

**PENGARUH CAMPURAN BELERANG DAN SEMEN PORTLAND TERHADAP
UJI GESER LANGSUNG DAN KUAT TEKAN BEBAS TANAH GAMBUT**
*Effect of Sulfur and Portland Cement Mix on Direct Shear and Unconfined
Compression Strength of Peat Soil*

Nova Triutami*, Suradji Gandi*, Okrobianus Hendri*

***Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya,
Jl. Yos Sudarso Palangka Raya**

Email : novatriutami98@gmail.com, suradjigandi-ir@jts.upr.ac.id, okrobianus@gmail.com

Abstrak

Tanah gambut merupakan tipe tanah yang kurang baik sebagai tanah dasar konstruksi, dan memiliki karakteristik yang sangat lunak. Sifat tanah gambut tersebut, diperbaiki dengan cara stabilisasi tanah. Metode stabilisasi tanah yang digunakan yaitu menggunakan belerang dan semen portland sebagai bahan campurannya. Pengujian dilakukan dengan metode eksperimental, yang diawali dengan pengambilan sampel tanah (hand boring) dan pemeriksaan di laboratorium yaitu sifat fisik tanah asli, pengujian geser langsung dan kuat tekan bebas. Hasil pengujian sifat fisik tanah yaitu: kadar air (w) 244,74 %, termasuk kategori slightly absorbent, dan berat jenis (Gs) sebesar 1,28. Jumlah kadar serat 76,74 %, termasuk dalam kategori gambut fibric dengan kadar serat antara > 67 %. Hasil pengujian kuat geser langsung, nilai kohesi (c) meningkat sebesar 9 % dari kadar optimum belerang 5 % dan semen portland 10 %, pada pemeraman 14 hari. Sudut geser (ϕ) meningkat sebesar 7 % dari kadar optimum belerang 2,5 % dan semen portland 10 % pada 14 hari pemeraman. Kuat tekan bebas (q_u) meningkat sebesar 20,9 % pada kadar optimum belerang 5 % dan semen portland 10 % dengan waktu pemeraman 14 hari. Sedangkan kohesi (c) meningkat sebesar 10,4 % pada kadar optimum belerang 5 % dan semen portland 10 % dengan pemeraman 7 hari.

Keywords : Belerang, Semen portland, Kuat geser langsung, Kuat tekan bebas.

PENDAHULUAN

Tanah memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda-beda, tidak semua tanah memiliki daya dukung yang bagus. Seiring dengan meningkatnya pembangunan konstruksi, Keadaan ini menimbulkan permasalahan dengan semakin sempitnya lahan untuk membangun. Penyebabnya banyak bangunan yang didirikan di lahan yang kurang baik seperti tanah lunak dan kandungan mineral yang tinggi, salah satu jenis tanah lunak yaitu tanah gambut. Sebelum lokasi tersebut digunakan untuk membangun maka akan dilakukan stabilisasi terlebih dahulu.

Stabilisasi merupakan proses perbaikan sifat tanah dengan menambahkan bahan kimiawi ke dalam tanah tersebut. Tujuan dari stabilisasi yaitu untuk meningkatkan kapasitas dukung dari suatu bangunan. Dalam penelitian ini bahan stabilisasi yang akan digunakan yaitu belerang dan semen Portland yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh campuran belerang dan semen portland terhadap uji geser langsung dan kuat tekan bebas tanah gambut.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui sifat fisik tanah gambut, mengetahui pengaruh penambahan belerang dan semen portland terhadap nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) pada pengujian geser langsung dan seberapa besar pengaruh campuran belerang dan semen portland terhadap nilai kuat tekan bebas (q_u) dan kohesi (c) pada pengujian kuat tekan bebas. Batasan masalahnya yaitu: 1). Sampel tanah yang digunakan diambil dari Jalan Kecipir Kota Palangka Raya; 2). Variasi campuran belerang yang digunakan adalah 2,5 %, 5 %, 10 %; dan 3). Proporsi semen portland

masing-masing 10 %; 4) Pengujian yang dilakukan yaitu uji sifat fisik tanah, uji geser langsung dan kuat tekan bebas. Penelitian diharapkan bermanfaat dalam memberikan pemahaman bagaimana karakteristik tanah gambut, mendapatkan data dan informasi bagaimana pengaruh belerang dan semen portland sebagai bahan stabilisasi tanah gambut dan diharapkan sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Rompas (2018), melakukan penelitian sifat mekanis dengan menggunakan bahan kimia yaitu belerang (*sulfur*) sebagai bahan stabilisasinya. Pengujian dilakukan dengan alat geser langsung (*Direct Shear*) untuk mendapatkan nilai parameter tanah yaitu, kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ). Hasil penelitian menunjukkan nilai sudut geser dalam optimum terdapat pada persentase variasi belerang 10% dengan nilai sebesar $\phi = 28,24^\circ$. Nilai kohesi tanah optimum terdapat pada persentase variasi belerang 6% dengan nilai sebesar $c = 1,43$ (t/m²) dengan nilai berat isi (γ) = 1,414 t/m³. Kemudian pada variasi belerang 8% sampai 10% nilai kohesi menurun.

Belerang atau sulfur adalah unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang S dan nomor atom 16. Bentuknya adalah non-metal yang tak berasa, tak berbau dan multivalent. Belerang dalam bentuk aslinya, adalah sebuah zat padat kristalin kuning. Di alam, belerang dapat ditemukan sebagai unsur murni atau sebagai mineral-mineral sulfida dan sulfat. Bila belerang terdapat sebagai unsur, biasanya tercampur pada batu atau tanah, lalu dipisahkan dengan pemanasan sampai belerang meleleh dan mengalir keluar. Secara kimia, belerang dapat bereaksi baik dengan oksidator maupun reduktor. Ia mengoksidasi hampir sebagian besar logam dan beberapa non logam. Stabilisasi tanah dengan belerang belum banyak bahkan hampir belum pernah digunakan dalam proyek-proyek.

Stabilisasi tanah dengan Belerang yaitu mencampur tanah dengan Belerang yang sudah di hancurkan menjadi bubuk atau yang telah dilelehkan pada lokasi pekerjaan di lapangan untuk merubah sifat-sifat tanah tersebut menjadi material yang lebih baik yang memenuhi ketentuan sebagai bahan konstruksi yang diijinkan dalam perencanaan.

Sifat-sifat dari belerang berwarna kuning pucat yang solid, tidak larut dalam air, ketika dibakar mencapai suhu 119° belerang akan melebur memancarkan api berwarna biru dan meleleh ke dalam cairan berwarna merah cair, pada saat itu partikelnya terpisah dan berubah wujud menjadi gas yang bergabung dengan oksigen untuk membentuk gas beracun yang disebut sulfur dioksida (SO₂). Dapat mengeras dengan cepat dan mudah dikerjakan, mempunyai ikatan yang bagus dengan batu atau bata, dan mengurangi sifat mengembang dari tanah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui sifat fisik tanah dan efektivitas campuran belerang dan semen portland sebagai bahan stabilisasi terhadap kuat geser langsung dan kuat tekan bebas. Penelitian ini terdiri dari tahapan-tahapan sebagai berikut:

Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan menggunakan alat *hand boring*, sampel tanah akan diuji di laboratorium untuk mengetahui sifat fisik tanah dan mekanis tanah, dengan kedalaman tanah 100 cm. Lokasi pengambilan sampel tanah yaitu di Jalan Kecipir Kota Palangka Raya.

Pengujian Sifat Fisik Tanah

Pengujian sifat fisik tanah gambut asli meliputi pemeriksaan indeks properties tanah, untuk menentukan klasifikasi dari tanah gambut. Pengujian yang akan dilakukan meliputi:

Pemeriksaan Kadar Air

Tujuan dari pemeriksaan ini untuk menentukan kadar air tanah yaitu perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat yang dinyatakan dalam persen. Dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar air } W (\%) = \frac{W_{wet} - W_{dry}}{W_{dry}} \times 100 \% \dots\dots\dots (1)$$

dimana : $W (\%)$: Kadar air (%), W_{wet} : Berat tanah basah (gr), W_{dry} : Berat tanah kering (gr)

Pemeriksaan Berat Volume

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai berat isi, angka pori, serta derajat kejenuhan tanah asli yang merupakan perbandingan antara berat butiran tanah termasuk air dan udara dengan volume totalnya.

Berat isi tanah gambut dengan dihitung dengan persamaan:

$$\gamma = \frac{W}{V} \dots\dots\dots (2)$$

dimana : γ : Berat isi (gr/cm^3), W : Berat tanah (gr), V : Volume tanah (cm^3)

Angka pori (e) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$e = \frac{V_v}{V_s} \dots\dots\dots (3)$$

dimana : e : Angka pori, V_v : Volume pori (cm^3), V_s : Volume butiran padat (cm^3)

Derajat kejenuhan (S_r) dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$S_r (\%) = \frac{V_w}{V_v} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

dimana : S_r : Derajat kejenuhan (%), V_w : Volume air (cm^3), V_s : Volume pori (cm^3)

Pengujian Berat Jenis

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya berat jenis tanah yang merupakan perbandingan antara berat butir tanah dengan berat air suling pada volume yang sama dan pada temperatur tertentu.

Perhitungan berat jenis sebagai berikut:

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \dots\dots\dots (5)$$

dimana : W_1 : Berat piknometer (gram), W_2 : Berat piknomter dengan bahan kering (gram), W_3 : Berat piknometer, bahan dan air (gram), W_4 : Berat piknometer dan air (gram)

Apabila hasil pemeriksaan berbeda lebih dari 0,3 pemeriksaan harus diulang.

Pemeriksaan Analisa Saringan (*Sieve Analyses*)

Pengujian ini digunakan untuk menentukan presentase berat butiran yang lolos dalam suatu set saringan, dengan mengetahui pembagian besarnya butir dari suatu tanah, maka dapat ditentukan klasifikasi terhadap suatu jenis tanah. Dan digambarkan dengan grafik pembagian butir.

Pengujian Kadar Serat (*Fiber Content*)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar serat dari tanah gambut. Klarifikasi tanah gambut berdasarkan kadar serat, yaitu: *Fibric-peat* bila kadar serat lebih besar dari 67 %, *hemic-peat*, bila kadar serat 33-67 % dan *sapric-peat*, bila kadar serat lebih kecil dari 33 %.

Pengujian Batas Konsistensi (*Atterberg Limits*)

a. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk menentukan batas cair tanah. Batas cair suatu tanah adalah kadar air tanah tersebut pada keadaan batas peralihan antara cair dan keadaan plastis.

Prosedur Perhitungan:

Sesudah 25 pukulan didefinisikan sebagai batas cair.

$$W_c = \frac{(W_2 - W_3)}{(W_3 - W_1)} \times 100 \% \dots\dots\dots(6)$$

dimana : $W_2 - W_3$: Berat air (gr), $W_3 - W_1$: Berat tanah kering (gr)

b. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk menentukan kadar air pada suatu keadaan plastis. Batas plastis (*Plastic Limits*) adalah nilai kadar air terendah dari suatu tanah dimana tanah tersebut masih dalam keadaan plastis.

Prosedur Perhitungan:

$$PL = W_c (\%) = \frac{(W_2 - W_3)}{(W_3 - W_1)} \times 100 \% \dots\dots\dots(7)$$

dimana : PL : Plastis limit (%), W_1 : Berat cawan (gr), W_2 : Berat cawan + Tanah basah (gr), W_3 : Berat cawan + Tanah kering (gr)

Rumus untuk mendapatkan indeks plastis:

$$IP = LL - PL \dots\dots\dots(8)$$

dimana : IP : Indeks plastis, LL : Batas cair, PL : Batas plastis

c. Batas Susut (*Srinkage Limit*)

Tujuan pemeriksaan ini adalah untuk mengetahui batas susut dari suatu contoh tanah yang meliputi batas susut, angka susut, susut *volume* dan *linear*.

Prosedur Perhitungan:

$$SL = W - \frac{(V-V_0)}{W_0} \times 100 \% \dots\dots\dots(9)$$

dimana : SL : Batas susut, W : Kadar air (%), V : Berat tanah basah (gr), V_0 : Berat tanah kering (gr)

Pengujian Sifat Mekanik Tanah

Penelitian yang akan dilakukan pengujian kuat geser langsung dan kuat tekan bebas dengan bahan yang digunakan untuk stabilisasi yaitu belerang dan semen portland dengan kadar pencampuran: 1) Sampel A tanpa campuran belerang dan semen portland (Tanah asli); 2) Sampel B dengan campuran belerang 2,5% dan semen portland 10%; 3) Sampel C dengan campuran belerang 5% dan semen portland 10%; dan 4) Sampel D dengan campuran belerang 7,5% dan semen portland 10%.

Pengujian Kuat Geser Langsung

Pada uji kuat geser langsung tanah yang digunakan yaitu tanah gambut asli serta tanah asli dengan campuran belerang dan semen portland, tujuan dari pengujian ini untuk menentukan parameter kuat geser yaitu nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam tanah (ϕ).

Prosedur Perhitungan:

Gaya Geser:

$$\text{Gaya geser} = \text{Dial reading} \times \text{Kalibrasi} \dots\dots\dots(10)$$

Tegangan Geser:

$$\text{Tegangan geser } (\tau_1) = \frac{\text{Gaya geser}}{\text{Luas benda uji}} \dots\dots\dots(11)$$

Tegangan Geser Maksimum:

$$\tau = \frac{P_{maks}}{A} \dots\dots\dots(12)$$

dimana : τ : Tegangan geser (kg/cm^2), P_{maks} : Gaya maksimum (kg), A : Luas bidang geser benda uji (cm^2)

$$\text{Kuat geser tanah } (\tau) = c + \sigma \tan \phi \dots\dots\dots(13)$$

dengan : τ : Kuat geser tanah (kg/cm^2), c : Kohesi tanah (kg/cm^2), σ : Tegangan normal (kg/cm^2), ϕ : Sudut geser dalam ($^\circ$)

Pengujian Kuat Tekan Bebas

Pemeriksaan kuat tekan bebas sampel tanah yang akan digunakan yaitu tanah gambut asli, serta tanah asli dengan campuran belerang dan semen portland. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menentukan besar kukuatan tekan bebas persatuan luas, pada saat benda uji mengalami keruntuhan pada saat renggangan.

Prosedur Perhitungan:

Besarnya rengangan aksial dihitung dengan rumus:

$$\varepsilon = \frac{AL}{L_0} \dots\dots\dots(14)$$

dimana : ε : Regangan aksial, ΔL : Perubahan panjang benda uji (cm), L_0 : Panjang benda uji semula (cm)

Beban:

$$\text{Beban} = \text{Dial} / \text{Kalibrasi} \dots\dots\dots(15)$$

Luas alas sampel:

$$A' = A_0 / (1 - \varepsilon) \dots\dots\dots(16)$$

dimana : A' : Luas alas sampel (cm), A_0 : Luas alas sampel mula-mula (cm), $(1 - \varepsilon)$: Koreksi

Tegangan :

$$\sigma = \text{Beban} / \text{Luas alas sampel (kg/cm}^2) \dots\dots\dots(17)$$

Kuat tekan bebas (q_u), dimana q_u didapat dari nilai puncak grafik perbandingan antara tegangan dengan regangan.

$$\text{Kohesi (Cu)} = \frac{1}{2} x q_u \dots\dots\dots(18)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah

Hasil penelitian menyebutkan tanah gambut dari Jalan Kecipir Kota Palangka Raya memiliki kadar air (*water content*) berkisar 244,74%, menurut ASTM D 2980 termasuk dalam kategori *slightly absorbent*, yaitu tanah gambut dengan kemampuan menampung dan menyerap air < 300 %. Kemampuan tanah gambut yang tinggi dalam menyerap air antara lain ditentukan oleh porositas tanah gambut. Porositas tanah gambut umumnya relatif tinggi antara 70-95 %, berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh porositas tanah gambut sebesar 73 %. Adapun hasil pengujian sifat fisik tanah gambut tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Gambut

No	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Hasil
1	Kadar Air	%	244,74
2	Berat Jenis Rata-Rata	-	1,28
3	Berat Volume Tanah	gr/cm ³	0,35
4	Porositas	%	73
5	Kadar Serat Rata-Rata	%	76,74
6	Distribusi Serat		
-	Serat Kasar	%	38,40
-	Serat Medium	%	59,00
-	Serat Halus	%	83,70

Sumber: Triutami, (2021)

Pengujian berat jenis tanah dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara berat butir-butir tanah dengan air dan volume sama serta pada temperatur tertentu. Menurut Hary Christady Hardiyatmo (1992) tanah gambut memiliki berat jenis tanah berkisar 1,25-1,80. Dari hasil pengujian dan perhitungan diperoleh berat jenis tanah (G_s) sebesar 1,28.

Kematangan gambut diartikan sebagai tingkat pelapukan bahan organik yang menjadi komponen utama dari gambut. Tingkat kematangan tanah gambut ditentukan berdasarkan kadar serat yang

dikandung, berdasarkan hasil pengujian diperoleh rata-rata kadar serat sebesar 76,74 %, menurut ASTM D 4427 tanah gambut tersebut dalam kategori gambut fibrik (gambut mentah) dengan kadar serat antara > 67 %. Berdasarkan hasil pemeriksaan, diperoleh distribusi serat tanah gambut yaitu tanah yang tertahan saringan nomor 40 berjumlah 38,40 % termasuk serat kasar. Sedangkan untuk tanah yang tertahan saringan 200 berjumlah 83,70 % yaitu termasuk serat halus.

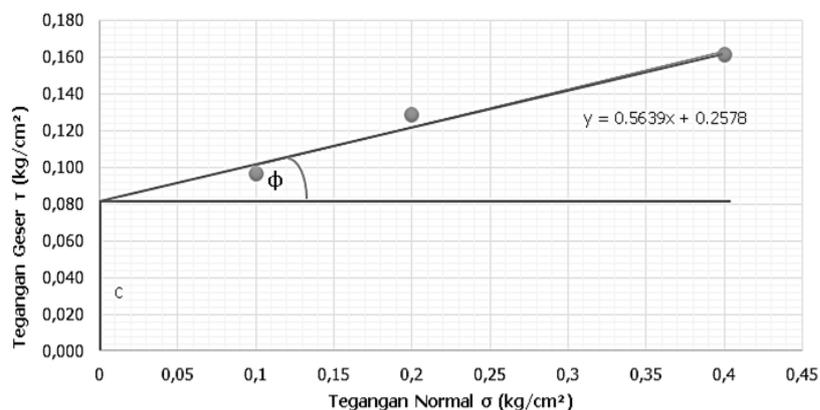
Pengujian Kuat Geser Langsung

Pada Tabel 2 dapat dilihat cara memperoleh nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ).

Tabel 2. Uji Geser Langsung Tanah Gambut Asli Tanpa Pemeraman

Waktu (detik)	Horizontal Deformation (mm)	P1 = 3,167 Kg			P2 = 6,334 Kg			P3 = 12,668 Kg		
		$\sigma_1 = 0,1000 \text{ kg/cm}^2$			$\sigma_1 = 0,1000 \text{ kg/cm}^2$			$\sigma_3 = 0,4000 \text{ kg/cm}^2$		
		Dial Reading	Gaya Geser	t1 kg/cm ²	Dial Reading	Gaya Geser	t2 kg/cm ²	Dial Reading	Gaya Geser	t2 kg/cm ²
0,00	0,000	0,0	0,0	0,000	0,0	0,0	0,000	0,0	0,0	0,000
0,20	0,009	2,0	1,0	0,032	2,0	1,0	0,032	3,5	1,8	0,056
0,40	0,018	2,0	1,0	0,032	3,0	1,5	0,048	5,0	2,5	0,081
0,60	0,027	3,0	1,5	0,048	4,0	2,0	0,064	6,0	3,0	0,097
0,80	0,036	3,0	1,5	0,048	4,5	2,3	0,072	7,0	3,5	0,113
1,00	0,045	4,0	2,0	0,064	5,0	2,5	0,081	7,0	3,5	0,113
1,20	0,054	4,0	2,0	0,064	5,0	2,5	0,081	7,5	3,8	0,121
1,40	0,063	4,5	2,3	0,072	5,5	2,8	0,089	7,5	3,8	0,121
1,60	0,072	5,0	2,5	0,081	6,0	3,0	0,097	8,0	4,0	0,129
1,80	0,081	5,0	2,5	0,081	6,0	3,0	0,097	8,0	4,0	0,129
2,00	0,090	5,0	2,5	0,081	6,5	3,3	0,105	8,5	4,3	0,137
2,20	0,099	5,0	2,5	0,081	6,5	3,3	0,105	8,5	4,3	0,137
2,40	0,108	5,0	2,5	0,081	6,5	3,3	0,105	9,0	4,5	0,145
2,60	0,117	5,5	2,8	0,089	7,0	3,5	0,113	9,0	4,5	0,145
2,80	0,126	6,0	3,0	0,097	7,0	3,5	0,113	9,0	4,5	0,145
3,00	0,135	6,0	3,0	0,097	7,0	3,5	0,113	9,5	4,8	0,153
3,20	0,144	6,0	3,0	0,097	7,0	3,5	0,113	10,0	5,0	0,161
3,40	0,153	6,0	3,0	0,097	7,5	3,8	0,121	10,0	5,0	0,161
3,60	0,162	6,0	3,0	0,097	7,5	3,8	0,121	10,0	5,0	0,161
3,80					7,5	3,8	0,121	10,0	5,0	0,161
4,00					7,5	3,8	0,121	10,0	5,0	0,161
4,20					8,0	4,0	0,129			
4,40					8,0	4,0	0,129			
4,60					7,5	3,8	0,121			
4,80					7,5	3,8	0,121			
5,00					7,5	3,8	0,121			

Sumber: Triutami, (2021)



Gambar 1. Grafik Hubungan Tegangan Normal dan Tegangan Geser (Triutami, 2021)

Berdasarkan hasil pemeriksaan kuat geser langsung didapat :

Sudut geser dalam (ϕ) = 13°

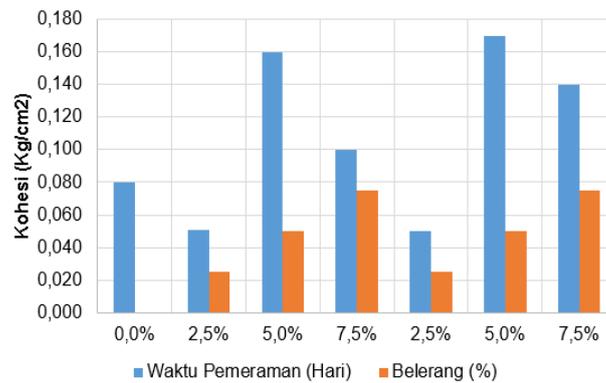
Kohesi (c) = 0,080 Kg/cm²

Dengan menggunakan cara yang sama didapat nilai sudut geser dalam dan kohesi untuk kadar campuran optimum dengan pemeraman 7 hari dan 14 hari.

Tabel 3. Hasil Uji Kuat Geser Langsung Tanah Asli Campuran Belerang dan Semen Portland

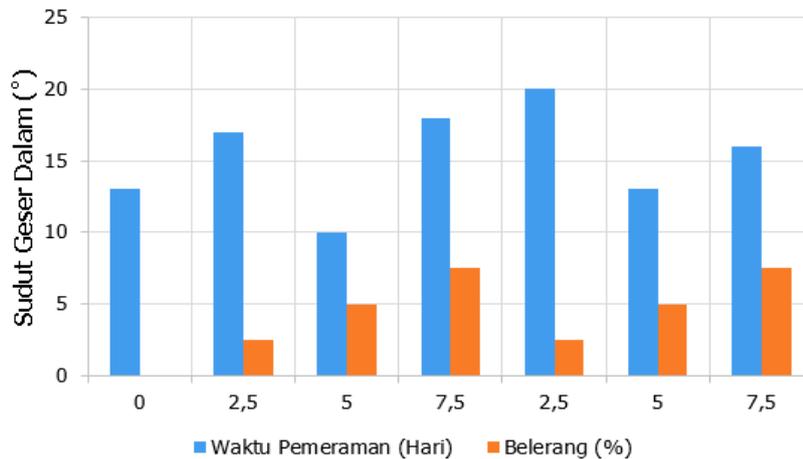
Variasi Campuran (%)	Waktu Pemeraman	c (Kg/cm ²)	ϕ (°)
Tanah asli + 0 % Belerang + 0 % Semen Portland	0 hari	0,080	13
Tanah asli + 2,5 % Belerang + 10 % Semen Portland	7 hari	0,051	17
Tanah asli + 5 % Belerang + 10 % Semen Portland	7 hari	0,160	10
Tanah asli + 7,5 % Belerang + 10 % Semen Portland	7 hari	0,100	18
Tanah asli + 2,5 % Belerang + 10 % Semen Portland	14 hari	0,050	20
Tanah asli + 5 % Belerang + 10 % Semen Portland	14 hari	0,170	13
Tanah asli + 7,5 % Belerang + 10 % Semen Portland	14 hari	0,140	16

Sumber: (Triutami, 2021)



Gambar 2. Grafik Kohesi Selama Pemeraman (Triutami, 2021)

Dapat dilihat dari grafik pada Gambar 2, didapat nilai kohesi maksimum pada variasi campuran belerang 5% dan semen portland 10% dengan waktu pemeraman 14 hari.



Gambar 3. Grafik Sudut Geser Selama Pemeraman (Triutami,2021)

Dari grafik pada Gambar 3, nilai sudut geser dalam maksimum diperoleh dari variasi campuran belerang 2,5% dan semen portland 10% dengan waktu pemeraman 14 hari.

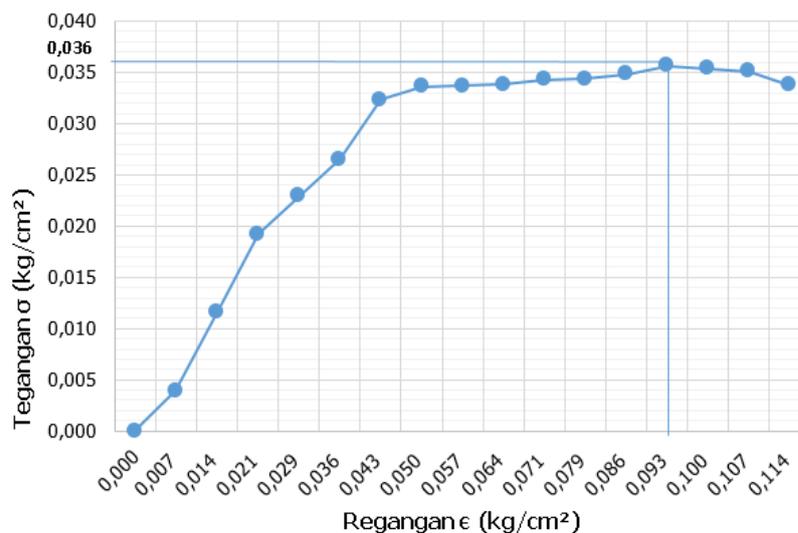
Pengujian Kuat Tekan Bebas

Pada Tabel 4 dapat dilihat cara memperoleh nilai kuat tekan bebas (q_u) dan kohesi (C_u).

Tabel 4. Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Gambut Asli Gambut Asli Tanpa Pemeraman

Pembacaan Arloji (Penurunan) (mm)	Pembacaan Arloji (Tegangan) (div.)	Regangan ϵ (%)	Beban (kg)	Luas Terkoreksi $A' = A_o / (1-\epsilon)$ (cm)	Tegangan σ (kg/cm ²)
S0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,5	0,100	0,007	0,038	9,690	0,004
1,0	0,300	0,014	0,113	9,761	0,012
1,5	0,500	0,021	0,189	9,832	0,019
2,0	0,600	0,029	0,227	9,904	0,023
2,5	0,700	0,036	0,265	9,977	0,027
3,0	0,860	0,043	0,325	10,052	0,032
3,5	0,900	0,050	0,340	10,128	0,034
4,0	0,910	0,057	0,344	10,204	0,034
4,5	0,920	0,064	0,348	10,282	0,034
5,0	0,940	0,071	0,355	10,361	0,034
5,5	0,950	0,079	0,359	10,442	0,034
6,0	0,970	0,086	0,367	10,523	0,035
6,5	1,000	0,093	0,378	10,606	0,036
7,0	1,000	0,100	0,378	10,690	0,035
7,5	1,000	0,107	0,378	10,776	0,035
8,0	0,970	0,114	0,367	10,863	0,034

Sumber: (Triutami, 2021)



Gambar.4 Grafik Kuat Tekan Bebas (Triutami, 2021)

Dari hasil pemeriksaan kekuatan bebas diperoleh:

Kuat tekan bebas (q_u) = 0,036 Kg/cm²

Dimana kuat tekan bebas (q_u) didapat dari nilai puncak grafik perbandingan antara tegangan dan regangan.

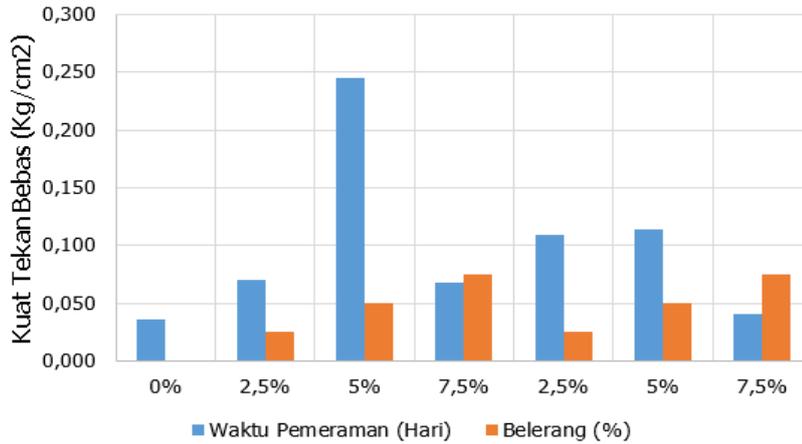
Kohesi (C_u) = $\frac{1}{2} \times q_u = \frac{1}{2} \times 0,036 = 0,018$ Kg/cm²

Dengan menggunakan cara yang sama didapat nilai kuat tekan bebas dan kohesi untuk kadar campuran optimum dengan pemeraman 7 hari dan 14 hari.

Tabel 5. Hasil Uji Kuat Tekan Bebas Tanah Asli Campuran Belerang dan Semen Portland

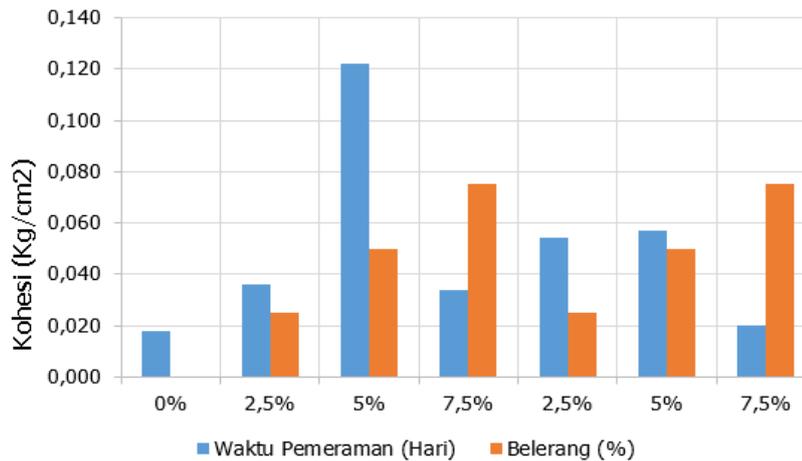
Variasi Campuran	Waktu Pemeraman	qu (Kg/cm ²)	Cu (Kg/cm ²)
Tanah asli + 0 % Belerang + 0 % Semen Portland	0 hari	0,036	0,018
Tanah asli + 2,5 % Belerang + 10 % Semen Portland	7 hari	0,070	0,036
Tanah asli + 5 % Belerang + 10 % Semen Portland	7 hari	0,245	0,122
Tanah asli + 7,5 % Belerang + 10 % Semen Portland	7 hari	0,068	0,034
Tanah asli + 2,5 % Belerang + 10 % Semen Portland	14 hari	0,109	0,054
Tanah asli + 5 % Belerang + 10 % Semen Portland	14 hari	0,114	0,057
Tanah asli + 7,5 % Belerang + 10 % Semen Portland	14 hari	0,041	0,020

Sumber: (Triutami, 2021)



Gambar 5. Grafik Kuat Tekan Bebas Selama Pemeraman (Triutami, 2021)

Dari Gambar 5 diperoleh nilai qu maksimum dari variasi belerang 5% dan semen portland 10% dengan waktu pemeraman 7 hari



Gambar 6. Grafik Kohesi Selama Pemeraman (Triutami, 2021)

Dari grafik pada Gambar 6 nilai kohesi maksimum didapat dari variasi campuran belerang 5% dan semen portland 10% dengan waktu pemeraman 7 hari.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Sifat fisik tanah: kadar air sebesar 244,74 %, porositas 73 %, berat jenis tanah 1, rata-rata kadar serat sebesar 76,74 %. Menurut ASTM D 4427 tanah gambut tersebut dalam kategori gambut fibrik (gambut mentah) dengan kadar serat > 67 %.
2. Pada pengujian kuat geser langsung nilai kohesi maksimum diperoleh 0,170 kg/cm² variasi campuran yang menghasilkan nilai kohesi terbesar dengan belerang 5% dan semen portland 10% dengan waktu pemeraman 14 hari.
Untuk nilai sudut geser dalam maksimum diperoleh sebesar 20° dari variasi campuran belerang 2,5% dan semen portland 10% dengan waktu pemeraman 14 hari.
3. Pada pengujian kuat tekan bebas nilai qu maksimum sebesar 0,245 kg/cm² dari variasi belerang 5% dan semen portland 10% dengan waktu pemeraman 7 hari.
4. Nilai kohesi terbesar didapat dari variasi campuran belerang 5% dan semen portland 10% dengan waktu pemeraman 7 hari. Diperoleh sebesar 0,122 kg/cm².

Saran

1. Disarankan pengujian lebih lanjut dengan bahan stabilisasi dan waktu pemeraman yang bervariasi agar diperoleh nilai campuran yang lebih optimum.
2. Jenis tanah lain dapat diteliti lebih lanjut dengan menggunakan variasi campuran yang sama atau dengan pengujian yang berbeda.
3. Pengembangan suatu kawasan dengan kondisi tanah yang sama dapat menggunakan metode penelitian yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Rompas, T, C. (2018). *Pengaruh Pencampuran Belerang Terhadap Kuat Geser Tanah*. Jurnal Sipil Statik, **6** (10), 793-800.
- Norseta, A,S, dan Respati, R. (2018). *Stabilisasi Tanah Gambut Palangka Raya Dengan Bahan Campuran Tanah Non Organik dan Kapur*. Media Ilmiah Teknik Sipil, **6** (2), 124-131.
- Darwis. (2018). *Dasar-Dasar Mekanika Tanah*, Pena Idris. Yogyakarta.
- Muda, A. (2016). *Analisis Daya Dukung Tanah Fondasi Dangkal Berdasarkan Data Laboratorium*. Jurnal INTEKNA, **16** (1), 1-6.
- Ridwan, M dan Sari, S. (2016). *Analisis Penambahan Serbuk Batu Gamping Gresik Terhadap Nilai Daya Dukung Pondasi Dangkal Pada Tanah Lempung Ekspansif*. Jurnal Rekaya Teknik Sipil, **02** (02), 109-117.
- Putra, D,R,I, dan Afriani, L. (2016). *Pengaruh Substitusi Pasir Pada Tanah Organik Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Geser*. JRSDD, **4** (2), 276-283.
- Marpan, H dan Rorhman, A. (2003). *Analisis Daya/Kuat Dukung Tanah Gambut Ambarawa Dengan Variasi Campur Kapur Wonosari*. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H,C. (1992). *Mekanika Tanah*, PT. Gramedia Utama. Jakarta.
- Bowless, J,E. dan Johan K,H. (1989). *Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi Kedua, PT. Erlangga. Jakarta
- Mac, F,J,C. (1985). *Muskeg Engineering Handbook*. Toronto: National Research Council of Canada University of Toronto Press.