

Pengaruh Nilai CBR Tanah Bermasalah Yang Distabilisasi Dengan *Fly ash* di Wilayah Perbatasan Provinsi Kaltara

Fuad Harwadi*¹, Hasrullah², Rachel Zandra Singal³

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Borneo Tarakan

³Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kaltara, Tanjung Selor

e-mail: *¹fuadharwadi@gmail.com

Received 06 August 2022; Reviewed 06 October 2022; Accepted 03 November 2022

Journal Homepage: <http://jurnal.borneo.ac.id/index.php/borneoengineering>

Doi: <https://doi.org/10.35334/be.v1i1.3206>

Abstract

In construction problem soils are often encountered, as well as in the border area of North Kalimantan Province, there are problematic soils such as peat soil and expansive soil. Problematic soils has been low bearing capacity and high compressibility, therefore it is necessary to make improvements in problematic soils. One of the soil improvements whose application is quite easy and relatively inexpensive to implement is stabilization. In this research using coal waste material (fly ash) as stabilizer from PLTU Sekayan in Apung village, Kaltara Province. The purpose of this study was to obtain changes in the CBR parameters on peat soil and expansive soil by mixing fly ash with variations in the addition of fly ash by 20%, 40% and 60%, and through curing for 20, 30, 40 and 60 days. The analysis is presented in graphical form by comparing the original soil that has not been stabilized and the soil that has been stabilized with fly ash. From this research, it was found that the addition of a stabilizing agent in the form of fly ash can increase the CBR value in problematic soils. In expansive soil CBR test in the laboratory there was a very large increase in the CBR value, namely from the initial condition of 2,65% to 33.7% with the addition of 60% fly ash and a curing period of 60 days. On peat soil, the initial CBR value was 0,79% to 9.8% with the addition of 60% fly ash and a curing period of 60 days.

Keywords: *problematic soils, stabilization, fly ash, CBR.*

Abstrak

Dalam pembangunan konstruksi sering ditemui tanah-tanah bermasalah, begitu juga di wilayah perbatasan Provinsi Kalimantan Utara terdapat tanah bermasalah seperti tanah gambut dan tanah ekspansif. Tanah bermasalah memiliki daya dukung yang rendah dan pemampatan yang tinggi, sehingga dalam pembangunan konstruksi jenis tanah seperti ini harus dilakukan perbaikan terlebih dahulu. Salah satu perbaikan tanah yang aplikasinya cukup mudah dan relatif murah untuk dilaksanakan adalah stabilisasi. Dalam penelitian ini akan digunakan sebagai bahan stabilisasinya adalah bahan limbah berupa abu terbang batubara (fly ash) dari PLTU Sekayan yang ada di Desa Apung Provinsi Kalimantan Utara. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan perubahan parameter CBR pada tanah gambut dan tanah ekspansif dengan metode mencampurkan fly ash dengan variasi penambahan fly ash sebesar 20%, 40% dan 60%, serta melalui pemeraman selama 20, 30, 40 dan 60 hari. Analisa ditampilkan dalam bentuk grafik yaitu dengan membandingkan antara tanah asli yang belum distabilisasi dan tanah yang sudah distabilisasi dengan fly ash. Dari penelitian ini didapatkan bahwa penambahan bahan stabilisasi berupa fly ash dapat meningkatkan nilai CBR pada tanah bermasalah. Pada tanah ekspansif Uji CBR di laboratorium terjadi peningkatan nilai CBR yang sangat besar yaitu dari kondisi awal 2,65% menjadi 33,7% pada penambahan fly ash 60% dan masa peram 60 hari. Pada tanah gambut nilai CBR kondisi awal 0,79 % menjadi 9,8 % pada penambahan fly ash 60% dan masa peram 60 hari.

Kata kunci: *tanah bermasalah, stabilisasi, fly ash, CBR.*

1. Pendahuluan

Pada pembangunan infrastruktur di wilayah perbatasan seperti Provinsi Kalimantan Utara, pembangunan konstruksi jalan terkadang untuk menghubungkan suatu desa ke desa lainnya menemui jenis tanah bermasalah (*problematic soils*) yang tidak semua bisa dihindari. Pada kondisi ini diperlukan kompetensi ahli geoteknik perencanaan jalan untuk menganalisa perbaikan tanah seperti apa yang akan dilakukan. Tanah bermasalah yang sering ditemui adalah tanah ekspansif dan tanah gambut. Tanah ekspansif atau juga disebut dengan istilah tanah kembang susut (*swelling soils*), adalah fenomena kembang susut yang hebat, sebagai akibat adanya perubahan atau modifikasi kadar air di dalam tanah tersebut. Fenomena penyusutan (*shrink*) adalah suatu proses berkurangnya kadar air pada pori-pori tanah sehingga tanah mengalami penyusutan volume. Pada fenomena kembang susut volume tanah bertambah dan nilai kohesi menurun dikarenakan air berpenetrasi masuk kedalam ruang pori antar partikel sehingga volume tanah meningkat, terutama pada lempung *montmorillonite*. (Leliana, 2015). Tanah gambut merupakan tanah dengan kandungan organik > 75% yang terbentuk dari pelapukan tumbuh-tumbuhan dan memiliki angka pori dan kadar airnya sangat tinggi sehingga daya dukungnya sangat rendah dan kemampumampatannya sangat tinggi (Mochtar, 2014). Oleh karena itu kedua jenis tanah ini apabila tidak dilakukan perbaikan (*treatment/improvement*) sebelum dilakukan pembangunan dapat mengakibatkan kerusakan pada bangunan infrastruktur di atasnya seperti terjadi penurunan tidak seragam (*differential settlement*) bahkan patah (*crack*) dan pada akhirnya membahayakan pengguna jalan dan mengurangi kenyamanan tingkat pelayanan (*level of service*) jalan.

Dalam membangun infrastruktur seperti konstruksi jalan diperlukan analisa perencanaan yang cermat. Metode perencanaan perkerasan jalan yang umum dipakai adalah cara-cara empiris dan yang biasa dikenal adalah cara CBR (*California Bearing Ratio*). Metode ini dikembangkan oleh California State Highway Departement pada tahun 1929 sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar jalan (Utami, 2021). Pengujian CBR digunakan untuk mengevaluasi potensi kekuatan lapis tanah dasar, fondasi bawah dan fondasi, termasuk material yang diatur yang didaur ulang untuk perkerasan jalan dan lapangan terbang (SNI 1744:2012).

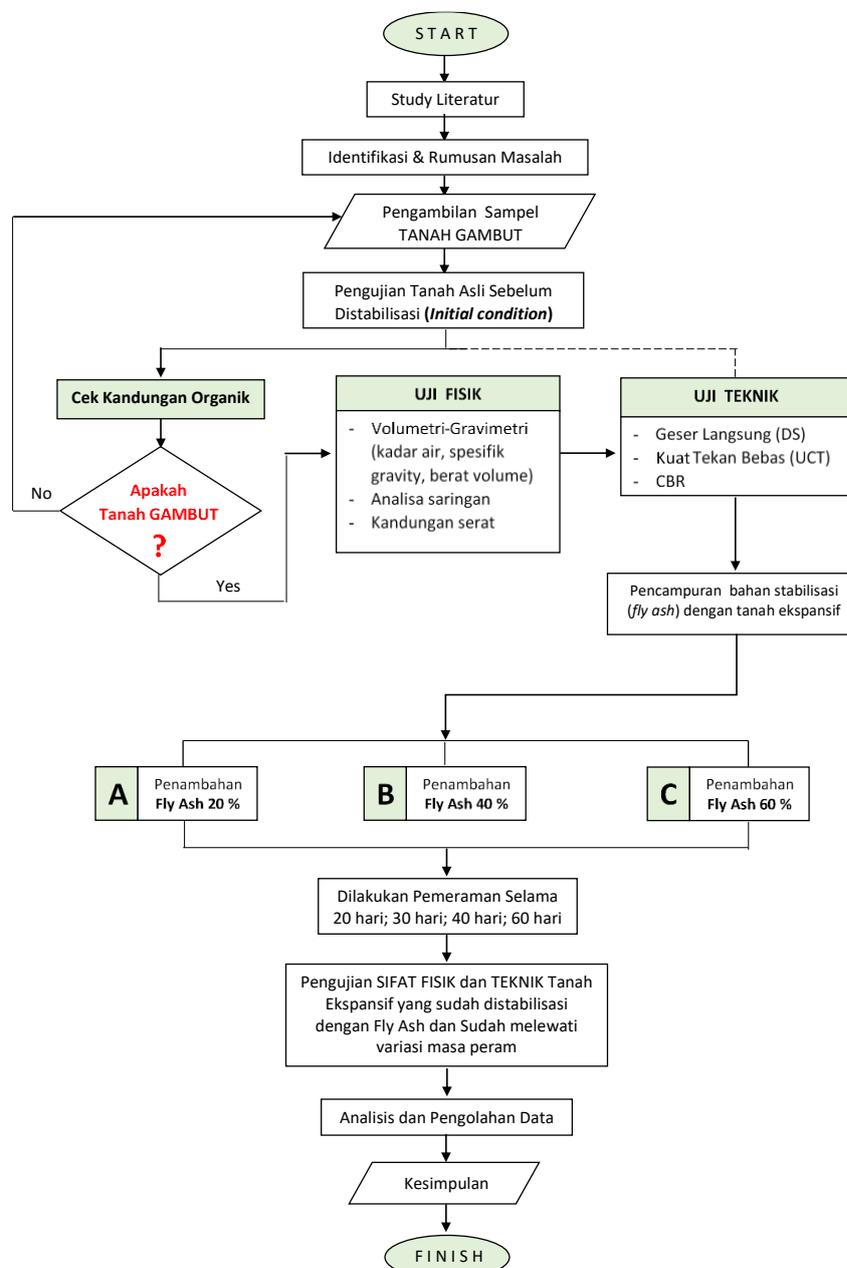
Topik penelitian ini dipilih karena pada tanah bermasalah umumnya memiliki nilai CBR yang rendah, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian dengan metode stabilisasi. Metode stabilisasi dengan penambahan bahan kimia dilakukan karena aplikasinya cukup mudah dan relatif murah untuk dilaksanakan (Harwadi, 2021). Selain itu dalam penelitian ini penggunaan bahan kimia sebagai bahan stabilisasi memanfaatkan bahan limbah berupa abu terbang batubara (*fly ash*) dari Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) lokal, yaitu PLTU Sekayan yang berada di Desa Apung Kabupaten Bulungan Provinsi Kalimantan Utara. Sehingga dengan memanfaatkan bahan limbah ini merupakan sumbangan inovasi dalam isu-isu pembangunan yang ramah lingkungan.

Penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lainnya pada tanah gambut seperti Mochtar (2014), Arrosyid (2017), Nuraisah (2018), Dwina (2021), Faradilla (2022). Penelitian pada tanah ekspansif seperti Leliana (2015), Gunarso (2017), Setyono (2018), Hermiyuniarsi (2020), Hangge (2021). Berdasarkan penelitian sebelumnya pada kedua jenis tanah bermasalah ini penambahan *fly ash* sebagai bahan stabilisasi dan peningkatan lama masa peram mampu meningkatkan sifat fisik dan CBR. Berdasarkan evaluasi hasil penelitian-penelitian sebelumnya memperlihatkan kecenderungan grafik terus meningkat. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan terus ditingkatkan prosentase campuran *fly ash* sampai 60 %, karena pada penelitian sebelumnya variasi maksimum sebesar 50%. Begitu juga dengan masa peram akan ditingkatkan sampai 60 hari karena pada penelitian sebelumnya hanya sampai 50 hari. Hal ini juga merupakan perbedaan dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang sudah ada.

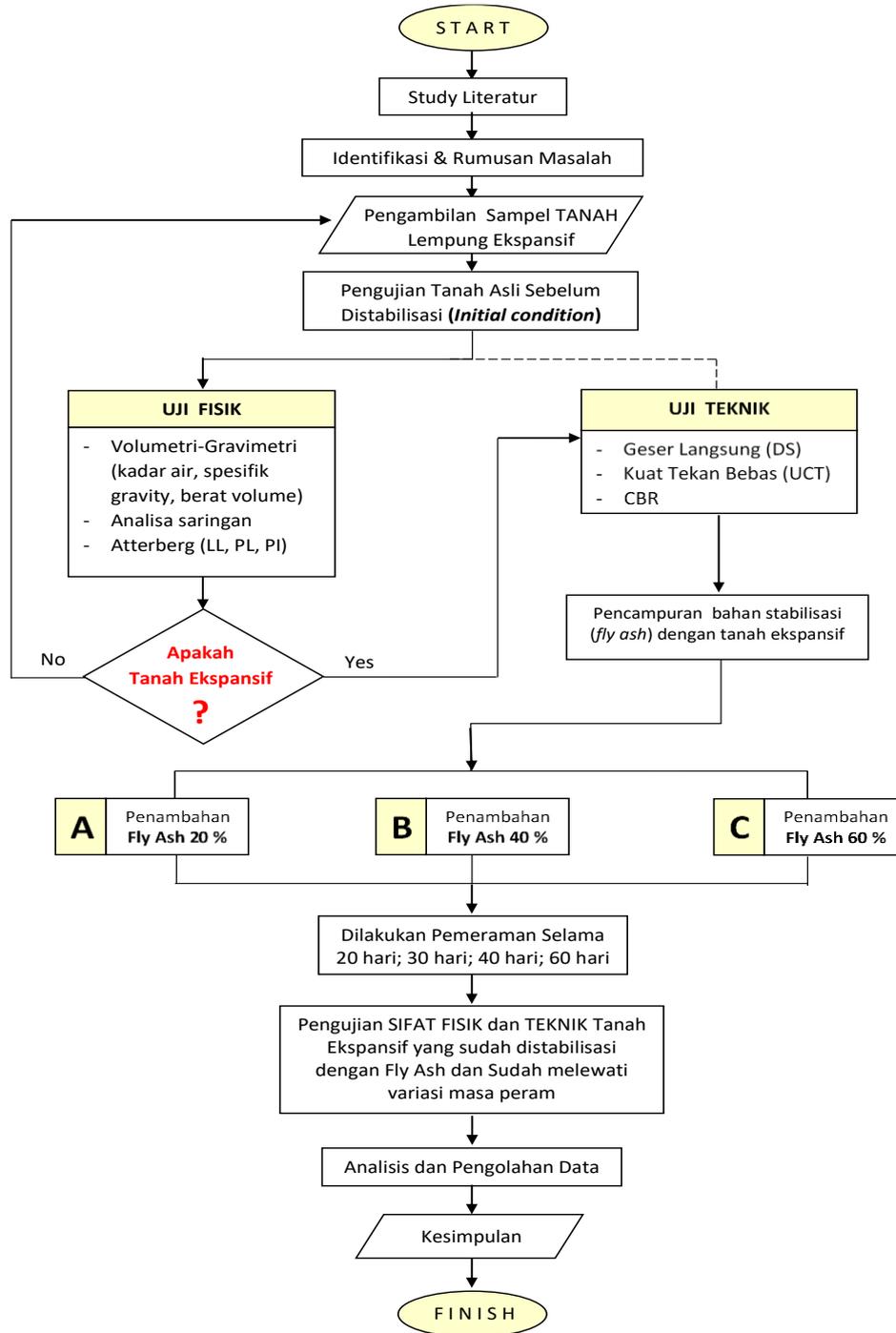
Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan perubahan parameter CBR pada tanah gambut dan tanah ekspansif dengan metode mencampurkan fly ash dengan variasi penambahan fly ash sebesar 20%, 40% dan 60%, serta melalui pemeraman selama 20, 30, 40 dan 60 hari.

2. Metode Penelitian

Data penelitian berupa data primer dan sekunder. Data primer meliputi : Data-data yang diperoleh hasil uji yang dilakukan di laboratorium. Data sekunder meliputi : data penunjang yang bisa mendukung data primer seperti data kandungan kimia bahan abu terbang batubara (*fly ash*) yang diperoleh dari PT. Sumber Alam Sekurau selaku Pengelola PLTU Sekayan Desa Apung Kabupaten Bulungan. Tanah gambut dan tanah ekspansif diambil Desa Selimau Kabupaten Bulungan. Tahapan dalam penelitian ini dapat dilihat dalam bentuk diagram alir penelitian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian Tanah Gambut



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian Tanah Ekspansif

2.1 Dasar Penentuan Campuran

Berdasarkan penelitian sebelumnya [Tanah gambut seperti Mochtar (2014), Arrosyid (2017), Nuraisah (2018), Dwina (2021), Faradilla (2022). Tanah ekspansif seperti Leliana (2015), Gunarso (2017), Setyono (2018), Hermiyuniarsi (2020), Hangge (2021)]. Berdasarkan evaluasi hasil penelitian-penelitian sebelumnya memperlihatkan kecenderungan grafik terus meningkat. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan terus ditingkatkan prosentase campuran *fly ash* sampai 60 %,

karena pada penelitian sebelumnya variasi maksimum sebesar 50%. Begitu juga dengan masa peram akan ditingkatkan sampai 60 hari karena pada penelitian sebelumnya hanya sampai 50 hari.

2.2 Parameter dan Standar Pengujian

Parameter sifat fisik tanah dapat diketahui melalui berbagai pengujian, Pengujian sifat fisik Tanah lempung diantaranya analisa saringan (SNI 3423:2008), kadar air (SNI 1965:2008), specific gravity (SNI 1964:2008), berat volume tanah (SNI 03-3637-1994), batas cair (SNI 1967:2008), batas plastis (SNI 1966:2008), indeks plastis ($IP = LL - PL$), batas susut (SNI 3422:2008). Khusus pada tanah gambut ada pengujian kandungan organik (ASTM D2974-87), keasaman (ASTM D 2976-71). Pengujian parameter sifat teknik tanah lempung ekspansif dengan tanah gambut menggunakan standar yang sama, diantaranya adalah pengujian kuat tekan bebas (SNI 3638:2012.), uji geser langsung (SNI 03-3420-1994), Uji CBR laboratorium (SNI 1744:2012).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik Tanah Asli

Hasil pengujian sifat fisik tanah bermasalah (tanah gambut dan tanah ekspansif) asli sebelum distabilisasi diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik tanah asli (sebelum distabilisasi)

Parameter Uji	Satuan	Tanah Gambut	Tanah Kohesif
Kadar abu	%	2,91	-
Kadar organik	%	97,08	-
Kadar serat	%	46,5	-
Kadar air	%	1047,6	75,92
Spesifik gravity	-	0,77	2,614
Berat volume tanah	gr/cm ³	1,00	1,36
Batas cair	%	-	57,37
Batas plastis	%	-	28,01
Indeks plastis	%	-	29,36
Lolos saringan no.200	%	19,90	52,05
Keasaman	-	3,69	-
CBR	%	0,79	2,65

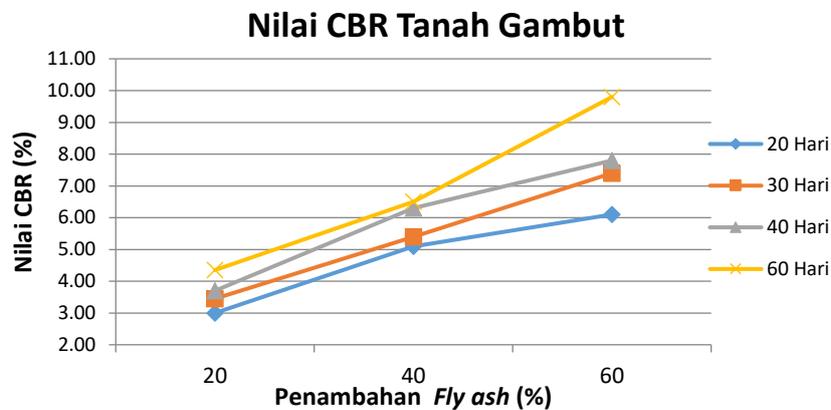
Sumber: Data Penelitian Keilmuan MBKM-LPDP, (2021)

Kadar organik yang dimiliki tanah gambut Teluk Selimau sebesar 97,08%, maka dapat dikategorikan ke dalam klasifikasi tanah gambut dengan kandungan organik > 75%. Adapun keasaman pH (acidity) sebesar 3,69 dengan kedalaman muka air sebesar 20 cm. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tanah dilokasi penelitian pada Teluk Selimau dapat diklasifikasikan sebagai tanah gambut dengan *low ash content*, *highly acidic*, *highly absorbent* dan *sapric fiber content*.

Dengan nilai indeks plastis (PI) sebesar 29.36% berdasarkan ASTM tanah ini dapat digolongkan tanah ekspansif, karena salah satu indikator tanah ekspansif apabila indeks plastis > 10%. Menurut Atterberg 1953, dalam Hardiyatmo 2014 tanah dengan batas plastis sebesar 29,36% termasuk dalam kategori tanah lempung ekspansif plastisitas tinggi. Dan melihat nilai batas cair (LL) sebesar 57,37 %, sehingga berdasarkan grafik plastisitas USCS maka sampel tanah merupakan jenis tanah lempung dengan plastisitas tinggi.

3.2 Pengaruh Nilai CBR Pada Tanah Gambut Yang Sudah Distabilisasi

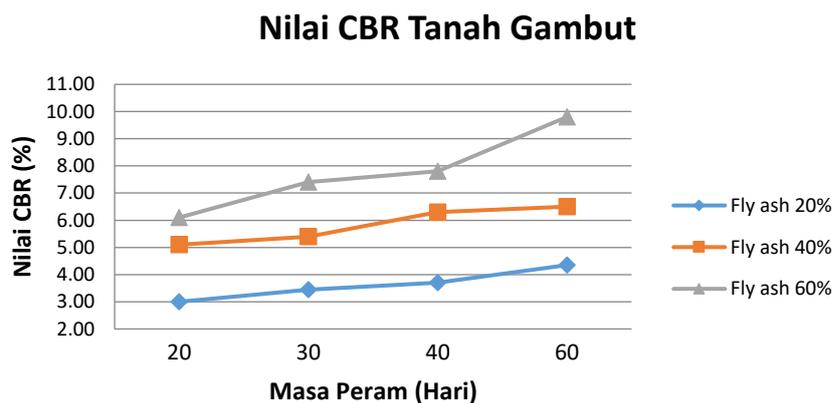
Hasil pengaruh penambahan prosentase *fly ash* terhadap nilai CBR pada tanah gambut dapat dilihat grafik Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh Penambahan *fly ash* pada CBR Tanah Gambut

Nilai CBR tanah asli yang dicampurkan dengan bahan stabilizer (*fly ash* dan kapur) mengalami peningkatan nilai CBR, berbanding lurus dengan setiap penambahan prosentase bahan stabilizer. Nilai CBR pada tanah asli (*initial condition*) sebelum distabilisasi adalah sebesar 0,79% dan didapatkan peningkatan yang paling maksimum menjadi 9,8% pada penambahan prosentase *fly ash* sebesar 60% dan masa peram 60 hari. Peningkatan nilai CBR ini disebabkan terjadinya sementasi akibat penambahan *fly ash* dan kapur. Penambahan ini menyebabkan pengikatan antar partikel tanah gambut dengan *fly ash* dan kapur yang semakin banyak sehingga kepadatan tanah akan meningkat.

Gambar 4 menunjukkan pengaruh variasi masa peram pada pengujian CBR tanah gambut yang sudah distabilisasi.

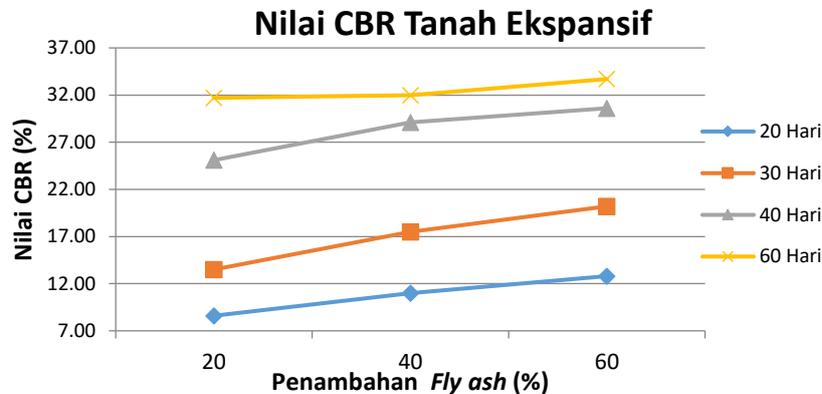


Gambar 4. Pengaruh Masa Peram pada CBR Tanah Gambut

Lama pemeraman yang dilakukan juga mempengaruhi besarnya peningkatan nilai CBR, hal ini dikarenakan *fly ash* memiliki sifat *pozzolan* yang menghasilkan kemampuan mengikat pada tanah sehingga semakin lama waktu pemeraman berpengaruh dalam proses pengikatan tersebut untuk menghasilkan nilai yang maksimal. Nilai CBR maksimum terjadi pada masa peram 60 hari .

3.3 Pengaruh Nilai CBR Pada Tanah Ekspansif Yang Sudah Distabilisasi

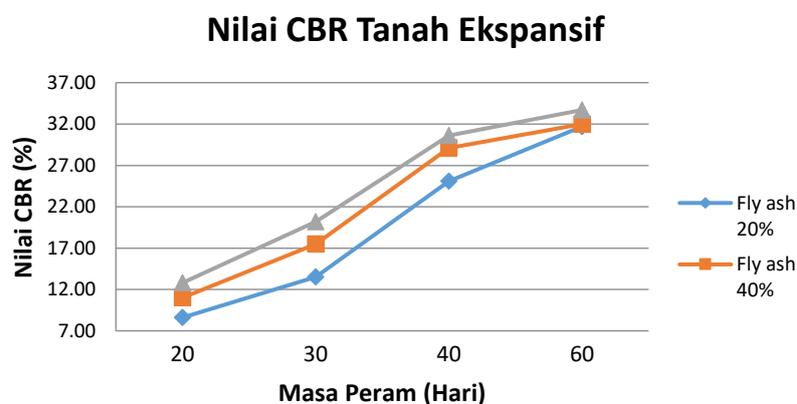
Hasil pengaruh penambahan prosentase *fly ash* terhadap nilai CBR pada tanah ekspansif dapat dilihat grafik Gambar 5.



Gambar 5. Pengaruh Penambahan *fly ash* pada CBR Tanah Ekspansif

Penambahan prosentase bahan stabiliser *fly ash* dapat meningkatkan nilai CBR tanah ekspansif pada kondisi semua masa peram. Nilai CBR pada tanah asli (*initial condition*) sebelum distabilisasi adalah sebesar 2,65% dan didapatkan peningkatan yang paling maksimum menjadi 33,7% pada penambahan prosentase *fly ash* sebesar 60% dan masa peram 60 hari. Peningkatan nilai CBR ini karena proses kimiawi (*pozzolanic*), yaitu reaksi antara kalsium yang terdapat pada *fly ash* dengan alumina dan silikat yang terdapat pada tanah membentuk gumpalan (CaSiO_3) sehingga menghasilkan masa yang keras dan kaku. Penambahan *fly ash* selain memperkaya kandungan alumina dan *silika* pada tanah, juga memperbaiki gradasi tanah, rongga pori yang awalnya terisi oleh air dan udara setelah distabilisasi terisi dengan gumpalan padat dan material *fly ash* yang tidak terikat pada proses kimia mengisi rongga tanah (proses fisika) yang sudah pasti dapat meningkatkan daya dukung tanahnya.

Gambar 6 menunjukkan pengaruh variasi masa peram pada pengujian CBR tanah ekspansif yang sudah distabilisasi.



Gambar 6. Pengaruh Penambahan *fly ash* pada CBR Tanah Ekspansif

Penambahan masa pemeraman seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6 dapat meningkatkan nilai CBR tanah lempung ekspansif yang sudah distabilisasi dengan *fly ash*. Dari Gambar 6 terlihat jelas bahwa peningkatan nilai CBR terlihat sangat jelas semakin signifikan seiring dengan penambahan masa pemeraman dari 20 hari, 30 hari, 40 hari sampai 60 hari, hal ini menunjukkan bahwa proses *pozzolanic* antara bahan stabilizer *fly ash* dan tanah lempung ekspansif memang lambat sehingga memerlukan waktu yang cukup lama.

4. Kesimpulan

Berdasarkan karakteristik dari hasil pengujian sifat fisis tanah di laboratorium diketahui bahwa tanah yang digunakan sebagai penelitian yang berasal dari Provinsi Kalimantan Utara sebagai salah satu wilayah perbatasan negara, tepatnya di Desa Selimau adalah termasuk tanah bermasalah (*problematic soils*), yaitu tanah gambut dan tanah lempung ekspansif.

Penambahan bahan material berupa abu terbang batubara (*fly ash*) sangat berpengaruh pada perubahan nilai CBR tanah bermasalah (*problematic soils*), yaitu tanah gambut dan tanah lempung ekspansif, CBR pada tanah gambut mampu meningkat dari 0,79% menjadi 9,8% dan CBR tanah lempung ekspansif meningkat dari 2,65% menjadi 33,7%. Peningkatan maksimum kedua jenis tanah tercapai pada penambahan prosentase *fly ash* sebesar 60% dan masa peram 60 hari.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Kementerian Keuangan dan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi yang telah mendanai kegiatan penelitian ini melalui Program Riset Keilmuan Dosen Merdeka Belajar Kampus Merdeka (MBKM-LPDP) Tahun 2021. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Mitra riset dari PT. Bumi Kaltara Konsultan dan PLTU Sekayan Apung serta seluruh tim dosen dan mahasiswa dari 2 (dua) kampus di Provinsi Kaltara, yaitu Universitas Borneo Tarakan dan Universitas Kaltara.

Daftar Pustaka

- Arrosyid M., 2017. *Pengaruh Penambahan Kapur dan Fly Ash Terhadap Daya Dukung Tanah Gambut Sebagai Subgrade Perkerasan Lentur*. Prosiding Seminar Nasional Seri 7 di Yogyakarta: e-ISBN: 978-602-450-211-9
- ASTM, Reapproved 2004. *Standard Test Methods for Moisture Ash and Organic Matter of Peat and Other Organic Soils (ASTM D2974-87)*, Philadelphia.
- ASTM, Reapproved 2004. *Standard Test Method for pH of Peat Materials (ASTM D2976-71)*, Philadelphia.
- Badan Standarisasi Nasional, 1994. *Metode Pengujian Berat Isi Tanah Berbutir Halus Dengan Cetakan Benda Uji (SNI 03-3637-1994)*. Bandung: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional, 2008. *Cara Uji Penentuan Kadar Air Untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium (SNI 1965:2008)*. Bandung: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional, 2008. *Cara Uji Berat Jenis Tanah (SNI 1964:2008)*. Bandung: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional, 2008. *Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah (SNI 1967:2008)*. Bandung: BSN.

- Badan Standarisasi Nasional, 2008. *Cara Uji Analisis Ukuran Butiran Tanah (SNI 3423:2008)*. Bandung: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional, 2008. *Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah (SNI 1966:2008)*. Bandung: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional, 2012. *Metode Uji CBR Laboratorium (SNI 1744:2012)*. Bandung: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional, 2012. *Metode Uji Geser Langsung (SNI 3420:2012)*. Bandung: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional, 2012. *Metode Uji Kuat Tekan Bebas (SNI 3638:2012)*. Bandung: BSN.
- Dwina D.O., 2021. *Stabilisasi Tanah Gambut Dengan Penambahan Material Kapur Dan Fly Ash Dari Sisa Pembakaran Cangkang Sawit Sebagai Subgrade Jalan*. Jurnal Teknik Sipil Vol.10 No.1.
- Faradilla A., 2022. *Pengaruh Penggunaan Fly Ash Batu Bara Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Gambut Ditinjau Dari Nilai CBR*. Skripsi FTS-Universitas Jambi.
- Gunarso A., dkk., 2017. *Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Campuran NaOH 7,5%*. Jurnal Karya TeknikSipil, Volume 6. Nomor 2: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>
- Hangge E.E., dkk., 2021. *Pemanfaatan Fly Ash Untuk Stabilisasi Tanah Dasar Lempung Ekspansif*. Jurnal Teknik Sipil Vol.10 No.1.
- Hardiyatmo, H.C., 2014. *Tanah Ekspansif Permasalahan dan Penanganan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Harwadi F., dkk., 2021. *Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Perilaku Teknis Tanah Ekspansif di Daerah Selimbau Kabupaten Bulungan*. Jurnal Borneo Engineering Vol. 5 No.1: ISSN 2581-1134.
- Hermiyuniarsi, 2021. *Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Menggunakan Bahan Limbah Abu Terbang Batu Bara (Fly Ash)*, Skripsi FTS-Unikaltar Tanjung Selor.
- Leliana A., dkk., 2015. *Pengaruh Penambahan Fly Ash Terhadap Nilai Kuat Tekan Beban Pada Tanah Lempung Ekspansif di Daerah Magetan Jawa Timur*. Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Vol.1 No.1.
- Mochtar N.E., dkk., 2014. *Pengaruh Usia Stabilisasi pada Tanah Gambut Berserat yang Distabilisasi dengan Campuran CaCO₃ dan Pozolan*. Jurnal Teknik Sipil Vol. 21 No.1: ISSN 0853-2982
- Nuraisah, 2018. *Penggunaan Stabilizer (Abu Terbang Batubara Dan Kapur) Sebagai Bahan Perbaikan Tanah Gambut di Teluk Selimbau*. Skripsi FTS-Unikaltar Tanjung Selor.
- Setyono E., dkk., 2018, *Pengaruh Bahan Tambah Fly ash Terhadap Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif Di Daerah Dringu Kabupaten Probolinggo*, Media Teknik Sipil Volume 16, Nomor 1: <https://doi.org/10.22219/jmts.v16i1.5452>
- Utami E.T., dkk., 2021. *Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Abu Terbang (Fly Ash) Sebagai Upaya Peningkatan Daya Dukung Tanah Dasar (Studi Kasus : Karang Anyar, Lampung Selatan)*. Jurnal Teknik Sipil Vol. 10 No.1.

