

Penambahan Kapur Sebagai Stabilisasi Tanah Ekspansif untuk Lapisan Tanah Dasar (*Subgrade*)

Addition of Lime as Stabilization of Expansive Soils for Subgrade Layers

Nur Andajani¹, Yogie Risdianto¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Jln. Ketintang Surabaya. Telp: (031) 8280009. Email : nurandajani@unesa.ac.id

Abstrak

Tanah ekspansif tergolong tanah plastisitas tinggi mempunyai ciri kembang susut tinggi, tidak baik bilamana langsung didirikan bangunan di atasnya. Pada beberapa proyek pembangunan jalan sering menimbulkan permasalahan geoteknik, sehingga sangat tidak nyaman bila dirasakan oleh pengguna jalan. Untuk itu perlu dilakukan perbaikan tanah atau stabilisasi. Stabilisasi tanah ekspansif dilakukan dengan menambahkan material yang lebih baik, sehingga mengurangi sifat plastisitas tanah tersebut. Stabilisasi menggunakan kapur, bertujuan memperkecil sifat plastisitas tanah, disamping untuk mengetahui batas minimum persentase kapur yang ditambahkan agar tanah ekspansif dapat digunakan sebagai lapisan tanah dasar (*subgrade*) untuk perkerasan jalan. Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Unesa. Kadar Kapur yang ditambahkan adalah 0%, 2.5%, 5%, 7.5% dan 10%. Pengumpulan data dilakukan melalui tes Atterberg Limit, Pemadatan Proctor Standart dan *Calibration Bearing Ratio (CBR) test*. Hasil yang didapat penambahan 10% kapur menurunkan Nilai batas cair sebesar 18.62%, dan menurunkan Yogiean Indeks Plastisitas Tanah sebesar 78.80%. Dengan penambahan 10% kapur nilai CBR untuk penetrasi 0,1 adalah 34,5 dan untuk penetrasi 0,2 adalah 31,54. Batasan minimum yang harus dipenuhi agar tanah dapat digunakan sebagai lapisan tanah dasar (*subgrade*) untuk perkerasan jalan yaitu harus ditambahkan 2.76% Kapur untuk CBR penetrasi 0,1 dan 3.23 % Kapur untuk CBR penetrasi 0,2.

Kata Kunci: CBR; kapur; stabilisasi; tanah ekspansif

Abstract

Expansive soils classified as high plasticity soils have the characteristics of high shrinkage, it is not good if a building is directly erected on it. In some road construction projects, it often causes geotechnical problems, so it is very uncomfortable when felt by road users. For this reason, it is necessary to carry out soil improvement or stabilization. Stabilization of expansive soils is carried out by adding better material, thereby reducing the plasticity properties of such soils. Stabilization using lime, aims to minimize the plasticity properties of the soil, in addition to knowing the minimum limit of the percentage of lime added so that expansive soil can be used as a basic soil layer (subgrade) for road pavement. The research was conducted at the Unesa Civil Engineering Soil Mechanics Laboratory. The added Lime content is 0%, 2.5%, 5%, 7.5% and 10%. Data collection was carried out through the Atterberg Limit test, Compaction Proctor Standart and Calibration Bearing Ratio (CBR) tests. The result obtained by the addition of 10% lime lowered the liquid limit value by 18.62%, and lowered the Soil Plasticity Index by 78.80%. With the addition of 10% lime the CBR value for penetration of 0.1 is 34.5 and for penetration of 0.2 is 31.54. The minimum limit that must be met in order for the soil to be used as a base soil layer (subgrade) for road pavement is that 2.76% Lime must be added for CBR penetration 0.1 and 3.23 % Lime for CBR penetration 0.2.

Keywords: CBR; lime; stabilization; expansive soil

PENDAHULUAN

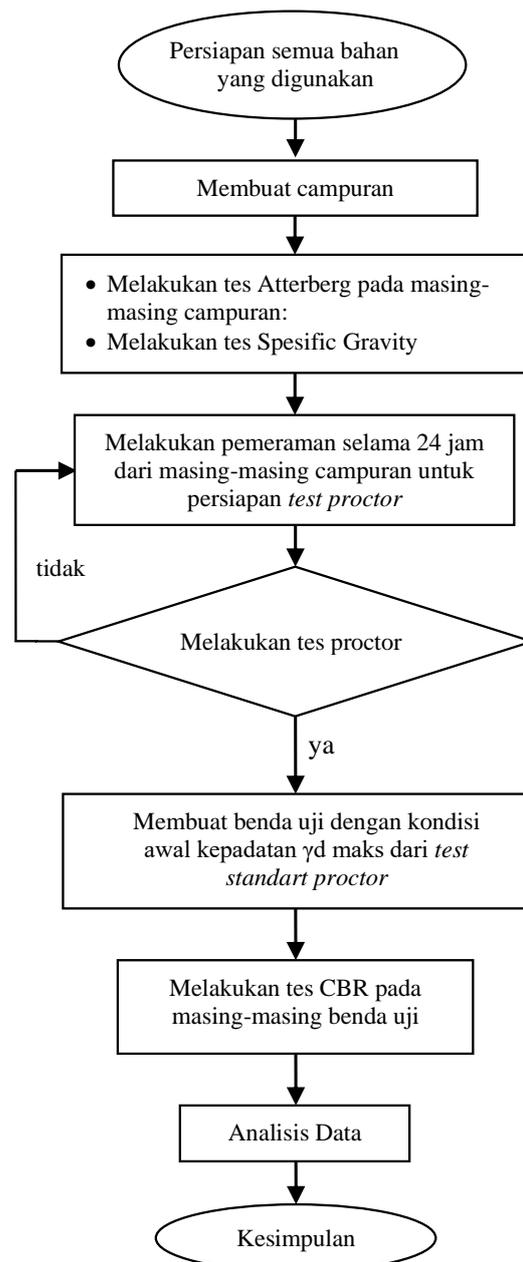
Proyek pembangunan jalan merupakan salah satu kebutuhan utama bagi masyarakat, oleh karena itu pemerintah wajib menyediakan prasarana jalan yang baik dan dirasa nyaman bagi masyarakat sebagai pengguna jalan. Suatu proyek pembangunan jalan yang baik harus memenuhi kriteria yang disyaratkan sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Pada beberapa proyek pembangunan jalan sering dijumpai adanya prasarana jalan yang banyak mengalami permasalahan geoteknik seperti misalnya jalan berlubang, rusak, retak-retak serta jalan yang bergelombang, dan sudah seringkali diperbaiki ternyata rusak lagi. Hal semacam ini salah satunya bisa disebabkan karena tanah di daerah tersebut adalah tergolong tanah ekspansif (tanah kembang susut).

Tanah ekspansif adalah jenis tanah yang mudah mengalami kembang susut, akan mengembang banyak menyerap air pada musim penghujan, dan tanah tersebut akan mengalami retak-retak (menyusut) pada saat musim kemarau, tergolong sebagai tanah yang mempunyai plastisitas sangat tinggi. Oleh karena itu sangat tidak baik apabila tanah ekspansif tersebut langsung digunakan sebagai proyek pembangunan jalan, maka untuk itu perlu dilakukan stabilisasi terhadap tanah tersebut yaitu salah satunya menggunakan material tambahan kapur.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi tingkat plastisitas dari tanah ekspansif tersebut dan dapat menaikkan daya dukung tanahnya serta untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan kapur untuk stabilisasi terhadap nilai CBR bila digunakan sebagai lapisan tanah dasar (*subgrade*) untuk perkerasan jalan.

METODE

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Unesa. Secara garis besar tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut: Perencanaan dan persiapan, Survey Pemilihan lokasi Penelitian, Pengambilan sampel di lapangan, Pengujian laboratorium, analisa data, dan kesimpulan. Variasi kadar kapur yang digunakan mulai dari 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%. Lebih jelasnya tahapan penelitian dapat dilihat pada diagram alir berikut ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Nilai Batas Cair

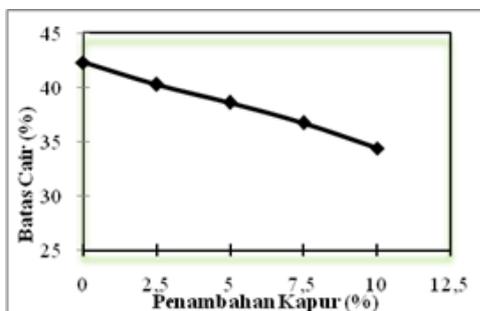
Hasil pengujian tanah asli yang distabilisasi dengan kapur dapat dilihat pada Tabel 1. Pada tanah asli harga Batas Cair adalah 47,27%, dan setelah dilakukan penambahan semen berturut-turut mulai kadar 2,5%; 5%; 7,5% dan 10% harga Batas Cair berturut-turut menurun menjadi 40,25%; 38,62%; 36,75 hingga 34,40%. Hal ini disebabkan karena adanya ion-ion positif (kation) yang ada pada kapur akan mengikat ion-ion negatif (anion) yang ada pada permukaan tanah lempung, dengan demikian tanah

lempung akan lebih sedikit mengikat air. Maka semakin besar penambahan kapur yang diberikan pada tanah lempung ekspansif, menyebabkan semakin kecil harga Batas Cairnya. Lebih jelasnya juga bisa dilihat Gambar 2.

Tabel 1. Nilai batas cair dengan berbagai Penambahan kadar Kapur

Benda Uji	Campuran Benda Uji		Batas Cair (%)	Penurunan (%)
	Tanah asli (%)	Kapur (%)		
1	100	0	42,27	0
2	100	2,5	40,25	4,78
3	100	5	38,62	8,63
4	100	7,5	36,75	13,06
5	100	10	34,4	18,62

Sumber: hasil uji laboratorium



Gambar 2. Variasi Penambahan Kapur Terhadap Batas Cair

Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Nilai Batas Plastis

Hasil pengujian Batas Plastis dari semua campuran benda uji dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini,

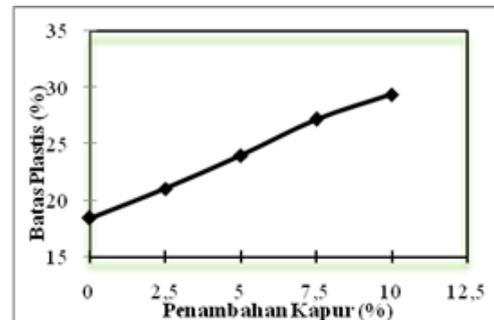
Tabel 2. Nilai batas plastis dengan berbagai penambahan kadar kapur

Benda Uji	Campuran Benda Uji		Batas Plastis (%)	Peningkatan (%)
	Tanah asli (%)	Kapur (%)		
1	100	0	18,45	0
2	100	2,5	21,05	14,09
3	100	5	23,98	29,97
4	100	7,5	27,15	47,15
5	100	10	29,35	59,08

Sumber: hasil uji laboratorium

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa pada tanah asli tanpa penambahan kapur, harga Batas Plastis mencapai 18,45%. Setelah diberikan penambahan kapur mulai kadar 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% berturut – turut harga Batas Plastis menjadi 21,05%; 23,98%; 27,15% dan 29,35%

Semakin banyak kapur yang ditambahkan, maka akan terjadi proses hidrasi dan tanah menjadi kering serta mengalami retak-retak dan menyebabkan Batas Plastisnya meningkat. Dengan penambahan kadar kapur 10% pada tanah Lempung ekspansif menyebabkan terjadi peningkatan terhadap harga Batas Plastis sebesar 59,08%. Agar lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Variasi Penambahan Kapur Terhadap Batas Plastis

Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Nilai Indeks Plastisitas

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa semakin banyak kadar kapur yang ditambahkan pada tanah lempung ekspansif, maka harga Indeks Plastisitasnya menjadi semakin kecil, hal ini dapat dilihat seperti yang tercantum pada Tabel 3 dan Gambar 4 berikut,

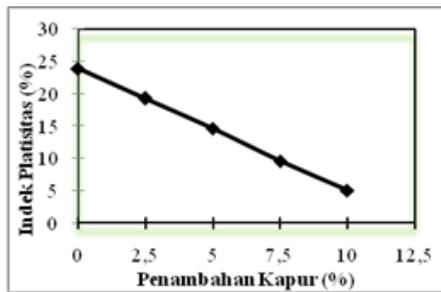
Tabel 3. Nilai indeks plastisitas dengan berbagai penambahan kadar kapur

Benda Uji	Campuran Benda Uji		Indek Plastisitas (%)	Penurunan (%)
	Tanah asli (%)	Kapur (%)		
1	100	0	23,82	0,00
2	100	2,5	19,2	19,40
3	100	5	14,64	38,54
4	100	7,5	9,6	59,70
5	100	10	5,05	78,80

Sumber: hasil uji laboratorium

Indeks Plastisitas tanah lempung ekspansif yang tanpa diberi tambahan kapur adalah 23,8%, hal ini termasuk tanah dengan tingkat ekspansif tinggi. Dari Tabel 3 maupun Gambar 4. dapat dilihat bahwa dengan penambahan 10% kadar kapur, menjadikan harga Indeks Plastisitas menurun sampai pada 5,05% yang berarti tanah tersebut tergolong masuk kategori tanah yang mempunyai tingkat ekspansif rendah bisa dikatakan mempunyai kemampuan mengembang dan menyusut yang rendah. Maka dapat dikatakan bahwa dengan penambahan kadar kapur 10% pada tanah lempung ekspansif dapat menyebabkan

terjadinya penurunan harga indeks plastisitas sebesar 78,80%.



Gambar 4. Variasi Penambahan Kapur terhadap Indeks Plastisitas

Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Berat Volume Kering Maximum (γ_{dmax}) dan Kadar Air Optimum (Wc_{opt})

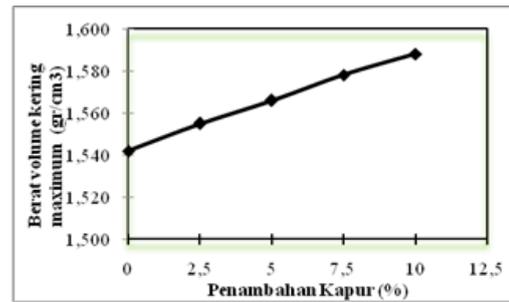
Hasil dari pengujian kepadatan Proctor Standart didapat bahwa berat volume kering maximum (γ_{dmax}) tanah lempung ekspansif mengalami peningkatan setelah diberi tambahan kapur. Hal ini disebabkan karena dengan penambahan kapur, maka pada tanah lempung tersebut mengalami sementasi butiran yang menyebabkan berat volume total dari campuran tersebut meningkat. Dengan demikian maka berat volume keringnya juga akan meningkat pula. Berikut Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian proctor standart pada tanah lempung ekspansif setelah diberi tambahan kapur, hasilnya dapat dilihat juga pada Gambar 5.

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa pada penambahan 10% kadar kapur, menjadikan harga harga γ_{dmax} meningkat menjadi 1,588 gr/cm³. Hal ini berarti setelah diberikan tambahan kapur tanah lempung tersebut menjadi semakin padat, sehingga dapat dikatakan daya dukung tanahnya juga meningkat.

Tabel 4. Variasi harga γ_{dmax} dengan variasi penambahan kadar Kapur

Benda Uji	Campuran Benda Uji		γ_{dmax} (gr/cm ³)	Peningkatan (%)
	Tanah asli (%)	Semen (%)		
1	100	0	1,542	0
2	100	2,5	1,555	0,84
3	100	5	1,566	1,56
4	100	7,5	1,578	2,33
5	100	10	1,588	2,98

Sumber: hasil uji laboratorium



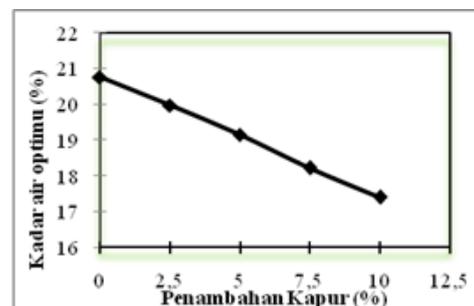
Gambar 5. Variasi Penambahan Kapur Terhadap Harga γ_{dmax}

Adanya peningkatan nilai berat volume kering maksimum, hal ini diikuti dengan menurunnya kadar air optimum (Wc_{opt}). Semakin besar kadar kapur yang ditambahkan pada tanah lempung ekspansif, maka kadar air optimum akan menjadi semakin menurun. Pada tanah lempung asli tanpa diberi tambahan kapur mempunyai kadar air optimum 20,76%. Setelah mendapat tambahan kapur 10% , maka kadar air optimum menjadi 17,4%. Hal ini disebabkan adanya penambahan kapur maka pada tanah tersebut terjadi penggumpalan (sementasi) sehingga tanah lempung tersebut akan sedikit menyerap air. Lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 6 dibawah ini.

Tabel 5. Variasi harga wc_{opt} dengan berbagai Penambahan kadar Kapur

Benda Uji	Campuran Benda Uji		Wc opt (%)	Penurunan (%)
	Tanah asli (%)	Semen (%)		
1	100	0	20,76	0
2	100	2,5	19,97	4,28
3	100	5	19,15	7,14
4	100	7,5	18,23	10,47
5	100	10	17,4	13,81

Sumber: hasil uji laboratorium



Gambar 6. Variasi Penambahan Kapur Terhadap Kadar air optimum

Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR)

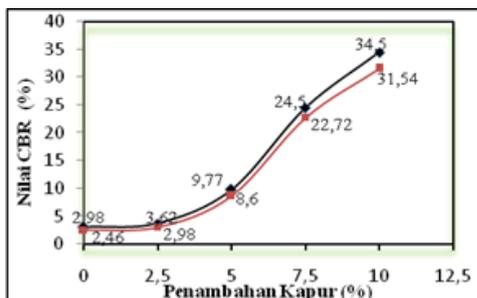
Pengujian CBR tanpa rendaman (*unsoaked*) yang dilakukan pada benda uji menggunakan penetrasi 0,1 dan penetrasi 0,2 diperoleh bahwa <https://doi.org/10.26740/proteksi.v4n2.p90-95>

dengan penambahan kapur yang diberikan pada tanah ekspansif, maka nilai CBR menjadi semakin meningkat. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 6. maupun Gambar 6 di bawah ini. Pada tanah asli tanpa adanya penambahan kapur, pada CBR penetrasi 0,1 diperoleh nilai CBR sebesar 2,98% dan pada penetrasi 0,2 diperoleh nilai CBR adalah 2,46%. Setelah diberi tambahan kapur 10% nilai CBR meningkat menjadi 34,5% untuk penetrasi 0,1, dan 31,54% untuk penetrasi 0,2. Lebih jelasnya hasil dari pengujian CBR dapat dilihat pada Tabel 6 dan Gambar 7 berikut.

Tabel 6. Variasi nilai CBR dengan berbagai penambahan kadar kapur

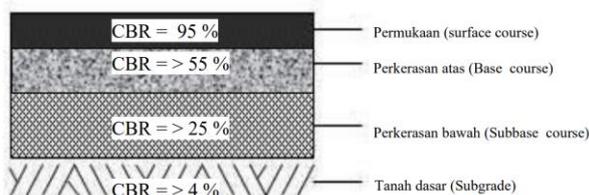
Benda Uji	Campuran Benda Uji		Nilai CBR (%)	
	Tanah asli (%)	Kapur (%)	Penetrasi 0,1	Penetrasi 0,2
1	100	0	2,98	2,46
2	100	2,5	3,62	2,98
3	100	5	9,77	8,6
4	100	7,5	24,5	22,72
5	100	10	34,5	31,54

Sumber: hasil uji laboratorium



Gambar 7. Variasi Nilai CBR dengan berbagai Penambahan kadar Kapur

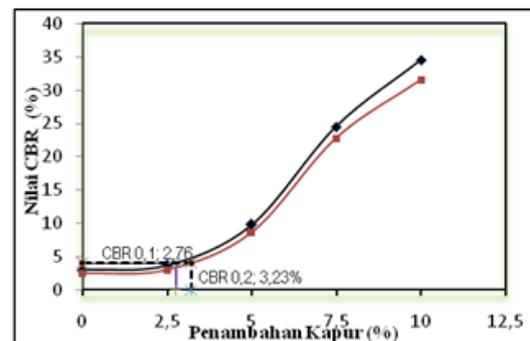
Apabila melihat persyaratan untuk perkerasan jalan seperti pada Gambar 8 di bawah ini, agar tanah tersebut dapat digunakan sebagai lapisan tanah dasar (*subgrade*) yaitu dengan nilai CBR minimal empat ($CBR=4$), maka benda uji dari penelitian ini yang memenuhi persyaratan adalah mulai benda uji yang ke tiga yaitu dengan penambahan kapur 5% pada penetrasi 0,1 nilai CBR menunjukkan 9,77 dan pada penetrasi 0,2 nilai CBR adalah 8,60.



Gambar 8. Lapisan perkerasan lentur (*Unsoaked*)

Sumber: *A Course in Highway Engineering* (S.P. Bindra, 1981)

Sebagai batas minimum agar terpenuhi lapisan tanah dasar (*subgrade*) untuk perkerasan jalan yaitu dengan nilai CBR sama dengan empat ($CBR=4$), maka penambahan kapur yang harus diberikan yaitu sebanyak 2,76% untuk penetrasi 0,1 dan 3,23% untuk penetrasi 0,2. Agar lebih jelas hal ini dapat dilihat pada Gambar 9 di bawah ini tentang batas minimum penambahan kapur untuk nilai $CBR=4$.



Gambar 9. Batas Minimum Penambahan Kapur untuk $CBR=4$.

KESIMPULAN

Penambahan kapur pada tanah ekspansif dapat mengurangi tingkat plastisitas, dengan penambahan kapur 10% dapat menurunkan Nilai batas cair sebesar 18,62%, dan meningkatkan nilai Batas Plastis sebesar 59,08%, serta dapat menurunkan Indeks Plastisitas Tanah sebesar 78.80%.

Penambahan kapur pada Tanah ekspansif dapat meningkatkan kepadatan Tanah, dengan penambahan kapur 10% nilai kepadatan maksimum (γ_{dmax}) Tanah ekspansif meningkat sebesar 2,98% dan menurunkan kadar air optimum 13,8%.

Penambahan kapur pada Tanah ekspansif dapat meningkatkan nilai CBR. Dengan penambahan 10% nilai CBR untuk penetrasi 0,1 adalah 34,5% dan untuk penetrasi 0,2 adalah 31,54%. Sedangkan batasan minimum yang harus dipenuhi agar tanah tersebut dapat digunakan sebagai lapisan tanah dasar (*subgrade*) untuk perkerasan jalan yaitu harus ditambahkan 2,76% kapur untuk penetrasi 0,1 dan 3,23% kapur untuk CBR penetrasi 0,2.

REFERENSI

Amania, A., & Sarie, F. 2021. Pengaruh Penambahan Pasir Sirkon, Abu Kayu Dan Fly Ash Pada Tanah Lempung Terhadap Daya Dukung Dan Kuat Geser Tanah. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 3(2), 63-70.

<https://doi.org/10.26740/proteksi.v4n2.p90-95>

- Andajani, N., & Triarso, A. (2020). Korelasi Antara Parameter Indeks Plastisitas dengan Sudut Geser Tanah Dengan Penambahan Kapur Terhadap Stabilisasi Daya Dukung Pondasi Dangkal. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 2(1), 21-26.
- Bindra. S.P. 1981. A Course In Highway Engineering. Chandigarh: *Building Construction*
- Brown, B.S, and Poulos, H.G. 1980. Analysis of Foundation on Reinforced Soil. *Civil Engineering Research Report R.377*. University of Sydney
- Das Braja, M. 1983. Advanced Soil Mechanics. *McGraw-Hill International Editions*. Washington New York London.
- E. Bowles. Joseph. 1992. Engineering Properties Of Soils And Their Measurement. *Library Of Congress Cataloging In Publication Data*.
- Hardiyatmo, H.C. 2010. Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan. *Yogyakarta: Gadjah Mada University Press*.
- Kezdi, A. 1979. Stabilization Earth Roads. *Elvesier Scientific Publishing Company*. New York.
- L.H Shirley. 1994. Geoteknik dan Mekanika Tanah. *Bandung: Nova*
- Mitchell, James K., 1976. Fundamental of Soil Behavior. *John Wiley & Sons. Inc*. New York.
- Triarso, A. 2021. Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Data CPT dan Data SPT Pada Pondasi Gedung Parkir RSUD Soedono. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 3(1), 28-33.
- Wardhono, A. 2019. Pengaruh Pemanasan Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Abu Terbang Kelas C. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)*, 1(1), 1-7.