

## Pengaruh Penambahan $\text{Na}_2\text{CO}_3$ Terhadap Konsistensi Dan Kuat Geser Pada Tanah Lempung

**Renaldi Z\*, Syahrul Sariman, Arman Setiawan**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

E-mail: renaldizaenuddin7@gmail.com

### Artikel info

#### Artikel history:

Diterima: 02-12-2023

Direvisi: 20-04-2024

Disetujui: 30-05-2024

**Abstract.** *Clay soils in general can be said to have a low carrying capacity. Therefore, it needs to be treated if it will be used as a construction base. This study aims to determine the effect of adding  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (sodium carbonate) on the consistency and shear strength in clay soils. This study was conducted by preparing a mixture of various concentrations of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , namely 0.4%, 0.6%, 0.8% and 1.0%, which were added to clay soil samples, which is added to clay soil samples. Consistency testing using the Atterberg limit test (Casagrande Stone). The results showed that the addition of  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  had an influence on the consistency of clay soil. In the shear strength test, there are values of cohesion, shear angle and shear strength, where the percentage of mixture increases. So that in this test the optimum shear strength value can be obtained on a mixture of 1%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  soil.*

**Abstrak.** Tanah lempung secara umum dapat dikatakan mempunyai daya dukung yang rendah. Oleh sebab itu perlu diberi perlakuan bila akan digunakan sebagai digunakan sebagai dasar konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (natrium karbonat) terhadap konsistensi dan kuat geser pada tanah lempung. Penelitian ini dilakukan dengan mempersiapkan campuran berbagai konsentrasi  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yaitu 0.4%, 0.6%, 0.8% dan 1.0%, yang ditambahkan ke dalam sampel tanah lempung. Pengujian konsistensi menggunakan uji batas Atterberg (Batu Casagrande). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  memiliki pengaruh terhadap konsistensi tanah lempung. Pada pengujian kuat geser terdapat nilai kohesi, sudut geser dan kuat geser, dimana persentase campuran mengalami peningkatan. Sehingga pada pengujian ini di dapat nilai kuat geser optimum pada tanah campuran 1%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

#### Keywords:

Natrium Karbonat;

Tanah Lempung;

Kuat Geser

#### Corresponden author:

Email: renaldizaenuddin7@gmail.com



artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi CC BY -4.0

## 1. PENDAHULUAN

Tanah merupakan material dasar yang sangat penting karena merupakan dasar dimana struktur akan didirikan seperti pondasi bangunan, jalan raya, bendungan, tanggul dan lain-lain. Kerusakan yang terjadi pada jalan dan gedung, seperti terangkat atau turunnya suatu pondasi, keretakan dinding bangunan, dan bergelombangnya permukaan jalan, disebabkan oleh permasalahan pada tanah yang ada di bawah struktur suatu bangunan. Permasalahan tanah ini tidak hanya terbatas pada penurunan saja tetapi mencakup secara menyeluruh, seperti penyusutan dan pengembangan tanah. Oleh karena itu sifat teknis yang berkaitan dengan tanah dasar harus diperhatikan agar suatu struktur yang dibangun di atasnya dapat stabil terhadap pengaruh tanah. Beberapa jenis tanah memerlukan penanganan khusus untuk dapat dijadikan sebagai dasar konstruksi, salah satunya adalah tanah lempung. Tanah lempung merupakan tanah lunak yang memiliki sifat-sifat yang buruk dan di sebagian besar wilayah Indonesia diliputi tanah lempung yang dimana dengan mudah menyerap air dalam jumlah yang banyak sehingga tanah ini mempunyai kepekaan terhadap pengaruh air yang sangat mudah mengembang, sehingga diperlukan penanganan khusus untuk menanggulangi masalah-masalah yang nantinya akan timbul apabila bangunan atau jalan terletak di atas tanah lempung. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk memperbaiki kondisi tanah sebelum dilakukannya proses konstruksi dengan menambah stabilitas tanah itu sendiri dengan tujuan meningkatkan daya dukung tanah yang ditunjukkan dengan nilai Kuat Geser. Nilai Kuat Geser tersebut akan berbanding lurus dengan daya dukungnya, artinya semakin tinggi nilai Kuat Geser, maka semakin tinggi pula daya dukung tanah dasar.

Lempung merupakan tanah berbutir halus koloidal yang tersusun dari mineral-mineral yang dapat mengembang. Tanah lempung memiliki sifat khusus yaitu kapasitas pertukaran ion yang tinggi yang mengakibatkan lempung memiliki potensi pengembangan yang cukup tinggi apabila terjadi perubahan kadar air. Tanah lempung mengembang ketika kadar air bertambah dari nilai referensinya. Sebaliknya, akan menyusut ketika kadar air berkurang dari nilai referensinya sampai batas susut. Dengan kata lain, lempung memiliki kepekaan yang sangat tinggi terhadap perubahan kadar air. (Das 1991). Bubuk kertas adalah hasil pemisahan serat dari bahan

baku berserat ( kayu maupun non kayu) melalui berbagai proses pembuatan ( mekanis, semikimia, kimia). Bubuk kertas terdiri dari serat-serat (selulosa dan hemiselulosa) sebagai bahan baku kertas. Proses pembuatan bubuk kertas diantaranya dilakukan dengan proses mekanis, kimia, dan semikimia. Prinsip pembuatan bubuk kertas secara mekanis yakni dengan pengikisan dengan menggunakan alat seperti gerinda. Proses mekanis yang biasa dikenal di antaranya PGW (Pine GroundWood), SGW (Semi Groundwood). Proses semikimia merupakan kombinasi antara mekanis dan kimia. Yang termasuk kedalam proses ini di antaranya CTMP (Chemi Thermo Mechanical Pulping) dengan memanfaatkan suhu untuk mendegradasi lignin (Zat Kayu) sehingga diperoleh bubuk kertas yang memiliki rendemen (Reaksi Kimia) yang lebih rendah dengan kualitas yang lebih baik daripada bubuk kertas dengan proses mekanis. Proses pembuatan bubuk kertas atau pulp dengan proses kimia dikenal dengan sebutan proses kraft (Proses sulfat). Disebut kraft karena bubuk kertas atau pulp yang dihasilkan dari proses ini memiliki kekuatan lebih tinggi daripada proses mekanis dan semikimia, akan tetapi rendemen yang dihasilkan lebih kecil di antara keduanya karena komponen yang terdegradasi lebih banyak. Batu kapur (Batu Gamping) merupakan batuan sedimen organik yang terbentuk dari akumulasi cangkang, karang, alga, dan pecahan-pecahan sisa organisme. Batuan ini juga dapat menjadi batuan sedimen kimia yang terbentuk oleh pengendapan kalsium karbonat dari air danau atau pun air laut. Kandungan kalsium karbonat dari batu gamping memberikan sifat fisik yang sering digunakan untuk mengidentifikasi batuan ini. Biasanya identifikasi batu gamping dilakukan dengan meneteskan 5% asam klorida (HCL), jika bereaksi maka dapat dipastikan batuan tersebut adalah batugamping.

Penelitian ini menggunakan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sebagai bahan stabilisasi. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sendiri merupakan salah satu material dasar yang paling banyak digunakan, didapatkan dari abu sintesis yang dibuat dari Natrium Klorida melalui proses Solvay atau proses yang sejenis. Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> banyak di manfaatkan dalam bidang industry kaca, obat-obatan, bahan makanan, deterjen, industri kertas, industri tekstil dan juga salah satu bahan stabilisasi yang tergolong ekonomis karena harganya yang relatif terjangkau. Tujuan Penelitian dari penelitian ini untuk menganalisis bahwa sampel tanah yang diteliti adalah tanah lempung. Serta untuk memperoleh nilai konsistensi dan kuat geser pada tanah lempung yang distabilisasikan dengan pemanfaatan zat kimia yaitu Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan desain penelitian eksperimental murni yang dilakukan di laboratorium untuk memberikan suatu gambaran mengenai pengaruh penggantian bahan tambah Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Adapun ruang lingkup penelitian ini yaitu Melakukan pengujian karakteristik tanah lempung, Pengujian konsistensi dan kuat geser pada campuran Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan tanah lempung, Analisis hasil dari pengujian. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Variabel terikatnya adalah konsistensi dan kuat geser. Jumlah dan notasi sampel pengujian kuat tekan bebas dan kuat geser

**Tabel 1.** Jumlah sampel pengujian kuat geser dan kuat tekan bebas

No	Jenis Percobaan	Material dan Komposisi Campuran	Kode Sampel
1	Pembuktian tanah lempung	Tanah asli (tanah lempung)	TA
		Tanah + 0% Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	LN
2	Konsistensi	Tanah + 0,4% Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	LN0,4
		Tanah + 0,6% Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	LN0,6
		Tanah + 0,8% Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	LN0,8
		Tanah + 1% Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	LN1
		Tanah + 0% Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	LN
3	Kuat Geser	Tanah + 0,4% Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	LN0,4
		Tanah + 0,6% Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	LN0,6
		Tanah + 0,8% Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	LN0,8
		Tanah + 1% Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	LN1
		Tanah + 0% Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	LN

Data yang digunakan yaitu analisis terhadap data hasil uji di laboratorium, melakukan analisis bahwa tanah yang diuji memenuhi syarat karakteristik tanah Lempung. Pengujian dan analisis yang dilakukuan meliputi gradasi ukuran butir, pengujian batas cair dan batas plastis, kadar mineral yang lolos saringan no. 200 dan angka aktivitas.

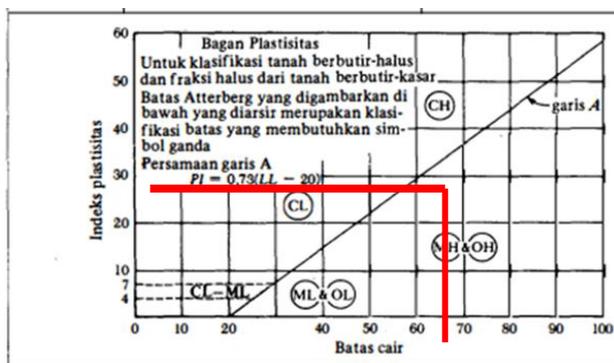
- Pengaruh variasi penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> pada tanah lempung terhadap nilai kohesi
- Pengaruh variasi penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> pada tanah lempung terhadap nilai sudut geser
- Pengaruh variasi penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> pada tanah lempung terhadap nilai kuat geser
- Pengaruh variasi penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> pada tanah lempung terhadap nilai konsistensi

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Klasifikasi Tanah Lempung*

Berdasarkan system klasifikasi AASHTO diperoleh data presentasi lolos saringan No. 200 sebesar 82,56 % dan nilai Batas Cair (LL) sebesar 49,40 % maka sampel tanah memenuhi persyaratan minimal lolos saringan No. 200 sebesar 35 %, memiliki Batas Cair (LL) ≥ 41% dan Indeks Plastisitas > 11 %, sehingga tanah sampel dapat diklasifikasikan dalam jenis tanah A-7-6. Menurut system klasifikasi USCS, di peroleh data persentasi tanah lolos

saringan No. 200 sebesar 82,56 %, memiliki nilai Batas Cair sebesar 49,40 % dan Indeks Plastisitas sebesar 25,31 % sehingga dilakukan plot grafik penentuan klasifikasi tanah yang di tunjukkan pada Gambar 2. Dari hasil plot diperoleh tanah termasuk dalam kategori CH yaitu Lempung Anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (fat clays)



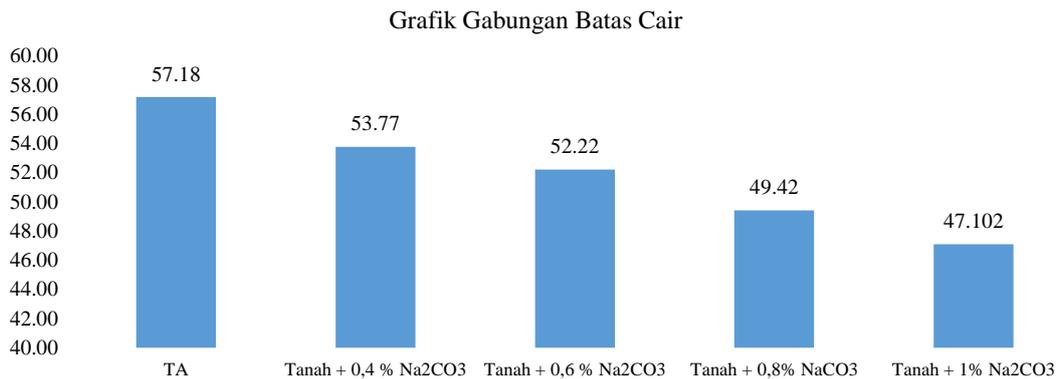
Gambar 1. Plot grafik klasifikasi USCS

**Pengaruh Penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Terhadap Konsistensi Tanah**

Hasil pengujian konsistensi variasi tanah lempung + Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0%, 0,4%, 0,6%, 0,8%, dan 1%.

a. Batas Cair

Dari pengujian batas cair variasi tanah lempung + Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0%, 0,4%, 0,6%, 0,8% dan 1% di peroleh Gambar 2. berikut.

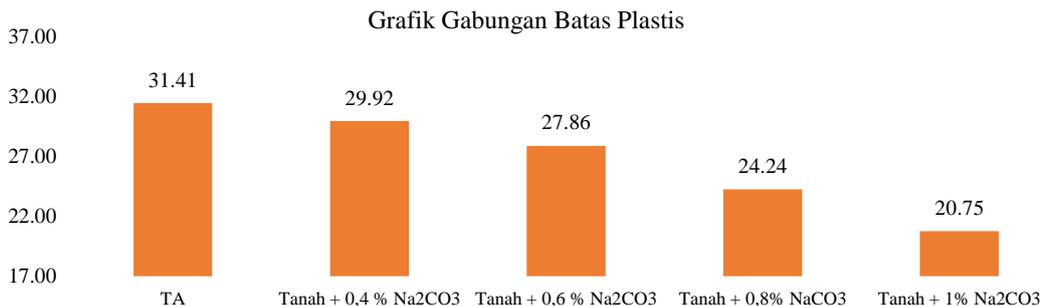


Gambar 2. Grafik Gabungan Batas Cair

Pada pengujian batas cair di peroleh nilai tanah + 0% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sebesar 48,45%, setelah penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,4% kenaikan kadar air sebanyak 5,32% dengan nilai yang diperoleh sebesar 53,77%, adapun penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,6% terjadi penurunan sebanyak 1,55% dengan nilai yang dipeperoleh sebesar 52,22%, dan penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,8% terjadi penurunan sebanyak 2,8% dengan nilai yang diperoleh sebesar 49,42%. Untuk penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% terjadi penurunan sebanyak 2,32% dengan nilai yang diperoleh 47,10%.

b. Batas Plastis

Dari pengujian batas plastis variasi tanah lempung + Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0%, 0,4%, 0,6%, 0,8% dan 1% di peroleh Gambar 3. berikut.

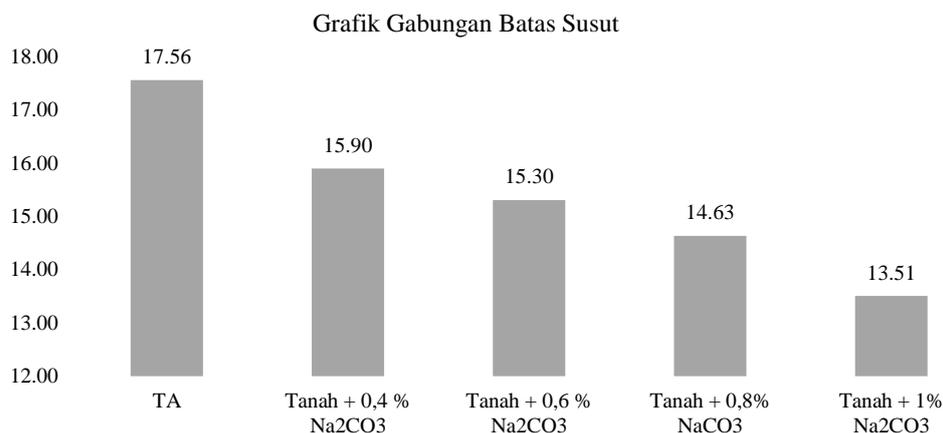


Gambar 3 Grafik Gabungan Batas Plastis

Pada pengujian batas plastis di peroleh nilai tanah + 0% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sebesar 24,09%, setelah penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,4% kenaikan kadar air sebanyak 5,83% dengan nilai yang diperoleh sebesar 29,92%, adapun penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,6% terjadi penurunan sebanyak 2,06% dengan nilai yang dipeeroleh sebesar 27,86%, dan penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,8% terjadi penurunan sebanyak 3,62% dengan nilai yang diperoleh sebesar 24,24%. Untuk penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% terjadi penurunan sebanyak 3,49% dengan nilai yang diperoleh 20,75%.

c. Batas Susut

Dari pengujian batas susut variasi tanah lempung + Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0%, 0,4%, 0,6%, 0,8% dan 1% di peroleh grafik seperti berikut.

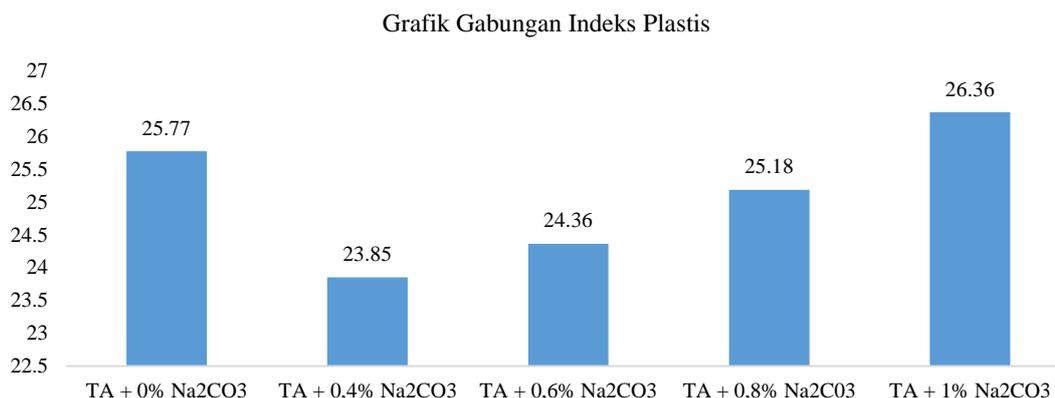


**Gambar 4.** Grafik Gabungan Batas Susut

Pada pengujian batas susut di peroleh nilai tanah + 0% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sebesar 19,15%, setelah penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,4% penurunan kadar air sebanyak 3,25% dengan nilai yang diperoleh sebesar 15,90%, adapun penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,6% terjadi penurunan sebanyak 0,6% dengan nilai yang dipeeroleh sebesar 15,30%, dan penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,8% terjadi penurunan sebanyak 0,67% dengan nilai yang diperoleh sebesar 14,63%. Untuk penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% terjadi penurunan sebanyak 1,12% dengan nilai yang diperoleh 13,51%.

d. Indeks Plastis

Dari pengujian batas susut variasi tanah lempung + Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0%, 0,4%, 0,6%, 0,8% dan 1% di peroleh grafik seperti berikut.



**Gambar 5.** Grafik Gabungan Indeks Plastis

Pada pengujian batas susut di peroleh nilai tanah + 0% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sebesar 25,31%, setelah penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,4% penurunan kadar air sebanyak 3,46% dengan nilai yang diperoleh sebesar 23,85%, adapun penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,6% terjadi peningkatan sebanyak 0,51% dengan nilai yang dipeeroleh sebesar 24,36%, dan penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,8% terjadi peningkatan sebanyak 1,12% dengan nilai yang diperoleh sebesar 25,19%. Untuk penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1% terjadi peningkatan sebanyak 1,18% dengan nilai yang diperoleh 26,36%.

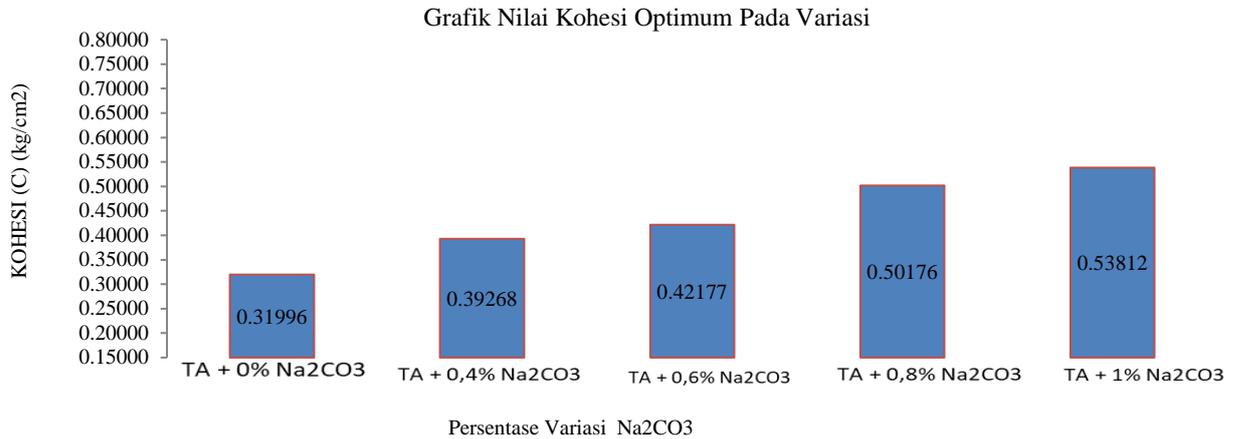
**Pengaruh Penambahan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> Terhadap Kuat Geser Tanah**

Hasil pengujian kuat geser variasi tanah lempung + Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,4%, 0,6%, 0,8%, 1%. Dapat dilihat pada Tabel 2. berikut.

**Tabel 2** Hasil Pengujian Kuat Geser

No	Notasi	Cohesi (C)	Sudut Geser ( $\Phi$ )	Kuat Geser
1	KGN 0%	0,31996	11,93	0,2112
2	KGN 0,4%	0,39268	15,73	0,3872
3	KGN 0,6 %	0,42177	17,58	0,5984
4	KGN 0,8 %	0,50176	21,17	0,6336
5	KGN 1 %	0,53812	22,90	0,8800

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2023



**Gambar 6** Grafik hubungan kohesi dengan variasi  $Na_2CO_3$

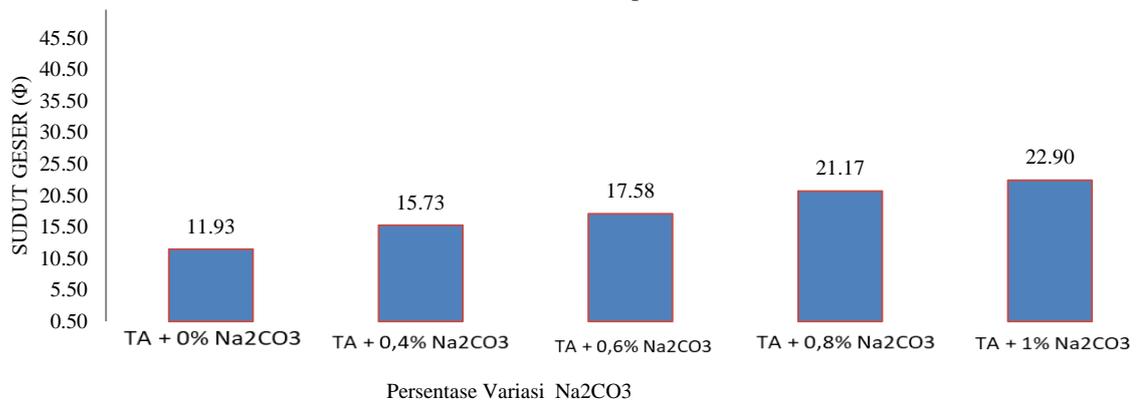
**Tabel 3** Presentase Peningkatan Kohesi

No	Notasi	Kohesi	% Peningkatan
		kN/m <sup>2</sup>	%
1	TA 0	0,31996	22,72
2	KGN 0,4	0,39268	7,41
3	KGN 0,6	0,42177	18,87
4	KGN 0,8	0,50176	7,25
5	KGN 1	0,53812	

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2023

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa hubungan nilai kohesi pada tanah asli dan pada variasi campuran 0,4%  $Na_2CO_3$ , variasi campuran 0,6%  $Na_2CO_3$  dan variasi campuran 0,8%  $Na_2CO_3$  terjadi peningkatan, sehingga nilai kohesi optimum tertapat pada variasi campuran 1%  $Na_2CO_3$ .

**Grafik Nilai Sudut Geser Optimum Pada Variasi**



**Gambar 7** Grafik hubungan sudut geser dengan variasi  $Na_2CO_3$

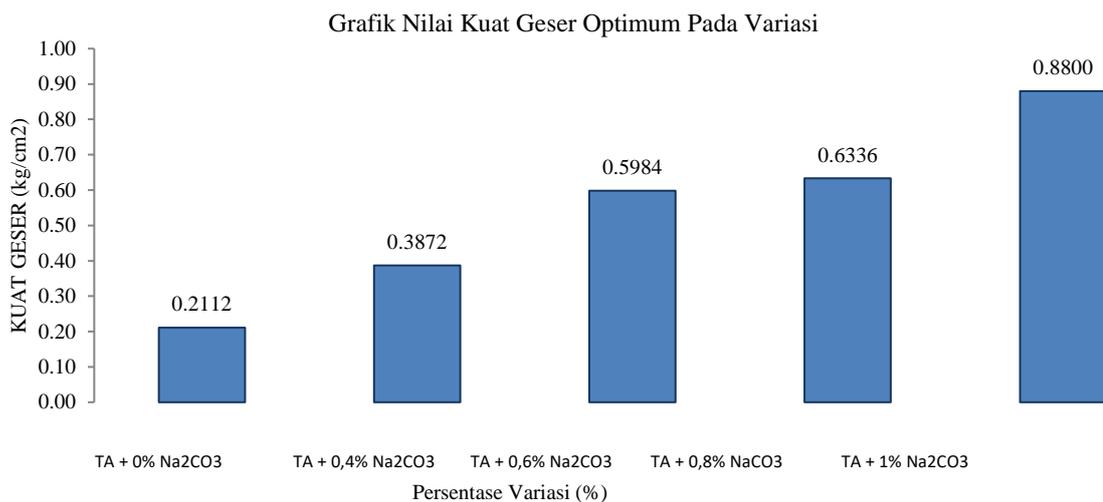
**Tabel 4** Presentase Peningkatan Sudut Geser

No	Notasi	Sudut Geser	% Peningkatan
		$\Phi$	%
1	TA 0	11,93	31,85

No	Notasi	Sudut Geser	% Peningkatan
		Φ	%
2	KGN 0,4	15,73	11,76
3	KGN 0,6	17,58	20,42
4	KGN 0,8	21,17	
5	KGN 1	22,90	8,17

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2023

Pada Gambar grafik 5 dapat dilihat bahwa hubungan sudut geser pada tanah asli dan pada variasi campuran 0,4% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, variasi campuran 0,6% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan variasi campuran 0,8% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> terjadi peningkatan, sehingga nilai sudut geser optimum tertapat pada variasi campuran 1% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>



Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2023

**Gambar 8** Grafik hubungan kuat geser dengan variasi Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

**Tabel 5** Presentase Peningkatan Kuat Geser

No	Notasi	Kuat Geser	% Peningkatan
		kN/m <sup>2</sup>	%
1	TA 0	0,2112	83,33
2	KGN 0,4	0,3972	54,55
3	KGN 0,6	0,5984	5,88
4	KGN 0,8	0,6336	
5	KGN 1	0,8800	38,89

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2023

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa hubungan kuat geser pada tanah asli dan pada variasi campuran 0,4% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, variasi campuran 0,6% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> dan variasi campuran 0,8% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> terjadi peningkatan, sehingga nilai kuat geser optimum tertapat pada variasi campuran 1% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa tanah tersebut termasuk tanah berbutir halus dengan menggunakan Sistem Klasifikasi tanah ASTM (*American Society for Testing and Materials*). Pada pengujian kuat geser terdapat nilai kohesi, sudut geser dan kuat geser, dimana persentase campuran mengalami peningkatan. Sehingga pada pengujian ini di dapat nilai kuat geser optimum pada tanah campuran 1% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sebesar. Pada pengujian konsistensi terdapat nilai batas cair, batas susut, dan batas plastis mengalami penurunan kadar air hingga variasi 1% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> pada pengujian konsistensi terdapat nilai indeks plastis mengalami peningkatan pada variasi 1% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

Anita Setyowati Srie Gunarti. (2013). Atterberg Limit Pada Tanah Lempung Yang Distabilisasikan Dengan Natrium Karbonat. Univesitas Islam 45 Bekasi, Bekasi.  
Bowles, joseph. (1989). Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. Terjemahan Johan K. Jakarta: Penerbit Erlangga.

- Braja M. Das. (1994). jilid II, Erlangga, Jakarta. Mekanika Tanah (prinsip-prinsip Rekayasa Geotekniks).
- Casagrande, A. (1948). Classification and identification of soils. Transactions of the American Society of Civil Engineers, 113(1), 901-930.
- Darwis. 2018. Dasar-Dasar Mekanika Tanah. Yogyakarta: Pena Indris.
- Das Braja M. (1988). Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1. Jakarta: Erlangga
- Hardiyatmo, H. C 2006. Mekanika Tanah I. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ratna Puri, Dhamis Tri. (2012). Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Geser tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Kapur. Skripsi thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Susanto, Irwhan Jaya (2014) Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Penurunan Konsolidasi Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Kapur. Skripsi thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.