

Analisis Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Bahan Tambah *Xanthan Gum*

Rani Ayu Rashita ^{[1]*}, Sri Wulandari ^[1]

^{[1]*} *Teknik Sipil, Universitas Gunadarma, Depok, 16424, Indonesia*

Email: ayurashitarani@gmail.com*, sri_wulandari@staff.gunadarma.ac.id

*) Correspondent Author

Received: 05 August 2023; Revised: 16 June 2024; Accepted: 10 July 2024

How to cited this article:

Rashita, R.A., Wulandari, S. (2025). Analisis Stabilisasi Tanah Lempung dengan Menggunakan Bahan Tambah *Xanthan Gum*. *Jurnal Teknik Sipil*, 21(1), 158–173. <https://doi.org/10.28932/jts.v21i1.7149>

ABSTRAK

Penelitian ini mengevaluasi pengaruh penambahan *xanthan gum* (XG) pada tanah lempung dari lokasi yang merupakan bekas lahan rawa di Kabupaten Cirebon, Jawa Barat. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis efek penambahan *xanthan gum* terhadap stabilitas tanah lempung melalui uji konsolidasi dan kuat geser langsung serta menentukan persentase campuran *xanthan gum* yang efektif untuk stabilisasi tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan XG berhasil meningkatkan nilai kohesi dari tanah lempung tersebut. Persentase optimum penambahan XG adalah 1,5% dengan masa pemeraman 28 hari, yang meningkatkan kualitas tanah dari kategori buruk menjadi kategori baik. Selain itu, penambahan XG juga memperbaiki indeks plastisitas tanah. Semakin banyak XG yang ditambahkan dan semakin lama waktu pemeraman, indeks plastisitas tanah semakin kecil. Pada persentase 1,5% XG dengan pemeraman 28 hari, tanah lempung termasuk dalam kategori plastisitas sedang, mengurangi potensi pengembangan. Persentase optimum yang diperoleh adalah pada penambahan XG sebesar 1,5% dengan pemeraman selama 28 hari. Pada persentase ini, nilai kohesi tanah mencapai nilai tertinggi, menunjukkan peningkatan stabilitas tanah lempung. Penelitian ini memberikan informasi penting tentang penggunaan XG sebagai bahan tambah dalam stabilisasi tanah lempung.

Kata kunci: *Xanthan gum, Uji Kuat Geser Langsung, Uji Konsolidasi, Tanah Lempung, Stabilisasi Tanah.*

ABSTRACT. *Stabilization Analysis of Clay Soil Using Xanthan Gum Additive. Effects of Xanthan gum Addition As A Stabilization Material On Clay Soil Parameters In Consolidation And Direct Shear Tests. The effect of the addition of a supplementary material called XG to the clay soil of Kabupaten Cirebon, West Java is investigated in this study. The study shall analyse the effects of Xg addition on clay soil's stability by means of consolidation and directly shear tests with a view to determining the proportion of XGT compound that is capable of stabilising soils. The results of the study indicate that the addition of XG to clayey soil successfully increased the CBR (California Bearing Ratio) value of the soil. With a cure interval of 28 days, the optimum percentage of XG addition has been found at 1.5% and resulted in CBR value values that are higher than those obtained by improving soil quality from poor to good. Moreover, the plasticity index of soil has increased as a result of adding XG. As the number of XG additions and treatment times rose, the plasticity index decreased. At the percentage of 1.5% XG addition with a 28-day curing period, the clayey soil fell into the medium plasticity category, reducing its potential for swelling. A 1.5% XG addition with a 28 day curing period has been the optimal percentage. At this percentage, the cohesion value of the soil reached its highest point, indicating an enhancement in the stability of the clayey soil. The knowledge gained from this research will be invaluable in the use of XG as an additive for clay soil stabilisation.*

Keywords: *Xanthan Gum, Shear Strength, Consolidation, Clay, Soil Stabilization.*

1. PENDAHULUAN

Tanah memiliki banyak pengertian dan kegunaan. Dalam dunia konstruksi tanah adalah bagian yang menjadi dasar dalam perencanaan bangunan konstruksi. Tanah yang bermasalah akan mempengaruhi bangunan yang ada di atasnya. Tanah yang bermasalah dapat teridentifikasi melalui penilaian nilai daya dukung, tingkat penurunan, kekuatan geser, dan tingkat kebocoran air yang dimiliki. Menjaga konsistensi tanah adalah langkah yang diambil untuk memperbaiki kondisi tanah yang mengalami masalah. Stabilisasi tanah bertujuan untuk meningkatkan dan menjaga kualitas tanah agar sesuai dengan persyaratan yang diperlukan. Ada dua kategori utama dalam melakukan perbaikan pada tanah, yaitu peningkatan kualitas tanah (*soil improvement*) dan penguatan struktur tanah (*soil reinforcement*) (Darwis, 2017).

Stabilisasi yang dilakukan dalam studi ini adalah perbaikan tanah dengan menggunakan bahan tambah *xanthan gum*. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh penggunaan *xanthan gum* sebagai bahan stabilisasi tanah yang ramah lingkungan dan mendukung pembangunan berkelanjutan. Tanah yang digunakan sebagai sampel penelitian berasal dari Cirebon yang merupakan milik PT. Tulus Asih Group. Kawasan ini semula merupakan lahan rawa non-aktif.

Studi sebelumnya telah mengungkapkan berbagai kajian terkait stabilisasi tanah menggunakan bahan tambah seperti *xanthan gum*. *Xanthan gum* atau XG adalah senyawa yang dihasilkan dari proses fermentasi bakteri *xanthomonas campestris*. XG adalah bahan alami yang sering digunakan dalam industri makanan sebagai pengental dan stabilisator, termasuk dalam stabilisasi tanah. Manfaat XG terhadap stabilisasi tanah terutama berkaitan dengan kemampuannya untuk meningkatkan stabilitas dan daya dukung tanah. Dalam bidang teknik sipil dan konstruksi, XG sering digunakan sebagai bahan tambah tanah (*soil additive*) dalam proses stabilisasi tanah. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan karakteristik fisik dan mekanik tanah sehingga dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti konstruksi jalan, fondasi bangunan, dan perkuatan lereng.

Su, S., Su, T., Hu, Z., Guo, Y., & Wang, D. (2018) meneliti tentang mekanisme stabilisasi tanah dengan XG dan hal-hal yang mempengaruhinya. Hasilnya menunjukkan bahwa XG dapat meningkatkan sifat-sifat mekanik dan stabilitas tanah, seperti meningkatkan daya dukung, mengurangi penurunan, dan meningkatkan ketahanan terhadap erosi. Wang, X., Huang, S., Li, Y., & Zhang, L (2020) membuat penelitian yang berjudul *Experimental Study on Stabilization of Expansive Soil with Xanthan Gum*. Penelitian ini menyelidiki perilaku mekanik tanah berlempung yang di stabilisasi dengan *xanthan gum*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *xanthan gum* dapat meningkatkan kekuatan dan stabilitas tanah berlempung, serta mengurangi kerentanan terhadap deformasi. Ahammed, T., & Paul, T. (2020) melakukan studi yang diberi judul *Study on*

Stabilization of Soil Using Xanthan gum and Effect on Engineering Properties of Soil. Penelitian ini menguji pengaruh *xanthan gum* terhadap sifat-sifat teknik tanah, seperti kekuatan geser, daya dukung, dan penurunan. Hasilnya menunjukkan bahwa *xanthan gum* dapat meningkatkan kekuatan geser dan daya dukung tanah, serta mengurangi penurunan. Patel, A., Gami, P., & Solanki, P. (2021) membuat penelitian yang berjudul *Stabilization of Expansive Soil Using Xanthan Gum and Fly Ash*. Penelitian ini fokus pada stabilisasi tanah yang bersifat ekspansif menggunakan kombinasi *xanthan gum*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi bahan tambah ini dapat meningkatkan stabilitas dan mengurangi kerentanan terhadap perubahan volume pada tanah yang bersifat ekspansif. Berdasarkan penelitian terdahulu, hubungan antara *xanthan gum* dengan tanah lempung dapat terkait dengan aplikasi *xanthan gum* dalam teknik perbaikan tanah atau stabilisasi tanah.

Beberapa penelitian telah mengevaluasi penggunaan *xanthan gum* untuk meningkatkan sifat mekanik dan stabilitas tanah lempung. Beberapa potensi hubungan antara *xanthan gum* dengan tanah lempung antara lain adalah dapat digunakan untuk mengurangi kelembaban dan meningkatkan daya dukung tanah lempung dengan membentuk ikatan antara partikel-partikel lempung. Hal ini dapat membantu mengurangi keretakan dan kecenderungan tanah lempung untuk mengalami pengecilan dan pembengkakan dengan perubahan kondisi lingkungan. Selain itu, *xanthan gum* dipilih sebagai bahan stabilisasi tanah karena sifatnya yang ramah lingkungan.

2. METODOLOGI

Studi ini menggunakan prosedur pengujian eksperimental. Penelitian dilakukan menggunakan data primer yang diperoleh melalui uji laboratorium, dengan mengamati dan menguji sampel tanah masih asli dan sampel tanah yang telah dicampur dengan XG (*xanthan gum*) pada berbagai persentase 1% dan 1,5%, serta didiamkan selama 0 hari, 7 hari, dan 28 hari. Pengumpulan data dilakukan dengan teknik observasi, di mana peneliti melakukan pengamatan dan pengujian langsung terhadap sampel tanah di laboratorium. Data yang diambil mencakup sifat indeks dan mekanis tanah. Pengujian yang dilakukan, yaitu percobaan kadar air, berat jenis, *atterberg limit*, berat isi tanah, konsolidasi, dan kuat geser langsung. Setelah pengujian selesai, data yang didapat akan dianalisis dengan mengacu pada studi literatur sebelumnya dan dibandingkan dengan penelitian terdahulu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan persentase dan masa pemeraman yang efektif pada penambahan XG pada tanah, serta melihat bagaimana sifat tanah berkurang setelah mencapai nilai optimum dengan menggunakan persentase terbesar 1,5%.

3. HASIL ANALISIS

3.1 Pengujian Tanah Asli

Pemeriksaan *index properties* dan *engineering properties* untuk tanah asli ditunjukkan pada Tabel 1 terhadap standar kalsifikasi tanah USGS pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Pengujian Tanah Tanpa Campuran

Parameter	Satuan	Nilai
Kadar Air	(%)	44,49
Berat Isi Basah	(g/cm ³)	1,97
Berat Isi Kering	(g/cm ³)	1,32
Berat Jenis		2,43
Porositas	(%)	45,88
Batas Cair	(%)	71,61
Batas Plastis	(%)	33,44
Batas Susut	(%)	9,15
Indeks Plastisitas	(%)	38,16
Kuat Geser Dalam	(kg/cm ²)	0,04
Sudut Geser Dalam	(deg)	10,60
Kohesi	(kg/cm ²)	0,007
Indeks Pemampatan		0,12
Angka Pori		0,68

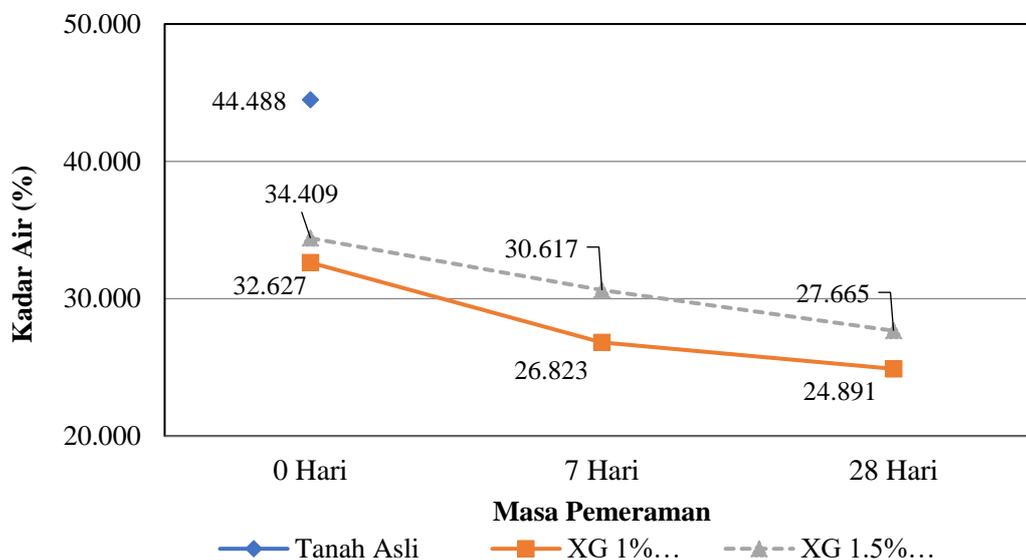
Tabel 2. Klasifikasi Tanah *Unified* (USCS)

Divisi Utama	Simbol Kelompok	Nama Jenis
Tanah berbutir kasar 50% atau lebih butiran tertahan saringan no. 200 (0,075 mm)	Kerikil bersih (sedikit bersih atau tak ada butiran halus)	GW Kerikil gradasi baik dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus
	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar tertahan saringan no. 4 (4,75 mm)	GP Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir-kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus
		GM Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau
	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos saringan no. 4 (4,75 mm)	GC Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung
		SW Pasir bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)
		SP Pasir gradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus
SM Pasir berlanau, campuran pasir-lanau		
Tanah berbutir halus 50% atau lebih butiran tertahan saringan no. 75 (0,25 mm)	SC Pasir lanau, campuran pasir-lempung	
	ML Lanau anorganik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	

Divisi Utama	Simbol Kelompok	Nama Jenis
Lanau dan lempung batas cair > 50%	CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlananu, lempung kuarus (<i>clean clays</i>)
	OL	Lanau organik dan lempung berlannau organik dengan plastisitas rendah
	MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatoma, lanau elastis
	CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sednag sampai tinggi
Tanah dengan kadar organik tinggi	PT	Gambut (<i>peat</i>), dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi

3.2 Pengujian Tanah Campuran

Hasil percobaan kadar air pada sampel tanah yang belum dicampur XG dan tanah campuran dengan XG ditunjukkan pada Gambar 1. Persentase perubahan tanah asli dengan tanah campuran didapatkan dari selisih nilai kedua sampel dibagi dengan tanah asli yang dinyatakan dalam persen.



Gambar 1. Grafik Kadar Air Tanah Asli dan Campuran

Gambar 1 menggambarkan hasil pengujian kadar air pada tanah asli dan tanah campuran dengan *xanthan gum* pada setiap kadar campuran. Dari grafik tersebut dapat dilihat pengaruh penambahan XG pada kadar air tanah yang diuji. Garis kurva menunjukkan penurunan, mengindikasikan bahwa penambahan *xanthan gum* menyebabkan penurunan kadar air. Saat

xanthan gum dicampur, bubuk tersebut menyerap air dari tanah, mengurangi kadar air dalam tanah.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kadar Air

Parameter	Satuan	Tanah Asli	Tanah + XG 1%			Tanah + XG 1.5%		
			0 Hari	7 Hari	28 Hari	0 Hari	7 Hari	28 Hari
Kadar air (w)	%	44.488	32.627	26.823	24.891	34.409	30.617	27.665

Hasil pengujian terkait kadar air ditunjukkan pada Tabel 3. Pada variasi pertama dengan 1% XG dan pemeraman 0 hari, kadar air dapat menurun sebesar 11,86% dari kadar air tanah asli. Pada pencampuran dengan 1% XG dan pemeraman 7 hari, penurunan kadar air mencapai 17,67% dari tanah asli. Pada variasi dengan 1,5% XG dan pemeraman 0 hari, penurunan kadar air mencapai 10,41% dari tanah asli. Pada variasi dengan 1,5% XG dan pemeraman 7 hari, penurunan kadar air mencapai 13,62% dari tanah asli. Pada variasi dengan 1% XG dan pemeraman 28 hari, penurunan kadar air mencapai 16,82% dari tanah asli. Penurunan kadar air terbesar terjadi pada variasi dengan 1% XG dan pemeraman 28 hari di mana kadar air dapat menurun sebesar 19,60% dari tanah asli.

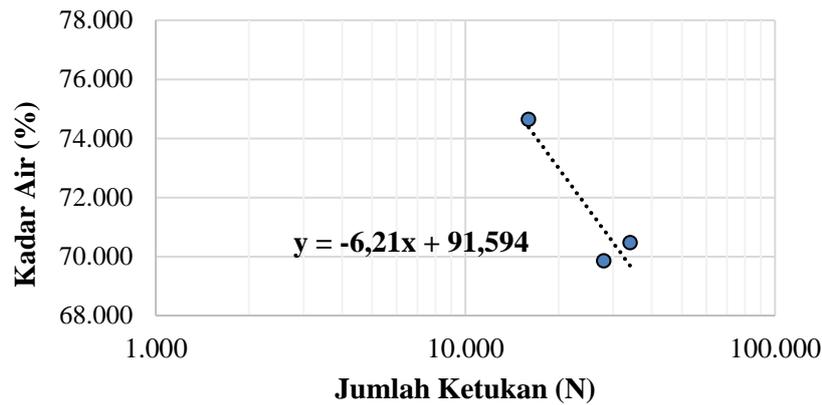
Hasil perhitungan berat isi tanah asli terdiri dari dua parameter, yaitu berat isi tanah kering dan porositas yang ditunjukkan pada Tabel 4. Nilai berat isi kering, berat isi basah, dan isi pori untuk tanah asli berturut-turut sebesar 1,969 g/cm³, 1,316 g/cm³, dan 22,025 cm³.

Tabel 4. Hasil Pengujian Berat Isi Tanah (γ) Asli

Parameter	Satuan	Nilai
Berat isi basah	(g/cm ³)	1,969
Berat isi kering	(g/cm ³)	1,316
Isi pori	(cm ³)	22,025

Pengujian *atterberg limit* digunakan untuk mendapatkan koherensi tanah butiran halus dengan pemberian kadar air yang beragam. Batas-batas *atterberg* memisahkan 4 fase tanah, yaitu padat, plastis, semi padat, dan cair. Sampel yang digunakan merupakan tanah asli lolos saringan nomor 40 yang sudah dikeringkan menggunakan oven selama 24 jam.

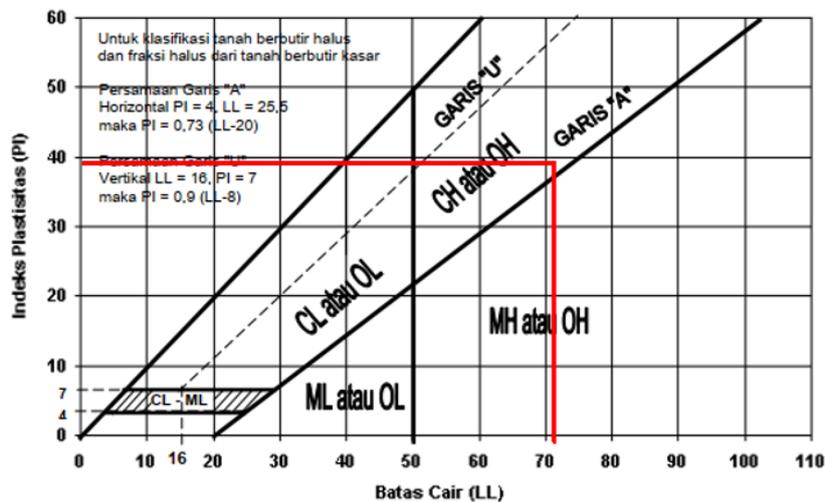
Berdasarkan observasi yang telah dilakukan, diperoleh batas cair sampel tanah asli sebesar 71,605%, batas plastis (*plastic limit*) sebesar 33,443%, dan batas susut sebesar 9,15% ditunjukkan pada Gambar 2. Nilai *plasticity index* dapat diperoleh dari selisih nilai batas cair dan batas plastis.



Gambar 2. Grafik Penentuan Nilai *Liquid Limit* Tanah Asli

$$\begin{aligned} \text{Indeks plastisitas} &= \text{liquid limit} - \text{plastic limit} \\ &= 71,605\% - 33,443\% \\ &= 38,162\% \end{aligned}$$

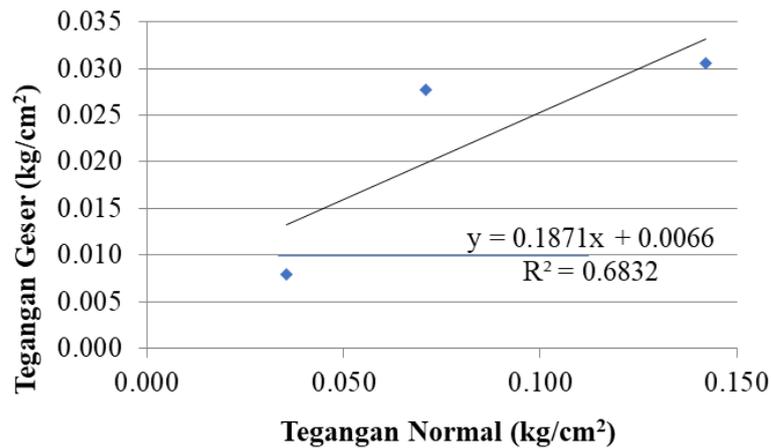
Nilai indeks plastisitas sampel tanah sebesar 38,162% menandakan tanah yang memiliki sifat plastisitas tinggi. Tingginya nilai plastisitas pada tanah menyebabkan rendahnya kestabilan akibat sifat kembang susut yang tinggi. Nilai batas cair dan indeks plastisitas yang telah diperoleh selanjutnya di plot ke dalam grafik hubungan batas cair dan indeks plastisitas untuk mengetahui pengelompokan tanah berdasarkan USCS.



Gambar 3. Hasil *Plotting* Grafik Klasifikasi Tanah

Gambar 3 menjabarkan bahwa sampel tanah termasuk dalam kelompok MH, yaitu lanau anorganik atau OH, yaitu tanah liat organik dengan plastisitas sedang – tinggi. Dengan nilai indeks plastisitas tanah lebih dari 4, maka tanah cenderung masuk dalam kelompok tanah lempung organik.

Kemampuan tanah untuk menahan tekanan tanpa menyebabkan keruntuhan dapat diketahui dengan melakukan pemeriksaan kekuatan geser. Kekuatan geser tanah dapat diketahui dengan melakukan pengujian kuat geser langsung. Parameter yang didapat dari uji kuat geser langsung adalah kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ). Gambar 4 merupakan hasil pemeriksaan kuat geser langsung pada tanah asli.



Gambar 4. Grafik Kuat Geser Langsung Tanah Asli

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Geser Langsung (τ) Tanah Asli

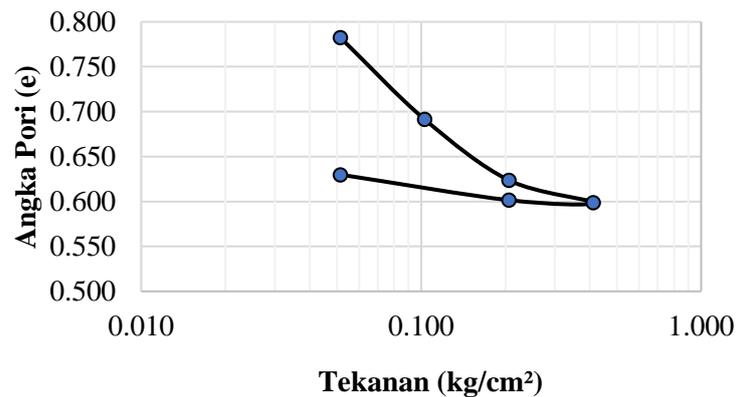
Beban (Kg)	Tegangan Normal (Kg/cm ²)	Tegangan Geser ((Kg/cm ²)	Kohesi (Kg/cm ²)	Sudut Geser Dalam (°)
1	0,036	0,008	0,007	10,600
2	0,071	0,028		
4	0,142	0,031		

Berdasarkan Tabel 5, diketahui bahwa sampel tanah *undisturb* memiliki nilai kohesi sebesar 0,007 kg/cm² dan sudut geser dalam 10,600°. Terjadi peningkatan parameter hasil pengujian kuat geser langsung. Nilai tegangan geser meningkat sesuai dengan makin besarnya beban. Berdasarkan hal tersebut, sampel termasuk kelompok tanah lempung dengan tingkat kepadatan sangat lepas.

Proses berkurangnya volume akibat keluarnya air dari rongga tanah yang diakibatkan oleh adanya pembebanan disebut konsolidasi. Ketika tanah jenuh dan permeabilitas rendah diberi beban, maka tekanan air pori tanah meningkat sehingga menyebabkan air mengalir ke dalam lapisan tanah dan menurunkan tekanan air pori yang diikuti dengan penurunan permukaan tanah. Tabel 6 merupakan hasil pengujian konsolidasi pada tanah yang belum diberi perlakuan.

Tabel 6. Hasil Pengujian Konsolidasi (Cv) Tanah Asli

Parameter	Satuan	Sebelum	Sesudah
Kadar air (w)	(%)	59,868	47,177
Berat isi basah	(g/cm ³)	1,618	1,779
Berat isi kering	(g/cm ³)	1,012	1,209
Tinggi contoh	(cm)	2,050	1,675
Berat jenis		2,432	2,432
Angka pori		1,020	0,675



Gambar 5. Grafik Hubungan Tekanan dan Angka Pori

Tabel 7. Hasil Indeks Pemampatan (cc) Tanah Asli

Parameter	Satuan	Nilai
p1	(kg/cm ²)	0,203
e1		0,620
p2	(kg/cm ²)	0,411
e2		0,582
cc		0,124

Berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilaksanakan, nilai indeks pemampatan (cc) tanah asli adalah 0,124. Nilai cc menunjukkan besarnya pemampatan yang terjadi, semakin besar nilai cc, penurunan yang terjadi juga semakin besar sebagai akibat angka pori yang tinggi. Sampel yang digunakan untuk menguji karakteristik tanah terstabilisasi adalah tanah asli yang diberi campuran *xanthan gum* dengan variasi persentase 1% dan 1,5% serta masa pemeraman 0 sampai dengan 28 hari. Berikut merupakan hasil uji *index properties* dan *engineering properties* tanah asli dengan bahan stabilisasi. Pengujian dilakukan menggunakan sampel tanah asli dalam kondisi *disturb* yang dicampur bahan stabilisasi berupa 1% dan 1,5% *xanthan gum* dengan masa peram 0 hari, 7 hari, dan 28 hari. Hasil pengujian kadar air dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian Kadar Air Tanah dengan *Xanthan gum*

Parameter		XG 1%			XG 1,5%		
		0 Hari	7 Hari	28 Hari	0 Hari	7 Hari	28 Hari
Kadar Air	(%)	32,627	26,823	24,891	34,409	30,617	27,665

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 8 nilai kadar air mengalami penurunan seiring dengan penambahan *xanthan gum* dan lama pemeramannya. Tanah asli dengan penambahan 1% *xanthan gum* dan mengalami pemeraman 28 hari mengandung kadar air terendah, yaitu sebesar 24,891%. Sampel yang dipakai untuk pemeriksaan berat jenis adalah tanah asli yang telah dikeringkan dan lolos saringan No. 10. Tanah dicampur dengan 1% dan 1,5% *xanthan gum* dengan variasi pemeraman 0 hari, 7 hari, dan dan 28 hari. Hasil dari pengujian berat jenis dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah dengan *Xanthan gum*

Parameter	XG 1%			XG 1,5%		
	0 Hari	7 Hari	28 Hari	0 Hari	7 Hari	28 Hari
Berat Jenis	2,441	2,147	2,044	2,402	2,124	1,877

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 10 nilai berat jenis mengalami penurunan seiring dengan penambahan *xanthan gum* dan lama pemeramannya. Tanah asli dengan penambahan 1,5% *xanthan gum* dan mengalami pemeraman 28 hari mengandung berat terendah, yaitu sebesar 1,877.

Pengujian berat isi dilakukan dengan menggunakan sampel tanah *disturb* yang dicampur *stabilizing agent* kemudian dipadatkan ke dalam ring pengujian berat isi. Tabel 10 merupakan hasil percobaan berat isi tanah.

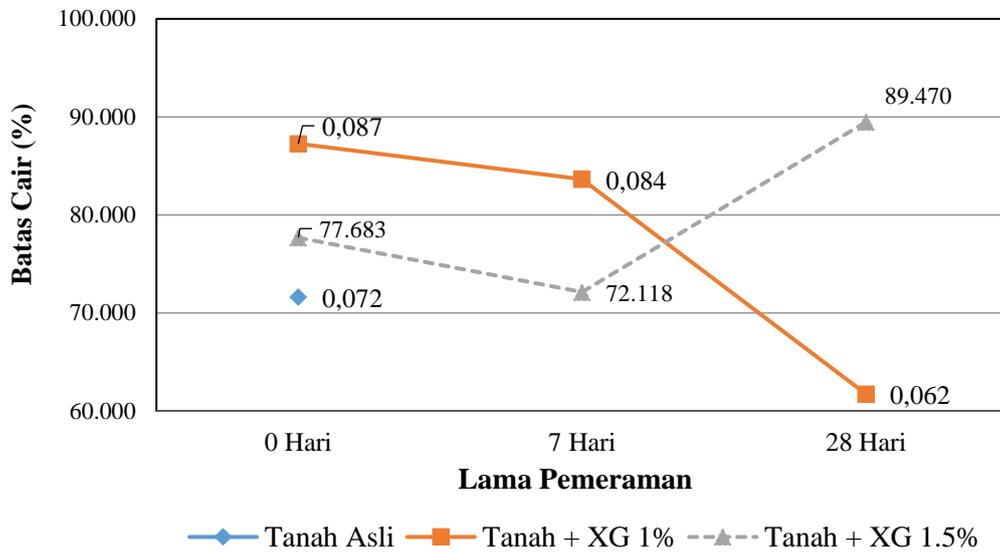
Tabel 10. Hasil Pengujian Berat Isi Tanah dengan *Xanthan Gum*

Parameter		XG 1%			XG 1,5%		
		0 Hari	7 Hari	28 Hari	0 Hari	7 Hari	28 Hari
Berat isi basah	(g/cm ³)	1,590	2,149	1,743	1,684	2,395	1,580
Berat isi kering	(g/cm ³)	1,191	1,146	1,340	1,263	1,291	1,217
Isi pori	(cm ³)	28,667	25,758	16,524	25,972	21,561	20,200

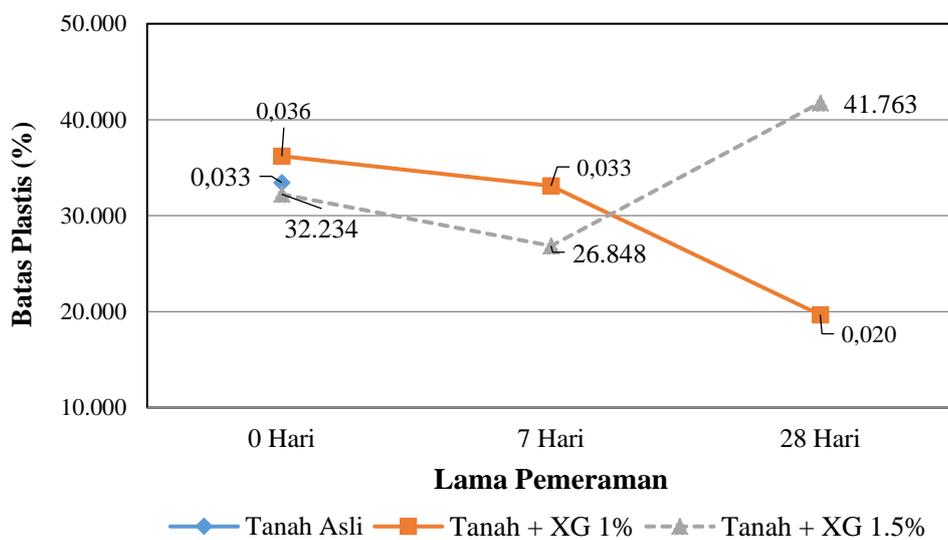
Tabel 10 menunjukkan bahwa nilai berat isi kering berbanding terbalik dengan isi pori. Kenaikan pada nilai berat isi kering disebabkan oleh berkurangnya isi pori dalam tanah yang mengakibatkan tanah menjadi lebih padat.

Pengujian batas *atterberg* dilakukan untuk mengetahui batas konsistensi tanah pada keadaan padat, semi padat, plastis, dan cair. Sampel yang digunakan adalah tanah kering lolos

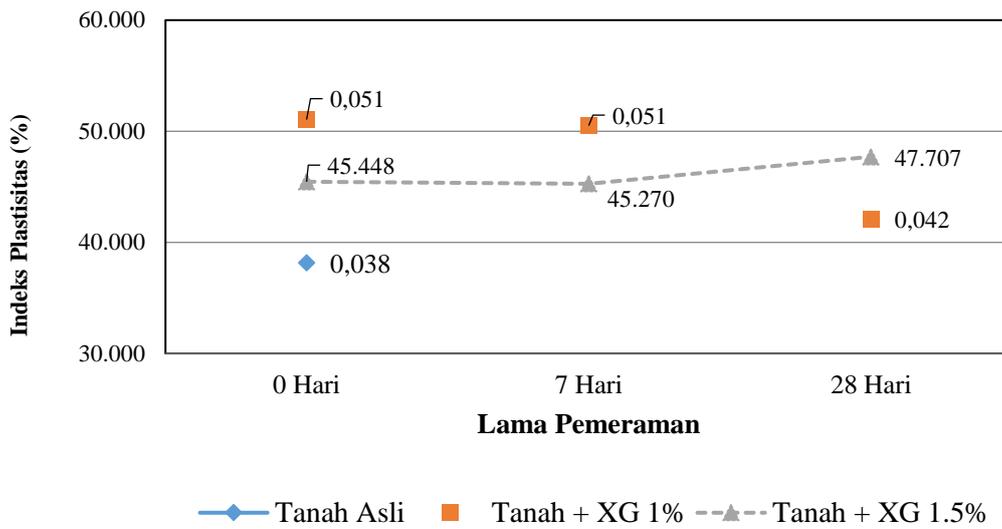
saringan No. 40 dicampur dengan bubuk *xanthan gum*. Gambar 6, 7, 8, 9 merupakan hasil pengujian batas-batas *atterberg* tanah dengan bubuk *xanthan gum*.



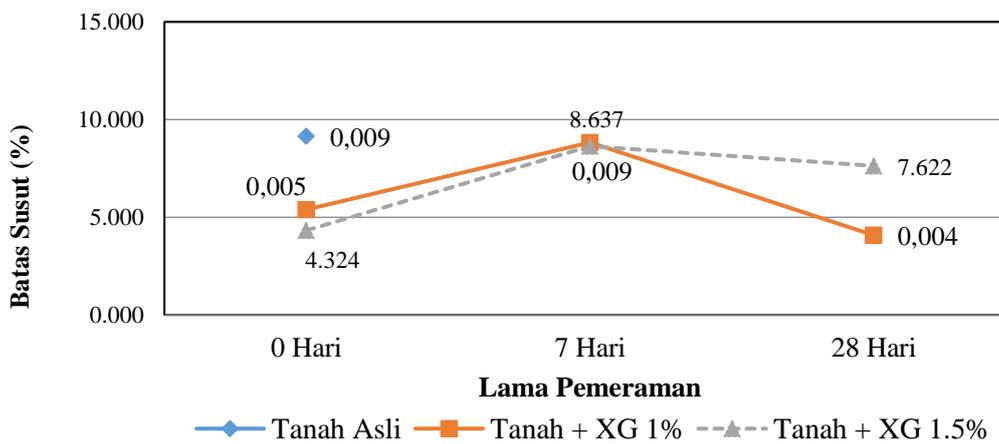
Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian Batas Cair



Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Batas Plastis



Gambar 8. Grafik Indeks Plastisitas Tanah

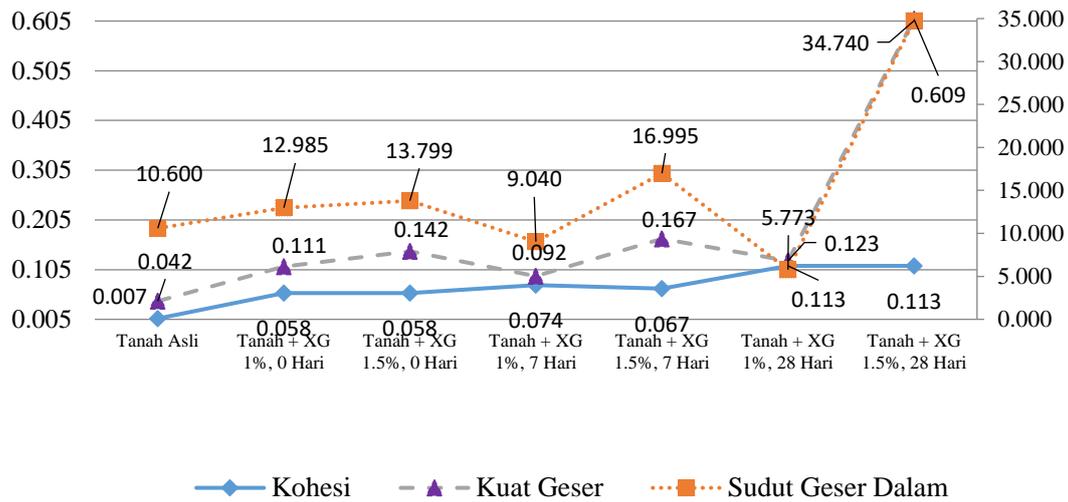


Gambar 9. Grafik Hasil Pengujian Batas Susut

Berdasarkan Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9, penambahan *xanthan gum* pada tanah dapat mengubah sifat-sifat mekaniknya. *Xanthan gum* mampu menurunkan nilai batas cair dan plastisitas indeks serta meningkatkan nilai batas plastis dan batas susut. Meskipun efeknya tidak selalu konstan, *xanthan gum* yang berfungsi sebagai pengental mempengaruhi kemampuan tanah untuk mengalir dan mempertahankan bentuknya dalam berbagai kondisi, tergantung pada dosis dan kondisi lingkungan yang berbeda. Sampel yang digunakan untuk pengujian kuat geser langsung berupa tanah asli dalam kondisi *disturb* yang diberi campuran 1% dan 1,5% *xanthan gum* dengan variasi pemeraman 0 hari, 7 hari, dan 28 hari. Tabel 11 merupakan hasil pengujian kuat geser langsung pada tanah dengan penambahan *xanthan gum*.

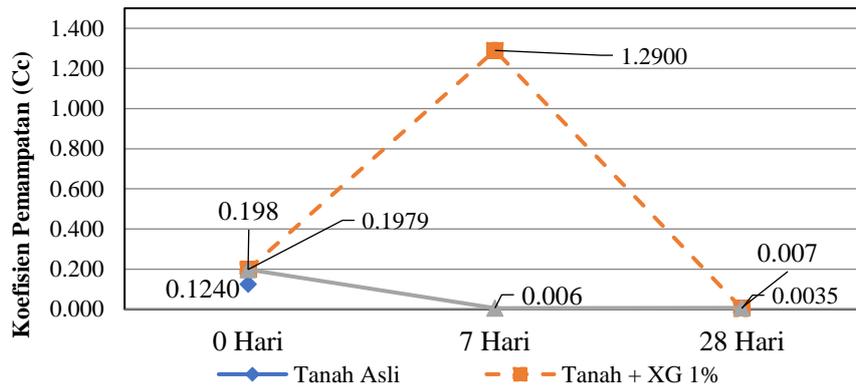
Tabel 11. Hasil Pengujian Kuat Geser Langsung pada Tanah dengan *Xanthan gum*

Sampel	Kuat Geser (kg/cm ²)			Koehesi (kg/cm ²)			Sudut Geser Dalam (°)		
	0 H	7 H	28 H	0 H	7 H	28 H	0 H	7 H	28 H
Tanah + XG 1%	0.111	0.092	0.123	0,058	0,067	0,113	12,985	9,040	5,773
Tanah + XG 1,5%	0.142	0.167	0.609	0,058	0,074	0,128	13,799	16,995	34,740



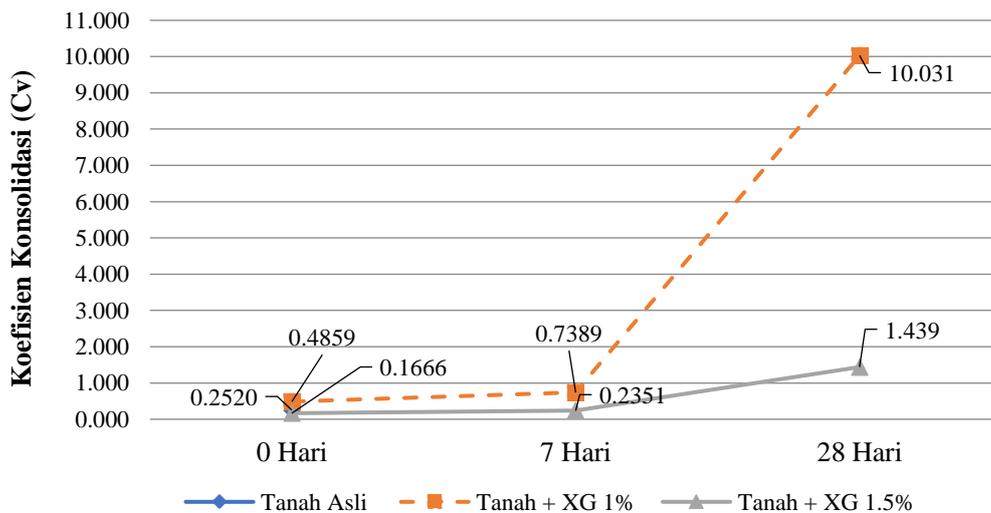
Gambar 10. Hasil Pengujian Kuat Geser Langsung pada Tanah dengan *Xanthan gum*

Sifat mekanis tanah terhadap kekuatan geser dapat dilihat pada Gambar 10. Nilai optimum diperoleh pada campuran kedua, yaitu tanah asli dengan persentase XG 1,5% dan 28 hari pemeraman. Nilai kuat geser pada campuran tersebut adalah 0,058 kg/cm² dengan koehesi 0,128 kg/cm², dan sudut geser dalam sebesar 34,740°. Kuat geser adalah kemampuan tanah untuk menahan gaya geser sebelum mengalami pergeseran, diukur melalui uji geser di laboratorium. Koehesi adalah daya ikat antar partikel tanah yang mempertahankan keutuhannya. Untuk mendapatkan nilai kuat geser suatu tanah, biasanya dilakukan uji geser di laboratorium dengan mengaplikasikan gaya geser secara perlahan pada sampel tanah. Dari hasil uji ini, dapat dihitung nilai koefisien geser (*shear strength*) tanah. Pengukuran koehesi tanah juga bisa dilakukan dengan menganalisis hasil uji konsolidasi tanah, di mana tekanan koehesi yang ditunjukkan oleh tanah dapat diperkirakan dari kurva konsolidasi. Pengujian konsolidasi dimaksudkan untuk mengetahui perilaku penurunan atau pengembangan tanah dalam waktu tertentu. Parameter yang diperoleh dari pengujian konsolidasi adalah indeks pemampatan dan koefisien konsolidasi. Berikut adalah rangkuman dari pengujian konsolidasi pada tanah asli dengan campuran *xanthan gum*.



Gambar 11. Grafik Hasil Pemeriksaan Indeks Pemampatan (C_c) Tanah

Berdasarkan Gambar 11 disimpulkan bahwa dengan menambahkan *xanthan gum* dapat menurunkan potensi kembang susut tanah. Saat ditambahkan ke dalam tanah lempung, *xanthan gum* membentuk struktur jaringan yang meningkatkan kohesi dan stabilitas tanah. Hal ini mengurangi laju pemampatan dan penurunan volume tanah ketika diberi beban, yang menyebabkan nilai indeks pemampatan (C_c) tanah lempung yang telah di-stabilisasi dengan *xanthan gum* cenderung lebih rendah. Penggunaan *xanthan gum* juga meningkatkan kekuatan geser tanah lempung dan membantu mengendalikan kadar air dalam tanah, sehingga mencegah perubahan volume yang berlebihan. Meskipun pengaruhnya dapat bervariasi, *xanthan gum* dapat menjadi pilihan yang menarik untuk mengurangi risiko pemampatan yang berlebihan atau perubahan volume yang tidak diinginkan dalam berbagai proyek geoteknik.



Gambar 12. Grafik Hasil Pemeriksaan Koefisien Konsolidasi (C_v) Tanah

Nilai cc terbaik diperoleh pada kadar 1% *xanthan gum* dengan pemeraman 28 hari yang dapat mengurangi penurunan tanah sebesar 97.174% dengan nilai cc sebesar 0.0035. Akan tetapi, terjadi kenaikan nilai cc menjadi 1.290 pada campuran dengan kadar 1% pemeraman 7 hari. Hal ini dikarenakan proses pencampuran tanah dan *xanthan gum* yang kurang maksimal sehingga *xanthan gum* yang belum homogen membentuk pori sendiri yang menyebabkan kepadatan tanah berkurang.

Koefisien konsolidasi (C_v) merupakan lama waktu atau kecepatan konsolidasi hingga selesai. Semakin besar nilai koefisien ini, maka semakin cepat pula proses konsolidasi terjadi dan tanah cepat mencapai kondisi stabil. Pada tanah lempung pori-pori lebih banyak berisi air dan udara, sehingga proses konsolidasi berlangsung lebih cepat. Ketika beban diterapkan pada tanah lempung, air dalam pori-pori ini dapat dikeluarkan, dan tanah akan mengalami proses konsolidasi atau penurunan. Penambahan *xanthan gum* ke dalam tanah dapat mengisi rongga antar butiran tanah dan mengurangi daya resap tanah terhadap air. Akibatnya, air akan lebih sulit merembes melalui lapisan tanah yang mengandung *xanthan gum*. Hal ini dapat menyebabkan proses konsolidasi menjadi lebih cepat karena air lebih mudah untuk mengalir keluar dari tanah, sehingga mengurangi kelebihan air yang bisa memperlambat proses konsolidasi.

Nilai C_v optimum diperoleh sebesar 10.031 cm²/menit pada campuran tanah asli dengan 1% *xanthan gum* pada masa pemeraman 28 hari, sehingga mempercepat waktu konsolidasi sebesar 3,880.772%. Akan tetapi, terjadi penurunan nilai C_v pada penambahan 1.5% *xanthan gum* pada masa pemeraman 0 hari dan 7 hari. Hal ini terjadi karena penambahan *xanthan gum* melebihi kadar optimum yang dapat diikat tanah, sehingga setelah pemampatan terjadi cukup besar, pori tanah akan mengecil dan mengakibatkan air pori sulit keluar dari dalam tanah yang berdampak pada waktu pemampatan yang lebih lama.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan tentang pengaruh penambahan XG sebagai bahan campuran pada tanah dari Kabupaten Cirebon, diperoleh hasil sebagai berikut. Penambahan XG pada sampel tanah berhasil memperbaiki nilai sampel tanah. Persentase penambahan XG yang optimum adalah 1,5% dengan variasi pemeraman selama 28 hari, yang menghasilkan nilai tertinggi dan meningkatkan kualitas tanah dari kategori buruk menjadi kategori baik. Selain itu, penambahan XG juga berhasil memperbaiki indeks plastisitas tanah. Semakin banyak XG yang ditambahkan dan semakin lama waktu pemeraman, maka indeks plastisitas tanah semakin kecil.

Perubahan terbesar terjadi pada penambahan XG sebesar 1,5% dengan lama pemeraman selama 28 hari. Semakin kecil plastisitas tanah, maka potensi mengembangnya pun akan semakin

kecil. Kondisi awal tanah asli termasuk ke dalam kategori plastisitas tinggi, sedangkan pada penambahan XG 1,5% dengan pemeraman selama 28 hari termasuk ke dalam kategori plastisitas sedang. Persentase optimum yang diperoleh pada penelitian ini adalah penambahan XG sebesar 1,5% dengan pemeraman selama 28 hari, di mana nilai kohesi mencapai nilai tertinggi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ahammed, T., & Paul, T. (2020). Study on Stabilization of Soil Using *Xanthan gum* and Effect on Engineering Properties of Soil. *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology*, 6(3), 72-79.
- Ali, N. A. (2015). Performance of partially replaced collapsible soil – field study. *Alexandria Engineering Journal*, 54(3), 527-532.
- Ayeldeen, M., Negm, A., El-Sawwaf, M., & Kitazume, M. (2016). Evaluating the physical characteristics of biopolymer/soil mixtures. *Arabian Journal of Geosciences*, 9(5), 371. <http://dx.doi.org/10.1007/s12517-016-2366-1>.
- Ayeldeen, M., Negm, A., El-Sawwaf, M., & Kitazume, M. (2017). Enhancing mechanical behaviors of collapsible soil using two biopolymers. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 9(2), 329-339. ISSN 1674-7755.
- Chang, I., Im, J., Prasadhi, A. K., & Cho, G. C. (2015). Effects of *xanthan gum* biopolymer on soil strengthening. *Construction and Building Materials*, 74, 65-72.
- Das, B. M., & Sobhan, K. (2017). *Principles of Geotechnical Engineering* (8th ed.). Cengage Learning.
- Fahmi, A. (2018). Karakteristik Lahan Rawa. In *Agroekologi Rawa* (pp. 91-118). ISBN 978-602-425-296-0.
- Harshavardhan, & Karthik, S. N., Satapathy, K. K., & Rao, K. R. K. (2017). A study on stabilization of subgrade soil using *Xanthan gum*. *Procedia Engineering*, 189, 183-189.
- Khodirin, M. (2019). Studi Laboratorium Pengujian Kompabilitas, Viskositas dan Shear Rate *Xanthan gum* Berbahan Dasar Ampas Tapioka Pada Berbagai Variasi Konsentrasi, Temperatur, dan Salinitas untuk Produksi Minyak Tahap Tersier.
- Lee, S., Chung, M., Park, H. M., Song, K. I., & Chang, I. (2019). *Xanthan gum* Biopolymer as Soil-Stabilization Binder for Road Construction Using Local Soil in Sri Lanka. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 31(11), 04019325.
- Li, Q., Shang, Y., Li, L., Li, P., & Zheng, J. (2019). Experimental Study on Stabilization of Expansive Soil with *Xanthan gum*. *MATEC Web of Conferences*, 256, 02012.
- Joga, J. R., & Varaprasad, B. J. S. (2019). Sustainable Improvement of Expansive Clays Using *Xanthan gum* as a Biopolymer. *Civil Engineering Journal*, 5(9), 2031-2038.
- Panguriseng, D. (2018). *Dasar-dasar Mekanika Tanah*. Pena Indis: Yogyakarta.
- Darwis. (2017). *Dasar-dasar Teknik Perbaikan Tanah*. Pustaka AQ: Yogyakarta.
- Patel, A., Gami, P., & Solanki, P. (2021). Stabilization of Expansive Soil Using *Xanthan gum* and Fly Ash. *Journal of Engineering Research and Reports*, 21(8), 1-9.