

Stabilisasi Tanah Lempung dengan Kapur Tohor dan Abu Sekam Padi Terhadap Uji Kuat Tekan Bebas

Ninik Ariyani^{1*}, Napoleon Bay Kala¹, Ryan Nofibre Ifung¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Immanuel, Yogyakarta

*e-mail: ninikariyani@ukrimuniversity.ac.id

ABSTRAK

Tanah lempung adalah jenis tanah yang biasanya rentan terhadap permasalahan dalam konstruksi. Ini dikarenakan sifatnya yang berplastisitas tinggi, rendah daya dukung, serta perubahan volume yang signifikan akibat variasi kadar air. Kondisi tersebut menyebabkan tanah lempung sering memerlukan perbaikan sebelum tanah tersebut menjadi dasar suatu konstruksi. Suatu metode yang bertujuan untuk stabilisasi tanah dapat diterapkan dengan menambahkan beberapa bahan. Penyelidikan ini memiliki tujuan untuk memahami karakteristik tanah berjenis lempung serta menganalisis perubahannya saat ditambahkan abu sekam padi dan kapur tohor terhadap peningkatan kuat tekan bebas tanah. Tanah yang di uji adalah tanah dari Jalan Dlingo, Desa Mangunan, Kabupaten Bantul. Variasi campuran yang digunakan adalah kapur tohor 15% dengan abu sekam padi 0 persen, 5 persen, 10 persen, dan 15 persen terhadap berat kering tanah. Beberapa pengujian dilakukan untuk tanah dengan campuran tersebut meliputi uji sifat fisik dari tanah serta *kuat tekan (unconfined)*. Berdasarkan pengujian menunjukkan tanah asli termasuk dalam klasifikasi CH menurut USCS dan A-7-6 menurut AASHTO. Penambahan abu sekam padi dan kapur tohor mampu menurunkan plastisitas tanah serta nilai kuat tekan meningkat dengan drastis. Campuran optimum didapat dari variasi kapur yang 15 % dan abu sekam padi 10% dengan pemeraman 7 hari.

Kata kunci: stabilisasi tanah, lempung, *unconfined*.

ABSTRACT

Clay soil is a type of soil that is generally prone to problems in construction. This is due to its high plasticity, low bearing capacity, and significant volume changes caused by variations in moisture content. These conditions often require clay soil to undergo improvement before being used as a foundation for construction. One method that can be applied for soil stabilization is by adding certain materials. This study aims to understand the characteristics of clay soil and analyze the changes that occur when rice husk ash and quicklime are added, particularly in improving the unconfined compressive strength of the soil. The soil tested was obtained from Jalan Dlingo, Mangunan Village, Bantul Regency. The mixture variations used were 15% quicklime combined with 0%, 5%, 10%, and 15% rice husk ash based on the dry weight of the soil. Several tests were conducted on these mixtures, including physical properties tests and unconfined compressive strength tests. Based on the results, the original soil is classified as CH according to USCS and A-7-6 according to AASHTO. The addition of rice husk ash and quicklime was able to reduce soil plasticity and significantly increase compressive strength. The optimum mixture was obtained with 15% lime and 10% rice husk ash after 7 days of curing.

Keywords: soil stabilization, clay, *unconfined compressive strength*

1. PENDAHULUAN

Tanah merupakan material alami yang sangat berperan dalam bidang teknik sipil karena hampir seluruh konstruksi dibangun di atas atau di dalam tanah. Oleh karena itu karakteristik tanah sangat mempengaruhi kestabilan dan kekuatan suatu konstruksi. Tanah secara umum diklasifikasikan berdasarkan ukuran butirnya menjadi kerikil, pasir, lanau, dan lempung. Tanah lempung memiliki ukuran butir yang sangat halus dengan sifat plastisitas yang tinggi serta permeabilitas yang rendah. Tanah lempung sering menimbulkan permasalahan dalam konstruksi karena memiliki kemampuan mengembang dan menyusut yang tinggi akibat perubahan kadar air. Perubahan volume ini dapat menyebabkan penurunan daya dukung tanah dan kerusakan pada struktur yang berada di atasnya (Hardiyatmo, 2013). Dalam pembangunan jalan maupun bangunan, kondisi tanah dasar yang kurang baik perlu diperbaiki agar mampu menahan beban konstruksi.

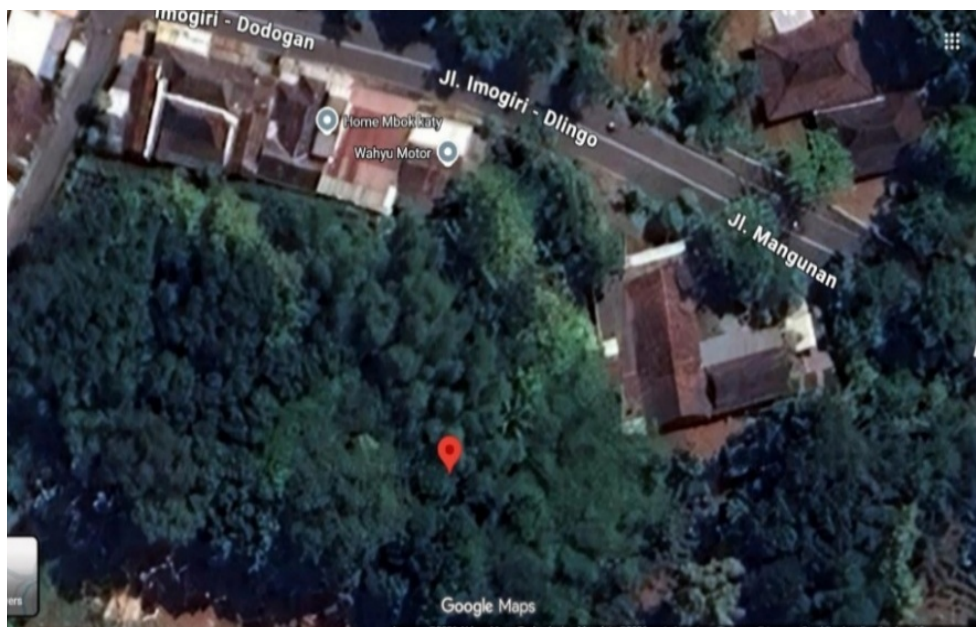
Salah satu metode yang umum digunakan adalah stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah merupakan proses perbaikan sifat tanah dengan cara mencampurkan bahan tambahan tertentu sehingga kekuatan dan stabilitas tanah meningkat. Kapur memiliki sifat sebagai bahan ikat yaitu sifat plastis baik (tidak getas), mudah dan cepat mengeras, *workability* baik dan mempunyai daya ikat baik untuk bata maupun batu (Tjokrodinuljo, 2007). Kapur yang direkomendasikan untuk digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah adalah kapur padam dan kapur tohor (Darwis,

2017), ini juga mengacu pada SNI 03-4147-1996. Selain kapur, komponen lainnya beberapa bisa dijadikan bahan stabilisasi di antaranya abu sekam padi. Ini memberikan peluang dalam pengurangan pengembangan dan penyusutan suatu lempung ditinjau pada penurunan plastisitas indeks yang mana dari 41,25 % menjadi 0,096 % terhadap 12% ASP sampai 12,5 % untuk CBR dari tanah mengalami peningkatan yang mana 3,03 % jadi 16,3 % (Rifqi Abdurrozak & Nurfathiyah Mufti, 2017). Budi, dkk pada studi kasus Pengaruh Pencampuran Abu Sekam Padi dan Kapur untuk Stabilisasi Tanah Ekspansif (Budi, 2002), di mana penelitiannya menunjukkan semakin tinggi persentase tanah yang dicampurkan kapur serta ASP, kadar air dikondisi optimum relatif bertambah serta volume maksimum saat tanah kering mengalami penurunan berat. Stabilisasi tanah ekspansif menggunakan kapur untuk *subgrade*, Tujuannya adalah untuk mengurangi sifat plastis tanah, sekaligus mengetahui berapa persen paling sedikit kapur yang perlu ditambahkan agar tanah yang gampang mengembang ini tetap bisa dipakai sebagai lapisan dasar jalan (*subgrade*) (Andajani & Risdianto, 2022).

Penggunaan abu sekam dari padi jadi bahan stabilisasi juga memberikan keuntungan dari sisi lingkungan karena memanfaatkan limbah pertanian yang melimpah di Indonesia. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa campuran ASP dengan kapur dapat memberikan peningkatan kekuatan tanah yang jenisnya lempung secara signifikan. Reaksi pozzolanik yang terjadi antara silika dan kalsium menghasilkan senyawa kalsium silikat hidrat yang berfungsi sebagai bahan sementasi pada tanah. Berdasarkan latar belakang tersebut, dilakukanlah penelitian ini untuk melihat bagaimana dampak dari penambahan limbah ASP terhadap tanah dan juga kapur tohor untuk peningkatan kuat tekan bebas tanah lempung.

2. METODOLOGI PENELITIAN

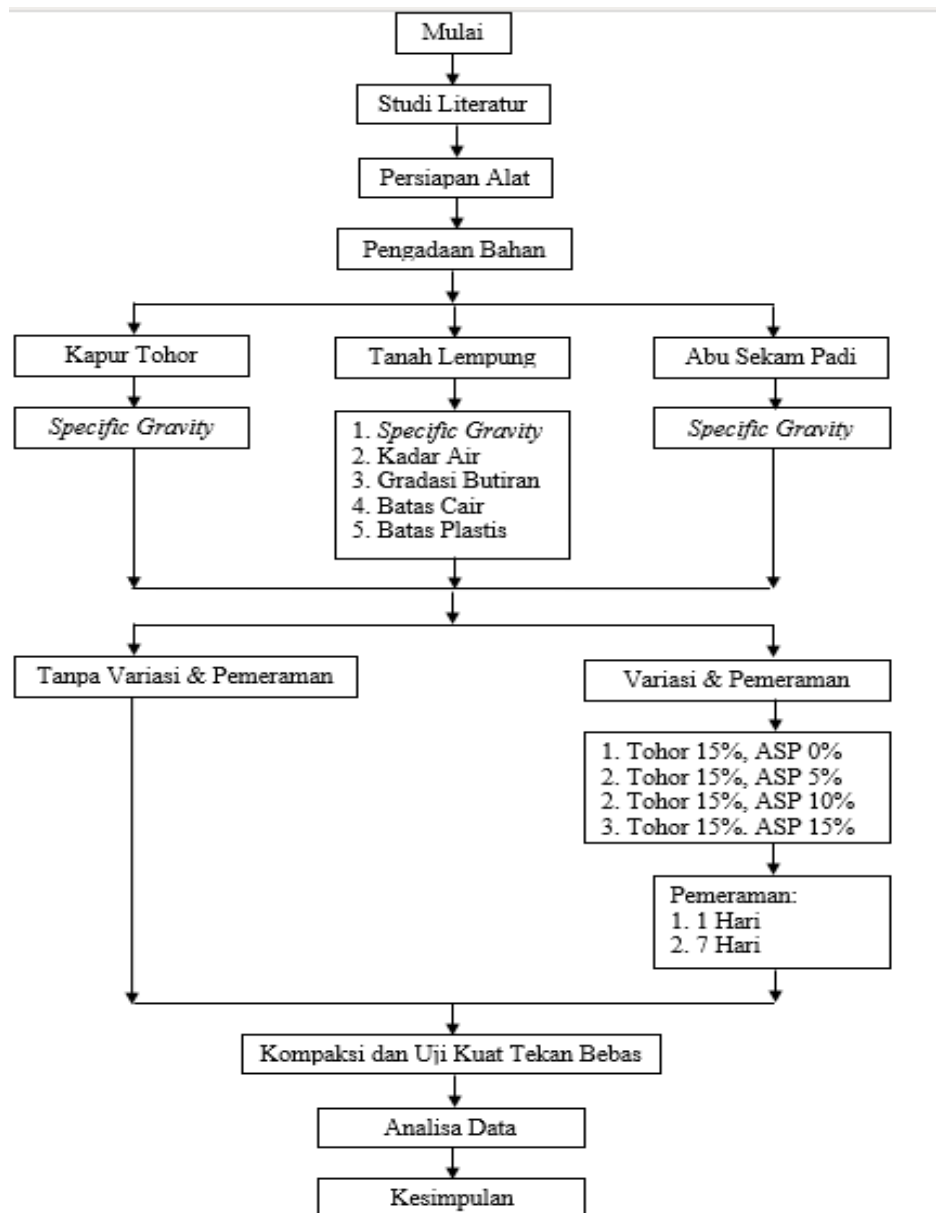
Penelitian ini dilakukan melalui pengujian laboratorium terhadap sampel tanah yang diambil langsung dari Desa Mangunan, Kecamatan Dlingo, Kabupaten Bantul dengan lokasi seperti pada Gambar 1. Sampel tanah yang dijadikan bahan pengujian merupakan tanah terganggu yang diambil pada kedalaman sekitar kurang lebih setengah meter di permukaan tanah.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel tanah (Google Earth, 2023)

Pengujian laboratorium bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan sifat tanah secara mekanis. Uji terhadap sifat fisik terdiri dari pengujian kadar air, *specific gravity*, distribusi ukuran butir, serta batas-batas *Atterberg* yang meliputi batas cair dan plastis, serta plastisitas indeks. Pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui karakteristik dasar tanah. Setelah dilakukan pengujian terhadap sifat fisik, selanjutnya pengujian pemadatan tanah dilakukan dengan metode *Standard Proctor* untuk mengetahui kadar air yang paling pas serta berat isi kering maksimum yang bisa dicapai tanah tersebut. Nilai tersebut digunakan sebagai dasar dalam membuat benda uji untuk pengujian kuat tekan bebas. Variasi campuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah kapur tohor sebesar 15% dengan variasi abu sekam padi sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat kering tanah. Campuran tersebut dipilih berdasarkan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kapur efektif meningkatkan kekuatan tanah lempung. Sampel tanah yang telah dicampur kemudian dilakukan proses pemeraman selama 1 hari dan 7 hari

sebelum dilakukan pengujian kuat tekan bebas. Proses pemeraman dilakukan untuk memberikan waktu terjadinya reaksi kimia antara tanah, kapur, dan abu sekam padi. Pengujian kuat tekan bebas dilakukan dengan menggunakan alat *unconfined compression test* agar memperoleh hasil kuat tekan maksimum pada benda uji tersebut. Lebih jelas mengenai penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

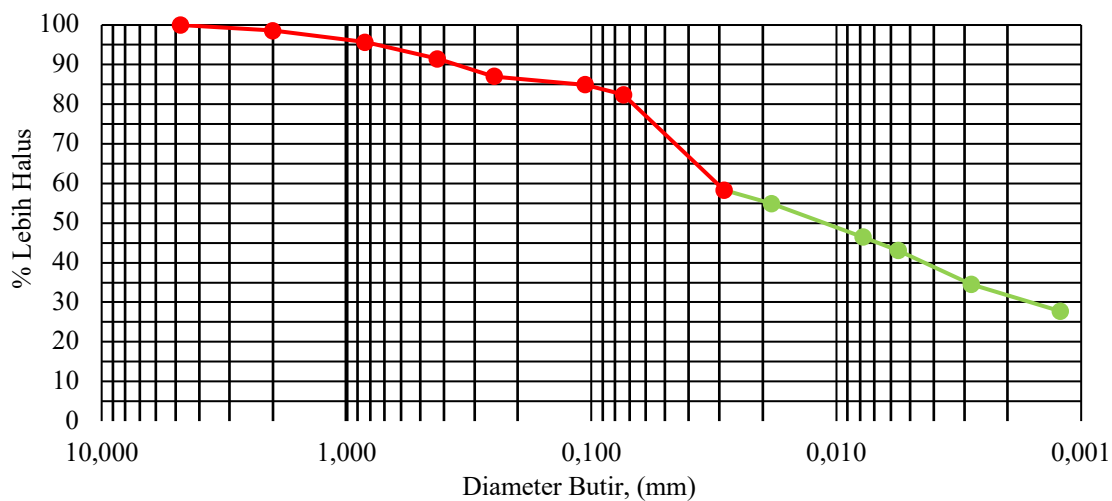
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sifat Mekanis dan Fisik pada Tanah Tanpa Campuran

Dari hasil pengujian sifat fisik tanah, didapat nilai *specific gravity* sebesar 2,63, batas cair 79,01%, batas plastis 29,87%, dan indeks plastisitas 49,14%. Dilihat dari klasifikasi USCS, tanah ini masuk kategori CH, yaitu lempung dengan plastisitas tinggi. Sementara menurut klasifikasi AASHTO, tanah tersebut termasuk dalam kelompok A-7-6 yang menunjukkan bahwa tanah memiliki kualitas kurang baik sebagai tanah dasar konstruksi. Seperti yang disajikan dalam Tabel 1. Tanah dengan plastisitas tinggi biasanya memiliki daya dukung yang rendah sehingga memerlukan perbaikan sebelum digunakan dalam konstruksi (Hardiyatmo, 2013). Hasil pengujian sebaran distribusi tanah menggunakan analisa saring dan *hydrometer* ditunjukkan Gambar 3.

Tabel 1. Karakteristik tanah tanpa campuran dari hasil lab

No	Pengujian	Tanah
1	Berat Jenis Relatif	2,63
2	Liquid Limit	79,01 %
3	Plasticity Limit	29,87 %
4	Plasticity Indeks	49,14 %
5	#200 (Persen Lolos)	59,06 %
6	Klasifikasi Tanah USCS Klasifikasi AASHTO	CH A-7-6
7	Uji Standar Proctor : γ_d (gr/cm ³) W_{Opt}	1,39 26%
8	Kuat tekan bebas tanah q_u (kg/cm ²)	0,31



Gambar 3. Kurva hasil analisa saringan dengan kombinasi *hydrometer* tanpa campuran

3.2. Sifat Fisik dan Mekanis Tanah dengan Campuran Kapur dan Abu Sekam Padi

a. *Specific gravity* (Gs)

Setelah dilakukan proses stabilisasi dengan penambahan KP dan ASP, terjadi perubahan pada beberapa parameter sifat fisik tanah. Nilai *specific gravity* yang diperoleh berkisar antara 2,67 hingga 2,69. Perubahan ini relatif sangat kecil, ini menunjukkan bahwa penambahan material stabilisator tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap berat jenis tanah seperti di Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengujian *specific gravity* tanah setelah pencampuran

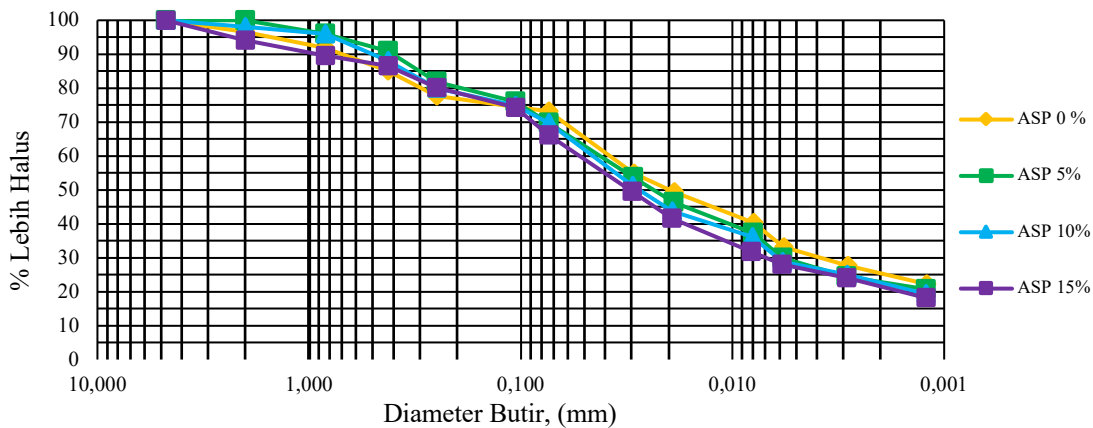
No	Variasi Rasio Campuran	<i>Specific Gravity</i>
1	Tanah + Kapur Tohor 15% + ASP 0%	2,67
2	Tanah + Kapur Tohor 15% + ASP 5%	2,67
3	Tanah + Kapur Tohor 15% + ASP 10%	2,68
4	Tanah + Kapur Tohor 15% + ASP 15%	2,69

b. Distribusi Ukuran butir tanah lolos saringan No. 200

Pengujian distribusi ukuran butir menunjukkan adanya perubahan pada persen (%) lolos saringan No.200. Penurunan jumlah butiran halus terjadi karena adanya proses reaksi antara tanah dengan kapur serta abu sekam padi yang membentuk agregasi partikel sehingga ukuran butiran menjadi lebih besar. Dapat di lihat pada Tabel 3. Hasil distribusi butir ditunjukkan Gambar 4.

Tabel 3. Hasil analisis ukuran butiran tanah yang lolos saringan No. 200.

No	Variasi Campuran	% Lebih Halus
1	Tanah + Kapur Tohor 15% + ASP 0%	55,00 %
2	Tanah + Kapur Tohor 15% + ASP 5%	54,28 %
3	Tanah + Kapur Tohor 15% + ASP 10%	52,90 %
4	Tanah + Kapur Tohor 15% + ASP 15%	50,64 %



Gambar 4. Grafik distribusi ukuran butir tanah dengan bahan stabilisator

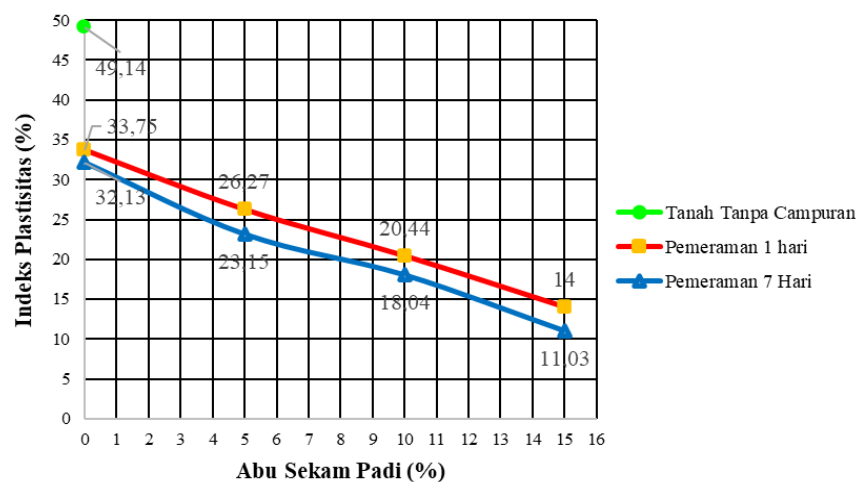
c. Batas-batas Atterberg

Pada pengujian ini terlihat bahwa nilai PI mengalami penurunan yang cukup signifikan setelah penambahan bahan stabilisator. Nilai indeks plastisitas yang semula sebesar 49,14% menurun hingga mencapai 11,03% pada campuran KP 15% dan ASP 15% dengan masa pemeraman selama 7 hari. Penurunan plastisitas ini menunjukkan bahwa campuran bahan stabilisasi mampu mengurangi sifat plastis tanah sehingga tanah menjadi lebih stabil. Hasil ini dicantumkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Batas-batas Atterberg

Sampel	Batas-batas Atterberg					
	Pemeraman 1 Hari			Pemeraman 7 Hari		
	LL (%)	PL (%)	IP (%)	LL (%)	PL (%)	IP (%)
Tanah tanpa campuran	79,01	29,87	49,14	-	-	-
Tanah + KT 15% + ASP 0%	70,65	36,9	33,75	67,22	35,09	32,13
Tanah + KT 15% + ASP 5%	64,19	37,92	26,27	59,19	36,04	23,15
Tanah + KT 15% + ASP 10%	60,34	39,90	20,44	56,18	38,14	18,04
Tanah + KT 15% + ASP 15%	54,03	40,03	14,00	50,05	39,02	11,03

Penambahan kapur tohor dan ASP menyebabkan turunnya indeks plastisitas (IP) tanah seperti ditunjukkan Gambar 5. Ini disebabkan oleh adanya reaksi pertukaran kation antara mineral tanah dan kalsium dari kapur sehingga partikel tanah mengalami flokulasi dan aglomerasi. Selain itu silika yang diperoleh dalam abu sekam padi bereaksi dengan kalsium hidroksida membentuk senyawa kalsium silikat hidrat yang dapat meningkatkan stabilitas tanah. Penurunan plastisitas menunjukkan bahwa tanah menjadi lebih stabil terhadap perubahan kadar air.



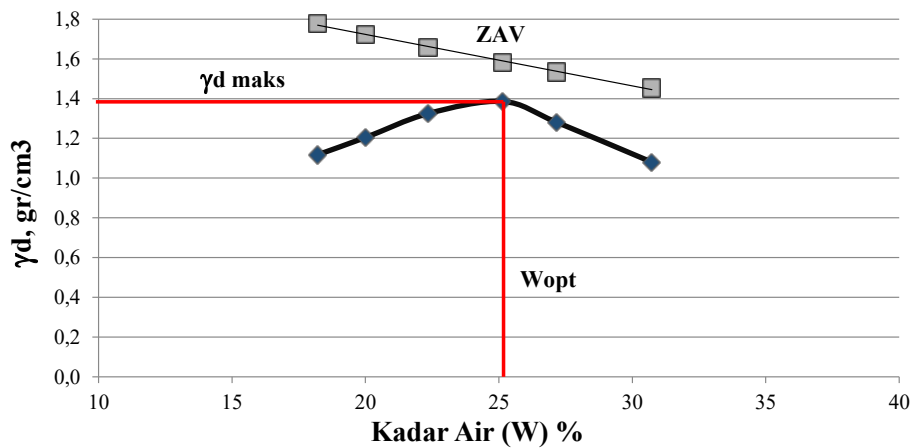
Gambar 5. Grafik hubungan nilai indeks plastisitas pada berbagai campuran kapur tohor dan abu sekam padi

d. Uji pemadatan tanah

Hasil pemadatan terhadap tanah menunjukkan nilai berat isi kering maksimum mengalami sedikit penurunan seiring bertambahnya kadar ASP dalam campuran. Hal ini disebabkan oleh berat jenis abu sekam padi yang relatif lebih kecil dibandingkan tanah sehingga mempengaruhi nilai kepadatan maksimum campuran tanah, Tabel 5. Kurva kompaksi setelah pencampuran ditunjukkan Gambar 6

Tabel 5. Hasil uji pemadatan tanah setelah dicampur

Sampel	Pemeraman			
	1 hari		7 hari	
	γ_d maks (gr/cm ³)	W_{opt} (%)	γ_d maks (gr/cm ³)	W_{opt} (%)
Tanah + KT 15% + ASP 0%	1,37	26,60	1,36	27,40
Tanah + KT 15% + ASP 5%	1,36	27,50	1,34	29,10
Tanah + KT 15% + ASP 10%	1,36	28,90	1,33	30,40
Tanah + KT 15% + ASP 15%	1,34	29,40	1,30	31,60



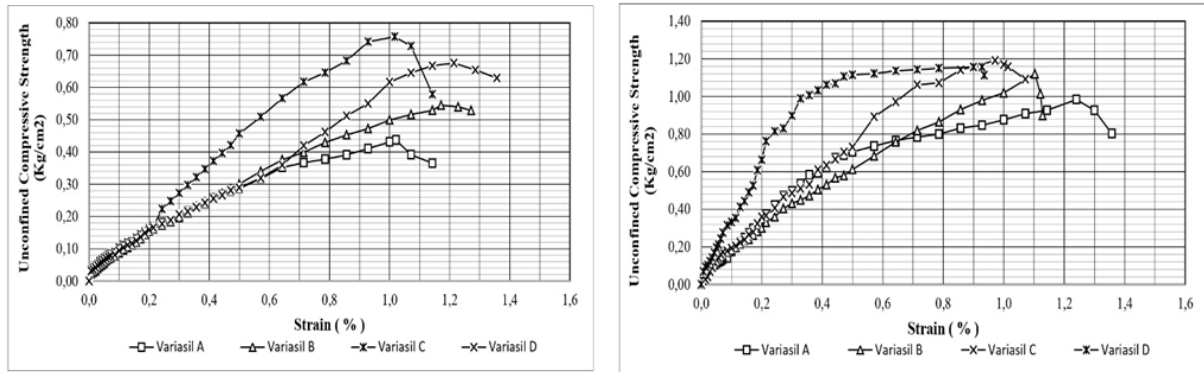
Gambar 6. Grafik kompaksi tanah setelah dicampur

e. Pengujian kuat tekan bebas tanah dengan bahan campuran

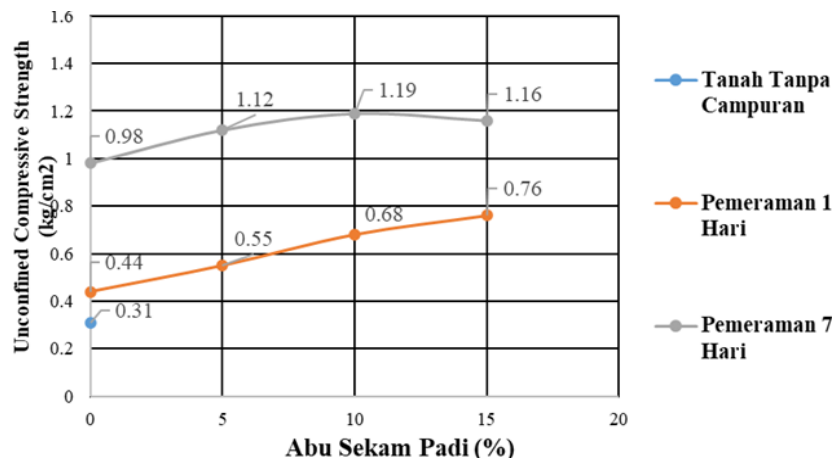
Pengujian kuat tekan bebas menunjukkan bahwa penambahan kapur tohor dan abu sekam padi mampu meningkatkan kekuatan tanah secara signifikan. Nilai kuat tekan bebas tanah asli sebesar 0,31 kg/cm² meningkat hingga mencapai 1,19 kg/cm² pada campuran kapur tohor 15% dan abu sekam padi 10% dengan waktu pemeraman selama 7 hari. Peningkatan ini terjadi karena adanya reaksi kimia yang membentuk ikatan antar partikel tanah sehingga struktur tanah menjadi lebih kuat, Tabel 6. Grafik hubungan antara kuat tekan bebas (q_u) dan regangan (ϵ) pada tanah dengan bahan stabilisator lama pemeraman 1 hari dan 7 hari ditunjukkan pada Gambar 7, sedangkan grafik hubungan antara nilai kuat tekan bebas dengan variasi campuran KT dan ASP dapat dilihat pada Gambar 8.

Tabel 6. Hasil *unconfined* pada tanah (bahan campuran)

Sampel	Pemeraman	
	1 hari	7 hari
	q_u (kg/cm ²)	q_u (kg/cm ²)
Tanah + KT 15% + ASP 0%	0,44	0,98
Tanah + KT 15% + ASP 5%	0,55	1,12
Tanah + KT 15% + ASP 10%	0,68	1,19
Tanah + KT 15% + ASP 15%	0,76	1,16



Gambar 7. Grafik hubungan q_u dan ϵ yang dicampurkan bahan stabilisator lama pemeraman 1 hari dan 7 hari



Gambar 8. Grafik nilai kuat tekan bebas (q_u) pada campuran KT 15% dan variasi ASP

Hasil pengujian kuat tekan bebas menunjukkan bahwa nilai kuat tekan bebas meningkat seiring bertambahnya kadar abu sekam padi dan waktu pemeraman. Peningkatan kekuatan tanah terjadi karena adanya reaksi pozzolanik antara silika dari abu sekam padi dan kalsium dari kapur yang membentuk senyawa sementasi pada tanah (Muntohar & Hantoro, 2000). Reaksi tersebut menyebabkan terbentuknya ikatan yang lebih kuat antar partikel tanah sehingga meningkatkan kekuatan tanah secara keseluruhan.

4. KESIMPULAN

Tanah uji yang diambil dari Jalan Dlingo, Desa Mangunan, Kecamatan Dlingo, Kabupaten Bantul termasuk dalam jenis tanah lempung yang memiliki plastisitas tinggi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai batas cair, indeks plastisitas, serta persentase butiran halus yang relatif besar. Berdasarkan USCS, tanah tersebut masuk dalam kelompok CH, sedangkan menurut AASHTO tergolong dalam kelompok A-7-6. Kapur tohor dan abu sekam padi yang digunakan sebagai bahan stabilisasi memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisik tanah. Terjadi penurunan nilai plastisitas secara signifikan, serta perubahan pada nilai berat isi kering maksimum setelah dilakukan proses pencampuran dan pemadatan. Hasil pengujian kuat tekan bebas (*unconfined*) menunjukkan adanya peningkatan kekuatan tanah setelah dilakukan stabilisasi. Nilai kuat tekan bebas tanah mengalami kenaikan yang cukup besar dibandingkan kondisi awal, terutama pada campuran tertentu dengan waktu pemeraman selama beberapa hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Andajani, N., & Risdianto, Y. (2022). Penambahan Kapur Sebagai Stabilisasi Tanah Ekspansif untuk Lapisan Tanah Dasar (Subgrade). *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 4(2). <https://doi.org/10.26740/proteksi.v4n2.p90-95>
- Budi, G. S. (2002). Pengaruh Pencampuran Abu Sekam Padi Dan Kapur Untuk Stabilisasi Tanah Ekspansif. *Civil Engineering Dimension*.
- Darwis. (2017). *Dasar-Dasar Teknik Perbaikan Tanah*. In *Pustaka AQ*.
- Hardiyatmo, H. C. (2013). *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*.
- Rifqi Abdurrozak, M., & Nurfathiyah Mufti, D. (2017). Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi Dan Kapur Pada Subgrade Perkerasan Jalan. *Jurnal Teknisia*.
- Tjokrodinuljo, K. (2007). *Teknologi Beton, Buku Ajar*. Jurusan Teknik Sipil–Magister Teknologi Bahan Bangunan–Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Yogyakarta.