



PENGARUH PENGGUNAAN *FLY ASH* DAN *CHEMICAL ADDITIVE* TERHADAP DAYA DUKUNG *SOIL-CEMENT*

M. Sazili Harnawansyah¹, Mahmuda¹, Alif Muhammad Bintang², Muhammad Rizki²

¹Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya

²Program Studi D-3 Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya

bintangalifmuhammad@gmail.com.

Naskah diterima : 5 November 2022. Disetujui: 10 Juli 2023. Diterbitkan : 30 September 2023

ABSTRAK

Tanah merupakan tempat tumbuh dan berkembangnya makhluk hidup baik flora maupun fauna di muka bumi ini. Selain itu tanah juga merupakan komponen penting bagi pembangunan infrastruktur seperti jalan, bendungan, maupun bangunan lainnya. Seiring berjalannya waktu, tingkat kepadatan penduduk semakin berkembang cepat. Semakin berkembangnya jumlah penduduk, maka lahan yang tersedia semakin sedikit namun bangunan yang akan didirikan semakin banyak. Dikarenakan faktor berkurangnya lahan yang tersedia, maka bangunan yang didirikan dibuat menjulang tinggi. Semakin tinggi bangunan, maka semakin besar pula nilai daya dukung tanah yang harus menopang beban tersebut. Maka dari itu, diperlukan penelitian tentang stabilisasi tanah dengan variasi fly ash, variasi semen dan Chemical Additive agar mendapatkan nilai daya dukung tanah yang baik. Pada penelitian ini dilakukan pengujian sifat fisis dan mekanis tanah terhadap tanah lempung yang berasal dari Desa Sungai Rengit, Banyuasin dengan menambahkan variasi campuran fly ash + DIFA SS 2,5% untuk mendapatkan kadar optimum fly ash pada fly ash-soil. Setelah mendapatkan kadar optimum fly ash, maka dilakukan penambahan variasi semen + DIFA SS 2,5% untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah yang baik. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa semakin besar penambahan semen + fly ash optimum 12,5% + DIFA SS 2,5% pada soil-cement, maka nilai daya dukung tanah semakin baik.

Kata Kunci - Tanah, Stabilisasi, Bahan Tambah, Daya Dukung

ABSTRACT

Soil is a place to grow and develop living things, both flora and fauna on this earth. In addition, land is also an important component for infrastructure development such as roads, dams, and other buildings. Over time, the population density is growing rapidly. The more the population grows, the less land available but more and more buildings to be erected. Due to the reduced available land, the buildings that were erected were made soaring. The higher the building, the greater the value of the bearing capacity of the soil that must support the load. Therefore, research is needed on soil stabilization with variations of fly ash, variations of cement and Chemical Additives in order to get a good soil bearing capacity value. In this study, the physical and mechanical properties of the soil on clay from Sungai Rengit Village, Banyuasin were tested by adding a mixture of fly ash + DIFA SS 2.5 % to obtain the optimum level of fly ash in fly ash-soil. After getting the optimum level of fly ash, the addition of cement + DIFA SS 2.5% was added to get a good soil bearing capacity value. The results of this study indicate that the greater the addition of cement + optimum fly ash 12.5% + DIFA SS 2.5% in soil-cement, the better the value of the soil bearing capacity .

Keyword - Soil, Stabilization, Additives, Bearing Capacity

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanah merupakan tempat tumbuh dan berkembangnya makhluk hidup baik flora maupun fauna di muka bumi ini. Selain itu, tanah juga merupakan komponen penting bagi pembangunan infrastruktur seperti jalan, bendungan, jembatan, ataupun bangunan gedung yang ada di setiap wilayah. Tanpa adanya tanah, maka bangunan yang dirancang seindah apapun tidak akan pernah terwujud.

Seiring berjalannya waktu, tingkat kepadatan penduduk berkembang pesat. Semakin berkembangnya jumlah penduduk maka semakin besar pula kebutuhan akan sarana dan prasarana pembangunan di suatu wilayah yang berakibat semakin banyak bangunan yang berdiri kokoh di atas tanah. Hal ini membuat lahan yang tersedia semakin hari semakin sempit, maka dari itu bangunan yang didirikan dibuat menjulang tinggi dari atas tanah. Semakin tinggi bangunan yang didirikan, maka daya dukung tanah untuk menopang beban tersebut harus semakin baik.

Untuk itulah peneliti mengadakan suatu penelitian tentang stabilisasi tanah dengan menggunakan material tambahan berupa fly ash dan chemical additive yang dicampur pada soil-cement. Hasil dari pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah yang semakin baik.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mendapatkan pengaruh penggunaan *fly ash* dan DIFA *soil stabilizer* dalam stabilisasi tanah.
2. Untuk mendapatkan nilai karakteristik tanah pada daya dukung tanah terhadap kuat tekan bebas.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian pengaruh penggunaan *Fly Ash* dan *Chemical Additive* Terhadap Daya Dukung *Soil-Cement*, metode yang digunakan berupa :

2.1. Tahap Persiapan

1. Mengumpulkan data-data teori dasar
2. Mempersiapkan alat yang digunakan
3. Mempersiapkan material yang diperlukan

Material yang digunakan dalam penelitian :

- Tanah Asli diperoleh dari Desa Sungai Rengit, Banyuasin
- *Fly Ash* (Abu Terbang) yang berasal dari PT. Bukit Asam, Sumatera Selatan.
- Semen Portland Tipe I yang berasal dari Batu Raja.
- DIFA SS diambil dari PT. DIFA Mahakarya

2.2. Tahap Pengujian Material

Pengujian Sifat Fisis Material

1. Tanah Asli
 - Analisa Saringan dan Hidrometer
 - Berat Jenis Tanah
 - Kadar Air
 - Batas-batas Konsistensi
2. *Fly Ash* (Abu Terbang)
 - Analisa Saringan dan Hidrometer
 - Berat Jenis *Fly Ash*
 - Kadar Air

Pengujian Sifat Mekanis Tanah

1. Pengujian Pematatan
2. Pengujian Kuat Tekan Bebas

2.2 Tahapan Pembuatan Benda Uji

Tahapan dalam pembuatan benda uji, meliputi:

1. Penentuan campuran bahan-bahan yang digunakan
2. Pembuatan benda uji

Banyaknya benda uji sebesar 50 buah dengan cetakan silinder $V = 903,21 \text{ cm}^3$, $d = 15 \text{ cm}$, $t = 30 \text{ cm}$ pada pengujian pematatan tanah *soil-flyash* maupun *flyash-soil-cement*. Sedangkan jumlah benda uji yang digunakan pada pengujian kuat tekan bebas tanah *soil-flyash* maupun *fly ash-soil-cement* adalah sebanyak 20 buah. Benda uji ini akan dites uji kuat tekan setelah melewati pemeraman selama

5 hari. Kemudian, setelah itu, dilakukan pengujian kuat tekan bebas tanah dengan menggunakan alat mesin tekan UNC hingga didapatkan nilai daya dukung tanah dalam bentuk tabel dan kurva.

Tabel 1. Jumlah Benda Uji Pemadatan Tanah

Job Mix	Jumlah Sampel (buah)
Tanah Asli	5
Tanah + 5% Abu Terbang	5
Tanah + 10% Abu Terbang	5
Tanah + 15% Abu Terbang	5
Tanah + 20% Abu Terbang	5
Tanah + 12,5% Abu Terbang Optimum + 5% Semen	5
Tanah + 12,5% Abu Terbang Optimum + 7,5% Semen	5
Tanah + 12,5% Abu Terbang + 10% Semen	5
Tanah + 12,5% Abu Terbang + 12,5% Semen	5
Tanah + 12,5% Abu Terbang Optimum + 15%Semen	5
Total Benda Uji Pemadatan Tanah	50 buah

Tabel 2. Jumlah Benda Uji Kuat Tekan Bebas Tanah

Job Mix	Jumlah Sampel (buah)
Tanah Asli	2
Tanah + 5% Abu Terbang	2
Tanah+10% Abu Terbang	2
Tanah+15% Abu Terbang	2
Tanah+20% Abu Terbang	2
Tanah + 12,5% Abu Terbang Optimum + 5% Semen	2
Tanah + 12,5% Abu Terbang Optimum + 7,5% Semen	2
Tanah + 12,5% Abu Terbang Optimum + 10% Semen	2
Tanah + 12,5% Abu Terbang Optimum + 12,5% Semen	2
Tanah + 12,5% Abu Terbang Optimum + 15%Semen	2
Total Benda Uji Kuat Tekan Bebas Tanah	20 buah

2.4 Tahap Pengujian Benda Uji

Langkah-langkah :

1. Benda Uji yang telah dipadatkan menggunakan alat pemadat tanah (*Compactor*), selanjutnya ditimbang berat tanah + cetakan untuk mencari berat isi tanah.
2. Kemudian benda uji dikeluarkan dari cetakan dan ditunglah kadar airnya. Selanjutnya, kumpulkan data-data hasil uji pemadatan.
3. Setelah melalui tahap uji pemadatan, benda uji dicetak kembali dengan menggunakan cetakan silinder untuk dilakukan pengujian kuat tekan bebas tanah.
4. Kemudian benda uji dibungkus dengan menggunakan plastik dan didiamkan selama 5 hari sebelum tahap pengujian benda uji
5. Setelah 5 hari pemeraman, maka benda uji siap untuk dilakukan pengujian.
6. Nyalakan mesin UNC dengan komputernya. Setelah itu, input data pengujian yang akan dilakukan
7. Setelah itu, taruh benda uji tepat diatas mesin kuat tekan bebas tanah. Tambahkan pembebanan diatasnya. Pastikan data dan langkah yang diuji sesuai dengan prosedur pengujian.
8. Lakukanlah pengujian kemudian kumpulkan data untuk dianalisis mengenai pengaruh penggunaan *fly ash* dan *chemical additive* terhadap daya dukung *soil-cement*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Rekapitulasi Data Hasil Pengujian Sifat Fisis Tanah

Rekapitulasi hasil pengujian tanah asli dapat dilihat pada Tabel 3.

Dari hasil pengujian tanah asli diperoleh nilai LL=82,63%, PL=39,15%, dan IP=42,85%. Menurut AASHTO, tanah asli tergolong kedalam jenis tanah A-7-5 yang merupakan jenis tanah lempung bersifat sedang sampai buruk dan menurut USCS, tanah tersebut tergolong jenis C-H yaitu tanah lempung berplastisitas tinggi

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Tanah Asli

Indeks Properties	Tanah Asli	Satuan
Nilai (Gs)	2,74	-
Tak tertahan Saringan NO.10 (2,0 mm)	86,66	%
Tak Tertahan Saringan NO. 40 (0,425 mm)	84,46	%
Tak tertahan Saringan NO.200 (0,075 mm)	82,68	%
Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>)	82,63	%
Batas Plastis (<i>Plastic Limit</i>)	39,15	%
Indeks Plastisitas (IP)	42,85	%
Pembagian Jenis Tanah (USCS)	C-H	-
Golongan Tanah (AASHTO)	A-7-5	-
Wopt	19,54	%
Ydmax	1,695	gr/cm ³
Kuat Tekan Bebas 5 hari	123,564	kPa

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Asli

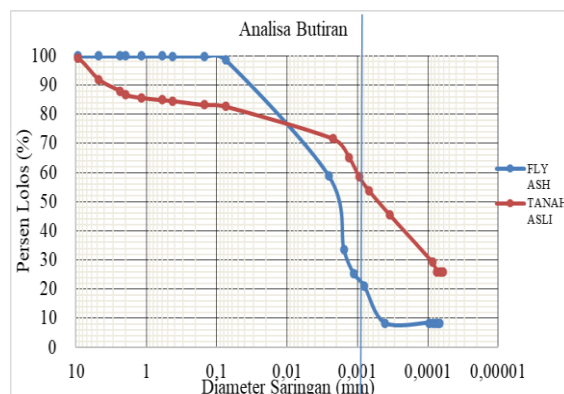
NO. Cawan	1	Satuan
B. Cawan + Tanah Basah	227,31	gr
B. cawan + Tanah Kering	214,26	gr
Berat Air	13,05	gr
Berat Cawan	21,19	gr
Berat Tanah Kering	193,07	gr
Kadar Air, w	6,76	%

Tabel 5. Data Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah (*Spesific Gravity*)

NO.	Komposisi	Berat Jenis
1.	Tanah Asli	2,74
2.	Fly Ash	2,41

Data Hasil Pengujian Analisa Saringan dan Hidrometer dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan gambar 1. Data Hasil Pengujian Analisa Saringan dan Hidrometer menunjukkan bahwa butiran *fly ash* lebih banyak lolos dibandingkan dengan tanah asli pada analisa saringan sedangkan pada analisa hidrometer, butiran *fly ash* lebih banyak tertahan dibandingkan dengan butiran tanah asli.



Gambar 1. Data Hasil Pengujian Analisa Saringan dan Hidrometer

Tabel 6. Batas-batas Konsistensi (*Atterberg Limit*)

Komposisi	Tanah Lempung
Batas Cair (%)	82,63
Batas Plastis (%)	39,15
Indeks Plastisitas (%)	42,85
Klasifikasi USCS	C-H
Klasifikasi AASHTO	A-7-5
Kondisi Tanah	Bergradasi sedang sampai buruk

3.2 Rekapitulasi Data Hasil Pengujian Sifat Mekanis Tanah

Rekapitulasi data hasil pengujian sifat mekanis tanah dapat dilihat pada Tabel 7.

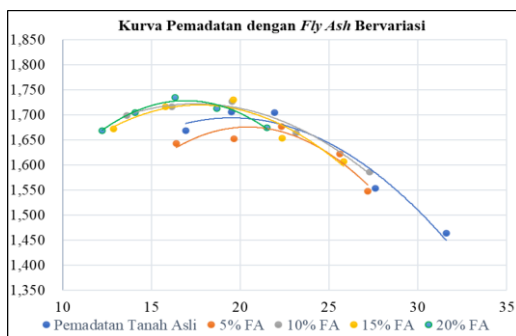
Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Pengujian Pemadatan Standar Tanah Asli dengan Campuran *Fly Ash* (Abu Terbang) Bervariasi

NO.	Komposisi	Volume Kering Maksimum (γ_d) (gr/cm ³)	Kadar Air Optimum (Wopt) (%)

1.	Tanah Lempung (Asli) + DIFA SS 2,5%	1,695	19,54
2.	Tanah + Abu Terbang 5% + DIFA SS 2,5%	1,678	20,46
3.	Tanah + Abu Terbang 10% + DIFA SS 2,5%	1,724	17,57
4.	Tanah + Abu Terbang 15% + DIFA SS 2,5%	1,719	17,66
5.	Tanah + Abu Terbang 20% + DIFA SS 2,5%	1,73	16,94

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah dengan Campuran Fly Ash (Abu Terbang) Bervariasi

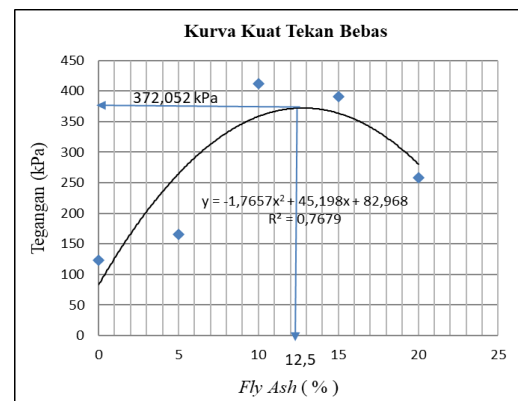
NO.	Komposisi	Nilai Daya Dukung Tanah (qu) (kPa)	Nilai Kuat Geser (Su) (kPa)
1.	Tanah Lempung (Asli) + DIFA SS 2,5%	123,564	61,782
2.	Tanah + Abu Terbang 5% + DIFA SS 2,5%	165,708	82,854
3.	Tanah + Abu Terbang 10% + DIFA SS 2,5%	412,127	206,064
4.	Tanah + Abu Terbang 15% + DIFA SS 2,5%	391,106	195,553
5.	Tanah + Abu Terbang 20% + DIFA SS 2,5%	257,973	128,987



Gambar 2. Kurva Pemadatan Tanah dengan Fly Ash (Abu Terbang) Bervariasi

Pada gambar 2 dapat disimpulkan bahwa hubungan penambahan persentase pada bahan tambah fly ash bervariasi + DIFA Soil Stabilizer 2,5% dengan nilai volume kering maksimum dan kadar air optimum menunjukkan kenaikan nilai maksimal sampai dengan penambahan tanah + fly ash 12,5% + DIFA Soil Stabilizer 2,5%.

Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah dengan Campuran Fly Ash (Abu Terbang) Bervariasi dapat dilihat pada Tabel 8.



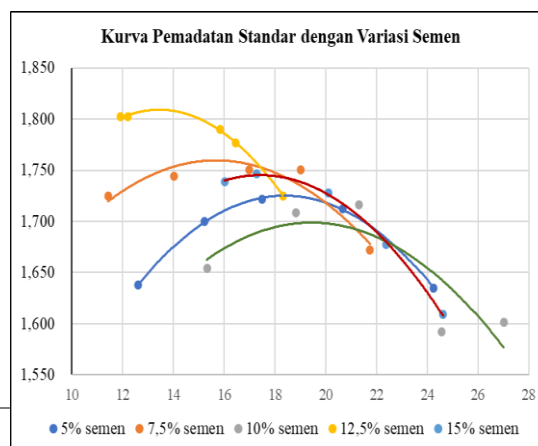
Gambar 3. Kurva Kuat Tekan Bebas Tanah dengan Fly Ash (Abu Terbang) Bervariasi

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan bebas yang dapat dilihat pada gambar 3 ini menunjukkan adanya kenaikan nilai daya dukung tanah (q_u) dan kuat geser (S_u) sampai dengan penambahan tanah + *fly ash* 12,5% + DIFA Soil Stabilizer 2,5%. Dengan demikian, kadar *fly ash* optimum sebesar 12,5%.

Tabel 9. Rekapitulasi Hasil Pengujian Pemadatan Standar Tanah dengan Campuran Semen Bervariasi

NO.	Komposisi	Volume Kering Maksimum (γ_d) (gr/cm^3)	Kadar Air Optimum (W_{opt}) (%)
1.	Tanah + Abu Terbang optimum 12,5% + Semen 5% + DIFA SS 2,5%	1,724	18,35
2.	Tanah + Abu Terbang optimum 12,5% + Semen 7,5% + DIFA SS 2,5%	1,761	15,71
3.	Tanah + Abu Terbang optimum 12,5% + Semen 10% + DIFA SS 2,5%	1,70	19,48
4.	Tanah + Abu Terbang optimum 12,5% + Semen 12,5% + DIFA SS 2,5%	1,809	13,43
5.	Tanah + Abu Terbang optimum 12,5% + Semen 15% + DIFA SS 2,5%	1,745	17,41

Pada gambar 4 dapat disimpulkan bahwa hubungan penambahan persentase pada bahan tambah *fly ash* (Abu Terbang) optimum 12,5% + semen bervariasi dengan nilai berat isi kering tanah maksimum dan kadar air optimum menunjukkan kenaikan nilai maksimum sampai dengan penambahan tanah + *fly ash* optimum 12,5% + DIFA SS 2,5%.



Gambar 4. Kurva Pemadatan Tanah dengan Semen Bervariasi

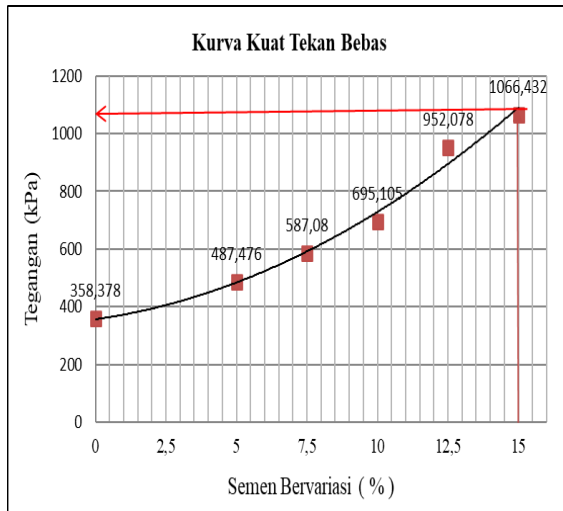
Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah dengan Campuran Semen Bervariasi dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah dengan Campuran Semen Bervariasi

NO.	Komposisi	Nilai Daya Dukung Tanah (q_u) (kPa)	Nilai Kuat Geser (S_u) (kPa)
1.	Tanah + Abu Terbang optimum 12,5% + Semen 0% + DIFA SS 2,5%	358,378	179,189
2.	Tanah + Abu Terbang optimum 12,5% + Semen 5% + DIFA SS 2,5%	487,476	243,738
3.	Tanah + Abu Terbang optimum 12,5% + Semen 7,5% + DIFA SS 2,5%	587,08	293,54
4.	Tanah + Abu Terbang optimum 12,5% + Semen 10% + DIFA SS 2,5%	695,105	347,553
5.	Tanah + Abu Terbang optimum 12,5% + Semen 12,5% + DIFA SS 2,5%	952,078	476,039

6.	Tanah + Abu Terbang optimum 12,5% + Semen 15% + DIFA SS 2,5%	1066,43	533,215
----	--	---------	---------

2. Berdasarkan dari hasil data penelitian untuk pengaruh penambahan + *fly Ash* (Abu Terbang) 12,5 % optimum + semen bervariasi 5%, 7,5%, 10%, 12,5% dan 15%, bahwa semakin bertambahnya campuran semen pada tanah asli dan *fly ash* optimum 12,5%, maka semakin besar pula nilai kuat bebasnya



Gambar 5. Kurva Kuat Tekan Bebas Tanah dengan Semen Bervariasi

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan bebas yang dapat dilihat pada gambar 5 ini menunjukkan adanya kenaikan nilai daya dukung tanah (q_u) dan kuat geser (S_u) sampai dengan penambahan tanah + *fly ash* (abu terbang) optimum + Semen 15% + DIFA Soil Stabilizer 2,5%. Dengan demikian, semakin bertambahnya kadar semen pada campuran tanah, maka semakin besar pula nilai kuat tekan bebasnya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil riset, analisis dan pembahasan yang telah diujikan di Laboratorium Uji Tanah Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan dari hasil data penelitian bahwa pengaruh penambahan *fly Ash* (Abu Terbang) bervariasi 5%, 10%, 15% dan 20% + DIFA SS 2,5% untuk nilai optimumnya berada di Tanah Asli + *fly Ash* 12,5% + DIFA SS 2,5 % dengan nilai kadar air optimum sebesar 17,41% dan nilai kuat tekan bebas 372,052 kPa.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Laporan Akhir ini. Alhamdulillah. Shollu'alan Nabiy Muhammad.

Daftar Pustaka

- [1] Muqorrobin, A.H., dkk.(2018). Penelitian Uji Tanah. Stabilisasi Tanah Lempung Organik Menggunakan Semen dan DIFA Soil Stabilizer, 8.
- [2] Suritno, A., Marzuko, A.(2017). Penelitian Uji Tanah. Pengaruh Stabilisasi Kimiawi pada Tanah Gambut di Daerah Rawa Pening dengan Bahan Aditif DIFA dan Kapur Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR), 8.
- [3] Andriani, dkk. (2012). Penelitian Uji Tanah. Pengaruh Penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit Terhadap Nilai CBR Tanah, 7.
- [4] Endriani, R. (2018). ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. The Influences of Addition Palm Shell Ash to Mineralogy and Physical Properties of Clay Soil, 1518-1522.
- [5] Hardiyatmo, H. C. (2002). Mekanika Tanah 1. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [6] Lubis, K. (2017). Penelitian Uji Tanah. Analisa Perkuatan Tanah dengan Menggunakan Semen Sebagai Bahan Tambahan dalam Meningkatkan Nilai CBR pada Tanah Lempung, 8.

- [7] Yuhnardo, L., Muflih, R.A. (2021). Penelitian Uji Tanah. Pemanfaatan Bottom Ash dan DIFA Soil Stabilizer Terhadap Daya Dukung Lapisan Tanah Semen, 9.
- [8] MAHAKARYA, P. D. (2018). Persentasi DIFA SS . Yogyakarta: PT DIFA MAHAKARYA.
- [9] Nasional, B. S. (2008). SNI 3423:2008 Cara Uji Analisis Butir Tanah. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- [10] Nasional, B. S. (2009). SNI 03-1742-1989 Cara Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- [11] Nasional, B. S. (2012). SNI 3638:2012 Metode Uji Kuat Tekan-Bebas Tanah Kohesif. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- [12] Hashifah, N., Nurdhani, M.A.A. (2019). Penelitian Uji Tanah. Pengaruh Penambahan DIFA Soil Stabilizer Terhadap Stabilitas Tanah Lempung, 8.
- [13] (Nasional, SNI 1967:2008 Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah, 2008)