

## IDENTIFIKASI PERUBAHAN NILAI KUAT GESER DAN PERMEABILITAS DENGAN PENAMBAHAN JAMUR *RHIZOPUS OLIGOSPORUS* PADA TANAH GAMBUT

**M. Yoggie Pratama**

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya  
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya  
e-mail: [yogi89354@gmail.com](mailto:yogi89354@gmail.com)

**Stephanus Alexsander**

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya  
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya  
e-mail: [stephanusalexsander@gmail.com](mailto:stephanusalexsander@gmail.com)

**Fatma Sarie**

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya  
Jln. Hendrik Timang, Palangka Raya  
e-mail: [fatmasarie@jts.upr.ac.id](mailto:fatmasarie@jts.upr.ac.id)

**Abstract:** *In Central Kalimantan during the dry season, peatland fires often occur due to human carelessness during land clearing, as well as due to the long dry season and extreme hot weather. The effect of fire causes the water content in the soil to decrease. Due to the decreasing water content in the soil, it causes a decrease in the technical properties of the soil on the shear strength and permeability of the peat soil. In order to overcome the problems that exist in peat soil during the dry season, a study was carried out by adding the fungus *Rhizopus Oligosporus* as a binder for peat. The aims of this study were to determine the effect of adding the fungus *Rhizopus Oligosporus* on the shear strength and permeability of peat soil before and after mixing the 10% *Rhizopus Oligosporus* fungi variation with curing time of 5 days, 10 days, 15 days, and 30 days. Based on the direct shear strength test, the cohesion value increased to 11.3% with a value of 0.098 kg/cm<sup>2</sup> at 15 days curing and the shear angle increased to 13.3% with a value of 28° at 30 days curing. While the results of the permeability test, the point of the permeability coefficient decreased to -13.4% with a value of 0.000284 cm/second at 15 days of curing.*

**Keywords:** *Peat fire, Shear Strength, Permeability, Rhizopus Oligosporus, Peat*

**Abstrak:** Kalimantan Tengah pada saat musim kemarau sering terjadi kebakaran lahan gambut yang diakibatkan adanya kecerobohan manusia saat pembukaan lahan, serta akibat musim kemarau panjang dan cuaca panas yang ekstrim. Efek kebakaran menyebabkan kandungan air di tanah akan semakin berkurang. Akibat kandungan air di tanah yang semakin berkurang menimbulkan penurunan sifat teknis tanah pada kuat geser dan permeabilitas tanah gambut. Untuk mengatasi permasalahan yang ada pada tanah gambut saat kemarau, maka dilakukan penelitian dengan menambahkan jamur *Rhizopus Oligosporus* sebagai bahan untuk pengikat gambut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan jamur *Rhizopus Oligosporus* terhadap kuat geser dan permeabilitas tanah gambut sebelum dan sesudah pencampuran variasi jamur *Rhizopus Oligosporus* 10% dengan waktu pemeraman 5 hari, 10 hari, 15 hari, dan 30 hari. Berdasarkan hasil pengujian kuat geser langsung, nilai kohesi mengalami kenaikan menjadi 11,3% dengan nilai sebesar 0,098 kg/cm<sup>2</sup> pada pemeraman 15 Hari dan sudut geser meningkat menjadi 13,3% dengan nilai 28° pada pemeraman ke 30 hari. Sedangkan hasil dari pengujian permeabilitas, titik koefisien permeabilitas mengalami penurunan menjadi -13,4% dengan nilai sebesar 0,000284 cm/detik pada pemeraman 15 Hari.

**Kata kunci:** Kebakaran Gambut, Kuat Geser, Permeabilitas, *Rhizopus Oligosporus*, Tanah Gambut

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki lahan gambut terluas di dunia, terutama di pulau Kalimantan dan pulau Sumatra. Penyebarannya mulai dari dataran pantai hingga ke pedalaman dengan ekosistem yang berbeda. Palangka Raya merupakan salah satu kota di Indonesia yang identik dengan musim kemarau. Musim kemarau yang panjang membuat ekosistem gambut mudah surut dan menjadi kering.

Kekeringan di lahan gambut berpotensi mengalami kebakaran. Efek kebakaran menyebabkan kandungan air di tanah akan semakin berkurang. Akibat kandungan air di tanah yang semakin berkurang menimbulkan penurunan sifat teknis tanah pada kuat geser. Untuk meningkatkan kuat geser pada tanah gambut, akan diadakan metode inovatif menggunakan jamur. Penerapan *bioremediasi* merupakan metode untuk meningkatkan kuat geser partikel tanah. Jamur yang digunakan untuk enzim fermentasi dalam proses *bioremediasi* adalah *Rhizopus Oligosporus*. *Rhizopus Oligosporus* dapat tumbuh dan mengikat partikel tanah gambut. Pemberian variasi jamur akan diberikan pada tanah gambut, yang bermanfaat melihat dan mengetahui variasi jamur tersebut terhadap pengaruh permeabilitas dan kuat geser tanah gambut.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Tanah Gambut

Tanah Gambut merupakan bahan setengah lapuk berserat atau suatu tanah yang mengandung bahan organik berserat dalam jumlah besar. Gambut mempunyai angka pori yang sangat tinggi dan sangat kompresible. (Dunn, dkk., 1980). Tanah Gambut adalah agregat agak berserat yang berasal dari serpihan makroskopik dan mikroskopik tumbuh-tumbuhan. (Terzaghi dan Peck, 1988).

### Jamur *Rhizopus Oligosporus*

Jamur *Rhizopus oligosporus* adalah sejenis kapang yang berasal dari filum *Mucormycota*. Mereka sering dimanfaatkan sebagai komponen pembuat tempe, karena mampu menghasilkan enzim lipase yang berguna membantu fermentasi kedelai. Jamur *Rhizopus Oligosporus* mempunyai koloni berwarna abu-abu

kecoklatan dengan tinggi 1 mm atau lebih. Sporanglofornya tunggal atau berkelompok dengan dinding halus atau agak kasar.

### Bioremediasi

Bioremediasi merupakan pengembangan dari bidang bioteknologi lingkungan dengan memanfaatkan proses biologi dalam mengendalikan pencemaran. Bioremediasi bukanlah konsep baru dalam mikrobiologi terapan, karena mikroba telah banyak digunakan selama bertahun-tahun dalam mengurangi senyawa organik dan bahan beracun baik yang berasal dari limbah rumah tangga maupun dari industri. Hal yang baru adalah bahwa teknik bioremediasi terbukti sangat efektif dan murah dari sisi ekonomi untuk membersihkan tanah dan air yang terkontaminasi oleh senyawa-senyawa kimia toksik atau beracun.

### Kuat Geser Tanah

Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisa kapasitas dukung tanah, stabilitas lereng dan gaya dorong pada dinding penahan tanah. (Mohr, 1910). Hubungan fungsi antara tegangan normal dan tegangan geser pada bidang runtuhnya, dinyatakan oleh persamaan berikut ini:

$$(\tau) = c + \sigma \tan \phi \quad (1)$$

Keterangan:

$\tau$  : Kuat geser tanah (kg/cm<sup>2</sup>)

$c$  : Kohesi tanah (kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma$  : Tegangan normal (kg/cm<sup>2</sup>)

$\phi$  : Sudut geser dalam (°)

### Permeabilitas Tanah

Permeabilitas tanah merupakan kemampuan tanah untuk meneruskan air atau udara. Permeabilitas umumnya diukur sehubungan laju aliran air melalui tanah dalam suatu massa waktu dan dinyatakan sebagai cm/jam (Foth, 1984). Pengujian permeabilitas dengan metode uji tinggi energi tetap (*Constant Head Test*). Prosedur perhitungan berikut ini:

$$k = \frac{Q}{A \times i \times t} ; i = \frac{h}{L} \quad (2)$$

Keterangan:

$k$  : Koefisien permeabilitas

$Q$  : Volume air yang terkumpul

$L$  : Panjang/tinggi sampel (tanah uji)

$A$  : Luas area *chamber*

$h$  : Beda tinggi antara tinggi air di dalam burette dalam keadaan *constant* dengan *chamber outflow level* (pipa saluran pembuang).

$t$  : Waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan volume  $Q$ .

**Kajian Penelitian Terdahulu**

De Jong (2006) melakukan penelitian untuk Peningkatan Kekakuan Tanah (*Shear Wave Velocity* dan *Undrained Shear Strength*) menggunakan mikroorganisme *Bacillus pasteurii*. Ramachandran et. al. (2001) melakukan penelitian Peningkatan Kuat Mampat (*Compressive Strength*) dan Kekakuan Kubus Mortar Semen untuk Remediasi Rekahan Konkret menggunakan mikroorganisme *Bacillus pasteurii* ATCC 11859 dan *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. Whiffin et al. (2007) melakukan penelitian untuk Peningkatan Kekuatan ,Kekakuan Tanah dan Perbaikan kapasitas penahan muatan (*load bearing capacity*) pada tanah tanpa membuat tanah *impermeabel* terhadap fluida menggunakan mikroorganisme *Sporosarcina pasteurii* (DSMZ 33).

**METODE**

**Sifat Fisik Tanah Gambut**

Sifat-sifat fisik tanah (Index Properties) dapat diartikan karakteristik fisik tertentu yang dasarnya digunakan untuk mengklasifikasikan tanah. Berikut ini merupakan sifat fisik tanah gambut:

1. Kadar air (*Water Content*)
2. Berat Jenis (*Specific Gravity*)
3. Berat Volume (*Unit Weight*)
4. Analisa Saringan (*Sieve Analysis*)

**Sifat Mekanik Tanah**

Pengujian utama ini dilakukan di PT. Cemara Geo Engineering Laboratorium Mekanika Tanah Dan Batuan dengan sampel tanah gambut berasal dari Kelurahan Bereng Bengkel, Kecamatan Sebangau, Kota Palangka Raya. Masing-masing titik sampel tanah diambil dengan kedalaman 1 meter. Pengujian utama ini meliputi:

1. Pengujian Kuat Geser Langsung (*Direct Shear Test*)
2. Pengujian Permeabilitas dengan Metode *Constant Head*

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pengujian Sifat Fisik Tanah**

Sifat fisik tanah pada penelitian ini dapat di lihat pada Tabel 1 di bawah ini:

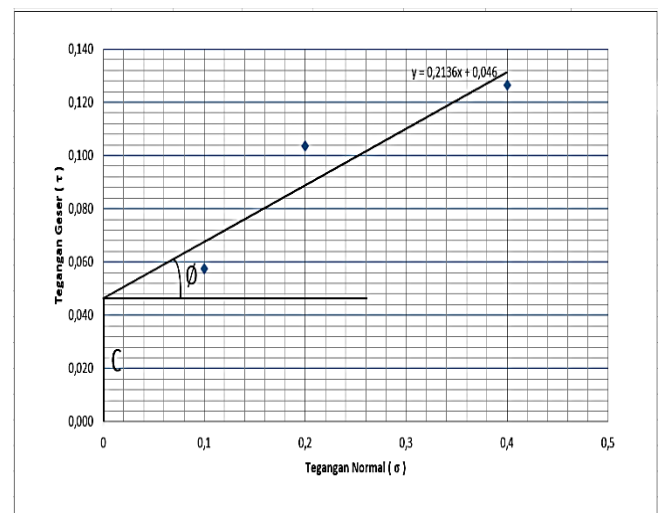
**Tabel 1.** Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Tanah

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pengujian Rata-Rata	Keterangan (Satuan)
1	Kadar Air	248,99	(%)
2	Kadar Serat	23,5	Sapric (gambut matang)/ (%)
3	Berat Volume		
	a. Berat Isi	1,01	(g/cm <sup>3</sup> )
	b. AngkaPori	6,09	
	c. Derajat Kejenuhan	93,04	(%)
	d. Porositas	0,86	
4	Analisa Saringan Persentase Lolos No 200	13,44	(%)
5	Berat Jenis ( <i>Specific Gravity</i> )	1,5	(g/cm <sup>3</sup> )

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium (2022)

**Hasil Pengujian Kuat Geser**

Nilai Kuat Geser diperoleh dari hubungan nilai tegangan normal dan tegangan geser uji Direct Shear Test. Berikut dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



**Gambar 1.** Kuat Geser Tanah Asli  
Sumber: Hasil Analisis Data (2022)

Berdasarkan grafik diatas maka didapatkan nilai:

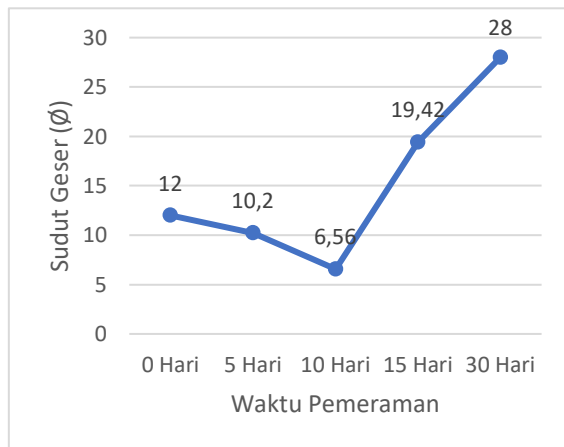
- a. Sudut geser dalam ( $\phi$ ) = 12°
- b. Kohesi (c) = 0,046 Kg/cm<sup>2</sup>

Untuk hasil pengujian kuat geser setelah dilakukan pencampuran variasi jamur *Rhizopus Oligosporus* 10% dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

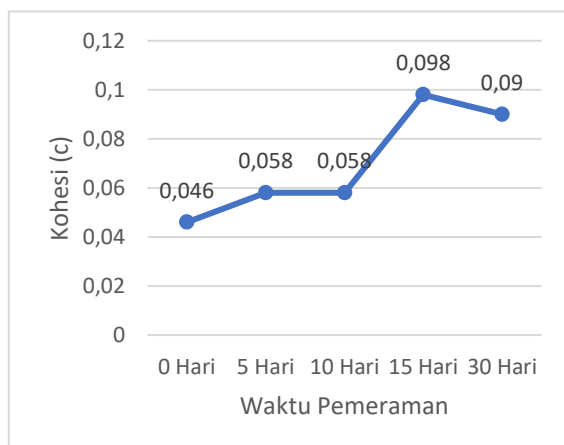
**Tabel 2.** Analisis Nilai Tegangan Geser

Waktu Pemeraman	c (Kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	$\tau$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
0 hari	0,046	12	0,36483
5 hari	0,058	10,20	0,32789
10 hari	0,058	6,56	0,23049
15 hari	0,098	19,42	0,62682
30 hari	0,090	28	0,88756

Sumber: Hasil Analisis Data (2022)



**Gambar 2.** Grafik Hubungan sudut geser dan waktu pemeraman



**Gambar 3.** Grafik Hubungan kohesi dan waktu pemeraman

Sesuai Gambar 2 hubungan sudut geser ( $\phi$ ) dengan masa pemeraman didapat nilai sudut geser ( $\phi$ ) meningkat menjadi 13,3% dengan nilai 28° pada pemeraman ke 30 hari.

Sesuai Gambar 3 hubungan nilai kohesi (c) dengan masa pemeraman mengalami kenaikan menjadi 11,3% dengan nilai sebesar 0,098 kg/cm<sup>2</sup> pada pemeraman 15 Hari.

**Pengujian Nilai Permeabilitas**

Pengujian permeabilitas dengan menggunakan metode Constant Head didapat koefisien permeabilitas (k) dan dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

**Tabel 3.** Hasil Pemeriksaan Metode Constant Head Tanah Asli

Determination No.	Unit	1	2	3	Average
Weight of Dry Soil	Ws (gr)	300	300	300	300
Length of Soil	L (cm)	10,60	10,60	10,60	10,60
Volume of Soil	V (cm <sup>3</sup> )	348,32	348,32	348,32	348,32
Head	h (cm)	65	55	45	
Hidrolik Gradien	i	6,13	5,19	4,25	5,19
Temperature	T (°C)	21	21	21	21
Time	t (sec)	60,00	60,00	60,00	60,00
Discharge	Q1 (ml)	1,43	1,00	0,83	1,09
	Q2 (ml)	1,43	0,97	0,77	1,06
	Q3 (ml)	1,30	1,07	0,73	1,03
Average of Discharge	Qav (cm <sup>3</sup> )	1,39	1,01	0,78	1,05926
Coefficient of Permeability	k (cm/sec)	0,00043	0,00031	0,00024	0,000328

Sumber: Hasil Analisis Data (2022)

Berdasarkan tabel diatas maka di didapatkan koefisien permeabilitas tanah asli yaitu 0,000328 cm/sec. Untuk hasil pengujian permeabilitas setelah dilakukan pencampuran variasi jamur *Rhizopus Oligosporus* 10% dengan pemeraman 0 hari, 5 hari, 10 hari, 15 hari, dan dapat dilihat pada tabel 4 berikut:

**Tabel 4.** Analisis Nilai Koefisien Permeabilitas

Waktu Pemeraman	k (cm/detik)
0 hari	0,000328
5 hari	0,000295
10 hari	0,000287
15 hari	0,000284

Sumber: Hasil Analisis Data (2022)



**Gambar 4.** Grafik Hubungan Koefisien Permeabilitas dan waktu pemeraman

Sesuai Gambar 4 hubungan koefisien permeabilitas ( $k$ ) dengan masa pemeraman didapat titik koefisien permeabilitas mengalami penurunan menjadi -13,4% dengan nilai sebesar 0,000284 cm/detik pada pemeraman 15 Hari.

#### Hasil Identifikasi Jamur Pada Tanah Gambut Asli dan Campuran



**Gambar 5 .** Hasil Pengujian Mikroskop Zoom 100 Kali Tanah Gambut Asli



**Gambar 6.** Hasil Pengujian Mikroskop Zoom 100 Kali Setelah Pencampuran Jamur *Rhizopus Oligosporus*

#### KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil pemeriksaan sifat fisik tanah, tanah gambut di daerah Jalan Bereng Bengkel Kota Palangka Raya memiliki nilai kadar air sebesar 248,99%, kadar serat sebesar 23,5%, berat jenis sebesar 1,5, berat volume basah sebesar  $70,96 \text{ g/cm}^3$ , berat volume kering sebesar  $10,01 \text{ g/cm}^3$ , angka pori sebesar 6,09, derat kejenuhan sebesar 93,04%, porositas sebesar 0,86 dan saringan lolos no. 200 sebesar 13,44%.
2. Dari hasil pengujian kuat geser pada tanah gambut asli memperoleh nilai sebesar  $0,36483 \text{ kg/cm}^2$ . Nilai pengujian kuat geser tanah gambut yang paling signifikan terdapat pada rentang waktu 30 hari setelah pencampuran, dengan nilai sebesar  $0,88756 \text{ kg/cm}^2$ . Sedangkan hasil uji laboratorium penambahan jamur *rhizopus oligosporus* terhadap tanah gambut pada pengujian permeabilitas sebelum dilakukan variasi campuran sebesar 0,000328 cm/detik, sedangkan permeabilitas pada pemeraman 5 hari setelah dilakukan variasi campuran sebesar 0,000295 cm/detik, pada rentang 10 hari pemeraman sebesar 0,000287 cm/detik dan pada rentang 15 hari sebesar 0,000284 cm/detik.
3. Peningkatan kohesi dalam sampel tanah disebabkan oleh miselium ikatan antar partikel Jamur *Rhizopus Oligosporus*. Berdasarkan pengujian kuat geser langsung dan pengujian permeabilitas constant head, miselium memberikan kontribusi untuk meningkatkan kohesi tanah untuk batas tertentu. Akibatnya, sudut gesekan internal akan sedikit berkurang dan berpengaruh pada penurunan kecepatan rembesan air pada tanah.

#### SARAN

Berdasarkan hasil dari penelitian dan analisis data yang dilakukan, maka disarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Setiap tanah dasar pada tiap daerah memiliki sifat fisik yang berbeda, oleh karena itu perlu dilakukan pengujian sifat fisik tanah.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh penambahan jamur *Rhizopus Oligosporus* terhadap kuat geser dan permeabilitas tanah.

3. Diharapkan penelitian lebih lanjut dengan penambahan variasi persentase jamur serta penambahan waktu lama pemeraman agar dapat lebih bereaksi.
4. Pengawasan yang maksimal perlu dilakukan pada pelaksanaan pembuatan sampel di laboratorium dan juga perlu diperhatikan kondisi peralatan yang digunakan pada saat penelitian sehingga diperoleh data yang akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Material, 1984. *Standard Test Method For Standard Classification of Peat Samples by Laboratorium Testing (ASTM D 4427)*, Philadelphia. P.A.: ASTM Designation.
- American Society for Testing and Material, 1989. *Test Method for Permeability of Granular Soils (Constant Head) (ASTM D 2434-68)*, Philadelphia. P.A.: ASTM Designation.
- Anon., 2009. Bio-Mediated Soil Improvement. *Ecological Engineering*, Volume 36, pp. 197-210.
- ASTM International , 1972. *Standart Test Method of Test For Liquid Limit of Soil (ASTM D 423)*, United States: ASTM International.
- ASTM International, 1982. *Standart Method of Test For Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil (ASTM D 2166)*, United States: ASTM International .
- ASTM International, 2002. *Standart Test Method For Specific Gravity of Soil by Water Pycnometer (ASTM D 854)*, United States: ASTM International.
- ASTM International, 2003. *Standart Method of Test for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditional (ASTM D 3080)*, United States : ASTM International .
- ASTM International, 2005. *Standart Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass (ASTM D 2216)*, United States: ASTM International.
- Bang S.S. and Ramakrishnan, V. , 2001. Microbiologically-Enhanced Crack Remediation (MECR). *Proceedings Of The International Symposium On Industrial Application of Microbial Genomes*, pp.3-13.
- Hardiyatmo, H. C, 1992. *Mekanika Tanah I*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Tarzaghi, Karl dan Pack, R. B, 1947. *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa, Jilid I*, Jakarta: Penerbit Erlangga