

MENENTUKAN TINGKAT KELONGSORAN TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN UJI KUAT GESER LANGSUNG

Dicko Mahendra¹, Agata Iwan Candra^{2*}, Friska Windi Meira Aisyah³, Rahmat Heru⁴, Arif Rivianto⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kadiri, Jl. Selomangleng No.1 Kediri

Email: dickomahendra999@gmail.com

Email: iwan_candra@unik-kediri.ac.id

Email: friskawindimeiraaaisyah@gmail.com

Email: putrarahmat239@gmail.com

Email: arifrivianto@gmail.com

ABSTRAK

Tanah lempung ialah jenis tanah lunak yang butirannya sangat halus dan berwarna kecoklatan serta mempunyai diameter 0,02-0,05 mm. Tanah lempung mempunyai sifat plastis yang tinggi, sifat kohesi, dan sifat kembang susut yang besar. Hal ini menyebabkan beberapa masalah pada tanah yaitu tanah menjadi pecah – pecah, dinding mengalami keretakan, terangkatnya pondasi, jalan menjadi bergelombang dan bangunan akan runtuh. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan uji kuat geser langsung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui stabilitas dan kekuatan tanah sebagai perencanaan sebuah konstruksi pada area tanah tersebut. Adapun metodologi yang dilakukan adalah uji kuat geser langsung dengan menggunakan mesin Motorized Direct Shear Test. Hasil dari penelitian ini diperoleh nilai kohesi dan sudut geser. Nilai kohesi sebesar 0,082 kPa (kilopascal) dan nilai sudut geser sebesar 6,637°. Dari data yang diperoleh menunjukkan bahwa tanah lempung pada area tersebut tidak stabil atau rawan longsor sehingga memerlukan perkuatan tanah agar dapat didirikan sebuah bangunan.

Kata kunci: Tingkat kelongsoran, Tanah lempung, Uji kuat geser langsung, Kohesi, Sudut geser

1. PENDAHULUAN

Tanah lempung ialah jenis tanah lunak yang butirannya sangat halus dan berwarna kecoklatan serta mempunyai diameter 0,02-0,05 mm (Fatmawati et al., 2020). Tanah lempung mempunyai sifat plastis yang tinggi karena terdapat kandungan mineral (Gunawan Yahya, 2015). Mineral terdiri atas silikat aluminium kompleks (Agung et al., 2019). Tanah juga mempunyai sifat kohesif. (Desmi & Sniwati, 2017). Sifat kohesif yaitu sifat rekatan antara sesama partikel tanah (Jalil et al., 2017)(Basuki, 2007). Selain itu tanah mempunyai sifat kembang susut tanah yang besar (Ridwansyah et al., 2018) ditunjukkan dengan meningkatnya volume tanah saat kandungan air bertambah dan saat kandungan air menghilang akan mengalami penyusutan dengan waktu yang lama (Tugas Sudjianto et al., 2021) sebab pada tanah terdapat pori - pori yang dapat diisi oleh air tanah dan udara sehingga memiliki daya air yang tinggi (Arbina, 2020). Akibat dari kondisi tersebut akan menyebabkan tanah pecah – pecah (Widianoro & Ahmad, 2017).

Tanah lempung seringkali menimbulkan masalah, ketika dilakukan pembangunan di atas permukaan lempung tanpa perkuatan dan pengujian kestabilan tanah (Carisa et al., 2020). Beberapa masalah yang akan muncul, baik pada saat pembangunan maupun setelah pekerjaan konstruksi, diantaranya dinding mengalami keretakan, terangkatnya pondasi, jalan menjadi bergelombang dan bangunan akan runtuh (Wibowo & Endaryanta, 2017). Hal ini dapat disebabkan karena tanah lempung mempunyai daya dukung, kuat tekan dan kuat geser yang rendah (Simanjuntak et al., 2018). Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu dilakukannya uji kuat geser langsung (Rini & Ardan, 2018). Uji kuat geser langsung adalah cara paling sederhana dan mudah untuk mendapatkan nilai kohesi dan sudut geser yang nantinya dapat digunakan sebagai penentu kestabilan dari suatu tanah (Waruwu & Waruwu, 2021). Internal sudut geser adalah sebuah

nilai yang juga menentukan tingkat kelongsoran suatu tanah (Renaldi & Prihatiningsih, 2020). Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kelongsoran dan kekuatan tanah sebagai perencanaan sebuah konstruksi pada area tanah serta dapat dijadikan bahan referensi dalam perencanaan dibidang pembangunan pada tanah lempung yang menerapkan bahan geotekstil sebagai bahan perkuatannya (Ramahdana & Endriani, 2019). Pentingnya penelitian uji geser langsung ini untuk memberikan gambaran secara langsung kepada pembaca bahwa tanah lempung ini perlu adanya perbaikan sebelum dimanfaatkan untuk menopang beban bangunan (Halim et al., 2020)

2. METODOLOGI PENELITIAN

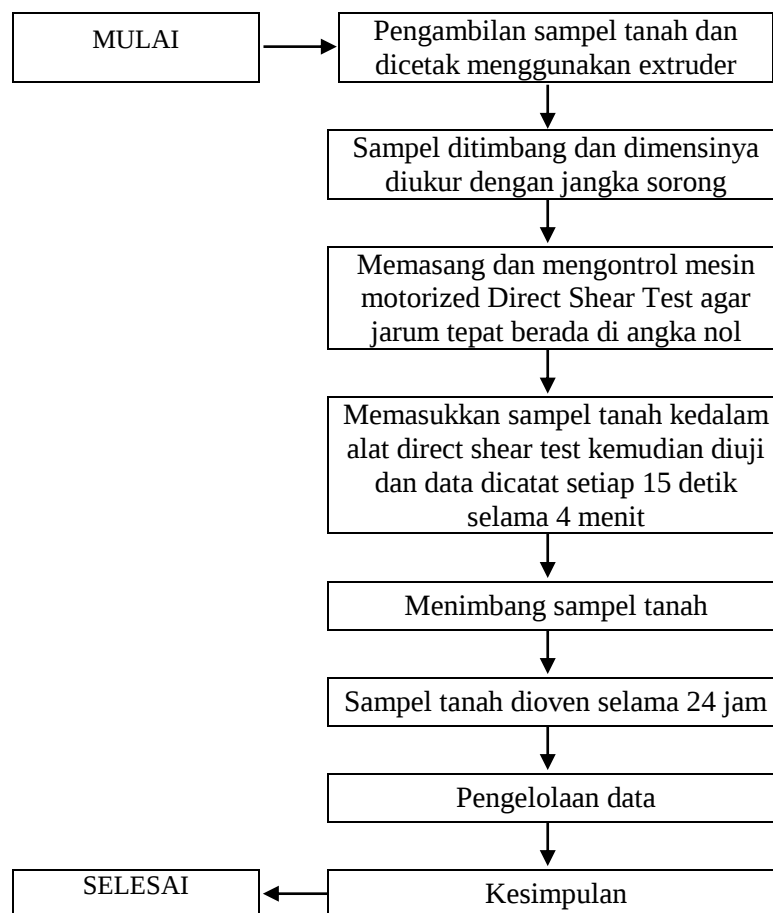
Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimental dengan uji kuat geser menggunakan mesin *Direct Test Shear* yang dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri (Saikia et al., 2017).



Gambar 1. Lokasi penelitian

2.1 Desain Penelitian

Pengujian ini dilakukan dengan tahapan kegiatan sesuai dengan bagan alir dibawah ini.



Gambar 2. Bagan Alir Pengujian**2.2 Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah lempung berpasir sebagai sampel uji kuat geser dan uji kadar air. Tanah lempung berpasir adalah tanah yang terdiri dari 7 persen tanah lempung, 50 persen tanah pasir, dan 43 persen tanah lanau (Albalasmeh et al., 2021). Tekstur dari tanah lempung berpasir ini sendiri biasanya ketika dipegang terasa partikel pasirnya serta ketika ditekan mudah pecah. Didalam tanah lempung berpasir ini kandungan pasirnya lebih banyak sehingga terasa seperti tanah pasir. Ciri - ciri tanah lempung berpasir adalah warna tanahnya coklat kemerahan meskipun lebih bisa menahan air tetapi nutrisi yang terkandung sangat rendah.

**Gambar 3.** Tanah lempung berpasiran**2.3 Alat Pengujian**

Alat yang digunakan untuk menguji kuat geser dan uji kadar air ada 10 macam yaitu mesin motorized direct shear test, mesin extruder, proving ring, piston beban, dial indikator, timbangan 500 gr, ring cincin, jangka sorong, pisau pemotong dan oven.

2.3.1 Mesin Motorized Direct Shear Test

Mesin direct shear test ini digunakan untuk mengukur kuat geser tanah (Lastiko et al., 2017).

**Gambar 4.** Direct shear test**2.3.2 Mesin Extruder**

Mesin extruder adalah alat untuk mengeluarkan tanah dari tabung bor.

**Gambar 5.** Extruder**2.3.3 Proving Ring**

Proving ring adalah alat pengukur presisi yang terbuat dari baja dengan dilapisi parnekel sehingga tahan karat. Proving ring digunakan untuk memperoleh hasil pengujian yang akurat dengan standart nasional maupun internasional.



Gambar 6. Proving Ring

2.3.4 Piston Beban

Piston beban adalah pembebanan pada mesin direct test shear yang digunakan untuk menyeimbangkan alat agar dial indikator berada di titik nol.



Gambar 7. Piston beban

2.3.5 Dial Indikator

Dial indikator adalah alat untuk mengukur serta memeriksa kerataan pada sebuah bidang atau benda. Fungsi dari jarum penunjuk kecil adalah mencatat gerakan dari jarum besar. Satu putaran jarum besar akan memutar jarum kecil bertambah satu angka. Skalanya sendiri dari yang terkecil adalah 1:100 atau sama dengan 0,01 mm.



Gambar 8. Dial indikator

2.3.6 Timbangan

Pada uji kuat geser timbangan digunakan untuk menimbang sampel tanah sesudah dikeluarkan dari tabung bor dan oven.



Gambar 9. Timbangan

2.3.7 Ring Cincin

Ring cincin adalah alat untuk membentuk lingkaran pada sampel tanah setelah dikeluarkan dari tabung bor guna di uji pada mesin direct shear test.



Gambar 10. Ring

2.3.8 Jangka Sorong

Jangka sorong adalah alat yang digunakan mengukur diameter suatu benda. Didalam uji kuat geser jangka sorong digunakan untuk mengukur diameter dan tebal sampel tanah setelah berbentuk lingkaran dari cincin ring.



Gambar 11. Jangka sorong

2.3.9 Pisau Pemotong

Pisau pemotong digunakan untuk memotong serta merapikan sampel tanah dari cincin ring dan tabung bor.



Gambar 12. Pisau pemotong

2.3.10 Oven

Oven adalah alat untuk memanggang dan mengeringkan. Didalam uji kuat geser ini oven digunakan untuk menghilangkan kadar air sampel tanah.



Gambar 13. Oven

2.4 Perhitungan Uji Kuat Geser

Perhitungan di uji kuat geser meliputi gaya geser, tegangan normal, parameter kuat geser tanah, dan kadar air.

2.4.1 Gaya Geser (P)

Gaya geser merupakan gaya horizontal yang didapat dari berat lantai dikaitkan dengan ketinggian lantai (Mongan et al., 2020).

$$P = \text{pembacaan proving ring} \times \text{kalibrasi} \quad (1)$$

Dimana :

P = gaya geser (kg)

Proving ring (devisi)

2.4.2 Tegangan Normal (σ)

Tegangan normal merupakan tegangan yang bekerja pada permukaan benda secara tegak lurus (Mongan et al., 2020).

Tegangan normal (kg/cm²)

$$\sigma = \frac{n1}{L} \quad (2)$$

Dimana :

σ = tegangan normal (kg/ cm²)

$n1$ = beban (kg)

L = luas (cm²)

Tegangan normal (kPa)

$$\sigma = \sigma l \times 100 \quad (3)$$

Dimana :

σ = tegangan normal (kPa)

σl = tegangan normal (kg/cm²)

2.4.3 Parameter Kuat Geser

Parameter kuat geser tanah dapat digunakan dalam berbagai perencanaan yang masih terkait dengan stabilitas tanah, tekanan tanah dan daya dukung pada pondasi, parameter ini akan menghasilkan nilai kohesi dan nilai sudut geser (Haras et al., 2017).

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad (4)$$

Dimana :

τ = kuat geser tanah (kN/m²)

c = kohesi

$\sigma \tan \phi$ = gesekan

2.4.4 Tanah Kadar Air (W_c)

Kadar air merupakan persentase kandungan air yang dinyatakan berdasarkan berat basah atau berdasarkan berat.

$$W_c = (W_w) / W_\delta \times 100 \quad (5)$$

Dimana :

W_c = kadar air (%)

W_w = berat uji basah (gram)

W_δ = berat uji kering (gram)

3. DATA DAN ANALISA

Pengujian kuat geser langsung dilakukan untuk memperoleh nilai parameter kuat geser. Hasil dari uji kuat geser langsung ditunjukkan pada table dibawah ini.

Tabel 1. Perhitungan kuat geser tanah

Waktu	Beban	N1 =	0,8	Kg	Beban	N2 =	1,595	Kg	Beban	N3 =	3,163	kg
	Tegangan Normal	$\sigma_1 =$	0,025	kg/cm ²	Tegangan Normal	$\sigma_2 =$	0,050	kg/cm ²	Tegangan Normal	$\sigma_3 =$	0,101	kg/cm ²
	Tegangan Normal	$\sigma_1 =$	2,54	kPa	Tegangan Normal	$\sigma_2 =$	5,012	kPa	Tegangan Normal	$\sigma_3 =$	10,110	kPa
	Penggeseran	Bacaan Proving Ring	Gaya Geser	Tegangan Geser	Penggeseran	Bacaan Proving Ring	Gaya Geser	Tegangan Geser	Penggeseran	Bacaan Proving Ring	Gaya Geser	Tegangan Geser
(detik)	(mm)	(devisi)	(kg)	(kPa)	(mm)	(devisi)	(kg)	(kPa)	(mm)	(devisi)	(kg)	(kPa)
0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00
15	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0	0,00
30	0,15	0,00	0	0,00	0,33	0,00	0	0,00	0,42	0,10	0,04	0,13
45	0,63	0,02	0,008	0,03	0,93	0,04	0,016	0,05	0,98	0,13	0,052	0,17
60	0,97	0,09	0,036	0,11	1,26	0,19	0,076	0,24	1,42	0,26	0,104	0,33
75	1,39	0,15	0,06	0,19	1,79	0,29	0,116	0,36	1,89	0,39	0,156	0,50
90	1,87	0,18	0,072	0,23	2,34	0,34	0,136	0,43	2,48	0,52	0,208	0,66
105	2,36	0,21	0,084	0,27	2,90	0,40	0,16	0,50	3,02	0,52	0,208	0,66
120	2,82	0,23	0,092	0,29	3,42	0,43	0,172	0,54	3,53	0,72	0,288	0,92
135	3,34	0,26	0,104	0,33	3,98	0,46	0,184	0,58	3,94	0,79	0,316	1,01
150	3,86	0,28	0,112	0,36	4,52	0,48	0,192	0,60	4,33	0,85	0,34	1,09
165	4,31	0,30	0,12	0,38	4,97	0,48	0,192	0,60	4,73	0,90	0,36	1,15
180	4,76	0,31	0,124	0,39	5,55	0,47	0,188	0,59	5,07	0,94	0,376	1,20
195	5,25	0,32	0,128	0,41	6,13	0,45	0,18	0,57	5,51	0,99	0,396	1,27
210	5,64	0,32	0,128	0,41	6,75	0,45	0,18	0,57	5,97	1,00	0,4	1,28
225	6,14	0,33	0,132	0,42	7,40	0,43	0,172	0,54	6,40	1,00	0,4	1,28
240	6,60	0,32	0,128	0,41	8,00	0,42	0,168	0,53	6,84	0,95	0,38	1,21

Dari **Tabel 1**. Menunjukkan bahwa pengujian geser langsung dilakukan per 15 detik selama 4 menit dengan beban aksial, yaitu 0,8 kg, 1,595 kg, 3,163 kg, dan nilai kalibrasi sebesar 0,4. Nilai tegangan normal dengan satuan kg/cm² diperoleh dari perhitungan beban dan gaya aksial dibagi dengan luasnya, sedangkan untuk tegangan dengan satuan kPa diperoleh dari perhitungan beban atau gaya aksial dibagi dengan luasnya kemudian dikalikan 100. Nilai gaya geser diperoleh dari perhitungan angka kalibrasi dikali dengan bacaan proving ring. Nilai tegangan geser diperoleh dari perhitungan gaya geser dibagi dengan luasnya kemudian dikali 100.

Tabel 2. Tegangan normal dan geser

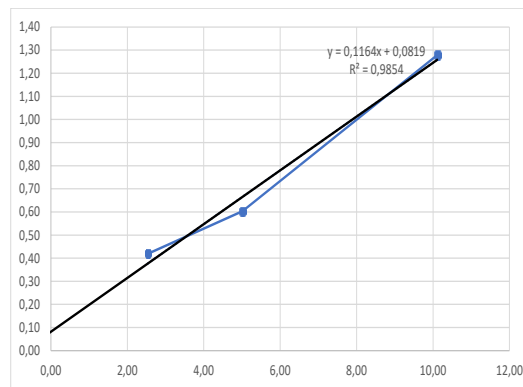
Beban	Tegangan normal		Tegangan geser
kg	kg/cm ²	kPa	kPa
0,8	0,025	2,540	0,42
1,593	0,050	5,012	0,60
3,163	0,101	10,110	1,28

Dari **Tabel 2**. Menunjukkan nilai maximum tegangan geser dari perhitungan. Dapat diketahui bahwa untuk beban aksial dengan berat 0,8 kg sampel mampu menahan tegangan geser 0,42 kPa. Beban aksial dengan berat 1,593 kg sampel mampu menahan tegangan geser 0,60 kPa. Dan beban aksial 3,163 mampu menahan tegangan geser sebesar 1,28 kPa.

Tabel 3. Parameter kuat geser tanah

Parameter kuat geser tanah		
c (kpa)	0,082	kPa
$\tan\phi$	0,116	Kemiringan
ϕ	0,116	Rad
ϕ	6,637	°

Dari **Tabel 3.** menunjukkan kohesi (c) yang diperoleh dari nilai variabel tegangan normal dan tegangan geser, kemiringan sudut ($\tan\phi$) diperoleh dari slope (kemiringan) tegangan normal dan tegangan geser serta sudut geser (ϕ) yang diperoleh dari mengubah radian kedalam derajat. Sehingga diperoleh grafik seperti pada **Gambar 14.**

**Gambar 14.** Grafik uji kuat geser

Dari **Gambar 14.** menunjukkan grafik hasil dari pengujian tegangan normal yaitu sampel 1 dengan beban 0,8 kg adalah 2,540 kPa, sampel 2 dengan beban 1,593 kg adalah 5,012 kPa dan sampel 3 dengan beban 3,163 kg adalah 10,110 kPa. Sedangkan hasil pengujian dari tegangan geser yaitu sampel 1 dengan beban 0,8 kg adalah 0,42 kPa, sampel 2 dengan beban 1,593 kg adalah 0,60 kPa dan pada sampel 3 dengan beban 3,163 kg adalah 1,28 kPa. Sehingga diperoleh nilai kohesi sebesar 0,082 kPa dan nilai sudut geser diperoleh sebesar 6,637° yang menunjukkan bahwa tanah lempung tersebut tidak stabil.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari pengujian kuat geser langsung dengan menggunakan sampel tanah lempung diperoleh nilai kohesi sebesar 0,082 kPa dan nilai sudut geser diperoleh sebesar 6,637°, sehingga menunjukkan bahwa tanah tersebut tidak stabil atau rawan longsor. Maka dari itu diperlukan perkuatan tanah agar dapat didirikan sebuah bangunan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Agung, B., Syafri, I., & Haryanto, A. D. (2019). Pengaruh temperatur dan ukuran butir terhadap kelarutan kalium pada batuan leusitik Gunung Muria Jawa Tengah. *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 15(2), 119–131. <https://doi.org/10.30556/jtmb.vol15.no2.2019.1002>
- Albalasmeh, A. A., Hamdan, E. H., Gharaibeh, M. A., & Hanandeh, A. El. (2021). Improving aggregate stability and hydraulic properties of Sandy loam soil by applying polyacrylamide polymer. *Soil and Tillage Research*, 206, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104821>
- Arbina, E. (2020). Jurnal Tugas Akhir Teknik Sipil Stabilitas Tanah Lempung Dengan Penambahan Abu Cangkang Kelapa Sawit. *Jurnal Tugas Akhir Teknik Sipil*, 4(1), 80–90.
- Basuki, W. W. (2007). PENGARUH WAKTU PEMUPUKAN DAN TEKSTUR TANAH TERHADAP PRODUKTIVITAS RUMPUT Setaria splendida Stapf. *Jurnal Tanah*, 1–9.

- Carisa, C. N., Ma'ruf, M. F., & Putra, P. P. (2020). Stabilisasi Tanah Ekspansif dengan Pencampuran Ca (OH) 2 (Studi Kasus Tanah Ekspansif: Dusun Jatiluhur, Desa Glagah Agung, Kecamatan Purwoharjo *Jurnal Rekayasa Sipil Dan ...*, 2(September), 17–27. <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JRSL/article/view/9272>
- Desmi, A., & Sniwati, U. (2017). PENGARUH CAMPURAN ABU SABUT KELAPA DENGAN TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI CBR TERENDAM (SOAKED) DAN CBR TIDAK TERENDAM (UNSOAKED). 7(1), 193–202.
- Fatmawati, L. E., Widhiarto, H., & Santoso, H. (2020). ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN STABILISATOR ABU JERAMI TERHADAP KEPADATAN TANAH LEMPUNG EKSPANSIF KABUPATEN PAMEKASAN. 5(1), 45–50.
- Gunawan Yahya, R. (2015). KERUSAKAN JALAN RAYA AKIBAT TANAH MENGEMBANG. 1(1), 63–75.
- Halim, D., Yuwono, A., & Wijaya, H. (2020). MODELISASI NUMERIK ANALISIS GAYA LATERAL PADA PILE CAP DI TANAH KOHESIF. 3(4), 1197–1208.
- Haras, M., E, T. A., & Legrans, R. R. (2017). Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(67), 77–86.
- Jalil, A., Hamzani, & Mulyanah, N. (2017). Pengaruh Campuran Kapur Dan Abu Jerami Guna Meningkatkan Kuat Geser Tanah Lempung. *Teras Jurnal*, 6(2), 111. <https://doi.org/10.29103/tj.v6i2.112>
- Lastiko, L. J., Haza, Z. F., & Sulistyorini, D. (2017). Stabilitas Tanah Menggunakan Serat Sabut Kelapa Melalui Uji Geser Langsung. 9–16.
- Mongan, S. W., Mondolang, A. H., & Poluakan, C. (2020). Misconception of weights, normal forces and Newton third law. *Journal of Physics: Conference Series*, 1572(1), 1–5. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1572/1/012046>
- Ramahdana, A., & Endriani, D. (2019). Penggunaan Abu Cangkang Sawit Dan Semen Untuk Meningkatkan Kepadatan Tanah Lempung Desa Tanjung Rejo. *Saintek ITM*, 32(2). <https://doi.org/10.37369/si.v32i2.58>
- Renaldi, I. E., & Prihatiningsih, A. (2020). Efektivitas Penambahan Cairan Aditif Dalam Peningkatan Daya Dukung Tanah Organik. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 3(4), 1125. <https://doi.org/10.24912/jmts.v3i4.8750>
- Ridwansyah, M. A., Ma'ruf, M. F., & Putra, P. P. (2018). Stabilisasi Tanah Ekspansif Dengan Penambahan Pasir (Studi Kasus : Dusun Jatiluhur, Desa Glagahagung, Kecamatan Purwoharjo, Kabupaten Banyuwangi). *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Lingkungan*, 2(1), 43–55.
- Rini, & Ardan, M. (2018). Analisa Nilai Kohesi dan Sudut Geser Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan Arang Kayu. *Journal of Civil Engineering, Building and Transportation*, 1(2), 105. <https://doi.org/10.31289/jcebt.v1i2.1681>
- Saikia, A., Baruah, D., Das, K., Rabha, H. J., Dutta, A., & Saharia, A. (2017). Predicting Compaction Characteristics of Fine-Grained Soils in Terms of Atterberg Limits. *International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering*, 3(2), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s40891-017-0096-4>
- Simanjuntak, M. R. A., Lubis, K., & Rangkuti, N. M. (2018). Stabilisasi Tanah Lempung dengan Campuran Pasir Pantai terhadap Nilai CBR. *Journal of Civil Engineering, Building and Transportation*, 1(2), 96. <https://doi.org/10.31289/jcebt.v1i2.1680>
- Tugas Sudjianto, A., Riman, & Diki Oematan, A. (2021). Seminar Nasional Hasil Riset Prefix-RTR ANALISIS PENGARUH PENCAMPURAN LIMBAH KARBIT TERHADAP SIFAT FISIS DAN SIFAT MEKANIS TANAH LEMPUNG EKSPANSIF. *Universitas Widyagama Malang*, 4(Ciastech), 303–312.
- Waruwu, A., & Waruwu, E. M. (2021). Kajian Interaksi Tanah-Bambu Ditinjau Dari Parameter Kuat Geser. *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, 20(2), 150–160. <https://doi.org/10.35760/dk.2021.v20i2.4388>
- Wibowo, D. E., & Endaryanta. (2017). Pemanfaatan Limbah Karbit Dan Pasir Sebagai Usaha Perbaikan Tanah Lempung Menggunakan Uji Cbr Dan Konsolidasi Dengan Pemadatan Laboratorium. *Informasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 13(2), 178–188.
- Widiantoro, I., & Ahmad, F. (2017). STABILISASI TANAH EKSPANSIF DENGAN BAHAN TAMBAH GIPSUM (STUDI KASUS DI KAWASAN INDUSTRI CANDI BLOK K-18, SEMARANG). *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 1–10. <https://doi.org/10.24167/gi.v1i1.923>