

# **PENGARUH PENAMBAHAN KAPUR, ABU TERBANG (*FLY ASH*), DAN STYROFOAM TERHADAP NILAI KEPADATAN DAN CBR TANAH GAMBUT**

**Wahdah Zakiyah Manthining<sup>(1)</sup>, Fatma Sarie<sup>(2)</sup>, Okrobianus Hendri<sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup>Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya

Email : [wahdahzakiyah@gmail.com](mailto:wahdahzakiyah@gmail.com)

## **ABSTRAK**

*Tanah gambut memiliki persoalan terhadap kekuatan daya dukung tanah dalam menahan beban di atasnya, yaitu dapat berpengaruh pada konstruksi bangunan dan jalan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk memperbaiki tanah gambut menggunakan metode stabilisasi tanah dengan cara penambahan bahan campuran (aditif) berupa kapur, abu terbang, dan styrofoam. Stabilisasi tanah dilakukan untuk memperkuat atau memperbaiki nilai dari parameter sifat fisik maupun sifat mekanik dari tanah asli yang ada. Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik tanah asli didapat nilai, kadar air ( $w$ ) = 116,85%; berat isi kering ( $\gamma_d$ ) = 0,66 g/cm<sup>3</sup>; berat jenis ( $G_s$ ) = 1,45; kadar serat = 62,10%. Berdasarkan pengujian sifat-sifat fisik tanah yang dilakukan di laboratorium, klasifikasi ASTM kadar air ( $w$ ) = 116,85%, termasuk kedalam kategori kecil, sedangkan berdasarkan jumlah kadar serat = 62,10% tanah gambut tersebut masuk dalam kategori Hemic (gambut matang sedang). Pada sistem klasifikasi AASTHO gambut dikelompokkan pada kelompok tanah A-8, pengklasifikasiannya berdasarkan visual. Menurut Hary Christady H (2017) untuk berat jenis ( $G_s$ ) = 1,45 termasuk ke dalam katagori tanah gambut. Hasil pengujian sifat mekanik tanah asli menunjukkan bahwa kadar air optimum (OMC) = 133,65%; berat isi kering ( $\gamma_d$  max) = 0,431 g/cm<sup>3</sup>; dan nilai CBR tanah asli = 2,77%. Campuran kapur, abu terbang, dan styrofoam berdampak pada peningkatan nilai CBR. Penambahan variasi campuran 0%, 1%, dan 2% menghasilkan nilai CBR rencana sebesar 7,89%; 5,45%; 4,65%. Nilai CBR terbesar terjadi pada penambahan styrofoam 0% pada pemeraman 7 hari yaitu sebesar 7,89%.*

**Kata Kunci:** CBR, Styrofoam, Stabilisasi tanah, Tanah Gambut

## **EFFECT OF ADDITION OF LIME, FLYING ASH, AND STYROFOAM ON THE VALUE OF DENSITY AND CBR OF PEAT SOIL**

### **ABSTRACT**

*Peat soils have the issue of the strength of soil bearing capacity to withstand the load on it, which can affect the construction of buildings and roads. The purpose of this study is to improve the peat soil using the method of soil stabilization by means of the addition of mixed materials (additives) in the form of lime, fly ash, and styrofoam. Soil stabilization is done to strengthen or improve the value of the parameters of the physical properties and mechanical properties of the native land there. Based on the results of testing the physical properties of the native land values obtained, the water content ( $w$ ) = 116,85%; the weight*

of the contents dry ( $\gamma_d$ ) = 0,66 g/cm<sup>3</sup>; specific gravity ( $G_s$ ) = 1,45; fiber content = 62,10%. Based on testing the physical properties of soil in the laboratory, the classification ASTM water content ( $w$ ) = 116,85%, included into the category of small, while based on the amount of fiber content = 62,10% peat soil is included in the category Hemic (peat cooked medium). On the classification system AASHTO peat grouped in the group land A-8, pengklasifikasiannya based on the visual. According to Hary Christady H (2017) for specific gravity ( $G_s$ ) = 1,45 included in the category of peat soil. The results of testing the mechanical properties of the native land showed that the optimum moisture content (OMC) = 133,65%; the weight of the contents dry ( $\gamma_d$  max) = 0,431 g/cm<sup>3</sup>; and CBR value of the soil original = 2,77%. A mixture of lime, fly ash, and styrofoam have an impact on the increase in the value of CBR. The addition of a mixture variation of 0%, 1%, and 2% produce value CBR rencana by 7,89%; by 5,45%; 4,65%. CBR value occurs on the addition of styrofoam 0% on curing 7 days of 7,89%.

**Keywords:** CBR, Peat soil, soil Stabilization, Styrofoam

## 1 PENDAHULUAN

Beberapa tahun belakangan ini Kota Palangka Raya mengalami peningkatan pertumbuhan penduduk, sebesar 78,60% (Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Tengah, 2019), maka dari itu disadari bahwa pembangunan sarana dan prasarana tidak dapat dihindari. Sedangkan Kota Palangka Raya memiliki tanah dasar yang tidak semua jenis tanahnya memiliki sifat daya dukung tanah yang baik untuk digunakan. Tanah gambut ialah tanah yang memiliki nilai daya dukung tanah yang rendah, dan penurunan yang besar maka kondisi ini menjadi masalah utama bagi struktur yang akan dibangun di atasnya, ciri khas dari tanah gambut sendiri adalah mengandung serat, kadar organik tinggi dan berwarna coklat sampai dengan hitam (Nugroho, 2012).

Tanah gambut memiliki persoalan terhadap daya dukung tanah dalam menahan beban di atasnya, oleh karena itu usaha perbaikan tanah gambut sering dilakukan dengan metode stabilisasi tanah. Persyaratan nilai daya dukung tanah dikategorikan baik apabila nilai CBR berdasarkan pengujian lapangan sebesar  $\geq 3\%$ , dan berdasarkan uji laboratorium didapat nilai  $\geq 6\%$ . Sedangkan tanah yang tidak mencapai

syarat tersebut salah satunya ialah tanah gambut (*peat soil*) yang cenderung memiliki nilai CBR yang rendah berkisar 2,595% - 5,709% (Hadijah, S. 2006). Berdasarkan di atas maka untuk tanah gambut dengan nilai daya dukung yang kurang baik atau tidak cukup baik, maka perlu dilakukan perbaikan tanah dengan salah satu cara yaitu stabilisasi penambahan bahan aditif. Tujuan daripada stabilisasi tanah gambut ialah, untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan aditif terhadap nilai kepadatan tanah dan CBR tanah gambut.

Kalawa N., dkk (2021) meneliti mengenai pengaruh penambahan semen 5%, abu sekam 5% dan *fly ash* 5%, 7,5% dan 10% terhadap daya dukung tanah lempung, dengan hasil masing-masing CBR rencana untuk 5%, 7,5%, dan 10% *fly ash* yaitu 6,80%, 8,00% dan 8,80%.

Valentin, R. C., dkk (2021) meneliti mengenai pengaruh penambahan semen porland dan serbuk batu bata terhadap CBR rencana tanah gambut, dengan hasil CBR rencana tanah gambut asli sebesar 1,35% sedangkan setelah dilakukan stabilisasi berdampak pada meningkatnya nilai CBR rencana sebesar 0,48% untuk variasi campuran tanah gambut + semen porland 10%, dan 0,40% untuk variasi

campuran tanah gambut+serbuk batu bata 10%.

## 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanah Gambut

Tanah gambut memiliki daya dukung yang rendah dan penurunan yang besar, kondisi ini merupakan masalah serius bagi struktur yang akan dibangun di atasnya. Ciri khas tanah gambut adalah berserat, organik, dan berwarna coklat sampai hitam. Tanah gambut sangat ringan karena bobot umumnya yang rendah. Secara umum tanah gambut memiliki sifat koloid yang kuat yang dapat mengikat air, sehingga tanah gambut memiliki kemampuan menyerap air yang tinggi (Nugroho, 2012).

### 2.2 Kapur

Batu gamping/kapur disebut juga *limestone* dalam bahasa Inggris. Ini adalah batuan sedimen yang terdiri dari dua varian berbeda dari  $\text{CaCO}_3$  (kalsium karbonat): mineral kalsit dan aragonit. Pada umumnya batu gamping relatif terbentuk di laut dalam kondisi berbatu yang mengandung kalsium coccoliths yang dibentuk oleh mikroba coccolithophora. Stabilisasi Tanah dengan Kapur merupakan upaya untuk memperbaiki sifat fisik tanah, mempermudah pengerjaannya, dan meningkatkan ketahanan cuaca dengan menambahkan kapur pada tanah (Aris Prabowo, 2018).

### 2.3 Abu Terbang (*Fly Ash*)

Abu terbang disebut juga fly ash, merupakan hasil samping dari pembakaran batubara di PLTU dan memiliki partikel halus dan sifat pozzolan, dan komponen utamanya adalah silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ), aluminium ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), dan besi oksida ( $\text{SiO}_2$ ). Karena fly ash memiliki sifat pozzolan, *fly ash* dapat mengikat mineral tanah menjadi padatan, mengurangi penyusutan tanah dan meningkatkan kekuatan tanah. *Fly ash* adalah limbah padat dari pembakaran

batubara, yang memiliki zat anorganik yang terbentuk dari perubahan mineral pada batubara akibat pembakaran, meninggalkan ruang bakar melalui boiler dalam bentuk uap. (Wiliam Nico Gunawan, dkk, 2018).

### 2.4 Styrofoam

*Styrofoam* adalah bahan yang terbuat dari *polystyrene*, plastik berbasis minyak bumi yang terbuat dari *styrene monomer* ( $\text{C}_8\text{H}_8$ ), salah satu bahan yang sering digunakan untuk mengemas barang dan makanan yang mudah rusak. *Polystyrene Foam* merupakan bahan plastik dengan sifat insulasi yang sangat baik karena memiliki struktur granular berdensitas rendah dan ringan serta mengandung udara yang tidak dapat mentransfer panas karena adanya ruang antar butiran. (Daca Arditya Lekhsmana, 2015).

### 2.5 Pemadatan Tanah

Pemadatan tanah adalah usaha secara mekanik untuk merapatkan butiran-butiran tanah. Pengujian pemadatan digunakan dalam menentukan hubungan kadar air dengan berat volume kering tanah padat, dan untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan kepadatan suatu campuran tanah. Menurut Proctor (1933), ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering tanah padat. Untuk berbagai jenis tanah pada umumnya, terdapat satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai berat volume kering maksimumnya.

### 2.6 California Bearing Ratio (CBR)

Uji CBR berasal dari Departemen Transportasi California tahun 1929. Uji ini dimaksud untuk menentukan kelayakan suatu lapisan tanah yang akan digunakan sebagai *subbase* atau *basecourse* dalam konstruksi jalan raya. Harga CBR digunakan untuk menilai kemampuan tanah, untuk digunakan sebagai *base* atau *subbase* di bawah perkerasan jalan, pelabuhan atau lapangan terbang.

**Tabel 1** Klasifikasi nilai CBR tanah

CBR (%)	Tingkatan Umum	Kegunaan
0 - 3	Very Poor	Subgrade
3 - 7	Poor to fair	Subgrade
7 - 20	Fair	Subbase
20 - 50	Good	Base or Subbase
>50	Excellent	Base

Sumber: Bowles (1992)

### 3 METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode coba-coba untuk mengetahui campuran kapur, abu terbang, dan *styrofoam* sebagai bahan adiktif stabilisasi tanah terhadap tanah gambut. Persiapan tahap-tahap penelitian dijelaskan sebagaimana berikut ini :

1. Persiapan peralatan dan bahan di laboratorium
2. Pengambilan sampel tanah gambut dan sampel bahan adiktif
3. Pengujian sampel tanah gambut
  - a. Uji Sifat Fisik menurut ASTM D 4427 dan AASHTO T 92-68.
  - b. Uji Sifat Mekanik, ASTM D-968 (*Standart Proctor*) untuk uji pemadatan tanah dan ASTM D-1883 untuk uji CBR
4. Pembuatan campuran tanah gambut dengan kapur, abu terbang, dan *styrofoam*
5. Pengujian campuran tanah gambut dengan campuran
6. Analisis hasil Pengujian

#### 3.1 Metode Pengambilan Data

Pada penelitian ini pengambilan sampel tanah gambut didapatkan dari kawasan Kelurahan Bukit Tunggal, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah. Ada dua sampel tanah yang diambil yaitu sampel tanah asli/tidak terganggu (*undisturbed*), tanah yang tidak mengalami perubahan sifat fisik dan mekanik dan sampel tanah terganggu (*disturbed*), yaitu tanah yang tidak alami atau yang telah terganggu oleh lingkungan.

### 3.2 Perencanaan Campuran

Metode pencampuran tanah asli:

1. Sampel tanah yang telah di jemur/dikeringkan untuk mengurangi kadar air tanah, kemudian ditumbuk (butir aslinya tidak pecah) dan lolos saringan No. 4 (4,75 mm) lalu dicampur dengan kapur dan abu terbang (*fly ash*) dengan kadar campuran kapur 5% dan abu terbang (*fly ash*) 10% dari berat tanah, dan *styrofoam* dengan kadar campuran 0%, 1%, dan 2% dari berat tanah.
2. Lalu dilakukan pemeraman selama 7 hari untuk pengujian pemadatan dan pengujian CBR.
3. Setelah didapatkan kadar air optimal (OMC) dari pemadatan lalu dilakukan pengujian CBR.
4. Setelah didapat variasi yang paling optimum, lalu dilakukan analisis data dan pengolahan data.

## 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Karakteristik Tanah

Setelah dilakukan penelitian di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik Universitas Palangkaraya, diperoleh karakteristik tanah gambut di Jalan Bapuyu seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2** Pemeriksaan sifat fisik

Pemeriksaan	Satuan	Hasil
Kadar Air	%	116,85
Berat Isi Tanah	gr/cm <sup>3</sup>	0,71
Angka Pori (e)		1,20
Berat Jenis (GS)		1,45
Kadar Serat	%	62,10
Batas Plastis	%	-
Batas Cair	%	107,31
Batas Susut	%	105,36
Derajat Kejuhanan (S)	%	138
Porositas (n)	%	54,51

Sumber: Hasil pengujian laboratorium (2021)

Secara umum tanah gambut di Jalan Bapuyu memiliki Kadar air (*water content*) yang cukup kecil yaitu 116,85%, termasuk dalam kategori kecil yaitu tanah gambut dengan kemampuan menyimpan dan menyerap air

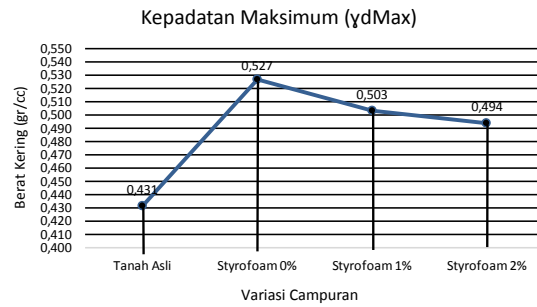
kurang dari 300%. Sedangkan berdasarkan hasil pengujian diperoleh rata-rata kadar serat sebesar 62,10% dan menurut ASTM maka tanah gambut termasuk dalam kategori gambut *Hemic* (Gambut matang sedang) dengan Kadar serat 33% - 67%. Mengenai nilai plastisitas tanah gambut Jalan Bapuyu, hasil pengujian menunjukkan bahwa tanah tersebut termasuk dalam kategori non-plastik. Hal ini mungkin disebabkan oleh pelapukan bahan organik yang terus menutupi tanah gambut yang ada.

#### 4.2 Pemadatan Tanah

Pemadatan yang dilakukan adalah pemadatan tanah asli dan pemadatan campuran yaitu hasil pencampuran tanah gambut dengan kapur 5%, abu terbang 10% dan *styrofoam* 0%, 1% dan 2% dengan waktu pemeraman selama 7 hari. Parameter yang diperoleh dari pengujian menggunakan standar proctor adalah nilai berat isi kering optimum ( $\gamma_{d_{opt}}$ ) dan kadar air optimum ( $w_{opt}$ ) seperti pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Rekapitulasi hasil pengujian pemadatan tanah laboratorium

Variasi Campuran	Kadar Air Optimum (%)	Kepadatan Maksimum ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
Tanah Asli	133,65	0,431
Tanah Gambut + kapur 5% + abu terbang 10% + <i>styrofoam</i> 0%	94,36	0,527
Tanah Gambut + kapur 5% + abu terbang 10% + <i>styrofoam</i> 1%	110,53	0,503
Tanah Gambut + kapur 5% + abu terbang 10% + <i>styrofoam</i> 2%	121,98	0,494



**Gambar 2** Grafik penelitian pemadatan tanah pemeraman 7 hari  
Sumber: Penelitian 2021

Dari Gambar 2 diperoleh kepadatan kering maksimum ( $\gamma_{d \text{ maks}}$ ) pada campuran tanah gambut dengan kapur 5%, abu terbang 10%, dan *styrofoam* 0% pada kondisi pemeraman selama 7 hari adalah  $0,527 \text{ gr}/\text{cm}^3$  dengan kadar air optimum ( $w_{opt}$ ) 94,36%.

Hasil dari pemadatan standar proctor ini merupakan parameter sebagai bahan untuk sampel pengujian *California Bearing Ratio* (CBR).

#### 4.3 California Bearing Ratio

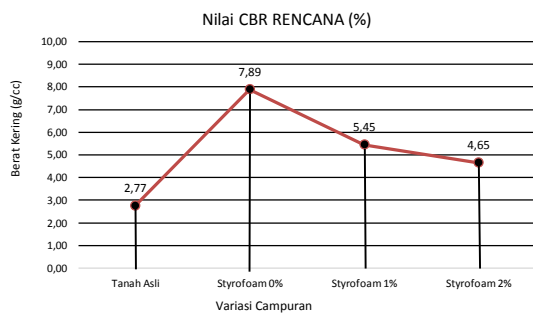
Pengujian CBR laboratorium yang dilakukan adalah pengujian CBR dalam kondisi pemeraman selama 7 hari. Pencampuran tanah gambut dengan kapur 5%, abu terbang 10% dan *styrofoam* 0%, 1% dan 2% terlihat pada Tabel 5.

**Tabel 5** Rekapitulasi hasil pengujian CBR laboratorium

Variasi Campuran	Kepadatan Maksimum ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	Nilai $\text{CBR}_{\text{RENCANA}}$ (%)
Tanah Asli	0,431	2,77
Tanah Gambut + kapur 5 % + abu terbang 10 % + <i>styrofoam</i> 0 %	0,496	7,89
Tanah Gambut + kapur 5 % + abu terbang 10 % + <i>styrofoam</i> 1 %	0,483	5,45
Tanah Gambut + kapur 5 % + abu terbang 10 % + <i>styrofoam</i> 2 %	0,474	4,65

Sumber: Penelitian 2021

Dari data pada Tabel 5 dapat dilakukan perbandingan hasil pengujian yang dilaksanakan sebagai mana Gambar 3.



**Gambar 3** Grafik hubungan nilai cbr dengan variasi campuran *styrofoam*

Sumber: Penelitian 2021

## 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

- Secara umum tanah gambut Palangka Raya memiliki Kadar air (*water content*) yang cukup tinggi yaitu 116,85%, termasuk dalam kategori kecil, Sedangkan berdasarkan jumlah kadar serat yang dimiliki sebesar 62,10%, maka tanah gambut tersebut masuk dalam kategori *hemic* (gambut matang sedang).
- Tanah gambut Palangka Raya yang diuji masuk dalam kategori Non Plastis dimana dari hasil pengujian yang dilakukan hampir tidak ditemukan kemampuan kelekatan tanah.
- Campuran kapur, abu terbang, dan *styrofoam* berdampak pada peningkatan nilai CBR. Penambahan variasi campuran 0%, 1%, dan 2% menghasilkan nilai CBR rencana sebesar 7,89%; 5,45%; 4,65%. Penambahan *styrofoam* pada campuran stabilisasi tanah terbukti dapat meningkatkan nilai CBR yang diperoleh walaupun nilai CBR rencana terbesar didapat pada variasi *styrofoam* 0% yaitu sebesar 7,89% meningkat 512% dari nilai CBR tanah asli.
- Secara umum nilai CBR tanah gambut memenuhi persyaratan sebagai bahan timbunan pilihan (*subbase*), kecuali

untuk penambahan *styrofoam* 1% maupun 2%. Sebagaimana klasifikasi tanah berdasarkan nilai CBR Laboratorium bahwa CBR tanah timbunan berkisar dari 7% - 20%.

### 5.2 Saran

- Perlu dipertimbangkan untuk penggunaan *styrofoam* pada campuran tanah gambut, karena dapat menurunkan nilai CBR tanah.
- Selain itu perlu dipertimbangkan kembali melakukan penambahan variasi campuran tanah gambut dan *styrofoam* dengan mencoba beberapa perbandingan persentase campuran.
- Mengingat banyaknya parameter yang dilakukan dalam penelitian dapat dipertimbangkan kembali batasan waktu dalam melaksanakan penelitian.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. AAAHTO T 92-68. (1997), *Standard Method of Test for Determining the Shrinkage Factors of Soils*, Published by The American Association of State Highway and Transportation Officials, USA.
- Anonim. ASTM. (1989). *Annual Book of Standart: Soils and Rock; Building Stone; Peat*. Vol 4.08
- Anonim. ASTM D 4427. (1992), "Standard Classification of Peat Samples by Laboratory Testing", ASTM 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken.
- Anonim. ASTM D-698. (1997). *Standart Test Method Of Test For Liquid Limit Of Soils, Annual Book Of ASTM*. ASTM 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken.
- Anonim. ASTM D 854-72. (1997), "Standart Test Method for Specific Gravity of Soils", *Annual Book of ASTM*. ASTM 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken.
- Anonim. ASTM D 2216-71. (1997), "Standart Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soils

- and Rocks*”, *Annual Book of ASTM*. ASTM 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken.
- Anonim. ASTM D 1883. (2007), “*Standart Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory Compacted Soils*”. ASTM 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken
- Anonim. ASTM D 1997. (2020), “*Standart Test Method for Laboratory Determination of The Fiber Content of Peat and Organic Soils by Dry Mass*”, *Annual Book of ASTM*. ASTM 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken.
- Bowles, J. E. (1992). *Sifat-sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah*. Alih Bahasa Hainim, 1992. Edisi Kedua, Jakarta, Erlangga
- Gunawan, W. N., Manoppo, F. J., Sarajar, A. (2018). *Analisis Stabilitas Tanah Rawa Terhadap Embankment Jalan Tol Manado Bitung Dengan Menggunakan Semen Yang Dipadukan Dengan Abu Terbang (Fly Ash)*. *Jurnal Sipil Statik* Vol.6 No.3, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Hadijah, Siti. 2006. *Perilaku Kepadatan Tanah Gambut Akibat Proses Pengeringan dan Pembasahan Kembali*. Depok, Fakultas Teknik UI.
- Kalawa, N., Sarie, F., Yani, M. I. (2021). *Pengaruh Penambahan Semen Portland, Abu Sekam, dan Fly Ash Terhadap Nilai Daya Dukung Tanah Lempung Sebagai Subgrade Perkerasan Jalan*. *Jurnal Kacapuri, Jurnal Keilmuan Teknik Sipil* Volume 4 Nomor 1 Edisi Juni 2021, Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari. Banjar Masin, Kalimantan Selatan.
- Yudhyantoro, Y. (2013). *Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Kepadatan dan Nilai CBR Tanah Gambut Abu Tinggi*. Banjar Masin, Kalimantan Selatan.
- Lekhsmana, D. A. (2015). *Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Campuran Abu Ampas Tebu, Kapur Dan Styrofoam*. Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Yogyakarta.
- Nugroho, S. A. (2012). *Stabilisasi Tanah Gambut Riau Menggunakan Campuran Tanah Non Organik Dan Semen Sebagai Bahan Timbunan Jalan (Studi Kasus Daerah Tembilahan Dan Sungai Pakning)*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau. Kepulauan Riau.
- Prabowo, A. (2018). *Pengaruh Stabilisasi Tanah Menggunakan Kapur Dan Matos Terhadap Kuat Geser dan Konsolidasi Tanah Gambut*. Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Yogyakarta.
- Stanislaus, Prihatiningsih, A. (2019). *Studi Perbandingan Pencampuran 4 Jenis Limbah Yang Sulit Didaur Ulang Terhadap Peningkatan Properti Tanah*. *Jurnal Mitra Teknik Sipil* Vol. 2, No. 3, Jurusan Teknik Sipil Universitas Tarumanagara. Jakarta.
- Valentin, R. C., Yani, M.I, Gandi, S. (2021). *Pengaruh Penambahan Semen Portland dan Serbuk Batu Bata Terhadap Nilai Daya Dukung Tanah Gambut*. *Jurnal Kacapuri, Jurnal Keilmuan Teknik Sipil* Volume 4 Nomor 1 Edisi Juni 2021, Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari. Banjar Masin, Kalimantan Selatan.