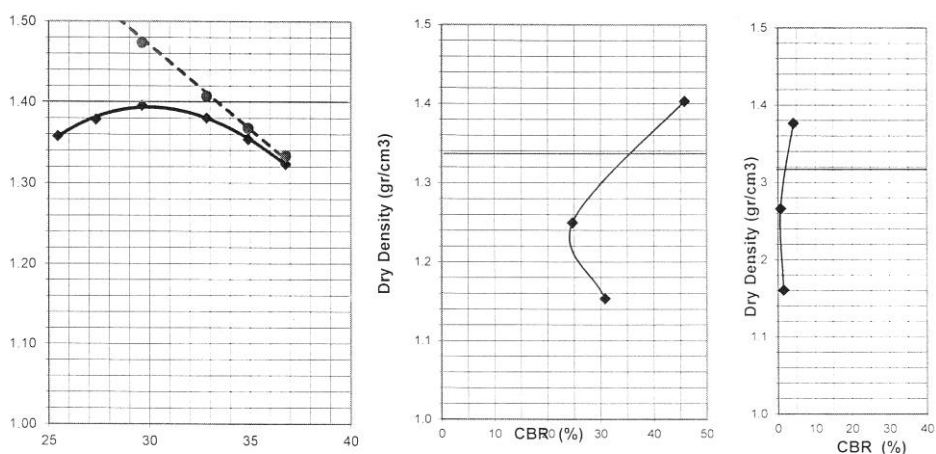
Diagram Alir Penelitian



Tabel 2. Hasil pengujian kepadatan

KADAR AIR											
15 pukulan				25 pukulan				56 pukulan			
sebelum		sesudah		sebelum		sesudah		sebelum		sesudah	
43	65	50	58	54	57	97	94	27	55	73	74
39.	36.	57.	52.	42.	36.	56.	51.	61.	36.	54.	39.
08	30	73	62	23	78	55	55	81	30	11	08
33.	31.	45.	42.	36.	31.	45.	41.	51.	31.	43.	33.
76	56	82	00	17	95	02	53	35	40	23	18
16.	16.	15.	16.	15.	16.	15.	15.	16.	16.	16.	15.
24	03	91	32	97	03	94	81	04	03	07	99
17.	15.	29.	25.	20.	15.	29.	25.	35.	15.	27.	17.
52	53	91	68	20	92	08	72	31	37	16	19
5.3	4.7	11.	10.	6.0	4.8	11.	10.	10.	4.9	10.	5.9
2	4	91	62	6	3	53	02	46	0	88	0
30.	30.	39.	41.	30.	30.	39.	38.	29.	31.	40.	34.
37	52	82	36	00	34	65	96	62	88	06	32
30.44		40.59		30.17		39.30		30.75		37.19	

BM	4081		4654		4043	
BM + BU	<i>9070</i>	<i>9537</i>	<i>10120</i>	<i>10532</i>	<i>10015</i>	<i>10217</i>
Volume	3316.00		3360.00		3255.00	
∂m	1.50	1.65	1.63	1.75	1.83	1.90
∂d	1.15	1.17	1.25	1.26	1.40	1.38



Jd = 1,387 gr/w
Wop = 29,90 %

CBR = 33,00 %
Unsoaked

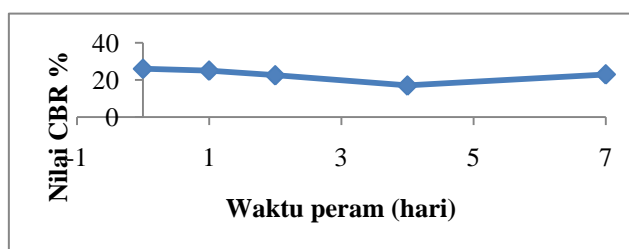
Soaked 1,6 %

Gambar 3. Kepadatan dan Nilai CBR renc baik kondisi Unsoaked maupun Soaked

Tabel 3. Rangkuman data Uji CBR

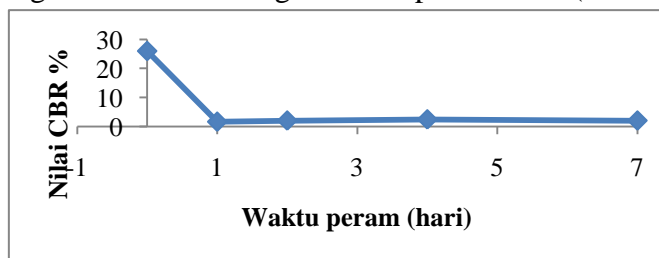
No	Jenis Campuran	Nilai CBR (%)									
		Di eram (hari)					Di rendam (hari)				
		0	1	2	4	7	0	1	2	4	7
1	Tanah asli	26,0	25,0	22,5	17,0	23,0	26,0	1,60	2,00	2,40	2,00
2	Tanah + kapur										
	Tanah LM + 4 % kpr	34,0	30,0	31,0	21,0	21,0	34,0	35,0	21,6	14,5	15,0
	Tanah LM + 8 % kpr	25,0	43,0	45,0	16,0	33,0	25,0	33,0	38,0	19,0	30,0
	Tanah LM + 12 % kpr	23,0	40,0	42,0	28,0	53,0	23,0	42,0	43,0	27,5	55,0
3	Tanah + semen										
	Tanah LM + 4 % semen	38,0	44,5	38,0	28,0	44,0	38,0	31,0	29,0	27,0	17,0
	Tanah LM + 8 % semen	43,0	46,0	53,0	50,0	51,0	43,0	35,0	34,0	38,0	52,0
	Tanah LM + 12 % semen	46,0	51,0	56,0	50,0	61,5	46,0	35,0	80,0	86,0	87,0

Durasi (hari)	Nilai CBR %
0	26,0
1	25,0
2	22,5
4	17,0
7	23,0



Gambar 4. Grafik Hubungan Nilai CBR dengan waktu pemeraman (tanah asli).

Durasi (hari)	Nilai CBR %
0	26,0
1	1,6
2	2,0
4	2,4
7	2,0



Gambar 5. Hubungan Nilai CBR dengan waktu perendaman (tanah asli)

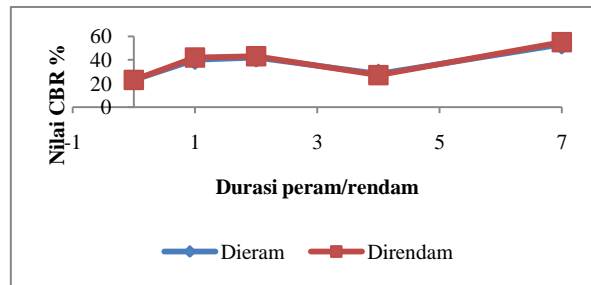
Durasi (hari)	Nilai CBR %	
	Di eram	Di rendam
0	34	34,0
1	30	35,0
2	31,0	21,6
4	21,0	14,5
7	21,0	15,0

Gambar 6. Hubungan Nilai CBR dengan durasi eram/rendam (Tanah LM + 4% kapur)

Durasi (hari)	Nilai CBR %	
	Di eram	Di rendam
0	25,0	25,0
1	43,0	33,0
2	45,0	38,0
4	16,0	19,0
7	33,0	30,0

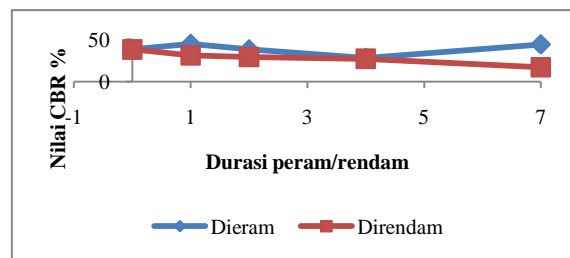
Gambar 7. Hubungan Nilai CBR dengan durasi eram/rendam (Tanah LM + 8% kapur)

Durasi (hari)	Nilai CBR %	
	Di eram	Di rendam
0	23,0	23,0
1	40,0	42,0
2	42,0	43,0
4	28,0	27,5
7	53,0	55,0



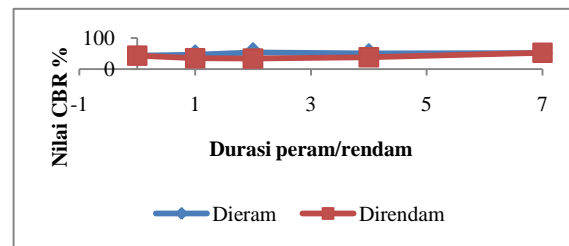
Gambar 8. Hubungan Nilai CBR dengan durasi eram/rendam (Tanah LM + 12% kapur)

Durasi (hari)	Nilai CBR %	
	Di eram	Di rendam
0	38,0	38,0
1	44,5	31,0
2	38,0	29,0
4	28,0	27,0
7	44,0	17,0



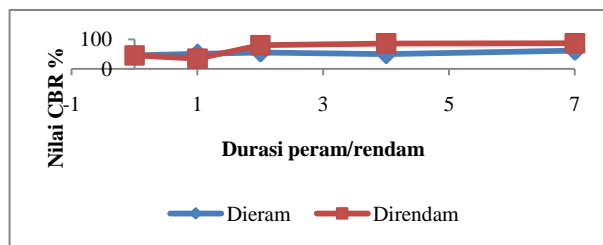
Gambar 9. Hubungan Nilai CBR dengan durasi eram/rendam (Tanah LM + 4% semen)

Durasi (hari)	Nilai CBR %	
	Di eram	Di rendam
0	43,0	43,0
1	46,0	35,0
2	53,0	34,0
4	50,0	38,0
7	51,0	52,0



Gambar 10. Hubungan Nilai CBR dengan durasi eram/rendam (Tanah LM + 8% semen)

Durasi (hari)	Nilai CBR %	
	Di eram	Di rendam
0	46,0	46,0
1	51,0	35,0
2	56,0	80,0
4	50,0	86,0
7	61,5	87,0



Gambar 11. Hubungan Nilai CBR dengan durasi eram/rendam (Tanah LM + 12% semen)

Dari gambar 4 dan gambar 5 dapat dikatakan bahwa akibat rendaman (pengaruh air), daya dukung atau CBR akan turun. Perendaman selama 1 hari telah menyebabkan kondisi daya dukung tanah turun hampir sama dengan direndam 4 hari. Aturan perendaman pada kondisi Soaked dari Bina Marga adalah selama 4 hari, hal ini supaya air masuk ke seluruh pori tanah dan kondisi yang paling kritis. Pada campuran tanah dan kapur pada hubungan antara yang dieram dan direndam, kesemuanya hampir sama nilai CBR nya. Hal ini kapur sebagai bahan pengisi dan nilai sementrasinya sangat rendah.

Pada campuran tanah lempung merah dan semen, porsi campuran 4% sama (Gambar 9) yang dieram hasilnya lebih baik dari yang direndam, hal ini dipengaruhi sementrasi/pengerasan dari semen masih kecil terhadap pengaruh pengembangan butiran lempung pada campuran tanah dan 8% semen (Gambar 10) pengaruh rendaman akan menurunkan nilai CBR tanah. Dan pada tanah -12% semen, pengaruh rendaman akan meningkatkan CBR tanah.

Nilai CBR pada tanah asli dieram akan turun, hal ini karena adanya penguapan air yang tertahan oleh pembungkus/plastik sehingga

membasahi bidang permukaan sample berakibat menurunkan nilai CBR. Perilaku perubahan dapat di periksa pada gambar 1 grafik hubungan nilai CBR dengan durasi eram. Sedangkan pada Nilai CBR yang direndam, cenderung menurun, perendaman dengan durasi 1 hari telah mencapai nilai yang rendah/kritis.

Grafik hubungan Nilai CBR dengan durasi eram, pada tanah lempung merah+ 4% kapur antara dieram dan direndam nilai CBR campuran tanah tadi nilainya meningkat walaupun kecil. Campuran tanah lempung merah dengan kapur 8% dan 12% baik direndam maupun dieram sampai nilai CBR nya hampir sama, hal ini kapur sebagai bahan pengisi dan merupakan bahan sementrasi rendah.

Untuk campuran tanah lempung merah di tanah semen seperti (Gambar 9 – 11) untuk Nilai CBR yang dieram dari campuran 4% semen sehingga 12% semen semua cenderung naik, sedangkan untuk yang direndam setelah 1 hari nilai CBR akan turun hal ini dikarenakan adanya air yang masuk kedalam sample dengan proses pengerasan semen lebih lambat daripada air yang masuk sehingga memperlemah proses pengerasan dari semen. Sesudah itu proses pengerasan semen lebih dari 5 hari berlangsung yang berdampak pada peningkatan nilai CBRnya lebih baik (untuk semen 8%). Pada campuran tanah lempung + 12 % semen (Gambar 11) akibat rendaman 1 hari nilai CBR akan turun, tetapi setelah melewati rendaman lebih

besar atau sama dengan 2 hari nilai CBR tanah akan naik.

SIMPULAN

Dari hasil pembahasan dalam penelitian dengan judul nilai CBR tanah lempung merah dengan tambahan kapur dan semen dapat disimpulkan bahwa pada tanah lempung merah (asli), nilai CBR yang dieramkan cenderung turun, dalam durasi rendaman sehari Nilai CBR telah mengalami yang terendah/kritis. Stabilisasi tanah merah dengan bahan tambah kapur bila, kena air / terendam cenderung akan turun sedikit, dalam kondisi terendam air dan tidak nilai CBR hampir sama. Hal ini kapur merupakan bahan dengan daya sementrasi rendah. Stabilisasi dengan bahan tambah semen pada tanah lempung merah, pada umur rendaman atau peram sehari nilai daya dukung CBR cenderung turun. Sedangkan sesudahnya nilai yang direndam lebih bagus peningkatannya. Hal ini dikarenakan proses pengerasan semen lebih baik karena terendam air.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini kami menyampaikan ucapan terima kasih kepada Unit UP2M Politeknik Negeri Semarang yang telah memberi kesempatan kepada penulis pada penelitian ini dan semua pihak yang telah membantu penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Braja MD, 1995, Mekanika Tanah Jilid 12, Erlangga – Jakarta.

- Dadung N, (Proseding HATTI-PIT XIV Yogyakarta) Penambahan Dolosita pada tanah Bojonegoro berpengaruh menurunkan swelling potensial, penurunan seiring dengan perubahan persen dolosita.
- Djoko, U.S., 1982, Konstruksi Jalan Raya, Badan Penerbit : PU, Jakarta.
- Joseph E. B, 1991, Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, Erlangga – Jakarta.
- J. Smith, 1984, Mekanika Tanah, Erlangga – Jakarta.
- LD. Wesley, 1977, Mekanika Tanah, Erlangga – Jakarta.
- Rasiman (Orbith Vol.4 No 2 Juli 2008) lama penurunan stabilisasi kapur kedalam tanah lempung Sendangmulyo meningkatkan kepadatan kering tanah dengan kapur 10% lama pemeraman lebih dari 5 hari diperoleh $\gamma_d=1,756$ gr/cc.
- SKBI 2.3.06, 1987, Petunjuk Perencanaan Longsoran, Jakarta, YBP-PU.
- Suyono, S, 1977, Bendungan Type Urugan, PT.Pradya Paramita – Jakarta.
- Suparman, 2000, Modul Praktikum Mekanika Tanah 2.Politeknik Negeri Semarang.
- Suryanegara dan Wiraga, 2010, Analisis Peningkatan CBR pada Stabilisasi Tanah Lempung dengan Ca (OH)₂ dalam Proceeding HATTI PIT XIV di Yogyakarta.
- Setio Utomo dan Ukiman (Orbith Vol 4 No2 Juli 2008) Penambahan bahan semen sebagai bahan reaktif setelah dieram 1 hari nilai CBR lab = 65% untuk penambahan semen 4%, Dan untuk penambahan semen 8% dan dieram 1 hari nilai CBR lab = 80%.
- Utomo S. 2012. Karakteristik Nilai CBR Tanah Lempung Merah dengan Bahan Tambah Kapur dan Semen pada Berbagai Campuran untuk Perbaikan Daya Dukung Tanah Dasar (Laporan Penelitian DIPA) Polines 2012.
- Wiwik R, 2000. Efek Penambahan Semen, Pasir dan Kapur terhadap Perilaku Kuat Geser dan Sifat Pengembangan Tanah Lempung Ekspansif, Kasus Tanah Lempung Cikarang, dalam Proceeding HATTI PIT XIV di Yogyakarta.