

PERUBAHAN POTENSI PENGEMBANGAN DAN KUAT GESER TANAH LEMPUNG DESA DALISODO, KABUPATEN MALANG SETELAH DISTABILISASI DENGAN ABU SEKAM PADI

Marizka Hanani¹, Eko Suwarno¹, Titi Rahayuningsih¹

¹Universitas Negeri Malang,

Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia

*Corresponding author, email: marizka.hanani.1905236@students.um.ac.id

doi: 10.17977/um068.v4.i4.2024.4

Kata kunci Keywords

potensi pengembangan
kuat geser tanah
stabilisasi
tanah lempung
abu sekam padi

Abstrak

Kurangnya kemampuan tanah dasar dapat menyebabkan kerusakan pada perkerasan jalan, seperti retak, lubang dan jalan bergelombang. Kasus serupa ditemukan di Desa Dalisodo, Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang. Berdasarkan hasil uji pendahuluan, diketahui bahwa tanah di lokasi tersebut merupakan jenis tanah berlempung dengan penilaian buruk sebagai tanah dasar menurut AASHTO. Selain itu, tanah ini termasuk tanah dengan potensi pengembangan yang sangat tinggi dan nilai IP yang tinggi sehingga kuat gesernya rendah. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Mengetahui perubahan potensi pengembangan tanah lempung Desa Dalisodo setelah distabilisasi dengan abu sekam padi; (2) Mengetahui perubahan kuat geser tanah tanah lempung Desa Dalisodo setelah distabilisasi abu sekam padi. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Departemen Teknik Sipil dan Perencanaan UM menggunakan metode penelitian eksperimen. Kadar abu sekam padi yang diujikan yaitu 10%, 12,5%, 15% dan 17,5% dengan masa pemeraman 14 hari. Penelitian ini menggunakan Free Swell Index Test untuk menentukan nilai indeks pengembangan bebas dan Direct Shear Test untuk menentukan nilai kuat geser. Data dikumpulkan melalui observasi secara sistematis, kemudian dianalisis menggunakan persamaan sesuai standar. Hasil penelitian disajikan dalam tabel rekapitulasi dan grafik hubungan untuk mengetahui trend data. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa: (1) Perubahan nilai indeks pengembangan bebas pada tanah yang distabilisasi menghasilkan penurunan tertinggi pada kadar 17,5% ASP, yaitu dari 55% menjadi 20% sehingga potensi pengembangan tanah lempung tergolong rendah; (2) Perubahan kuat geser tanah menghasilkan peningkatan tertinggi pada kadar stabilisasi 12,5% ASP, yaitu dari 23,96 kPa menjadi 54,96 kPa sehingga konsistensi tanah tergolong tanah firm/kokoh.

1. Pendahuluan

Peran tanah sebagai tanah dasar meliputi penerima, penyalur dan menahan beban infrastruktur di atasnya. Kemampuan tanah untuk mempertahankan strukturnya saat dikenai beban disebut dengan daya dukung tanah (Wesley, 1980). Semakin besar beban yang diterima, maka semakin besar juga daya dukung tanah yang diperlukan. Beberapa faktor yang mempengaruhi kemampuan tanah dalam menahan beban yaitu potensi pengembangan dan kuat geser tanah. Tanah dengan potensi pengembangan tinggi cenderung reaktif air sehingga mudah mengalami perubahan ukuran butir, sedangkan jika kuat geser tanah rendah, tanah akan kesulitan menahan keruntuhan karena gaya perlawanan yang diberikan butir tanah juga rendah (Hardiyatmo, 2002). Kurangnya kemampuan tanah dasar dapat menyebabkan kerusakan pada perkerasan jalan, seperti retak, lubang dan jalan bergelombang. Kasus serupa ditemukan di Desa Dalisodo, Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang. Menurut Malang Posco Media pada 19 Januari 2023, banyak ditemui kerusakan jalan di Desa Dalisodo, salah satu kerusakan yang parah yaitu pengelupasan aspal hingga jalan berlubang.

Pengujian pendahuluan dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Gedung D19 Universitas Negeri Malang. Berdasarkan hasil pengujian pendahuluan didapatkan tanah lolos saringan no. 200 sebesar 50,54%, Batas Cair (LL)=67,87%, Batas Plastis (PL)= 44,68% dan Indeks

Plastisitas (IP)=23,19%. Menurut klasifikasi AASHTO tanah tersebut merupakan tanah kelompok A-7-5 (9,5) yaitu jenis tanah berlempung dengan penilaian umum buruk sebagai tanah dasar. Menurut Hardiyatmo (2002), tanah dengan nilai IP >17% termasuk jenis tanah kohesif dengan tingkat plastisitas yang tinggi. Tanah jenis ini rentan mengalami keruntuhan geser, karena nilai kuat gesernya akan terus berkurang saat tanah dalam kondisi basah atau saat dikenai beban konstan. Tingkat potensi pengembangan tanah diketahui berdasarkan uji pendahuluan Free Swell Index yang menghasilkan nilai indeks pengembangan bebas = 55% dan rasio pengembangan bebas = 1,55. Menurut Holtz & Gibbs (1956), jika nilai indeks pengembangan bebas >50% maka potensi pengembangan tanah tergolong sangat tinggi. Menurut Prakash & Sridharan (2004), jika rasio pengembangan bebas diantara 1,5 dan 2,0 maka tanah termasuk tipe tanah lempung mengembang dengan kandungan mineral dominan montmorillonite. Mineral montmorillonite merupakan mineral lempung dengan kecenderungan mengembang tinggi.

Berdasarkan hasil uji pendahuluan tersebut, diketahui bahwa kondisi tanah di Desa Dalisodo merupakan jenis tanah berlempung yang dinilai buruk jika digunakan sebagai tanah dasar, tanah ini juga memiliki nilai IP tinggi dengan kuat geser rendah dan potensi pengembangan yang tinggi. Jika tanah ini tetap dipertahankan sebagai tanah dasar untuk perkerasan jalan, maka perlu dilakukan upaya perbaikan tanah.

Metode stabilisasi merupakan salah satu upaya perbaikan tanah dengan cara meningkatkan kapasitas tanah melalui perubahan sifat/properties tanah (Panguriseng, D, 2017). Metode perbaikan tanah dengan stabilisasi kimia dapat diterapkan pada tanah lempung Desa Dalisodo. Bahan stabilisator yang umum digunakan yaitu kapur, semen dan aspal. Adapun bahan stabilisator lain yang berasal dari limbah yaitu limbah gypsum, fly ash, abu ampas tebu dan abu sekam padi. Dilihat dari potensi Desa Dalisodo abu sekam padi bisa menjadi pilihan bahan stabilisasi. Data BPS Kabupaten Malang (2022) menunjukkan bahwa produksi padi di Kecamatan Wagir merupakan komoditas kedua terbesar setelah jagung dengan luas lahan pertanian mencapai 678 ha.

Abu sekam padi berasal dari limbah pembakaran sempurna dari sekam padi. Kadar silika (SiO₂) pada abu sekam padi dapat mencapai 80% - 90%, sementara sisanya terbagi atas Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO dan MgO (Sarapu, 2016). Senyawa silika yang bersifat pozzolan mampu meningkatkan daya lekat antar partikel tanah sehingga tanah lempung lebih stabil dan padat (Utami, dkk., 2023).

Penelitian dengan tujuan sejenis diantaranya penelitian oleh Utami dkk (2023), pada stabilisasi abu sekam padi dengan kadar 25% menghasilkan penurunan IP tertinggi dari 44,09% hingga 16,32% pada tanah lempung yang mengembang. Penelitian yang dilakukan Suryadharma & Hatmoko, 2019, diketahui bahwa tanah lempung yang distabilisasi dengan variasi kadar abu sekam padi menghasilkan peningkatan parameter kuat geser tanah. Dari penelitian terdahulu tersebut, diketahui belum ada penelitian terkait hubungan stabilisasi abu sekam padi terhadap penurunan potensi pengembangan pada tanah lempung. Untuk itu, pada penelitian ini dilakukan stabilisasi tanah menggunakan abu sekam padi untuk mengetahui perubahan nilai potensi pengembangan dan kuat geser tanah di Desa Dalisodo, Kecamatan Wagir, Kabupaten Malang.

2. Metode

A. Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan metode penelitian eksperimen dan akan dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang. Pada penelitian ini akan diamati pengaruh yang ditimbulkan dari variasi stabilisasi abu sekam padi terhadap perubahan potensi pengembangan dan kuat geser tanah lempung di Desa Dalisodo, Kec. Wagir, Kab. Malang. Data hasil penelitian akan disajikan dalam tabel dan grafik trendline, kemudian dijabarkan secara deskriptif.

B. Subjek Penelitian

Subjek penelitian pada penelitian ini adalah tanah terganggu (disturb) yang diambil pada kedalaman 1 meter dari permukaan tanah Desa Dalisodo, Kec Wagir, Kab Malang. Variabel yang diteliti adalah potensi pengembangan yang ditunjukkan dari nilai indeks pengembangan bebas dan kuat geser tanah yang meliputi nilai kohesi dan nilai sudut geser dalam. Variasi kadar ASP yang

diujikan yaitu 10%, 12,5%, 15% dan 17,5%. Jumlah seluruh sampel pada penelitian ini sebanyak 15 buah.

C. Instrumen Penelitian

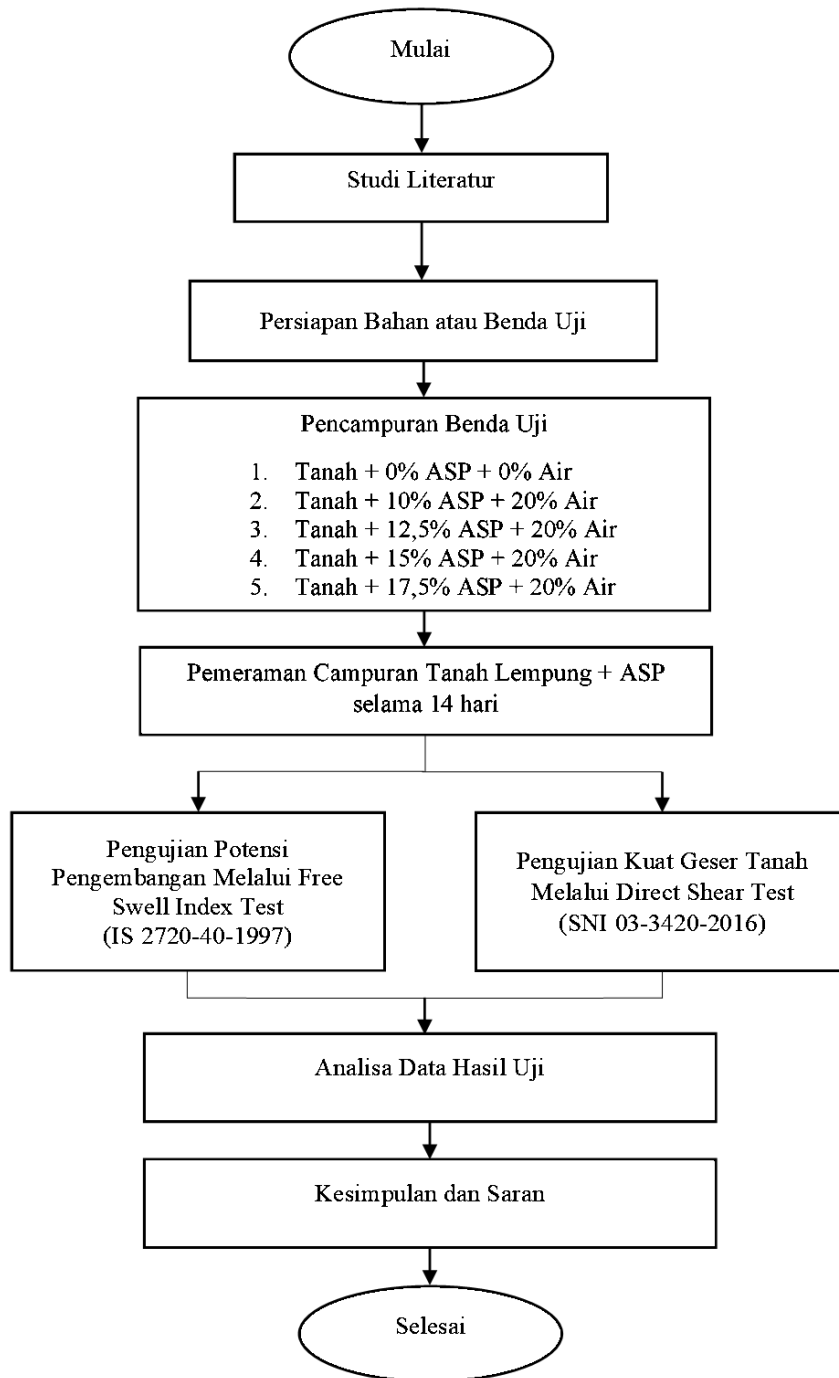
Bahan, alat, teknik pengumpulan data dan prosedur pengujian mengacu pada ketentuan sebagai berikut: IS 2720-40-1997 untuk Free Swell Index Test dan SNI 03-3420-2016 untuk Direct Shear Test. Pada pembuatan benda uji, abu sekam padi yang digunakan berasal dari pembakaran sempurna sekam padi sesuai standar BPTP.

D. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan observasi secara langsung, sistematis dan sesuai urutan pelaksanaan pengujian. Data dikumpulkan dalam tiga kelompok tujuan, yaitu: identifikasi karakteristik tanah asli menggunakan hasil uji pendahuluan, identifikasi perubahan potensi pengembangan tanah menggunakan hasil uji indeks pengembangan bebas dan perubahan kuat geser tanah menggunakan hasil uji kuat geser langsung yaitu nilai kohesi dan nilai sudut geser dalam.

E. Analisis Data

Analisa data dilakukan menggunakan aplikasi microsoft excel untuk mengetahui pengaruh dari variasi kadar abu sekam padi terhadap stabilisasi tanah lempung asli Desa Dalisodo terhadap perubahan potensi pengembangan dan kuat geser tanah berdasarkan trendline data yang dihasilkan grafik. Teknik analisis data yang digunakan adalah teknik analisis deskriptif eksperimental. Hasil analisa data disajikan dalam bentuk tabel rekapitulasi dan grafik perubahan dari tiap sampel. Perubahan yang telah ditunjukkan oleh hasil persamaan grafik dan arah trendline kemudian dideskripsikan sebab dan akibatnya. Tahapan penelitian yang dilakukan disajikan dalam diagram alir penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

A. Perubahan Potensi Pengembangan Pada Tanah Lempung Desa Dalisodo Setelah Distabilisasi Abu Sekam Padi

Rekapitulasi nilai indeks pengembangan bebas berdasarkan hasil uji Free Swell Index pada tanah lempung Desa Dalisodo untuk tiap kadar stabilisasi abu sekam padi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Indeks Pengembangan Bebas Pada Tiap Variasi Abu Sekam Padi

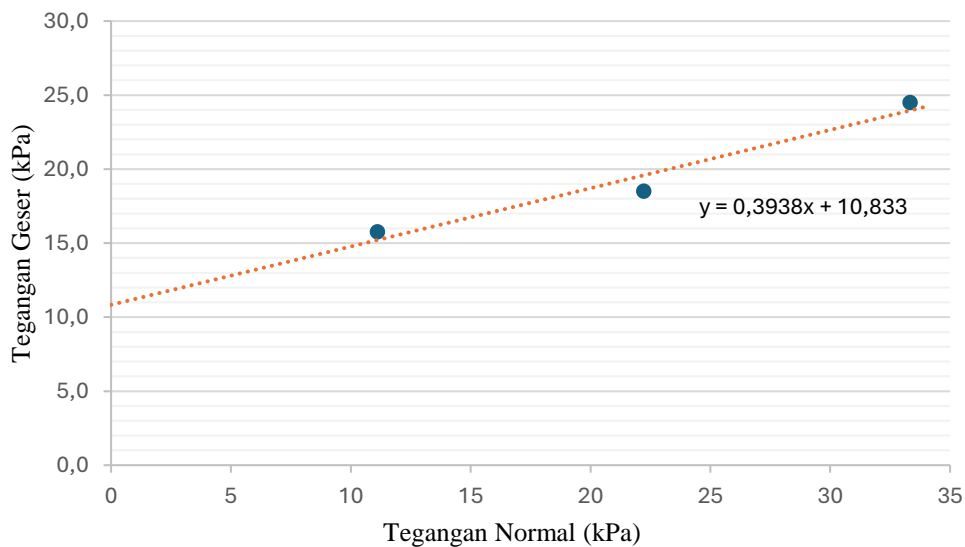
Kadar ASP	Indeks Pengembangan Bebas (%)
0%	55
10%	40
12,5%	35
15%	30
17,5%	20

B. Perubahan Kuat Geser Tanah Pada Tanah Lempung Desa Dalisodo Setelah Distabilisasi Abu Sekam Padi

Berdasarkan hasil uji kuat geser langsung diperoleh nilai kohesi (c) dan nilai sudut geser dalam (ϕ), yang digunakan untuk mengetahui nilai kuat geser tanah. Variasi pembebanan yang diberikan untuk tiap kadar abu sekam padi yaitu: 4 kg, 8 kg dan 12 kg. Hasil uji kuat geser langsung pada kondisi tanah lempung asli atau kadar 0% asp, dinyatakan dalam tabel hasil uji pada Tabel 2 dan grafik geser langsung pada Gambar 2.

Tabel 2. Hasil Uji Kuat Geser Langsung Tanah Lempung dengan Kadar 0% ASP

N	Teg. Normal	Teg. Geser	Persamaan Grafik	Kohesi	Sudut Geser Dalam	Kuat Geser
kg	kPa	kPa		kPa	°	kPa
4	11,11	13,75	$y = 0,3938x + 10,833$	10,83	21,49	23,96
8	22,22	23,75				
12	33,33	32,50				

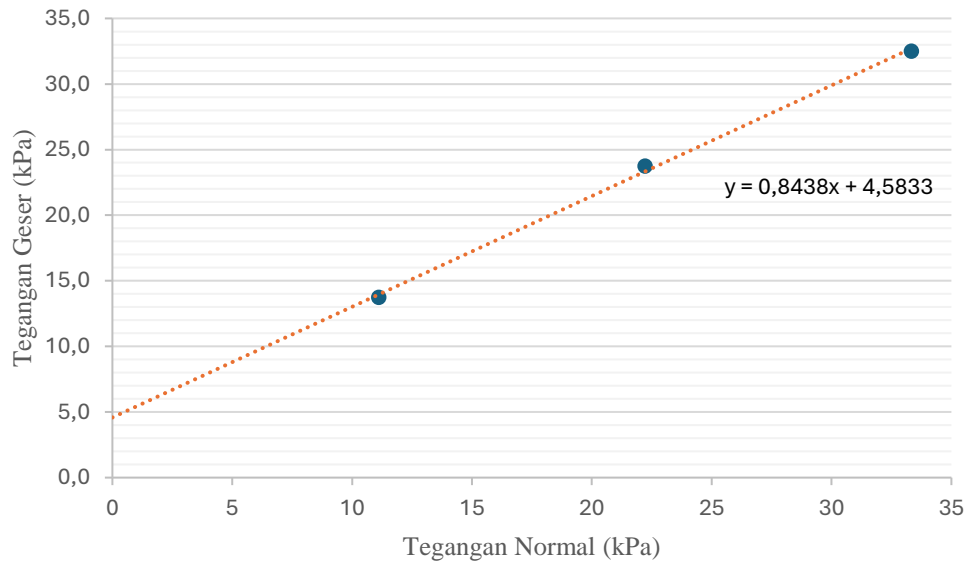


Gambar 2. Grafik Geser Langsung pada Tanah Asli

Berdasarkan uji kuat geser langsung terhadap tanah lempung dengan kadar 10% ASP, hasil yang diperoleh dinyatakan dalam tabel hasil uji pada Tabel 3 dan grafik geser langsung pada Gambar 3.

Tabel 3. Hasil Uji Kuat Geser Langsung Tanah Lempung dengan Kadar 12,5% ASP

N	Teg. Normal	Teg. Geser	Persamaan Grafik	Kohesi	Sudut Geser Dalam	Kuat Geser
kg	kPa	kPa		kPa	°	kPa
4	11,11	32,50	$y = 0,8438x + 4,5833$	4,583	40,16	32,71
8	22,22	43,00				
12	33,33	55,25				

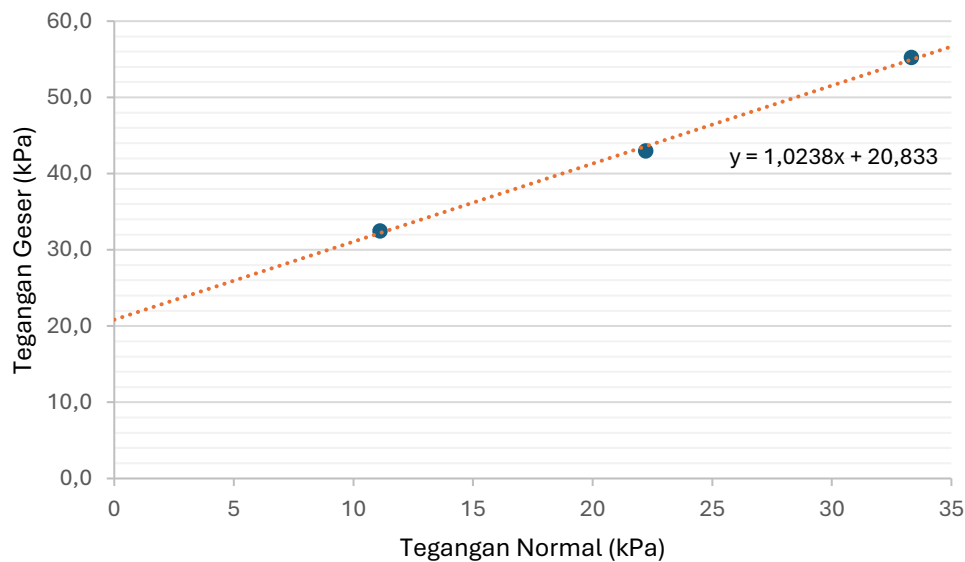


Gambar 3. Grafik Geser Langsung pada Tanah + 10% ASP

Pada tanah yang distabilisasi dengan 12,5% abu sekam padi, hasil yang diperoleh dinyatakan dalam tabel hasil uji pada Tabel 4 dan grafik geser langsung pada Gambar 4.

Tabel 4. Hasil Uji Kuat Geser Langsung Tanah Lempung dengan Kadar 12,5% ASP

N	Teg. Normal	Teg. Geser	Persamaan Grafik	Kohesi	Sudut Geser Dalam	Kuat Geser
kg	kPa	kPa		kPa	°	kPa
4	11,11	32,50	$y = 1,0238x + 20,833$	20,833	45,67	54,96
8	22,22	43,00				
12	33,33	55,25				

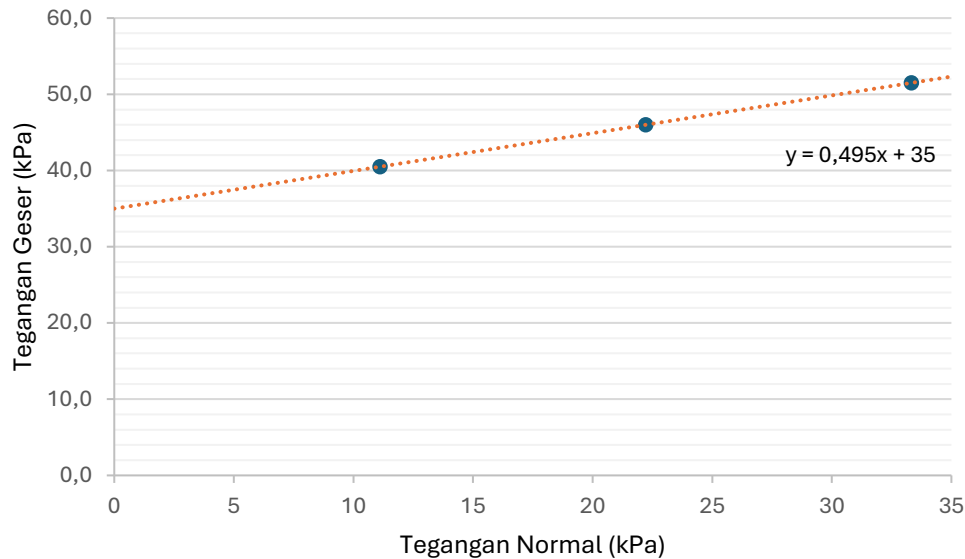


Gambar 4. Grafik Geser Langsung pada Tanah + 12,5% ASP

Pada tanah yang distabilisasi dengan 15% abu sekam padi, hasil pengujian dinyatakan dalam tabel hasil uji pada Tabel 5 dan grafik geser langsung pada Gambar 5.

Tabel 5. Hasil Uji Kuat Geser Langsung Tanah Lempung dengan Kadar 15% ASP

N	Teg. Normal	Teg. Geser	Persamaan Grafik	Kohesi	Sudut Geser Dalam	Kuat Geser
kg	kPa	kPa		kPa	°	kPa
4	11,11	40,50	$y = 0,495x + 35$	35,00	26,34	51,50
8	22,22	46,00				
12	33,33	51,50				

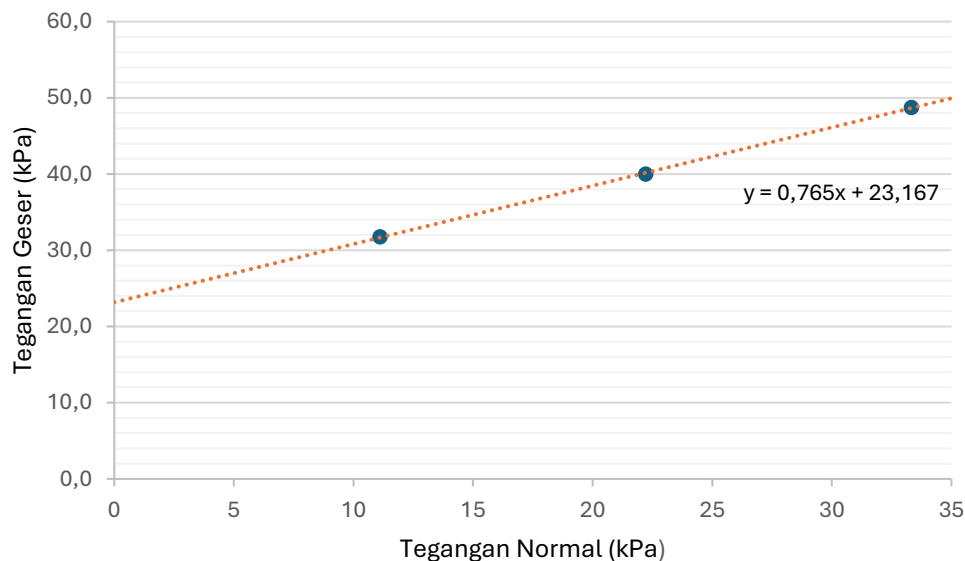


Gambar 5. Grafik Geser Langsung pada Tanah + 15% ASP

Hasil pengujian kuat geser langsung pada tanah lempung yang distabilisasi 17,5% abu sekam padi ditunjukkan pada Tabel 6 dan grafik kuat geser pada Gambar 6.

Tabel 6. Hasil Uji Kuat Geser Langsung Tanah Lempung dengan Kadar 17,5% ASP

N	Teg. Normal	Teg. Geser	Persamaan Grafik	Kohesi	Sudut Geser Dalam	Kuat Geser
kg	kPa	kPa		kPa	°	kPa
4	11,11	31,75	$y = 0,765x + 23,167$	23,17	37,42	48,67
8	22,22	40,00				
12	33,33	48,75				



Gambar 6. Grafik Geser Langsung pada Tanah + 17,5% ASP

Rekapitulasi hasil uji kuat geser langsung pada tiap kadar abu sekam padi ditunjukkan oleh Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Parameter Kuat Geser

Hasil	Kadar ASP (%)	Tegangan Normal (kPa)			Tegangan Geser Maksimum (kPa)			C kPa	φ °
		Beban (kg)			Beban (kg)				
		4	8	12	4	8	12		
	0%	11,11	22,22	33,33	15,75	18,50	24,50	10,83	21,49
	10%	11,11	22,22	33,33	13,75	23,75	32,50	4,58	40,16
	12,5%	11,11	22,22	33,33	32,50	43,00	55,25	20,83	45,67
	15%	11,11	22,22	33,33	40,50	46,00	51,50	35,00	26,34
	17,5%	11,11	22,22	33,33	31,75	40,00	48,75	23,17	37,42

perhitungan kuat geser langsung yang diperoleh pada tiap kadar abu sekam padi dapat dilihat pada Tabel 8.

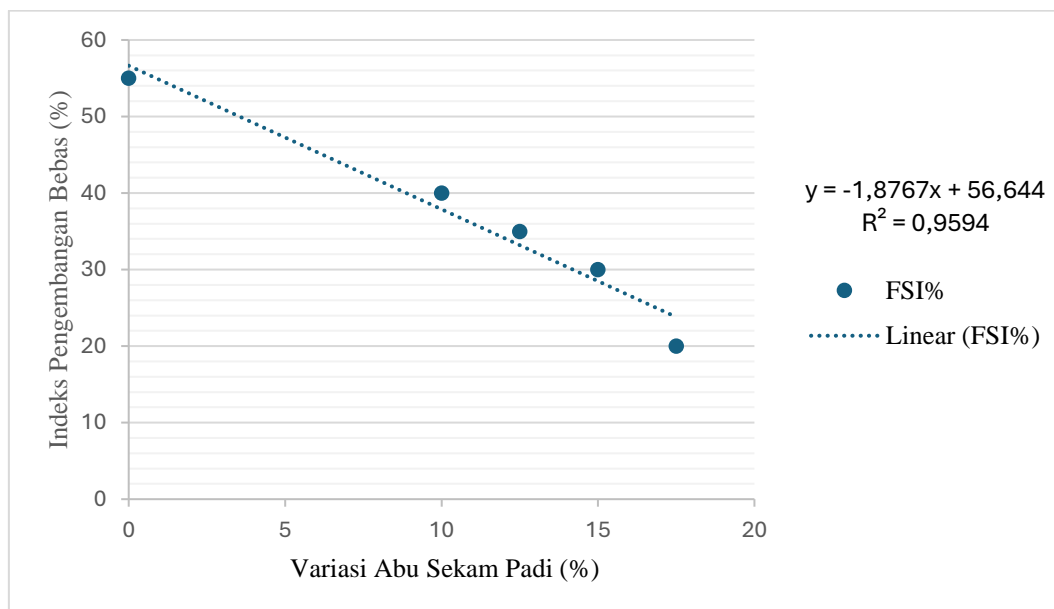
Tabel 8. Hasil Kuat Geser Langsung

Kadar Abu Sekam Padi (%)	Kuat Geser (kPa)
0%	23,96
10%	32,71
12,5%	54,96
15%	51,50
17,5%	48,67

3.2. Pembahasan

A. Perubahan Potensi Pengembangan Pada Tanah Lempung Desa Dalisodo Setelah Distabilisasi Abu Sekam Padi

Berdasarkan hasil uji Free Swell Index pada Tabel 1, perubahan nilai indeks pengembangan bebas pada tanah lempung Desa Dalisodo ditunjukkan dalam grafik trendline pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Trend Nilai Indeks Pengembangan Bebas terhadap Variasi Abu Sekam Padi

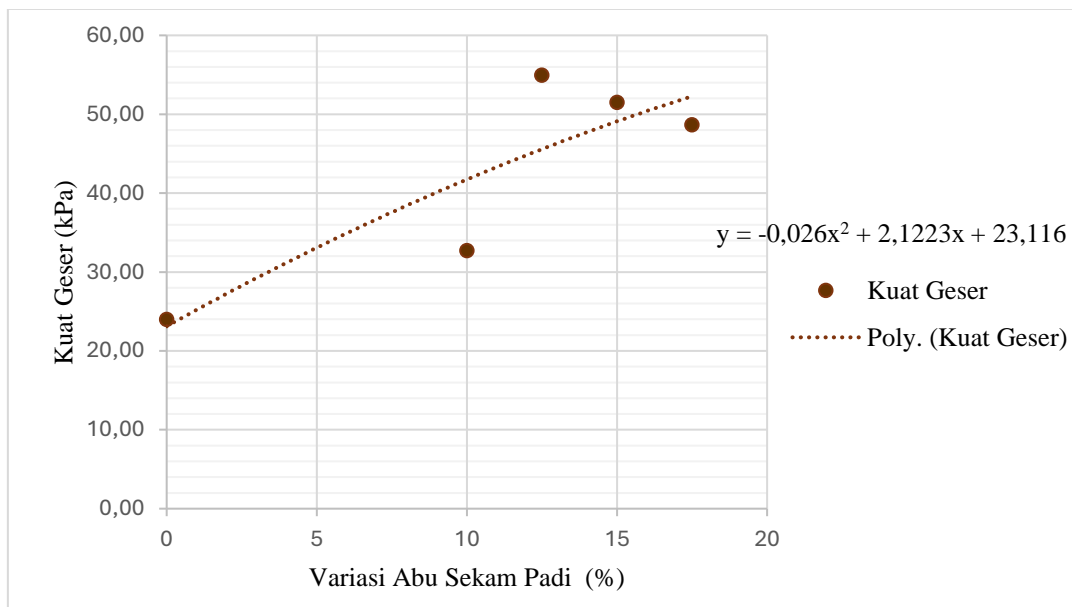
Berdasarkan grafik trendline linear yang dihasilkan oleh perubahan nilai indeks pengembangan bebas terhadap variasi ASP diperoleh persamaan: $y = -1,8767x + 56,644$. Arah trendline menunjukkan pengaruh negatif atau berlawanan arah, hal ini bisa diartikan jika kadar abu sekam padi meningkat, maka nilai indeks pengembangan bebas akan menurun.

Penurunan nilai indeks pengembangan bebas tertinggi diantara kadar yang diuji yaitu pada 17,5% ASP, dari nilai 55% menjadi 20%. Berdasarkan hubungan range nilai indeks pengembangan bebas dengan potensi pengembangan oleh Holtz, 1956, jika nilai indeks pengembangan bebas ≤ 20 , potensi pengembangan tanah termasuk kategori rendah. Sifat abu sekam padi sebagai material non-plastic dan non-swelling akan menggantikan kation monovalent seperti sodium montmorillonite pada tanah lempung menjadi kation multivalent sehingga mengurangi kecenderungan tanah untuk mengembang.

Pada hasil penelitian Risman dkk (2014), tanah yang distabilisasi dengan kapur dan abu sekam padi menghasilkan penurunan swelling dari 5,13% menjadi 1,59% pada kadar 10% kapur dan 20% ASP. Kesamaan pada hasil penelitian ini yaitu adanya kemungkinan bahwa semakin tinggi kadar yang digunakan maka semakin rendah nilai pengembangan yang dihasilkan. Jika nilai $x = 20\%$ untuk kadar ASP yang digunakan mendatang, maka dari persamaan akan diperoleh nilai $y = 19,11\%$ untuk nilai indeks pengembangan bebas. Sementara itu, perbedaan hasil ini disebabkan oleh perbedaan campuran bahan stabilisasi dan metode penelitian yang digunakan.

B. Perubahan Kuat Geser Tanah Pada Tanah Lempung Desa Dalisodo Setelah Distabilisasi Abu Sekam Padi

Perubahan kuat geser tanah pada lempung Desa Dalisodo, Kec. Wagir, Kab. Malang, diketahui berdasarkan hasil uji kuat geser langsung yaitu parameter kuat geser yang terdiri dari nilai kohesi dan nilai sudut geser dalam. Berdasarkan kuat geser yang dihasilkan oleh variasi kadar abu sekam padi pada Tabel 8, maka dapat disajikan grafik trendline perubahan kuat geser yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Trend Nilai Kuat Geser terhadap Variasi Abu Sekam Padi

Perubahan nilai kuat geser langsung terhadap variasi abu sekam padi menghasilkan grafik trendline polinomial order 2, dimana diperoleh persamaan grafik $y = -0,026x^2 + 2,1223x + 23,116$. Arah trendline menunjukkan kemungkinan jika kadar abu sekam padi ditingkatkan, maka nilai kuat geser yang dihasilkan semakin besar hingga mencapai titik puncak maksimum. Titik puncak maksimum merupakan nilai kuat geser (y) tertinggi sebelum akhirnya mengalami penurunan. Berdasarkan analisa persamaan grafik, nilai kuat geser maksimum diketahui sebesar 66,43 kPa pada saat nilai x atau kadar abu sekam padi sebesar 40,81%.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Ara dkk (2021), dengan menguji kadar ASP 5%, 10%, dan 15% pada tanah lempung, dihasilkan kadar optimum sebesar 15%. Perubahan kuat geser yang terjadi yaitu dari 0,181 kg/cm² menjadi 0,211 kg/cm². Perubahan kuat geser pada setiap kadar menghasilkan grafik trendline linear positif dimana semakin banyak ASP yang ditambahkan maka

semakin tinggi kuat geser yang dihasilkan. Pada penelitian saat ini, perubahan nilai kuat geser tertinggi dicapai pada kadar 12,5% ASP dengan nilai kuat geser dari 23,96 kPa menjadi 54,96 kPa sebelum akhirnya mengalami penurunan menjadi 51,50 kPa.

Adanya perbedaan antara hasil penelitian berdasarkan pengujian dengan hasil penelitian berdasarkan persamaan grafik dan hasil penelitian terdahulu, kemungkinan disebabkan oleh kurangnya sampel penelitian yang digunakan, sehingga mengurangi tingkat keakuratan data. Sementara itu, ketiga hasil data sama-sama menunjukkan pengaruh positif dari stabilisasi abu sekam padi terhadap peningkatan kuat geser tanah hingga pada kadar tertentu.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian pada tanah lempung Desa Dalisodo, tanah yang distabilisasi dengan abu sekam padi sebesar 17,5% menghasilkan perubahan nilai indeks pengembangan bebas tertinggi yaitu dari 55% menjadi 20% sehingga potensi pengembangan tanah tergolong rendah. Setiap perubahan yang dihasilkan dari kadar yang diuji menghasilkan trendline grafik linear negatif, dimana semakin banyak kadar ASP yang ditambahkan maka semakin berkurang nilai indeks pengembangan bebas yang dihasilkan. Sementara itu, perubahan kuat geser pada kadar 12,5% ASP menghasilkan peningkatan tertinggi dari 23,96 kPa menjadi 54,96 kPa. Grafik yang dihasilkan dari perubahan kuat geser yaitu grafik polinomial order 2 yang menunjukkan peningkatan nilai kuat geser hingga titik puncak yang dicapai pada kadar ASP 40,81% dengan nilai kuat geser tertinggi yaitu 66,43 kPa sebelum akhirnya mengalami penurunan.

Daftar Rujukan

- Ara, E.P., dkk. 2021. Perbandingan penggunaan abu sekam padi, Serbuk Batu Bata, dan Pasir Sirkon sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung. *Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 4 (1). <https://ojs.uniskabjm.ac.id/index.php/jurnalkacapuri/article/view/5273>
- Badan Standardisasi Nasional. 2016. Metode uji kuat geser langsung tanah tidak terkonsolidasi dan tidak terdrainase. SNI 03-3420-2016. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2008. Cara uji penentuan batas cair tanah. SNI 03-1967-2008. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. 2008. cara uji penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah. SNI 03-1966-2008. Jakarta.
- Bureau of Indian Standards. 1977. IS 1977 Determination of Free Swell Index of Soils. Indian Standard Code, 1-6.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah 1*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Panguriseng, D. (2017). *Dasar-Dasar Teknik Perbaikan Tanah*. Yogyakarta: Pustaka AQ.
- Prakash, K. & Sridharan, A. (2004). Free swell ratio and clay mineralogy of fine-grained soils. *Geotechnical Testing Journal*, 27 (2). <http://dx.doi.org/10.1520/GT10860>
- Risman, dkk. 2014. Penerapan stabilisasi dengan kapur dan abu sekam untuk meningkatkan daya dukung dan memperkecil swelling pada subgrade konstruksi jalan. *TEKNIS*, 9(1), 9-12. Semarang. <https://jurnal.polines.ac.id/index.php/teknis/article/view/684/601>
- Sarapu, D. (2016). Potential of rice husk ash for soil stabilization. <https://core.ac.uk/download/pdf/62785103.pdf>
- Suryadharma, H. & Hatmoko, J. (2019). Peningkatan kuat geser tanah dengan menggunakan kombinasi Abu Sekam Padi (ASP) dan Abu Kerak Semen (AKS). Seminar Nasional AVoER XI. <http://ejournal.ft.unsri.ac.id/index.php/avoer/article/view/370>.
- Utami, G.T. (2023). Pengaruh pemeraman dan persentase abu sekam padi pada stabilisasi lempung ekspansif terhadap indeks plastisitas dan nilai CBR. *Jurnal Kacapuri*, 6 (1). <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/jurnalkacapuri/index>
- Wesley, L. D. (1980). *Mekanika tanah untuk tanah endapan dan residu*. Yogyakarta: ANDI.