

Analisis Hasil Pengujian *California Bearing Ratio* Penambahan Slag Nikel Pada Tanah Lempung

Patrick Setiawan Linga^{*1}, Irwan Lie Keng Wong^{*2}, Eltrit Bima Fitrian^{*3}

^{*1} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia patriksetiawanlinga@gmail.com

^{*2,3} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia irwanliekengwong@gmail.com dan eltritbimafitrian@ukipaulus.ac.id

Corresponding Author: patriksetiawanlinga@gmail.com

ABSTRAK

Perbaikan tanah pada tanah lempung perlu dilakukan karena tanah lempung memiliki kandungan air yang besar, angka pori yang besar, plastisitas indeks yang besar, berat volume yang kecil sehingga menyebabkan daya dukung tanah lempung menjadi rendah. Metodologi dalam riset dengan penambahan slag nikel ini ialah melaksanakan berbagai pengujian karakteristik tanah setelah itu merencanakan komposisi campuran, memperoleh nilai kadar air optimum dari pengujian Kompaksi memperoleh nilai daya dukung tanah dari pengujian *California Bearing Ratio* (*Unsoaked Design CBR*). Hasil yang didapatkan menunjukkan karakteristik dari tanah yang diuji memenuhi sebagai tanah lempung. Pada pengujian kompaksi di titik 1 serta titik 2 menggunakan campuran variasi 0%, 20%, 25%, 30%, 35% mengalami peningkatan pada kadar air optimum serta kepadatan kering maksimum. Di titik 1 mengalami kenaikan kepadatan kering pada pengujian kadar slag nikel dari 0% sebanyak 1,098 terus mengalami kenaikan pada penambahan slag nikel hingga 30% sebanyak 1,123 terus meningkat pada penambahan kadar slag nikel hingga 35% sebanyak 1,214. Pada uji *CBR* yaitu *CBR* tanpa perendaman terjadi kenaikan nilai *CBR* di titik 1 ataupun di titik 2 yang mana nilai *CBR* pada titik 1 yaitu 1,97%, 2,63%, 3,80%, 5,70%, 6,33% sedangkan nilai *CBR* pada titik 2 yaitu 2,24%, 2,60%, 3,23%, 3,97%, 5,17%. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa slag nikel bisa digunakan meningkatkan daya dukung tanah lempung karena slag nikel dapat meningkatkan nilai *CBR* tanah.

Kata kunci: Karakteristik Tanah, *California Bearing Ratio*, Kompaksi

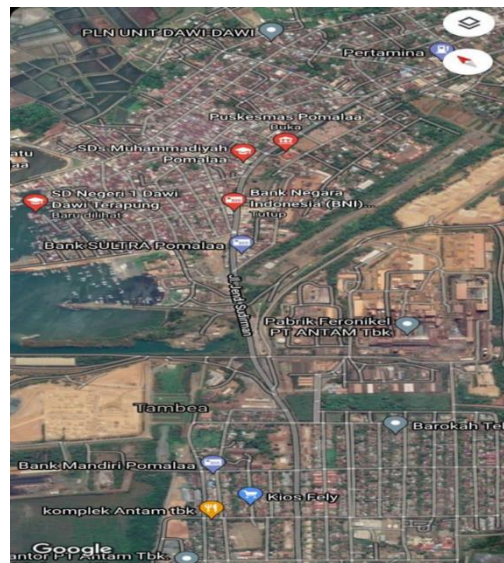
ABSTRACT

Soil improvement on clay soils needs to be done because clay soils have a large water content, large pore numbers, large index plasticity, small volume weight, causing the carrying capacity of clay soils to be low. This study is intended to determine the analysis of the test results of the *California Bearing Ratio* of nickel slag additions on clay soils. The methodology in this research is to carry out various tests of soil characteristics after which planning the composition of the mixture, obtaining the optimum moisture content value from the Compaction test obtaining the soil carrying capacity value from the *California Bearing Ratio* (*Unsoaked Design CBR*) test. In the research conducted at the Soil Mechanics Laboratory, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Christian University of Indonesia Paulus Makassar, the results obtained showed the characteristics of the soil tested to meet as clay. In the compaction test at point 1 and point 2 using a mixture of variations of 0%, 20%, 25%, 30%, 35% experienced an increase in optimum moisture content and maximum dry density. At point 1, the increase in dry density in testing nickel slag content from 0% as much as 1,098 continued to increase in the addition of nickel slag up to 30% as much as 1,123 continued to increase in the addition of nickel slag levels up to 35% as much as 1,214. In the *CBR* test, namely *CBR* without immersion, there was an increase in the *CBR* value at point 1 or at point 2 where the *CBR* value at point 1 was 1.97%, 2.63%, 3.80%, 5.70%, 6.33% while the *CBR* value at point 2 was 2.24%, 2.60%, 3.23%, 3.97%, 5.17%. From the results of the study, it can be concluded that nickel slag can be used to increase the carrying capacity of clay soils because nickel slag can increase the *CBR* value of the soil.

Keywords: Soil Characteristics, *California Bearing Ratio*, Compaction

PENDAHULUAN

Secara teknis tanah lempung tidak cocok untuk konstruksi jalan dan bangunan tanpa pondasi dalam. Masalah yang kerap terjadi adalah keadaan jalan bergelombang, retak – retak serta penurunan yang tidak seragam bahkan amblas. Keadaan semacam ini merupakan permasalahan umum pengguna jalan dan pemerintah selaku penyedia sarana yang perlu diperhatikan. Oleh sebab itu harus dilakukan perbaikan tanah. Perbaikan tanah pada tanah lempung perlu dilakukan karena tanah lempung memiliki kandungan air yang besar, angka pori yang besar, plastisitas indeks yang besar, berat volume yang kecil sehingga menyebabkan daya dukung tanah lempung menjadi rendah. Stabilisasi dapat dilakukan selaku upaya untuk memperbaiki sifat tanah dan salah satu cara yaitu memberi bahan tambah pada tanah untuk meningkatkan daya dukung tanah tersebut. Menambahkan *Slag* nikel merupakan salah satu pilihan untuk meningkatkan daya dukung tanah. Berikut adalah penelitian sejenis diantaranya yaitu Kajian Nilai *CBR* pada Tanah Lempung Lunak dengan Variasi Tebal Stabilisasi Abu Vulkanik diperoleh hasil penelitian yang menunjukkan bahwa abu vulkanik cukup efektif meningkatkan nilai *CBR* tanah, untuk tebal tanah stabilisasi 16 – 20 cm adalah 34 – 55 kali nilai *CBR* tanah lempung lunak (tanah asli) [1], Korelasi Hasil Uji Kuat Tekan Bebas dengan Nilai *CBR* Tanah Lempung diperoleh hasil dari nilai tersebut yaitu nilai kuat tekan bebas dan *California Bearing Ratio* menggunakan persamaan regresi liner yaitu $\% CBR = 1,872 qu + 2,0102$ [2], Analisis Kepadatan Tanah dengan Pengujian *CBR* pada Ruas Jalan Jembatan Penyeberangan Tanjung Serdang – Batulicin dengan hasil penelitian menunjukkan rata – rata nilai *DCP* adalah 4% dengan *DDT* adalah 4,28%. Nilai *CBR* desain/rencana yang didapat belum memenuhi standar nilai *CBR* yang sudah ditetapkan yaitu 6%. Sehingga perlu dilakukan pemadatan kembali pada tanah dasar karena tidak memenuhi standar nilai *CBR* yang sudah ditetapkan dan sebaiknya ditambahkan perkerasan jalan [3], Pemanfaatan Geopolimer Abu Terbang sebagai *Pozzolan* Tanah Lempung untuk Material Tanah Dasar Perkerasan dengan penambahan abu terbang sampai kadar 30% meningkatkan nilai *CBR* tanah lempung [4], Analisis Peningkatan Nilai *CBR* pada Campuran Tanah Lempung dengan Batu Pecah menunjukkan hasil penelitian diperoleh pengaruh tanah lempung dengan campuran batu pecah terhadap terhadap nilai *CBR* yaitu dapat meningkatkan nilai *CBR* dimana semakin besar kadar batu pecah yang digunakan maka semakin besar pula nilai *CBR*nya [5], Analisis Laju Perubahan Nilai *CBR* terhadap Tingkat Kepadatan Tanah Timbunan untuk *Subgrade* dengan dua jenis sampel yaitu 70% butiran kasar : 30% butiran halus dan 70% butiran kasar (5% grave, 65% sand) : 30 butiran halus dengan masing – masing variasi kadar air yaitu 5% - 25% dengan peningkatan 5%. Pada sampel 1 diperoleh nilai *CBR* tertinggi dengan kadar air 15% yaitu 23,640% sedangkan sampel 2 diperoleh nilai *CBR* tertinggi dengan kadar air 15% yaitu 27,598% [6], Pengaruh Penambahan Pasir Sungai terhadap Permeabilitas Tanah Lempung dengan metode pengambilan sampel dilakukan pada 3 titik dengan jarak dan kedalaman yang sama namun persentase kadar air yang berbeda. Dari metode ini didapatkan penambahan hingga 15% terjadi peningkatan permeabilitas sehingga penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase penambahan pasir maka semakin tinggi nilai permeabilitasnya [7], Penambahan Limbah Ampas Kopi terhadap Kuat Geser pada Tanah menunjukkan hasil bahwa masing – masing sampel tanah yang dicampurkan dengan ampas kopi pada komposisi penambahan sebesar 5%, 10%, dan 15% mengalami peningkatan nilai kohesi dan nilai sudut geser [8], Penambahan Bubuk Gypsum pada Tanah Lempung dengan Pengujian *Direct Shear* dengan komposisi 12%, 20%, dan 28% didapatkan kesimpulan bahwa dengan adanya campuran gypsum ke dalam empat sampel tanah mampu memberikan pengaruh peningkatan pada nilai kohesi dan sudut geser sehingga daya dukung tanah menjadi lebih baik dari kondisi tanah sebelum dicampurkan dengan gypsum [9], Penambahan Ampas Kopi pada Tanah Lempung Terhadap Daya Dukung Tanah dengan variasi penambahan 5%, 10%, dan 15% diperoleh bahwa penambahan ampas kopi pada tanah lempung dapat menaikkan nilai angka *CBR* dan daya dukung tanah [10].



Gambar 3. Lokasi Pengambilan *Slag* Nikel

2. Pemeriksaan Karakteristik Tanah

Pada penelitian ini pemeriksaan karakteristik tanah dilakukan dengan menggunakan pengujian berupa pengujian Uji Kadar Air dengan metode *ASTM D-2216*, Uji Berat Jenis dengan metode *ASTM 854-58*, Uji Batas – Batas *Atterberg* dengan metode *ASTM D4318-95* dan Uji Analisa Butiran dengan metode *ASTM 422-72* dan *ASTM D 1140-54*.

3. Pengujian Kompaksi

Pada pengujian kompaksi atau *Standard Proctor* dilakukan dengan menggunakan metode *ASTM D-698*. *Slag* nikel dengan variasi 0%, 20%, 25%, 30%, serta 35% dicampurkan bersama sampel tanah asli yang masih dalam kondisi kering untuk dilakukan pengujian kompaksi sehingga didapatkan kadar air optimal serta berat kering maksimal.

4. Pengujian CBR

Pengujian *CBR* (*California Bearing Ratio*) dilakukan dengan menggunakan metode SNI 1744-2012. Nilai ini digunakan sebagai patokan guna memastikan tebal lapis suatu perkerasan dan juga menghitung lapisan tanah dasar yang dipadatkan sampai meraih kepadatan kering maksimal dan untuk mengetahui pengaruh penambahan *slag* nikel pada tanah lempung.

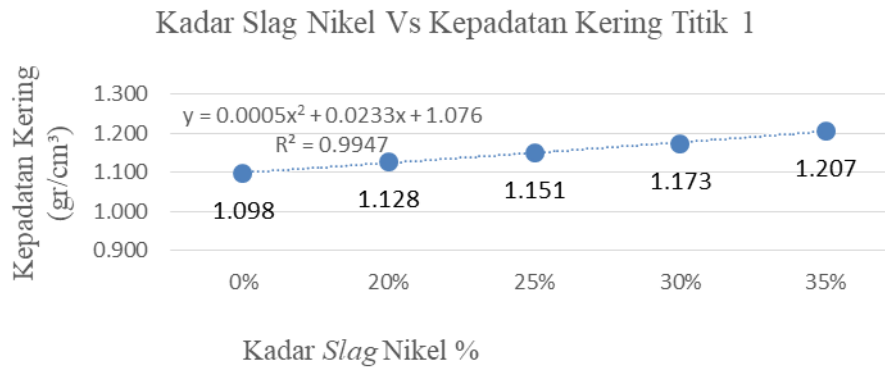
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Tanah

Berikut ini adalah hasil dari pengujian karakteristik tanah yaitu pada pengujian kadar air didapatkan nilai dari kadar air tanah asli pada titik 1 sebanyak 63,58% dan pada titik 2 sebanyak 66,63%. Pengujian berat jenis diperoleh nilai pada titik 1 yaitu 2,62 dan pada titik 2 yaitu 2,61. Dengan demikian data tersebut menunjukkan bahwa tanah tersebut termasuk kelompok lempung organik. Pada pengujian batas – batas *atterberg* diperoleh nilai pada titik 1 untuk pengujian Batas Cair, Batas Plastis, Batas Susut, dan Indeks Plastisitas sebesar 42,98%, 25,71%, 16,42%, dan 17,27% sedangkan pada titik 2 pengujian Batas – Batas *Atterberg* untuk setiap pengujian diperoleh nilai sebesar 49,95%, 23,89%, 19,67%, dan 26,06% dan Untuk pengujian gradasi pada titik 1 diperoleh masing – masing hasil pengujian Persen Lolos Saringan No. 200 (85,865), *Gravel* (0), *Sand* (21,925%), *Silt* (71,7854%) dan *Clay* (6,2891%). Sedangkan untuk pengujian pada titik 2 diperoleh hasil pengujian masing – masing (83,865), (0), (26,487), (69,0609), dan (4,4521).

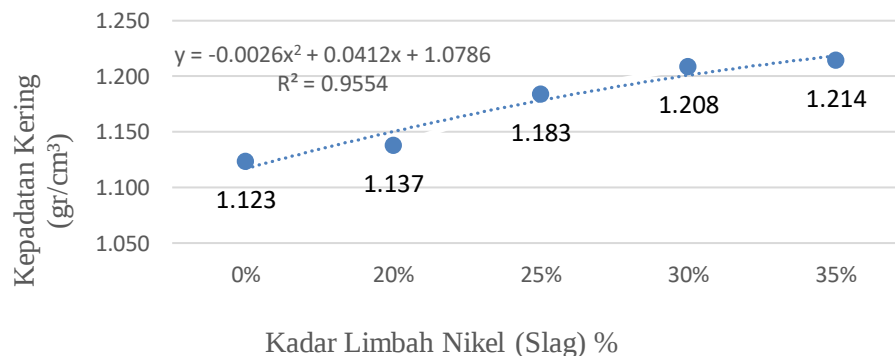
2. Hasil Pengujian Kompaksi Penambahan *Slag* Nikel

Dari proses pengujian kompaksi penambahan *slag* nikel yang sudah dijalankan diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 4. Hubungan *Slag* nikel dengan Kepadatan Kering Titik 1

Pada titik 1 campuran tanah dan *Slag* Nikel memperlihatkan nilai kepadatan kering berbanding lurus dengan persen *Slag* Nikel di 0% sebesar 1.098 hingga 35% sebesar 1,207 mengalami peningkatan. Hal ini berarti tanah pada titik 1 cocok saat ditambahkan *Slag* Nikel dengan prosentase 20% hingga 35%.



Gambar 5. Hubungan *Slag* nikel dengan Kepadatan Kering Titik 2

Pada titik 2 campuran tanah dan *Slag* Nikel memperlihatkan angka kepadatan kering berbanding lurus dengan persentase *Slag* Nikel di 0% sebesar 1.137 hingga 35% sebesar 1,214 mengalami kenaikan. Hal ini menunjukkan pada titik 2 cocok di campur dengan *Slag* Nikel dengan variasi 20% sampai 35%.

3. Hasil Pengujian *CBR*

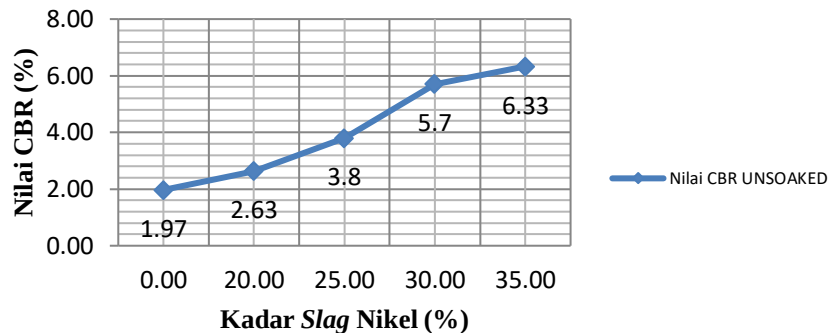
Dengan penambahan variasi kadar *slag* nikel 0%, 20%, 25%, 30%, dan 35% pada penelitian ini diperoleh nilai *CBR* yang dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian *CBR Unsoaked* dengan Penambahan *Slag* Nikel

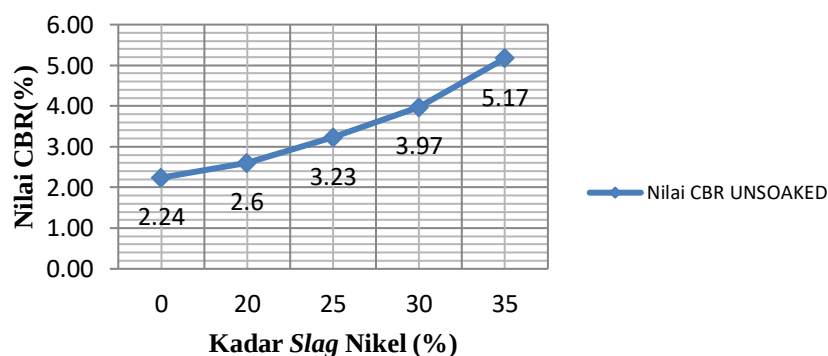
No.	Keterangan	<i>Slag</i> Nikel (%)				
		0%	20%	25%	30%	35%
1	<i>CBR Unsoaked</i> titik 1	1,97	2,63	3,80	5,70	6,33
2	<i>CBR Unsoaked</i> titik 2	2,24	2,60	3,23	3,97	5,17

Berdasarkan Tabel 1 diatas maka dibuatkan uraian penjelasan pada CBR *Unsoaked* Titik 1 dan Titik 2 berikut ini

Gambar 6. Grafik Kadar *Slag* Nikel terhadap Nilai CBR Tanah Titik 1



Berdasarkan gambar 6 grafik kadar *slag* nikel terhadap nilai CBR tanpa perendaman paling tinggi yaitu 6,33% dan memenuhi standar CBR untuk tanah dasar jalan material sedang dengan nilai CBR diantara 5% – 10%. Dapat dilihat pada grafik dan ditarik kesimpulan bahwa kadar *slag* nikel berbanding lurus dengan nilai CBR pada nilai CBR *Unsoaked*, dimana semakin tinggi variasi penambahan *slag* nikel maka nilai CBR *Unsoaked* semakin tinggi.



Gambar 7. Grafik Kadar *Slag* Nikel terhadap Nilai CBR tanah Titik 2

Berdasarkan gambar 7 grafik kadar *slag* nikel terhadap nilai CBR tanpa perendaman paling tinggi yaitu 5,17% dan memenuhi standar nilai CBR untuk tanah dasar jalan material sedang dengan nilai CBR diantara 5% – 10%. Dapat dilihat pada grafik dan ditarik kesimpulan bahwa kadar *slag* nikel berbanding lurus dengan nilai CBR *Unsoaked*. Semakin tinggi kadar *slag* nikel yang digunakan maka nilai CBR pun semakin meningkat.

KESIMPULAN

1. Sampel tanah dari Kelurahan Nonongan, Kecamatan Sopai, Kabupaten Toraja Utara adalah tanah lempung organik sebab dari hasil riset didapatkan berat jenis 2,62 gram/cm³ dengan besar kadar air tanah asli 63,58% dan nilai IP 17,28% dengan plastisitas terbilang tinggi diantara >17%. Berdasarkan USCS, tanah sampel dari Kelurahan Nonongan, Kecamatan Sopai, Kabupaten Toraja Utara berdasarkan pengujian batas – batas *atterberg* diperoleh nilai Indeks Plastisitas rata – rata sebesar 26,06% tergolong dalam interval >17% yang berarti mempunyai sifat plastisitas tinggi.
2. Penambahan slag nikel pada tanah lempung terhadap nilai CBR tanpa rendaman (*Unsoaked Design CBR*) Titik 1 dengan nilai CBR tertinggi yaitu 6,33% dan Titik 2 dengan nilai CBR tertinggi yaitu 5,17%

memenuhi kriteria *CBR* untuk tanah dasar jalan dimana hasil penelitian dikategorikan sebagai material sedang.

SARAN

1. Dari hasil penelitian yang dilakukan, penambahan Slag Nikel dengan kadar 35% sangat cocok dengan tanah, sehingga dapat diterapkan untuk stabilisasi tanah di lapangan khususnya di Kelurahan Nonongan, Kecamatan Sopai, Kabupaten Toraja Utara.
2. Untuk penelitian berikutnya disarankan untuk mencoba variasi campuran Slag Nikel berbeda agar didapatkan nilai variasi campuran maksimum.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Waruwu, O. Zega, D. Rano, B. Maureent, T. Panjaitan and S. Harefa, "Kajian Nilai California Bearing Ratio (CBR) pada Tanah Lempung Lunak dengan Variasi Tebal Stabilisasi Menggunakan Abu Vulkanik," Jurnal RekayasaSipil, vol. 17, no.2, pp. 116-130, 2021. <https://doi.org/10.25077/jrs.17.2.116-130.2021>
- [2] A. P. Situmorang, O. Hendri and M. I. Yani, "Korelasi Nilai Hasil uji Kuat Tekan Bebas dengan Nilai California Bearing Ratio (CBR) Tanha Lempung," Jurnal TRANSUKMA, vol. 4, no. 1, pp. 53-60, 2021. <https://doi.org/10.36277/transukma.v4i1.91>
- [3] S. Permatasari, "Analisis Kepadatan Tanah dengan Pengujian California Bearing Ratio (CBR) pada Ruas Jalan Masuk Jembatan Tanjung Serdang - Batulicin Kecamatan Pulau Laut Tengah Kabupaten Kota Baru," TAPAK, vol.9, no.2, pp.111-117, 2020. <https://ojs.ummetro.ac.id/index.php/tapak/article/view/1196>
- [4] S. A. Nugroho, P. Ningrum and Muhardi, "Pemanfaatan Geopolimer Abu Terbang sebagai Pozzolanik Tanah Lempung untuk Material Tanah Dasar Perkerasan," Jurnal Fondasi, vol. 9, no. 1, pp. 77-86, 2020. <http://dx.doi.org/10.36055/jft.v9i1.7366>
- [5] Y. Apriyanti, "Analisis Peningkatan Nilai CBR pada Campuran Tanah Lempung dengan Batu Pecah," Jurnal Fropil, vol.5, no. 2, pp. 96-108, 2017. <https://journal.ubb.ac.id/index.php/fropil/article/view/1256>
- [6] Nurjannah, Musdalifah, M. A. Karim, M. Aminuddin and M. Maruddin, "Analisis Laju Perubahan Nilai California Bearing Ratio terhadap Tingkat Kepadatan Tanah Timbunan untuk Subgrade," JILMATEKS, vol. 1, no. 3, pp. 350-356, 2019. <https://jurnal.ft.umi.ac.id/index.php/JILMATEKS>
- [7] G. Rasinan, B. Tanan and I. L. K. Wong, "Pengaruh Penambahan Pasir Sungai terhadap Permeabilitas Tanah Lempung," Paulus Civil Engineering Journal, vol. 3, no. 4, pp. 622-629, 2021. <https://doi.org/10.52722/pcej.v3i4>
- [8] A. K. Lestin, Meti and I. Apriyani, "Pengaruh Penambahan Limbah Ampas Kopi terhadap Kuat Geser pada Tanah," Paulus Civil Engineering Journal, vol. 4, no. 3, pp. 359-366, 2022. <https://doi.org/10.52722/pcej.v4i3>
- [9] J. G. Pang, I. L. k. Wong and I. Apriyani, "Pengaruh Penambahan Bubuk Gypsum pada Tanah Lempung dengan Pengujian Direct Shear," Paulus Civil Engineering Journal, vol. 4, no. 1, pp. 53-60, 2022. <https://doi.org/10.52722/pcej.v4i1>
- [10] L. Z. Kanurukan, I. L. K. Wong and P. R. Sangle, "Pengaruh Penambahan Ampas Kopi pada Tanah Lempung terhadap Daya Dukung Tanah," Paulus Civil Engineering Journal, vol. 4, no. 3, pp. 375-382, 2022. <https://doi.org/10.52722/pcej.v4i3>