

Analisis Pengaruh Penambahan Belerang Terhadap Kuat Geser Tanah

Erham Muhammad Farhan¹, Amris Azizi², Besty Afriandiny³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

ARTICLE INFO

Article history:

DOI:

[10.30595/pspfs.v6i.850](https://doi.org/10.30595/pspfs.v6i.850)

Submitted:

August 05, 2023

Accepted:

September 29, 2023

Published:

October 13, 2023

Keywords:

Shear Strength, Soil, Sulfur

ABSTRACT

Stable soil is needed in a construction development. There are many ways and materials that can be used to improve soil properties that are less stable. Sulfur as one of the natural products in Indonesia has not been used optimally in the field of civil engineering, especially geotechnical engineering. Therefore, in-depth research is needed regarding the benefits of this sulfur in the world of civil engineering. The purpose of this study was to find out how the effect of mixing sulfur on the shear strength of the soil in the direct shear strength test and to find out at what ratio the sulfur mixture produced the greatest soil shear strength. This research was conducted on chemically stabilized soil samples in the form of addition of sulfur with various mixture variations. The results showed that the addition of sulfur at the percentage of 2%, 3% and 5% increased the cohesion value of the soil compared to the original soil. The addition of sulfur with a percentage of 6% and 7% decreases the soil cohesion value. The greatest increase in soil cohesion occurred in the 2% mixture with an increase of 86.95%. The percentage of 2% increases the value of the largest soil shear strength which is equal to 52.953 kPa from the original soil shear strength value of 48.716 kPa.

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



Corresponding Author:

Amris Azizi

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Jl. KH. Ahmad Dahlan, Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia

Email: amris.azizi@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Tanah yang stabil sangat dibutuhkan dalam sebuah pembangunan konstruksi. Akan tetapi, pada praktiknya tidak semua lahan yang akan digunakan untuk mendirikan sebuah bangunan memiliki kondisi tanah yang diinginkan. Perlakuan khusus guna memperbaiki kondisi tanah dalam hal ini wajib dilakukan. Dalam rekayasa konstruksi bangunan sipil, sering ditemukan lapisan tanah yang memiliki daya dukung rendah (low strength), yang sangat mempengaruhi berbagai tahapan rancang bangun konstruksi, baik dalam tahap perencanaan (design), tahap pelaksanaan (perform), maupun tahap operasional dan pemeliharaan (Operational and Maintenance). Kohesifitas dan konsistensi tanah sangat menentukan kinerja dari lapisan tanah dalam berbagai hal seperti besaran daya dukung tanah, permeabilitas, kompresibilitas, dan potensi kembang susut (swelling potensial) tanah (Darwis:2014). Dalam pengertian teknis, daya dukung tanah adalah kemampuan tanah memikul tekanan dan/atau melawan penurunan akibat pembebanan, yaitu tahanan geser yang disebarkan oleh tanah di sepanjang bidang-bidang gesernya.

Bahan alami belerang sebagai salah satu hasil bumi di Indonesia belum dimanfaatkan secara maksimal terutama pada bidang teknik sipil khususnya geoteknik. Oleh karena itu diperlukan penelitian mendalam mengenai manfaat belerang dalam dunia konstruksi teknik sipil. Semua tindakan mengubah sifat-sifat asli tanah untuk disesuaikan dengan kebutuhan konstruksi adalah merupakan tindakan yang dapat dikategorikan sebagai upaya stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan cara mekanis, fisis dan kimiawi (modification of

admixture). Stabilisasi dengan menggunakan bahan tambah sering disebut juga stabilisasi kimiawi yang bertujuan untuk memperbaiki sifat- sifat tanah, dengan cara mencampur tanah menggunakan bahan sesuai perbandingan tertentu. Pada penelitian ini akan dibahas pengaruh penambahan belerang sebagai bahan stabilisator terhadap sifat mekanis tanah.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada sampel tanah yang diberi bahan stabilisasi kimiawi berupa penambahan belerang dengan beragam variasi campuran. Uji dilakukan dengan percobaan-percobaan di laboratorium. Pengambilan material belerang (sulfur) diperoleh dari toko bahan kimia yang dapat diakses melalui aplikasi daring maupun secara langsung. Sampel tanah yang digunakan adalah jenis sampel tanah terganggu (disturbed soil). Sampel tanah diambil pada kedalaman 0,8-1 m. Lokasi pengambilan sampel tanah yaitu diambil dari daerah sempadan Sungai Arca, Desa Arcawinangun, Purwokerto Timur.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji Sifat Fisik Tanah

Pengujian sifat fisik tanah dilakukan pada tanah asli atau tanah tanpa tambahan bahan campur belerang. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui sifat fisik tanah asli pada kondisi lapangan sekaligus mengetahui klasifikasi tanah. Hasil dari pengujian sifat-sifat fisik tanah tersaji dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Sifat Fisik Tanah

No	Pengujian	Hasil
1	Kadar air	54,25%
2	Berat jenis	2,263
3	Batas cair	56,96%
4	Batas plastis	48,49%
5	Indeks Plastisitas	8,47%
6	Batas susut	42,60%

Sumber : Hasil Analisis (2022)

3.2 Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah didasarkan atas ukuran partikel yang diperoleh dari analisa saringan dan plastisitasnya. Tujuan dari pengklasifikasian tanah ini adalah untuk memperkirakan sifat fisis tanah dengan mengelompokkan tanah dengan kelas yang sama yang sifat fisisnya. Analisis saringan pada pengujian ini mengacu pada SNI 03-1976- 1990.

Tabel 2. Data hasil uji saringan

No. Ayakan	Diameter Ayakan (mm)	Berat			Persen		
		Berat Tertahan (gr)	Tertahan Kumulatif (gr)	Berat Lolos (gr)	Persen tertahan (%)	Tertahan Kumulatif (%)	Persen Lolos (%)
4	4,75	7,2	7,2	991,1	0,7	0,7	99,3
8	2,36	87,5	94,7	903,6	8,8	9,5	90,5
20	0,85	116,3	211,0	787,3	11,6	21,1	78,9
40	0,425	183,4	394,4	603,9	18,4	39,5	60,5
60	0,25	175,7	570,1	428,2	17,6	57,1	42,9
80	0,18	97,8	667,9	330,4	9,8	66,9	33,1
100	0,15	75,6	743,5	254,8	7,6	74,5	25,5
200	0,075	116,6	860,1	138,2	11,7	86,2	13,8
pan		138,2	998,3	0,0	13,8	100,0	0,0

No. Ayakan	Diameter Ayakan (mm)	Berat		Persen		Persen Tertahan Kumulatif (%)	Persen Lolos (%)
		Berat Tertahan (gr)	Tertahan Kumulatif (gr)	Berat Lolos (gr)	Persen tertahan (%)		
		998,3			100,0		

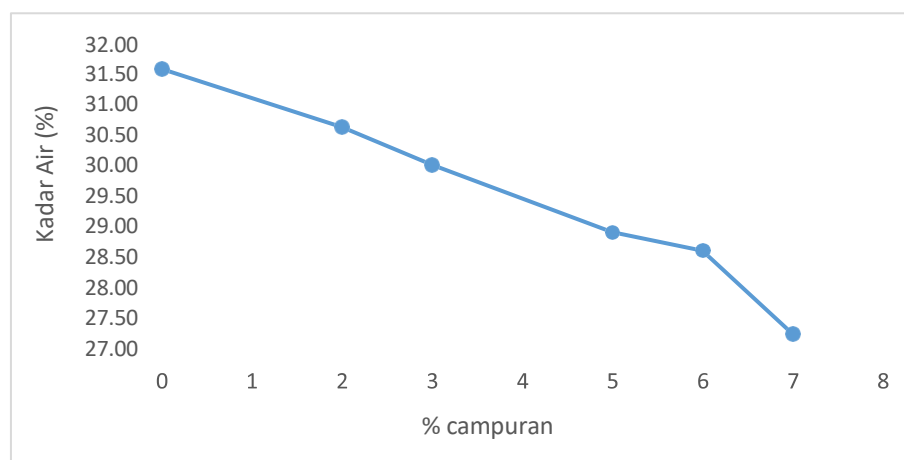
Sumber : Hasil perhitungan 2022

Dari data hasil uji saringan didapatkan nilai persen lolos saringan nomor 200 adalah 13,8% atau $< 50\%$ dan persen lolos saringan nomor 4 adalah 99,3% atau $> 50\%$. Berdasarkan klasifikasi tanah sistem USCS, maka tanah tersebut masuk kedalam divisi pasir. Dari data nilai index plastisitasnya (PI) > 7 , tanah diklasifikasikan ke dalam jenis pasir berlanau, campuran pasir-lempung, disimbolkan dengan huruf SC. Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO, karakteristik fraksi melalui nomor 40 dengan batas cair 56,96% atau $\geq 41\%$ dan dengan nilai indeks plastisitas (PI) 7,81% atau $\leq 10\%$ maka tanah diklasifikasikan ke dalam kelompok A-2-5 atau kerikil dan pasir berlanau atau berlempung.

3.3 Uji Sifat Mekanis Tanah

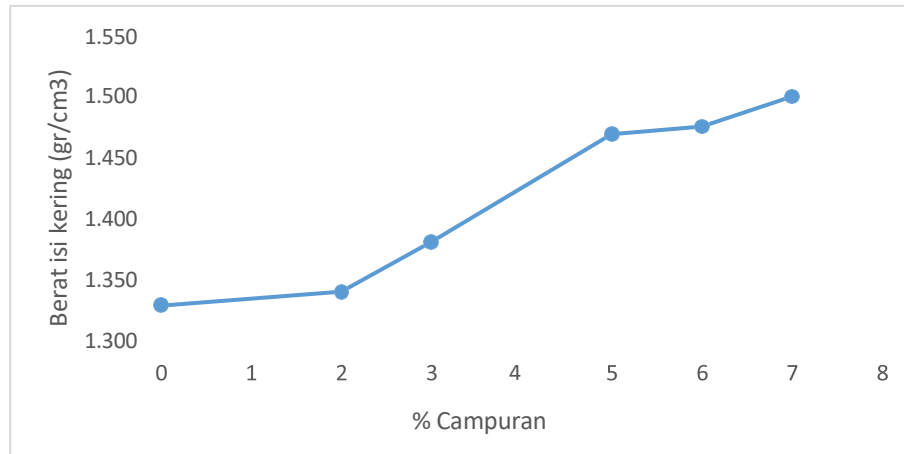
3.3.1 Uji Kepadatan Tanah

Uji kepadatan tanah dimaksudkan untuk memperoleh nilai kadar air optimum (wopt) dan berat isi kering (γ_d). Hasil uji diperoleh hubungan antara kadar air optimum dan berat isi kering maksimum. Prosedur yang digunakan dalam pengujian ini adalah SNI 1742:2008 tentang cara uji kepadatan ringan untuk tanah. Dibutuhkan 5 kali pengujian untuk setiap sampel tanah sehingga total benda uji yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah 30 buah benda uji. Hubungan antara prosentase penambahan belerang dengan nilai kadar air tanah pada pengujian standar proctor dapat dilihat pada grafik 1.1 berikut:



Grafik 1. Hubungan antara kadar air dengan prosentase campuran belerang

Dari grafik hubungan antara kadar air dengan prosentase campuran belerang diatas, dapat diketahui bahwa kadar air tanah terus mengalami penurunan dari kadar air tanah asli seiring penambahan belerang. Hubungan antara prosentase penambahan belerang dengan nilai berat isi kering tanah pada pengujian standar proctor dapat dilihat pada grafik 2 berikut.



Grafik 2. Hubungan antara berat isi kering dengan prosentase campuran belerang

Dari grafik hubungan antara berat isi kering dengan prosentase campuran belerang diatas, dapat diketahui bahwa berat isi kering tanah terus mengalami peningkatan dari berat isi kering tanah asli seiring penambahan belerang. Hasil dari pengujian kadar air tanah tersaji pada tabel 1.3 berikut :

Tabel 3. Rekapitulasi hasil uji kepadatan tanah

Sampel	Berat isi kering (γ_d maks)	Kadar air optimum (w_{opt})
	gr/cm ³	%
A	1,329	31,57
B2	1,340	30,62
B3	1,381	30,00
B5	1,470	28,90
B6	1,475	28,46
B7	1,500	27,24

Sumber : Hasil perhitungan 2022

3.3.2 Uji Kuat Geser Tanah

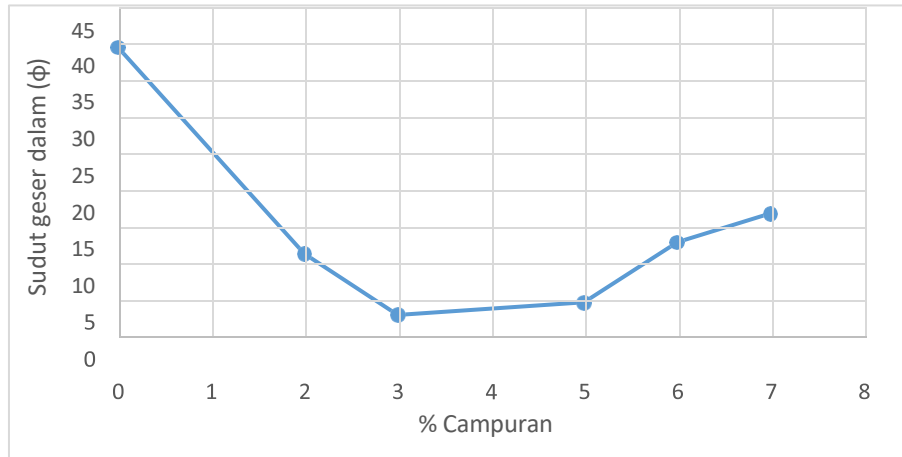
Pengujian kuat geser tanah dilakukan menggunakan alat electric direct shear test. Sebelum dilakukan pengujian kuat gesernya, sampel tanah dicetak pada ring yang sesuai dengan data kepadatan tanah yang telah dilakukan sehingga diperoleh kepadatan terbesar sesuai dengan kadar campuran belerang yang telah ditentukan. Pengujian ini mengacu pada SNI. 3420:2016 tentang metode uji kuat geser langsung tanah tidak terkonsolidasi dan tidak terdrainase.

Tabel 4. Rekapitulasi hasil uji kuat geser langsung

Benda uji	Sudut gesek intern (ϕ)	Kohesi (c)	Tegangan geser (τ)		
			$\sigma_1 = 10,08$	$\sigma_2 = 20,16$	$\sigma_3 = 40,31$
	...°	kPa	kPa	kPa	kPa
Tanah Asli + 0% belerang	42,481	24,358	29,654	48,716	59,307
Tanah Asli + 2% belerang	14,316	45,539	46,598	52,953	55,071
Tanah Asli + 3% belerang	5,999	41,303	40,244	46,598	44,480

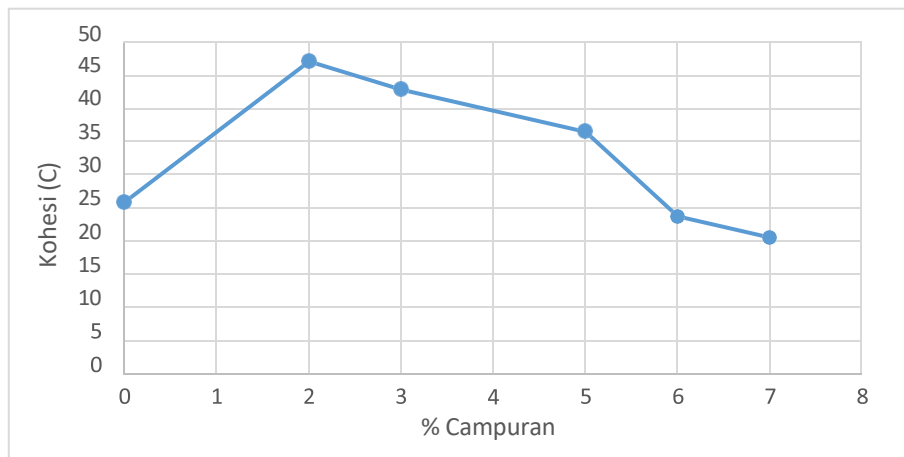
Tanah Asli + 5% belerang	7,695	34,949	36,008	38,126	40,244
Tanah Asli + 6% belerang	15,920	22,240	25,417	27,535	33,890
Tanah Asli + 7% belerang	19,813	19,063	23,299	25,417	33,890

Sumber : Hasil Analisis (2022)



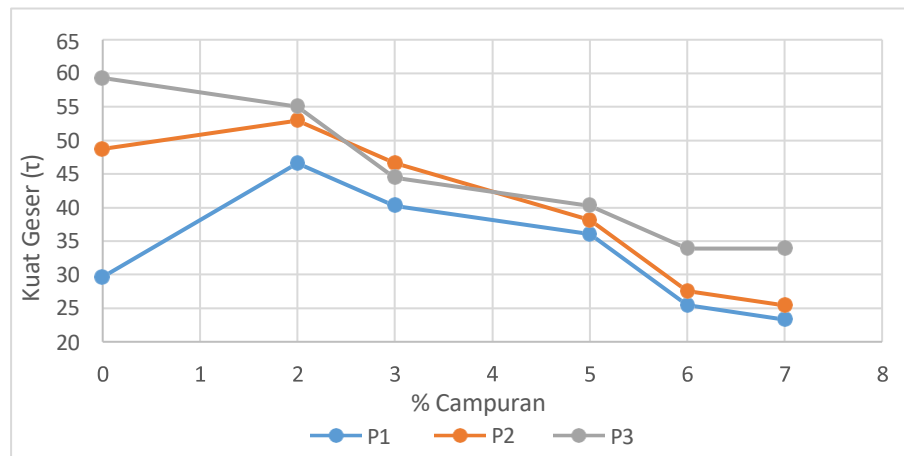
Grafik 3. Hubungan antara sudut geser dalam dengan % campuran belerang

Grafik hubungan antara sudut geser dalam dengan prosentase campuran belerang diatas memperlihatkan bahwa secara umum penambahan belerang untuk setiap variasi menurunkan nilai sudut geser dalam dibandingkan tanah asli. Sudut geser dalam terkecil terjadi pada tanah dengan campuran belerang 3% yaitu sebesar $5,998^\circ$. Hubungan antara kohesi tanah dengan prosentase campuran belerang dapat dilihat pada grafik berikut :



Grafik 4. Hubungan antara kohesi tanah dengan % campuran belerang

Grafik hubungan antara sudut geser dalam dengan prosentase campuran belerang diatas menunjukkan bahwa secara umum penambahan belerang untuk setiap jenis variasi menurunkan nilai sudut geser dalam dibandingkan tanah asli, sudut geser dalam terkecil terjadi pada tanah dengan campuran belerang 3% yaitu sebesar $5,998^\circ$. Hubungan antara kohesi tanah dengan prosentase campuran belerang dapat dilihat pada grafik berikut :



Grafik 5. Hubungan antara kuat geser tanah dengan % campuran belerang

Grafik diatas menunjukkan bahwa penambahan belerang dengan prosentase 2%, 3%, dan 5% meningkatkan nilai kohesi tanah dibandingkan tanah asli terbesar yaitu sebesar 45,539 kPa. Pada penambahan belerang dengan prosentase 6% dan 7% menurunkan nilai kohesi dari tanah asli. Peningkatan kohesi tanah terbesar terjadi pada campuran 2% dengan peningkatan sebesar 86,95%. Penurunan nilai kohesi tanah terbesar terjadi pada campuran 7% dengan penurunan sebesar 21,73%.

Grafik diatas juga memperlihatkan bahwa penambahan belerang dengan prosentase 2% meningkatkan nilai kuat geser tanah terbesar yaitu sebesar 46,598 kPa dan 52,953 kPa pada nilai σ_1 dan σ_2 . Prosentase campuran 2%, 3%, dan 5% meningkatkan kuat geser tanah asli dengan peningkatan terbesar pada prosentase 2% sebesar 57,14% dan 8,69%. Sedangkan penambahan belerang dengan prosentase 6% dan 7% menurunkan nilai kuat geser dari tanah asli. Prosentase campuran 6% dan 7% menurunkan nilai kuat geser tanah asli, dengan penurunan terbesar pada prosentase 7% sebesar 21,43% dan 47,82%. Pada nilai σ_3 kuat geser tanah mengalami penurunan pada semua prosentase campuran dengan penurunan terbesar pada prosentase 7% sebesar 42,85%.

4. SIMPULAN

Penambahan belerang 2%, 3%, dan 5% meningkatkan nilai kohesi tanah dibandingkan tanah asli, sedangkan penambahan belerang 6% dan 7% menurunkan nilai kohesi tanah. Peningkatan kohesi tanah terbesar terjadi pada campuran 2% dengan peningkatan sebesar 86,95%. Prosentase 2% meningkatkan nilai kuat geser tanah terbesar yaitu sebesar 52,953 kPa dari nilai kuat geser tanah asli 48,716 kPa.

DAFTAR PUSTAKA

- BSN. (2008). SNI 1742-2008 Cara Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah. Bandung: Badan Standarisasi Nasional. BSN. (2008). SNI 1964-2008 Cara Uji Berat Jenis Tanah. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN. (2008). SNI 1965-2008 Cara Uji Penentuan Kadar Air Untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN. (2008). SNI 1966-2008 Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN. (2008). SNI 1967-2008 Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah. Bandung: Badan Standarisasi Nasional. BSN. (2008). SNI 3422-2008 Cara Uji Penentuan Batas Susut Tanah. Bandung: Badan Standarisasi Nasional. BSN. (2015). SNI 6371-2015 Tata Cara Pengklasifikasin Tanah Untuk Keperluan Teknik Dengan Sistem Klasifikasi Unifikasi Tanah. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- BSN. (2016). SNI 3420-2016 Cara Uji Kuat Geser Langsung Tanah Tidak Terkonsolidasi dan Tidak Terdrainase. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Darwis, H. (2017), Dasar-dasar Teknik Perbaikan Tanah. Yogyakarta, Pustaka AQ.
- Das, B.M. (1991), Mekanika Tanah, Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis, Jilid I, diterjemahkan oleh: Mochtar, N. E. & Mochtar, I. B. Jakarta, Erlangga.
- Deliyanto, B., dkk. (2014), Manajemen Lahan. Edisi kedua, Jakarta, Univeritas Terbuka.

-
- Triutami, S., dkk. (2021), Pengaruh Campuran Belerang dan Semen Portland Terhadap Uji Geser Langsung dan Kuat Tekan Bebas Tanah Gambut. *Spectrum Sipil*. Vol. 8. No.2. September 2021. ISSN 1858-4896.
- Hardiyatmo, H.C. (2017), *Mekanika Tanah 1*, Edisi ketujuh, Yogyakarta, UGM Press.
- Hardiyatmo, H.C. (2018), *Mekanika Tanah 2*, Edisi keenam, Yogyakarta, UGM Press.
- Hardiyatmo, H.C. (2020), *Perbaikan Tanah*, Yogyakarta, UGM Press.
- Purnomo, S.J.E. & Soedarmo, G.D. *Mekanika Tanah 1*, (1993), Malang. Kanisius.
- Rompas, C.T. dkk. (2018), Pengaruh Belerang Terhadap Kuat Geser Tanah, *Jurnal Sipil Statik*. Vol. 6 No.10. Oktober 2018. ISSN: 2337-6732.
- Tulung, B.A., dkk. (2021), Analisis Pengaruh Penambahan Campuran Belerang dan Arang Tempurung Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung Ekspansif, *Tekno*. Vol. 19. No. 77. April 2021.
- Wardana, I.G.N. (2013), Penggunaan Belerang dan Arang Kayu Sebagai Bahan Perbaikan Tanah Dasar Konstruksi Jalan Raya. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*. Vol. 17. No. 2. Juli 2020.102433.