

Pengaruh Penambahan Ampas Kopi pada Tanah Lempung Terhadap Daya Dukung Tanah

Leonard Zeth Karurukan*¹, Irwan Lie Keng Wong*², Pebrinar Riani Sangle³

*¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia zhetjr.67@gmail.com

*^{2,3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia Irwanliekengwong@gmail.com*² dan pebrinar_sangle@ukipaulus.ac.id*³

Corresponding Author: pebrinar_sangle@ukipaulus.ac.id

Abstrak

Tanah lempung merupakan suatu tanah dengan kandungan mineral berpartikel tertentu dimana didalamnya terdapat partikel pasir atau lanau juga terdapat bahan organik yang menjadi bahan penyusunnya. Jenis tanah ini bersifat kurang baik dalam hal daya dukung tanah dimana kondisi tanah tersebut tidak memungkinkan untuk dibangun konstruksi jalan raya di atasnya. Perlu dilakukan upaya untuk memperbaiki kondisi tanah tersebut guna meningkatkan daya dukungnya dan stabilisasi tanah menjadi salah satu pilihan dalam meningkatkan daya dukung tanah. Sampel tanah diambil dari desa Lambanan, Kecamatan Mamasa, Kabupaten Mamasa kemudian contoh tanah asli dicampurkan dengan ampas kopi pada variasi 5%, 10%, dan 15%. Adapun percobaan yang dilakukan di laboratorium adalah kadar air tanah, batas *Atterberg*, berat jenis tanah, pemadatan tanah dan CBR. Pada pengujian CBR menunjukkan adanya peningkatan nilai persentase CBR. Perubahan daya dukung tanah terjadi pada penambahan 10% ampas kopi yaitu dari 1,73% sebelum penambahan naik menjadi 3,8% terdapat nilai kenaikan CBR sebesar 1,33%. Pada penambahan ampas kopi 15% nilai CBR menjadi 4,415% terdapat nilai kenaikan CBR sebesar 1,708%. Pada penelitian ini terlihat bahwa penambahan ampas kopi pada tanah lempung dapat menaikkan nilai angka CBR dan daya dukung tanah.

Kata kunci: ampas kopi, lempung, CBR *unsoaked*, daya dukung

Abstract

Clay soils contain a soil with a certain particle mineral content where there are sand or silt particles, there is also organic matter that is the material for sussunnyz. This type of soil is poor in terms of soil carrying capacity where the condition of the soil does not allow for road construction to be built on it. It is necessary to make efforts to improve the condition of the soil in order to increase its carrying capacity and soil stabilization is one of the options in increasing the carrying capacity of the soil. Soil samples were taken from Lambanan village, Mamasa District, Mamasa Regency and then the original soil contch was mixed with coffee grounds at variations of 5%, 10%, and 15%. The experiments carried out in the laboratory are soil moisture content, Atterberg boundary, soil specific gravity, soil encroachment and CBR. The CBR test showed an increase in the percentage value of CBR. The change in soil carrying capacity occurred in the addition of 10% of coffee grounds, from 1.73% before the addition rose to 3.8% there was an increase in CBR of 1.33%. On the addition of the pulp of the header: 15% CBR value. to 4.415% there was an increase in CBR of 1.708%. In this study, it was seen that the addition of coffee grounds to clay soils can increase the value of the CBR number and soil power

Keywords: coffee grounds, clay, *unsoaked* CBR, carrying capacity

PENDAHULUAN

Sering kita jumpai kondisi tanah dimana nilai daya dukung ada pada kondisi kurang baik sebagai contoh jenis tanah lempung dengan indeks daya dukung yang sangat buruk, dimana kondisi tanah itu tidak memungkinkan untuk dibangun suatu konstruksi jalan raya di atasnya. Diperlukan upaya dalam menaikkan nilai daya dukung tanah tersebut dan salah satu cara yang umum digunakan ialah melakukan stabilisasi tanah. Salah satunya dengan menggunakan ampas kopi yang memiliki kandungan yang terdiri dari C-organik (44,87%), N(1,69%), K(2,49%), Na(0,04%), P(0,18%), dan pH (5,6) dimana terdapat kandungan karbon Organik (C) yang bersifat adsorb atau menyerap fluida, cairan, ataupun gas.[2] Sehingga penanganan tanah yang mengandung kadar air berlebih yang berakibat pada kondisi kembang susut tanah bisa dilakukan dikarenakan sifat adsorb karbon Organik (C) ampas kopi yang dapat menyerap air. Nilai California Bearing Ratio (CBR) menjadi acuan dalam perencanaan perkerasan jalan pada subgrade atau daya dukung tanah, nilai ini menjadi parameter dalam perencanaan lapisan perkerasan jalan dimana semakin tinggi nilai CBR maka tebal lapis perkerasan yang ada diatas *subgrade* akan berkurang. [3]

Beberapa penelitian yang menjai acuan sebelum memulai penelitian ini seperti Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Nilai CBR dan Sifat-sifat Propertis Tanah Lempung, dimana terdapat peningkatan angka CBR pada penambahan pasir sebesar 10% dengan nilai angka CBR yang didapatkan 7,2% dan memenuhi persyaratan bina marga sebagai bahan material *subgrade* masuk kedalam golongan SG6 dengan nilai $\geq 6\%$ [4], Analisis Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri Terhadap Nilai CBR Tanpa Rendaman (UNSOAKED) Tanah Lempung dengan kenaikan angka CBR terbesar 118,12% pada penambahan cangkang kemiri variasi 5%, berdasarkan hasil ini maka kulit kemiri bisa menjadi acuan dalam menaikkan daya dukung tanah.[5], Analisis Tanah Lempung Dengan Abu Cangkang Kemiri Terhadap Nilai CBR Tanpa Rendaman (UNSOAKED) dari hasil uji di laborotorium terhadap nilai CBR diperoleh 6,06% dapat dikategorikan kedalam kualitas tanah sedang, setelah ditambah 3% abu cangkang kemiri nilai cbr tanpa rendaman sebesar 8,80% dapat dikategorikan kedalam kualitas tanah sedang, pada penambahan 6%, 9% dan 12% abu cangkang kemiri semangkin meningkat sebesar 9,39%, 11,65%, dan 13,89% dapat dikatagorikan kedalam kualitas tanah baik.[6], Studi Pengujian California Bearing Ratio Pada Tanah Lempung Dengan Penambahan Abu Cangkang Kemiri, dari hasil pengujian di laborotorium dengan variasi penambahan 0% hingga 9% nilai daya dukung tanah mengalami peningkatan dari 3,56% menjadi 5,47%. [7], Korelasi Antara CBR, PI, dan Kuat Geser Tanah lempung adapun hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa tanah lempung yang dipadatkan akan meningkatkan nilai CBR begitupun dengan kuat gesernya. [8], Pemanfaatan Fly Ash untuk Peningkatan Nilai CBR Tanah Dasar. Terjadi peningkatan nilai CBR tanah dasar dengan memanfaatkan campuran fly ash dengan campuran 10%, 13%, dan 16% pada umur rendaman 14 dan 28 hari.[9], Stabilisasi tanah Lempung dengan bahan Tambah Limbah Marmer dan Bubuk Arang Kayu. Dari hasil pengujian diperoleh nilai CBR optimum yang diperoleh pada presentase tanah asli ditambah 15% limbah marmer dan 15% bubuk arang kayu dengan kenaikan angka CBR 123,16% dari nilai CBR contoh tanah sebelum dicampur dengan bahan tambah dari 9,5% menjadi 21,2%. [10], Pengaruh Penambahan Bubuk Arang Kayu Pada Tanah lempung Terhadap Nilai Indeks Plastisitas dan Nilai CBR, dari pengujian ini diperoleh nilai CBR pada tanah asli sebesar 2,12%. Pada campuran arang kayu variasi 2%, 4%, 6% dengan masa perendaman 3 hari diperoleh angka CBR 3,80%, 4,20%, 4,80%. Pada rendaman 7 malam diperoleh angka CBR 4.70%, 5.80%, dan 7.00. [11] Stabilitas Struktur Tanah Lempung Bersifat *Monmorillonite* Menggunakan Limbah Ampas Kopi". Terjadi peningkatan *index Plastic* menjadi 11,36% setelah diberi campuran variasi 20% terjadi kenaikan berat voluume kering sebesar 10,56 gram/cm³. [12], Pengaruh Penambahan Bubuk Gypsum Pada Tanah Lempung Terhadap Uji California Bearing Ratio (CBR), diperoleh hasil penelitian pada campuran tanah asli dengan 8% bubuk gypsum dengan tanah asli 1 diperoleh 5,67% dan tanah asli 2 diperoleh 4,13%. [13].

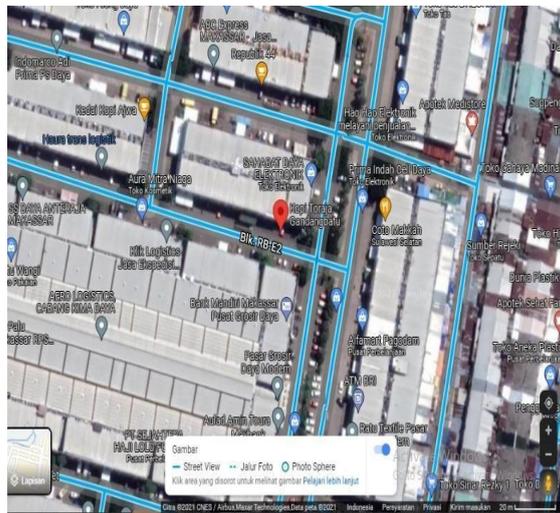
METODOLOGI

1. Lokasi Pengumpulan Sampel

Sampel tanah diambil dari Desa Lambanan, Kecamatan Mamasa, Kabupaten Mamasa yang selanjutnya dibawah ke laborotorium mekanika tanah Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar menggunakan kendaraan roda empat kemudian dilakukan pengujian karakteristik tanah. Adapun bahan tambah ampas kopi diperoleh dari kedai kopi sekitaran Biringromang.



Gambar 1. Lokasi sampel diambil



Gambar 2. Lokasi bahan tambah diambil

2. Persiapan Bahan Tambah

Setelah ampas kopi terkumpul selanjutnya dibersihkan, dikeringkan kemudian disaring untuk mendapatkan gradasi butiran yang diperlukan kemudian ditimbang untuk dibagi menjadi beberapa sampel.

3. Pengujian Sifat Fisik Tanah

Pada pemeriksaan fisik tanah dilakukan dengan memeriksa dua sampel tanah yang diambil dari Desa Lambanan, Kecamatan Mamasa, Kabupaten Mamasa.

4. Rencana Campuran Variasi Tiap Sampel

Adapun rencana campuran variasi dalam pembuatan benda uji sebagai berikut :

Tabel 1. Rencana Campuran Benda Uji CBR

Bahan	Variasi			
	0%	5%	10%	15%
Ampas Kopi	0	250	500	750
Kebutuhan Tanah Asli	5000	5000	5000	5000

Rencana kebutuhan CBR:

Sampel tanah asli = 5000 gr x 8 sampl = 40000 gr

5. Pengujian Sampel

Awal pengujian CBR dimulai dengan pengambilan sampel tanah asli pada dua titik berbeda dari lokasi, lalu digabung bersama Ampas Kopi pada variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% dari volume berat kering tanah. Masing-masing contoh tanah diuji dengan variasi campuran dimana akan didapatkan nilai CBR dari perbandingan beban penetrasi tanah asli.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Hasil dari Penelitian

a. Hasil Pengujian Karakteristik Tanah

Sampel tanah asli yang diperoleh dari lokasi yang kondisi tanahnya kurang baik berada di Desa Lamanan, Kecamatan Mamasa, Kabupaten Mamasa kemudian dilakukan pengujian. Kemudian diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Sampel 1

Pemeriksaan	Nilai
Kadar air (w) %	28,759
Berat Jenis (Gs)	2,62
Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>), %	41,55
Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>), %	28,25
Batas Susut (<i>Shrinkage Limit</i>), %	27,86
Indeks Plastisitas (<i>Plasticity Index</i>), %	13,3
Persen Lolos Saringan No. 200 %	80,206
Gravel G %	0
Sand S %	19,794
Silt M %	60,776
Clay C %	19,43

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan sampel 2

Pemeriksaan	Nilai
Kadar air (w) %	29,489
Berat Jenis (Gs)	2,63
Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>), %	42,42
Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>), %	28,83
Batas Susut (<i>Shrinkage Limit</i>), %	10,67
Indeks Plastisitas (<i>Plasticity Index</i>), %	13,59
Persen Lolos Saringan No. 200 %	80,345
Gravel G %	0
Sand S %	19,655
Silt M %	60,915
Clay C %	19,43

Dari tabel 2 dan Tabel 3 dapat diketahui :

Pengujian kadar air tanah dilakukan dengan mengambil tiga sampel dari dua titik yang berbeda yakni untuk sampel tanah asli 1 yakni 28,759% dan sampel tanah asli 2 yakni 29,489 %. Berdasarkan nilai kadar air rata-rata bisa ditarik suatu kesimpulan bahwa tanah yang berasal dari Desa Lamanan, Kabupaten Mamasa dengan kisaran nilai 25-50% adalah tanah lempung lunak.

Dari hasil uji Berat jenis dengan dua sampel berbeda didapatkan nilai 2,62 pada titik 1 dan pada titik 2 sebesar 2,63 dimana dengan nilai ini bisa diketahui bahwa tanah masuk kedalam golongan tanah lempung organik.

Hasil uji Batas-batas *Atterberg* pada pengujian batas plastis (PL) diperoleh nilai 28,25% pada titik 1 dan pada titik 2 diperoleh 28,83% yang berarti dibutuhkan kadar air sekian untuk berubah dari kondisi semi-padat pada kondisi plastis dengan nilai 28%. Dari pengujian batas cair (LL) diperoleh nilai 41,55% pada titik 1 dan pada titik 2 diperoleh 42,42% yang berarti dibutuhkan kadar air sekian untuk berubah dari kondisi tanah semi-padat pada kondisi tanah plastis dengan nilai 41,55% pada tanah asli 1 dan 42,42% untuk tanah asli 2. Serta didapatkan nilai indeks plastis (IP) sebesar 41,55% untuk tanah asli 1 dan untuk tanah asli 2 dengan nilai 42,42%

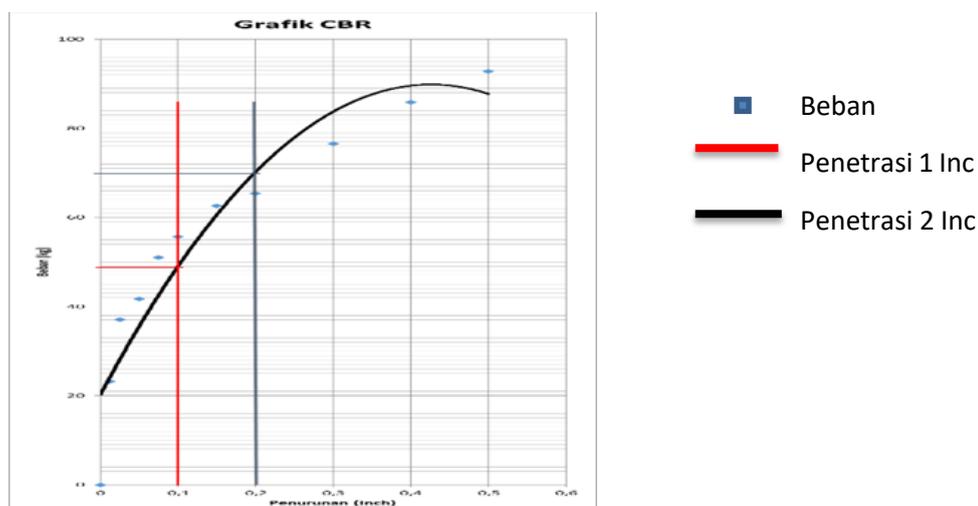
Pada pengujian saringan dan Hidrometer didapatkan nilai yang menunjukkan bahwa tanah dari Desa Lambanan, Kabupaten Mamasa masuk kedalam golongan tanah berbutir halus (Lempung).

b. Hasil Pengujian *California Bearing Ratio* (CBR)

Dari pengujian diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan CBR tanah asli 1

Waktu (Menit)	Penurunan		Pembacaan Arloji	Beban	
	(Inchi)	(Cm)		(kg)	(lb)
0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00
0,15	0,0125	0,32	5	23,198	51,550
0,30	0,025	0,64	8	37,116	82,48
1,00	0,05	1,27	9	41,756	92,790
1,30	0,075	1,91	11	51,035	113,410
2,00	0,1	2,54	12	55,674	123,720
3,00	0,15	3,81	13,5	62,6333	139,185
4,00	0,2	5,08	14,1	65,417	145,371
6,00	0,3	7,62	16,5	76,552	170,115
8,00	0,4	10,16	18,5	85,8308	190,735
10,00	0,5	12,70	20	92,790	206,200

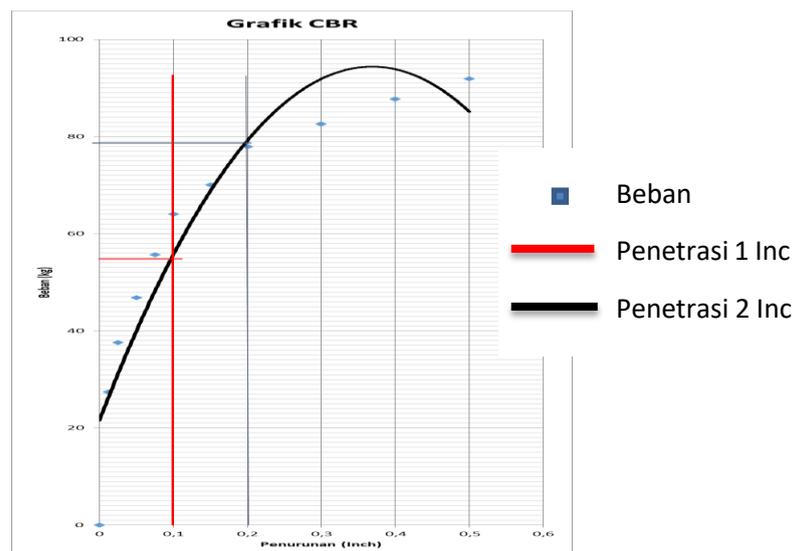


Gambar 3. Grafik CBR Sampel 1

Dari pengujian laboratorium didapatkan angka nilai CBR pada tanah asli dapat diperoleh dengan cara mencari perbandingan antara beban standar CBR untuk penetrasi 0,1 inch dengan beban 70,31kg (1000psi) dengan penetrasi 0,2 inch yang memiliki beban 105,47kg (1500psi). Dari grafik dan perhitungan didapatkan nilai CBR untuk penetrasi 0,1” sebesar 1,63% dan untuk nilai CBR 0,2” didapatkan nilai 1,56% maka dari data ini nilai CBR yang digunakan adalah yang paling tinggi yaitu 1,63%.

Tabel 5. Hasil perhitungan CBR sampel 2

Waktu (Menit)	Penurunan		Pembacaan Arloji	Beban	
	(Inchi)	(Cm)		(kg)	(lb)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,15	0,0125	0,32	5,9	27,373	60,829
0,30	0,025	0,64	8,1	37,58	83,511
1,00	0,05	1,27	10,1	46,859	104,131
1,30	0,075	1,91	12	55,674	123,720
2,00	0,1	2,54	13,8	64,025	142,278
3,00	0,15	3,81	15,1	70,0565	155,681
4,00	0,2	5,08	16,8	77,944	173,208
6,00	0,3	7,62	17,8	82,583	183,518
8,00	0,4	10,16	18,9	87,6866	194,859
10,00	0,5	12,70	19,8	91,862	204,138



Gambar 3. Grafik CBR Sampel 1

Pada tanah asli sampel 2 pengujian laboratorium didapatkan angka nilai CBR diperoleh dengan cara mencari perbandingan antara beban standar CBR untuk penetrasi 0,1 inch dengan beban 70,31kg (1000psi) dengan penetrasi 0,2 inch yang memiliki beban 105,47kg (1500psi). Dari grafik dan perhitungan didapatkan nilai CBR untuk sampel tanah asli 2 pada penetrasi 0,1” sebesar 1,83% dan untuk nilai CBR penetrasi 0,2” didapatkan nilai 1,56% maka dari data ini nilai CBR yang digunakan adalah yang paling tinggi yaitu 1,83% untuk nilai CBR sampel tanah asli titik 2.

c. Hasil Pengujian CBR dengan penambahan Ampas Kopi

Adapun hasil dari pengujian yang dicampur dengan ampas kopi metode CBR *unsoaked* pada variasi ampas kopi variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% mengalami peningkatan, pada CBR tanpa rendaman (*Unsoaked*). Dari hasil pengujian didapatkan sampel tanah untuk nilai CBR variasi 0% sebesar

1,73%, presentase kenaikan daya dukung tanah setelah penambahan ampas kopi pada variasi 5% dengan nilai 2,20% terdapat kenaikan nilai CBR sebesar 0,349%. Pada variasi 10% dengan nilai 3,80% terdapat kenaikan nilai CBR sebesar 1,33%. Kemudian pada penambahan ampas kopi variasi 15% dengan nilai 4,415% terdapat kenaikan nilai CBR sebesar 1,708%. Dari hasil ini dapat dilihat bahwa penambahan ampas kopi pada tanah asli bisa menaikkan nilai angka CBR dari tanah tersebut.

KESIMPULAN

1. Hasil pengujian sifat fisik tanah pada Desa Lambanan, Kecamatan Mamasa, Kabupaten Mamasa diperoleh data berikut:
 - a) Pengujian kadar air tanah pada sampel tanah asli 1 diperoleh nilai 28,759% adapun untuk sampel tanah asli 2 diperoleh nilai 29,489%.
 - b) Hasil uji berat jenis tanah sampel tanah asli 1 diperoleh nilai 2,62 adapun untuk sampel tanah asli 2 diperoleh nilai 2,63. Bila melihat pada angka yang diperoleh maka bisa disimpulkan bahwa tanah ini masuk kedalam golongan tanah lempung organik.
 - c) Untuk pengujian batas *atterberg*, pada contoh tanah asli 1 *liquid limit* diperoleh hasil 41,55%, *plastic limit* sebesar 28,25%, *shirinkage limit* sebesar 27,86% dan nilai pada *indeks plastis* 13,3% untuk contoh tanah asli 2 *liquid limit* diperoleh hasil 42,42%, *plastic limit* sebesar 28,83% , *shirinkage limit* sebesar 10,67% dan nilai pada *indeks plastis* 13,59%.
2. Contoh tanah dari dari Desa Lambanan, Kecamatan Mamasa, Kabupaten Mamasa dari hasil pengujian di laborotorium masuk kedalam kelompok tanah lempung berlanau, adapun dari hasil uji batas *atterberg* contoh tanah mempunyai sifat pengembangan kategori sedang dengan plastisita rendah.
3. Pada pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) kedua contoh tanah menunjukkan terjadi kenaikan nilai angka CBR untuk setiap penambahan campuran Ampas Kopi, berdasarkan hasil ini penambahan campuran ampas kopi yang lebih tinggi tidak menutup kemungkinan akan meningkat nilai CBR juga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Das, B. M.. Mekanika Tanah. (Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis). Jilid I Penerbit Erlangga, Jakarta. 1993
- [2] Caetano, N.. “Valorization of Coffee Grounds for Biodisel Production” Chemical Engineering Transaction 2012
- [3] Hardiyatmo, H. C.. Mekanika Tanah I. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama. 1992
- [4] Sulpisisus, J.. “Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Nilai CBR dan Sifat-sifat Propertis Tanah Lempung” dalam Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil. Jember: Universitas Muhammadiyah Jember. 2019
- [5] Farezha, F.. “Analisis Pengaruh Penambahan Kemiri Terhadap Kepadatan Tanah Lempung Desah Limpok Kecamatan Darussalam” dalam Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh. 2017
- [6] Gaudensius N. Pait, , Stabilitas Tanah, Malang. 2013
- [7] Dian,A.P.. “Studi Pengujian California Bearing Ratio Pada Tanah Lempung Dengan Penambahan Abu Cangkang Kemiri” dalam Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil . Makassar : Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar. 2021
- [8] Purnomo, M.. “Korelasi Antara CBR, PI, dan Kuat Geser Tanah Lempung” dalam Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil. Semarang : Universitas Negeri Semarang. 2011

- [9] Apriyanti, Y., Hambali, R.. “Pemanfaatan Fly Ash untuk Peningkatan Nilai CBR Tanah Dasar” dalam Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil. Bangka Belitung : Universitas Bangka Belitung. 2014
- [10] Tiorivaldi.. “Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Tambah Limbah Marmer Dan Bubuk Arang Kayu (Studi Kasus Kecamatan Tegalrejo, Kabupaten Magelang) ” dalam Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil. Magelang : Universitas Tidar Magelang 2020.
- [11] Pahrida, A. Gandi, S. Sarie, F.. “Pengaruh Penambahan Bubuk Arang Kayu Pada Tanah lempung Terhadap Nilai Indeks Plastisitas dan Nilai CBR,” dalam Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil. Palangka Raya: Universitas Palangka Raya. 2021
- [12] Mussadex.. “Analisis Tanah Lempung Dengan Abu Cangkang Kemirir Terhadap Nilai CBR Tanpa Rendaman (UNSOAKED)” dalam Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh. 2019
- [13] Novita, I. “Analisis Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri Terhadap Nilai Koefisien Permeabilitas Tanah Lempung Desa Limpok Kecamatan Darussalam” dalam Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh. 2017.
- [14] Pratikso.. Mekanika Tanah I. Teknik Sipil. Universitas Islam Sultang Agung, Semarang 2008
- [15] D. M. Pangadongan, R. Rachman, dan I. L. K. Wong, “Pengaruh Penambahan Bubuk Gypsum Pada Tanah Lempung Terhadap Uji California Bearing Ratio (CBR),” Paulus Civ. Eng. J., vol. 2, no. 4, hlm. 263–272, 2020.
- [16] C. A. Makupiola, R. Rachman, dan I. L. K. Wong, “Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Kelapa Sawit pada Tanah Lempung dengan Uji Direct Shear,” Paulus Civ. Eng. J., vol. 3, no. 2, Art. no. 2, 2021, doi: 10.52722/pcej.v3i2.256
- [17] Santoso, Hadi . Cahyo, Yosef . Ridwan , Ahmad.. Penelitian Stabilitas Struktur Tanah Lempung Bersifat Monmorillonite Menggunkan Limbah Ampas Kopi. Universitas Kadiri 2020
- [18] Syahputra, W. “Analisis Pengaruh Penambahan Cangkang Kemiri Terhadap Nilai CBR Terendam (SOAKED) Tanah Lempung Desa Limpok Kecamatan Darussalam” dalam Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil. Banda Aceh: Universitas Syiah Kuala Darussalam Banda Aceh. 2018