

**PEMANFAATAN SERBUK GYPSUM, ABU SERBUK KAYU, DAN GARAM DAPUR
SEBAGAI BAHAN STABILISASI TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI CBR**
*Utilization of Gypsum Powder, Wood Powder Ash, and Kitchen Salt
as Soil Stabilization Materials on CBR Value*

Dewi Ayu Azhari*, Fatma Sarie*, Suradji Gandi*

*Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya,
Jl. Yos Sudarso Palangka Raya

Email : dewiayuazhari14@gmail.com, fatmasarie@jts.upr.ac.id, suradjigandi_ir@jts.upr.ac.id

Abstrak

Berdasarkan pengamatan di Jalan Bereng Bengkel, Kelurahan Bereng Bengkel, Kecamatan Sabangau, Kota Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah, cenderung didominasi tanah lempung. Kondisi jalan di daerah tersebut sebagian masih belum beraspal dan bergelombang. Untuk mengatasi hal tersebut perlu adanya stabilisasi tanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk gypsum, abu serbuk kayu, dan garam dapur pada tanah lempung terhadap nilai CBR dengan pengujian sifat fisik dan mekanik tanah asli. Dari pengujian sifat fisik di dapat Klasifikasi AASHTO tergolong tanah kelompok A-7-6 (12), sedangkan USCS tergolong tanah dalam kelompok CH, yaitu tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung berpasir, lempung berlanau. Data-data hasil pengujian parameter tanah lainnya yaitu : presentasi kadar air (w) = 39,66%; berat isi (γ_d) = 1,18 g/cm³; berat jenis (G_s) = 2,65; batas cair (LL) = 52,70%; batas plastis (PL) = 27,07%; indeks plastisitas (PI) = 25,63%; batas susut (SL) = 26,08%; analisis saringan persentase lolos saringan no.200 = 56,28%. Hasil pengujian CBR tanah asli didapat nilai 2,50%, setelah pencampuran dengan serbuk gypsum, abu serbuk kayu, dan garam dapur tanpa rendaman didapat nilai CBR masing-masing 2,84%, 3,10%, 4,10%. Setelah terjadinya perendaman 4 hari didapat nilai CBR tanah asli sebesar 0,34%, pada campuran pertama nilai CBR sebesar 0,26%, lalu pada campuran kedua nilai CBR sebesar 0,51%, dan pada campuran ketiga nilai CBR sebesar 0,12%.

Kata kunci : Tanah lempung, Serbuk gypsum, Abu serbuk kayu, Garam dapur, California Bearing Ratio.

PENDAHULUAN

Tanah lempung termasuk tanah lunak, artinya tanah yang jika tidak dikenali dan diselidiki secara berhati-hati dapat menyebabkan masalah ketidakstabilan dan penurunan jangka panjang. Tanah jenis ini sebaiknya distabilkan terlebih dahulu sebelum membangun konstruksi di atasnya. Kondisi tanah di Jalan Bereng Bengkel, Kelurahan Bereng Bengkel, Kecamatan Sabangau, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah memiliki struktur tanah yang lunak dan memiliki daya dukung yang kurang baik, sehingga mengakibatkan jalan tersebut bergelombang. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan perbaikan tanah pada lokasi tersebut.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk *gypsum*, abu serbuk kayu, dan garam dapur pada tanah lempung terhadap nilai CBR dengan pengujian sifat fisik dan mekanik tanah asli dan tanah yang telah distabilisasi. Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah serbuk *gypsum*, abu serbuk kayu, dan garam dapur yang mampu memperbaiki sifat-sifat mekanis tanah dan meningkatkan daya dukung tanah.

TINJAUAN PUSTAKA

Herman, dkk (2017) hasil dari penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai CBR tanah asli dengan penambahan abu serbuk kayu dapat menaikkan nilai CBR tanah lempung. Untuk hasil nilai CBR tanpa rendaman terbaik didapat pada penambahan abu serbuk kayu sebesar 6 % dengan masa pemeraman 1 hari yaitu sebesar 65,18%, terjadi kenaikan sebesar 23,46% atau 56,23% dari nilai CBR tanah asli tanpa rendaman. Sedangkan hasil uji CBR rendaman nilai tertinggi diperoleh pada penambahan abu serbuk kayu 6% dengan masa pemeraman 1 hari yaitu sebesar 10,22%. Meningkat sebesar 5,82% atau 139,27% dari nilai CBR tanah asli dengan rendaman. Nilai pengembangan terendah juga diperoleh dengan penambahan abu serbuk kayu sebesar 6% dengan masa pemeraman 1 hari yaitu sebesar 2,43% jika dibandingkan dengan nilai pengembangan tanah asli.

Serbuk *gypsum* mengandung kalsium yang dapat mengurangi retak pada tanah. Dan juga dapat meningkatkan kecepatan rembesan air, dikarenakan serbuk *gypsum* lebih menyerap banyak air (Dianty, dkk. 2017). Serbuk *gypsum* yang digunakan adalah dari *gypsum* yang biasa digunakan untuk lis plafon rumah, yang didapat dari toko material atau toko bangunan.

Abu kayu adalah material berupa bubuk yang tersisa setelah pembakaran kayu. Abu serbuk kayu mengandung kalsium karbonat sebagai komponen utamanya. Biasanya serbuk kayu dibuang ke lahan pembuangan. Oleh karena itu penelitian ini memanfaatkan limbah serbuk kayu yang diambil dari toko industri kayu, kemudian serbuk kayu dibakar sampai menjadi abu dengan suhu tertentu.

Garam dapur (NaCl) merupakan zat kimia yang dapat menaikkan kepadatan dan menambah kekuatan tanah, karena mineral yang terkandung dalam garam mengikat mineral pada tanah (Ingles, dkk. 1972). Dalam penelitian ini menggunakan garam yang berbungkus plastik seperti garam yang ada di rumah dan dijual di pasaran. Untuk proses pembuatannya, garam dapur biasanya merupakan hasil penambangan. Setelah itu, garam dapur akan melewati proses yang lebih panjang, di antaranya adalah proses penggilingan.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui efektivitas penambahan serbuk *gypsum*, abu serbuk kayu, dan garam dapur sebagai bahan alternatif stabilisasi tanah dasar. Pembuatan dan pengujian sampel akan dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Pengambilan data menggunakan sampel tanah di Jalan Bereng Bengkel, Kelurahan Bereng Bengkel, Kecamatan Sabangau, Kota Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah. Sampel tanah yang diambil ada dua macam, yaitu tanah tidak terganggu (*undisturbed soil*) dan tanah terganggu (*disturbed soil*).

Pengujian Sifat Fisik Tanah

Sifat-sifat fisik tanah berhubungan erat dengan kelayakan pada banyak penggunaan tanah. Kekokohan dan kekuatan pendukung, kapasitas penyimpanan air, plastisitas semuanya secara erat berkaitan dengan kondisi fisik tanah. Untuk mendapatkan sifat-sifat fisik tanah, ada beberapa ketentuan yang perlu diketahui sesuai dengan prosedur ASTM D, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Kadar Air

Kadar air suatu tanah adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah yang dinyatakan dalam persen (ASTM D 2216-71).

$$\text{Kadar air } w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \% \dots\dots\dots (1)$$

dengan : w = kadar air (%), W_w = berat air (g), W_s = berat tanah kering (g)

2. Berat Volume (*Unit Weight*)

Berat volume (γ) adalah berat tanah per satuan volume. Para ahli tanah kadang-kadang menyebut berat volume (*unit weight*) sebagai berat volume basah (*moist unit weight*), sesuai dengan prosedur (ASTM D 2216-71).

$$\gamma = \frac{W}{V} \dots\dots\dots (2)$$

dengan : γ = berat volume basah (g/cm^3), W = berat butiran tanah (g), V = volume total tanah (cm^3)

Angka pori (e) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$e = \frac{V_v}{V_s} \dots\dots\dots (3)$$

dengan : e = angka pori, V_v = volume pori (cm^3), V_s = volume butiran padat (cm^3)

Derajat kejenuhan (S_r) dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$S_r (\%) = \frac{W_w}{V_v} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

dengan : S_r = drajat kejenuhan (%), W_w = berat air (gr), V_s : volume pori (cm^3)

3. Berat Jenis (*specific gravity*)

Berat jenis tanah adalah cara mengukur partikel tanah untuk menentukan kualitasnya. Sifat fisik tanah dapat ditentukan dengan mengetahui berat jenis tanahnya dengan cara menentukan berat jenis yang lolos saringan No. 200 menggunakan labu ukur. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur (ASTM D 854).

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \dots\dots\dots (5)$$

dengan: W_1 = berat piknometer (g), W_2 = berat piknomter dengan bahan kering (g), W_3 = berat piknometer, bahan dan air (g), W_4 = berat piknometer dan air (g)

4. Analisa Saringan

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui ukuran butir dan susunan butir (gradasi) tanah yang tertahan pada saringan No.200. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan standar prosedur (ASTM D 422-63).

5. Batas Atterberg

a. Pemeriksaan Batas Cair (*Liquid Limit*)

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk menentukan batas cair tanah. Batas cair suatu tanah adalah kadar air tanah tersebut pada keadaan batas peralihan antara cair dan keadaan plastis. pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur (ASTM D 4318-66).

Sesudah 25 pukulan didefinisikan sebagai batas cair.

$$W_c = \frac{(W_2 - W_3)}{(W_3 - W_1)} \times 100 \% \dots\dots\dots (6)$$

dengan : W_2 - W_3 : berat air (g), W_3 - W_1 : berat tanah kering (g)

b. Pemeriksaan Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan plastis. Batas plastis adalah kadar air minimum dimana suatu tanah masih dalam keadaan plastis. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur (ASTM D 423-66).

$$PL = W_c (\%) = \frac{(W_2 - W_3)}{(W_3 - W_1)} \times 100 \% \dots\dots\dots (7)$$

dengan: PL = Plastis limit (%), W_1 = berat cawan (g), W_2 = berat cawan + tanah basah (g), W_3 : = berat cawan + tanah kering (g)

Rumus untuk mendapatkan indeks plastis:

$$IP = LL - PL \dots\dots\dots (8)$$

dengan IP = Indeks plastis (%), LL = batas cair (%), PL = batas plastis (%)

c. Pemeriksaan Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk menentukan kadar air sampel tanah pada batas keadaan semi padat dan keadaan padat. Prosedur pelaksanaan sesuai dengan prosedur (AASHTO T-92-68). Prosedur Perhitungan:

$$SL = W - \frac{(V - V_o)}{W_o} \times 100 \% \dots\dots\dots (9)$$

dengan: SL = batas susut (%), W = kadar air (%), V = berat tanah basah (g), V_o = berat tanah kering (g)

6. Analisis Hidrometer

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui pembagian butir (gradasi) tanah yang lolos saringan Nomor 200 sehingga diketahui gradasi butiran tanah dengan lebih teliti. Prosedur pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur (ASTM D 422-63(98)).

Pengujian Sifat Mekanik Tanah

Pengujian sifat mekanik tanah meliputi uji pemadatan dan uji CBR, dengan bahan tambah yang digunakan untuk stabilisasi yaitu Serbuk *Gypsum*, Abu Serbuk Kayu, dan Garam Dapur dan masa rendaman 0 hari dan 4 hari dengan persentase campuran sebagai berikut:

Tabel 1. Uraian persentase campuran serbuk *gypsum*, abu serbuk kayu, dan garam dapur

Sampel	Serbuk <i>Gypsum</i> (%)	Abu Serbuk Kayu (%)	Garam Dapur (%)	Tanah Asli (%)
I	Sampel tanah asli (Rendaman 0 hari dan 4 hari)			
	0	0	0	100
II	Sampel campuran serbuk <i>gypsum</i> , abu serbuk kayu, dan garam dapur (Rendaman 0 hari dan 4 hari)			
	4	3	2	91
	4	6	2	88
	4	9	2	85

Sumber: Hasil analisis

Pengujian Pemadatan

Tujuan dari pemeriksaan ini untuk mengetahui hubungan antara kadar air optimum dan nilai kepadatan tanah. Pada penelitian ini digunakan metode uji pemadatan Proctor Standard, masa rendaman sampel 0 hari, dengan pelaksanaan pemeriksaan sesuai dengan prosedur (ASTM D-1557). Berat volume tanah basah dihitung dengan rumus:

$$\gamma = \frac{W_3}{V} \dots\dots\dots (10)$$

dengan: γ = kepadatan tanah (g/cc), W_3 = berat tanah basah (g), V = volume ring (cc)

Berat volume tanah kering dihitung dengan rumus:

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+W} \dots\dots\dots (11)$$

dengan: γ_d = kepadatan tanah kering (g/cc), γ = kepadatan tanah (g/cc), W = kadar air (%)

Zero Air Voids Curve dihitung dengan rumus:

$$\gamma_{zav} = \frac{G_s \cdot \gamma_w}{1+W \cdot G_s} \dots\dots\dots (12)$$

dengan : γ_{zav} = berat volume tanah kering saat jenuh air (g/cc), γ_w = berat isi air (g/cc), W = kadar air (%), G_s = berat jenis tanah

Pengujian CBR

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan nilai CBR tanah asli dan mengetahui pengaruh campuran tanah dengan serbuk *gypsum*, abu serbuk kayu dan garam dapur terhadap penetrasi kadar air optimum.

Nilai CBR dinyatakan dalam persen, dengan rumus sebagai berikut:

$$CBR_{0,1} = \frac{(P_1)}{3 \times 1000} \times 100\% \dots\dots\dots (13)$$

$$CBR_{0,2} = \frac{(P_2)}{3 \times 1500} \times 100\% \dots\dots\dots (14)$$

dengan: P_1 = pembacaan dial pada penetrasi 0,1", P_2 = pembacaan dial pada penetrasi 0,2"

Nilai CBR yang digunakan merupakan nilai yang terbesar diantara hasil perhitungan kedua nilai CBR)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah

Hasil pengujian sifat-sifat fisik tanah lempung asli dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Hasil pengujian sifat fisik tanah asli

No.	Jenis Pengujian		Hasil Pengujian Rata - rata
1.	Kadar Air (<i>Water Content</i>)	%	39,66
2.	Berat Isi (<i>Denisty Test</i>)		
	Berat Volume Tanah Asli (γ)	g/cc	1,66
	Berat Volume Tanah Kering (γ_d)	g/cc	1,18
3.	Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>)		2,65
4.	Batas-Batas <i>Atterberg</i>	%	-
	a. Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>)		52,70
	b. Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>)		27,07
	c. Indeks Plastisitas (<i>Plasticity Index</i>)		25,63
	d. Batas Susut (<i>Shrinkage Limit</i>)		26,08

Lanjutan **Tabel 2.** Hasil pengujian sifat fisik tanah asli

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian Rata - rata
5.	Analisis Saringan	-
	a. Persentase Berat Tertahan	% 43,72
	b. Persentase Lolos No. 200	% 56,28
6.	Analisis <i>Hydrometer</i>	% 16,88
7.	Angka Pori (e)	1,22
8.	Derajat Kejenenuhan (<i>Sr</i>)	% 90,54
9.	Porositas (n)	0,55

Sumber: Hasil analisis

Hasil pengujian sifat-sifat fisik tanah asli didapat nilai, kadar air (w) = 39,66%; berat isi (γ_d) = 1,18 g/cm³; berat jenis (G_s) = 2,65; batas – batas *Atterberg* yaitu Batas Cair (LL) = 41,30%; Batas Plastis (PL) = 27,07%; Indeks Plastisitas (PI) = 25,63%; Batas Susut (SL) = 26,08%; Berdasarkan hasil analisis saringan diperoleh persentase lolos saringan No.200 = 56,28%. Menurut sistem klasifikasi USCS tanah tersebut termasuk sebagai tanah CH (*Clay-High Plasticity*) yaitu tanah berlempung anorganik dengan plastisitas tinggi. Berdasarkan klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway Transportation Official*) tanah diklasifikasikan sebagai tanah berlempung dalam kelompok A-7-6 (12).

Pengujian Pemadatan

Berdasarkan hasil uji pemadatan tanah asli didapatkan hasil sebagai berikut:

Kepadatan kering maksimum ($\gamma_{d_{max}}$) = 1,38 g/cc

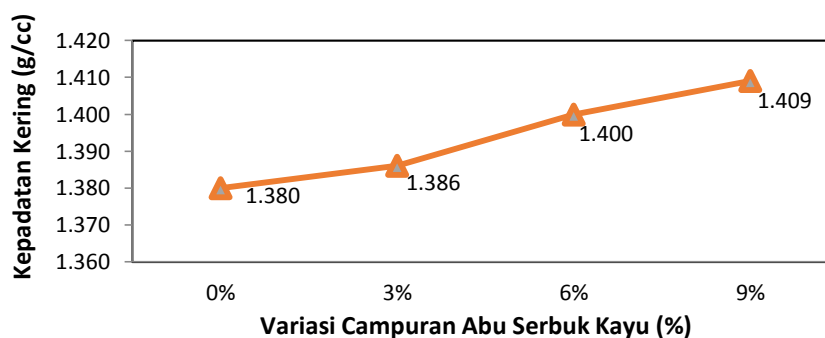
Kadar air optimum (OMC) = 29,00 %

Dengan penambahan serbuk *gypsum*, abu serbuk kayu, dan garam dapur didapatkan berat isi kering terbesar sebesar 1,41 g/cc dengan kadar variasi campuran tertinggi sebesar 9% dengan waktu rendaman 0 hari.

Tabel 3. Rekapitulasi hasil kepadatan kering maksimum dengan penambahan serbuk *gypsum*, abu serbuk kayu, dan garam dapur

Variasi Campuran	Waktu pemeraman	Kadar Air Optimum (OMC)	Kepadatan Kering Maksimum (γ_{dMax})
	(Hari)	(%)	(g/cc)
Tanah Asli 100%	0 Hari	29,00	1,380
Tanah Asli 91% + Serbuk <i>Gypsum</i> 4 % + Abu Serbuk Kayu 3 % + Garam Dapur 2%	0 Hari	30,10	1,386
Tanah Asli 88% + Serbuk <i>Gypsum</i> 4 % + Abu Serbuk Kayu 6 % + Garam Dapur 2%	0 Hari	31,00	1,400
Tanah Asli 85% + Serbuk <i>Gypsum</i> 4 % + Abu Serbuk Kayu 9 % + Garam Dapur 2%	0 Hari	32,20	1,409

Sumber: Hasil analisis



Gambar 1. Grafik kepadatan kering maksimum uji pemadatan tanah

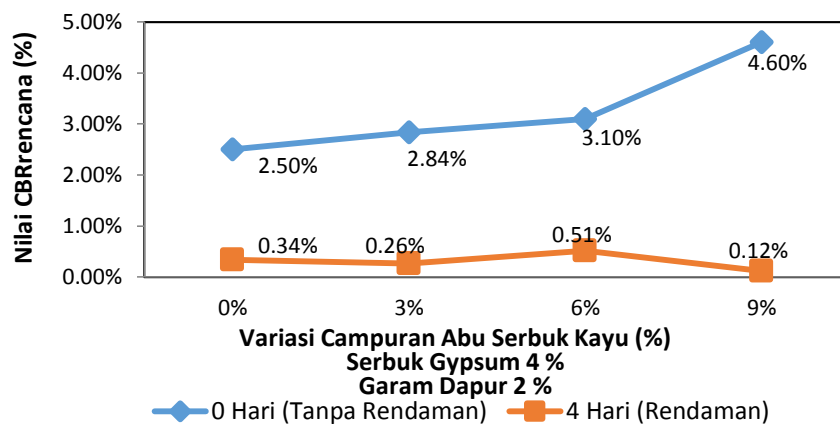
Pengujian CBR

Berdasarkan hasil uji CBR tanah asli didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Pengujian CBR

Variasi Campuran	Nilai CBR _{rencana} (%)	
	Waktu Rendaman	
	0 Hari	4 Hari
Tanah Asli 100%	2,50	0,34
Tanah Asli 91% + Serbuk <i>Gypsum</i> 4 % + Abu Serbuk Kayu 3 % + Garam Dapur 2%	2,84	0,26
Tanah Asli 88% + Serbuk <i>Gypsum</i> 4 % + Abu Serbuk Kayu 6 % + Garam Dapur 2%	3,10	0,51
Tanah Asli 85% + Serbuk <i>Gypsum</i> 4 % + Abu Serbuk Kayu 9 % + Garam Dapur 2%	4,10	0,12

Sumber : Hasil analisis



Gambar 2. Grafik hasil pengujian CBR

Berdasarkan hasil pengujian CBR di laboratorium dapat disimpulkan bahwa pada penambahan serbuk *gypsum*, abu serbuk kayu dan garam dapur dengan variasi campuran 2%, 3%, 4% 6%, dan 9% pada rendaman 0 hari di dapat nilai CBR tanah asli sebesar 2,50%. Pada campuran pertama nilai CBR naik sebesar 2,84% meningkat sebesar 13,6% dari tanah asli, pada campuran kedua nilai CBR naik sebesar 3,10% meningkat sebesar 24,00% dari tanah asli dan campuran ketiga nilai CBR naik sebesar 4,60% meningkat sebesar 84,00% dari tanah asli. Sedangkan pada rendaman 4 hari di dapat nilai CBR tanah asli sebesar 0,34%. Pada campuran pertama CBR mengalami penurunan sebesar 0,26% menurun menjadi 23,53% dari tanah asli, pada campuran kedua nilai CBR mengalami kenaikan sebesar 0,51% meningkat sebesar 50% dari tanah asli dan campuran ketiga nilai CBR mengalami penurunan sebesar 0,12% menjadi 64,70% dari nilai CBR tanah asli.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis data, maka diperoleh simpulan sebagai berikut :

1. Sifat mekanik tanah didapat nilai pemadatan laboratorium, untuk sampel tanah asli didapat, OMC = 29,00%, dan $\rho_{dmax} = 1,38$ (g/cc) dan untuk nilai CBR_{rencana} tanah asli adalah 2,50%.
2. Dari hasil pengujian laboratorium di dapat nilai CBR_{rencana} tanah asli sebesar 2,50%. Setelah di

tambah bahan serbuk *gypsum*, abu serbuk kayu dan garam dapur dengan kadar campuran 2%, 3%, 4%, 6%, 9% waktu rendaman 0 hari di dapat nilai $CBR_{rencana}$ tanah asli sebesar 2,50%, meningkat menjadi 2,84%, 3,10%, 4,60%. Nilai CBR terbesar terjadi pada penambahan abu serbuk kayu 9% yaitu sebesar 4,60% meningkat sebesar 84,00 % dari tanah asli. Sedangkan pada rendaman 4 hari di dapat nilai CBR tanah asli sebesar 0,34%, mengalami kenaikan dan penurunan sebesar 0,26%, 0,51%, 0,12%. Nilai CBR terbesar terjadi di penambahan abu serbuk kayu 6% yaitu sebesar 0,51% meningkat sebesar 50% dari tanah asli.

Saran

1. Pada penelitian selanjutnya dapat mengubah variasi campuran dan menambah persentase abu serbuk kayu yang lebih besar.
2. Dapat melakukan penambahan waktu pemeraman agar mendapat perbandingan nilai CBR tanah dan melihat pengaruh dari bahan campuran terhadap waktu pemeraman.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada penelitian CBR rendaman dengan menggunakan jenis tanah yang berbeda guna melihat perbandingan nilai $CBR_{rencana}$ dengan jenis tanah yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM International. (2002). *Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils (ASTM D 422 – 63)*. United State : ASTM International
- ASTM Internasional. (2002). *Standard Test Methods For Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer (ASTM D 854-58)*. Annual Books of ASTM Standards, USA.
- ASTM International. (2005). *Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass (ASTM D 2216-71)*. United State : ASTM International
- ASTM International. (2005). *Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index Soils (ASTM D 4318)*. United State : ASTM International
- ASTM interational. (2002). *Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils. (ASTM D 1883-73)*. United State: ASTM International.
- ASTM International. (2006). *Standard Test Method for Amount of Material in Soils Finer than No. 200 (75- μ m) Sieve (ASTM D 1140)*. United State : ASTM International.
- Bowles, J. E. (1984). *Physical and Geotechnical Properties of Soils, Mc Graw Hill, Inc., United States of america*.
- Bowles, J. E. (1986). *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah) Edisi Kedua*. Erlangga. Jakarta.
- Canonica, Lucio. (1991). *Memahami Mekanika Tanah*. Angkasa. Bandung.
- Dianty, Windy Oky. (2017). *Stabilisasi Tanah Lempung dengan Menggunakan Gypsum dan Abu Sekam Padi dengan Pengujian CBR Dan Kuat Tekan Bebas*. Universitas Sumatera Utara. Repositori Institusi USU. Departemen Teknik Sipil. Medan.
- Chen, F. H. (1975). *Foundation on Expansive Soil*. Development in Geotechnical Engineering 12. Esvier Scientific Publishing Company. Amsterdam.
- Hardiyatmo, H.C. (2002). *Mekanika Tanah II*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C. (1992). *Mekanika Tanah I*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Herman, Sarumaha, E. (2017). *Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai CBR Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Abu Serbuk Kayu*. Jurnal Teknik Sipil ITP, 4(1).
- Ingles, O.G, dan Metcalf, J.B. (1972). *Soil stabilization Principle and Practice*, Butterworths Pty. Limited, Melbourne.
- Sudjiyanto, A.T. (2007). *Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Garam Dapur (NaCl)*. Jurnal Teknik Sipil, 8(1), 53 – 63.
- Cahyadi, H., & Puspasari, N. (2017). *Pemanfaatan Garam Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung di Kalimantan Tengah*. Media Ilmiah Teknik Sipil, 6(1), 33-43.