

EFEKTIFITAS STABILISASI DUA TAHAP MENGGUNAKAN ABU BATU BUKHO DAN ABU VULKANIK DITINJAU NILAI CBR RENDAM PADA TANAH LEMPUNG LUNAK

Fachrizza Arif Firmana, Yudha Hanova

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan Medan

fachrizza2912@gmail.com

Abstrak

Tanah dengan karakteristik yang kurang baik seperti tanah lempung kerap menimbulkan masalah seperti tanah lunak dengan daya dukung yang rendah. Daya dukung tanah dasar yang rendah dipengaruhi oleh nilai CBR tanah yang rendah. Untuk itu dibutuhkan metode perbaikan tanah dimana metode yang digunakan adalah stabilisasi dua tahap dengan menggunakan abu bukho dan abu vulkanik. Variasi kadar campuran bahan stabilisasi yang ditambahkan adalah abu batu bukho 3%, 6%, 9%, 12%, dan abu vulkanik 4% dari berat tanah kering. Selain uji sifat fisik, dilakukan pemadatan standar dan pengujian CBR rendaman laboratorium (*soaked*) untuk mengetahui nilai CBR rendam pada tanah lempung dengan variasi campuran abu batu bukho dan abu vulkanik. Nilai CBR tanah asli didapatkan sebesar 1,992%, tanah ini tergolong sebagai tanah lempung kurang baik karena nilai CBR <5%. Perbaikan tanah dengan menggunakan 3% abu batu bukho (ABB) dan 4% abu vulkanik (AV) didapatkan sebesar 2,192%, untuk 6% ABB dan 4% AV didapatkan sebesar 2,271%, untuk 9% ABB dan 4% AV didapatkan sebesar 2,391%, dan untuk 12% ABB dan 4% AV didapatkan sebesar 2,471%. Stabilisasi dua tahap dengan batu bukho dan abu vulkanik memberikan peningkatan nilai CBR seiring dengan penambahan jumlah abu batu bukho.

Kata-Kata Kunci : *Stabilisasi, Lempung, Bukho, Vulkanik*

I. Pendahuluan

Pembangunan suatu konstruksi membutuhkan tanah dasar yang kuat dalam mendukung beban di atasnya. Sebagian besar wilayah di Indonesia memiliki jenis tanah yang kurang memadai untuk pembangunan konstruksi. Tanah lunak merupakan jenis tanah kohesif yang terdiri dari tanah yang sebagian besar terdiri dari butir-butir yang sangat kecil seperti lempung dan lanau. Tanah lempung lunak merupakan salah satu tanah dengan karakteristik yang kurang baik dan kerap menimbulkan masalah karena memiliki daya dukung yang rendah. Sehingga apabila diberi beban di atasnya akan mengalami penurunan yang signifikan. Daya dukung tanah dasar yang rendah dipengaruhi oleh nilai CBR tanah yang rendah <5% terutama dalam kondisi terendam air (waruwu, 2013). Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dilakukan suatu metode perbaikan tanah yang efektif yaitu dengan Stabilisasi dua tahap atau stabilisasi kimiawi yang merupakan salah satu perbaikan tanah dengan menggunakan bahan stabilisator yang mampu mengurangi atau mengubah sifat karakteristik tanah yang kurang menguntungkan untuk peningkatan kestabilan yang tinggi. Selain itu, stabilisasi berfungsi sebagai bahan pengikat terhadap setiap butiran.

Stabilisasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah stabilisasi dengan dua tahap menggunakan abu batu bukho dan abu vulkanik. Pemanfaatan abu vulkanik sebagai bahan stabilisasi memiliki kandungan silika yang tinggi dan bersifat pozolanik, oleh karena itu abu vulkanik cukup efektif dimanfaatkan sebagai bahan stabilisasi tanah.

material ini didapatkan cukup melimpah di daerah Gunung Sinabung, Kabupaten Karo, Sumatera Utara. Hal yang sama untuk material batu bukho banyak dijumpai di daerah Nias, Sumatera Utara.

Menurut (Sitohang, 2018) menyatakan bahwa batu bukho cocok digunakan sebagai material pondasi dasar pada perkerasan jalan, karena memiliki nilai California Bearing Ratio (CBR) > 20%. Stabilisasi dua tahap ini diharapkan memberikan hasil yang efektif dalam peningkatan nilai CBR tanah asli dan perbaikan sifat-sifat tanah lempung yang memenuhi syarat teknis penggunaan pada konstruksi jalan di lapangan.

II. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium mekanika tanah Institut Teknologi Medan. Untuk bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Tanah lempung dari Desa Pematang Biara Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Abu batu bukho sebagai bahan stabilisasi dari Desa Tefao Kabupaten Nias Utara. Abu Vulkanik sebagai bahan stabilisasi yang berasal dari Gunung Sinabung Desa Singgarang-garang Kabupaten Karo, Sumatera Utara dan Air dari Laboratorium Mekanika Tanah, Institut Teknologi Medan. Selanjutnya untuk alat yang digunakan pada penelitian adalah satu set alat uji *specific gravity*, satu set alat uji batas *Atterberg*, satu set saringan standar, *Hydrometer*, alat uji pemadatan (*Compaction*), alat uji CBR, serta alat bantu yang terdiri dari: oven, timbangan, desikator, gelas ukur 1000 ml, cawan, *thermometer* dan bak rendaman.

Dalam Teknik pengumpulan data, peneliiian ini dilakukan dilaboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Medan. Untuk mengklarifikasi jenis tanah, pengujiannya terdiri dari: uji kadar air, uji berat jenis tanah, uji *Atterberg limit*, uji Analisa saringan dan *hydrometer*. Pengujian pemadatan awal dilakukan untuk mendapatkan γ_{dMaks} dan w_{opt} sebagai dasar pengujian berikutnya yang terdiri dari : *compaction* dan CBR terhadap penambahan batu batu bukho dan abu vulkanik.

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu:

1. Tahapan pendahuluan/pustaka meliputi: mencari sumber referensi dan studi literatur.
2. Tahapan persiapan bahan meliputi: Pengambilan sampel tanah (*undisturb*) dan (*disturb*) dilapangan, pengeringan sampel, penyediaan bahan campuran stabilisasi (batu bukho dan abu vulkanik).
3. Tahapan pengujian laboratorium, pada tahapan ini dilakukan pengujian sifat fisis dan mekanis tanah asli dan tanah yang telah dicampur dengan bahan stabilisasi (batu bukho dan abu vulkanik).serta pemeraman sampel 1 hari serta perendaman sampel CBR selama 4 hari sebelum pengujian.
4. Tahapan analisa data, pada tahapan ini dilakukan analisa data dari hasil pengujian laboratorium yang telah dilakukan kemudian membuat kesimpulan dari keseluruhan penelitian yang telah dilakukan.

III. Hasil Dan Pembahasan

3.1. Hasil Uji Sifat Fisis Tanah

Hasil pengujian sifat fisis tanah asli dapat dilihat pada Tabel 1.

Sifat-Sifat Tanah	Nilai	Satuan
Kadar air (<i>w</i>)	36,71	%
Berat jenis (<i>G_s</i>)	2,45	gr/cm ³
Batas cair (<i>LL</i>)	74,64	%
Batas plastis (<i>PL</i>)	35,69	%
Indeks plastis (<i>PI</i>)	38,95	%
Lolos saringan no200	92,66	%

Berdasarkan sistem klasifikasi tanah *American Association of State Highway and Transportation Officials Classification* (AASHTO) termasuk jenis tanah lempung kelompok A-7-5, karena tanah material tanah ini adalah kelompok tanah lempung yang lebih bersifat plastis.

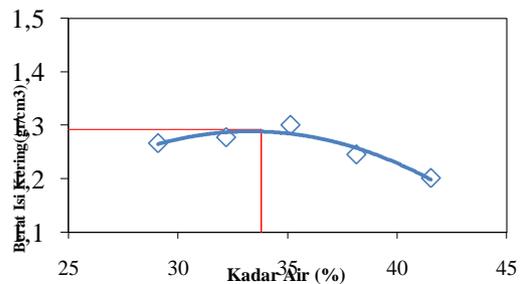
3.2 Hasil Uji Sifat Mekanis Tanah

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan pengujian pemadatan (*compaction*) tanah asli dengan campuran abu batu bukho 3%, 6%, 9%, 12% dan campuran abu vulkanik 4%.

Tabel 2. Hasil pengujian pemadatan (*compaction*)

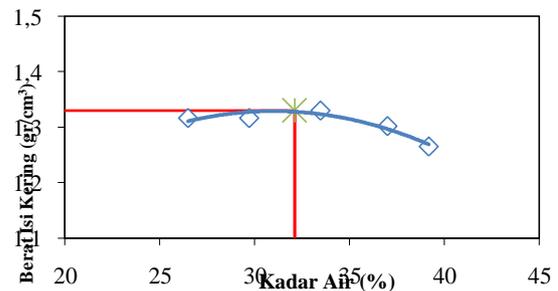
Sampel	γ_d	W_{opt}
Tanah Asli	1,29	33,8
Tanah asli + 3% ABB+4%AV	1,33	32,1
Tanah asli + 6% ABB+4%AV	1,39	30,2
Tanah asli + 9% ABB+4%AV	1,39	29,5
Tanah asli + 12% ABB+4%AV	1,39	28,5

Hasil pengujian pemadatan (*compaction*) tanah asli dan tanah yang distabilisasi dengan variasi campuran abu batu bukho dan abu vulkanik dapat dilihat pada Tabel 2. Secara rinci terlihat pada gambar grafik dibawah ini :



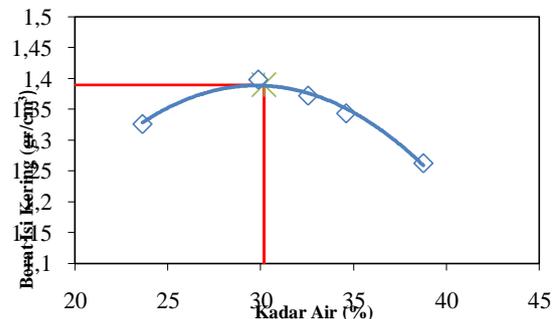
Gambar 1. Hasil Pemadatan (*compaction*) tanah asli

Berdasarkan hasil uji pemadatan (*compaction*) tanah asli tanpa stabilisasi didapat nilai $\gamma_d = 1,29$ g/cm³ dan $W_{opt} = 33,8$ %.



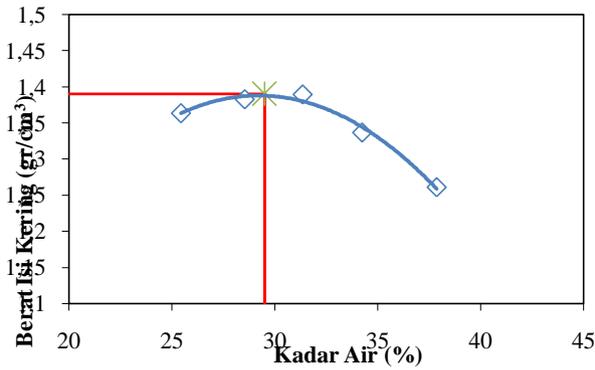
Gambar 2. Hasil pemadatan (*compaction*) tanah asli+3% abu batu bukho+4% abu vulkanik

Berdasarkan hasil uji pemadatan (*compaction*) tanah asli + 3% abu batu bukho + 4% abu vulkanik didapat nilai $\gamma_d = 1,33$ g/cm³ dan $W_{opt} = 32,1$ %.



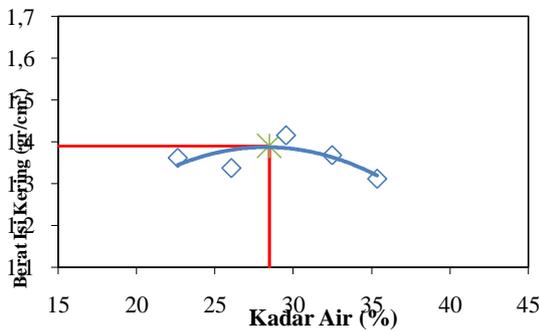
Gambar 3. Hasil pemadatan (*compaction*) tanah asli+6% abu batu bukho+4% abu vulkanik

Berdasarkan hasil uji pemadatan (*compaction*) tanah asli + 6% abu batu bukho + 4% abu vulkanik didapat nilai $\gamma_d = 1,39 \text{ g/cm}^3$ dan $W_{opt} = 30,2\%$.



Gambar 4. Hasil pemadatan (*compaction*) tanah asli+9% abu batu bukho+4% abu vulkanik

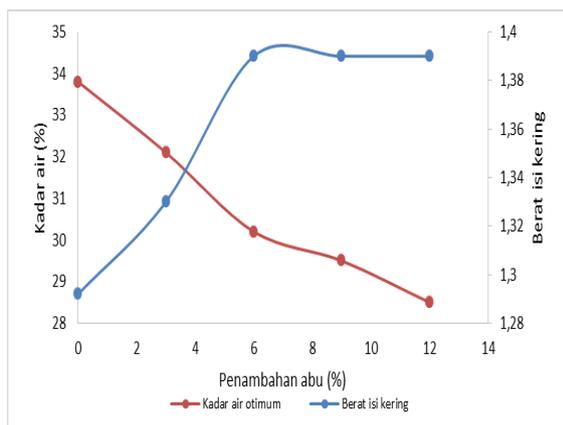
Berdasarkan hasil pemadatan (*compaction*) tanah asli + 9% abu batu bukho + 4% abu vulkanik didapat hasil nilai $\gamma_d = 1,39 \text{ g/cm}^3$ dan $W_{opt} = 29,5\%$.



Gambar 5. Hasil pemadatan (*compaction*) tanah asli+12% abu batu bukho+4% abu vulkanik

Berdasarkan hasil uji pemadatan (*compaction*) tanah asli + 12% abu batu bukho + 4% abu vulkanik didapat hasil nilai $\gamma_d = 1,39 \text{ g/cm}^3$ dan $W_{opt} = 28,5\%$.

1.2. Perbandingan Hasil Uji Pemadatan

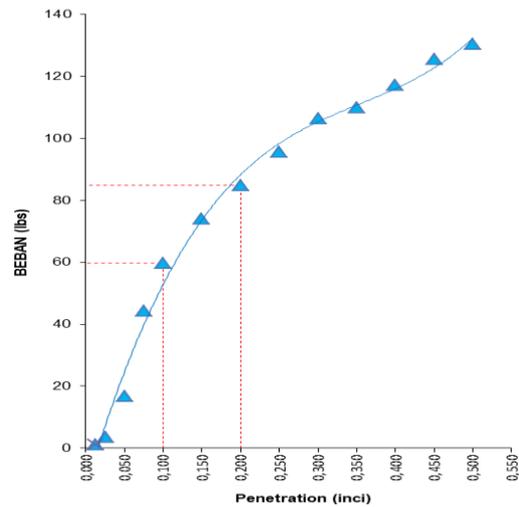


Gambar 6. Perbandingan hasil uji pemadatan (*compaction*)

Berdasarkan dari hasil perbandingan dari setiap persentase variasi bahan tambah stabilisasi menunjukkan semakin rendahnya kadar air tanah dari setiap variasi campuran bahan tambah maka semakin besar berat isi kering atau semakin besar usaha pemadatan pada tanah tersebut.

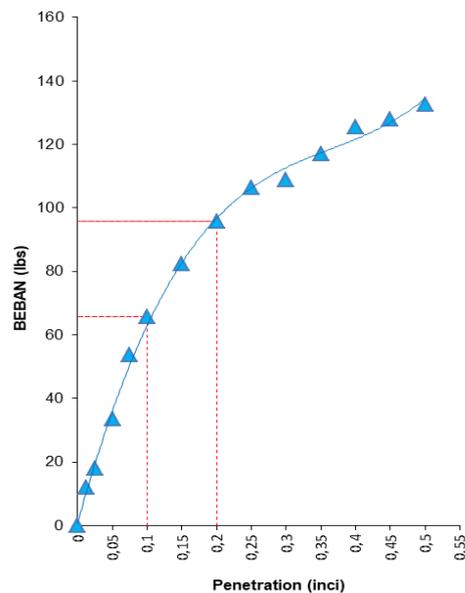
3.3. Hasil Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) Rendam

Pengujian ini dilakukan menggunakan alat CBR pada tanah yang telah distabilisasi dan diperam selama 1 hari serta direndam selama 4 hari dengan variasi campuran abu batu bukho sebesar 3%, 6%, 9%, 12%, dan abu vulkanik 4%.



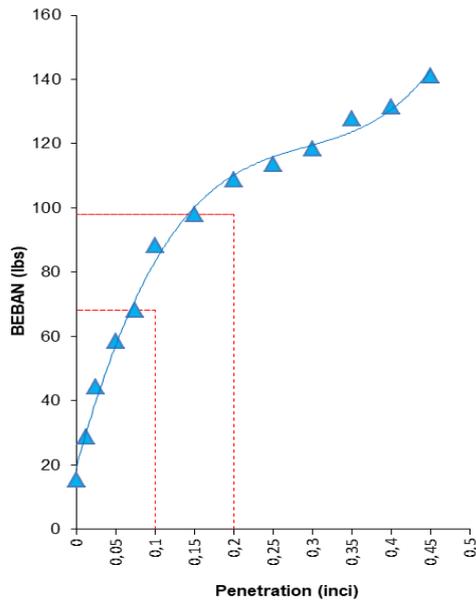
Gambar 7. Hasil Uji CBR Tanah Asli

Hasil uji CBR pada tanah asli tanpa stabilisasi, maka diperoleh nilai CBR pada 0,1” sebesar 1,992% dan pada 0,2” sebesar 1,886%. Dari hasil tersebut maka nilai CBR yang digunakan adalah nilai CBR yang maksimum yaitu 1,992%.



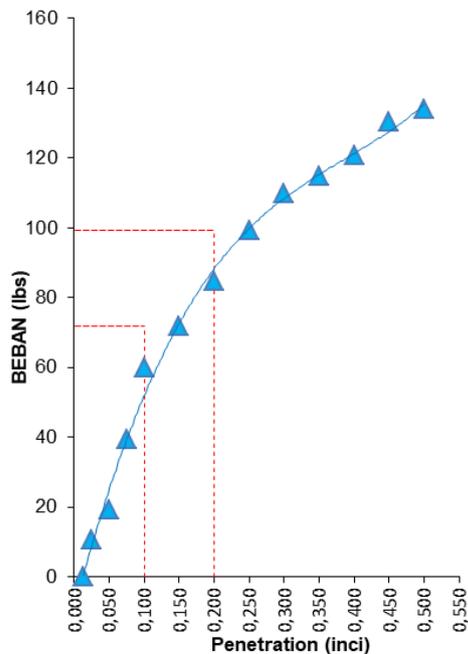
Gambar 8. Hasil uji CBR tanah asli+3% ABB+4% AV

Hasil uji CBR pada tanah asli + 3% abu batu bukho + 4% abu vulkanik, maka diperoleh nilai CBR pada 0,1” sebesar 2,192% dan pada 0,2” sebesar 2,125%. Dari hasil tersebut maka nilai CBR yang digunakan adalah nilai CBR yang maksimum yaitu 2,192%.



Gambar 9. Hasil uji CBR tanah asli+6% ABB+4% AV

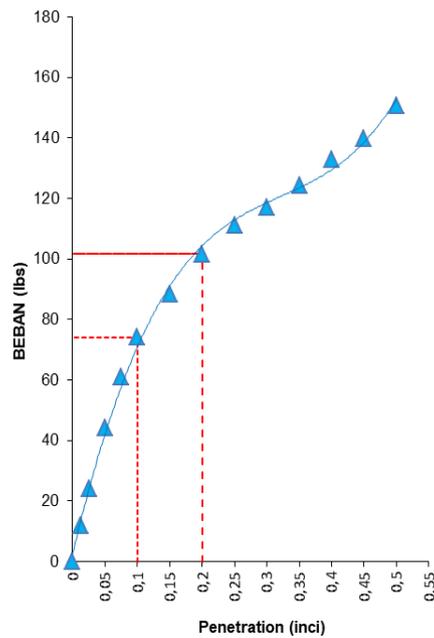
Hasil uji CBR pada tanah asli + 6% abu batu bukho + abu vulkanik, maka diperoleh nilai CBR pada 0,1” sebesar 2,271% dan pada 0,2” sebesar 2,178%. Dari hasil pengujian tersebut maka nilai CBR yang digunakan adalah nilai CBR yang maksimum yaitu 2,271%.



Gambar 10. Hasil uji CBR tanah asli+9% ABB+4% AV

Hasil uji CBR pada tanah asli + 9% abu batu bukho + 4% abu vulkanik, maka diperoleh nilai CBR pada 0,1” sebesar 2,391% dan pada 0,2” sebesar 2,205%. Dari hasil pengujian tersebut maka

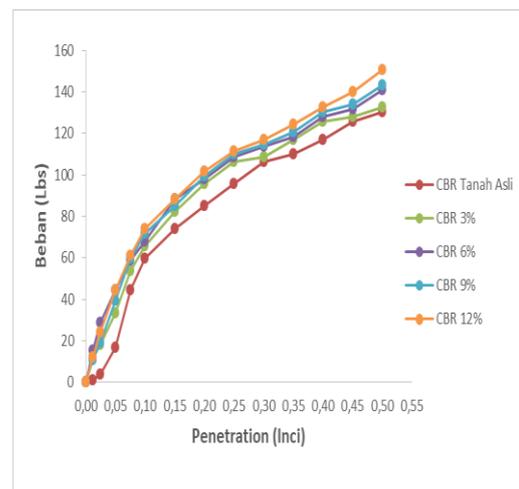
nilai CBR yang digunakan adalah nilai CBR yang maksimum yaitu 2,391%.



Gambar 11. Hasil uji CBR tanah asli + 12% ABB + 4% AV

Hasil uji CBR pada tanah asli + 12% abu batu bukho + 4% abu vulkanik, maka diperoleh nilai CBR pada 0,1” sebesar 2,471% dan pada 0,2” sebesar 2,258%. Dari hasil tersebut maka nilai CBR yang digunakan adalah nilai CBR yang maksimum yaitu 2,471%.

3.4. Perbandingan Nilai CBR Rendaman



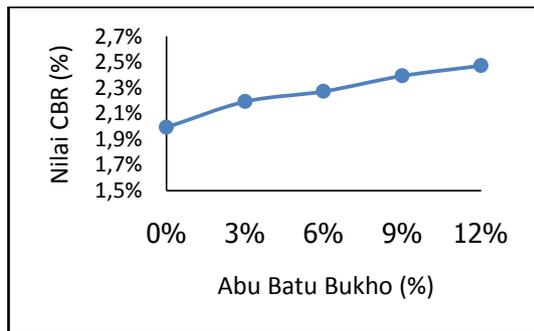
Gambar 12. Perbandingan hasil uji CBR Rendaman

Hasil pengujian CBR rendaman tanah asli dengan tanah yang distabilisasi dengan bahan tambah abu batu bukho (ABB) dan abu vulkanik (AV) seperti terlihat pada Gambar 12. menunjukkan bahwa seiring bertambahnya persentase variasi campuran bahan tambah stabilisasi nilai CBR mengalami peningkatan.

3.5. Nilai CBR Rendaman Tanah Asli Dengan Tanah yang Distabilisasi Dengan Bahan Tambah

Tabel 3. Hasil CBR Rendaman Tanah Asli dengan Tanah yang Distabilisasi

Sampel	CBR Maximum (%)
Tanah Asli	1,992%
Tanah Asli+ 3 ABB+ 4% AV	2,192%
Tanah Asli+ 6% ABB+ 4% AV	2,271%
Tanah Asli+ 9% ABB+ 4% AV	2,391%
Tanah Asli+ 12% ABB+ 4% AV	2,471%

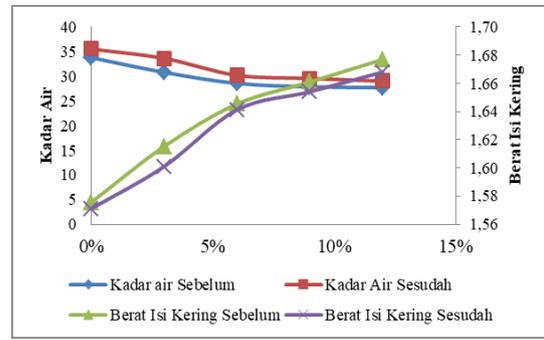


Gambar 13. Hasil uji CBR Rendaman Tanah Asli dan Tanah yang Distabilisasi

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 13 dapat dilihat bahwa Seiring dengan penambahan variasi campuran bahan tambah untuk stabilisasi tanah asli dan tanah yang distabilisasi dengan bahan tambah abu batu bukho 3%, 6%, 9%,12%, dan abu vulkanik 4%. nilai CBR tanah asli pada kondisi rendaman berturut-turut meningkat pada 1,992%, 2,192%, 2,271%, 2,391%, 2,471%, namun peningkatannya tidak terlalu signifikan, hal itu menunjukkan penambahan abu batu bukho dan abu vulkanik efektif untuk bahan campuran stabilisasi dan menaikkan nilai CBR rendaman seiring dengan bertambahnya variasi campuran bahan tambah. Untuk meningkatkan nilai CBR perlu penambahan kadar campuran bahan tambah stabilisasi untuk mendapatkan CBR >5% yang memenuhi syarat untuk tanah dasar jalan raya.

3.6. Pengaruh Rendaman Terhadap Kepadatan dan Kadar Air Tanah

Nilai kepadatan tanah asli dan tanah yang distabilisasi dengan bahan tambah pada kondisi setelah rendaman menunjukkan nilai lebih rendah dibandingkan pada kondisi sebelum rendaman. Hal tersebut menunjukkan adanya pengaruh faktor rendaman terhadap penurunan kepadatan tanah, sedangkan kadar air tanah asli dan kadar air tanah yang distabilisasi dengan bahan tambah pada kondisi setelah rendaman mengalami peningkatan dibandingkan sebelum rendaman.



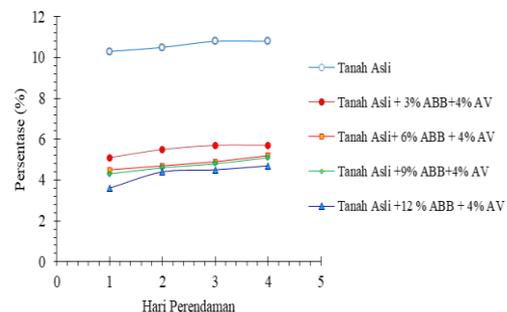
Gambar 14. Pengaruh rendaman terhadap kepadatan dan kadar air tanah

3.7. Hasil Pengujian Pengembangan (Swelling)

Hasil rekapitulasi nilai perbandingan antara perubahan tinggi selama perendaman terhadap tinggi benda uji semula dinyatakan dalam persen. Pengujian pengembangan dilakukan pemeraman selama 1 hari dan perendaman selama 4 hari. Adapun hasil rekapitulasi pada pengujian pengembangan seperti terlihat pada Tabel 4 dan Gambar 10.

Tabel 4. Rekapitulasi hasil pengujian pengembangan

Hari	Pengembangan				
	Tanah Asli	Tanah Asli	Tanah Asli	Tanah Asli	Tanah Asli
	+3% ABB+4% AV	+6% ABB+4% AV	+9% ABB+4% AV	+12% ABB+4% AV	
1	10,3	5,1	4,5	4,3	3,6
2	10,5	5,5	4,7	4,6	4,4
3	10,8	5,7	4,9	4,8	4,5
4	10,8	5,7	5,2	5,1	4,7



Gambar 15. Hasil rekapitulasi pengujian pengembangan

Hasil pengembangan tanah asli mencapai 10,8%. Hasil pengembangan setelah ditambah bahan stabilisasi dengan variasi campuran 12% abu batu bukho dan 4% abu vulkanik menghasilkan persentase pengembangan yang menurun menjadi 4,7%, sehingga semakin tinggi persentase penambahan variasi campuran abu batu bukho dan abu vulkanik dapat menurunkan persentase pengembangan yang terdapat pada tanah lempung tersebut.

IV. Kesimpulan

1. Maka dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan nilai CBR pada tanah lempung variasi campuran abu batu bukho dan abu vulkanik seiring pertambahan bahan stabilisasi dimana nilai CBR tabah asli 1.99%, setelah distabilisasi dua tahap menjadi 2.19-2,47%.
2. Penggunaan stabilisasi dua tahap pada perbaikan nilai CBR tanah yg direndam mengalami kenaikan tertinggi pada variasi campuran 12% abu batu bukho dan 4% abu vulkanik, namun untuk memenuhi syarat tanah dasar jalan raya masih perlu penambahan persentase variasi campuran yang lebih tinggi.
3. Kepadatan dan kadar air tanah dipengaruhi oleh rendaman. Hasil penelitian menunjukkan kepadatan tanah berkurang dan kadar air tanah meningkat setelah tanah direndam dalam air. Selain itu, Hasil uji pengembangan (*swelling*) menunjukkan semakin tinggi persentase bahan campuran abu batu bukho dan abu vulkanik, maka potensi pengembangan tanah semakin kecil yakni dari pengembangan tanah asli 10,8% menjadi 4,7% pada tanah asli yang distabilisasi 12% abu batu bukho dan 4% abu vulkanik.

Daftar Pustaka

- [1.] Abdurrozak, M. R. and Mufti, D. N. 2017. 'Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi Dan Kapur Pada Subgrade Perkerasan Jalan', *Jurnal Teknisia*, XXII(2), pp. 416-424.
- [2.] Bowles, J. E. 1993. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Jakarta: Erlangga.
- [3.] Casagrande. 1942. *Sistem Clasifikasi Unified Soil & Clasification System (USCS)*.
- [4.] Craig, R. F. 1987. *Soil Mechaanic 4th Edition*. Van NostroadReinhol Co.
- [5.] Darmawandi, A. et al. 2020. 'Karakterisitik tanah lunak Sumatera Utara berdasarkan pengujian kuat tekan bebas', *Semnastek UISU*, 1(2002), pp. 16-20.
- [6.] Das, B. M. 1995 'Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik)', Erlangga, pp. 1-300.
- [7.] Hardiyatmo, H. C. 1992. *Mekanika Tanah I*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- [8.] Hardiyatmo, H. C. 2002. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [9.] Hardiyatmo, H. C. 2010. *Stabilitas Tanah untuk Perkerasan Jalan. 1st edn*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [10.] Mu'minah, R. N. 2014. 'Pengaruh Abu Vulkanik Terhadap Parameter Kuat Geser Tanah Lempung'.
- [11.] Napitupulu, M. S. A. 2016. 'Dengan Menggunakan Abu Gunung Vulkanik Ditinjau Dari Nilai California Bearing Ratio'.
- [12.] *Panduan Geoteknik 1 Proses Pembentukan dan Sifat-sifat Dasar Tanah Lunak* 2001. Pusat Litbang Prasarana Transportasi.
- [13.] Rifa'i, A. and Yasafuki, N. 2013. 'Effect of Volcanic Ash Utilization as Subtitution Material for Soil Stabilization in View Point of Geo-Enviroment, ground improvement and Geosyntetic, ASCE', 238, pp. 138-147.
- [14.] Satria, Z., Fatnanta, F. and Nugroho, S. A. 2020. 'Pengaruh Waktu Terhadap Daya Dukung Fondasi Tiang pada Tanah Lunak dengan Variasi Kekasaran', *Jurnal Rekayasa Sipil*, 16(1), pp. 12-24.
- [15.] 'SNI 1744:2012 Metode uji CBR laboratorium' 2012 BSN, pp. 1-28.
- [16.] Sukirman, S. 1992. *Perkerasan Lentur Jalan Raya.Nova, Bandung*.
- [17.] Toha, F. X. 1989. 'Karakteristik Konsolidasi Lempung Lunak Banjarmasin'. Hatti,Bandung
- [18.] Triputro, F. A. and Rahayu, T. 2016. 'Analisa Pengaruh Abu Vulkanik Gunung Kelud pada Stabilisasi Tanah Lempung', *Jurnal Konstruksia*, 7(2), pp. 75-82.
- [19.] Waruwu, A. 2013. 'Korelasi Nilai Kuat Tekan dan CBR Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan Abu Batu dan Semen', 2(1).