

Pengaruh Penambahan Limbah Ampas Kopi Terhadap Koefisien Permeabilitas Tanah dan Piping

Yulis Hendrita Triana ^{*1}, Irwan Lie Keng Wong ^{*2}, Benyamin Tanan ^{*3}

^{*1} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia yulistriana10@gmail.com

^{*2,3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia Irwanliekengwong@gmail.com^{*2} dan nyamintan2002@yahoo.com^{*3}

Corresponding Author: yulistriana10@gmail.com

Abstrak

Tanah lempung adalah tanah yang memiliki partikel-partikel mineral tertentu dimana didalamnya terdapat partikel lanau maupun pasir dan mungkin juga terdapat campuran bahan organik. Jenis tanah ini memiliki daya dukung tanah yang kurang baik dimana kondisi tanah tersebut tidak memungkinkan untuk dibangun konstruksi jalan raya diatasnya. Perlu dilakukan upaya untuk memperbaiki kondisi tanah tersebut dan salah satu cara paling umum digunakan adalah melakukan stabilisasi tanah tersebut dan tanah diambil di Desa Lambanan, Kecamatan Mamasa, Kabupaten Mamasa, Sulawesi Barat kemudian sampel tanah dicampur dengan ampas kopi dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15%. Pengujian yang dilakukan yaitu kadar air tanah, berat jenis tanah, batas-batas *atterberg*, permeabilitas dan uji piping. Pada pengujian permeabilitas menunjukkan adanya penurunan nilai persentase permeabilitas dan pada pengujian piping terjadi peningkatan nilai persentase pipingnya. Pada penelitian ini terlihat bahwa penambahan limbah ampas kopi pada tanah lempung dapat menurunkan nilai koefisien permeabilitas dan meningkatkan nilai konsentrasi piping.

Kata kunci : tanah lempung, ampas kopi, permeabilitas tanah, dan piping.

Abstract

Clay soil is soil that has certain mineral particles in which there are particles of silt and sand and there may also be a mixture of organic matter. This type of soil has a poor soil carrying capacity where the condition of the soil does not allow for a highway construction to be built on it. Efforts need to be made to improve the condition of the soil and one of the most commonly used ways is to stabilize the soil and the soil is taken in Lambanan Village, Mamasa District, Mamasa Regency, West Sulawesi then soil samples are mixed with coffee grounds with variations of 0%, 5%, 10%, 15%. The tests carried out are soil moisture content, soil specific gravity, *atterberg* boundaries, permeability and piping tests. In permeability testing, there is a decrease in the percentage value of permeability and in piping testing there is an increase in the percentage value of piping. In this study, it was seen that the addition of waste pulp.

Keywords: loamy soil, coffee grounds, soil permeability, and piping.

PENDAHULUAN

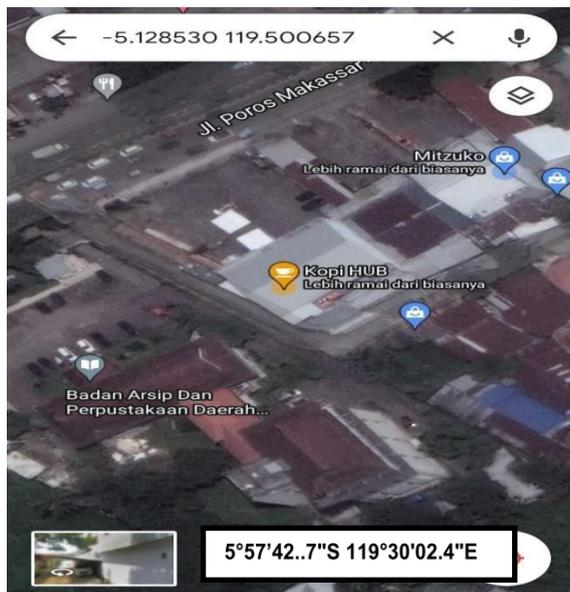
Dalam pandangan teknik sipil tanah adalah bahan organik, mineral dan endapan-endapan yang relative lepas (*loose*) yang terletak di atas batu dasar (*bedrock*). Semua konstruksi direkayasa untuk bertumpu pada tanah yang berfungsi sebagai penyaluran untuk menerima beban dari konstruksi bangunan diatasnya. Tanah juga berperan sangat penting sebagai pondasi dari suatu konstruksi bangunan [1]. Tanah diklasifikasikan menjadi 2 bagian yaitu tanah kohesif dan tanah non kohesif yang bisa disebut dengan tanah berbutir

halus dan berbutir kasar. Tanah yang akan dimanfaatkan untuk pekerjaan bidang ketekniksipil memiliki beberapa tolak ukur, bahwasanya mampu mencapai indeks plastis < 17 % karena sifat tanah mudah meresap air, tanah dengan IP >17% dikelompokkan sebagai tanah lempung [2], Permeabilitas tanah merupakan ukuran kemampuan tanah untuk menyalurkan air melalui pori-porinya. Sifat ini perlu diketahui terutama dalam bangunan bendungan tanah dan masalah-masalah drainase [3], Koefisien permeabilitas tanah digunakan untuk menghitung besarnya rembesan pada konstruksi bangunan sipil seperti saluran irigasi, bendungan, sumur resapan, tanggul tanah, dan bangunan lainnya. Dalam hal ini percobaan dilakukan dengan menggunakan metode *falling head test* [4]. Piping sendiri juga merupakan jalur perpipaan yang menghubungkan antara line dalam satu tempat ke tempat lainnya. Bila kecepatan aliran membesar akibat dari pengurangan tahanan aliran yang berangsur-angsur turun, akan terjadi erosi butiran yang lebih besar lagi, sehingga membentuk pipa-pipa di dalam tanah yang dapat mengakibatkan keruntuhan pada bendungan [5], Sebelum penelitian ini dilakukan, ada beberapa penelitian penggunaan limbah ampas kopi yaitu Analisis Permeabilitas Menggunakan Metode *Falling Head* Pada Tanah Dengan Penambahan Abu Serabut Kelapa. Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan diperoleh nilai koefisien permeabilitas (k) untuk campuran limbah ampas kopi 5% titik 1-3 yaitu $8,658 \times 10^{-4}$, $6,403 \times 10^{-4}$, $1,174 \times 10^{-3}$, untuk campuran 10 % titik 1-3 yaitu $4,460 \times 10^{-4}$, $2,876 \times 10^{-4}$, $6,943 \times 10^{-3}$, untuk campuran 15 % titik 1-3 yaitu $3,161 \times 10^{-4}$, $2,536 \times 10^{-4}$, $5,893 \times 10^{-4}$ [6]. Pengaruh Penambahan Pasir Sungai Terhadap Permeabilitas Tanah Lempung, dari hasil penelitian ini proporsi rancangan campuran pasir sungai untuk pengujian permeabilitas tanah sebesar 0 %, 5 % 10 % 15 %. Hasil penelitian menunjukkan dari ketiga sampel penambahan 15 % pasir sungai terjadi peningkatan koefisien permeabilitas dari sampel 1 sebesar 35,693 %, sampel 231,352 %, sampel 330,377% [7]. Analisa Permeabilitas Tanah Lempung Menggunakan Bahan Campuran Abu Sekam Padi, penelitian ini menggunakan 3 komposisi, yaitu 20 %, 25 % dan 30 %. Kesimpulannya menunjukkan apabila tanah campuran abu sekam padi pada campuran 30 % memiliki nilai permeabilitas yang kecil dari pada tanah tanpa campuran [8], Pengaruh Abu Ampas Kopi Terhadap Kuat Tekan, Porositas Sebagai Pengganti Semen Pada Pembuatan Beton . Penelitian ini bertujuan menentukan bagaimana pengaruh ampas kopi sebagai bahan pengganti semen sebesar 5 %, 10 %, 15 % dan 20 % dengan waktu selama 28 hari sehingga dapat diamati perubahan yang terjadi pada beton yang di uji di Laboratorium Politeknik Negeri Medan [9], Analisis Rembesan Pada Perencanaan Pembangunan Bendungan Logung Kabupaten Kudus, Jawa Tengah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui debit air bendungan yang merembes melewati as bendungan pada keadaan muka air normal dan banjir, serta mengetahui nilai faktor keamanan bendungan dari bahaya piping [10].

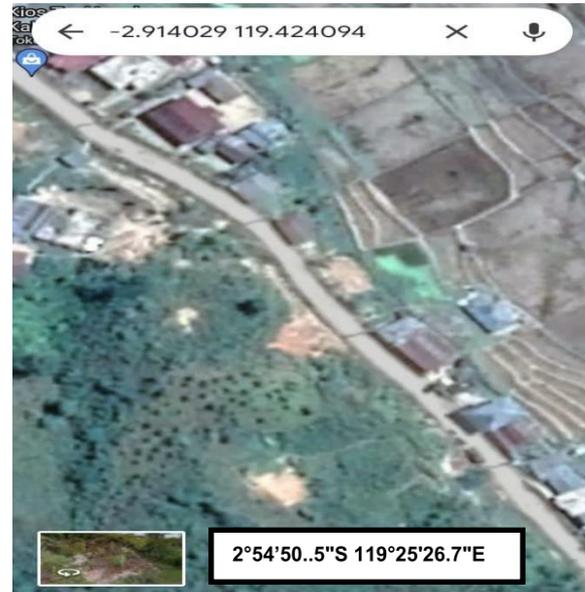
METODOLOGI

1. Lokasi pengambilan

Bahan tambah yang digunakan adalah limbah ampas kopi yang diambil di Warung Kopi sekitaran perintis Makassar, Sulawesi Selatan. Lokasi pengambilan sampel di Lambanan, Kec. Mamasa, Kab. Mamasa Sulawesi Barat, sampel diambil menggunakan kendaraan umum. Alat yang gunakan adalah linggis dan sekop yang digunakan untuk menggali tanah sedalam 30 cm, tanah diambil pada 2 titik yang berbeda dengan jarak ± 30 cm antar titik, Pada kedalaman tersebut tanah diambil sebanyak ± 10 kg. Kantong plastik dan karung digunakan sebagai wadah sementara, setelah itu sampel di bawa ke laboratorium untuk pengujian.



Gambar 1. Lokasi pengambilan bahan tambah



Gambar 2. Lokasi pengambilan sampel tanah

2. Persiapan Bahan Tambah

Ampas Kopi yang masih basah di bersihkan kemudian di jemur sampai kering setelah itu di tumbuk, kemudian dilakukan penyaringan dengan menggunakan saringan No.200.

3. Pengujian Karakteristik Tanah

Pemeriksaan karakteristik tanah dilakukan pengujian dengan dua sampel tanah yang diambil dari Desa Lambanan, Kecamatan Mamasa, Kabupaten Mamasa.

4. Pengujian Sampel

Pengujian permeabilitas tanah dilakukan dengan menggunakan metode *Falling Head* membutuhkan sampel tanah asli yang dicampur dengan limbah ampas kopi. Penambahan limbah ampas kopi dilakukan dengan variasi 0%, 5%, 10%, 15%. Sedangkan pada pengujian piping dilakukan dengan pengujian menggunakan metode *Constant Head* dengan penambahan limbah ampas kopi pada variasi 0% dan 15 %.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

a. Hasil Pengujian Sifat Fisis Tanah

Tanah yang diuji adalah tanah yang terganggu atau tanah longsor yang berada di Lambanan, Kecamatan Mamasa Kabupaten Mamasa. Setelah semua sampel disiapkan mulai dilakukan pengujian sifat fisis tanah. Hasilnya dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 1. Rekapitulasi hasil pengujian sifat fisis tanah

No	Pemeriksaan	Nilai		
		Titik 1	Titik 2	Rata- Rata
1	Kadar Air %	28,75	29,48	29,11
2	Berat Jenis gr/cm ³	2,62	2,63	2,62
3	Batas-batas Atterberg			
	Batas Cair (Liquid Limit) %	41,55	41,91	41,73
	Batas Plastis (Plastic Limit) %	28,25	28,83	28,54
	Batas Susut (Shrinkage Limit) %	27,89	10,67	19,28
	Indeks Plastisitas %	13,03	13,59	13,31
4	Gradasi			
	Persen lolos saringan No.200 %	80,20	80,34	80,27
	Kerikil (G) %	0	0	0
	Pasir (S) %	19,79	19,65	19,72
	Lanau (S) %	60,77	60,91	60,84
	Lempung (C) %	19,43	19,43	19,43

Dari hasil pengujian pada tabel hasil pengujian untuk pengujian kadar air diperoleh nilai rata-rata yaitu 29,12%, pengujian berat jenis nilai rata-rata 2,62 gr/cm³ dimana nilai tersebut menunjukkan bahwa tanah dari Desa Lambanan, Kecamatan Mamasa, Kabupaten Mamasa tergolong dalam tanah lempung organik, pengujian batas-batas Atterberg yang terdiri dari batas cair dengan nilai rata-rata 28,54%, batas plastis 41,98%, dan indeks plastisnya diperoleh nilai rata-rata 13,44% dan merupakan tanah yang bersifat plastis sedang kohesif. Sedangkan pengujian gradasi analisa saringan diperoleh persen lolos saringan nomor 200 yaitu 80,27%, dan pada pengujian *Hydrometer* diperoleh nilai tanah yang tergolong pasir dengan nilai 19,72% dan lanau 60,84%. Dari tabel USCS didapatkan klasifikasi tanah masuk dalam klasifikasi lempung organik dan lempung lanau organik. AASHTO mengklasifikasikan tanah ini sebagai material tanah lempung masuk kedalam kelompok A-7-6.

b. Hasil Pengujian Permeabilitas Tanah

Pengujian permeabilitas tanah dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Kampus Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar. Secara analisis, nilai untuk koefisien permeabilitas diperoleh dari persamaan yang dihasilkan, yaitu:

Sampel tanah titik 1.

Kadar bahan tambah 0%

Diketahui :

$$\text{Ketinggian pada saat } t = 0 \text{ (} h_1 \text{)} = 83,000 \text{ cm}$$

$$\text{Ketinggian pada saat } t \text{ diperhitungkan (} h_2 \text{)} = 68,000 \text{ cm}$$

$$\text{Luas penampang sampel tanah (} A \text{)} = \frac{1}{4} \times \pi d^2 = \frac{1}{4} \times \pi (6,4)^2 = 32,154 \text{ cm}^2$$

$$\text{Luas buret (} a \text{)} = \frac{1}{4} \times \pi d^2 = \frac{1}{4} \times \pi (1,6)^2 = 2,010 \text{ cm}^2$$

$$\text{Tinggi sampel tanah (} L \text{)} = 17,000 \text{ cm}$$

$$\text{Waktu pengaliran (} t_1 \text{)} = 108,000 \text{ detik}$$

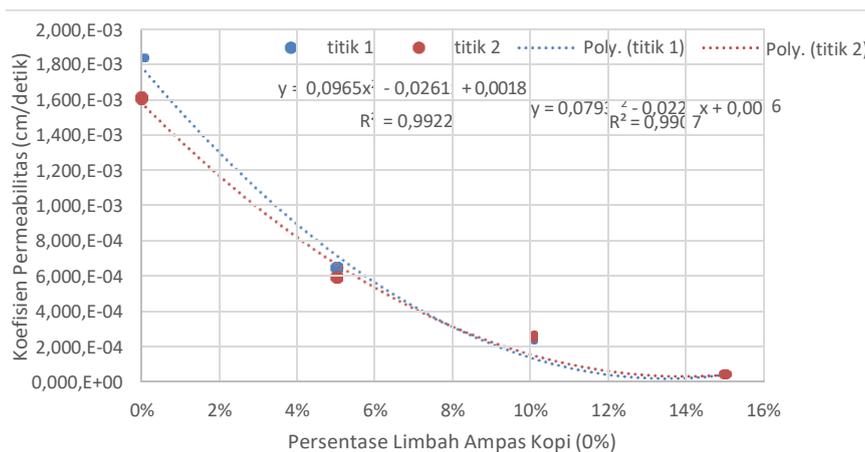
Penyelesaian :

$$k = 2,303 \frac{aL}{At} \log \frac{h_1}{h_2} \quad k = 2,303 \frac{2,010 \times 17,000}{32,154 \times 108,000} \log \frac{83,000}{68,000}$$

$$k = 1,961 \times 10^{-3} \text{ cm/detik}$$

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengujian Permeabilitas

Variasi	Hasil Pemeriksaan (cm/dtk)		Satuan
	Titik 1	Titik 2	
0%	$1,817 \times 10^{-3}$	$1,612 \times 10^{-3}$	cm/detik
5%	$6,449 \times 10^{-4}$	$5,984 \times 10^{-4}$	cm/detik
10%	$2,294 \times 10^{-4}$	$2,434 \times 10^{-4}$	cm/detik
15%	$2,260 \times 10^{-5}$	$2,324 \times 10^{-5}$	cm/detik



Gambar 3. Limbah Ampas Kopi (0%) Versus Koefisien Permeabilitas (cm/detik)

Berdasarkan grafik diatas pada titik 1 dan titik 2, penambahan limbah ampas kopi dengan tanah menunjukkan nilai koefisien permeabilitas berbanding lurus dengan persentase ampas kopi. Dapat dilihat pada tabel 2 waktu yang dibutuhkan air pada setiap persentase penambahan ampas kopi mengalami perlambatan saat persentase 0 % s/d 15 %. Pada hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pada penambahan variasi 15% terjadi kenaikan permeabilitas dan tidak terjadi batas optimum hal ini disebabkan karena semakin banyak penambahan pasir maka rongga-rongga di dalam tanah akan semakin besar.

C. Hasil Pengujian Piping

Diketahui

Beda Tinggi Permukaan Air	Δh	$= h_1 - h_2 = 247 - 76 = 171 \text{ cm}$
Diameter dalam Tabung	D	$= 6,4 \text{ cm}$
Tinggi Tanah dalam Tabung	L	$= 17 \text{ cm}$
Berat Air Sebelum	W	$= 198,99 \text{ g}$
Berat Air Setelah	W_1	$= 199,18 \text{ g}$
Volume Air	V	$= 200 \text{ ml}$
Waktu	t	$= 4508 \text{ det}$
Debit	Q	$= \frac{v}{t} = \frac{200}{4508} = 0,044 \text{ ml/det} = 4,4 \times 10^{-5} \text{ L/det}$
Berat Sedimen (0%)	W_s	$= W_1 - W_2 = 199,18 \text{ gr} - 198,99 \text{ gr} = 0,19 \text{ mg}$
Konsentrasi Piping	C	$= \frac{0,19}{200} = 0,00095 \text{ mg/ml} = 0,95 \text{ mg/L}$
Debit Sedimen	Q_s	$= Q \times C = (4,4 \times 10^{-5}) 0,95 = 4,21 \times 10^{-5} \text{ mg/det}$ $= 3,63 \times 10^{-3} \text{ gr/hari}$

Tabel 3. Hasil Pengujian Piping Titik 1 Variasi 0%

TITIK I											
NO	Sampel			0%							
	Luas (A)	Tinggi (l)	(h)	Gradient Hidrolik	(V)	(t)	(Q)	W	W1	Ws	C
	(cm)	(cm)	(cm)	(i)	(ml)	(detik)	(cm^3/det)	(g)	(g)	(mg)	(mg/L)
1	32.15	17	200	10.058	200	4508	4.4×10^{-2}	198.99	199.18	0.19	0.00095
2	32.15	17	200	10.058	200	7725	2.6×10^{-2}	198.99	199.23	0.24	0.00120
3	32.15	17	200	10.058	200	8410	2.4×10^{-2}	198.99	199.25	0.26	0.00130

Tabel 4. Hasil Pengujian Piping Titik 2 Variasi 0%

TITIK II											
No	Sampel			0%							
	Luas (A)	Tinggi (L)	(h)	Gradient Hidrolik	(V)	(t)	(Q)	W	W1	Ws	C
	(cm)	(cm)	(cm)	(i)	(ml)	(detik)	(cm^3/det)	(g)	(g)	(mg)	(mg/L)
1	32.15	17	200	10.058	200	8226	2.4×10^{-2}	198.99	199.06	0.07	0.00035
2	32.15	17	200	10.058	200	8735	2.3×10^{-2}	198.99	199.10	0.11	0.00055
3	32.15	17	200	10.058	200	8945	2.2×10^{-2}	198.99	199.12	0.13	0.00065

Tabel 5. Hasil Pengujian Piping Titik 1 Variasi 15%

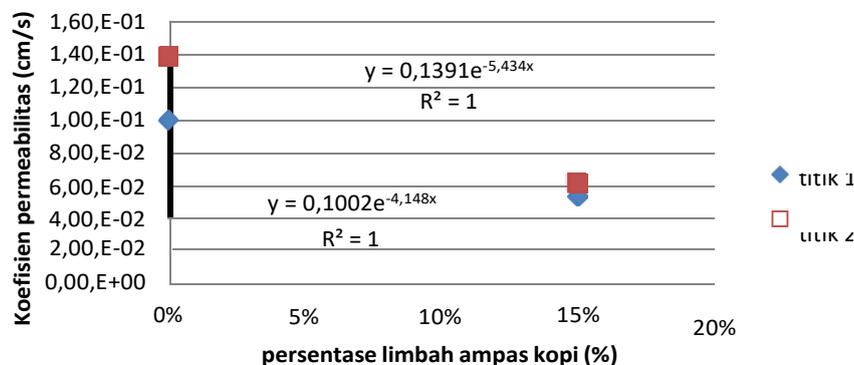
TITIK I											
NO	Sampel			15%							
	Luas (A)	Tinggi (L)	(h)	Gradient Hidrolik	(V)	(t)	(Q)	W	W1	Ws	C
	(cm)	(cm)	(cm)	(i)	(ml)	(detik)	(cm^3/det)	(g)	(g)	(mg)	(mg/L)
1	32.15	17	200	10.058	200	11633	1.7×10^{-2}	198.99	207.41	8.42	0.04210
2	32.15	17	200	10.058	200	11858	1.7×10^{-2}	198.99	211.15	12.16	0.06080
3	32.15	17	200	10.058	200	12185	1.6×10^{-2}	198.99	215.75	16.76	0.08380

Tabel 6. Hasil Perhitungan Piping Titik 2 Variasi 15 %

TITIK II											
No	Sampel			15%							
	Luas (A)	Tinggi (L)	(h)	Gradient Hidrolik	(V)	(t)	(Q)	W	W1	Ws	C
	(cm)	(cm)	(cm)	(i)	(ml)	(detik)	(cm^3/det)	(g)	(g)	(mg)	(mg/L)
1	32.15	17	200	10.058	200	9995	2.0×10^{-2}	198.99	210.35	11.36	0.05680
2	32.15	17	200	10.058	200	10220	2.0×10^{-2}	198.99	213.79	14.80	0.07400
3	32.15	17	200	10.058	200	9195	2.2×10^{-2}	198.99	217.25	18.26	0.09130

Dari tabel 3 – 6 dapat diketahui bahwa pada Pengujian Piping dilakukan dengan menggunakan metode *Constant Head*, dimana pada variasi 0 % tanpa beban tambah memiliki nilai konsentrasi piping lebih kecil. Pada variasi 15% dengan beban tambah meningkatkan nilai konsentrasi pada piping dengan penambahan limbah ampas kopi yang diikuti dengan kenaikan permeabilitas yang dapat dilihat pada grafik dibawah ini.

Koefisien Permeabilitas *versus* Persentase limbah ampas kopi



Gambar 4. Koefisien Permeabilitas (cm/detik) *Versus* Persentase Limbah Ampas Kopi (0%)

Berdasarkan grafik di atas pada titik 1 dan titik 2 dapat diketahui bahwa pengaruh penambahan ampas kopi terhadap piping pada variasi 15% dapat meningkatkan nilai konsentrasi piping. Pada hasil penelitian juga menunjukkan bahwa dengan melakukan penambahan ampas terhadap piping pada variasi 15% maka terjadi peningkatan nilai konsentrasi piping yang diikuti dengan kenaikan permeabilitas.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil uji sifat fisis tanah dapat diketahui nilai kadar air rata-rata yang diperoleh yaitu 29,11%, berat jenis 2,62%, dan pada batas-batas atterberg diperoleh nilai rata-rata batas cair yaitu 41,73%, batas plastis 28,54%, batas susut 19,28%, dan pada indeks plastisitas diperoleh nilai rata-rata 13,31%. Sedangkan pada pengujian gradasi persen yang lolos saringan No.200 didapatkan nilai rata-rata 80,27%, dan pada pengujian hydrometer diketahui tanah tergolong pasir dengan nilai rata-rata 19,27%, dan lanau 60,84%, dan didapatkan hasil tanah tergolong kedalam tanah lempung organik.
2. Pengaruh penambahan ampas kopi terhadap tanah yaitu terjadi penurunan nilai permeabilitas pada persentase 15%, dimana semakin tinggi persentase ampas kopi maka nilai permeabilitas semakin kecil.
3. Pengaruh penambahan ampas kopi terhadap piping pada variasi 15% dapat meningkatkan nilai konsentrasi piping.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amran, Y. Analisa Permeabilitas Tanah Lempung Menggunakan Bahan Campuran Abu Sekam Padi. (Studi Kasus Tanah Lempung Desa Rejomulyo Kecamatan Metro Selatan Kota Metro). Jurnal Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro, 2015.
- [2] 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.
- [3] Das, B. M. Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1. Jakarta : Erlangga.
- [4] Sunggono KH. (1984). Mekanika Tanah. Bandung : Nova. 1995.
- [5] Bowles E. J. Sifat-sifat Fisik dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah). Jakarta : Erlangga. 1989.

- [6] L. D. R. K. Salle, “Pemanfaatan Limbah,” dalam Pemanfaatan Material Alternatif (Sebagai Bahan Penyusun Konstruksi), Makassar: CV. Tohar Media, 2021, hlm. 59–68.
- [7] Hardiyatmo, H. C. (1992). Mekanika Tanah Jilid 1. Jakarta : Gramedia Pustaka Umum.
- [8] Hardiatmo, H. C. (2002). Mekanika Tanah Jilid 2. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Umum.
- [9] 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
- [10] Gabriel Rasinan, (2021). Pengaruh Penambahan Pasir Sungai Terhadap Permeabilitas Tanah Lempung. Jurnal Teknik Sipil UKI Paulus Makassar.
- [11] Nancy G. Banjarnahor, (2018). Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Keong Terhadap Nilai Koefisien Permeabilitas Tanah Lempung Ekspansif. Jurnal Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
- [12] Umland, R. E. & A. M. O. (1951). Soil Permability Determinations For Use in Soil and Water Conservation. SCS-TP01,36 pp.
- [13] Heni, S. N. A (2018). Analisis Rembesan Pada Perencanaan Pembangunan Bendungan Lagung, Kabupaten Kudus, Jawa Tengah. Jurnal Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
- [14] Sisilia Mira Tangdiombo. (2021). Skripsi Analisis Permeabilitas Menggunakan Metode Falling Head Pada Tanah Dengan Penambahan Abu Serabut Kelapa. Jurnal Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar.