

KETAHANAN GAMBUT TERSTABILISASI SEMEN DAN KAPUR TERHADAP KEBAKARAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN VARIASI KADAR AIR

Rendy Dwi Juliasman¹⁾, Muhardi²⁾, Gunawan Wibisono²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : rendy.dwi@student.unri.ac.id

ABSTRACT

A peatland is an area with naturally accumulated decayed organic materials (peat) at the surface. Riau Province has the largest peatlands in Sumatra i.e. 56.1% from the total peatlands in Sumatra. Peat fires have been many times occurred in Indonesia. Stabilization proven to prevent peat fire in Malaysia. Most common available stabilization materials are cement and lime. Research conducted by Zamzam (2017) showed that peat mixed with 5% lime and 15% cement at 100% moisture content, could increase its strength and became less combustible. This research attempts to correlate the mechanical properties of peat that stabilized with cement and lime at various water contents, and its burning resistance. Several water contents applied were 51.52%, 76.77%, 81.82%, 102.02%, 107.07%, and 112.12%. The burning tests were not conducted on sample of 51,52 % water content. The result showed that the optimum strength of stabilized peat mixtures achieved at water content of 76,77%, which had UCS and soaked CBR value of 97.35 kPa and 16,23%, respectively. The burning test showed that the higher the water content, the delay combustible the peat sample, however the mechanical test and burning tests showed the opposite results.

Keywords: peat fire, cement, lime, CBR, and UCS.

PENDAHULUAN

Lahan gambut merupakan lahan hasil akumulasi timbunan bahan organik yang berasal dari pelapukan vegetasi yang tumbuh disekitarnya dan terbentuk secara alami dalam jangka waktu yang lama. Menurut Wahyunto dan Subiksa (2011) Indonesia merupakan negara yang memiliki areal gambut terluas di zonatropis, yakni mencapai 70%. Luas gambut Indonesia mencapai 21 juta ha, yang tersebar di pulau Sumatera (35%), Kalimantan (32%), Papua (30%) dan pulaulainnya (3%). Provinsi Riau memiliki lahan gambut terluas di Sumatera, yakni mencapai 56,1% (Wahyunto dan Heryanto, 2005).

Kebakaran hutan (*wildfire/forest fire*) merupakan kondisi dimana keadaan api menjadi tidak terkontrol dalam vegetasi yang mudah terbakar di daerah pedesaan atau daerah yang luas (Munir,

2014). Faktor utama penyebab terjadinya kebakaran hutan dan lahan di Indonesia pada umumnya adalah karena perilaku manusia (99,9%) dan sisanya (0,1%) diakibatkan oleh faktor alam yakni petir, kemarau panjang, dan larva gunung berapi (Adinugroho dkk, 2005).

Berdasarkan data dari Portal Nasional Republik Indonesia (2014), luas daratan Riau adalah seluas 89.150,15 km². Sebanyak 56% dari luas daratan di Riau tersebut merupakan ekosistem lahan gambut dan selebihnya (44%) berupa lahan mineral (Silalahi, 2014). Melihat kondisi ini, maka wajar jika jumlah titik api kebakaran hutan dan lahan di Riau didominasi oleh kebakaran pada lahan gambut selama Januari-14 Maret 2014 (sebesar 94%).

Salah satu bahan stabilisasi yang sering digunakan dan mudah didapatkan

dipasaran adalah semen. Sejak tahun 1917 bahan stabilisasi yang sering digunakan untuk stabilisasi tanah adalah semen (Hardiyatmo 2010). Menurut Huat (2006) penambahan persentase semen yang berkisar antara 3% hingga 5% menunjukkan bahwa penambahan semen dapat meningkatkan properti dari tanah gambut tropikal, yang meliputi batas cair, berat kering maksimum dan kadar air optimum. Sejalan dengan hal itu Huat dan Maail (2005) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa penambahan semen dan kapur dengan persentase 5-15% dan 5-25% dari berat kering tanah, dapat meningkatkan properti tanah gambut.

Penelitian mengenai stabilisasi lahan gambut dengan bahan tambah semen dan kapur salah satunya pernah dilakukan (Harist, 2017), adapun hasil campuran dengan kenaikan tertinggi baik itu *UCS*, *CBR* maupun pembakaran dibandingkan gambut murni adalah dengan penambahan 5% CaCO_3 + 15% PCC pada tanah gambut dengan sifat – sifat mekanik sebagai berikut, persentase kenaikan sebesar 59,44% dari nilai q_u gambut murni untuk uji *UCS* dan persentase kenaikan sebesar 100,17% pada uji *CBR*. Pada pengujian pembakaran dengan campuran bahan tambah yang menghasilkan nilai *UCS* dan *CBR* tertinggi juga menunjukkan ketahanan terbaik tanah gambut dengan titik api pada menit ke 24, titik abu menit ke 63 dan sepenuhnya menjadi abu menit ke 85. Pengujian – pengujian tersebut dilakukan dengan pemadatan pada kadar air 100%. Maka dari itu perlu ditinjau lebih lanjut dengan kadar air berbeda apakah sifat – sifat mekanik campuran gambut tersebut memperoleh hasil yang lebih baik atau mengalami penurunan.

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat diketahui perlunya penelitian lebih lanjut mengenai sifat – sifat mekanik campuran tanah gambut dengan semen dan kapur pada variasi kadar air berbeda untuk terutama ketahanan terhadap kebakaran.

Tujuan dari penelitian ini adalah,

1. Mengetahui kadar air optimum tanah gambut yang distabilisasi dengan semen dan kapur,
2. Mengetahui sifat mekanis gambut yang distabilisasi dengan semen dan kapur,
3. Mengetahui daya tahan kebakaran tanah gambut yang distabilisasi dengan bahan tambah semen dan kapur,
4. Mengetahui hubungan nilai *UCS* dengan *CBR* gambut yang distabilisasi menggunakan semen dan kapur,
5. Mengetahui hubungan sifat mekanis dengan pembakaran.

Sedangkan manfaat dari penelitian ini mengetahui ketahanan tanah gambut dan bahan stabilisasi terhadap kebakaran.

Adapun batasan masalah pada penelitian ini ialah.

1. Campuran semen dan kapur dengan persentase 5% CaCO_3 + 15% PCC,
2. Pengujian *UCS* dan *CBR* pemadatan yang akan dilakukan adalah dengan kadar air 50%, 75%, 80%, 100%, 105%, 110%,
3. Pengujian pembakaran pemadatan yang akan dilakukan adalah dengan kadar air 75%, 80%, 100%, 105% dan 110%.
4. Uji pembakaran memiliki kondisi – kondisi tertentu, adapun ketentuannya sebagai berikut :
 - a. Titik nyala / mulai terbakar, kondisi dimana awal nyala api muncul di bagian luar sampel,
 - b. Titik abu, keadaan munculnya abu pertama yang terjadi di bagian luar sampel, dan
 - c. Terbakar seluruhnya, kondisi ketika sampel runtuh dan termometer terlepas dari dalam sampel.
5. Pengaturan api pembakaran dalam keadaan nyala penuh.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah Gambut

Tanah gambut (*peat soil*) adalah tanah yang pada umumnya terjadi dari fragmen-fragmen material organik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan mempunyai kadar organik yang tinggi. Menurut ASTM(1984), tanah gambut berbeda dengan tanah organik yang lain karena mempunyai kandungan abu(ash content) yang rendah kurang dari 25% dari berat keringnya dan juga berbeda dengan material phytogenic yang lain (seperti batu bara) karena kandungan calorific yang rendah.

Hal ini disebabkan suasana anaerob menghambat proses oksidasi bahan organik oleh jasad renik, sehingga lebih dominan terjadi proses humifikasi daripada proses mineralisasi. Penguraian mineral organik hanya dilakukan oleh bakteri-bakteri anaerob, cendawan dan ganggang. Oleh karenanya kecepatan dekomposisi dipengaruhi oleh jenis dan jumlah bakteri anaerob, sifat vegetasi asal, iklim dan topografi.

Adapun ciri-ciri tanah gambut secara umum dapat diuraikan sebagai berikut:

1.) Warna

Salah satu ciri tanah gambut secara visual dapat dilihat dari warnanya. Mac Farlane, I.C (1959) dalam Rakhman (2002) memberikan warna coklat tua sampai kehitaman sebagai satu ciri tanah gambut. Meskipun bahan asalnya berwarna abu-abu, coklat atau kemerahan, namun setelah mengalami pembusukan (dekomposisi) selanjutnya diikuti dengan munculnya senyawa-senyawa humik berwarna gelap. Perubahan yang dialami bahan organik kelihatan sama dengan yang dialami bahan organik tanah mineral, meskipun aerasi tanah gambut terbatas.

2.) Kadar Air dan Kapasitas

Tanah gambut mempunyai kapasitas lapang (field capacity) yang tinggi bahkan sangat tinggi, kapasitas ini ditunjukkan dengan kemampuan menahan air yang dimiliki tanah gambut berkisar antara 2 – 4

kali bobot keringnya. Akan halnya gambut (moss peat) yang belum mengalami dekomposisi lebih lanjut memiliki kapasitas menahan air yang jauh lebih besar, yaitu sekitar 12-20 kali bobot keringnya. Sifat menahan air yang tinggi ini ditunjukkan dengan besarnya kadar air (water content) dari tanah gambut

3.) Struktur

Ciri lain dari tanah gambut yang mudah diketahui adalah dari strukturnya yang mudah dihancurkan dalam keadaan kering. Bahan organik yang sudah mengalami pembusukan bersifat koloidal dan mempunyai kohesi serta plastisitas yang rendah. Suatu tanah dengan kandungan bahan organik yang baik adalah mudah dilewati air atau bersifat porous. Sifat ini tidak baik untuk bahan konstruksi sipil. Sehubungan dengan sifat porous, sifat konduktivitas (permeabilitas) tanah gambut cukup tinggi, besarnya tergantung pada derajat konsolidasi dan tingkat komposisi

California Bearing Ratio (CBR) Test

Nilai CBR merupakan nilai perbandingan antara gaya yang diperlukan untuk menembus tanah dengan piston berukuran standar (1935 mm²) dengan kecepatan standar (1,27 mm per menit) terhadap gaya yang diperlukan untuk menembus bahan standar tertentu.

Besarnya nilai CBR tanah akan menentukan ketebalan lapis keras yang akan dibuat di atasnya.

Terdapat dua macam pengukuran nilai CBR yaitu:

1) Nilai CBR pada penetrasi 0,1” terhadap tekanan penetrasi standar yang besarnya 3000 lb.

$$CBR_{0,1} = \frac{P_1}{3000} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

2) Nilai CBR pada penetrasi 0,2” terhadap tekanan penetrasi standar yang besarnya 4500 lb.

$$CBR_{0,2} = \frac{P_1}{4500} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

P₁ = gaya yang diperlukan untuk penetrasi 0,1” (dalam lb).

P_2 = gaya yang diperlukan untuk penetrasi 0,2” (dalam lb).

Nilai CBR terbesar dari kedua nilai CBR diatas diterima sebagai nilai CBR terpilih.

UCS (Unconfined Compressive Strength)

Pengujian unconfined-compression adalah bentuk khusus dari uji Triaxial UU (Unconfined Unconsolidated) yang umum dilakukan pada sampel tanah kohesif. Pada uji ini tegangan penyekap σ_3 adalah nol. Tegangan aksial dilakukan terhadap benda uji secara relatif cepat sampai mencapai keruntuhan. Pada titik keruntuhan, harga tegangan total utama kecil (total minor pricipal stress) adalah nol dan tegangan total utama besar adalah σ_1 . Karena kekuatan geser kondisi air termampatkan dari tanah tidak tergantung pada tegangan penyekap, maka:

$$\tau_f = \frac{\sigma_1}{2} = \frac{q_u}{2} = C_u \dots \dots \dots (3)$$

(q_u) atau kekuatan tekanan tanah kondisi tak tersekap adalah harga tegangan aksial maksimum yang dapat ditahan oleh sampel uji silindris sebelum mengalami keruntuhan geser. Nilai berhubungan dengan konsistensi tanah.

Kebakaran Gambut

Kebakaran diatas tanah gambut di Malaysia dapat dicegah dengan teknik pemadatan. Lahan gambut dipadatkan dengan menggunakan alat berat seperti ekskavator. Proses pemadatan bisa dilakukan lagi pada tahun ke-1 atau tahun ke-2 pasca penanaman pada lahan gambut. Meski ada kebakaran, hal itu hanya terjadi di permukaan dan bisa cepat diatasi. Rongga atau lubang di bawah tanah gambut mengecil sehingga tak ada ruang dan udara yang menjadi media bagi mulut api untuk merambat secara cepat dan susah dipadamkan. Selain itu, kondisi air tak mudah turun bahkan naik saat curah hujan minim sehingga kelembaban tanahnya bisa terjaga. Kondisi ini juga dipengaruhi oleh pengembangan kanal atau water management (Redaksi1 (2016))

Syaufina *et al* (2004) menyatakan beberapa faktor kebakaran gambut (peat

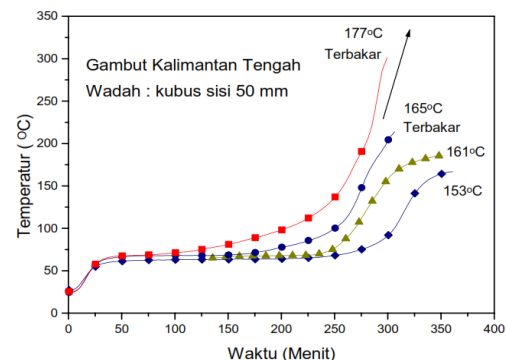
fire) dipengaruhi oleh karakteristik gambut maupun cuaca, yaitu :kadar air gambut, tingkat dekomposisi gambut, tinggi muka air, maupun curah hujan. Ia juga berpendapat gambut yang belum matang (jenis fibrik dan hemik) lebih mudah terbakar dibandingkan gambut matang (jenis saprik). Kebakaran gambut masih bisa terjadi pada kadar air 119% yang merupakan kadar air kritis kebakaran gambut. Gambar 2 menunjukkan hubungan regresi linear laju pembakaran gambut dengan kadar air gambut.

Drysdale (1985) dalam Nugroho (2002) berpendapat secara umum sumber panas untuk terjadinya kebakaran dapat dibagi menjadi:

1. *Piloted ignition*, disebabkan oleh terdapatnya sumber api kecil seperti nyala dari korek api danpuntung rokok.
2. *Self-ignition*, disebabkan oleh mekanismepemanasan internal (internal heating) akibat reaksioksidasi eksotermis antara material dengan oksigenpada temperatur ambient

Drysdale (1985) dalam Nugroho (2002) juga berpendapat bahwa kebakaran lahan gambut dapat digolongkan sebagai *smolderingignition*,dikarenakan menjalarnya api kedalam lapisan gambut sehingga sulit dipadamkan.

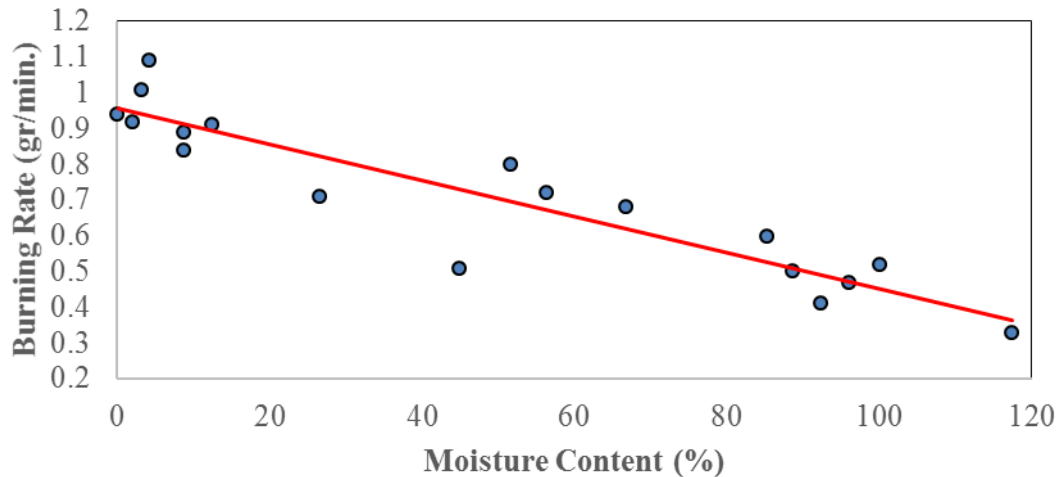
Nugroho (2002) melakukan pengujian sifat terbakar sendiri (*self-ignition*) dari beberapa material yaitu gambut, sabut kelapa sawit, serpihan kayu dan batubara muda, hasil pengujiannya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Pengukuran Temperatur Pusat untuk Sampel Gambut (Sumber : Nugroho (2002))

Karakteristik Bahan – Bahan Penelitian
 Bahan – bahan penelitian adalah sampel tanah gambut, semen PCC (*Portland Composite Cement*), dan Kapur Kalsium

Karbonat (CaCO_3). Karakteristik yang dimaksud pada sub bab ini lebih mengarah kepada sifat – sifat fisik bahan – bahan tersebut.



Gambar 2. Hubungan Regresi Linear Laju Pembakaran Dengan Kadar Air Gambut
 (Sumber : Syaufina et al. 2004)

1. Tanah Gambut

Hasil pemeriksaan karakteristik tanah gambut Rimbo Panjang ditunjukkan pada Tabel 1 (Toni, 2017). Tanah gambut

menurut ASTM diklasifikasikan berdasarkan kadar serat, kadar abudan kemampuan menyerap air (ASTM D 4427). Seperti terlihat di Tabel 2.

Tabel 1. Karakteristik Gambut Rimbo Panjang

No	Pemeriksaan	Nilai
1	Kadar air tanah asli(<i>w</i>), %	269,11
2	Berat Jenis (Gs)	1,36
3	Berat Volume (γ), kN/m ³	7,98
4	Berat Volume Kering (γ_d), kN/m ³	2,14
5	Kadar Abu, %	0,77
6	Kadar Organik, %	99,23
7	Kadar Serat, %	28,82%

Sumber: Toni (2017)

Menurut ASTM D 4427 – 92 (1997) tanah gambut Rimbo Panjang, berdasarkan kadar abu termasuk jenis *Low Ash* karena mempunyai kadar abu 0,77 %. Berdasarkan kadar serat yang dimiliki tanah gambut Rimbo Panjang termasuk dalam *sapric* karena dari pengujian kadar seratnya sebesar 28,82 %. Dalam kemampuan menyerap air (*Absorbency*) tanah gambut Rimbo Panjang termasuk *Slightly Absorbent*, hal ini dapat dilihat dari kadar air tanah aslinya sebesar 269.11%.

2. Semen PCC

Semen PCC yang digunakan merupakan semen PCC produksi PT. Semen Padang. Dari hasil pengujian diperoleh data sebagaimana terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Semen PCC

	Pemeriksaan	Nilai
1	Kadar air(<i>w</i>) %	0,12
2	Berat Jenis (Gs)	2,92

Sumber: Toni (2017)

Tabel 2. Klasifikasi Gambut Rimbo Panjang Menurut ASTM D 4427

		Standar ASTM D 4427	Hasil uji
A	Kadar abu		
1	<i>Low Ash</i>	< 5%	0,77%
2	<i>Medium Ash</i>	5%-15%	-
3	<i>High Ash</i>	>15%	-
B	Kadar Serat		
1	<i>Fibric</i>	>67%	-
2	<i>Hemic</i>	33%-67%	-
3	<i>Sapric</i>	<33%	28,82%
C	Kemampuan Menyerap air (<i>Absorbency</i>)		
1	<i>Extrimeely absorbent</i>	>1500%	-
2	<i>Highly Absorbent</i>	800%-1500%	-
3	<i>Moderately Absorbeut</i>	>300% dan <800%	-
4	<i>Slihtly Absorbent</i>	<300%	269.11%

Sumber : ASTM D 4427 Semen PCC memiliki karakteristik yang mirip dengan semen *Portland*, tetapi memiliki kualitas yang lebih baik, karena ditambah tiga bahan aditif : *Lime stone*, *Fly Ash* dan *Trass* (Hariawan, 2010).

3. Kapur (CaCO₃)

Kapur Kalsium Karbonat (CaCO₃) atau biasa disebut dengan kapur pertanaan. Kalsium Karbonat yang digunakan merupakan produksi PT. Brataco, yang merupakan CaCO₃ light.

Hasil pengujian diperoleh data sebagaimana terdapat pada Tabel 4.dibawah ini, dan hasil lengkapnya dapat dilihat pada lampiran :

Tabel 4. Pengujian Fisik Kapur (CaCO₃)

No .	Pemeriksaan	Nilai
1	Kadar air, %	0,42
2	Berat jenis (<i>specific gravity</i>)	2,7

Sumber: Toni (2017)

METODOLOGI PENELITIAN

Proses pelaksanaan studi ini pada prinsipnya terbagi dalam tiga bagian yaitu pengumpulan data, pengolahan data/perhitungan, dan keluaran berupa hasil analisa dan pembahasan.

Pengujian – pengujian yang akan dilakukan menggunakan sampel tanah gambut kering udara bukan kering *oven*.

Bahan – Bahan Penelitian

Bahan – bahan penelitian yang digunakan meliputi tanah gambut, semen PCC dan kapur tohor.

Peralatan Penelitian

Dalam penelitian ini peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut :

- 1.Cawan
- 2.Timbangan
- 3.Oven
- 4.Gelas ukur
- 5.*Mould*
- 6.Saringan
- 7.Jangka sorong

Perhitungan Bahan Tambah dan Kadar Air Koreksi

Sedangkan contoh perhitungan persentase semen dan kapur adalah sebagai berikut:

$$\text{Berat tanah gambut} = 500 \text{ gram}$$

$$\text{Persentase kapur 5\%} = 0,05$$

$$\begin{aligned} \text{Berat kapur yang} \\ \text{ditambahkan} &= 500 \times 0,05 \\ &= 25 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase semen} \\ \text{15\%} &= 0,15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat semen yang} \\ \text{ditambahkan} &= 500 \times 0,15 \\ &= 75 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase kapur} \\ \text{sebenarnya} &= \frac{25 \text{ gram}}{495 \text{ gram}} = 5,05\% \end{aligned}$$

Persentase semen

sebenarnya $= \frac{75 \text{ gram}}{495 \text{ gram}} = 15,15\%$

Kadar air rencana lainnya juga mengalami koreksi, dapat dilihat pada Tabel 5.

- Berat gambut (perkiraan awal) = 500 gram (a)
- Kadar air kering udara = 10% (b)
- Berat gambut (sesungguhnya) = 495 gram (e)

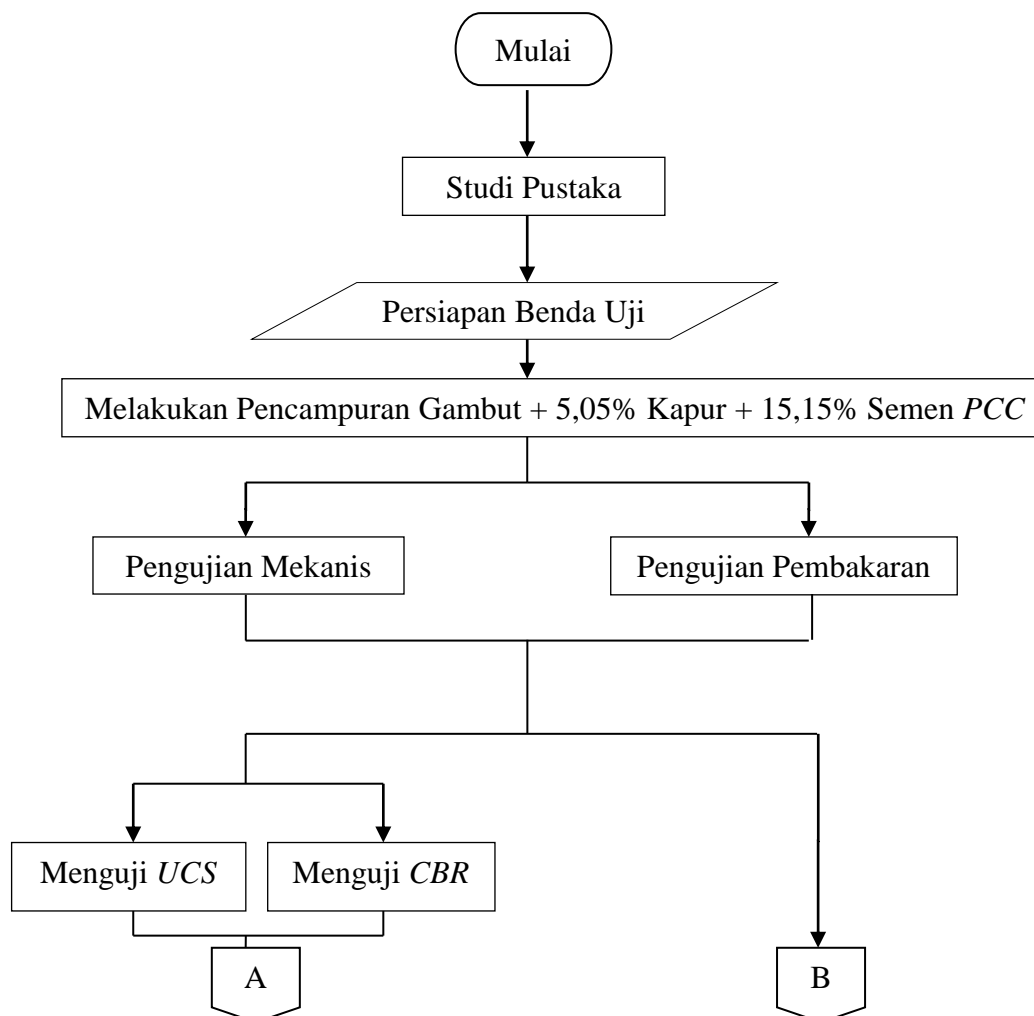
Berat air (sesungguhnya) = 55 gram (d)

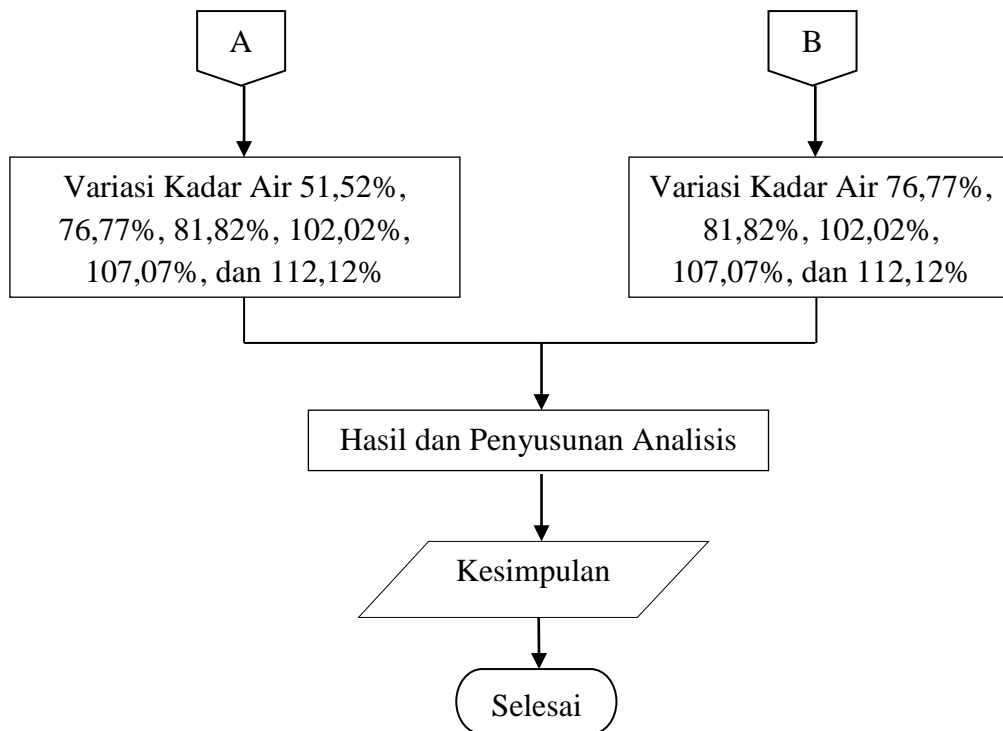
Bagan Alir Penelitian

Tahap – tahap yang akan dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat dalam bagan alir penelitian pada Gambar 3. berikut.

Tabel 5. Kadar Air Koreksi

Kadar Air Rencana, % (e)	Penambahan Air, cc (f) [(e-b)/100 x a]	Kadar Air Koreksi, % [(d+f)/c x 100]
50	200	51.52
75	325	76.77
80	350	81.82
100	450	102.02
105	475	107.07
110	500	112.12





Gambar 3. Bagan Alir Penelitian Stabilisasi Tanah Gambut dengan Bahan Tambah Semen dan Kapur

HASIL DAN PEMBAHASAN

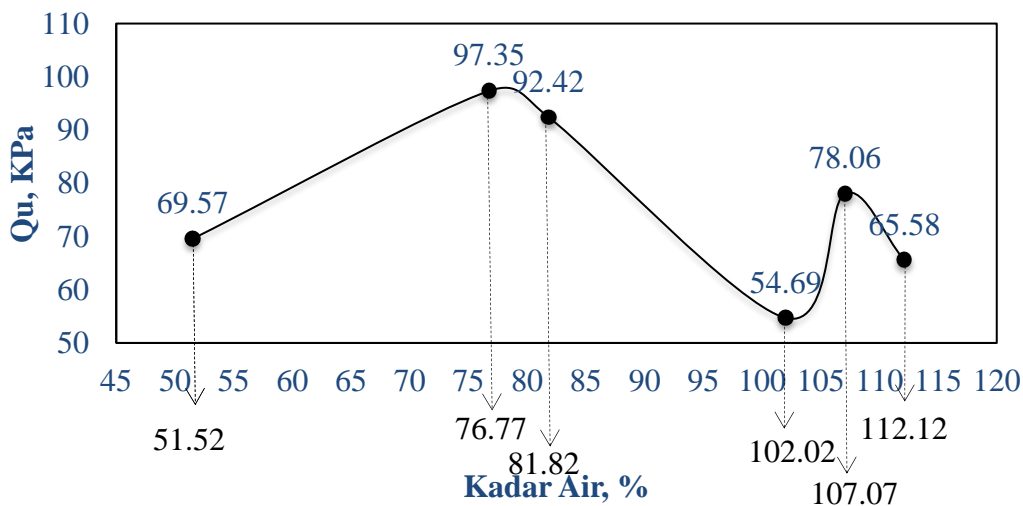
Pembahasan ini mengenai perbandingan hasil – hasil pengujian dengan parameter pengujian lainnya ataupun dengan penelitian yang pernah dilakukan.

Sifat Mekanis

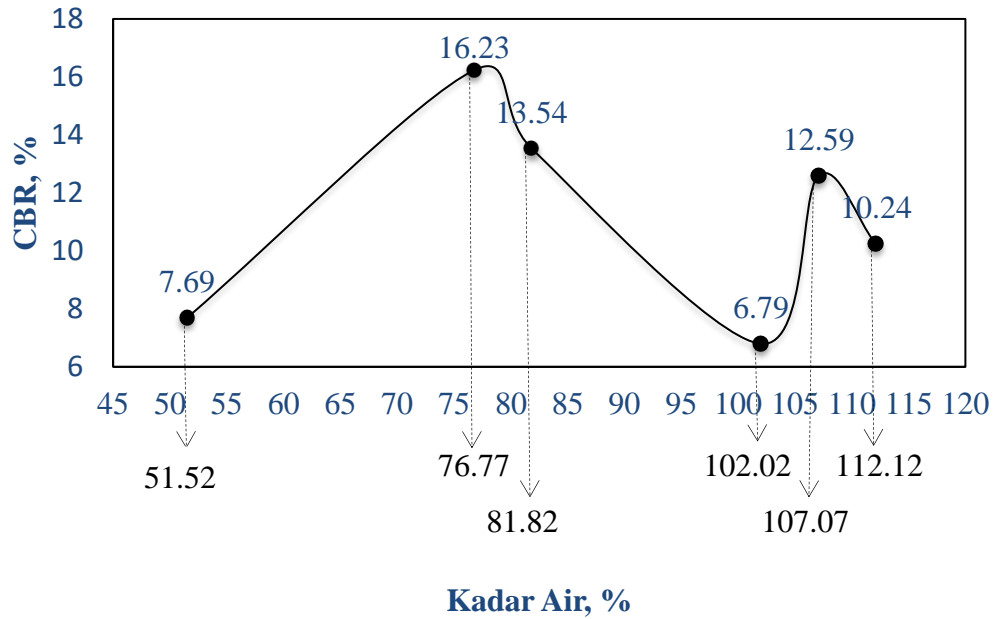
Grafik hasil UCS, dapat dilihat pada Gambar 4. Gambar tersebut juga menunjukkan bentuk yang sama dengan

pengujian CBR seperti tampak pada Gambar 5.

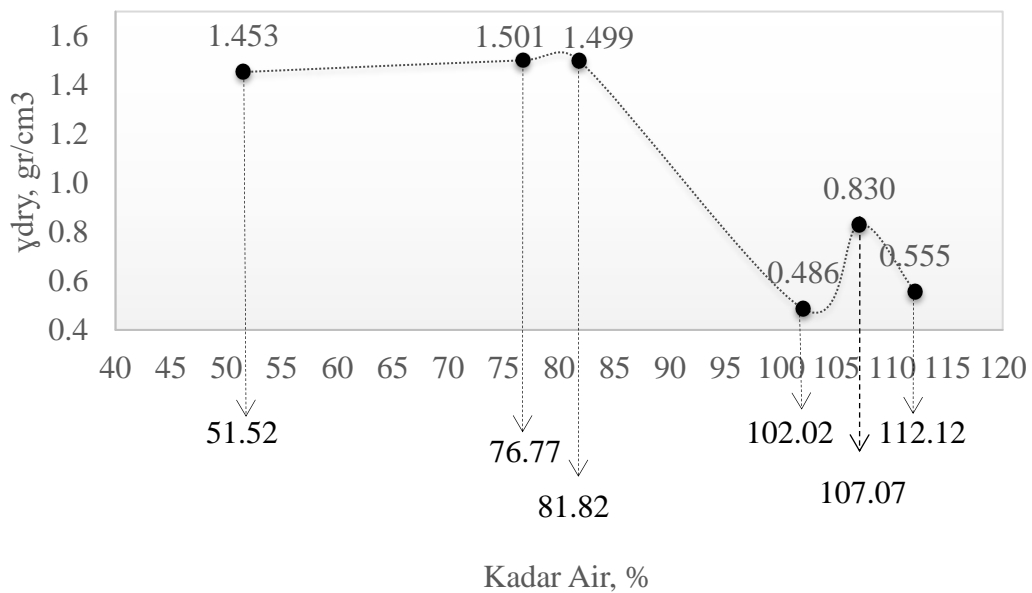
Grafik tersebut juga menunjukkan penurunan dan kenaikan nilai CBR sama persis dengan pengujian UCS. Sebaliknya jika dibandingkan dengan γ_{dry} bentuknya relatif mirip, dengan ini dapat disimpulkan bentuk dua puncak mekanis tersebut disebabkan oleh factor kepadatan campuran tanah tersebut. Kepadatan versus kadar air dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 4. Hasil Uji UCS



Gambar 5. Hasil Pengujian CBR



Gambar 6. Hubungan antara γ_{dry} dan Kadar Air

Menurut Lee dan Suedkamp (1972) dalam *principles of geotechnical engineering solution manual*, pengaruh munculnya dua puncak pada kepadatan tanah disebabkan oleh nilai LL = kurang dari 30 dan lebih dari 70.

Tabel 6. berikut memperlihatkan perbandingan nilai C_u dan CBR . Tabel tersebut menunjukkan besaran nilai C_u berdasarkan harga CBR rendaman pada tanah campuran gambut yang distabilisasi yaitu, $C_u/ CBR = 3,00 - 4,52$

Tabel 6. Nilai CBR vs C_u

CBR Rendaman (%)	C_u (kPA)	C_u (kPA)
7,69	34,79	4,52 x CBR
16,23	48,67	3,00 x CBR
13,54	46,21	3,42 x CBR
6,79	27,35	4,03 x CBR
12,59	39,03	3,10 x CBR
10,24	32,79	3,20 x CBR

Tabel 7 berikut menunjukkan hubungan CBR Non – rendaman dan nilai C_u pada gambut murni dan gambut distabilisasi (Harist, 2017).

Tabel 7 *CBR Non* – rendaman vs *Cu*

Deskripsi	<i>CBR</i> (%)	<i>Cu</i> (kPA)	<i>Cu</i> (kPA)
Gambut Murni	5,99	39,76	6,64 x <i>CBR</i>
Gambut + 5% CaCO ₃ + 5% PCC	9,74	43,67	4,48 x <i>CBR</i>
Gambut + 5% CaCO ₃ + 10% PCC	10,99	52,50	4,78 x <i>CBR</i>
Gambut + 5% CaCO ₃ + 15% PCC	11,99	63,39	5,28 x <i>CBR</i>

Berdasarkan tabel tersebut hubungan $Cu/ CBR = 4,48 - 6,64$, untuk kondisi campuran yang sama yaitu pada kadar air 100 %, Harist (2017) menunjukkan.

$Cu = 5,28 \times CBR$ Non-rendaman, sedangkan hasil penelitian ini.

$Cu = 4,03 \times CBR$ rendaman

Hasil di atas menunjukkan *CBR Non*-rendaman dan rendaman hubungan

Tabel 8. Rentang antara Tahap – Tahapan Pembakaran

Variasi Sampel	Munculnya Titik Api	Munculnya Titik Api ke – Awal Munculnya Abu	Awal Munculnya Abu ke – Terbakar Seluruhnya
Gambut Murni (Tidak Dipadatkan) (MC 269%)	1 Menit	14 Menit	13 Menit
Gambut + 5,05% CaCO ₃ + 15,15% PCC (MC 76,77%)	5 Menit	50 menit	3 Menit
Gambut + 5,05% CaCO ₃ + 15,15% PCC (MC 81,82%)	7 Menit	50 Menit	4 Menit
Gambut + 5,05% CaCO ₃ + 15,15% PCC (MC 102,02%)	12 Menit	47 Menit	4 Menit
Gambut + 5,05% CaCO ₃ + 15,15% PCC (MC 107,07%)	15 Menit	47 Menit	4 Menit
Gambut + 5,05% CaCO ₃ + 15,15% PCC (MC 112,12%)	18 Menit	51 Menit	8 Menit

Tabel di atas menunjukkan bahwa lamanya waktu yang dibutuhkan dari mulai awal terbakar sampai ke titik abu berkisaran antara 47 sampai 51 menit untuk gambut campuran tetapi tidak berlaku untuk sampel murni, sedangkan untuk waktu yang diperlukan dari awal menjadi abu hingga terbakar seluruhnya sebesar 3 sampai 8 menit, sebaliknya waktu tersebut juga tidak berlaku untuk gambut murni. Tabel 9. berikut

dengan nilai *Cu* tidak terpaut selisih yang jauh.

Berikut adalah penelitian lainnya yang mencari hubungan *Cu* dan *CBR*,

1. Brown et al. (1987), pada tanah berbutir halus (*Clay*),

Cu (kPA) = 7,8 *CBR*

2. Black (1979), *Cu* versus *CBR* kerikil (*Gravel*) dengan persamaan,

Undisturbed samples : $cu/ CBR = 8.6 \text{ to } 11.0$

Remoulded samples : $cu/ CBR = 24.5 \text{ to } 27.6$

Pembakaran Campuran dengan Murni

Hasil titik – titik pembakaran juga menunjukkan waktu yang dibutuhkan dari proses awal ke proses berikutnya pada tiap variasi, dapat dilihat pada Tabel 8. berikut.

menunjukkan suhu – suhu yang terjadi pada masing – masing titik pembakaran.

Hasil di atas memperlihatkan suhu titik api pada gambut campuran maupun murni berkisar antara 38 – 57°C, untuk suhu titik abu campuran ialah 90 – 99°C, tidak berlaku untuk gambut murni suhu titik abunya ialah 165°C, dan untuk suhu terbakar seluruhnya gambut campuran adalah 55 - 69 °C, sedangkan murni 15 °C.

Tabel 9. Suhu – Suhu Titik Pembakaran

Variasi Sampel	Suhu dalam Sampel Terjadinya Titik Api (°C)	Suhu dalam Sampel Awal Munculnya Abu (°C)	Terbakar Seluruhnya (°C)
Gambut Murni (Tidak Dipadatkan) (MC 269%)	45	165	610
Gambut + 5,05% CaCO ₃ + 15,15% PCC (MC 76,77%)	38	90	186
Gambut + 5,05% CaCO ₃ + 15,15% PCC (MC 81,82%)	46	91	193
Gambut + 5,05% CaCO ₃ + 15,15% PCC (MC 102,02%)	59	92	214
Gambut + 5,05% CaCO ₃ + 15,15% PCC (MC 107,07%)	61	95	243
Gambut + 5,05% CaCO ₃ + 15,15% PCC (MC 112,12%)	67	99	252

Titik abu tersebut jika dibandingkan pengujian kadar abu *ASTM D2974* lebih rendah di mana pengujian tersebut memerlukan suhu 440 °C untuk mendapatkan kadar abu dan jika dihubungkan dengan penelitian terhadap pembakaran gambut oleh Nugroho (2002) tetap lebih rendah di mana suhu terbakar seluruhnya 165°C dan 177°C, seperti terlihat pada Gambar 6.

Hubungan Pembakaran dan Pengujian Mekanis

Hasil – hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa pengujian mekanis jika dibandingkan dengan pengujian pembakaran memiliki perbandingan terbalik, pengujian mekanis memiliki kecenderungan mengalami kekurangan kekuatan setiap di tambah kadar air di atas optimumnya tetapi pada pembakaran setiap penambahan kadar air dapat memperlambat proses pembakarannya, lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 10. berikut.

Tabel 10. Hubungan Pengujian Mekanis dan Pembakaran

Kadar Air (%)	Cu (kPa)	CBR (%)	Terbakar Seluruhnya (Menit)
76,77	48,67	16,23	58
81,82	46,21	13,54	61
102,02	27,35	6,79	63
107,07	39,03	12,59	66
112,12	32,79	10,24	77

Hal tersebut diakibatkan karena sifat tanah gambut yang jika ditambahkan air di atas kadar air optimumnya akan mengurangi kepadatan tanah tersebut, otomatis akan mengurangi kekuatannya, sedangkan terhadap kebakaran semakin banyak air yang ditambah akan memerlukan waktu yang lebih lama pula untuk terjadinya penguapan.

Aplikasi Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat di beberapa bidang antara lain.

1. Jalan, memperkuat kekuatan tanah dasar yang berasal dari gambut dengan cara stabilisasi,
2. Kebakaran, meredam kebakaran lahan sehingga memiliki waktu yang cukup untuk memadamkannya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Kadar air optimum untuk campuran gambut + 5,05% CaCO₃ + 15,15% PCC adalah 76,77%, dengan nilai *Cu* dan *CBR* rendaman berturut – turut 97,35 kPa dan 16,23% pada γ_{dry} sebesar 1,501 gr/cm³,
2. Bentuk – bentuk kurva uji *UCS*, *CBR* rendaman maupun kepadatan

- memiliki kemiripan di mana terdapat dua puncak pada kadar air 76,77% (optimum) dan 102,02%,
3. Hubungan C_u dan CBR rendaman pada gambut yang distabilisasi adalah $C_u/CBR = 3,00 - 4,52$,
 4. Pemadatan tanah dan penambahan bahan tambah + 5,05% $CaCO_3$ + 15,15% PCC terbukti dapat memperlambat pembakaran, kadar air optimum yang memperlambat pembakaran terlama pada 112,12% dan menunjukkan waktu yang diperlukan untuk terbakar seluruhnya lebih lama dibanding gambut murni di mana dari awal dibakar hingga terbakar seluruhnya 77 menit dibandingkan dengan gambut murni 28 menit,
 5. Pengujian mekanis dan pembakaran menghasilkan hubungan yang berbanding terbalik, penambahan kadar air di atas kadar air optimum dapat memperlambat proses pembakaran tetapi mengurangi kekuatan tanah, hal ini dikarenakan penambahan kadar air di atas kadar air optimum menyebabkan berkurangnya kepadatan, sebaliknya pada pembakaran penambahan air memperpanjang proses penguapan sehingga proses pembakaran menjadi lebih lama.

SARAN

Dari hasil pengujian dan pembahasan maka dapat dituliskan beberapa saran sebagai berikut:

1. Pengujian pembakaran hendaknya menggunakan alat pembakaran seperti oven atau alat yang lebih canggih lagi, dan
2. melakukan variasi pada bentuk sampel yang akan dibakar.

DAFTAR PUSTAKA

Adinugroho, W.C., Suryadiputra, I.N.N., Saharjo, B.H., Siboro, L., 2005, *Manual for the Control of Fire in Peatlands and Peatland Forest*,

Bogor, Wetlands International – Indonesia Programme.

Das, B.M. 2009. *Principles of Geotechnical Engineering Solution Manual 7th Edition*. USA : Cengage Learning.

Hardiyatmo, H.C., 2010. *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Redaksi1, 2016. *Mengapa Jarang Terjadi Kebakaran Hutan di Malaysia?*. <http://konfrontasi.com/content/politik/mengapa-jarang-terjadi-kebakaran-hutan-dan-kebun-sawit-di-malaysia> diakses pada 07 Februari 2017.

Huat, Bujang B.K., Shukri Maail, T.A.M., 2005. 1113-1120.pdf. *Effect of Chemical Admixtures on the Engineering Properties of Tropical Peat Soils*.

Huat, B.B.K., 2006. *Effect of Cement Admixtures on the Engineering Properties of Tropical Peat Soils*. , pp.1–8.

Munir, S.M., 2014, Akibat Kabut Asap Terhadap Kesehatan, *Seminar Nasional Solusi Tuntas “Riau Bebas Asap”*, Pekanbaru (28-29 April, 2014).

Nugroho, Y. S. 2002. *Sifat Self-Ignition pada Gambut, Sabut Kelapa Sawit dan Kayu*. J Makara Teknologi, 6, 123-131.

Jenkins, Philip. 1998. *The Strength of Well Graded Cohesive Fills*. <https://www.newcivilengineer.com/the-strength-of-well-graded-cohesive-fills/660746>, diakses pada 4 Januari 2018, Pkl. 10.23 WIB.

Portal Nasional Republik Indonesia, 2014, *Provinsi Riau*. <http://www.indonesia.go.id/in/pemerintah-daerah/provinsi-riau/profil->

[daerah](#)(online accessed January 5th, 2015).

- Rakhman, Y. A. 2002. *Stabilisasi Tanah Gambut Rawa Pening Dengan Semen Dan Gypsum Sintesis (CaSO₄. 2H₂O)* (Doctoral dissertation, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro)
- Sa, N.M. et al., 2015. *Sarawak Peat Characteristics and Heat Treatment*. , pp.6–12.
- Said, J. M., and I. Razali. 2009. "Peat Stabilization With Carbide Lime." *UNIMAS E-Journal of civil engineering* 1.1.
- Silalahi, D., 2014, Policy dan Legalitas: RTRW, Hak Tanah, Perijinan dan Kelembagaan, *Seminar Nasional Solusi Tuntas "Riau Bebas Asap"*, Pekanbaru (28-29 April, 2014).
- Toni, Afriwan. 2017. *Stabilisasi Tanah Gambut dengan Kapur dan Abu Terbang untuk Mengurangi Kebakaran Lahan*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Wahyunto dan Heryanto. B. 2005. Sebaran gambut dan Status terkini di Sumatera. Dalam CCFPI. 2005. Pemanfaatan Lahan Gambut Secara Bijaksana Untuk Manfaat Berkelanjutan. *In: Prosiding Lokakarya. Indonesia Programe*. Bogor.
- Wahyunto dan Subiksa, I. G. M. 2011. *Genesis Lahan Gambut Indonesia* . BalaiPenelitian Tanah. Bogor. 3-14 hal.
- Zamzam, H. F. R. 2017. *Karakteristik Tanah Gambut yang Distabilisasi terhadap Heat Treatment*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru.