

Analisis Potensi Penambahan Kapur Tohor Dan Variasi Difa Soil Stabilizer Terhadap Stabilisasi Tanah Lempung

***Norseta Ajie Saputra, Rizkan Maulidi Ansyari, Amelia Faradila**

**Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palangkaraya, Palangka Raya*

**rizkanmaulidi@gmail.com*

Abstract

PT. Bisma Dharma Kencana, located in Tewang Sanggalang Garing Subdistrict, Katingan Hilir Regency, is one of the major palm oil plantations in the region. A significant issue arises from the condition of the company's access roads, which are frequently used by the public but are easily damaged, especially during frequent rainfall. This problem is linked to the poor quality of the subgrade soil, which is characterized by a low California Bearing Ratio (CBR) and a relatively high plasticity index. These conditions indicate that the soil does not meet the requirements for road pavement layers, making stabilization efforts necessary to improve its bearing capacity. This study employs chemical stabilization using Difa Soil Stabilizer and quicklime as additives. The aim is to evaluate the effectiveness of these stabilizing materials in improving the soil's physical and mechanical properties, particularly in terms of Atterberg limits, compaction, and CBR values. Test results show that the original soil's plasticity index of 22.05% decreased significantly after stabilization. Reductions were observed in TD1 through TD4 mixtures to 13.00%, 12.78%, 12.13%, and 11.94%, respectively. A significant increase was also recorded in the CBR value. The original CBR of 4.28% increased after mixing with limestone and varying percentages of Difa Soil Stabilizer 0%, 1%, 2%, and 3%. resulting in CBR values of 10.45%, 11.59%, 12.35%, and a peak of 30.40%. These findings demonstrate that the combination with limestone and Difa Soil Stabilizer significantly improves the stability of clay soil, making it a viable alternative for subgrade improvement in road construction.

Keyword: Clay Soil, Difa Soil Stabilizer, limestone, stabilization

Abstrak

PT. Bisma Dharma Kencana Kecamatan Tewang Sanggalang Garing, Kabupaten Katingan Hilir merupakan salah satu perkebunan kelapa sawit yang cukup besar. Permasalahan muncul diakibatkan kondisi jalan perusahaan yang sering dilewati masyarakat memiliki karakteristik tanah yang kurang baik dan mudah rusak apabila terjadi hujan yang cukup sering. Parameter nilai California Bearing Ratio (CBR) yang rendah dan indeks plastisitas yang cukup tinggi dapat menjadi alasan atas apa yang terjadi. Kondisi ini menunjukkan bahwa tanah tersebut tidak memenuhi persyaratan sebagai lapisan perkerasan jalan, sehingga diperlukan upaya stabilisasi untuk meningkatkan daya dukungnya. Penelitian ini menggunakan metode stabilisasi kimiawi dengan penambahan bahan aditif Difa Soil Stabilizer dan kapur tohor. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas bahan stabilisasi dalam memperbaiki sifat fisik dan mekanik tanah, terutama terhadap parameter batas Atterberg, kepadatan, dan nilai CBR. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai indeks plastisitas tanah asli sebesar 22,05% mengalami penurunan secara signifikan setelah penambahan bahan stabilisasi. Penurunan indeks plastisitas terjadi pada variasi TD1 hingga TD4 masing-masing menjadi 13,00%; 12,78%; 12,13% dan 11,94%. Peningkatan signifikan juga terjadi pada nilai CBR. Tanah asli yang memiliki nilai CBR sebesar 4,28% mengalami peningkatan setelah dicampur dengan kapur tohor dan variasi Difa Soil Stabilizer sebesar 0%, 1%, 2%, dan 3% yang masing-masing menghasilkan nilai CBR sebesar 10,45%; 11,59%; 12,35%; dan puncaknya sebesar 30,40%. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi penggunaan kapur tohor dan Difa Soil Stabilizer mampu meningkatkan stabilitas tanah lempung secara signifikan, sehingga layak dijadikan alternatif solusi untuk perbaikan tanah dasar pada konstruksi jalan.

Kata Kunci: Tanah Lempung, Difa Soil Stabilizer, Kapur tohor, Stabilisasi

PENDAHULUAN

PT. Bisma Dharma Kencana Kecamatan Tewang Sanggalang Garing, Kabupaten Katingan Hilir merupakan salah satu perkebunan kelapa sawit yang cukup besar. Permasalahan muncul diakibatkan kondisi jalan perusahaan yang sering dilewati masyarakat memiliki karakteristik tanah yang kurang baik dan mudah rusak apabila terjadi hujan. Tanah lempung memiliki sifat plastis, dengan kekuatan yang tinggi saat kering dan menurun secara bertahap saat jenuh, sehingga memerlukan stabilisasi (Warman et al., 2023). Waruwu (2013) menyatakan tanah lempung dikategorikan sebagai jenis tanah berbutir halus, memiliki daya dukung rendah dan sangat sensitif terhadap perubahan kadar air dan tanah yang memiliki nilai *California Bearing Ratio* (CBR) <5% dikategorikan sebagai tanah yang kurang baik. Menurut Das (2008), tanah lempung merupakan unsur utama dari tanah yang terbentuk dari butiran-butiran kecil yang berukuran mikroskopis dan submikroskopis, termasuk mineral-mineral lempung serta mineral-mineral halus lainnya.

Stabilisasi merupakan proses peningkatan kondisi fisik dan mekanik tanah agar memenuhi persyaratan struktural yang dibutuhkan. Biasanya, proses ini dilakukan untuk memperbaiki timbunan dan memperkuat struktur tanah. Terdapat dua metode umum dalam stabilisasi, yaitu metode mekanis dan kimiawi. Pada penelitian ini, stabilisasi dilakukan menggunakan pendekatan kimiawi dengan mempergunakan bahan tambahan bernama Difa Soil Stabilizer. Bahan ini terdiri dari senyawa kimia yang terdiri dari mineral anorganik, yang berperan dalam menjaga stabilitas dan kekuatan tanah secara fisik dan kimia.

Selain menggunakan *Difa Soil Stabilizer* (DSS), stabilisasi ini juga memanfaatkan kapur tohor sebagai bahan kimia tambahan. Kapur tohor terbentuk melalui proses pembakaran kapur mentah pada suhu sedikit lebih dari 90°C, yang juga dikenal sebagai kalsium oksida (CaO). Firdaus, dkk (2023) dalam penelitiannya menggunakan DSS dan 8% semen untuk stabilisasi tanah lempung memperoleh hasil bahwa penggunaan maksimum DSS sebesar <7% karena malah dapat menurunkan nilai CBR. Sedangkan Veronika, dkk (2023) dalam penelitiannya

dengan menggunakan variasi DSS dengan semen 6% menunjukkan nilai CBR meningkat dari penggunaan DSS 1,6% sampai dengan 4,2%.

Dengan demikian, pada penelitian ini stabilisasi tanah dilakukan menggunakan bahan kimiawi dengan mengaplikasikan Difa Soil Stabilizer dan kapur tohor sebagai bahan tambahan.

Tujuan Dalam penelitian ini antara lain:

1. Untuk mengetahui apakah penambahan *difa soil stabilizer* dapat mempengaruhi nilai CBR dan nilai PI tanah lempung.
2. Untuk mengetahui perbandingan nilai CBR dan nilai PI setelah dilakukan stabilisasi menggunakan *difa soil stabilizer*

TANAH LEMPUNG LUNAK

Menurut Terzaghi dan Peck (1987), sifat tanah lempung adalah lengket (kohesif) dan sangat lunak ketika kering, sehingga sulit untuk dipecah hanya dengan menggunakan jari tangan pada kadar air sedang.

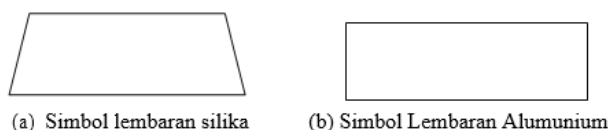
Menurut Das (2008), lempung adalah jenis tanah yang memiliki partikel dengan ukuran kurang dari 0,002 mm, yang ditentukan oleh komposisi mineralnya daripada ukuran aktualnya. Mineral dalam lempung ini memberikan sifat plastisitas ketika terpapar udara.

Menurut Kerr (1959), terdapat sekitar lima belas jenis mineral yang berbeda dalam tanah lempung, dengan montmorillonite, kaolinite, dan illite sebagai yang paling umum ditemui di perairan. Dari 15 jenis mineral yang diidentifikasi oleh Kerr, termasuk montmorillonite, kaolinite, illite, smectite, saponite, tales, pyrophyllite, nontronite, halloysite, serpentine, chrysotile, lizardite, antigorite, hydromica, dan sericite. Secara umum, mineral dalam tanah lempung terdiri dari aluminium oktahedra dan silika tetrahedra. dengan gambar sebagai berikut:



Gambar 1. Bentuk ikatan Senyawa pada Mineral Lempung
Sumber: Darwis (2018)

Untuk mempermudah dalam mengilustrasikan komposisi senyawa lempung, lembaran mineral tersebut bisa direpresentasikan dengan simbol-simbol sebagai berikut:



Gambar 2. Struktur Mineral Lempung
Sumber: Darwis (2018)



Gambar 3. Sampel Tanah Lempung dari Lokasi Quarry PT. Bisma Dharma Kencana
Sumber: Penelitian (2024)

DIFA SOIL STABILIZER (DSS)

Difa Soil Stabilizer (DSS) merupakan sebuah komponen penting dalam mengoptimalkan penggunaan semen tanah (soil cement). DSS terbuat dari campuran mineral anorganik yang aman bagi lingkungan dan cocok untuk pembangunan di Indonesia.

Keunggulan *Difa Soil Stabilizer*:

1. Meningkatkan karakteristik daya dukung tanah
2. Jalan tidak licin saat musim hujan dan tidak berdebu saat musim kering
3. Jalan dapat dilalui dari hari ke 4 – 14 hari
4. Tidak mudah retak
5. Kedap air – permeabilitas setara
6. Mengoptimalkan kinerja bahan stabilisasi lain seperti semen Portland dan kapur.

Selain menggunakan *Difa Soil Stabilizer*, stabilisasi ini juga memanfaatkan kapur tohor sebagai bahan kimia tambahan. Kapur tohor terbentuk melalui proses pembakaran kapur mentah pada suhu sedikit lebih dari 90°C, yang juga dikenal sebagai kalsium oksida (CaO).



Gambar 4. Difa Soil Stabilizer
Sumber: PT. Difa Mahakarya(2024)

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini akan dilakukan dengan tahapan agar bisa menghasilkan nilai yang bagus dari suatu percobaan yang akan diteliti, maka dari itu proses akan dilakukan tahap demi tahapan sebagai berikut.

1. Persiapan
2. Pengambilan Sampel
3. Pengujian Sifat Fisik Tanah Asli, meliputi:
 - a. Pemeriksaan Kadar Air
 - b. Berat jenis tanah
 - c. Analisis Gradasi Butiran Tanah
 - d. *Atterberg Limits*
 - e. Pemadatan *Proctor*
 - f. Nilai CBR Tanah
4. Desain Campuran
5. Pengujian Sampel (Campuran tanah dan DSS)
 - a. Berat Jenis Tanah
 - b. Pemadatan *Proctor*
 - c. Nilai CBR Tanah
6. Analisis Hasil
7. Melakukan Perbandingan Hasil Pengujian Nilai

OBJEK LOKASI PENELITIAN

Sampel tanah diambil dari sampel quarry timbunan untuk jalan produksi di PT. Bisma Dharma Kencana, Kecamatan Tewang Sanggalang Garing, Kabupaten Katingan Hilir. Penelitian dilakukan di lab Geoteknik, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palangkaraya.



Gambar 5 Lokasi Sampel Tanah
Sumber: *Goggle Maps* (2024)



Gambar 6. Lokasi Quarry PT. Bisma Dharma Kencana
Sumber: Penelitian (2024)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Laboratorium

Penelitian dilakukan di Laboratorium Geoteknik Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palangkaraya, mengenai karakteristik tanah lempung PT. Bisma Dharma Kencana berdasarkan sampel-sampel yang diperoleh. untuk mempermudah pelaksanaan pengujian maka digunakan kodefikasi yang digunakan berdasarkan perlakuan pada masing- masing sampel antara lain:

1. Tanah ali,(TA)
2. Tanah asli + Kapur tohor 8% + DSS 0%, (TD1)
3. Tanah asli + Kapur tohor 8% + DSS 1%, (TD2)
4. Tanah asli + Kapur tohor 8% + DSS 2%, (TD3)
5. Tanah asli + Kapur tohor 8% + DSS 3%, (TD4)

Adapun hasil pengujian laboratorium yang telah dilaksanakan sebagai berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Pengujian Tanah

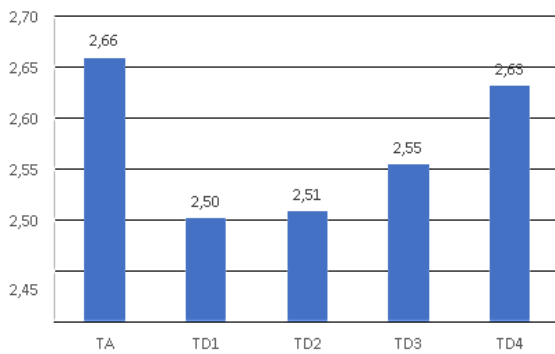
No	Pengujian	Variasi				
		TA	TD1	TD2	TD3	TD4
1	Kadar Air	1,50	-	-	-	-
2	Analisa Saringan Lolos saringan No. 200	11,99				
3	Berat Jenis	2,66	2,5	2,51	2,55	2,63
Atterbeg Limit						
4	LL	28,05	38	34,00	32,20	31,20
	PL	6,00	25,00	21,22	20,07	19,26
	PI	22,05	13	12,78	12,13	11,94
Pemadatan						
5	yd maks	1,49	1,53	1,57	1,55	1,56
	Wopt	23,00	21,50	20,40	22,00	21,50
CBR						
6	100%	4,50	32,00	11,00	12,20	13,00
	95%	4,28	30,40	10,45	11,59	12,35
Klasifikasi Tanah						
7	AASHTO	A-2-6				
	USCS	SC				

Sumber: Hasil Pengujian (2024)

Hasil Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis dilakukan untuk perbandingan berat volume dari butiran padat dengan butiran air. Berikut tabel hasil pengujian berat jenis.

Berat Jenis

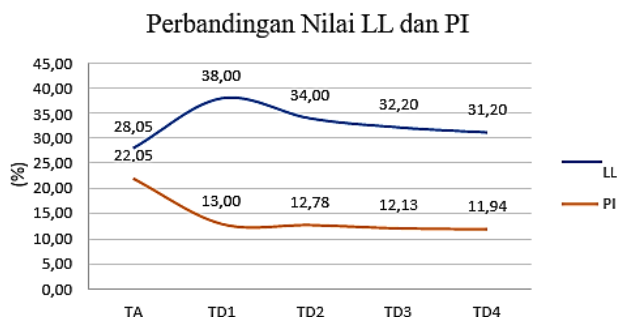


Gambar 7. Grafik Hubungan Berat Jenis
Sumber: Hasil pengujian (2024)

Berdasarkan hasil pengujian diatas, didapatkan berat jenis tanah asli sebesar 2,66. Pada variasi TD1 mengalami penurunan menjadi 2,50, dan terjadi peningkatan pada variasi TD2 sebesar 2,51, variasi TD3 sebesar 2,55 dan variasi TD4 sebesar 2,63

Hasil Pengujian Atterbeg Limit

Pengujian Atterbeg Limit dilakukan untuk mendapatkan nilai indeks plastis (PI) yang diperoleh dari pengujian selisih batas cair (LL) dan batas plastis (PL). Adapun hasil pengujian tersebut adalah sebagai berikut.



Gambar 8. Grafik Hubungan Nilai Atterbeg Limit
Sumber: Hasil pengujian (2024)

Berdasarkan hasil pengujian diatas, didapatkan hasil nilai LL TA sebesar 28,0. TD1 mengalami peningkatan sebesar 38,00%, sedangkan untuk variasi TD2 mengalami penurunan sebesar 34,00%, TD3 sebesar 32,30% dan TD4 sebesar 31,20%. Sedangkan untuk nilai PI pada TA sebesar 22,05%, dan mengalami penurunan pada tanah campuran dengan variasi TD1 sebesar 13,00%, TD2 sebesar 12,78%, variasi TD3 sebesar 12,13% dan variasi TD4 sebesar 11,94%. Secara umum hasil pengujian menunjukan perbandingan terbalik antara nilai PI dan LL.

Hasil Pengujian Pemadatan

Pengujian pemadatan mencakup pemadatan tanah asli dan tanah campuran, menggunakan parameter standar proctor

untuk menetapkan nilai berat volume kering maksimum (γ_{dmaks}) dan kadar air optimum (w_{opt}).

Tabel 2. Hasil Pemadatan

No	Jenis Tanah	Parameter Pemadatan	
		Berat Isi Kering Maks. (g/cm^3)	Wopt (%)
1	Tanah Asli (TA)	1,49	23,00
2	TA + T8% + DSS 0% (TD1)	1,53	21,50
3	TA + T8% + DSS 1% (TD2)	1,57	20,40
4	TA + T8% + DSS 2% (TD3)	1,55	22,00
5	TA + T8% + DSS 3% (TD4)	1,56	21,50

Sumber: Hasil penelitian (2024)

Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan hasil berat isi kering TA sebesar 1,49 g/cm^3 , dan tanah campuran dengan variasi TD1sebesar 1,53 g/cm^3 , TD2 sebesar 1,57 g/cm^3 , variasi TD3 sebesar 1,55 g/cm^3 dan variasi TD4 sebesar 1,56 g/cm^3 .

Hasil Pengujian California Bearing Ratio

Hasil pengujian CBR tanah asli dan tanah campuran yang dilakukan dengan metode uji laboratorium sebagai berikut:



Gambar 9. Grafik hubungan nilai CBR terhadap variasi campuran jenis tanah
Sumber: Hasil Analisis (2024)

Berdasarkan hasil pengujian diatas, didapatkan hasil nilai CBR tanah asli sebesar 4,28%. Sedangkan tanah campuran dengan variasi TD1 mengalami kenaikan nilai CBR sebesar 30,40%, namun pada TD2 nilai CBR mengalami penurunan menjadi 10,45% dan kembali mengalami kenaikan secara perlahan pada TD3 dan TD4 sebesar 11,59% dan 12,35%. Kenaikan nilai CBR yang cukup tinggi pada TD1 terjadi ketika tanah asli bercampur dengan kapur tohor sebesar 8% tanpa adanya tambahan DSS. Hal ini bisa terjadi karena ketika tanah asli bercampur dengan kapur, terjadi peningkatan ikatan bahan campuran tanah. Namun ketika dilakukan pencampuran terhadap DSS, nilai CBR mengalami penurunan dari 30,40% ke 10,50%. Hal ini bisa terjadi karena pengaruh DSS terhadap kondisi awal campuran tanah asli+kapur yang mengurangi ikatan antara bahan campuran tanah tersebut. Walaupun dari hasil percobaan pada TD2, TD3, dan TD4 nilai CBR tetap mengalami kenaikan namun tidak sebesar pada saat nilai CBR + kapur tanpa campuran DSS (TD1).

Menurut Das. Braja M (1995) dalam Hardiyatmo (2019) syarat memenuhi nilai CBR untuk subbase adalah 7-20%. Dari hasil pengujian diketahui nilai CBR desain tanah asli sebesar 4,50% masuk dalam kategori subgrade, maka perlu dilakukan stabilisasi. Sedangkan berdasarkan usaha stabilisasi yang dilaksanakan dengan menggunakan penambahan kapur tohor dan difa soil stabilizer dengan variasi yang ada, diperoleh nilai CBR desain 10,45%-30,40%. Dengan kata lain nilai CBR hasil pengujian telah memenuhi persyaratan sebagai subbase. Untuk lebih jelasnya daftar perbandingan nilai CBR desain diuraikan sebagaimana pada tabel berikut.

Tabel 3. Perbandingan Nilai CBR Desain serta penggunaannya

No	Jenis Tanah	CBR (%)	Syarat	Keterangan
1	Tanah Asli (TA)	4,28	Tidak memenuhi	Perlu stabilisasi
2	TA + T8% + DSS 0% (TD1)	30,40	Memenuhi	Base, sub base
3	TA + T8% + DSS 1% (TD2)	10,45	Memenuhi	Subbase
4	TA + T8% + DSS 2% (TD3)	11,59	Memenuhi	Subbase
5	TA + T8% + DSS 3% (TD4)	12,35	Memenuhi	Subbase

Sumber: Hasil Analisis (2024)

Perbandingan Nilai CBR Dengan Penelitian Sebelumnya

Adapun perbandingan penelitian terdahulu terkait penelitian hasil pengujian kapur tohor dan difa soil stabilizer adalah sebagai berikut.

Tabel 4.8 Perbandingan nilai CBR dengan penelitian sebelumnya

No	Peneliti	Variasi	CBR (%)
1	Penelitian (2024)	TA	4,28
		TA + Kapur 8% + DSS 0%	30,40
		TA + Kapur 8% + DSS 1%	10,45
		TA + Kapur 8% + DSS 2%	11,59
		TA + Kapur 8% + DSS 3%	12,35
2	Firdaus. N., dkk (2023)	TA + Semen 0% + DSS 0%	28,64
		TA + Semen 8% + DSS 2,5%	34,55
		TA + Semen 8% + DSS 5%	44,95
		TA + Semen 8% + DSS 7%	20,81
3	Veronika., dkk (2023)	TA + Semen 0% + DSS 0%	3,1
		TA + Semen 6% + DSS 1,67%	18
		TA + Semen 6% + DSS 1,9%	21
		TA + Semen 6% + DSS 4,26%	27
4	Muhadi A., dkk (2021)	TA 94% + Kapur 6%	10,25
		TA 93% + Kapur 7%	20,07
		TA 92% + Kapur 8%	23,91
5	Robby Z., dkk (2021)	TA + DSS 0% + Abu sekam padi 8%	4,20
		TA + DSS 0,25% + Abu sekam padi 8%	5,13
		TA + DSS 0,4% + Abu sekam padi 8%	6,80
		TA + DSS 0,6% + Abu sekam padi 8%	7,17
		TA + DSS 0,8% + Abu sekam padi 8%	6,47

Sumber: Hasil Analisis (2024)

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian, kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Penambahan kapur tohor dan difa soil stabilizer dapat meningkatkan nilai CBR, dengan nilai CBR tanah asli 4,28% terjadi peningkatan sebesar 10,45%-30,40%.
2. Setelah proses stabilisasi dengan variasi TD1, nilai CBR tanah meningkat menjadi 30,40%. Namun, pada variasi TD2, nilai CBR mengalami penurunan menjadi 10,45%, dan mengalami sedikit kenaikan pada variasi TD3 dan TD4 menjadi 11,59% dan 12,35%. Sementara itu, nilai PI tanah awal sebesar 22,05% mengalami penurunan menjadi antara 13,00% hingga 11,94%.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 422-71. (2007). Standard Method for Particle-Size Analysis of Soil.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 854-01 (2002). Standard Test Method for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 698-70 (1989). Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 1883-73 (2002). Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory- Compacted Soils.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 2216-71 (1989). Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 4318-00 (2000). Standards Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils: ASTM International, West Conshohocken, PA., v. 04, p. 1–14
- Anggara, R. Z., Amran, Y., & Surandono, A. (2021). Peningkatan daya dukung tanah lempung pada perkerasan jalan tanah menggunakan difa soil stabilizer dan abu sekam padi. TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil, 10(2), 139-147.
- Aryanto, M., dkk. (2021). Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Menggunakan Kapur Tohor. Jurnal Talenta Sipil.
- Bowles, J. E. Johan K. H. (1991). Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah Mekanika Tanah). PT. Erlangga, Jakarta.
- Darwis. (2018). Dasar-Dasar Mekanika Tanah. Yogyakarta: Pena Indris
- Das, B. M. (2008). Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis), Erlangga, Jakarta
- Firdaus, N., & Zhafirah, A. (2023). Peningkatan Cbr Dan Penurunan Potensi Pengembangan Pada Tanah Dengan Stabilisasi *Difa Soil Stabilizer*. Racic: Rab Construction Research, 8(2), 215- 220.

- Hardiyatmo, H. C. (2012). Mekanika Tanah 1. Bandung. Gadjah Mada University Pres.
- Hardiyatmo, H. C. (2018). Mekanika Tanah 1. Bandung. Gadjah Mada University Pres.
- Iswan, I., Karami, M., & Diana, I. W. (2021). Pengaruh Pemakaian Difa Soil Stabilizer terhadap Daya Dukung Tanah Lempung untuk Konstruksi Jalan. Media Komunikasi Teknik Sipil.
- Kerr. (1959). Optical Mineralogy, McGraw-Hill Book Company Inc. NewYork
- Perkasa, P. M. (2018). Kapur Tohor. <https://madakimia.com/calcium-oxide-lime-kapur-aktif-kapur-tohor-2/>.
- Santoso. B. (2023). Peningkatan Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Penambahan Palm Oil Fuel Ash dan semen Ditinjau Dari Uji Nilai California Bearing Ratio (CBR). Universitas Muhammadiyah Palangkaraya.
- Soedarmo G. D. Purnomo, S.J.E. (1997). Mekanika Tanah 1 dan Mekanika Tanah 2. Penerbit Kanisius.
- Stabilizer, D. S. (2020). Difa Soil Stabilizer. PT. Difa Mahakarya. <https://difa.co/index.php/2022/05/16/difa-soil-stabilizer/>
- Terzaghi, K dan R.B. Peck, (1987). Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa Jilid I. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Veronika, Warman, & H., Andrea, B.,(2023). Stabilisasi Tanah Lempung dengan Difa Soil Stabilizer dan Semen PCC. Sigma Teknika, 6(1), 195–201.