

KAJIAN EKSPERIMENTAL DALAM UPAYA MENINGKATKAN NILAI DAYA DUKUNG LEMPUNG MERAH MELALUI UJI CBR

Hartono ¹⁾, Suparman ¹⁾, Wahjoedi ¹⁾, Tedjo Mulyono ¹⁾, Setio Utomo ¹⁾
¹⁾Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. H. Soedarto S.H., Tembalang, Semarang, Jawa Tengah
Email: hartono93@ymail.com, setiopolines@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan teknologi semakin maju dan canggih terlebih dalam hal teknologi otomotif, sarana transportasi dirancang dan dibuat dengan ukuran untuk kelas ekonomi serta pribadi, juga ringan dan terjangkau oleh hampir semua lapisan masyarakat. Disamping itu kesejahteraan masyarakat telah berkembang cukup baik, serta adanya kebijakan dalam sistim penjualan otomotif. Berkaitan hal tersebut maka bagi pemerintah melalui dinas terkait, perlu memperhatikan dan menyediakan jalan yang memadai sebagai sarana untuk kelancaran transportasi (lalu lintas), sebagai pendukung lapis perkerasan melalui pepadatan bahan tanah dasar baik tanpa bahan tambah maupun dengan bahan tambahan sebagai pengisi (filler) guna memperbaiki gradasi butiran tanah. Semua bangunan yang berpijak pada tanah, baik secara langsung maupun melalui komponen struktur yang dipakai untuk menahan beban dari atas (bangunan). Secara sederhana material tanah terdiri dari butiran, air, dan udara, butiran tanah menurut kandungan ada tanah berbutir kasar. Tanah berbutir halus lolos ayakan ϕ 0,075 mm dan besarnya diatas 50%, tanah ini mempunyai sifat kembang susut cukup besar, kekuatan rendah, dan plastisitasnya tinggi. Pada tanah yang didominasi oleh lempung dan silt serta pasir yang sangat halus, silt mempunyai sifat menyerap air, maka kandungan silt akan berpengaruh terhadap nilai indeks plastisitas bahkan sampai material non plastis. Demikian kajian terhadap nilai kohesi, tentunya semakin banyak nilai kandungan silt besarnya kohesi semakin rendah. Nilai kohesi semakin rendah sangat berpengaruh terhadap daya dukung tanah sehingga perlu ada kajian terutama terhadap pondasi struktur bangunan dan lapisan subgrade pada struktur jalan raya sebelum pekerjaan struktur di laksanakan di lapangan.

Kata kunci: Eksperimental, gradasi butiran tanah, peningkatan daya dukung.

PENDAHULUAN

Tanah lempung umumnya mempunyai daya dukung yang rendah karena merupakan tanah lunak, terlebih lagi adanya pengaruh air pada waktu musim hujan, sehingga tanah lempung menjadi semakin lunak. Daya dukung adalah kemampuan tanah untuk menahan tekanan atau beban bangunan pada tanah dengan aman tanpa menimbulkan keruntuhan geser dan penurunan berlebihan. Daya dukung yang aman terhadap keruntuhan tidak

berarti bahwa penurunan pondasi akan berada dalam batas - batas yang diizinkan. Tanah sebagai dasar berdirinya suatu pekerjaan konstruksi sering mengalami masalah pergerakan tanah, terutama terjadi pada tanah - tanah dengan kondisi lunak. Sesuai dengantuntutan perkembangan jaman, maka pekerjaan konstruksi yang ada semakin kompleks. Adanya kompleksitas inilah maka tidak jarang ditemui berbagai masalah dalam suatu pekerjaan konstruksi.

Dalam pelaksanaan konstruksi jalan dapat terjadi tanah dasar terbuat dari tanah hasil galian atau proses urugan, penurunan muka tanah harus dilakukan dengan proses pemadatan agar kekuatan tanah meningkat / daya dukungnya meningkat sehingga pori - pori udara dalam tanah berkurang akibat pemadatan mekanis. Perbaikan ruas jalan, baik pelebaran maupun peningkatan kualitas lapisan tanah dasar harus melalui uji pemadatan antara lain analisis CBR Segmen melalui uji CBR lapangan dan DCP lapangan (*Dynamic Cone Penetrometer*) maupun CBR laborat dan DCP laboratorium untuk menentukan tebal lapis perkerasan diperoleh dari data uji CBR dan DCP. Tebal perkerasan jalan (pondasi bawah, pondasi atas dan lapis permukaan atas) diperhitungkan berdasarkan kelas jalan, lalu lintas harian rata - rata (LHR), besar kecilnya nilai daya dukung tanah dasar (*subgrade*).

Tanah Lempung

Tanah lempung umumnya merupakan tanah lunak (*soft soil*) yang mempunyai sifat mudah berubah kondisinya bila kena air. Tanah merupakan material terdiri dari butiran padat, air dan udara, akan sangat berbeda sifat fisiknya. Pada waktu kadar air sangat besar dapat berupa bubur tanah, pada kondisi kadar air sedang dapat berada pada lunak, pada keadaan kadar air sedikit tanah dapat menjadi keras. Dan kondisi seperti tadi diikuti oleh perubahan volume sangat besar, besar ke kecil. Sehingga tanah lempung disebut juga tanah yang memiliki kembang-susut yang potensial. Sifat

tanah lunak adalah kekuatan gesernya rendah, penurunannya besar, permeabilitasnya tinggi, deformasinya relatif besar dan daya dukungnya rendah (Suyono Sosrodarsono, 1983).

Sedangkan dalam membangun, mutu konstruksi perlu memperhatikan daya dukung tanah permukaan dan kestabilan tanahnya. Runtuhan / longsoran tanah dapat terjadi bila lapisan tanah di bawah lebih lunak / lemah daripada lapisan tanah di atasnya (SKBI – 2.3.06.1987).

Daya dukung adalah kemampuan tanah untuk menahan tekanan atau beban bangunan pada tanah dengan aman tanpa menimbulkan keruntuhan geser dan penurunan berlebihan. Daya dukung yang aman terhadap keruntuhan tidak berarti bahwa penurunan pondasi akan berada dalam batas - batas yang diizinkan. Oleh karena itu, analisis penurunan harus dilakukan karena umumnya bangunan peka terhadap penurunan yang berlebihan (Pd T- 02-2005-A).

Timbunan tanah (*embankment*) yang cukup tinggi (lebih dari 5 meter) dengan lereng yang memadai seringkali dianggap cukup stabil untuk menahan beban diatas timbunan tersebut. Anggapan bahwa jika menggunakan tanah merah yang memiliki *undrained shear strength* cukup tinggi dan dipadatkan dengan menggunakan alat berat dipadatkan lapis demi lapis, kestabilan lereng timbunan dianggap telah terpenuhi. Anggapan tersebut ternyata keliru dan kegagalan lereng terjadi pada saat hujan yang lebat dan intens terjadi (Tommy Ilyas, 2004).

Dalam pembangunan perkerasan jalan, stabilisasi tanah didefinisikan sebagai perbaikan material jalan lokal yang ada, dengan cara stabilisasi mekanis atau dengan cara menambahkan suatu bahan tambah (*additive*) ke dalam tanah. Dalam perancangan perkerasan jalan, kualitas setiap lapisan pembentuk perkerasan harus memenuhi syarat tertentu. Setiap komponen lapis perkerasan harus mampu menahan geseran, lendutan berlebihan yang menyebabkan retaknya lapisan di atasnya dan mencegah deformasi permanen yang berlebihan akibat memadatnya material penyusun. Jika material tanah distabilisasi, maka kualitasnya menjadi bertambah, dan kemampuan lapisan tersebut dalam mendistribusikan beban ke area yang lebih luas juga bertambah, sehingga mereduksi tebal lapisan perkerasan yang dibutuhkan (Hary Christady Hardiyatmo, 2008).

Tipe - Tipe Stabilisasi

Umumnya, stabilisasi tanah dapat dibagi menjadi dua, yaitu: 1) Stabilisasi mekanis. 2) Stabilisasi dengan bahan tambah.

Stabilisasi Mekanis

Stabilisasi mekanis atau stabilisasi mekanikal dilakukan dengan cara mencampur atau mengaduk dua macam tanah atau lebih yang bergradasi berbeda untuk memperoleh material yang memenuhi syarat kekuatan tertentu. Pencampuran tanah ini dapat dilakukan di lokasi proyek, di pabrik atau di tempat pengambilan bahan timbunan (*borrow area*). Material

yang telah dicampur ini, kemudian dihamparkan dan dipadatkan di lokasi proyek. Stabilisasi mekanis juga dapat dilakukan dengan cara menggali tanah buruk / jelek di tempat dan menggantinya dengan material granular dari tempat lain.

Stabilisasi Dengan Menggunakan Bahan Tambah

Bahan tambah (*additives*) adalah bahan hasil olahan pabrik yang bila ditambahkan ke dalam tanah dengan perbandingan yang tepat akan memperbaiki sifat - sifat teknis tanah, seperti: kekuatan, tekstur, kemudahan dikerjakan (*workability*) dan plastisitas. Contoh - contoh bahan tambah adalah : kapur, semen portland, abu terbang (*fly ash*), aspal (*bitumen*) dan lain - lain (Hary Christady Hardiyatmo, 2008).

Hasil Penelitian Terdahulu

- a. Kepadatan tanah lempung Sendang Mulya ditambah kapur diperoleh $\gamma_d = 1,65$ gr/cc dengan porsi 6,52% (Risman, 2008).
- b. Korelasi nilai perlawanan konus (q_u) dengan nilai CBR = 0,3 qc % (Sunarli, 2008). Tidak dipublikasikan.
- c. Lempung merah ditambah semen setelah dieramkan 1 hari dengan penambahan semen 4% , nilai CBR = 65 % dan semen 8 % , nilai CBR = 80 % (Ukiman, 2008).

Perumusan Masalah

Penelitian ini dilakukan pembatasan dalam pengujian untuk pengujian lapangan CBR tanah asli

dengan alat DCP dan untuk uji CBR laboratorium juga dilakukan uji DCP pada tanah yang sudah dipadatkan maka akan diperoleh nilai kepadatan yang berlainan dan kadar air yang berbeda dan dibantu dengan pemadatan *modified*.

Sampel pemadatan *modified*: a) Jenis tanah lempung merah berbutir halus. b) Tanah lempung merah Lolos ayakan \emptyset 4,75mm. c) Jenis test kepadatan *modified* , CBR laboratorium, CBR lapangan dengan alat DCP. d) Tempat laboratorium Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang.

Sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah antara lain distribusi butiran, batas - batas konsistensi dan kelolosan air atau permeabilitas, sedangkan sifat mekanis (*engineering properties*) seperti konsolidasi, regangan dan tegangan serta pemadatan untuk sifat fisis tanah disebut *physical properties* dan untuk uji distribusi butiran dilakukan dengan dua cara uji ayakan tertahan No. 200 (\emptyset 0,075 mm) satu set dan uji endapan yang lolos ajakan No. 200 (\emptyset 0,075 mm) (Joseph E. Bowles, 1991).

Menurut Braja M. Das (1995) tanah dapat dikelompokkan menjadi: a) Tanah berbutir kasar (*Coarse-Grained-soil*) yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total contoh tanah yang diuji lolos ayakan \emptyset 0,075 mm. b) Tanah berbutir halus (*fine grained soil* yaitu tanah berbutir >50% berat total tanah yang diuji lolos ayakan No. 200 (\emptyset 0,075 mm).

METODE PENELITIAN

Untuk pelaksanaan penelitian dilakukan beberapa tahapan: a) Studi pustaka. b) Pengambilan sampel dan persiapan benda uji. c) Pengujian dan pendataan. d) Analisis data dan hasil. e) Laporan dan pembahasan.

Penelitian ini dilakukan di wilayah kampus dengan fasilitas laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang.

Untuk memperoleh data - data dalam penelitian ini dilakukan dengan uji laboratorium dan lapangan dilakukan beberapa tahapan: a) Uji Lapangan terdiri dari uji hanbor (sifat fisis tanah) dan uji CBR lapangan tanah asli (alat DCP). b) Uji Laboratorium (indek properties, analisis butiran, batas konsistensi (Atterberg Limits) LL, PL dan SL, kepadatan γ_{max} dan W_{opt} , uji CBR laboratorium Unsoaked, Soaked.

Persiapan Alat dan Bahan

Pada penelitian ini dilakukan hal-hal sebagai berikut: a) Persiapan alat yang meliputi 1 set alat DCP, 1 set alat uji kepadatan, alat uji indek *properties*, alat uji analisis butiran, alat uji bor tangan, alat uji CBR laboratorium dan bak perendaman. b) Persiapan bahan yang meliputi lokasi dan patok untuk tanda titik uji bor tangan dan DCP, sampel undisturb dan *disturb*, sampel kepadatan tanah lolos \emptyset 4,75 mm (kepadatan dan uji CBR).

Pengujian Tanah

Untuk memperoleh data yang

diperlukan pada penelitian ini, mengacu pada pendoman penuntun dan lembar kerja praktikum di laboratorium mekanika tanah Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang. Proses pengujiannya adalah a) Pengujian lapangan yang meliputi Uji DCP pada kedalaman 0,80 m dan tumbukan 80 kali serta uji bor tangan kedalaman (0 -1,2) meter. b) Pengujian laboratorium yang meliputi Indeks properties, analisis butiran, batas - batas konsistensi, kepadatan dan uji CBR laboratorium. c) Rumus perhitungan antara lain:

$$\begin{aligned} \text{Berat isi basah} & \quad \gamma_m = \frac{\text{berat tanah basah}}{\text{volume tanah basah}} \\ \text{Kadar Air (\%)} & \quad W = \frac{\text{berat air}}{\text{berat tanah kering}} \times 100\% \\ \text{Berat isi kering} & \quad \gamma_d = \frac{\gamma_m}{(1+W)} \end{aligned}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanah merupakan bahan material yang susunannya dari butiran tanah, air dan udara. Kekuatan tanah atau kemampuan tanah dalam menahan beban kerja sangat tergantung dari susunan butiran, juga kondisi tanah yang peka oleh adanya perubahan air (cair, plastis dan padat). Guna perbaikan susunan tanah dan peningkatan kemampuan tanah melalui daya dukungnya telah banyak dilakukan melalui reklamasi ataupun stabilisasi. Usaha perbaikan mutu

tanah untuk lapis dasar badan jalan (*subgrade*) yang paling sederhana dan murah adalah dengan pemadatan secara mekanis serta penambahan bahan pengisi (*filler*) yang bertujuan meningkatkan porsi gradasi butiran tanah. Proses stabilisasi tanah untuk memperbaiki susunan tanah agar lebih kompak, juga agar susunan tanah butirannya lebih baik, yaitu disemua ukuran butiran ada sehingga rongga menjadi kecil. Adanya rongga kecil maka kontak antar butir menjadi lebih kuat dan stabil, serta nilai kepadatan tanah meningkat.

Hasil Pengujian

Dari masing - masing hasil pengujian didata dalam bentuk tabulasi yang maknanya sesuai dengan pengujian, sehingga berdasarkan analisis dari hasil penelitian akan menghasilkan sebagai berikut: a) Hubungan Berat Isi Tanah Basah (γ_m) terhadap CBR-DCP (Tanah dipadatkan *modified*). b) Hubungan Nilai CBR laboratorium terhadap berat isi tanah basah (γ_m). c) Hubungan Nilai CBR lab. terhadap Nilai Kadar Air (w). d) Hubungan Nilai CBR lab. Terhadap Nilai Angka Pori (e).

Dari hasil uji laboratorium diperoleh sifat fisik dan mekanis, dihasilkan data seperti pada tabel 1 sampai tabel 7 di bawah ini:

Tabel 1. Data Sifat Fisik dan Mekanis tanah dari Pengambilan sampel Booring

No	Jenis uji laborat	Satuan	BH-1 (1,00- 1,30)	BH-2 (1,40- 1,70)	BH-3 (0,70- 1,10)	BH-4 (0,60- 1,00)	BH-5 (0,80- 1,20)
1	Indeks Propeties						
	Kadar Air Alami (w)	%	40,73	52,04	44,04	46,45	42,74

	Berat isi basah δ_m (gr/cc)	Gr/cc	1,720	1,680	1,770	1,790	1,750
	Angka pori (e)	%	105,00	124,00	115,00	118,00	115,00
	Derajat kejenuhan (Sr)	%	97,21	100,00	100,00	100,00	98,28
	<i>Specific Gravity</i> (Gs)		2,510	2,470	2,630	2,670	2,630
2	Uji Geser						
	Sudut geser dalam (ϕ)	derajat	41,14	19,16	12,96	7,90	6,28
	Kohesi (c)	Kg/cm ²	0,295	0,286	0,314	0,253	0,278
3	Analisis Butir						
	Lolos saringan ϕ 0,07 mm	%	96,70	96,41	63,74	76,68	90,35
	Pasir kasar	%	0,00	0,210	3,36	5,36	1,000
	Pasir halus	%	1,30	3,38	32,90	17,96	8,65
	<i>Silt</i>	%	20,76	25,50	18,72	15,38	21,09
	<i>clay</i>	%	77,94	70,91	45,02	61,29	69,25
4	Jenis material Tanah		butir halus				

Tabel 2. Hasil uji DCP Lempung Merah Setelah Dipadatkan

Diskripsi No.Sampel	Kepadatan <i>Modified</i>					
	1	2	3	4	5	6
Berat isi tanah γ_m (gr/cc)	1,988	1,947	1,948	2,050	2,080	1,661
Kadar air W(%)	26,27	28,14	30,01	26,26	27,10	29,48
Nilai CBR/ujiDCP tanah dipadatkan	20	16,5	14	21	22	12
No.Sampel	7	8	9	10	11	12
Berat isi tanah γ_m (gr/cc)	1,961	1,910	2,115	1,942	1,979	1,958
Kadar air W(%)	27,84	30,62	26,84	26,32	27,20	29,43
Nilai CBR tanah dipadatkan	16	4,5	21	17,5	20	20

Tabel 3. Hasil uji Sifat Fisik sampel Boring yang telah Dipadatkan

Diskripsi No.Sampel	Kepadatan <i>Modified</i>				
	1	2	3	4	5
Berat isi tanah γ_m (gr/cc)	1,720	1,680	1,770	1,790	1,750
Kadar air W (%)	40,73	52,04	44,04	46,45	42,74
Angka pori e	1,05	1,24	1,15	1,18	1,15
Derajad kejenuhan Sr (%)	97,21	100,0	100,0	100,0	98,28
Berat jenis butiran Gs	2,510	2,470	2,630	2,670	2,630
No.Sampel	1,720	1,680	1,770	1,790	1,750
Jenis tanah	Tanah berbutir halus				

Tabel 4. Hasil uji CBR lab. Lempung Merah Setelah Dipadatkan

Diskripsi	Kepadatan <i>Modified</i>					
	1	2	3	4	5	6
No. Sampel						
Berat isi tanah γ_m (gr/cc)	1,940	1,930	1,980	1,960	2,080	1,949
Kadar air W (%)	27,15	28,25	26,69	28,00	27,54	28,17
CBR uji lab. <i>Unsoaked</i>	23,50	23,07	24,47	28,85	22,20	21,56

Tabel 5. Data CBR- Hasil uji DCP Tanah Yang telah Dipadatkan

Pemadatan <i>modified</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Notasi Parameter											
Berat isi tnh γ_m (gr/cc)	1,988	1,987	1,948	2,050	2,008	1,961	1,977	2.115	1,942	1,979	1.058
Kadar air w (%)	2,627	28,14	30,01	26,26	27,10	29,48	27,84	26,84	26,32	27,20	29,93
Data CBR- Dari Uji DCP tanah yang dipadatkan											
No.Sampel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Bacaan mistar (mm)											
Tumbukan											
0	82	94	83	82	84	82	81	92	92	94	92
1	102	118	119	97	98	112	103	110	113	114	114
2	111	138	145	105	108	137	119	126	131	131	134
3	119			115	118		136				
Nilai CBR- Uji DCP	20	16,5	14	21	22	1,4	16	21	17,5	20	20

Tabel 6. Hasil uji CBR lab. pada Tanah yang Dipadatkan dengan *Modified*

No	Diskripsi	Notasi Satuan	Sampel Nomor											
			1		2		3		4		5		6	
I	Kepadatan													
	Berat tbg+tnh bsh	gram	7034		7109		6674		6650		6579		6526	
	Brt tabung	gram	2935		2925		2597		2507		2507		2507	
	Brt tnh basah	gram	4109		4184		4167		4143		4072		4019	
	Volume tabung	cc	2114,06		2114,06		2108,58		2108,58		2108,58		2108,58	
	Berat isi tnh basah	γ m (gr/cc)	1,940		1,930		1,980		1,960		1,945		1,949	
	Berat jenis Gs		2,651		2,651		2,731		2,731		2,731		2,371	
	Kadar air	w (%)	27,15		28,25		26,69		28,00		27,54		28,17	
	Angka pori	e (%)	0,73		0,77		0,75		0,78		0,76		0,75	
	<i>Saturated</i>	Sr (%)	98,56		97,22		97,15		98,00		96,75		97,65	
II	CBR Laborat	Penetrasi (mm)	Kondisi Sampel											
			1		2		3		4		5		6	
		Us	S	Us	S	Us	S	Us	S	Us	S	Us	S	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0,63	31	20	29	17	32	15	39	17	27	10	22	11	
	1,27	92	42	85	32	89	39	97	39	68	29	59	30	
	1,91	129	61	119	49	125	55	151	62	118	40	96	42	
	2,54	1,45	84	139	67	150	73	201	83	147	54	131	52	
	4,45	191	118	181	87	189	91	245	98	196	65	171	60	
	5,08	216	127	212	108	223	104	272	124	227	188	198	77	
	6,99	249	141	240	112	257	112	189	132	258	97	225	89	
	7,62	260	150	264	116	281	119	299	138	271	103	242	96	
	8,91	285	157	875	121	294	126	320	147	290	108	254	101	
	10,16	297	165	289	124	308	131	331	144	302	111	264	104	
	w (%)	27,42	31,84	28,00	31,95	26,69	33,28	28,00	33,66	27,54	33,89	28,27	34,71	
Nilai CBR	0,10 ^{''}	23,66	31,84	22,68	11,03	24,69	12,01	33,09	13,66	24,20	8,89	21,56	8,56	
Nilai CBR	0,20 ^{''}	23,50	13,82	23,07	11,85	24,47	11,41	28,85	13,61	24,20	8,89	21,56	8,45	
CBR keputensi		23,50	13,71	23,07	11,03	24,47	11,41	29,85	13,61	24,20	8,89	21,56	8,45	

Tabel 7. Hasil uji CBR – DCP Tanah yang Dipadatkan

Pemadatan <i>modified</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Notasi Parameter											
Berat isi tanah γ m (gr/cc)	1,988	1,987	1,948	2,050	2,008	1,961	1,977	2,115	1,942	1,979	1,058
Kadar air w (%)	2,627	28,14	30,01	26,26	27,10	29,48	27,84	26,84	26,32	27,20	29,93
Data CBR-DCP tanah dipadatkan	Bacaan mistar(mm)										
Sampel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Tumbukan											
0	82	94	83	82	84	82	81	92	92	94	92
1	102	118	119	97	98	112	103	110	113	114	114
2	111	138	145	105	108	137	119	126	131	131	134
3	119			115	118		136				
CBR- DCP	20	16,5	14	21	22	1,4	16	21	17,5	20	20

Pembahasan

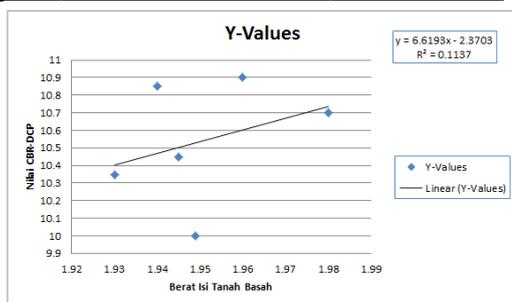
berikut ini:

Dari hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 8 sampai Tabel 12

Tabel 8. Hubungan Berat Isi Tanah (γ m) terhadap CBR- DCP (Tanah

asli lapangan)

No	Berat Isi Tanah basah γ_m (gram/cc)	Nilai CBR-DCP (%)
1	1.930	10.35
2	1.940	10.85
3	1.945	10.45
4	1.949	10.00
5	1.960	10.90
6	1.980	10.70



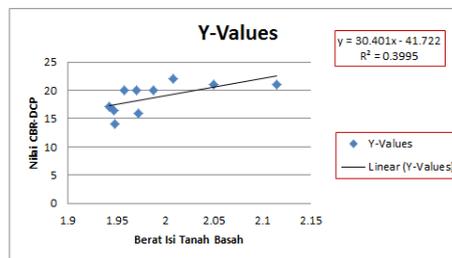
Gambar 1. Grafik Hubungan Berat Isi Tanah (γ_m) terhadap CBR-DCP

Tabel 8:

Dari gambar 1. Grafik Hubungan Berat Isi Tanah Basah (γ_m) terhadap CBR uji DCP tanah asli lapangan diperoleh nilai persamaan $CBR = 6,6193 \gamma_m - 2,3703$ dengan $R^2 = 0,1137$. Persamaan ini mengindikasikan bila nilai berat tanah basah dilapangan naik, maka nilai CBR juga bertambah besar. Tetapi kenaikannya hanya sedikit / kecil, karena tingkat hubungan / kondisinya $R^2 = 0,1137$ berarti masih cukup lemah.

Tabel 9. Hubungan Berat Isi Tanah Basah (γ_m) terhadap CBR- DCP (Tanah dipadatkan *modified*)

No	Berat Isi Tanah basah γ_m (gram/cc)	Nilai CBR-DCP(%)
1	1.942	17.2
2	1.947	16.5
3	1.948	14.0
4	1.958	20.0
5	1.972	16.0
6	1.970	20.0
7	1.988	20.0
8	2.008	22.0
9	2.050	21.0
10	2.115	21.0



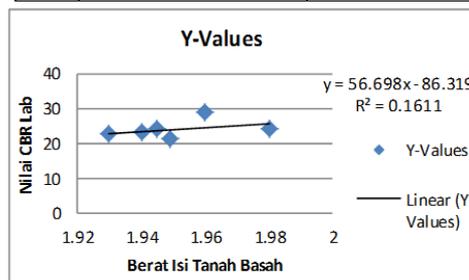
Gambar 2. Grafik Hubungan Berat Isi Tanah Basah (γ_m) terhadap CBR-DCP (Tanah dipadatkan *modified*)

Tabel 9:

Dari gambar 2. Grafik hubungan berat isi tanah basah (γ_m) terhadap nilai CBR – uji DCP tanah yang dipadatkan metode *modified*, diperoleh persamaan matematikanya $CBR = 30,401 \gamma_m - 41,722$ dengan nilai koehesi $R^2 = 0,3995$. Akibat pemadatan ada peningkatan nilai CBR. Nilai CBR - DCP tanah asli di lapangan rata - rata = 10,35 % naik menjadi 18,77% (uji CBR - DCP tanah yang dipadatkan *modified*). Hal ini karena yang dipadatkan ada perubahan angka pori dan kadar air sekitar w optimum.

Tabel 10. Hubungan Nilai CBR lab terhadap berat isi tanah basah (γ_m)

No	Berat Isi Tanah Basah γ_m (gram/cc)	Nilai CBR lab (%)
1	1.930	23.07
2	1.940	23.50
3	1.945	24.23
4	1.949	21.56
5	1.960	28.85
6	1.980	24.47



Gambar 3. Grafik Hubungan Nilai

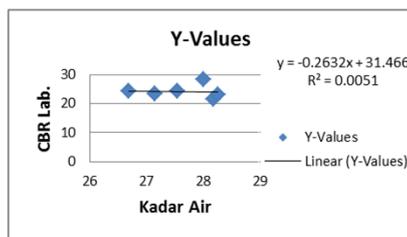
CBR Lab terhadap berat isi tanah basah (γ_m).

Tabel 10:

Dari gambar 3. Grafik hubungan berat isi tanah basah (γ_m) terhadap nilai CBR – uji DCP tanah yang dipadatkan metode *modified*, diperoleh persamaan matematikanya CBR lab. = $56,698 \gamma_m - 86,319$ dengan nilai korelasi $R^2 = 0,1611$. Hubungan kedua nilai parameter tanah masih cukup lemah, tetapi akibat kepadatan menjadi bertambah besar maka nilai CBR juga menjadi besar. Secara sederhana akibat pemadatan nilai CBR naik, nilai berat isi kepadatan tanah antara (1,930 – 1,980) gr/cm^3 , dan nilai CBR nya sekitar (21,56 -28,85) %.

Tabel 11. Hubungan Nilai CBR lab. terhadap Nilai Kadar air (w %)

No	Kadar Air (%)	CBR. Lab (%)
1	26.69	24.47
2	27.15	23.50
3	27.54	24.21
4	28.00	28.35
5	28.17	21.56
6	28.25	23.07



Gambar 4. Grafik Hub Nilai CBR lab. terhadap Nilai Kadar air (w %).

Tabel 11:

Dari gambar 4. Grafik hubungan Nilai Kadar Air (w) terhadap nilai CBR lab, diperoleh persamaan matematikanya $CBR = -0,2632 w + 31,466$ dengan $R^2 = 0,0051$. Hubungan ini menandakan

korelasi yang masih lemah, nilai kadar air sekitar (28,17 – 28,00) % besarnya nilai CBR sekitar (21,56 – 28,35) %. Besarnya kadar air pada CBR lab. Nilai kadar air dipakai sekitar *Woptimum* yang menyebabkan berat isi tanah basah menjadi besar atau kepadatannya semakin besar / meningkat.

Tabel 12. Hubungan Nilai CBR lab. terhadap Nilai angka pori (e)

No	Nilai Angka Pori (e) (%)	Nilai CBR Lab. (%)
1	73	23.50
2	75	21.56
3	75	24.47
4	76	24.21
5	77	23.07
6	78	28.85
Rata²	75.66	24.27

Tabel 12:

Hubungan nilai CBR lab. terhadap nilai angka pori (e). Dari hasil pemadatan dapat menurunkan nilai angka pori, sehingga dikatakan tanah lempung merah dengan angka pori (e) rata - rata= 75,66 % nilai CBR lab. rata - ratanya sebesar 24,27 % (pada kondisi *Unsoaked*).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hubungan berat isi tanah asli terhadap Nilai CBR - DCP tingkat korelasinya masih rendah, termasuk pada tanah yang dipadatkan nilai $R^2 < 0,40$. Demikian juga berat isi tanah basah yang dipadatkan terhadap nilai CBR lab.
2. Pengaruh nilai kadar air (w) terhadap nilai CBR lab., korelasinya juga rendah. Apa lagi pada proses pemadatan air

sebagai pelumas agar pergerakan partikel tanah lebih mudah menjadi kompak dan padat. Pengaruh penambahan air dapat memperbesar angka pori, sehingga nilai angka pori dengan angka rata - rata 75,66 %, dan nilai angka CBR lab. rata - rata = 24,27 %. Akibat pemadatan ada peningkatan nilai CBR. Dari hasil pemadatan dapat menurunkan nilai angka pori, dan meningkatkan daya dukung nilai CBR.

Saran

Hasil penelitian ini dapat dilanjutkan atau dapat diganti dengan material yang lain dengan variasi pengujian yang berlainan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E. 1991. *Sifat - Sifat Fisis Dan Geoteknik Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip - Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid 1 dan Jilid 2. Jakarta: Erlangga.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2010. *Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- SKBI 2.3.06.1987. *Petunjuk Perencanaan Penanggulangan Longsoran*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.
- Sosrodarsono, Suyono. 1983. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Sunarli. 2008. *Korelasi nilai perlawanan konus (qu) dengan nilai CBR = 0,3 qc (%)*. Skripsi S1. Semarang: Undaris.
- Pd T- 02-2005-A. *Analisis daya dukung tanah fondasi dangkal bangunan air*. Jakarta: Badan Litbang Departemen PU.
- <http://asat.staff.ums.ac.id/files/2010/07/Pedoman-Analisis-Pondasi-Dangkal-PU.pdf>, diakses pada tanggal 07-02-2012.
- Tommy Ilyas. 2004. *Kegagalan lereng (slope failure) studi kasus: Jalan antara Samarinda-Tenggarong*. Jurusan Teknik Sipil. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Ukiman. 2009. *Perilaku Kekuatan Tanah Galian Eks Bukit Kencana Akibat Penambahan Semen Melalui Uji CBR Laboratorium*. Orbith Vol. 4 No. 4 April 2009, Semarang: Politeknik Negeri Semarang.
- Risman. 2008. *Kepadatan tanah lempung Sendang Mulya ditambah kapur diperoleh $\rho_d = 1,65$ gr/cc dengan porsi 6,52 %*. Orbith Vol.4 th 2008, Semarang: Politeknik Negeri Semarang.
- Ukiman. 2008. *Lempung Merah Ditambah Semen Setelah Dieram 1 hari Pada Semen 4% Nilai CBR = 65 %, Semen 8% Nilai CBR = 80%*. Orbith Vol. 4 No. 2 Juli 2008, Semarang: Politeknik Negeri Semarang.