



Zulkifly, Aswad, N. H., dan Talanipa, R. (2013). Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa terhadap Kuat Tekan Beton pada Beton Normal. *Jurnal Stabilita*, Vol. 1 No. 2 April 2013, Universitas Haluoleo, Kendari.

## GO-30 ANALISIS PERILAKU TANAH LEMPUNG YANG DISTABILISASI IONIC SOIL STABILIZER BTI-20 UNTUK SUBGRADE JALAN

I Nyoman Aribudiman<sup>1</sup>, Made Dodoek Wirya Ardana<sup>2</sup>, I Made Partayana<sup>3</sup>

123 Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Jl. Kampus Bukit  
Unud, Jimbaran, Badung, Bali  
Email: naribudiman@unud.ac.id

### ABSTRAK

Tanah lempung adalah salah satu jenis tanah yang memiliki sifat lunak dan terdiri dari butiran halus yang cenderung mengalami perubahan volume, dimana saat terkena air akan mengembang sesuai dengan jumlah air yang diserap, namun saat mengering akan menyusut kembali. Terutama tanah dengan kandungan lempung yang tinggi memiliki daya dukung yang rendah, sehingga perlu diperkuat melalui proses stabilisasi tanah. Metode yang dilakukan adalah stabilisasi tanah lempung menggunakan zat aditif ISS (Ionic Soil Stabilizer) BTI-20. Ekperimen yang dilakukan dengan menyiapkan sampel tanah dan zat aditif BTI-20, yang akan dicampur sebanyak 10% dari berat tanah kering. Selanjutnya akan membandingkan nilai UCT dan CBR tanah lempung yang belum dicampur zat aditif BTI-20 yang nantinya sebagai control dengan nilai UCT dan CBR tanah lempung yang sudah dicampur zat aditif BTI-20 sebagai kelompok eksperimen. Pengujian UCT dengan penambahan zat aditif memiliki pengaruh peningkatan terhadap nilai  $q_u$  dan  $C_u$  dikarenakan sifat dari zat aditif mengikat atau mencegah kadar air keluar atau masuk ke dalam pori tanah. Pengujian CBR dengan penambahan zat aditif 001 tidak memiliki terlalu banyak pengaruh peningkatan terhadap nilai CBR dari tanah dengan kondisi tak terganggu. Dari pengujian yang dilakukan didapat nilai CBR paling tinggi soaked dan unsoaked sebesar 16,67% untuk waktu curing 3 hari dan mengalami penurunan pada waktu curing 7 hari dengan nilai CBR soaked 13,56% dan CBR unsoaked sebesar 14,44%

**Kata Kunci:** Stabilisasi Tanah, Zat Aditif Ionic Soil Stabilizer BTI-20, Tanah Lempung

### PENDAHULUAN

Tanah merupakan elemen yang selalu terhubung dengan proyek konstruksi bangunan sipil dan memiliki dampak yang sangat penting dalam perencanaan proyek tersebut. Dalam pembangunan jalan, tanah berfungsi sebagai lapisan dasar (subgrade) yang menopang beban konstruksi dan lalu lintas yang melewatinya. Salah satu jenis tanah yang sering menimbulkan kendala dalam proyek konstruksi sipil adalah tanah lempung, khususnya yang dikenal sebagai tanah lempung ekspansif. (Seta, 2006). Tanah lempung memiliki karakteristik khusus seperti plastisitas yang tinggi, daya dukung yang rendah, dan nilai kembang susut yang tinggi. Sebagai akibatnya, tanah ini sering menghadapi kesulitan dalam proses pembangunan. Namun, untuk mengatasi sifat-sifat yang kurang menguntungkan tersebut, dilakukan upaya perbaikan tanah. Tujuannya adalah untuk mengurangi dampak negatif yang mungkin ditimbulkan oleh tanah lempung pada proyek konstruksi sipil tersebut. (Aribudiman, 2014). Tanah lempung termasuk dalam kategori tanah lunak dengan butiran halus. Salah satu ciri khasnya adalah sifat kembang susut, di mana ketika terkena air, tanah ini akan mengembang sejalan dengan jumlah air yang terserap. Tanah yang mengandung banyak lempung memiliki daya dukung yang rendah, sehingga diperlukan langkah stabilisasi atau perbaikan tanah untuk meningkatkan kekuatan dan stabilitasnya. (Lestari, 2014). Tanah lempung merupakan komponen penyusun struktur tanah di kawasan Balam Sempurna, Kecamatan Bagan Sinembah, Kabupaten Rokan Hilir, Provinsi Riau. Struktur tanah membuat permukaan tanah bergelombang. terutama ketika permukaan tanah akan digunakan sebagai jalan perlintasan kendaraan. Jadi melakukan stabilisasi tanah sangat penting dengan penambahan zat aditif BTI-20. Penelitian ini

bertujuan untuk melakukan pengujian kuat tekan bebas (UCT) pada tanah kohesif dengan dua kondisi, yaitu dalam keadaan tidak terganggu (undisturbed) dan terganggu (remoulded). Kuat tekan bebas ( $q_u$ ) merupakan nilai tegangan aksial maksimum yang dapat dipertahankan oleh sampel tanah berbentuk silinder sebelum mengalami kegagalan geser. Uji kuat tekan bebas atau UCT (Unconfined Compression Test) merupakan metode laboratorium yang digunakan untuk mengukur sejauh mana tanah dapat menahan beban tekanan sebelum terjadi pemisahan antara partikel-partikel tanahnya dan juga untuk memahami regangan tanah yang terjadi akibat tekanan tersebut. Pengujian California Bearing Ratio (CBR) juga digunakan sebagai dasar penelitian perkerasan jalan pada penelitian ini, dengan nilai yang bervariasi sesuai dengan kelas jalan yang diinginkan. Semakin tinggi nilai CBR, semakin baik keadaan tanah dasar. Jika tanah yang tidak terganggu memiliki nilai CBR yang rendah, pembangunan jalan akan melemah dengan cepat dan kondisi tanah dasar perlu distabilisasi. (Akbar, 2017)

## MATERI DAN METODE

### Klasifikasi Tanah

Karakterisasi tanah adalah suatu proses pengumpulan tanah menjadi suatu kelompok atau sub-kelompok dengan kualitas atau perilaku yang sama. (Simanjuntak, 2017). Biasanya kepastian sifat masing-masing orde tanah digunakan untuk mengatasi masalah khusus di lapangan, misalnya penyelesaian struktur yang berhubungan dengan hipotesis kombinasi, menghitung koefisien penetrasi yang terkait dengan peraturan Darcy untuk menentukan debit rembesan yang melalui struktur tanah dan menilai kekuatan tanah miring. Dengan mempertimbangkan parameter kuat geser tanah, sebagian besar klasifikasi tanah menggunakan indeks jenis uji yang sangat sederhana untuk mendeskripsikan tanah. Karakteristik ini digunakan untuk mendefinisikan kelompok klasifikasi. Sebagai aturan umum, karakterisasi tanah bergantung pada ukuran molekul yang diperoleh dari pemeriksaan pengayakan dan plastisitasnya (Hardiyatmo, 1992). Pada periode ini, ada dua standar klasifikasi yang digunakan dalam perancangan struktural, yaitu Unified Soil Classification System dan AASHTO.

### Uji Kuat Tekan Bebas

Uji kuat tekan bebas atau UCT (Unconfined Compression Test) merupakan metode yang dilakukan di laboratorium untuk mengukur kemampuan tanah lempung dalam menahan beban tekanan tanpa adanya batasan tekanan lateral. Uji ini bertujuan untuk memahami sejauh mana tanah lempung dapat menerima beban tekanan sebelum terjadi pemisahan butiran-butirannya, serta untuk memahami regangan yang terjadi pada tanah akibat tekanan tersebut. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai kuat geser dari tanah lempung. Kuat tekan bebas ( $q_u$ ) adalah nilai maksimum tegangan aksial yang dapat dipertahankan oleh sampel tanah berbentuk silinder sebelum mengalami kegagalan geser. (Prihatiningsih, 1998). Kuat tekan bebas diukur dalam satuan tekanan ( $\text{kN/m}^2$ ) yang diperlukan untuk mendorong suatu silinder tanah hingga pecah atau mengalami perpindahan tanah sebesar 20%. Benda uji berupa silinder tanah lempung dengan tinggi antara 2 hingga 3 kali diameternya, sesuai standar SNI 3638:2012).

### GO-31 California Bearing Ratio (CBR)

California Bearing Ratio (CBR) adalah perbandingan antara timbunan yang dapat dibawa oleh tanah terhadap beban standar pada tingkat penurunan tanah tertentu dan untuk menentukan strategi pengujian kekuatan keseluruhan tanah dasar. subbase dan base pada aspal interstate. (Boowles, 1998). Tanah yang telah tercampur dengan air secara optimal berfungsi sebagai benda uji. Benda uji kemudian dipukul dengan tiga variasi yaitu (10 x 5) pukulan, (30 x 5) pukulan, dan (65 x 5) pukulan. Uji California Bearing Ratio (CBR) dapat dihitung dengan persamaan 1.1. (SNI 1744:2012).

$$CBR = \frac{\text{Beban Terkoreksi}}{\text{Beban Standart}} \times 100 \quad 1.1$$



### ***Ionic Soil Stabilizer (ISS)***

BTI-20 adalah penstabil tanah campuran koagulan yang dirancang untuk meningkatkan daya tahan dan kekuatan tanah dasar. Terbukti jalan untuk konstruksi jalan multi-akses di wilayah pertambangan mineral bumi, pengeboran minyak dan gas bumi, pembangunan pembangkit listrik, perkebunan, lapangan terbang, pedesaan jalan pada saat yang sama mencegah debu. BTI-20 juga biasanya digunakan untuk memperbaiki jalan tanah yang dibangun. BTI-20 adalah homopolimer poliakrilat yang sebagian besar digunakan sebagai agen penstabil tanah co-builder untuk dasar jalan konstruksi dan industri rumah tangga lainnya. Terurai secara alami menjadi urea, karbon dioksida, natrium, dan air. Peranan zat aditif BTI-20 pada stabilisasi tanah lempung adalah untuk merapatkan partikel dari tanah lempung dan mengikat atau mencegah kadar air keluar atau masuk ke dalam pori tanah sehingga volume tanah lempung tidak akan mudah mengembang ataupun menyusut pada saat kondisi kering atau hujan.

### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan dan pemilihan tempat pengambilan sampel. Penelitian selanjutnya dilakukan studi literatur seperti mempelajari teori-teori yang dapat menunjang tentang stabilisasi tanah, teknik analisis data, tata cara pengujian, serta penelitian sejenis yang pernah dilakukan. Pengujian laboratorium diawali dengan persiapan alat dan bahan. Selanjutnya dilakukan penelitian karakteristik tanah yaitu dengan pengujian sifat fisis dan mekanis dari tanah serta pengaruh nilai CBR tanah terhadap penambahan *Ionic Soil Stabilizer BT-20*. Setelah mendapatkan hasil penelitian selanjutnya dilakukan analisa terhadap hasil penelitian. Melalui hasil tersebut, keimpulan dapat diambil dari tabel serta grafik yang dibuat berdasarkan hasil penelitian.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Hasil Pengujian Sifat-Sifat Fisik (Index Properties)**

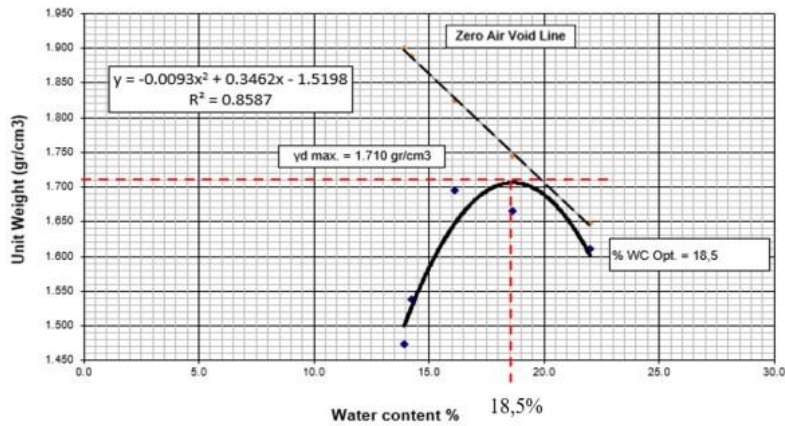
Berdasarkan hasil indek properties, pengujian analisa ukuran butiran dan uji hidrometer, dan Batas-batas Atterberg, didapat hasil sesuai dengan Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Index Properties dan Batas-Batas Atterberg Tanah

No.	Parameter Tanah	Hasil
1	Berat Jenis (Gs)	2,59
2	Batas Cair (LL)	39,17 %
3	Batas Plastis (PL)	14,55 %
4	Batas Susu (SL)	12,50 %
5	Indek Plastis (IP)	24,32 %
6	Lolos Saringan NO.200	52,47%
7	Klasifikasi Tanah (USCS)	A-6
8	Klasifikasi Tanah (AASHTO)	CL
9	Indek Kecairan	0,165 %

#### **Hasil Pengujian Pemadatan Tanah (*Standard Proctor Test*)**

Berdasarkan hasil pengujian pemadatan standar (*standard proctor test*), didapat nilai kadar air optimum ( $w_{opt.}$ ) dan berat volume kering maksimum ( $\gamma_d Mak$ ). Hasil pengujian diperoleh berat volume kering maksimum  $1,710 \text{ gr/cm}^3$  serta kadar air optimum 18,50 %. Kurva hasil pemadatan standar disajikan dalam Gambar 1.



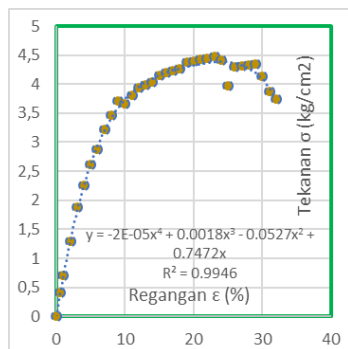
Gambar 1. Grafik Pengujian Pematatan Standar

### Hasil Pengujian Tes Kuat Tekan bebas (UCT)

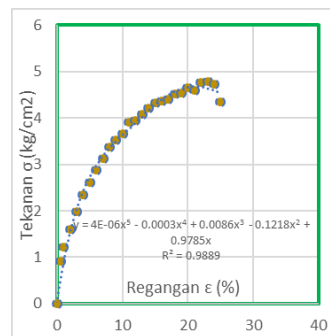
Berdasarkan pengujian Tes Kuat Tekan Bebas (UCT) diperoleh nilai Kohesi (cu) tanah tanpa campuran bahan aditif dan tanah dengan campuran bahan aditif berupa ISS (Ionic Soil Stabilizer) tipe BTI-20 sebesar 10% dan dilakukan pemeraman selaman 1 hari, 3 hari, dan 7 hari. Hasil pengujian UCT disajikan dalam

Tabel 2 dan Gambar 2,3,4, dan 5. Tabel 2 Hasil Pengujian Tes Kuat Tekan Bebas (UCT)

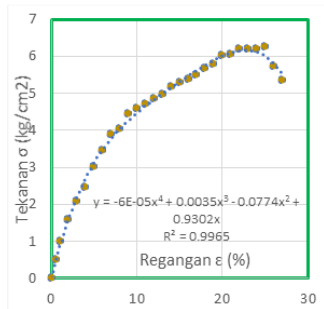
No.	Variasi Sampel	Nilai cu	Kenaikan
1	Tanah tidak terganggu (Undisturbed sample)	2,235 Kg/Cm <sup>2</sup>	-
2	Tanah dicampur aditif diperam 1 hari	2,393 Kg/Cm <sup>2</sup>	7,069 %
3	Tanah dicampur aditif diperam 3 hari	3,134 Kg/Cm <sup>2</sup>	40,224 %
4	Tanah dicampur aditif diperam 7 hari	4,337 Kg/Cm <sup>2</sup>	94,049 %



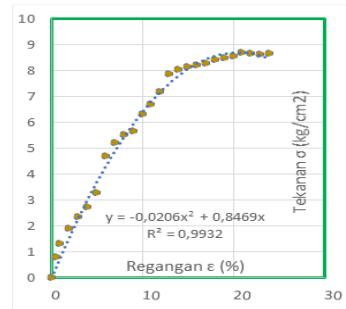
Gambar 2 UCT tanpa aditif



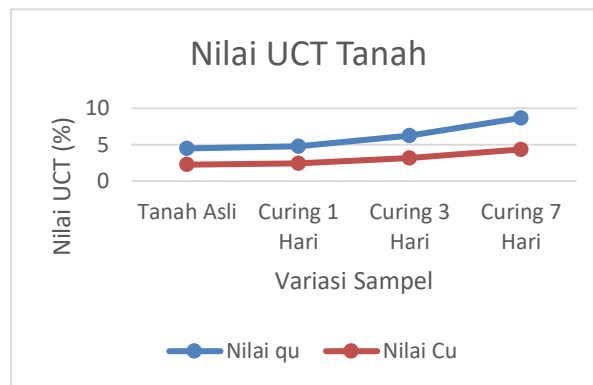
Gambar 3 UCT dengan aditif peram 1 hari



Gambar 4 UCT dengan aditif peram 3 hari



Gambar 5 UCT dengan aditif peram 7 hari



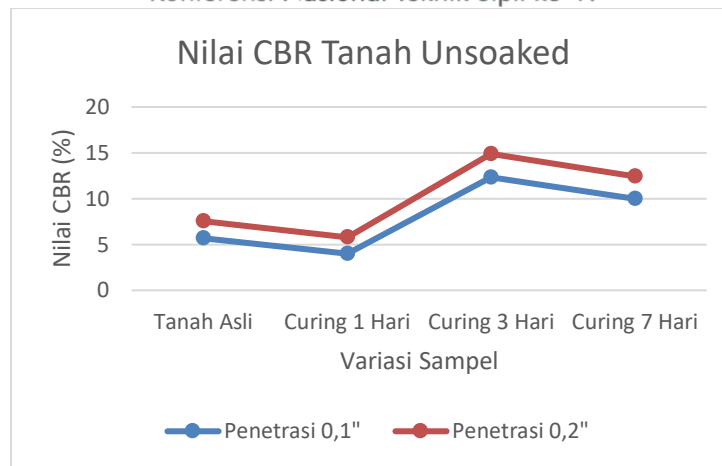
Gambar 6 Grafik Persentase Kenaikan Nilai Kuat Tekan bebas (cu)

### Hasil Pengujian CBR (*California Baring Ratio*)

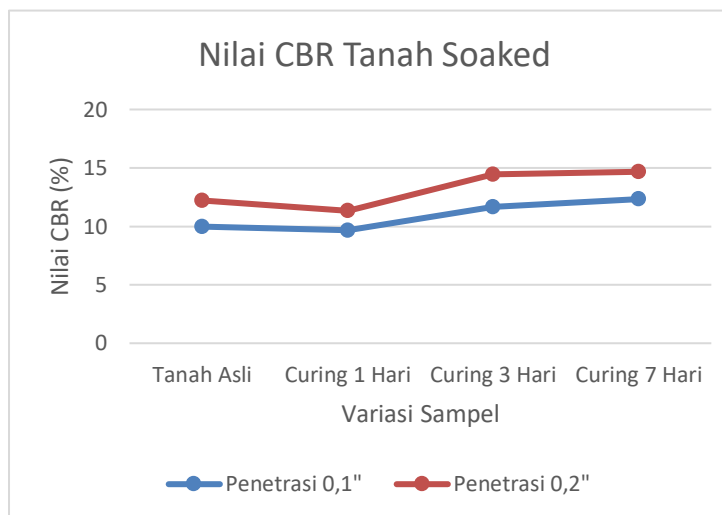
Berdasarkan pengujian *California Bearing Ratio* atau CBR diperoleh nilai CBR tanah tanpa campuran bahan aditif dan tanah dengan campuran bahan aditif berupa ISS (*Ionic Soil Stabilizer*) tipe BTI-20 dan tanpa perendaman (Unsoaked) dengan perendaman (Soaked). Hasil pengujian CBR disajikan dalam Tabel 3 dan Gambar 6,7,8, dan 9.

Tabel 2 Hasil Pengujian California Bearing Ratio (CBR)

No.	Variasi Sampel	Nilai CBR				Kenaikan		
		1 Hari		3 Hari		0,1 inchi	0,2 inchi	
		0,1 inchi	0,2 inchi	0,1 inchi	0,2 inchi	0,1 inchi	0,2 inchi	
1.	Sampel Soaked	4,00 %	5,78%	12,33%	14,89%	10,00%	12,44%	150%
2.	Sampel Unsoaked	9,67%	11,33%	11,67%	14,44%	12,33%	14,67%	51,70%



Gambar 7 Grafik peningkatan persentase nilai CBR tanah *unsoaked*



Gambar 8 Grafik peningkatan persentase nilai CBR tanah *soaked*

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Hasil penelitian yang telah dilakukan, berikut adalah beberapa kesimpulan yang dapat diambil:

1. Karakteristik dari tanah yang ada di daerah Balam Sempurna, Rokan Hilir, Riau adalah jenis tanah lempung dengan potensi pengembangan sedang, yang di dapat dari hasil pengujian laboratorium mekanika tanah. Pada pengujian batas-batas atterberg di dapat nilai indeks plastisitas (IP) sebesar 24,32%
2. Perbandingan nilai kuat tekan bebas (UCT) antara tanah lempung dengan kondisi tanah tak terganggu dan tanah lempung yang sudah dicampur zat aditif 001 BTI-20 dengan penambahan 10% zat aditif dari berat tanah kering didapatkan hasil peningkatan nilai  $q_u$  sebesar 4,787% selama 1 hari, 6,268% selama 3 hari, 8,675% selama 7 hari dan hasil peningkatan nilai  $C_u$  sebesar 2,393% selama 1 hari, 3,134% selama 3 hari, 4,337% selama 7 hari.
3. Perbandingan nilai CBR antara tanah lempung dengan kondisi tanah tak terganggu dan tanah lempung yang sudah dicampur zat aditif 001 BTI-20 dengan penambahan 10% zat aditif dari berat tanah kering mengalami penurunan pada waktu *curing* selama 1 hari *soaked* dan *unsoaked*, lalu mengalami peningkatan pada waktu *curing* selama 3 hari *soaked* dan *unsoaked* dan mengalami



penurunan kembali pada waktu *curing* selama 7 hari *soaked* dan *unsoaked*. Dengan nilai tertinggi pada CBR 3 hari *unsoaked* sebesar 16,67% dan *soaked* sebesar 15,33%

## Saran

Dari kesimpulan yang diambil di atas, peneliti menyarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Perlu dilakukannya stabilisasi atau upaya perbaikan pada tanah lempung dengan campuran zat aditif 001 BTI-20 dengan tambahan bahan non organik lain seperti, kapur dan semen.
2. Penelitian selanjutnya dapat mencoba lebih banyak memvariasi persentase penambahan dan memperpanjang waktu curing pada sampel tanah campuran zat aditif 001 BTI-20 untuk mendapatkan nilai optimum.
3. Penelitian lebih lanjut dapat menambahkan parameter pengujian yang mendukung daya dukung tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2008). Cara uji analisi ukuran butir tanah. SNI 3423:2008. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2008). Cara uji berat jenis tanah. SNI 1964:2008. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2008). Cara uji kepadatan ringan untuk tanah. SNI 1742:2008. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2008). Cara uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan di laboratorium. SNI 1965:2008. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2008). Metode uji CBR laboratorium. SNI 1744:2012. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. (2008). metode uji kuat tekan bebas tanah kohesif. SNI 3638:2012. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Akbar, S. J. (2017). Kajian Pengaruh Nilai CBR Subgrade Terhadap Tebal Perkerasan Jalan (Studi Komparasi CBR Kecamatan Nisam Antara, Kecamatan Sawang dan Kecamatan Kuta Makmur). *TERAS JURNAL: Jurnal Teknik Sipil*, 3(2), 138-147.
- Aribudiman, I. N., Putra, T. G. S., & Basoka, I. W. A. (2014). Karakteristik tanah lempung ekspansif yang ditambahkan semen dan abu sekam padi sebagai subgrade jalan. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 18(2)*.
- Aristianto, E., Gandi, S., & Hendri, O. (2021). Pengaruh Penambahan Batu Kapur Terhadap Kuat Geser Dan Daya Dukung Tanah Lempung: Effect Of Limestone Addition To Shear Strength And Bearing Capacity Of Clay Soil. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 9(2), 84-91.
- Bowles, J.E. 1989. Sifat - sifat fisik dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah). Erlangga.
- Hardiyatmo, H. C. (1992) *Mekanika Tanah 1*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Lestari, I. G. A. A. I. 2014. Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif. *GaneÇ Swara*, 8(2), 4.
- Prihatiningsih, A., & Susanto, M. M. 2022. Penyelidikan Tanah untuk Bangunan Gedung Bertingkat. *BOOK CHAPTER*. (Bab 10), 177.
- Seta, W. 2006. *Perilaku Tanah Ekspansif Yang Dicampur Dengan Pasir Untuk Subgrade*. (Tesis Master, Universitas Diponegoro, 2006)