

Analisis Permeabilitas Menggunakan Metode *Falling head* pada Tanah dengan Penambahan Abu Serabut Kelapa

Sisilia Mira Tangdiombo^{*1}, Benyamin Tanan^{*2}, Irwan Lie Keng Wong^{*3}

^{*1} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia. Paulus, Makassar, Indonesia, sisiliamira17@gmail.com

^{*2*3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar, Indonesia anyamintan2002@yahoo.com dan irwanliekengwong@gmail.com

Correspondent Author: irwanliekengwong@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui sifat-sifat fisik tanah dan pengaruh penambahan abu serabut kelapa terhadap koefisien permeabilitas tanah dengan menggunakan metode *falling head*. Pengambilan sampel tanah dilakukan di Desa Bolu Kecamatan Rantepao Kabupaten Toraja Utara dan bahan tambah menggunakan serabut kelapa dari limbah masyarakat yang berlokasi di Jalan Biring Romang Kelurahan Kapasa Kota Makassar dengan persentase bahan tambah yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15%. Struktur pencapaian dalam penelitian ini yaitu menggunakan serangkaian penelitian sifat fisik tanah kemudian menyusun ke komposisi paduan terhadap pengujian permeabilitas tanah sehingga dapat menghasilkan koefisien permeabilitas tanah, Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tanah memenuhi karakteristik sebagai tanah lempung. Pengaruh penambahan abu serabut kelapa terhadap tanah yaitu terjadi penurunan nilai permeabilitas dimana semakin tinggi persentase abu serabut kelapa maka nilai permeabilitas semakin kecil hingga penambahan 15%.

Kata kunci: Karakteristik, Permeabilitas, Abu Serabut Kelapa.

Abstract

This study was to determine the physical properties of the soil and the effect of adding coconut ash to the permeability coefficient using the fall method. Soil sampling was carried out in Bolu Village, Rantepao District, North Toraja Regency and the added material used coconut fiber from community waste located on Biring Romang Street, Kapasa Village, Makassar City with the proportion of added material being 0%, 5%, 10%, and 15%. The structure in this research is to use research on the physical properties of the soil and then compile the composition of the alloy to the soil permeability test so that it can produce a coefficient of soil permeability. The results of this study indicate that the soil meets the characteristics as clay soil. The effect of adding fiber ash to the soil is a decrease in the permeability value where the higher the proportion of coconut fibers, the smaller the permeability until the addition of 15%.

Keywords: Characteristics, Permeability, Coconut Fiber Ash.

PENDAHULUAN

Keragaman sifat - sifat tanah perlu untuk diperhatikan dalam perencanaan penggunaan lahan. Perencanaan penggunaan lahan suatu konstruksi memerlukan data yang dapat menggambarkan jenis tanah pada lokasi pembangunan. Jenis tanah di setiap daerah bervariasi maka perlu untuk mengetahui jenis tanah dengan pengujian sifat - sifat fisik tanah yang dilakukan di laboratorium. Sehingga dengan pemahaman mengenai sifat - sifat fisik tanah dapat memanfaatkan tanah pengujian sesuai dengan potensinya karena tanah merupakan dasar dari suatu struktur atau konstruksi yang sering menimbulkan masalah, terutama bila memiliki daya dukung yang kecil.

Nilai permeabilitas tanah dapat digunakan untuk mengetahui koefisien kerembesan yang terjadi dalam tanah. Pada umumnya terdapat tanah yang memiliki nilai permeabilitas tinggi yang dapat menimbulkan kerusakan seperti terjadinya penurunan tanah dan rusaknya dinding bangunan, ketika tanah mempunyai permeabilitas tinggi maka tanah tersebut mempunyai pori yang besar yang dapat mengakibatkan air akan masuk ke dalam tanah yang cukup banyak maka terjadilah longsor. Sehingga tanah dengan permeabilitas rendah dapat diperuntukkan bagi konstruksi yang membutuhkan tanah dengan rembesan yang kecil seperti pada tanggul dan bendungan agar terhindar dari *piping*.

Oleh karena itu muncul pemikiran untuk melakukan penelitian ini, sehingga perlu adanya usaha dalam mengetahui nilai permeabilitas tanah agar masyarakat di daerah tersebut dapat mengetahui potensi tanahnya untuk penggunaan lahan yang maksimal. Kekuatan pada suatu konstruksi teknik sipil yang akan dibangun berkaitan dengan nilai permeabilitas tanah maka hal tersebut dapat menyebabkan perbedaan. Pada penelitian ini dilakukan percobaan dengan cara penambahan zat additive sebagai bahan evaluasi yaitu abu serabut kelapa.

Serabut kelapa memiliki serat yang tahan akan pelapukan, sehingga memiliki kegunaan sebagai campuran tanah yang dapat mengisi rongga-rongga yang ada diantara butiran-butiran tanah. Pada penelitian kali ini akan dilakukan dengan metode *Falling head* karena cocok digunakan untuk mengukur permeabilitas tanah berbutir halus.

Beberapa penelitian sejenis terdahulu yaitu penggunaan metode Falling Head dalam menentukan daya serap air untuk mereduksi genangan di kampus FT-UMJ dengan hasil jenis tanah adalah lempung berlanau yang mempunyai tingkat pengaliran air kategori rendah [1], penelitian analisa perbandingan nilai koefisien permeabilitas tanah uji lapangan dan uji laboratorium menghasilkan nilai koefisien permeabilitas pada uji lapangan (metode Thiem & metode Theis) cenderung stabil pada rentang 10–2cm/detik sampai 10–3 cm/detik [2], penelitian analisa permeabilitas tanah lempung menggunakan bahan campuran abu sekam padi menghasilkan faktor yang mempengaruhi nilai permeabilitas tanah campuran abu sekam padi menjadi lebih kecil dari tanah asli adalah unsur silika yang terkandung pada abu sekam padi [3], penelitian analisis data resistivitas dan uji permeabilitas tanah di daerah rawan longsor Desa Kemuning Lor menghasilkan Uji permeabilitas tanah di daerah penelitian memiliki kecepatan permeabilitas lambat hingga sedang cepat. Tanah lempung lanauan lebih lambat dalam meloloskan air daripada tanah lanauan pasiran [4], penelitian nilai permeabilitas tanah tanggul canal blocking termasuk kelas sangat rendah yaitu kurang < 0,125 cm/jam [5], penelitian analisis permeabilitas tanah lapisan atas dan bawah di lahan kopi robusta menghasilkan Nilai permeabilitas tanah yang tertinggi terdapat pada SPL 2 pada rata – rata umur kebun kopi robusta 56 tahun [6], penelitian pengaruh ketebalan lapisan sedimen terhadap fungsi permeabilitas tanah menghasilkan besar tebal lapisan sedimen dipengaruhi oleh permeabilitas tanah [7], Permeabilitas tanah pada lahan hutan sekunder memberikan hasil yang lebih cepat dibanding tipe penggunaan lahan kebun campuran, kebun monokultur dan sawah [8], penelitian komparasi koefisien permeabilitas pada

tanah kohesif menghasilkan nilai koefisien permeabilitas uji consolidation lebih kecil dibandingkan hasil *falling head test* [9].

METODE PENELITIAN

1. Metode Analisis Data

Ada dua metode yang sering digunakan yaitu pengujian tinggi tetap (*Constant Head*) pada metode ini pengaplikasiannya mempertimbangkan debit air yang keluar dengan berapa waktu yang dicapai pada alirannya. Pada umumnya tanah jenis ini memiliki nilai permeabilitas yang tinggi, karena angka pori yang dimiliki tinggi yang bergantung pada distribusi ukuran butiran, susunan serta kerapatan butiran.

Pengujian tinggi energi turun (*Falling head*) digunakan untuk mengukur permeabilitas tanah berbutir halus. Metode ini mengarah pada jarak tempuh aliran dari tinggi jatuh yang berbeda dengan waktu. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Falling head* karena sampel tanah yang akan digunakan adalah tanah berbutir halus [10].

Rumus metode *Falling head*:

$$k = 2,303 \left(\frac{aL}{At} \right) \log \frac{h_1}{h_2} \dots\dots\dots (1)$$

keterangan:

- h₁ = Ketinggian pada saat t=0 (cm)
- h₂ = Ketinggian pada saat t diperhitungkan (cm)
- A = Luas permukaan sampel tanah (cm²)
- a = Luas buret (cm²)
- t = waktu pengaliran (detik)
- L = Tinggi sampel tanah (cm)

2. Metode Pengambilan Sampel Tanah Dan Bahan Tambah

Bahan pengujian adalah tanah yang terdapat di Desa Bolu Kecamatan Rantepao, Kabupaten Toraja Utara dan juga serabut kelapa yang terdapat pada limbah masyarakat yang berada di Jalan Biring Romang, Kelurahan Kapasa Kota Makassar. Pengujian permeabilitas tanah dilakukan di laboratorium mekanika tanah Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar.

a. Sampel Tanah

Dalam pengambilan sampel tanah adapun hal-hal yang dilakukan pada pengambilan sampel tanah lempung sebagai berikut:

Pengambilan sampel tanah di Desa Bolu Kecamatan Rantepao, Kabupaten Toraja Utara. Dimana sampel tanah yang diambil sebanyak 3 titik dengan jarak masing-masing titik ± 20 m dan kedalaman masing-masing titik ± 60 cm dari permukaan tanah

Membersihkan sampel dari akar rumput dan kotoran lainnya. Setelah semuanya selesai sampel tanah dibawa kembali ke laboratorium untuk dianalisis sifat fisik sampel tanah dan mengetahui pengaruh permeabilitas dari tanah yang akan diuji terhadap penambahan serbuk serabut kelapa.

b. Abu serabut kelapa

Serabut kelapa dilepas dari kulit dan tempurung kelapa lalu dibakar dalam wadah hingga menjadi abu kemudian dilakukan penyaringan dengan menggunakan saringan tertahan no. 200.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Analisis Karakteristik.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil pengujian sifat fisik tanah

No	Pemeriksaan		Titik 1	Titik2	Titik 3
1	Kadar air	w) %	25,722	21,767	25,566
2	Berat Jenis	(Gs)gr/cm ³	2,62	2,62	2,61
3	Batas-batas Atterberg	Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>), %	44,10	57,88	56,48
		Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>), %	20,88	38,10	44,74
		Batas Susut (<i>Shrinkage Limit</i>), %	6,377	5,622	5,808
		Indeks Plastisitas (<i>Plasticity Index</i>), %	23,22	19,78	11,74
4	Gradasi	Persen Lolos Saringan No. 200 %	54,74	63,90	53,73
		Kerikil G %	0	0	0
		Pasir S %	45,26	36,10	46,27
		Lanau C %	51,42	57,45	49,39
		Lempung M %	3,32	6,45	4,34

2. Hasil Pengujian Permeabilitas Tanah

Diketahui:

Ketinggian pada saat $t = 0$ (h_1) = 83,500 cm
 Ketinggian pada saat t diperhitungkan (h_2) = 68,000 cm
 Luas penampang sampel tanah = 32,154 cm²
 Luas buret (a) = 2,010 cm²
 Tinggi sampel tanah (L) = 17,000 cm
 Waktu pengaliran (t_1) = 704,000 detik

Tabel 2. Hasil Perhitungan Pengujian Permeabilitas Titik 1

No	Uraian	Satuan	Nilai Permeabilitas											
			Titik 1											
			0%			5%			10%			15%		
1	A	(cm ²)	32,154			32,154			32,154			32,154		
2	a	(cm ²)	2,010			2,010			2,010			2,010		
3	L	(cm)	17,000			17,000			17,000			17,000		
4	h_1	(cm)	83,500			83,500			83,500			83,500		
5	h_2	(cm)	68	52	35	68	52	35	68	52	35	68	52	35
6	t	detik	172,000	393,000	694,000	194,000	613,000	1.222,000	358,000	1.184,000	2.611,000	673,000	1.454,000	2.867,000
7	k	cm/	1,269,	1,229,	1,205,	1,125	7,880,	6,846,	6,095,	4,080,	3,204,	3,242,	3,322,	2,918,
		detik	E-03	E-03	E-03	E-03	E-04	E-04	E-04	E-04	E-04	E-04	E-04	E-04
koefisien rata-rata (k)		cm/ detik	1,234,E-03			8,658,E-04			4,460,E-04			3,161,E-04		

Tabel 3. Hasil Perhitungan Pengujian Permeabilitas Titik 3

No	Uraian	Satuan	Nilai Permeabilitas											
			Titik 3											
			0%			5%			10%			15%		
1	A	(cm ²)	32,154			32,154			32,154			32,154		
2	a	(cm ²)	2,010			2,010			2,010			2,010		
3	L	(cm)	17,000			17,000			17,000			17,000		
4	h1	(cm)	83,500			83,500			83,500			83,500		
5	h2	(cm)	68	52	35	68	52	35	68	52	35	68	52	35
6	t	detik	102,000	384,000	686,000	140,000	457,000	922,000	316,000	728,000	1.148,000	440,000	776,000	1.288,000
7	k	cm/	2,139,	1,258,	1,220,	1,559,	1,057,	9,074,	6,905,	6,635,	7,288,	4,959,	6,225,	6,495,
		detik	E-03	E-03	E-03	E-03	E-03	E-04	E-04	E-04	E-04	E-04	E-04	E-04
koefisien rata-rata (k)		cm/ detik	1,539,E-03			1,174,E-03			6,943,E-04			5,893,E-04		

3. Pembahasan

a. Uji sifat fisik tanah titik 1

a) klasifikasi USCS

Tanah tergolong ke dalam tanah berbutir halus dimana persen tanah yang lolos saringan 200 > 50% dan nilai batas cair (Liquid Limit) yang diperoleh lebih kecil dari 50%. Pada titik 1 mempunyai indeks plastisitas sedang dimana batas cair kurang dari 50% dan indeks plastis lebih dari 11%, dari grafik plasticity chart di atas tanah tergolong OL (lanau lempung organik).

b) klasifikasi AASTHO

Tanah termasuk berbutir halus karena diperoleh persen lolos saringan 200 > 35%. Dari perolehan nilai indeks plastis dan nilai batas cair sampel tanah tergolong A-7-6 dengan jenis material pokok tanah lempung.

b. Uji sifat fisik tanah titik 2

a) klasifikasi USCS

Tanah tergolong ke dalam tanah berbutir halus dimana persen tanah yang lolos saringan 200 > 50% dan nilai batas cair (Liquid Limit) yang diperoleh lebih besar dari 50% bahwa tanah pada titik 2 mempunyai indeks plastisitas tinggi, dari grafik plasticity chart di atas sampel tergolong MH (lempung atau tanah lanauan).

b) klasifikasi AASTHO

Tanah pada titik 2 termasuk berbutir halus karena diperoleh persen lolos saringan 200 > 35%. Dari perolehan nilai indeks plastis dan nilai batas cair sampel tanah tergolong A-7-5 dengan jenis material pokok tanah lempung.

c. Uji sifat fisik tanah titik 3

a) Klasifikasi USCS

Tanah tergolong ke dalam tanah berbutir halus dimana persen tanah yang lolos saringan 200 > 50% dan nilai batas cair (Liquid Limit) yang diperoleh lebih besar dari 50% dengan plastisitas tinggi, dari grafik plasticity chart di atas sampel tanah tergolong MH (lempung atau tanah lanauan).

b) Klasifikasi AASTHO

Tanah pada titik 3 termasuk berbutir halus karena diperoleh persen lolos saringan 200 > 35%. Dari perolehan nilai indeks plastis dan nilai batas cair sampel tanah tergolong A-7-5 dengan jenis material pokok tanah lempung.

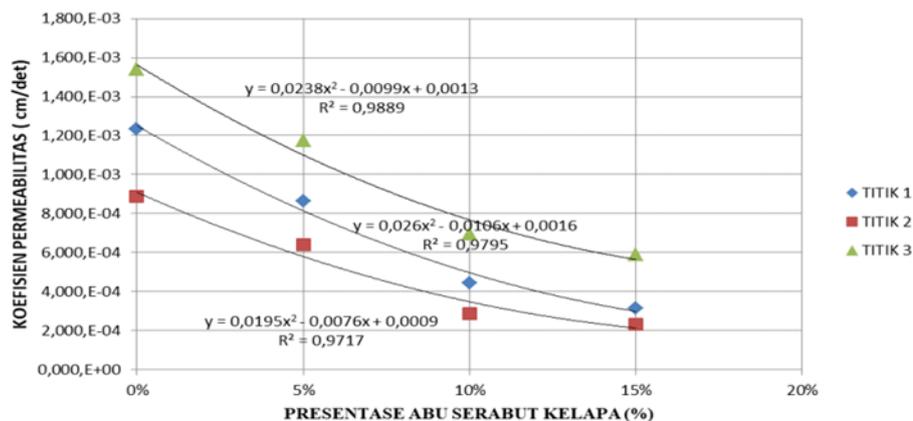
d. Pengujian Pengaruh Abu Serabut Kelapa Terhadap Tanah

a. Pengujian Permeabilitas

Pengujian permeabilitas dilakukan dengan menggunakan metode *falling head* berikut adalah hasil rekapitulasi perhitungan dari pengujian permeabilitas yang diperoleh pada tanah dengan penambahan abu serabut kelapa sebagai berikut:

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pengujian Permeabilitas

No	Keterangan	Satuan	Hasil Pemeriksaan			
			0%	5%	10%	15%
1	Variasi	%	0%	5%	10%	15%
2	Sampel 1	cm/detik	1,234,E-03	8,658,E-04	4,460,E-04	3,161,E-04
3	Sampel 2	cm/detik	8,890,E-04	6,403,E-04	2,876,E-04	2,334,E-04
4	Sampel 3	cm/detik	1,539,E-03	1,174,E-03	6,943,E-04	5,893,E-04



Gambar 1. Grafik Rekapitulasi Hubungan Persentase Abu Serabut Kelapa (%) Vs Koefisien Permeabilitas (cm/detik)

Grafik hubungan antara koefisien permeabilitas dengan persentase penambahan abu serabut kelapa menunjukkan kecenderungan penurunan nilai permeabilitas akibat kenaikan persentase abu mengikuti persamaan parabola/polynomial orde dua sebagai berikut:

Diketahui:

- dy = koefisien permeabilitas
- dx = Persentase abu serabut kelapa

Nilai permeabilitas akan mencapai batas minimum jika, $\frac{dy}{dx} = 0$

Sampel titik 1

$$y = 0,0238 x^2 - 0,0099 x + 0,0013$$

$$\frac{dx}{dy} = 0,0476 x - 0,0099 = 0$$

$$\begin{aligned}x &= \frac{0,0099}{0,0476} \\ &= 0,2080 \\ &= 20,80 \%\end{aligned}$$

Untuk x yaitu, 0,2080 maka:

$$\begin{aligned}y &= 0,0238 x^2 - 0,0099 x + 0,0013 \\ &= 0,0238 (0,2080)^2 - 0,0099 (0,2080) + 0,0013 \\ &= 0,0002705 \text{ cm/detik} \\ &= 2,705 \times 10^{-4} \text{ cm/detik}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai permeabilitas mencapai batas minimum jika persentase abu sebesar 20,80 % sehingga didapatkan nilai permeabilitas minimum sebesar $2,705 \times 10^{-4}$ cm/detik. Dari ketiga sampel diperoleh persentase abu serabut kelapa yang menghasilkan batas minimum masing - masing sampel yaitu titik 1 (20,80%), titik 2 (19,49%), dan titik 3 (20,39%). Sehingga berdasarkan persamaan diatas apabila penambahan abu serabut kelapa diatas batas minimum maka koefisien permeabilitas akan menjadi lebih besar

KESIMPULAN

Hasil uji sifat fisik tanah didapatkan nilai rata-rata dari titik 1, titik 2, dan titik 3 yaitu kadar air = 23,681%, berat jenis = 2,61 gr/cm³, batas-batas Atterberg LL= 52,82%, PL= 34,57%, IP= 18,24%. Klasifikasi tanah berdasarkan USCS tanah termasuk dalam lempung organik dan lempung lanauan organik dan berdasarkan AASHTO tanah termasuk dalam A-7-6 dan A-7-5 dengan material pokok tanah lempung.

Pengaruh penambahan abu serabut kelapa terhadap tanah yaitu terjadi penurunan nilai permeabilitas dimana semakin tinggi persentase abu serabut kelapa maka nilai permeabilitas semakin kecil hingga penambahan 15%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Imamuddin dan B. A. Hanif, "Penggunaan Metode Falling Head Dalam Menentukan Daya Serap Air Untuk Mereduksi Genangan di Kampus FT-UMJ," dalam *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 2017
- [2] P. Chen dan G. S. Sentosa, "Analisis Perbandingan Nilai Koefisien Permeabilitas Tanaj uji Lapangan dan Uji Laboratorium," *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, vol. 3, no.1, hlm.97-108, 2020.
- [3] Y. Amran, "Analisa Permeabilitas Tanah Lempung Menggunakan Bahan Campuran Abu Sekam Padi," *TAPAK*, vol. 5, no.1, hlm.74-82, 2015.
- [4] G. Ningtyas, N. Priyanti, dan A. Suprianto, "Analisis Data Resistivitas dan Uji Permeabilitas Tanah di Daerah Rawan Longsor Desa Kemuning Lor Kecamatan Arjasa Kabupaten Jember," *Jurnal Fisika*, vol. 6. no.1, hlm. 6-12, 2020.
- [5] M. A. Arifin dan Fathurrozie, "Tinjauan Nilai Permeabilitas Tanah Tanggul Canal Blocking," *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, vol. 3, no.1, hlm.7-14, 2019.
- [6] F. A. Alista dan Soemarno, "Analisis Permeabilitas Tanah Lapisan Atas dan Bawah di Lahan Kopi Robusta," *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, vol. 8. no.2, hlm. 493-504, 2021.
- [7] A. Salimah dan S. Wulandari, "Pengaruh Ketebalan Sedimen Terhadap Fungsi Permeabilitas Tanah," *POLITEKNOLOGI*, vol. 17. no.1, hlm. 117-126, 2018.
- [8] A. Mulyono, H. Lestiana, dan A. Fadilah, "Permeabilitas Tanah Berbagai Tipe Penggunaan Lahan di Tanah Aluvial Pesisir DAS Cimanuk, Indramayu," *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 17. no.1, hlm. 1-6, 2019.

- [9] N. Djarwanti, “Komparasi Koefisien Permeabilitas (k) Pada Tanah Kohesif,” *Media Teknik Sipil*, hlm. 21-24, 2008.
- [10] J. E. Bowles, *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*, Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta, 1991.