

PENGARUH PENAMBAHAN BOTTOM ASH TERHADAP NILAI CBR SEBAGAI BAHAN STABILISASI TANAH LEMPUNG DI BADEAN, BONDOWOSO

Mareta Windia Prahesti^{*1}, Moch. Sholeh², dan Sugeng Riyanto³

¹Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

Koresponden*, Email: mareta.prahesti@gmail.com¹, moch.sholeh@polinema.ac.id², sugeng.riyanto@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Masih banyaknya tanah lempung yang berada di Indonesia. Hampir 20% tanah di Jawa merupakan tanah lempung. Padahal untuk membangun jalan, diperlukan tanah yang memiliki daya dukung yang baik (CBR). Sehingga diperlukan stabilisasi tanah lempung tersebut untuk meningkatkan nilai CBR nya. Tujuan dari skripsi ini yaitu untuk mendapatkan hasil pengujian fisik tanah asli, mendapatkan nilai CBR tanah asli, dan mendapatkan nilai CBR tanah asli yang telah distabilisasi menggunakan *Bottom ash*. Tanah yang dijadikan sebagai bahan uji, didapat dari daerah Badean, Kabupaten Bondowoso. Pengujian dilakukan di laboratorium jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang dengan beberapa pengujian. Yaitu pengujian kadar air, berat isi tanah, berat jenis tanah, hydrometer, LL & PL, proctor dan pengujian CBR. Dari hasil penelitian sifat fisik tanah asli didapatkan hasil $w = 46,33\%$, $\gamma_t = 1,157 \text{ gr/cm}^3$, $G_s = 2,53$, $LL = 52,1\%$, $PL = 39,34\%$. Kategori tanah menurut AASHTOO yaitu A-7-5. Nilai CBR tanah asli yaitu sebesar 3,557% untuk CBR soaked dan 9,519% untuk CBR unsoaked. Dengan penambahan *Bottom ash* sebesar 20%, 30% dan 40% didapatkan nilai CBR maksimum yaitu pada penambahan *Bottom ash* sebesar 30%. Dan dengan nilai CBR soaked 11,448% dan untuk CBR unsoaked 17,034%.

Kata kunci : CBR, Bottom ash, Tanah dasar lempung

ABSTRACT

There are still many clay soils in Indonesia. Nearly 20% of the land in Java is clay soil. In fact, to build roads, land that has good bearing capacity (CBR) is needed. So it is necessary to stabilize the clay soil to increase its CBR value. The purpose of this thesis is to obtain the physical test results of the original soil, obtain the CBR value of the original soil, and obtain the CBR value of the original soil that has been stabilized using *Bottom ash*. The soil used as the test material was obtained from the Badean area, Bondowoso Regency. The test was carried out in the laboratory of the civil engineering major, State Polytechnic of Malang with several tests. Namely testing the water content, soil content weight, soil specific gravity, hydrometer, LL & PL, proctor and CBR testing. From the results of the research on the physical properties of the original soil, the results obtained were $w = 46.33\%$, $\gamma_t = 1.157 \text{ gr/cm}^3$, $G_s = 2.53$, $LL = 52.1\%$, $PL = 39.34\%$. The land category according to AASHTOO is A-7-5. The original soil CBR value is 3.557% for soaked CBR and 9.519% for unsoaked CBR. With the addition of *Bottom ash* by 20%, 30% and 40%, the maximum CBR value is obtained, namely the addition of *Bottom ash* by 30%. And with soaked CBR value is 11.448% and for unsoaked CBR is 17.034%.

Keywords : CBR, Bottom ash, Clay subgrade

1. PENDAHULUAN

Di Negara Indonesia sendiri, banyak terdapat daerah yang memiliki jenis tanah lempung. 20% tanah di Jawa merupakan tanah lempung dan kurang dari 25% tanah di Indonesia merupakan jenis tanah ekspansif (Dwika Made, 2017).

Material dasar yang digunakan sebagai jalan tol harus dipilih sesuai dengan ketentuan dan persyaratan. Material ini harus bebas dari bahan organik dalam umlah yang merusak, seperti daun, rumput akar dan kotoran atau material yang oleh "Unified Soil Classification System" digolongkan

sebagai lanau organik (OL), lempung organik (OH), dan gambut (Pt). Bahan yang dipilih sebaiknya yang tidak termasuk tanah yang berplastisitas tinggi, yang diklasifikasikan sebagai A-7-6 menurut AASHTO M145 atau sebagai lempung berplastisitas tinggi (CH) menurut "Unified atau Casagrande Soil Classification System"

Bottom ash adalah bahan buangan dari proses pembakaran batu bara pada pembangkit tenaga yang mempunyai ukuran partikel lebih besar dan lebih berat dari *fly ash* sehingga *bottom ash* akan jatuh pada dasar tungku pembakaran (boiler) dan terkumpul pada penampung debu

(ash hopper) lalu dikeluarkan dari tungku dengan cara disemprot dengan air. Tercatat, pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) PAITON menghasilkan limbah hasil pembakaran batu bara baik *fly ash* maupun *Bottom ash* sebesar 1.000.000 ton/tahun (Reka Buana, 2016). Tingginya angka limbah yang dihasilkan tersebut akan menimbulkan masalah apabila hanya dibiarkan begitu saja dan peningkatan limbah tersebut akan bertambah dengan seiring tahun.

Oleh karena tingginya angka limbah (*Bottom ash*) PLTU Paiton yang dihasilkan tersebut dan mengingat letak PLTU Paiton yang berada tidak jauh dari sampel tanah yang akan diuji yaitu di daerah Badean, Bondowso. Selain itu kurangnya pemanfaatan *Bottom ash* sebagai bahan konstruksi mendorong penulis untuk memanfaatkan limbah *Bottom ash* pada PLTU Paiton menjadi lebih berguna dan bermanfaat. Salah satu caranya yaitu menjadikan *Bottom ash* sebagai bahan untuk menstabilisasi tanah lempung. Dengan dilakukannya stabilisasi tanah tersebut diharapkan akan mengurangi sifat dari kembang susut tanah lempung itu sendiri.

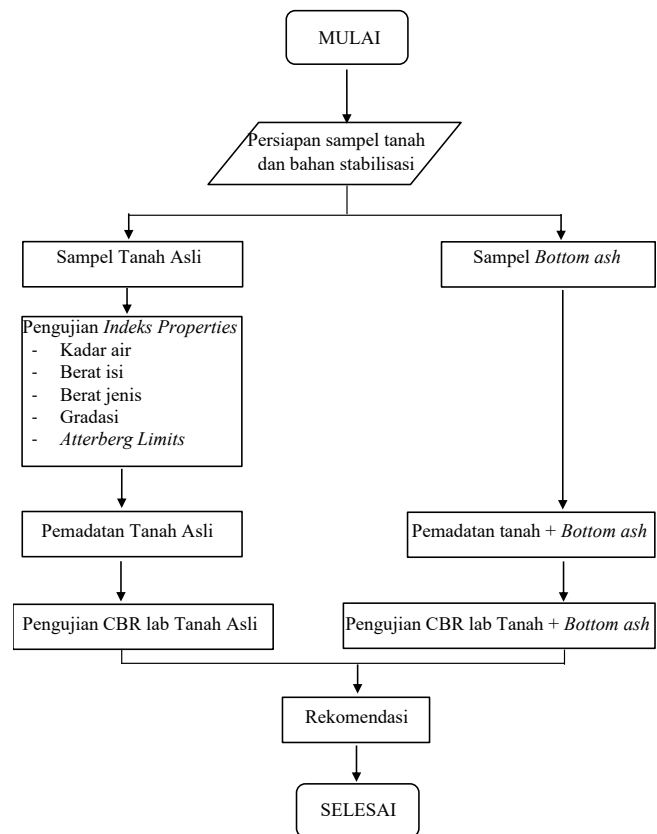
2. METODE

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen dan dilakukan di Laboraturium Tanah Politeknik Negeri Malang. Penelitian ini menggunakan material tanah yang dicampur dengan *Bottom ash* menggunakan prosentase 10%, 20% dan 30%. Pengujian ini meliputi pengujian kadar air, berat isi, berat jenis, Analisa gradasi, batas Atterberg, pemadatan dan CBR. Dengan dilakukannya eksperimen ini diharapkan dapat mengurangi limbah hasil pembakaran batubara (*Bottom ash*) dengan menjadikannya lebih berguna dan bermanfaat yaitu salah satunya dengan cara menjadikan *Bottom ash* sebagai bahan stabilisasi tanah.

Berikut ini merupakan standarisasi yang digunakan dalam pengujian yaitu sebagai berikut :

1. Pengujian kadar air : SNI 1965:2008
2. Pengujian berat jenis : SNI 1964:2008
3. Pengujian analisis butiran tanah :SNI 3423:2008
4. Pengujian batas plastis (PL) : SNI 1966:2008
5. Pengujian batas cair (LL) : SNI 1967:2008
6. Pengujian kepadatan ringan (*standart*):SNI 1742:2008
7. Pengujian kepadatan berat (*modified*): SNI 1743:2008
8. Pengujian CBR : SNI 1744:2012

Bahan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tanah yang bersal dari daerah Badean, Kabupaten Bondowoso dan *Bottom ash* yang didapat dari PLTU Paiton. Untuk bahan pendukung lainnya telah tersedia di Laboraturium Politeknik Negeri Malang.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

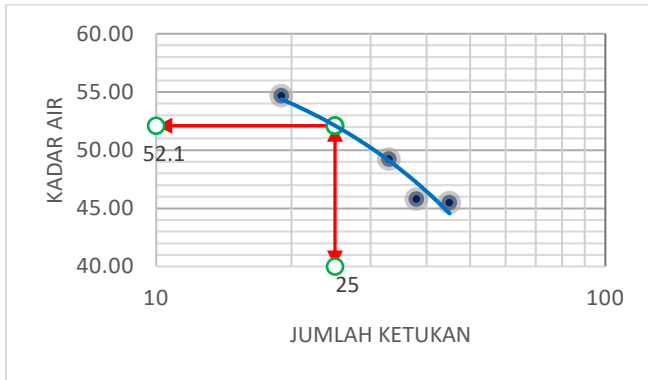
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air tanah merupakan perbandingan antara berat air yang terkandung dalam masa tanah terhadap berat butiran padat (tanah kering) dan dinyatakan dalam prosen. Dari hasil pengujian, didapatkan bahwa nilai kadar air pada tanah asli di daerah Badean, Bondowoso yaitu sebesar 46,33 gr/cm³.

Pada pengujian berat isi tanah salah metode yang digunakan yaitu metode menggunakan silinder tipis (*drive cylinder method*) yang dimasukkan ke dalam tanah. Dari hasil pengujian tanah tersebut diketahui bahwa nilai berat isi tanah basah (γ_t) sebesar 1,693 gr/cm³, sedangkan untuk nilai berat isi tanah kering (γ_{dry}) sebesar 1,151 gr/cm³.

Berat jenis tanah (G_s) merupakan perbandingan antara berat butir tanah (W_s) dengan berat air (W_w) yang mempunyai volume (V) sama pada temperature tertentu. Dari hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa berat jenis untuk tanah asli pada daerah Badean, Bondowoso yaitu sebesar 2,53.

Dari hasil pengujian batas *Atterberg Limits* tanah asli didapatkan hasil nilai LL sebesar 52,10%, PL sebesar 39,34%, dan nilai IP sebesar 12,76%.



Gambar 2. Grafik hasil pengujian LL PL

Jika ditinjau dari data diatas dan diketahui bahwa prosentase tanah lolos saringan No. 200 > 35%, maka klasifikasi tanah asli tersebut masuk kelompok A-4 s/d A-7. Kemudian dilanjutkan dengan Analisa *Atterberg Limit* dengan nilai LL > 40%, Nilai IP > 11%. Sehingga tanah tersebut masuk kedalam kategori A-7. Pada kategori ini A-7 dibagi menjadi 2 yaitu A-7-5 dan A-7-6. Karena nilai IP ≤ 30, maka tanah termasuk dalam kategori A-7-5.

Pemadatan (*Compaction*) adalah proses merapatkan butiran tanah secara mekanis yang menyebabkan keluarnya udara dari ruang pori sehingga meningkatkan kepadatan tanah. Pada pengujian pemadatan tanah dilakukan 4 kali pengujian yaitu, pengujian pemadatan tanah asli, pengujian pemadatan tanah asli + bottom ash 20%, pengujian pemadatan tanah asli + bottom ash 30% dan pengujian pemadatan tanah asli + bottom ash 40%.

Dari pengujian pemadatan tanah asli, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Kepadatan Tanah Asli

Pengujian	Standard	Modified
Kadar air optimum (W_{opt}) %	20,5	18,6
Berat tanah kering maksimum (γ_{maks}) gr/cm ³	1,195	1,454

Untuk pengujian tanah asli + bottom ash 20% didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 2. Pengujian Kepadatan Tanah Asli+bottom ash 20%

Pengujian	Standard	Modified
Kadar air optimum (W_{opt}) %	20,7	20,5
Berat tanah kering maksimum (γ_{maks}) gr/cm ³	1,466	1,670

Beriku ini merupakan hasil dari pengujian tanah asli + bottom ash 30% :

Tabel 3. Pengujian Kepadatan Tanah Asli+bottom ash 30%

Pengujian	Standard	Modified
Kadar air optimum (W_{opt}) %	18,5	17,8
Berat tanah kering maksimum (γ_{maks}) gr/cm ³	1,502	1,678

Dan berikut ini merupakan hasil penguian kepadatan tanah asli + bottom ash 40% :

Tabel 4. Pengujian Kepadatan Tanah Asli+bottom ash 40%

Pengujian	Standard	Modified
Kadar air optimum (W_{opt}) %	19,3	18,4
Berat tanah kering maksimum (γ_{maks}) gr/cm ³	1,527	1,717

Pengujian CBR digunakan untuk menentukan nilai kekuatan (daya dukung) relative tanah dasar atau bahan bahan lain yang digunakan sebagai bahan perkerasan jalan.

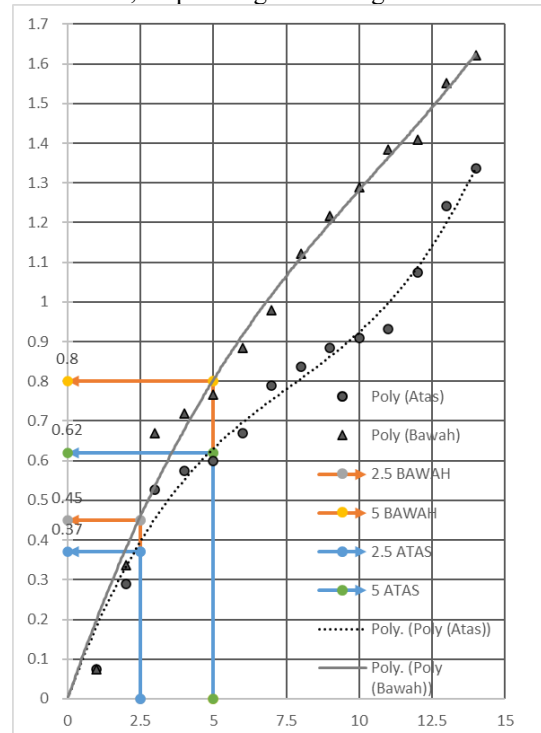
Sama dengan halnya pengujian kepadatan, terdapat beberapa pengujian yang dilakukan yaitu : pengujian CBR tanah asli, Pengujian CBR tanah asli + bottom ash 20%, Pengujian CBR tanah asli + bottom ash 30%, dan pengujian CBR tanah asli + bottom ash 40%. Dimana dalam setiap pengujiannya dilakukan pengujian rendaman dan tanpa rendaman.

Berikut ini didapatkan hasil pengujian CBR tanah asli modified rendaman :

Tabel 5. Hasil pengujian CBR tanah asli rendaman

Penetrasi		Atas		Bawah	
		2,5	5	2.5	5
Soaked	CBR	2.795	3.106	3.399	4.008
	CBR 2,5 mm	3.097			
	CBR 5 mm	3.557			
Unsoaked	CBR	4.532	8.016	8.384	11.022
	CBR 2,5 mm	6.458			
	CBR 5 mm	9.519			

Dari tabel diatas, didapatkan grafik sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik hasil pengujian CBR tanah asli rendaman

Dari keseluruhan pengujian CBR yang telah dilakukan didapatkan rekapitulasi hasil pengujian CBR sebagai berikut:

Tabel 6. Rekapitulasi hasil pengujian CBR

Sampel	Pemadatan	CBR	
		Soaked	Unsoaked
Tanah Asli	Standart	2.555	9.694
	Modified	3.557	9.519
Tanah Asli + Bottom ash 20%	Standart	2.705	12.024
	Modified	4.233	11.924
Tanah Asli + Bottom ash 30%	Standart	6.563	14.128
	Modified	11.448	17.034
Tanah Asli + Bottom ash 40%	Standart	6.012	8.768
	Modified	8.041	9.093

Dari rekapitulasi diatas, dapat disimpulkan bahwa nilai CBR soaked baik pada pemadatan standart maupun modified mengalami tren kenaikan. Namun terlihat pada penambahan 40% *Bottom ash* terjadi penurunan nilai CBR baik menggunakan pemadatan standart maupun menggunakan pemadatan modified. Sama halnya dengan nilai CBR tanpa rendaman / *unsoaked*, terjadi tren kenaikan baik pemadatan menggunakan standart maupun modified. Namun pada penambahan *Bottom ash* 40% terjadi penurunan pada kedua metode pemadatan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis pada bab sebelumnya, dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu diantaranya:

- 1) Hasil pengujian sifat fisik tanah asli mendapatkan hasil sebagai berikut:
 - a. Kadar air tanah sebesar 46,33 gr/cm³
 - b. Berat isi tanah sebesar 1,151 gr/cm³
 - c. Nilai LL sebesar 52,10%, nilai PL sebesar 39,34% dan nilai IP sebesar 12,76%. Dari hasil nilai LL, PL dan IP tersebut didapatkan hasil pengklasifikasian tanah dalam AASHTO yaitu termasuk dalam jenis tanah A-7-5.
 - d. Dari pengujian pemadatan tanah standart didapatkan nilai OMC sebesar 20,5% dengan MDD sebesar 1,195%.
- 2) Pada pengujian CBR didapatkan nilai CBR tanah asli standart *soaked* sebesar 2,555%, standart *unsoaked* sebesar 9,694%, modified *soaked* sebesar 3,557%, dan modified *unsoaked* sebesar 9,519%.
- 3) Nilai CBR maksimum yang didapat dari pengujian diatas yaitu sebesar 6,563% untuk standart soaked, 14,128% untuk standart unsoaked, 11,448% untuk modified soaked, dan 17,034% untuk modified unsoaked. Dengan penambahan *Bottom ash* sebesar 30%. Penambahan *Bottom ash* tidak selalu menunjukkan tren peningkatan pada nilai CBR. Pada penambahan CBR 40% terjadi penurunan nilai CBR pada pengujian *soaked* maupun *unsoaked* baik standart maupun modified.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aponno, G., dan Sholeh, M. (2012). *Modul Ajar Laboraturium Uji Tanah*. Malang: Politeknik Negeri Malang.
- [2] Apriyanti, Y. (2014). *Pemanfaatan Fly Ash untuk Peningkatan Nilai CBR Tanah Dasar*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Bngka Belitung.
- [3] Azza, Zuhufah. (2017). *Analisis Perbandingan Penggunaan Semen dan Garam (NaCl) Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Dasar Untuk Meningkatkan Nilai CBR Tanah*. Malang: Skripsi Politeknik Negeri Malang.
- [4] Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- [5] Gobel, C.V (2013). *Pemanfaatan Fly Ash Batubara Sebagai Bahan Stabilisasi Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung*. Yogyakarta. Jurnal Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
- [6] Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah 1 (Edisi ke tiga)*. Yogyakarta: Gajahmada University Press.
- [7] Hardiyatmo, H. C. (2012). *Mekanika Tanah 1 (Edisi ke enam)*. Yogyakarta: Gajahmada University Press.
- [8] Hardiyatmo, H. C. (2013). *Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta: Gajahmada University Press.
- [9] Hikmah, Yulia. (2018). *Pengaruh Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Campuran Agregat Halus Sebagai Material Timbunan Ringan Terhadap Nilai CBR*. Malang: Skripsi Politeknik Negeri Malang.
- [10] Najah, Lailatun. (2017). *Stabilisasi Tanah Lunak Dengan Penambahan Asam Fosfat Pada Lapisan Subgrade Proyek Jalan Tol Solo-Ngawi-Kertosono Paket 2A*. Malang: Skripsi Politeknik Negeri Malang.
- [11] Nuryasin, Dwi. (2017). *Analisis Perbandingan Penggunaan Kapur dan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Dasar Untuk Meningkatkan Nilai CBR Tanah*. Malang: Skripsi Politeknik Negeri Malang.
- [12] Ristinah, (2012). *Pengaruh Penggunaan Bottom Ash Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Campuran Batako terhadap Kuat Tekan Batako*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Brawijaya.
- [13] Styono, Ernawan dkk. (2018) *Pengaruh Bahan Tambah Fly Ash Terhadap Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif di Daerah Dringu, Kabupaten Probolinggo*. Jurnal Jurusan Teknik Sipil FT-UMM.