

Pengaruh Penambahan Serbuk Bata Merah Dan Garam Dapur Terhadap Nilai CBR Pada Stabilisasi Tanah Lempung

Umar Abdul Aziz^{1,*}, Eko Riyanto¹, Bisri Mustofa¹

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purworejo¹

Email: abdulaziz@umpwr.ac.id

Abstrak. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental yaitu percobaan di laboratorium. Benda uji tanah asli dan tanah dengan variasi garam dapur rata 5% dengan variasi serbuk bata merah 3%, 6%, 9%, 12% dari berat tanah dibuat sebanyak 15 benda uji. Pengujian CBR laboratorium tanpa perendaman (*unsoaked*) dengan pemeraman selama 1 hari. Hasil penelitian didapatkan kadar air pada sampel tanah asli 50,42%, berat jenis 2,68, batas cair (LL) 52,94%, batas plastis (PL) 37,89%, dan indeks plastisitas (IP) 15,05%. Pada pengujian pemadatan dengan *modified proctor*, didapat nilai kepadatan kering maksimum tanah asli sebesar 1,369 gr/cm³ dengan kadar air optimum 32,80%, nilai kepadatan kering maksimum terbesar terjadi pada penambahan 9% serbuk bata merah dengan berat isi kering 1,47 gr/cm³ dengan kadar air optimum 28,70%. Hasil pengujian CBR tanpa perendaman pada sampel tanah asli sebesar 17,72%. Pada variasi campuran 3%, 6%, 9%, 12% didapatkan nilai CBR sebesar 26,90%, 30,75%, 33,95%, 27,60%. Nilai optimum CBR terjadi pada penambahan 9% serbuk bata merah yaitu sebesar 33,95% meningkat 91,59% dari nilai CBR tanah asli sedangkan untuk nilai rata-rata selisih kenaikan nilai CBR dari tanah asli yaitu sebesar 68,17%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan bahan campuran serbuk bata merah dan garam dapur dapat meningkatkan nilai CBR tanah.

Kata Kunci : Tanah Lempung, Stabilisasi, Serbuk Bata Merah, CBR

Abstrack. *The research was conducted using experimental method, namely experiment in the laboratory. Original soil dan soil with variations in salt 5% average with variations of red brick powder 3%, 6%, 9%, 12% by weight the soil was made as many as 15 test objects. Laboratory CBR testing without soaking with curing for 1 day. The result showed that the water content in the original soil sample was 50,42%, spesific grafity 2,68, liquid limit (LL) 52,94%, plastic limit (PL) 37,89%, and index plasticity (IP) 15,05%. In the compaction test with a modified proctor, the maximum dry density value of the original soil is 1,369 gr/cm³ with optimum moisture content is 32,80%, the greatest maximum dry density value occurs on the addition of 9% red brick powderwith a dry weight of 1,47 gr/cm³ with an optimum moisture content of 28,70%. CBR test results without immersion in native soil samples of 17,72%. In maxed variations 3%, 6%, 9%, 12% CBR values obtained are 26,90%, 30,75%, 33,95%, 27,60%. The optimum value CBR occurs in the addition of 9% red brick powder, which is 33,95% increased by 91,59% from the original soil CBR value while for the average value of the difference in the increase in the CBR value from the original land is 68,17%. Test result showed that the addition of a mixture of red brick powder and salt kitchen can increase the CBR value of the soil.*

Keyword : *Clay, Stabilization, Red Brick Powder, CBR.*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Tanah lempung termasuk jenis tanah yang bersifat kohesif, plastis dan memiliki kuat dukung yang sangat rendah. Kondisi iklim di Indonesia juga berpengaruh pada kondisi tanah lempung, sebab tanah lempung mempunyai kembang susut yang tinggi. Sehingga saat musim kemarau tanah akan mengalami penyusutan, namun saat musim penghujan tanah akan mengalami pengembangan. Atas alasan-alasan di atas maka perlu dilakukan stabilisasi yang bertujuan untuk meningkatkan daya dukung tanah lempung. Pada penelitian ini dilakukan stabilisasi kimiawi yaitu dilakukan dengan cara menambahkan bahan tambah pada tanah yang akan distabilisasi. Untuk bahan tambah yang dipakai yaitu serbuk bata merah dan garam dapur.

1.2 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tanah yang dipakai adalah tanah dengan kondisi kering udara dan lolos saringan No. 4.
2. Bahan stabilitas yang digunakan yaitu serbuk bata merah yang lolos saringan No. 40 dan garam dapur.
3. Tanah lempung akan dicampur dengan serbuk bata merah dengan variasi 3%, 6%, 9% dan 12% dan garam dapur sebanyak 5% untuk tiap variasi.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapakah kadar serbuk bata merah dan garam dapur yang tepat untuk stabilisasi tanah lempung?
2. Berapakah hasil pengujian CBR tanah lempung yang distabilisasi dengan serbuk bata merah dan garam dapur?

1.4 Tujuan Penelitian

Melalui penelitian yang dilakukan, maka akan diperoleh tujuan-tujuan sebagai berikut:

1. Mendapatkan sifat fisis dan mekanis tanah asli.
2. Mendapatkan campuran yang optimal antara serbuk bata merah dan garam dapur dengan tanah lempung yang memberikan nilai CBR terbesar.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan, baik secara teoritis maupun praktis, sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan dan wawasan mengenai perbedaan kuat dukung tanah asli dengan tanah yang telah diberi bahan tambah berupa serbuk bata merah dan garam dapur.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dan pengembangan teori mengenai stabilisasi untuk tanah lempung, bagi yang ingin melanjutkan penelitian ini.

2. Kajian Teori

2.1 Tanah Lempung

Menurut Das (1995) tanah lempung merupakan tanah yang sebagian besar terdiri atas partikel mikroskopis dan submikroskopis (tidak dapat dilihat dengan jelas bila hanya dengan mikroskopis biasa).

2.2 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah merupakan suatu metode rekayasa tanah yang bertujuan untuk meningkatkan atau mempertahankan sifat-sifat tertentu pada tanah, agar memenuhi syarat teknis yang dibutuhkan untuk pekerjaan konstruksi antara lain kapasitas daya dukung tanah, kuat geser tanah permeabilitas, penurunan (*settlement*) dll.

2.3 Serbuk Bata Merah

Serbuk bata merah merupakan salah satu jenis pozzolan yang banyak mengandung senyawa silika (SiO_2) dan alumina oksida (Al_2O_3), pada umumnya kandungan senyawa silika berkisar antara 55% - 65% dan kandungan alumina oksida berkisar antara 10% - 25% (Hendro Suseno, 2010).

2.4 Garam Dapur

Menurut Panguriseng (2018) garam adalah senyawa ionik dengan rumus kimia NaCl, yang merupakan rasio 1:1 dari ion natrium dan klorida.

3. Metode Penelitian

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Metode penelitian ekperimental merupakan metode penelititan yang dilakukan dengan cara pengujian langsung di laboratorium.

3.2 Instrumen Penelitian

Instrumen yang dipakai pada penelitian ini yaitu berupa uji sifat fisik tanah dan sifat mekanik tanah yaitu:

1. Pengujian kadar air
2. Pengujian berat jenis
3. Pengujian batas cair
4. Pengujian batas plastis dan indeks plastisitas
5. Pengujian batas susut
6. Pengujian pemadatan tanah
7. Pengujian CBR Laboratorium

3.3 Analisis Data

Seluruh data yang telah diperoleh dari pengujian sifat fisik dan sifat mekanik, selanjutnya dilakukan pengumpulan data. Setelah data dikumpulkan kemudian dilakukan analisa data. Semua hasil yang didapat dari penelitian akan ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik hubungan serta penjelasan-penjelasan.

4. Hasil Penelitian

4.1 Pengujian Kadar Air

Kadar air tanah merupakan nilai perbandingan berat air yang terdapat dalam tanah dengan berat tanah kering yang dioven. Pengujian ini memiliki tujuan untuk mengetahui kadar air yang terkandung pada sampel tanah. Untuk hasil pengujian kadar air dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kadar Air

Nomor cawan			I	II
1	Berat cawan + tanah basah	W_1 (gr)	45,31	49,07
2	Berat cawan + tanah kering	W_2 (gr)	34,63	37,03
3	Berat air	$W_1 - W_2$ (gr)	10,68	12,04

Nomor cawan			I	II
4	Berat cawan	W_3 (gr)	13,32	13,29
5	Berat tanah kering	$W_2 - W_3$ (gr)	21,31	23,74
6	Kadar air	$w = \frac{(W_1 - W_2)}{(W_2 - W_3)} \times 100$ (%)	50,12	50,72
7	Kadar air rata-rata	w (%)	50,42	

Sumber: Data Primer

Dari hasil percobaan di atas didapat nilai kadar air rata-rata sebesar 50,42% dari 2 sampel tanah

4.2 Pengujian Berat Jenis

Berat jenis tanah merupakan nilai perbandingan antara berat butiran tanah dengan berat air suling dengan volume yang sama pada temperatur tertentu. Pengujian ini memiliki tujuan untuk mengetahui berat jenis tanah pada sampel yang sedang diteliti. Berat jenis tanah yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Berat Jenis Tanah

Macam tanah	Berat jenis
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau anorganik	2,65 – 2,68
Lempung organik	2,58 – 2,65
Lempung anorganik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

Sumber: Hardiyatmo, 2002

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Jenis

Nomor piknometer			I	II
1	Berat piknometer + contoh tanah	W_2 (gr)	27,98	30,23
2	Berat piknometer	W_1 (gr)	17,91	20,24
3	Berat tanah	$W_t = W_2 - W_1$ (gr)	10,07	9,99
4	Temperatur	(°C)	27	
5	Faktor koreksi (K)		0,9983	
6	Berat piknometer + air + tanah	W_3 (gr)	49,72	56,06
7	Berat piknometer + air	W_4 (gr)	43,41	49,78
8	$W_5 = W_t + W_4$	(gr)	53,48	59,77
9	Isi tanah	$W_5 - W_3$ (cm ³)	3,76	3,71
10	Berat jenis	$G_s = \frac{W_t}{W_5 - W_3} \times K$	2,67	2,69
11	Berat jenis rata-rata		2,68	

Sumber: Data Primer

Dari hasil pengujian kedua sampel tanah menunjukkan bahwa berat jenis rata-rata tanah adalah 2,68, maka sampel tanah termasuk kedalam jenis tanah lempung non organik.

4.3 Pengujian Batas Cair

Batas cair merupakan keadaan dimana kadar air tanah berada pada saat tanah mulai berubah dari keadaan plastis menjadi cair. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jenis dan sifat tanah yang mempunyai ukuran butiran lolos saringan no 40, nilai batas cair didapat pada saat 25 pukulan. Untuk hasil pengujian batas cair dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Hasil Pengujian Batas Cair

1	Banyak air ditambahkan	(ml)	50	45	42
2	Banyak pukulan		15	25	35
3	Nomor cawan		I	II	III
4	Berat cawan + tanah basah	W_1 (gr)	51,31	51,78	55,02
5	Berat cawan + tanah kering	W_2 (gr)	37,73	38,46	41,80
6	Berat air	$W_1 - W_2$ (gr)	13,58	13,32	13,22
7	Berat cawan	W_3 (gr)	13,28	13,30	13,25
8	Berat tanah kering	$W_2 - W_3$ (gr)	24,45	25,16	28,55
9	Kadar air	$W = \frac{(W_1 - W_2)}{(W_2 - W_3)} \times 100\%$	55,54	52,94	46,30

Sumber: Data Primer

Ada dua jenis tanah batas cair tanah yaitu yang pertama batas cair $LL < 50\%$ termasuk dalam tanah yang plastis rendah dan untuk batas cair $LL > 50\%$ termasuk dalam tanah dengan plastis tinggi. batas cair tanah kadar air menentukan jumlah pukulan pada sampel, semakin sedikit jumlah pukulan mereka maka kadar air dalam sampel semakin banyak dan untuk semakin banyak jumlah pukulan maka kadar air dalam sampel akan semakin sedikit. Dari hasil yang didapat, batas cair sebesar 52,94%. Berarti nilai $> 50\%$, termasuk jenis tanah dengan plastis tinggi.

4.4 Pengujian Batas Plastis dan Indeks Plastisitas

Batas plastis merupakan kadar air dimana untuk nilai dibawahnya tanah tidak lagi berperilaku sebagai bahan yang plastis. Tujuan pengujian batas plastis yaitu untuk menentukan besarnya kadar air di dalam contoh tanah pada saat tanah akan berubah dari fase plastis menjadi fase semi padat atau sebaliknya. Untuk hasil pengujian batas plastis dan indeks plastisitas dapat dilihat pada tabel 5 di bawah ini. Nilai indeks plastisitas yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Nilai Indeks Plastisitas Tanah

PI	Sifat	Macam tanah	Kohesi
0	Non plastis	Pasir	Non kohesif
<7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7 – 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
>17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber: Hardiyatmo, 2002

Tabel 6. Hasil Pengujian Batas Plastis Indeks Plastisitas

Nomor cawan			I	II
1	Berat cawan	W_1 (gr)	13,25	13,32
2	Berat cawan + tanah basah	W_2 (gr)	20,98	21,06
3	Berat cawan + tanah kering	W_3 (gr)	18,90	18,89
4	Berat air	$W_2 - W_3$ (gr)	2,08	2,17
5	Berat tanah kering	$W_3 - W_1$ (gr)	5,65	5,57
6	Kadar air	$W = \frac{(W_2 - W_3)}{(W_3 - W_1)} \times 100$ (%)	36,81	38,96
Rata-rata			37,89	

Sumber: Data Primer

$$\begin{aligned} \text{Indeks Plastisitas} &= LL - PL \\ &= 52,94 - 37,89 \\ &= 15,05\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai batas plastis pada sampel 1 dan sampel 2 sebesar 37,89%. Sehingga dari nilai batas cair dan batas plastis didapat nilai indeks plastisitas sebesar 15,05%. Artinya sampel tanah masuk ke dalam kategori tanah lempung berlanau dengan plastisitas sedang.

4.5 Pengujian Batas Susut

Batas susut adalah batas kadar air dimana tanah dengan kadar air dibawah nilai tersebut tidak akan menyusut lagi (tidak berubah volume). Untuk hasil pengujian batas cair dapat dilihat pada tabel 7 di bawah ini.

Tabel 7. Hasil Pengujian Batas Susut

No	Pemeriksaan		Hasil
1	Kadar air	w (%)	8,70
2	Volume tanah basah	V (ml)	33,81
3	Volume tanah kering	V_0 (ml)	24,41
4	Berat tanah kering	W_0 (gr)	15,71
5	Shrinkage limit	$SL = (w - ((V - V_0)/W_0) \times 100$ (%)	59,83

Sumber: Data Primer

Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai batas susut sebesar 31,06%.

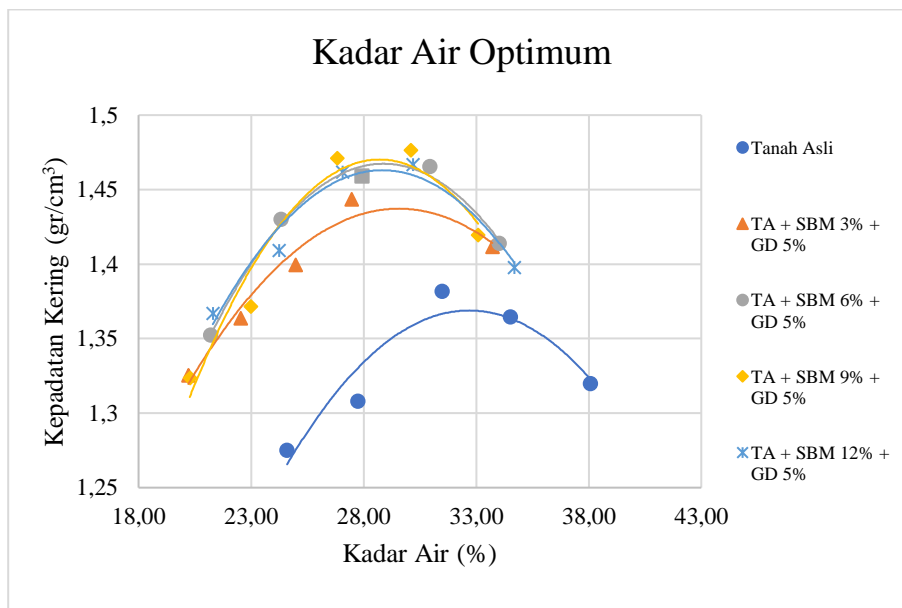
4.6 Pengujian Pematatan Tanah

Pematatan (*compaction*) adalah suatu metode yang digunakan untuk menentukan eksperimental kadar air yang optimum dimana suatu jenis tanah akan mencapai kepadatan kering maksimum. Pematatan dapat dikatakan sebagai proses pengeluaran udara dari pori-pori tanah dengan cara mekanis yaitu dengan cara menumbuk atau memukul.

Tabel 8. Hasil Pengujian Pematatan

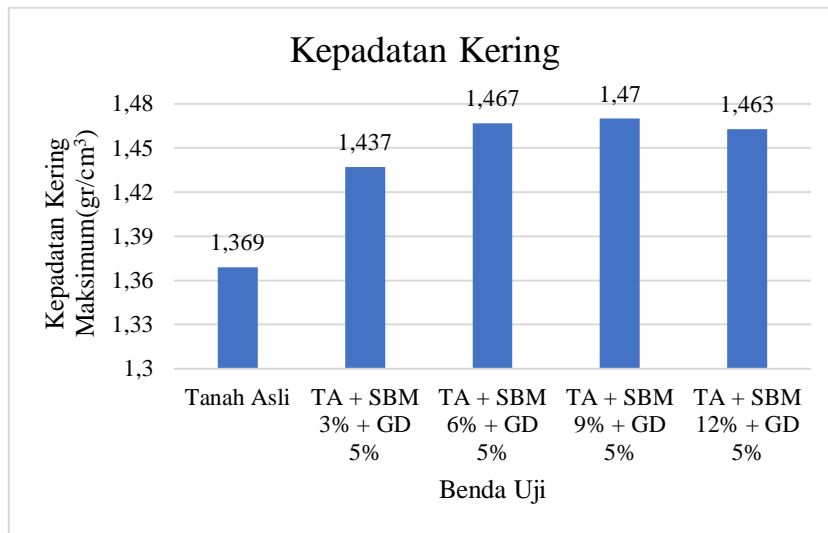
No	Variabel benda uji	Kadar air optimum	Kepadatan kering maksimum
1	Tanah asli	32,80%	1,369 gr/cm ³
2	Tanah asli + SBM 3% + GD 5%	29,65%	1,437 gr/cm ³
3	Tanah asli + SBM 6% + GD 5%	29,05%	1,467 gr/cm ³
4	Tanah asli + SBM 9% + GD 5%	28,70%	1,47 gr/cm ³
5	Tanah asli + SBM 12% + GD 5%	29,10%	1,463 gr/cm ³

Sumber: Data Primer



Gambar 1. Grafik Hubungan antara Kadar Air terhadap Kepadatan Kering pada Tanah Asli dan Tanah yang Sudah Distabilisasi.

Pada grafik gambar 1, hasil kadar air optimum pada percobaan sampel tanah asli yaitu sebesar 32,80% selanjutnya didapat kadar air optimum berada pada campuran serbuk bata merah 9% + garam dapur 5% sebesar 28,70%, hal ini terjadi karena serbuk bata merah dan garam dapur mengikat butiran-butiran tanah lempung dan mengisi pori-pori pada tanah sehingga kadar air yang dibutuhkan untuk memadatkan tanah lempung berkurang.

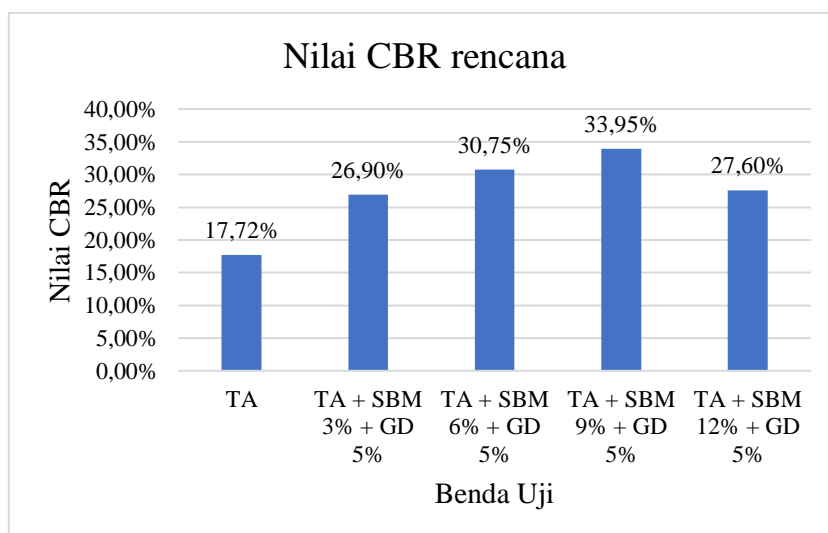


Gambar 2. Grafik Kepadatan Kering Maksimum Sampel Tanah Asli dan Tanah yang Sudah Distabilisasi

Pada grafik Gambar 2, pada sampel tanah asli diperoleh nilai kepadatan kering sebesar 1,369 gr/cm³ selanjutnya nilai kepadatan kering maksimum berada pada campuran serbuk bata merah 9% + garam dapur 5% sebesar 1,47 gr/cm³, hal ini terjadi karena serbuk bata merah dan garam dapur mengikat butiran-butiran tanah lempung dan mengisi pori-pori pada tanah sehingga tanah menjadi lebih padat.

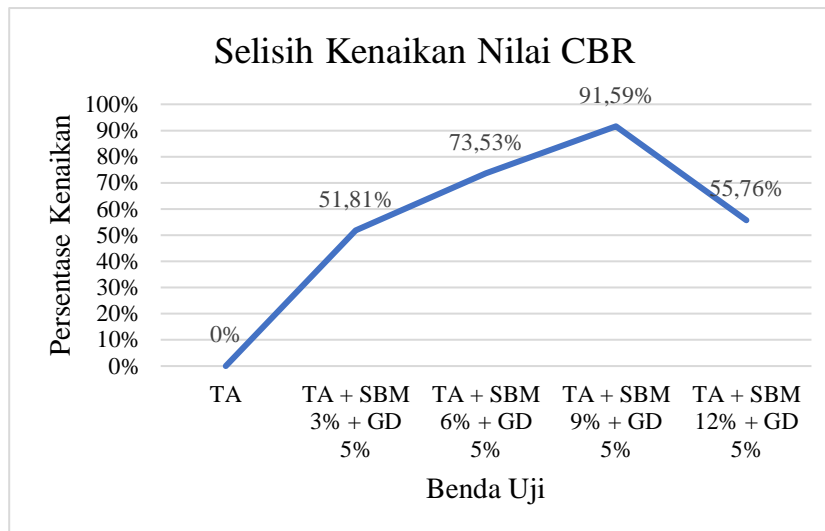
4.7 Pengujian CBR Laboratorium

Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) merupakan suatu perbandingan antara nilai beban penetrasi suatu bahan seperti tanah maupun material perkerasan jalan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan yang sama. Pengujian CBR digunakan untuk mengevaluasi potensi kekuatan dari material lapisan tanah dasar, fondasi bawah dan fondasi, termasuk material yang didaur ulang untuk perkerasan jalan dan lapangan terbang (SNI 1744:2012). Nilai CBR umumnya diambil pada penetrasi 0,10 inchi, apabila nilai CBR pada penetrasi 0,20 inchi lebih besar dari nilai CBR pada penetrasi 0,10 inchi, pengujian CBR harus diulang. Apabila setelah diulang hasilnya masih sama maka nilai CBR diambil pada penetrasi 0,20 inchi.



Gambar 4. Grafik Nilai CBR rencana

Dari Gambar 4 didapat nilai CBR rencana pada tanah asli yaitu sebesar 17,72% kemudian pada variasi penambahan 3%, 6% dan 12% nilai CBR rencana mengalami peningkatan menjadi 26,90%, 30,75% dan 33,95% lalu nilai CBR rencana turun pada variasi penambahan serbuk bata merah menjadi 27,60%. Nilai CBR dengan garam dapur dan variasi serbuk bata merah terjadi peningkatan dikarenakan reaksi sementasi yang terjadi pada campuran tanah dengan garam dapur yang divariasi serbuk bata merah membentuk butiran baru yang lebih keras sehingga lebih kuat menahan beban yang diberikan.



Gambar 5. Grafik Selisih Kenaikan Nilai CBR rencana

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa selisih kenaikan nilai CBR rencana sebesar 51,81% pada variasi penambahan 3%, sedangkan pada variasi penambahan 6% dan 9% masing-masing selisih kenaikannya yaitu sebesar 73,53% dan 91,59% lalu selisih kenaikan dari tanah asli mengalami penurunan pada variasi penambahan 12% yaitu sebesar 55,76% dari nilai CBR rencana tanah asli.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Ditinjau dari pengujian pemadatan, pada sampel tanah asli diperoleh nilai kepadatan kering maksimum sebesar 1,369 gr/cm³ dengan kadar air optimum sebesar 32,80%, penambahan serbuk bata merah dan garam dapur berdampak pada meningkatnya nilai kepadatan kering maksimum dengan nilai optimum 1,47 gr/cm³ berada pada variasi penambahan serbuk bata merah 9%.
2. Hasil pengujian CBR Laboratorium, diperoleh nilai CBR sebesar 17,72% pada sampel tanah asli kemudian pada penambahan garam dapur dengan variasi serbuk bata merah 3%, 6%, 9%, dan 12% diperoleh nilai CBR sebesar 26,90%, 30,75%, 33,95%, dan 27,60%. Nilai CBR optimum berada pada variasi 9% serbuk bata merah dengan nilai CBR sebesar 33,95%.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, peneliti menyadari adanya kekurangan dalam penelitian ini, maka dari itu penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan uji analisa saringan dan uji hidrometer agar pengklasifikasian tanah dapat lebih akurat.

2. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode pengujian yang berbeda seperti uji geser langsung dan konsolidasi untuk mengetahui perbandingannya dengan hasil uji CBR.
3. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan pengujian *swelling* untuk mengetahui potensi pengembangan tanah yang diuji.

Daftar Pustaka

- Badan Standardisasi Nasional, 2008. *Cara Uji Berat Jenis Tanah*. SNI 1964-2008. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2008. *Cara Uji Kepadatan Berat untuk Tanah*. SNI 1743-2008. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2008. *Cara Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah*. SNI 1742-2008. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2008. *Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah*. SNI 1967-2008. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2008. *Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan indeks Plastisitas Tanah*. SNI 1966-2008. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2008. *Cara Uji Penentuan Kadar Air untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium*. SNI 1965-2008. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2012. *Metode Penentuan Faktor-Faktor Susut Tanah*. SNI 4144-2012. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2012. *Metode Uji CBR Laboratorium*. SNI 1744-2008. Jakarta.
- Das, B.M., 1995. *Mekanika Tanah Jilid 1 (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. (Terjemahan Endah, N., & Mochtar, I.B.). Jakarta: Erlangga.
- Hardiyatmo, H.C., 2002. *Mekanika Tanah I (edisi kelima)*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Renaningsih., Mulyadi, I., & Listyawan, A.B., 2018. Nilai Kuat Dukung Tanah Lempung Yang Distabilisasikan Dengan Tras Dan Garam Dapur (NaCl). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 123-128.
- Reymondo., Sarie, F., & Hendri, O., 2021. Perubahan Nilai CBR Tanah Lempung Desa Marang Yang Ditambah Serbuk Bata Merah Dan Semen Portland. *Jurnal Transukma*, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Palangka Raya, 4(1), 33-37.
- Suseno, Hendro. 2010. *Bahan Bangunan Untuk Teknik Sipil*. Malang: Bargie Media.
- Wuisan, I.R., Ticoh, J.H., & Rondonuwu, S.G., 2021. Stabilisasi Tanah Pasir Berlempung Menggunakan Campuran Kapur Dan Garam Dapur Terhadap Nilai CBR. *Jurnal Tekno*, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi, 19(77), 15-23.