

Pengaruh Penambahan Serat Filter Rokok dan Kapur Terhadap Tanah dengan Pengujian Pemadatan Laboratorium

Yosua Kader Kadang Bua ^{*1a}, Meti ^{*2}, Lintje Tammu Tangdialla ^{*3}

Submit :

20 November
2023

Review :

29 November
2023

Revised :

25 Maret 2024

Published:

8 Juni 2024

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

^{*2} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia meti_sipil@ukipaulus.ac.id

^{*3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia lintjettangdialla@gmail.com

^aCorresponding Author: yosuakader@gmail.com

Abstrak

Tanah lempung merupakan tanah yang mempunyai partikel – partikel mineral tertentu yang menciptakan sifat – sifat plastis pada tanah apabila dicampur dengan air. Maksud studi ini adalah agar diketahui pengaruh penambahan Serat Filter Rokok dan Kapur terhadap nilai kepadatan kering maksimum dan kadar air optimum pada tanah. Serat Filter Rokok dan Kapur sebagai bahan stabilisasi kepadatan tanah yang dilaksanakan dengan uji standar proctor. Dari pengujian Karakteristik yang dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah menyatakan jika tanah tergolong sebagai tanah lempung dan uji Kompaksi pada titik 1 dan titik 2 dengan variasi campuran 0%, 5%, 7%, 9% menurun pada kadar air optimum dan kepadatan kering maksimal. Pada pengujian kompaksi digunakan 2 sampel dengan nilai kadar air optimum pada titik 1 variasi 0% yaitu 0,930% terus mengalami penurunan, pada variasi terbesar 9 % yakni 0,745% dan pada titik 2 variasi 0% yaitu 0,939% terus memberikan peningkatan di variasi 9% yaitu 0,750%. Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan bahwa Serat Filter Rokok dan Kapur menurunkan nilai kadar air optimum dan nilai kepadatan kering maksimum sehingga tidak dapat digunakan untuk menstabilkan tanah.

Kata kunci : Tanah, Pemadatan, Serat Filter Rokok, Kapur

Abstract

Clay soil is made up of certain mineral particles that, when combined with water, give the soil its malleable qualities. The purpose of this study is to determine how adding lime and cigarette filter fiber affects the soil's ideal air content and maximum dry density value. Cigarette Filter Fiber and Lime as soil density stabilization materials carried out using standard proctor testing. From the characteristic tests carried out in the Soil Mechanics laboratory, it shows that the soil is included in the clay soil group. When the maximum dry density and ideal air content decreases in the Compaction test at points 1 and 2 with mixed variations of 0%, 5%, 7%, and 9%. Two samples were used in the compaction test, with the ideal water content value at point 1, where there was a variance of 0%, or 0.930%, and the value continued to decline, reaching the largest variation of 9%, or 0.745% , at point 2, where there was a variation of 0%, or 0.939%, continuing to increase at a variation of 9%, namely 0.750%. From the results of the research carried out, it was found that

Cigarette and Lime Filter Fibers reduce the ideal air content and maximum dry density values, making it unable to employ them for soil stabilization.

Keywords : *Soil, Compaction, Cigarette Filter Fiber, Lime.*

PENDAHULUAN

Pengertian tanah adalah suatu zat yang tersusun atas (butir-butir) mineral-mineral padat yang tidak terikat satu sama lain secara kimia atau direkatkan serta bahan-bahan organik yang membusuk disertai cairan dan gas yang mengisi ruang-ruang antar partikel padat tersebut.

Kapur adalah zat halus berwarna putih yang berasal dari batuan sedimen. Sebagian besar terdiri dari mineral kalsium, termasuk kalsium hidroksida (yang membentuk kapur mati), kalsium karbonat (yang membentuk gamping dan kapur tambang), dan kalsium oksida (yang membentuk kapur tohor). Harga kapur juga terjangkau dan merupakan sumber daya yang sangat berharga dalam banyak aktivitas manusia. Mayoritas digunakan dalam industri konstruksi dan pertanian.

Serat kapas dapat ditambahkan ke material komposit, khususnya dalam produksi filter dan puntung rokok, yang biasanya terbuat dari selulosa asetat, yang biasanya berasal dari kayu yang telah diolah. Zat ini digunakan untuk menghilangkan nikotin dan tar dari rokok.

Puntung rokok merupakan limbah yang termasuk dalam golongan limbah non-organik yang pada dasarnya susah untuk terurai dan sangat berbahaya karena mengandung tar dan nikotin. Sehingga banyaknya limbah puntung rokok yang dibuang tanpa ditangani lebih lanjut pasti memunculkan pencemaran lingkungan terutama pada kesuburan tanah. Tetapi dari hal tersebut, puntung rokok juga bisa berpotensi digunakan sebagai campuran pada tanah dengan karakteristiknya yang dapat menyerap air. Berdasarkan pengamatan lokasi tanah yang berada pada perumahan Mutiara gading extension 2 kota makassar. Kondisi tanah khususnya jalan yg telah paving block masih banyak mengalami penurunan sehingga mengakibatkan jalan menjadi rusak.

Studi oleh Berlin Bondan, diperoleh bahan tambah abu ampas tebu dan kapur ditanah asli menghasilkan peningkatan angka kohesi, sudut geser dalam, dan kuat geser tanah. Setelah 5 hari pemeraman, nilai kohesi (c) meningkat sebesar 153,18%, sudut geser dalam (ϕ) meningkat sebesar 0,143 kg/cm², dan kuat geser tanah (τ) meningkat sebesar 4,52°. [1]. Hasil penelitian sampel menunjukkan bahwa tanah yang ditambahkan arang kayu dan belerang memiliki angka CBR yang menaik. Pada sampel yang diuji dengan campuran arang kayu, a CBR meningkat 2% hingga 12% dengan kenaikan 2%, dan sampel yang diuji dengan campuran 9% memiliki nilai CBR 6,33%. Untuk sampel yang diuji dengan campuran, nilai CBR meningkat 2% hingga 12%, dengan kenaikan 2%. Untuk sampel yang diuji dengan campuran. [2]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa timbunan tanah di Jalur A yang memiliki derajat kepadatan di atas 95% secara keseluruhan memenuhi persyaratan kepadatan, sedangkan timbunan tanah di Jalur B tidak memenuhi persyaratan tersebut. Timbunan tanah di Jalur A yang persyaratan tersebut bisa diteruskan ke pekerjaan selanjutnya, sedangkan timbunan tanah di Jalur B yang tidak memenuhi persyaratan tersebut harus dipadatkan kembali.[3]. Hasil uji parameter sifat fisis dan nilai CBR dihitung dengan variasi campuran dua puluh persen, empat puluh persen, dan enam puluh persen dengan masa peram dua puluh, tiga puluh, empat puluh, dan enam puluh hari. Hasil uji menunjukkan peningkatan berat volume, berat jenis, pH tanah, ukuran butiran tanah, dan nilai CBR, sementara terjadi penurunan kadar air dan kadar serat. Nilai daya dukung tertinggi atau paling tinggi diperoleh ketika bahan. [4]. Dalam penelitian ini, campuran tanah kerikil dan pasir kurang dari 50% diuji untuk menambah kadar bahan. Metodologi penelitian ini adalah referensi dan evaluasi untuk penggunaan limbah abu sekam dan kapur sebagai bahan tambahan untuk pengujian geser langsung. Kadar air adalah 55,949%, berat isi tanah adalah 39,22gr/cm³, berat jenis tanah adalah 2,34gr/cm³, batas batas cair Atterbag adalah 54,40, batas plastis adalah

40,53, dan indeks plastis adalah 13,67. [5]. Hasil pengujian geser langsung menunjukkan nilai pemasangan $0,336 \text{ kg/cm}^2$ pada sampel tanah asli; Pengujian *direct shear* dengan variasi campuran tanah asli tambahan 5% kapur tohor mendapatkan nilai $0,398 \text{ kg/cm}^2$, dan pengujian *direct shear* dengan variasi campuran tanah asli tambahan 20% kapur tohor menunjukkan peningkatan nilai kohesi sebesar 135,05 persen dari nilai kohesi tanah asli. [6]. Berdasarkan SNI 03-6797-2002 tanah ini tergolong A-7-6. Parameter kekuatan menggunakan pengujian CBR dan UCT dengan masa peram 7 hari. Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap tanah nilai tertinggi untuk penambahan semen yaitu dikadar 15% sebesar 78,0%. Untuk nilai UCT tertinggi diperoleh pada kandungan semen 15% sebanyak $17,13 \text{ kg/cm}^2$. Untuk tanah dengan penambahan kapur padam tertinggi dikandungan 13% sebanyak 9,7%. Untuk nilai UCT pada penambahan kapur padam, nilai maksimum terdapat pada kandungan 13% sebanyak $9,1 \text{ kg/cm}^2$. [7]. Hasil uji kuat geser menunjukkan nilai kohesi 2,0305 kPa dan sudut geser $28,892^\circ$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat mekanik tanah (SP) dapat digunakan sebagai referensi untuk konstruksi pada jenis tanah dan klasifikasi tanah yang sama. [8]. Nilai CBR meningkat setiap persen penambahan pasir gunung, seperti yang dilakukan dalam rangkaian pengujian tersebut. Penambahan 15% pasir gunung menunjukkan peningkatan nilai CBR terbesar. [9]. Hasil uji di laboratorium menunjukkan bahwa nilai berat isi kering tanah akan dipengaruhi oleh perbedaan metode kompaksi. Nilai berat isi kering pada pengujian kompaksi dinamik adalah $1,38 \text{ g/cm}^3$, sedangkan pada pengujian kompaksi statik adalah $1,44 \text{ g/cm}^3$, atau naik 4,35% hingga 7,96%. Koefisien konsolidasi sekunder meningkat seiring penambahan beban pada uji Oedometer, tetapi setiap sampel menciptakan sifat yang berbeda-beda. Pada studi ini, nilai koefisien konsolidasi sekunder menurun dari 10% hingga 40% ketika energi pemadatan ditambahkan, dan nilai indeks kompresibilitas menurun hingga 52%. [10].

METODOLOGI

A. Lokasi Pengambilan Material

Tempat pengambilan sampel tanah yang akan dipakai pada studi ini bersumber dari Perumahan Mutiara Gading 2 Extension, Kota Makassar, Sulawesi Selatan.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah



Gambar 2. Lokasi Pengambilan Kapur



Gambar 3. Lokasi Pengambilan Filter Rokok



Gambar 4. Filter Rokok



Gambar 5. Kapur

1. Metode Pengambilan Sampel Tanah dan Bahan Tambah

a. Sampel Tanah

Pada saat pengambilan sampel tanah, menggunakan alat linggis dan sekop kemudian di masukkan kedalam karung sebagai wadah sementara, tanah di awali dengan menggali sedalam ± 15 cm yang tujuannya agar terhindar dari tanah yang telah dipengaruhi oleh cuaca atau sampah disekitarnya

b. Bahan Tambah kapur, diambil diambil di pabrik batu kapur dari daerah maros, yang kemudian di masukkan kedalam karung sebagai wadah sementara.

c. Bahan tambah serat filter rokok, diambil dari perumnas sudiang, yang kemudian di masukkan kedalam plastik sebagai wadah sementara.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan aktivitas yang dilaksanakan ketika melakukan penelitian dengan menulis seluruh data ujian yang sudah dilaksanakan, sesudah itu pengumpulan data seterusnya akan diamati perbandingan pengujian yang akan dipakai sebagai langkah pengolahan data.

3. Analisis Data

Analisis data dilaksanakan agar diketahui tahapan-tahapan pada sebuah studi dan untuk memudahkan penganalisaan data hasil uji laboratorium yang akan dilaksanakan. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah dengan beberapa Langkah ujian yang diproses diantaranya pemeriksaan sifat fisik tanah, uji kepadatan dan uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*). Menurut data uji akan diteruskan dengan analisa data sehingga diperoleh hasil penelitian.

4. Rancangan Penelitian

Pendekatan eksperimental yang digunakan dalam melaksanakan desain penelitian bermaksud membandingkan variabel-variabel sebagai konsekuensi penelitian guna mendeteksi variasi campuran bahan uji. Agar tercipta peningkatan daya dukung tanah, dalam studi ini ditambahkan campuran kapur 3% dan filter rokok 0%, 5%, 7%, dan 9%.

Tabel 1. Variasi Campuran Bahan Tambah

Jenis Tanah	Variasi serat filter rokok	Variasi kapur
Lempung	0%	3%
Lempung	5%	3%
Lempung	7%	3%
Lempung	9%	3%



Gambar 6. Benda Uji

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Sifat Fisis Tanah

Perencanaan dan pelaksanaan konstruksi sama-sama memperhitungkan hasil pengujian tanah. Lahan rawa kompleks perumahan Mutiara Gading dan daerah dengan kondisi tanah terdegradasi menjadi sampel tanah yang telah disiapkan. Setelah setiap sampel disiapkan, mulailah mengevaluasi karakteristik fisik tanah. Hasil dari pengujian sifat fisis tanah yang sudah dilaksanakan adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengujian Sifat Fisis Tanah (Titik 1)

NO	Pemeriksaan			Nilai
1	Kadar Air (%)			42.33
2	Berat Jenis (%)			2.59
3	Batas-batas Atterberg	Batas Cair	(<i>Liquid Limit</i>), %	44.59
4		Batas Plastis	(<i>Plastic Limit</i>), %	25.56
5		Batas Susut	(<i>Shrinkage Limit</i>) %	6.11
6		Indeks Plastisitas	(<i>Plasticity Index</i>), %	19.00
7	Gradasi	Persen Lolos Saringan No. 200%		68.31
8		Gravel	(G%)	0.00
9		Sand	(S%)	30.784
10		Slit	(M%)	40.270
11		Clay	(C%)	28.800

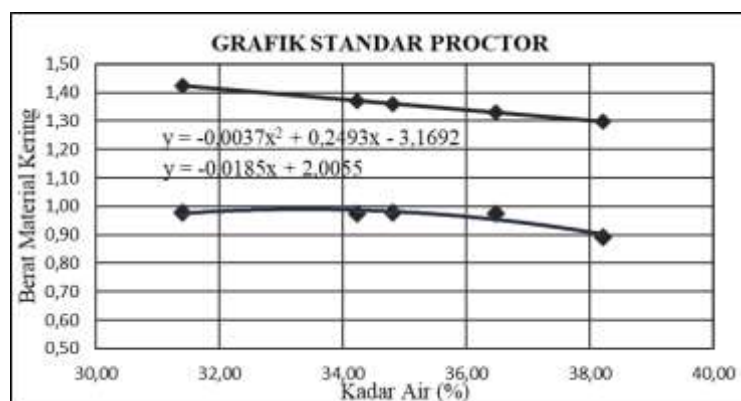
Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Sifat Fisis Pengujian Tanah (Titik 2)

NO	Pemeriksaan			Nilai
1	Kadar Air (%)			36.43
2	Berat Jenis (%)			2.59
3	Batas-batas Atterberg	Batas Cair	(Liquid Limit), %	45.36
4		Batas Plastis	(Plastic Limit), %	24.36
5		Batas Susut	(Shrinkage Limit) %	8.60
6		Indeks Plastisitas	(Plasticity Index), %	21.00
7	Gradasi	Persen Lolos Saringan No. 200%		67.49
8		Gravel	(G%)	0.00
9		Sand	(S%)	1.136
10		Slit	(M%)	39.210
11		Clay	(C%)	2.2800

B. Hasil Pengujian Kompaksi (Pemadatan Tanah) Proctor

Tabel 4. Hasil Perhitungan Pemadatan Titik 1

keterangan	3 kg + 550 ml	3 kg + 600 ml	3 kg + 650 ml	3 kg + 700 ml	3 kg + 750 ml
Berat mold + tanah basah (gr)	6620	6650	6670	6680	6550
Berat mold	4900	4900	4900	4900	4900
Berat tanah basah	1720	1750	1770	1780	1650
volume mold	1337,300	1337,300	1337,300	1337,300	1337,300
Berat cawan + tanah basah	22,143	24,540	25,023	25,090	22,930
Berat cawan + tanah kering	17,307	18,760	19,003	18,930	17,117
Berat air	4,837	5,780	5,780	6,160	5,813
Berat cawan	1,89	1,87	1,88	1,87	1,88
Berat tanah kering	15,417	16,890	17,107	16,890	15,213
Kadar air rata-rata	31,394	34,222	35,183	36,469	38,212
Kepadatan	1,286	1,309	1,324	1,331	1,234
Kepadatan kering	0,979	0,975	0,979	0,975	0,893
ZAV= $G_s / (1 + ((G_s + w) / 80))$	1,425	1,370	1,352	1,329	1,299

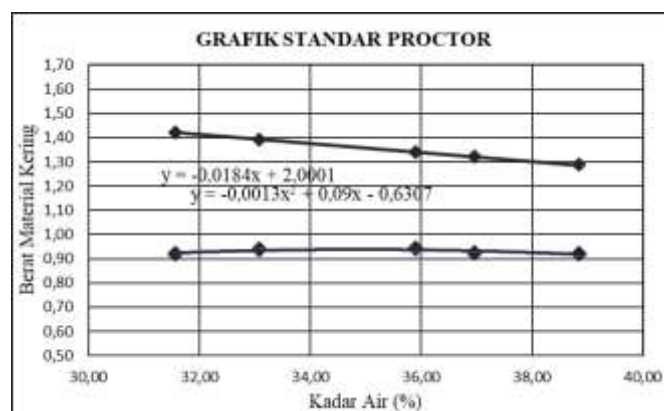


Gambar 7. Grafik Proctor Standar T1

Secara grafik, nilai kadar air optimum dan kepadatan kering yang dihasilkan dari grafik hubungan kadar air dan kepadatan kering. Nilai kadar air optimum sebesar 33,638% dan kepadatan kering 1,016gr/cm³.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Pemadatan Titik 2

keterangan	3 kg + 550 ml	3 kg + 600 ml	3 kg + 650 ml	3 kg + 700 ml	3 kg + 750 ml
Berat mold + tanah basah (gr)	6520	6570	6610	6590	6610
Berat mold	4900	4900	4900	4900	4900
Berat tanah basah	1620	1670	1710	1690	1710
volume mold	1337,300	1337,300	1337,300	1337,300	1337,300
Berat cawan + tanah basah	21,637	17,457	17,557	16,150	14,687
Berat cawan + tanah kering	16,900	13,590	13,413	12,343	11,110
Berat air	4,737	3,867	3,867	3,807	3,577
Berat cawan	1,89	1,88	1,87	1,87	1,88
Berat tanah kering	15,010	11,693	11,543	10,303	9,207
Kadar air rata-rata	31,562	33,079	35,896	36,964	38,847
Kepadatan	1,211	1,249	1,279	1,264	1,279
Kepadatan kering	0,921	0,938	0,941	0,923	0,921
ZAV= $G_s / (1 + ((G_s + w) / 80))$	1,422	1,392	1,339	1,321	1,289



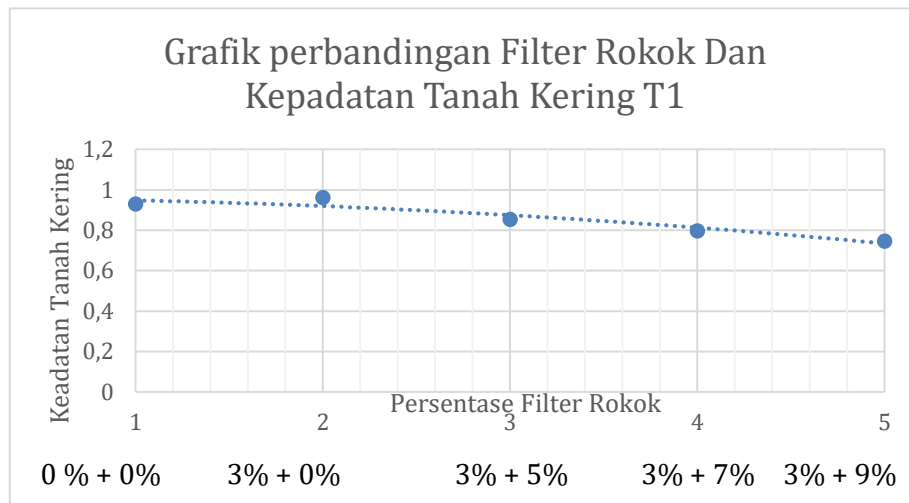
Gambar 8. Grafik kompaksi proctor standar T2

C. Hasil Pengujian Kompaksi Dalam Penambahan Serat Filter Rokok dan Kapur

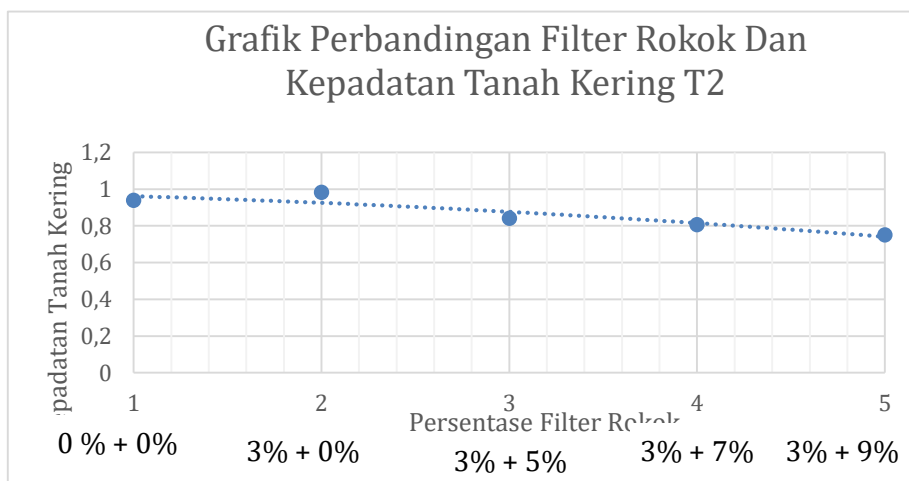
Dari data uji kompaksi proctor dengan ditambahkannya Serat filter rokok yang sudah dilaksanakan, diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil Pengujian Pemadatan Bahan Tambah (Kompaksi Proctor)

1	Varias Campuran (%)	Kepadatan Kering	
		T1	T2
1	0 % + 0 %	0,9305253	0,939121583
2	3 % + 0 %	0,961306	0,98243321
3	3 % + 5 %	0,8544134	0,840523604
4	3 % + 7 %	0,7975175	0,805410566
5	3 % + 9 %	0,7455003	0,750669619



Gambar 9. Grafik perbandingan serat filter rokok dan kapur T1



Gambar 10. Grafik perbandingan serat filter rokok dan kapur T2

PEMBAHASAN

1. Uji Sifat fisis Tanah

Berdasarkan Tabel 2 dan 3, Rekapitulasi data uji sifat fisis tanah di Perumahan Mutiara Gading Extension 2 kota makassar, didapatkan data uji Kadar Air dengan rata-rata titik I 42,332% dan titik II 36,426% Pengujian Berat Jenis dengan rata-rata titik I 2,59 gr/cm³ dan titik II 2,59 angka ini menggambarkan jika tanah ini tergolong liat berlempung, pemeriksaan Batas- batas Atterberg yang terdiri dari Batas Plastis titik I yaitu 25,56% dan titik II yaitu 24,36% Batas Cair titik I yaitu 45,36% dan titik II yaitu 54,20% Indeks Plastisitas titik I yaitu 19,00 dan titik II yaitu 21,00 yang artinya memiliki sifat plastis sedang kohesif. Dan Pengujian Gradasi Analisa Saringan dan Hydrometer, dimanapersen lolos saringan no.200 titik I sebesar 63,307% dan titik II sebesar 67,490% serta pengujian hydrometer memperoleh data bahwa sampel tanah yang termasuk pasir titik I sebanyak 30,784% dan titik II sebesar 1,136% lanau titik sebesar 40,270% dan titik II 39,2.

2. Pengujian Kompaksi Proctor dalam Penambahan filter rokok dan kapur

Hasil uji dari kompaksi proctor dengan ditambahkannya filter rokok dan kapur dihasilkan menurut Tabel 6 dan Gambar 9. Persentasi filter rokok dan kapur dan Kepadatan Kering pada sampel 1 terjadi penurunan, dimana penambahan filter rokok dan kapur dari 0% sebanyak 0,930 terus menurun pada penambahan kadar filter rokok dan kapur hingga 9% sebanyak 0,745. Sedangkan Gambar 10 pada sampel 2 juga terjadi penurunan, dimana tambahan filter rokok dan kapur dari 0% sebanyak 0,939 terus menurun pada penambahan kadar filter rokok dan kapur hingga 9% sebesar 0,750. Menurut data uji ini menyatakan jika dari masing-masing sampel tanah dengan pencampuran filter rokok dan kapur dapat menurunkan kepadatan kering dari masing-masing variasi dikarenakan kandungan air yang dicampurkan diserap oleh filter rokok dan membuat sampel tanah menjadi berongga dan rusak.

KESIMPULAN

Menurut data uji sifat-sifat fisis tanah yang berasal dari perumahan Mutiara Gading Extension 2, Kota Makassar menurut *Unified Soil Classification System* masuk ke dalam jenis tanah lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau dengan symbol CL (*Clay og low plasticity*) sedangkan menurut (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) masuk ke dalam jenis tanah berbutir halus.

Dengan uji pemadatan laboratorium (kompaksi Proctor) kenaikan kepadatan kering pada variasi campuran 3% kapur mengalami kenaikan dan setelah di tambahkan serat filter rokok dengan variasi 0%, 5%, 7%, 9% terjadi penurunan kepadatan kering pada setiap variasi yang di tambahkan. Selain itu, ada kemungkinan terus menurun pada kadar penambahan filter rokok dan kapur pada nilai yang lebih besar.

REFERENSI

- [1] B. B. Pratama, O. Hendri, and F. Sarie, "Analisis Peningkatan Nilai Kuat Geser Tanah Gambut Dengan Bahan Stabilisasi Abu Ampas Tebu Dan Kapur," *JK*, vol. 4, no. 2, p. 131, Feb. 2022, doi: 10.31602/jk.v4i2.6420.
- [2] Y. Amran and A. Prasetyo, "Analisis Stabilisasi Daya Dukung Tanah Dasar Menggunakan Campuran Arang Kayu Dan Sulfur (Studi Kasus Pada Tanah Lempung Berpasir)," *TAPAK*, vol. 12, no. 1, p. 79, Nov. 2022, doi: 10.24127/tp.v12i1.2325.
- [3] F. Moch. Ikbali and A. Zhafirah, "Evaluasi Kepadatan Tanah Timbunan dengan Sand Cone," *Jurnal Konstruksi*, vol. 20, no. 2, pp. 228–233, Nov. 2022, doi: 10.33364/konstruksi/v.20-2.1136.
- [4] F. Harwadi and N. Nurmalasari, "Fly Ash Dan Kapur Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Gambut Di Kabupaten Bulungan," *CESJ*, vol. 2, no. 3, Feb. 2024, doi: 10.35334/cesj.v2i3.4263.
- [5] I. L. K. Wong, I. Apriyani, and E. Sriwinda, "Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi dan Kapur Terhadap Tanah Lempung di Tawalian Timur Kabupaten Mamasa," *pcej*, vol. 5, no. 3, pp. 426–437, Sep. 2023, doi: 10.52722/pcej.v5i3.706.
- [6] S. N. A. Jayanti, R. Nurmeyliandari, and G. Amalia, "Pengaruh Penambahan Kapur Tohor Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Lempung Lunak," *tekniksipil*, vol. 13, no. 2, pp. 174–195, Jan. 2024, doi: 10.36546/tekniksipil.v13i2.1092.
- [7] B. Bahtiar, "Pengaruh Penambahan Semen Dan Kapur Terhadap Stabilisasi Tanah Merah Distrik Mindiptana Kabupaten Boven Digoel," *CRANE*, vol. 3, no. 1, pp. 36–41, May 2022, doi: 10.34010/crane.v3i1.7138.
- [8] A. Rivianto *et al.*, "Perilaku Mekanis Tanah Pasir Bergradasi Buruk Menggunakan Uji Pemadatan dan Direct Shear Test," *jts*, vol. 19, no. 2, pp. 223–233, Oct. 2023, doi: 10.28932/jts.v19i2.6042.
- [9] W. Soraya, A. Kalalimbong, and M. R. Ayal, "Stabilisasi Tanah Dengan Menggunakan Pasir Gunung (Studi Kasus: Jalan Taeno Atas - Waipoot, Kota Ambon)," *JK*, vol. 6, no. 1, p. 169, Jul. 2023, doi: 10.31602/jk.v6i1.10950.

- [10] G. Prabowo, P. P. Rahardjo, and R. Karlinasari, “Studi Kompressibilitas Tanah Vulkanik yang Dipadatkan Dengan Cara Statik dan Dinamik,” *bentang*, vol. 11, no. 2, pp. 245–250, Jul. 2023, doi: 10.33558/bentang.v11i2.5916.