Paulus Civil Engineering Journal (PCEJ)
Jurnal Teknik Sipil UKIPaulus-Makassar
Volume 6 Issue 3, September 2024

e-ISSN 2775-4529
p-ISSN 2775-8613

Pengaruh Subtitusi *Bottom Ash* dan Semen Pada Tanah Terhadap Nilai CBR Laboratorium

Arfian Rante Tampang*[1a], Irwan Lie Keng Wong*[2], Eltrit Bima Fitrian*[3]

Submit:
25 Januai 2024

Review:
20 Februari 2024

Revised:
30 Maret 2024

Published :
15 September 2024

[*1] *Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar,Indonesia, arfiarantetampang093@gmail.com*

[*2] *Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia irwanliekengwong@gmail.com*

[*3] *Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, eltrit_bimafitrian@ukipaulus.ac.id*

[a]***Corresponding Author:*** *arfiarantetampang093@gmail.com*

Abstrak

Tanah termasuk bahan dasar utama dalam konstruksi karena merupakan tempat dimana konstruksi bangunan sipil yang berfungsi menerima dan menahan beban dari suatu struktur diatasnya Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan karakteristik tanah, sifat fisik, dan untuk mendapatkan pengaruh bahan subtitusi *bottom ash* dan semen terhadap nilai kepadatan tanah berdasarkan pengujian *standar proctor* dan daya dukung tanah dengan pengujian *California Bearing Ratio* (*CBR*). Dengan metode yang di gunakan mengacu pada *Americian Society For Testing Material* (*ASTM*). Berdasarkan klasifikasi *Americian Association Of State Highway And Transportation Officials* (*AASHTO*). Tanah yang bertempat dari Kecamatan Desa Moncongloe Bulu, Kabupaten Maros merupakan jenis tanah lempung dengan plastisitas sedang dan tergolong pada klasifikasi A-7-5 (17), pengaruh kepadatan tanah berdasarkan pengujian *standar proctor* diperoleh berat isi volume kering pada variasi 0% sebesar 1,217 gr/cm², 1,206 gr/cm² untuk variasi 5% semen 1,301 gr/cm² untuk variasi 5% semen dan 5% *bottom ash* 1,288gr/cm² untuk vasiasi 5% semen dan 10% *bottom ash* 1,272 gr/cm² untuk variasi 5% semen dan 15% *bottom ash* 1,352 gr/cm² dengan kadar air rata-rata 35,79%, 28,40%, 30,25%, 32,47%, dan 28,53% Pengaruh daya dukung tanah berdasarkan Pengujian *California Bearing Ratio* (*CBR*) digunakan pada penelitian mencapai Pada Variasi 0% dengan nilai rata-rata 4,31% , 4,22% untuk variasi 5% semen dengan nilai rata-rata 6,6% , 6,72% untuk variasi 5 % semen dan 5% *bottom ash* 6,17% , 5,53% untuk variasi 5% semen dan 10% *bottom ash* 5,78% , 4,74% untuk variasi 5% semen dan 15% *bottom ash* 8,76% , 8,03%.

Kata kunci: *CBR*, Kepadatan Tanah, *Bottom ash* dan Semen

Abstract

Soil is the basic material for construction which is very important because it is the place where civil building construction functions to receive and withstand loads from a structure above it. The aim of this research is to determine the characteristics of the physical and engineering properties and to determine the effect of bottom ash and cement substitute materials on soil density value based on standard proctor testing and soil bearing capacity using the California Bearing Ratio (CBR) test. The method used refers to the American Society For Testing Materials (ASTM). Based on the

e-ISSN 2775-4529
p-ISSN 2775-8613

classification of the American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Soil originating from Moncongloe Bulu Village District, Maros Regency is clay soil with medium plasticity and is included in the A-7-5 classification (17), the influence of soil density based on standard proctor testing obtained dry volume density at 0% variation of 1.217 gr/ cm², 1.206 gr/cm² for variations of 5% cement 1.301 gr/cm² for variations of 5% cement and 5% bottom ash 1.288gr/cm² for variations of 5% cement and 10% bottom ash 1.272 gr/cm² for variations of 5% cement and 15 % bottom ash 1.352 gr/cm² with average water content of 35.79%, 28.40%, 30.25%, 32.47%, and 28.53% Influence of soil bearing capacity based on California Bearing Ratio (CBR) Test used in the study reached a variation of 0% with an average value of 4.31%, 4.22% for a variation of 5% cement with an average value of 6.6%, 6.72% for a variation of 5% cement and 5% bottom ash 6.17%, 5.53% for the 5% cement and 10% variation bottom ash 5.78%, 4.74% for the 5% cement and 15% bottom ash variation 8.76%, 8.03%.

Keyword : CBR, Soil Density, Bottom ash and Cement

PENDAHULUAN

Tanah termasuk salah satu unsur penting dalam konstruksi karena tanah adalah tempat untuk berpijaknya suatu bangunan dimana tanah berguna sebagai tempat untuk menerima dan menahan beban dari suatu struktur bangunan diatasnya. Sifat dari tanah ada berbagai macam, berdasarkan pada kontur tanah, ketinggian tanah, tekstur tanah dan letak suatu daerah.maka dari itu kemampuan tanah untuk menahan beban konstruksi disetiap wilayah dapat berbeda beda tergantung dari kondisi daerah tersebut. Tipe-tipe tanah kemungkinan besar memiliki permasalahan, baik dari segi penurunan beban yang bertumpu pada tanah tersebut maupun daya dukungnya. Akibatnya dari permasalahn diatas dapat menimbulkan kerusakan di struktur bangunan maupun jalan, seperti turun atau naiknya suatu pondasi, permukaan jalan yang bergelombang dan retaknya dinding pada suatu bangunan. Maka dari itu diperlukannya pengkajian disuatu wilayah untuk mengetahui sifat dari tanah tersebut dengan cara uji laboratorium. Berikut merupakan penelitian terkait : studi kasus analisa nilai *soaked* dan *unsoaked* dimana didapatkan bahwa tanah yang digunakan mempunyai nilai *CBR* 3,8553 dengan keadaan tanah direndam jenuh air dan termasuk kategori buruk [1]

Studi kasus penambahan *slag nikel* sebagai daya dukung tanah dari hasil olah data didapatkan bahwa pengaplikasian *slag nikel* dapat dipergunakan pada ketahanan daya dukung tanah lempung dikarenakan *slag nikel* dapat terjadi meningkatkan nilai dari *CBR*. [2] Studi kasus korelasi nilai *CBR* terhadap kepadatan lapagan merujuk dari hasil pengkajian didapatkan bahwa perlunya perbaikan daya dukung tanah pada lokasi penelitian dikarenakan nilai *CBR* menunjukan 55,02% dimana angka tersebut tidak sesuai dengan standar yang ada. [3]

Studi kasus pengaruh perkuatan model bambu terhadap nilai *CBR* dari hasil observasi didapatkan bahwa penambahan bambu cukup efektif dimana dapat meningkatkan nilai *CBR* tanah lempung, dapat disimak bahwa nilai *cbr* tanah tanpa penguatan berada pada 2,75% sedangkan nilai *CBR* tanah dengan pengutan dapat menghasilkan nilai *CBR* maks 5,70% pada 3 lapis matras bamboo. [4] Study kasus penggunaan ampas kopi terhadap daya ukung tanah didapatkan hasil observasi didapatkan nilai *cbr* sebelum penambahan ampas kopi sebesar 3,8% dan setelah penambahan sebesar 15% nilai *CBR* menjadi 4,415% jadi penambahan ampas kopi yang terjadi pada tanah lempung dapat meningkatkan daya dukung tanah dan juga nilai *CBR*. [5] Penambahan gypsum untuk daya dukung tanah didapatkan bahwa penambahan gypsum untuk membantu daya dukung tanah dapat dilakukan karena gypsum dapat menambah nilai dari *CBR* tanah. [6]

e-ISSN 2775-4529
p-ISSN 2775-8613

Pengaruh subtitusi abu batu terhadap nilai *CBR* merujuk dari hasil kajian didapatkan bahwa nilai subtitus abu batu 5% didapatkan nilai *CBR* desain maksimum pada 26<20% nilai tersebut yaitu mengalami peningkatan sebesar 19,01 *CBR* tanah asli. [7] Stabilitas tanah menggunakan arang kayu, berdasarkan hasil observasi lab didapatkan bahwa dengan menggunakan bahan tambah Arang Kayu pada campuran 4%,6%,8%,10% dan 12%, didapatkan nilai *CBR* sebesar 9,83% ,13%, 20%, 19% dan 17,5%. [8]

Stabilitas tanah menggunakan limbah sekam padi merujuk pada hasil kajian didapatkan bahwa penggunaan sekam padi serta pasir sebagai bahan campur dapat meningkatkan daya dukung tanah juga memperkecil penurunan lapisan tanah. [9] Peningkatan Daya Dukung Tanah Lempung Menggunakan Lapisan Kerikil, memberikan daya dukung lebih efektif sebagai perkuatan tanah liat. [10]

METODOLOGI

A. Pengambilan Material

1. Bahan Uji (Tanah)

   Pengambilan sampel tanah berlokasi di kec. Moncongloe Bulu Kabupaten Maros. Dimana sampel tanah yang diambil sebanyak 2 titik sebagai sampel penelitian.

Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

2. Tempat Pengujian Sampel

Pengujian sampel bertempat di Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar Laboratorium Mekanika Tanah.

e-ISSN 2775-4529
p-ISSN 2775-8613

Gambar 2. Tempat Penelitian

3. Lokasi Material Bahan Uji *Bottom Ash*
   Pengumpulan bahan tambah *Bottom Ash* berlokasi di PT Makassar Tene, *Battom* Ash merujuk pada bagian yang tidak terbakar dari batubara atau mineral lain dan pada umumnya menempel pada bagian bawah tungku pembakaran yang ditemukan setelah pembakaran.

Gambar 3. Lokasi Pengambilan *bottom ash*

Gambar 4. *Bottom Ash*

B. Pemeriksaan Karakteristik Tanah

Pengkajian kali ini dilakukan dengan pengujian kadar air memanfaatkan metode *ASTM D*-2216, Pengujian Berat Jenis mengunakan metode *AST*854 juga Pengujian Batas – Batas *Atterberg* memanfaatkan metode *ASTM D*-4318 dan Pengujian gradasi Butiran memanfaatkan metode *ASTM* D-422.

C. Pengambilan Material

Pada Observasi kali ini dilakukan dengan memanfaatkan metode *ASTM D*-698

D. Pengambilan Material

Pengujian *CBR* memanfaatkan metode SNI 1744-2012. Nilai ini dijadikan acuan dari patokan guna memastikan tebal lapisan suatu perkerasan tanah dan juga menghitung lapisan tanah dasar yang diperoleh pada kepadatan kering maksimal dan untuk memastikan pengaruh subtitusi pencampuran semen dan *battom ash* pada tanah.

e-ISSN 2775-4529
p-ISSN 2775-8613

Gambar 5. Benda Uji

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Tanah

Uji Karakter Tanah bertujuan untuk mengetahui jenis dan sifat tanah. Sampel Tanah yang diuji berasal dari Desa Moncongloe Bulu, Kecamatan Moncongloe.

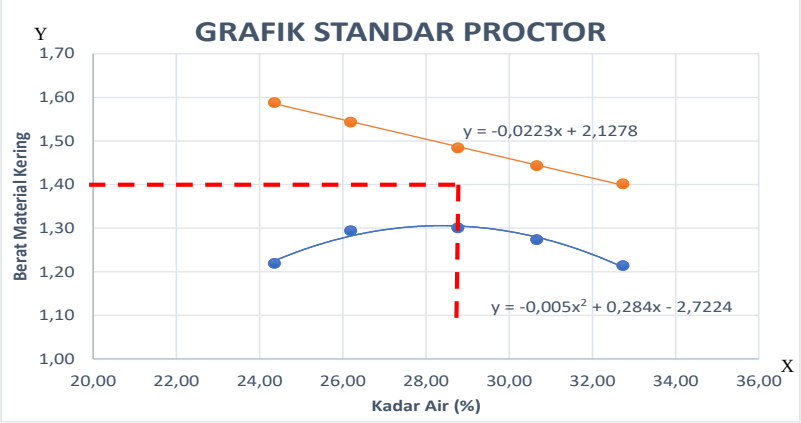
Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Fisis Tanah

No.	Jenis Pemeriksaan	Simbol	Satuan	Hasil Pemeriksaan Pengujian Karakteristik Tanah Asli	
				Titik I	Titik II
1	Kadar Air (w)	W	(%)	32,87	34,42
2	Berat Jenis (Gs)	GS	(gram/cm³)	2,59	2,62
3	Pemeriksaan Analisa Saringan				
	a. Lolos Saringan No. 200		(%)	92,902	92,626
	b. Pasir	S	(%)	7,098	7,374
	c. Lanau	M	(%)	64,739	70,096
	d. Lempung	C	(%)	28,163	22,530
4	Batas-Batas Atterberg				
	a. Batas Cair	LL	(%)	39,58	41,66
	b. Batas Plastis	PL	(%)	23,64	22,79
	c. Batas Susut	SL	(%)	14,49	13,25
	d. Indeks Plastisitas	PI	(%)	15,94	18,87

Menurut *AASTHO* tanah ini termasuk dalam kelompok A-7-5 tanah lempung. karena pada sampel 1 didapatkan nilai lolos saringan nomor 200 sebesar 92,902% dan sampel 2 sebesar 92,626 %, batas cair yang menunjukan angka sebesar 39,58 juga pada bahan uji 2 menunjukan angka sebesar 41,66, *indeks plastis* yang didapatkan pada penelitian ini, pada bahan uji 1 sebesar 15,94 juga pada sampel 2 sebesar 17,19.

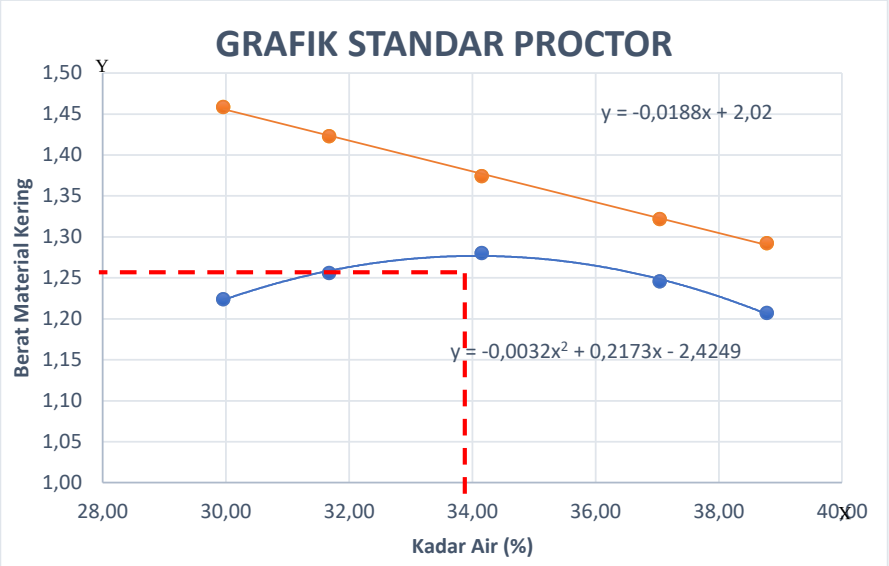
B. Hasil Pengujian Pemadatan Tanah

Pemadatan tanah asli dilaksanakan dengan campuran tambahan Semen dan *Battom ash*, sebagai berikut :



e-ISSN 2775-4529
p-ISSN 2775-8613

Gambar 5 . Hasil Pemadatan Tanah Variasi 5% Semen Titik 1



Grafik 6. Pemadatan Tanah Variasi 5% Semen Titik 2

Nilai berat isi kering maksimum yang menunjukan nilai di titik 1 yakni 1,310 *gr/cm3*, titik 2 yakni 1,264 *gr/cm3*, juga angka kadar air optimum pada titik 1 berapa pada 28,65%, serta pada titik 2 yakni 33,95%. Adapun hasil pengujian kepadatan tanah asli dengan campuran subtitusi *bottom ash* dan semen sebagai berikut.

Tabel 2. Kepadatan Tanah Asli dan Bahan Tambah

No	Variasi Campuran	Kadar Air (%)		Berat Isi Kering (gr/cm^3)	
		Titik I	Titik II	Titik I	Titik II
1	0%	35,79	27,76	1,215	1,230
2	5% Semen	28,40	33,95	1,310	1,264
3	5% Semen + 5% *Bottom Ash*	30,25	30,65	1,300	1,309
4	5% Semen + 10% *Bottom Ash*	30,85	34,36	1,242	1,265
5	5% Semen + 15% *Bottom Ash*	28,53	30,86	1,357	1,350

Merujuk dari Tabel 2 yaitu kadar air optimal juga berat isi kering maksimal dapat dijadukan patokan acuan dalam penelitian dan perhitungan nilai *CBR* sesuai dengan campuran dan kadar air masing-masing pengujian. Pengujian *CBR* bertujuan untuk mendapati seberapa besar pengaruh subtitusi *bottom ash* dan semen pada tanah lempung.

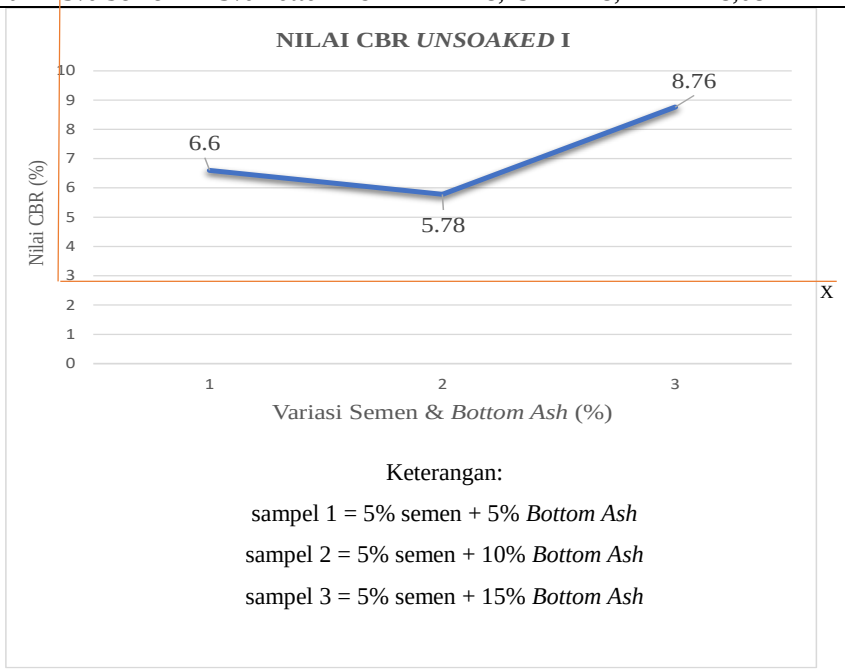
C. Pengujian CBR

Penambahan subtitusi *battom ash* didapat nilai pada pencampuran subtitusi 5% semen + 5%s *battom ash* pada titik 1 dengan nilai rata-rata *CBR* 6,66% dan titik 2 nilai rata-rata *CBR* 5,53%, pencampuran subtitusi 5% semen + 10% *bottom ash* pada titik 1 dengan nilai rata-rata *CBR* 5,78% dan titik 2 nilai rata-rata *CBR* 4,74%, pencampuran subtitusi 5% semen + 15% *bottom ash* pada titik 1 nilai rata-rata *CBR* 8,76% dan titik 2 nilai rata-rata *CBR* 8,03%.

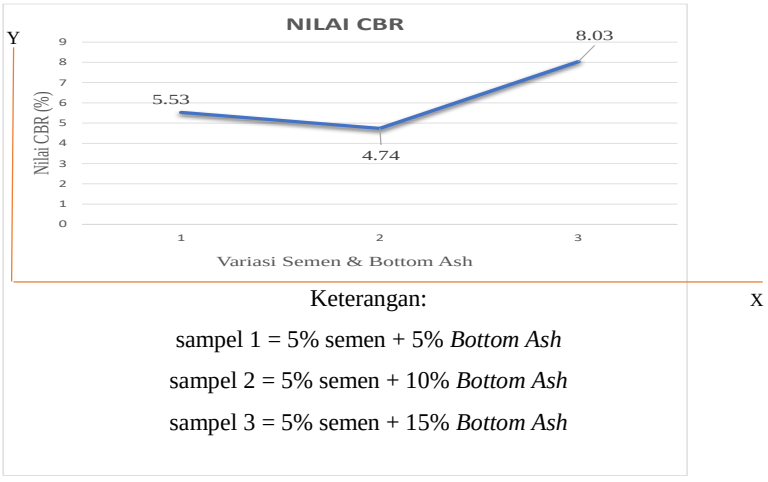
e-ISSN 2775-4529
p-ISSN 2775-8613

Tabel 3. Nilai CBR pada Variasi subtitusi *Bottom ash* dan Semen

Variasi	Nilai CBR Titik I (%)		Nilai CBR Titik II (%)	
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 1	Sampel 2
0%	4,21	4,4 1	4,26	4,18
Tanah + 5% semen	6,65	6,55	6,85	6,59
Tanah + 5% Semen + 5% *Bottom Ash*	6,30	6,04	5,70	5,36
Tanah + 5% Semen + 10% *Bottom Ash*	5,72	5,85	4,80	4,69
Tanah + 5% Semen + 15% *Bottom Ash*	8,79	8,74	8,08	7,97



Gambar 7. Variasi subtitusi semen dan *battom ash* Titik 1



Gambar 8. Variasi subtitusi semen dan *battom ash* Titik 2

e-ISSN 2775-4529
p-ISSN 2775-8613

Dari gambar spifikasi penambahan subtitusi *battom ash* didapat nilai pada pencampuran subtitusi 5% semen + 5%s *battom ash* pada titik 1 dengan nilai rata-rata *CBR* 6,66% dan titik 2 nilai rata-rata *CBR* 5,53%, pencampuran subtitusi 5% semen + 10% *bottom ash* pada titik 1 dengan nilai rata-rata *CBR* 5,78% dan titik 2 nilai rata-rata *CBR* 4,74%, pencampuran subtitusi 5% semen + 15% *bottom ash* pada titik 1 nilai rata-rata *CBR* 8,76% dan titik 2 nilai rata-rata *CBR* 8,03%.

KESIMPULAN

Sumber benda uji uji berasal dari desa Moncong loe bulu, Kab Maros, didapatkan hasil untuk Uji Kadar Air pada titik I dengan nilai rata-rata 32,87%, dan titik II dengan nilai rata-rata 34,42% Pengujian Berat Jenis pada titik I nilai rata-rata 2,59 gr/cm^3 dan titik II nilai rata-rata 2,62% gr/cm^3 tersebut menunjukan bahwa tanah ini tergolong dalam tanah lempung organik, Pengujian Batas-batas *Atterberg* yang terdiri dari Batas Plastis pada titik I dengan nilai 23,64%, dan titik II dengan nilai rata-rata 22,79 Batas Cair pada titik I 39,58%, dan titik II 41,66% Indeks Plastisitasnya pada titik I 18,94% dan titik II 18,87 hal ini merupakan tanah yang sifat plastisitas sedang kohesif. Juga pada pemeriksaan Gradasi Analisa Saringan didapatkan nilai persen lolos saringan No.200 yang terjadi pada titik I 92,902% dan titik II 92,626%. Berdasarkan hasil klasifikasi tanah menurut *AASHTO* tanah di klasifikasikan kedalam kelompok A-7-5 dengan tipe material yang paling dominan yaitu tanah berlempung. Berdasarkan uji *California Bearing Rasio* pengaruh subtitusi terhadap semen dan *battom Ash* terhadap daya dukung tanah mengalami kenaikan tertinggi pada subtitusi semen 5% dan semen 5% + *battom ash 15*% dari tanah asli dan mengalami penurunan pada subtitusi semen 5% + *Bottom ash* 5% dan semen 5% + *Bottom ash* 10% . Di karenakan sifat pengikat semen dan *battom ash* saling mengalami penurunan ketika jumlahnya hampir sama dan juga di sebabkan penyerapan air dari *bottom ash* terhadap tanah kurang. Untuk observasi berikutnya disarankan untuk mencoba variasi subtitusi Semen dan *Bottom Ash* pada *CBR Soaked* (*CBR* rendaman) agar didapat hasil nilai subtitusi yang maksimum

REFERENSI

[1] K. Umam, "Analisa Nilai Cbr *Soaked* Dan *Unsoaked* Untuk Lapisan Subgrade Pada Tanah Merah Ngeling Jepara," *RiCE*, vol. 5, no. 1, Apr. 2021, doi: 10.31002/rice.v5i1.3660.

[2] P. S. Linga, I. L. K. Wong, and E. B. Fitrian, "Analisis Hasil Pengujian *California Bearing Ratio* Penambahan Slag Nikel Pada Tanah Lempung," *pcej*, vol. 4, no. 4, pp. 564–570, Dec. 2022, doi: 10.52722/pcej.v4i4.539.

[3] I. Lakawa, "Korelasi Nilai CBR Dengan kepadatan Lapangan Subbase Course," *SCIEJ*, vol. 2, no. 2, pp. 74–80, doi: https://doi.org/10.54297/sciej.v2i2.193.

[4] A. Waruwu, F. Gea, J. Y. A. Hia, E. M. Waruwu, and M. Zega, "Pengaruh Model Perkuatan Bambu Terhadap Nilai CBR Tanah Lempung Lunak" *JITS*, vol. 20, no. 2, p. 131, May 2022, doi: 10.12962/j2579-891X.v20i2.9059.

[5] L. Z. Karurukan, I. L. K. Wong, and P. Sangle, "Pengaruh Penambahan Ampas Kopi pada Tanah Lempung Terhadap Daya Dukung Tanah," *pcej*, vol. 4, no. 3, pp. 375–382, Oct. 2022, doi: 10.52722/pcej.v4i3.501.

[6] D. M. Pangadongan, R. Rachman, and I. L. K. Wong, "Pengaruh Penambahan Bubuk Gypsum Pada Tanah Lempung Terhadap Uji California Bearing Ratio (CBR)," *pcej*, vol. 2, no. 4, pp. 263–272, Jan. 2021, doi: 10.52722/pcej.v2i4.188.

[7] A. Asyifa and S. Umam, "Pengaruh Substitusi Abu Batu (Quarry Dust) Pada Nilai CBR Laboratorium Untuk Stabilitas Subgrade Timbunan," *semesta teknika*, vol. 19, no. 1, pp. 75–79, 2016, doi: https://doi.org/10.18196/st.v19i1.1830.

[8] Rama Indera Kusumaa, "Stabilisasi Tanah Dengan Penambahan Arang Kayu Terhadap Nilai Daya Dukung CBR," *inersia*, vol. 18, no. 1, pp. 72–82, doi: https://doi.org/10.21831/inersia.v18i1.

e-ISSN 2775-4529
p-ISSN 2775-8613

[9] M. Ludfian and D. E. Wibowo, "Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Campuran Limbah Abu Sekam Padi Dan Pasir Dengan Metode Pemadatan Laboratorium," *inersia*, vol. 13, no. 1, Jun. 2017, doi: 10.21831/inersia.v13i1.14600.

[10] D. E. Wibowo and H. W. Rahmadianto, "Usaha Peningkatan Daya Dukung Tanah Lempung Menggunakan Layer Krikil, Anyaman Bambu dan Kombinasi Kolom-Layer Pasir," *INERSIA lnformasi dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil dan Arsitektur*, no. 1, 2021, doi: https://doi.org/10.21831/inersia.v17i1.40629.