

## Stabilisasi Pemanfaatan Garam Dapur (NaCl) Dan Serbuk Kaca (SiO<sub>2</sub>) Terhadap Kuat Geser Dan Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung

**Gustianus Kalua, Fauzy Lebang, Eka Yuniarto**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

E-mail : [gustikalua@gmail.com](mailto:gustikalua@gmail.com)

### Artikel info

#### Artikel history:

Diterima: 20-02-2023

Direvisi: 16-08-2023

Disetujui: 30-09-2023

**Abstract.** Soil is the main base surface for all construction work. But not all types of soil can be used as construction materials. If the land does not meet the requirements, then the land needs to be stabilized. In this study, kitchen salt (NaCl) and glass powder (SiO<sub>2</sub>) which passed the 200 filter were used as clay soil improvement materials. This study aims to determine the effect of the addition of table salt (NaCl) on the shear strength and free compressive strength of clay mixed with glass powder waste (SiO<sub>2</sub>) with certain levels of 0%, 3%, 9%, 15% on the strength test. Shearing performed with the addition of 10% table salt plus glass powder 0%, 3%, 9%, and 15% obtained cohesion values of 0.5170, 0.6971, 0.4123, and 0.3373, while the shear angle values obtained were 27.34, 34.88, 22.41, 18.64, while the shear strength values obtained are 1.5079, 2.0332, 1.2025, and 0.9838. While in the compressive strength test, the average qiu value is 0.324, 0.378, 0.268, and 0.253.

**Abstrak.** Tanah merupakan permukaan dasar yang utama bagi semua pekerjaan konstruksi. Tetapi tidak semua jenis tanah dapat digunakan sebagai bahan konstruksi. Apabila tanah tersebut tidak memenuhi persyaratan, maka tanah tersebut perlu distabilisasi. Dalam penelitian ini digunakan bahan Garam Dapur (NaCl) dan Serbuk Kaca (SiO<sub>2</sub>) yang lolos saringan 200 sebagai bahan perbaikan tanah lempung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan garam dapur (NaCl) terhadap kuat geser dan kuat tekan bebas pada tanah lempung yang dicampur dengan pecahan limbah serbuk kaca (SiO<sub>2</sub>) dengan kadar tertentu yaitu 0%, 3%, 9%, 15% pada pengujian kuat geser yang dilakukan dengan penambahan garam dapur 10% ditambah serbuk kaca 0%, 3%, 9%, dan 15% diperoleh nilai kohesi 0,5170, 0,6971, 0,4123, dan 0,3373, sedangkan nilai sudut geser diperoleh nilai 27,34, 34,88, 22,41, 18,64, adapun nilai kuat geser diperoleh nilai 1,5079, 2,0332, 1,2025, dan 0,9838. Sedangkan pada pengujian kuat tekan diperoleh nilai qiu rata 0,324, 0,378, 0,268, dan 0,253.

#### Keywords:

NaCl Mixture; Glass Powder; Shear Strength; Free Compressive Strength

#### Corresponden author:

Email: [gustikalua@gmail.com](mailto:gustikalua@gmail.com)



artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi CC BY -4.0

## 1. PENDAHULUAN

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. Sifat tanah lempung yang plastis membuat tanah ini mengembang dan menyusut, permukaan air tanah meningkat tinggi pada waktu musim hujan dan tanah merkah pada waktu musim kemarau, sehingga apabila ada struktur atau infrastruktur bangunan diatas tanah tersebut, dapat dipastikan bangunan tersebut akan mengalami retak pada dindingnya atau mengalami penurunan, dan yang paling terjadi adalah retakan plat lantai dan penurunan badan jalan. Stabilitas tanah merupakan perbaikan tanah yang memungkinkan tanah tersebut menjadi lebih baik. Salah satu metode perbaikan adalah dengan menambahkan bahan pencampuran kimiawi seperti garam dapur (NaCl) dan serbuk kaca (SiO<sub>2</sub>). Pemilihan garam dapur beriodium (NaCl) dikarenakan NaCl dapat menambah gaya kohesi antar partikel sehingga ikatan partikel menjadi lebih rapat. Sedangkan serbuk kaca ( ) berlangsung lambat dan menyebabkan tanah lebih keras, lebih padat, dan lebih stabil. Dimana serbuk kaca mengandung unsur kimia seperti Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO dan MgO akan diserap oleh permukaan butiran lempung yang memiliki kandungan yang berbentuk halus dan bermuatan negatif. Stabilisasi tanah adalah usaha untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang ada, sehingga didapatkan sifat-sifat tanah yang memenuhi syarat-syarat teknis untuk lokasi konstruksi bangunan. Tujuan lain dari stabilisasi tanah ini yaitu untuk memperbaiki kondisi tanah tersebut, kemudian mengambil tindakan yang tepat terhadap masalah-masalah yang dihadapi.

Gerakan Brown adalah gerakan partikel-partikel koloid yang senantiasa bergerak lurus, tetapi tidak menentu (gerak acak/gerak beraturan). Jika kita amati koloid di bawah mikroskop ultra, maka kita akan melihat

bahwa partikel-partikel tersebut akan bergerak membentuk zig-zag. Pergerakan zig-zag ini dinamakan gerak Brown.

Struktur garam meliputi anion di tengah dan kation menempati pada rongga octahedral. Larutan garam merupakan suatu elektrolit, yang mempunyai gerakan brown dipermukaan yang lebih besar dari gerakan brown pada air murni, sehingga bisa menurunkan air dan larutan ini menambah gaya kohesi antar partikel sehingga ikatan partikel menjadi lebih rapat (Bowles, 1984), selain itu larutan ini bisa memudahkan didalam memadatkan tanah (Ingles dan Metcalf, 1972).

Kaca adalah salah satu produk industri kimia yang merupakan gabungan dari berbagai oksida anorganik yang tidak mudah menguap, yang dihasilkan dari dekomposisi dan peleburan senyawa alkali dan alkali tanah, pasir serta berbagai penyusun lainnya (Dian, 2011 dalam Wibowo, 2013). Penggunaan Kaca dalam Bidang Konstruksi Kaca adalah salah satu produk industri kimia yang paling akrab dengan kehidupan kita sehari-hari. Dipandang dari segi fisika, kaca merupakan zat cair yang sangat dingin. Disebut demikian karena struktur partikel-partikel penyusunnya yang saling berjauhan seperti dalam zat cair, namun kaca sendiri berwujud padat. Ini terjadi akibat proses pendinginan (cooling) yang sangat cepat, sehingga partikel-partikel silika tidak sempat menyusun diri secara teratur. Kaca merupakan hasil penguraian senyawa-senyawa organik yang mana telah mengalami pendinginan tanpa kristalisasi. Unsur pokok dari kaca adalah silika (Setiawan, 2006). Kaca memiliki sifat-sifat yang khas dibanding dengan golongan keramik lainnya. Sifat sifat kaca ini terutama dipengaruhi oleh keunikan silica ( $\text{SiO}_2$ ) dan proses pembentukannya.

Karena itulah kaca banyak dipakai untuk peralatan laboratorium. Kaca merupakan benda yang sangat sering kita jumpai dan kita gunakan sehari-hari, sehingga sangat banyak sekali limbah bekas dari kaca, limbah kaca juga sudah sangat banyak di daur ulang untuk keperluan komersil baik untuk produk- produk makanan, minuman dan produk lainnya. Namun apabila kaca yang kita jumpai sudah tidak dalam keadaan utuh lagi misalnya saja, pecahan dari kaca botol, kaca jendela, gelas, kaca mobil, kaca aquarium dan lainnya, membuat proses daur ulang dari benda ini akan sangat sulit, dan bahkan bekas dari pecahan ini akan dibuat begitu saja.

Berdasarkan kondisi tersebut. maka dicoba untuk melakukan penelitian untuk memanfaatkan limbah tersebut menjadi bahan yang bermanfaat di bidang konstruksi dalam hal ini sebagai bahan stabilisasi tanah lempung. Selain itu kaca yang juga mengandung silika (sebagai perekat) diharapkan dapat membantu proses stabilisasi dari sampel tanah lempung yang akan diuji. Dimana serbuk dari kaca yang digunakan dalam penelitian ini harus sudah lolos ayakan no.200.

Dalam penelitian ini Uji kuat tekan bebas (Unconfined Compression Test) merupakan cara yang dilakukan di laboratorium untuk menghitung kekuatan geser tanah. Uji kuat ini mengukur seberapa kuat tanah mengukur kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya juga mengukur regangan tanah akibat tekanan tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan garam dapur ( $\text{NaCl}$ ) terhadap kuat geser dan kuat tekan bebas pada tanah lempung yang dicampur dengan pecahan limbah serbuk kaca ( $\text{SiO}_2$ ) dengan kadar tertentu.

## **2. METODE PENELITIAN**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa. Bahan-bahan untuk pembuatan benda uji adalah tanah dengan kategori lempung. Serbuk kaca yang merupakan limbah dari bengkel mobil serta bahan kimia garam dapur. Uji fisis dan mekanis tanah, pembuatan benda uji, dan uji mekanis benda uji di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Bosowa, di Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Adapun waktu penelitian mengacu pada interval dan durasi yang telah ditetapkan berdasarkan standar pengujian yang digunakan.

Pengumpulan data dilakukan pada bahan-bahan yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji. Yang pertama dilakukan adalah pemilihan bahan dengan melihat ciri-cirinya secara visual, selanjutnya menguji karakteristik bahan-bahan tersebut untuk memastikan kesesuaiannya dengan karakteristik bahan-bahan yang dibutuhkan.

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah untuk:

- a) Menganalisis pengaruh variasi serbuk kaca dan garam dapur pada proses stabilisasi tanah.
- b) Menganalisis perilaku tanah lempung dengan bahan tambah serbuk kaca yang distabilisasi dengan garam dapur terhadap uji kuat tekan bebas dan uji kuat geser langsung.

Data karakteristik dari setiap bahan merupakan variabel-variabel yang akan dianalisis sebagai landasan untuk mengukur hasil penelitian berdasarkan data pengujian benda uji, kemudian dijadikan dasar dalam mengambil kesimpulan.

Sebagaimana judul penelitian ini adalah “Stabilisasi Pemanfaatan Garam Dapur ( $\text{NaCl}$ ) dan Serbuk Kaca ( $\text{SiO}_2$ ) Terhadap kuat geser dan kuat tekan bebas tanah lempung” maka variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- Variabel bebas ( serbuk kaca)
- Variabel terikat (garam dapur)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### *Klasifikasi Tanah Asli AASHTO (American Association Of State Highway And Transportation Officials)*

Untuk mengklasifikasikan tanah yang diuji ke dalam klasifikasi AASTHO adalah dengan berdasarkan uji analisa distribusi butiran serta hasil uji batas-batas Atterberg, yaitu sebagai berikut:

- a) Tanah lolos saringan No.200 = 59.56%
- b) Batas cair (LL) = 36,24 %
- c) Batas Plastis (PL) = 19.41 %
- d) Indeks Plastisitas (IP) = 16,83 %

Berdasarkan analisa basah, presentase bagian tanah yang lolos saringan no.200 adalah 59,56 % (>35%). Sehingga tanah diklasifikasikan dalam kelompok : ( A-4,A-5,A-6,A-7). Batas cair (LL) = 54.337 % maka tanah tersebut masuk dalam kelompok A-5 (min 41 %). Indeks Plastisitas (PI) = 10.532 %. Untuk kelompok A-6 nilai PI minimumnya sebesar 10 % dan A7 sebesar 11% maka tanah dikelompokkan kedalam kelompok A-6, A7. Tanah yang masuk kategori A-6, A7 termasuk klasifikasi tanah lempung.

#### *USCS (Unified Soil Classification System )*

Hasil analisis saringan basah didapatkan tanah lolos saringan no.200 lebih besar dari 50% sehingga masuk ke dalam klasifikasi tanah berbutir halus. Batas cair (LL) = 36.24 % dan indeks plastisitas (PI) = 16,83 %. Dari bagian plastisitas, klasifikasi tanah masuk dalam range MH atau CH adalah symbol lanau tak organik atau pasir diatomae, lanau elastis lempung organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk. Dari karakteristik material diatas (yaitu plastisitas dan distribusi ukuran partikel) dapat disimpulkan bahwa tanah tersebut adalah : Tanah Lempung (Clay) Lanau dengan Sifat Plastisitas tinggi.

#### *Hasil Pengujian Kuat Geser dan Kuat Tekan*

Peningkatan nilai sudut gesek tanah terhadap penambahan bahan stabilisasi NaCl, dikarenakan sifat garam dapur NaCl yang mengikat air menyebabkan ukuran butiran tanah yang besar dan beragam, jika semakin banyak penambahan bahan tambah garam (NaCl) maka hal ini berdampak pada semakin besarnya kontak antar butiran pada tanah yang menyebabkan meningkatnya nilai kohesi

Hasil pentlitan menunjukkan bahwa nilai kohesi memiliki nilai yang fluktuatif sejak penambahan garam dan serbuk kaca. Hal ini disebabkan oleh garam (Nacl) memiliki daya tarik menarik tarpartikel yang tinggi. Nilai hasil pengujian kuat geser dan hasil pengujian kuat tekanan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2. dibawah ini.

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Kuat Geser

No	Persentase Campuran	Cohesi Kg/Cm <sup>2</sup>	Sudut Geser	Kuat Geser (Kg/Cm <sup>2</sup> )
1	Tanah Asli	0.3823	20.92	1.1150
2	0%	0.5170	27.34	1.5079
3	3%	0.6971	34.88	2.0332
4	9.0%	0.4123	22.41	1.2025
5	15%	0.3373	18.64	0.9838

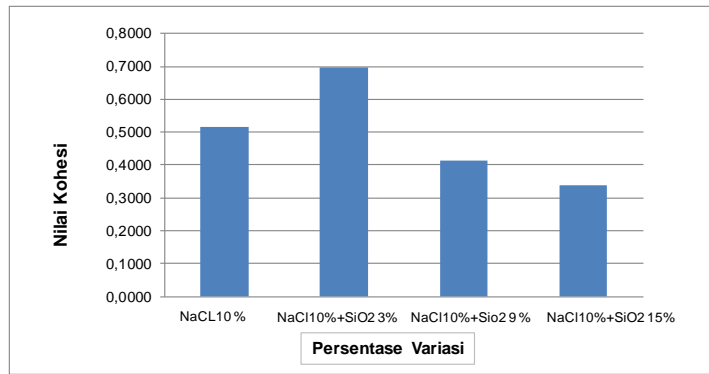
**Tabel 2.** Tabel Pengujian Kuat Tekanan

Persentase	Qu (Nilai Max) rata – rata (Kg/cm <sup>2</sup> )
0 % AAT (TA)	0,928
0 % SIO2 + 10 % NACL	0,934
oef3 % SIO2 + 10 % NACL	1,012
9 % SIO2 + 10 % NACL	0,839
15 % SIO2 + 10 % NACL	0,811

#### *Pengaruh Penambahan Garam Dapur dan Serbuk Kaca Pada Kuat Geser Langsung Tanah Lempung*

- a. Cohesi

Setelah dilakukan uji penambahan penambahan tanah lempung + garam dapur 10% + serbuk kaca 0%, 3%, 9%, dan 15% pada kuat geser nilai kohesi mengalami perubahan. Nilai hasil pengujian dcapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.

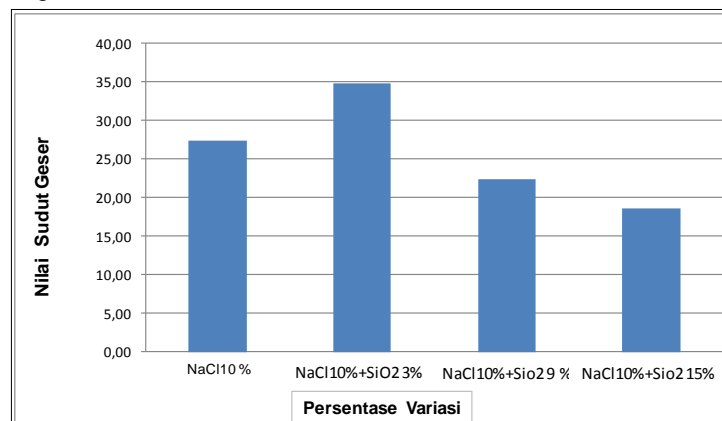


Gambar 1. Grafik Nilai Kohesi

Pada Gambar 1. di atas nilai kohesi kemudian menjadi 0.6971 kg/cm<sup>2</sup> pada penambahan serbuk kaca (SiO<sub>2</sub>) 3 % serta garam dapur (NaCl) 10 %, kemudian mengalami penurunan menjadi 0.4123 kg/cm<sup>2</sup> pada variasi serbuk kaca (SiO<sub>2</sub>) 9% serta garam dapur (NaCl) 10% serta pada penambahan serbuk kaca 15% dan garam dapur 10% nilai kohesi menjadi 0.3373. kg/cm<sup>2</sup>.

b. Sudut Geser

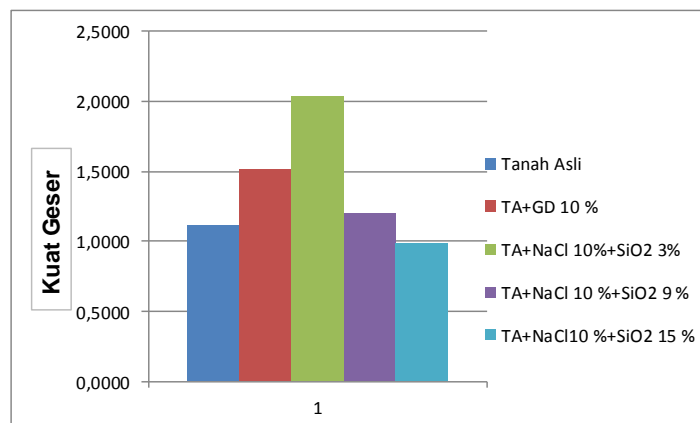
Pada grafik di atas penambahan serbuk kaca (SiO<sub>2</sub>) 3 % serta garam dapur 10 % didapatkan nilai sudut geser  $\phi = 34.88$ , dan pada penambahan serbuk kaca (SiO<sub>2</sub>) 9 % serta garam dapur (NaCl) 10% didapatkan nilai sudut geser  $\phi = 22.41$ , serta pada penambahan serbuk kaca (SiO<sub>2</sub>) 15% serta garam dapur (NaCl) 10% didapatkan nilai sudut geser sebesar  $\phi = 18.64$ .



Gambar 2. Grafik Nilai Sudut Geser

c. Kuat Geser

Pada penambahan serbuk kaca 3 % serta garam dapur 10% didapatkan nilai sebesar 2.0332 kg/cm<sup>2</sup>, kemudian pada penambahan serbuk kaca 9 % serta garam dapur 10% didapatkan nilai sebesar 1.2025 kg/cm<sup>2</sup> dan pada penambahan serbuk kaca 15% serta garam dapur 10% didapatkan nilai sebesar 0.9838 kg/cm<sup>2</sup>.



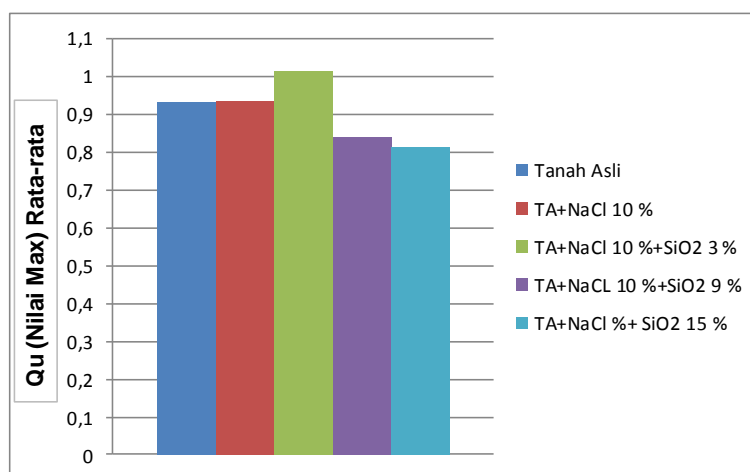
Gambar 3. Grafik Nilai Kuat Geser

Pada penambahan serbuk kaca 3 % serta garam dapur 10% didapatkan nilai sebesar 2.0332 kg/cm<sup>2</sup>, kemudian pada penambahan serbuk kaca 9 % serta garam dapur 10% didapatkan nilai sebesar 1.2025 kg/cm<sup>2</sup> dan pada penambahan serbuk kaca 15% serta garam dapur 10% didapatkan nilai sebesar 0.9838 kg/cm<sup>2</sup>. serbuk kaca(SiO<sub>2</sub>) Di mana pada penambahan garam dapur(NaCl) 10% nilai kohesi mengalami kenaikan sebesar 0.1347 kg/cm<sup>2</sup> pada penambahan garam dapur(NaCl) 10 %. Pada variasi 3% serta garam dapur (NaCl)10%, nilai kohesi mengalami kenaikan paling tinggi dibandingkan pada variasi garam dapur(NaCl) 10%. Sedangkan pada variasi 9 % serta garam dapur(NaCl) 10%, Nilai kohesi mengalami penurunan, lebih rendah dibanding dengan variasi 3 % namun tetap lebih tinggi dibandingkan dengan tanah asli dan variasi 15 % didapatkan nilai kohesi terendah

Pada sudut geser nilai sudut geser pada tanah asli mengalami kenaikan pada penambahan garam dapur(NaCl) 10% . Pada penambahan serbuk kaca 3 % serta garam dapur(NaCl) 10% didapatkan nilai sudut geser tertinggi, lebih tinggi 0.9838 1.5079 dibandingkan hanya dengan penambahan garam dapur(NaCl) 10% saja. Pada penambahan serbuk kaca(SiO<sub>2</sub>) 9 % serta garam dapur (NaCl) 10% nilai sudut geser mengalami penurunan dibandingkan dengan penambahan serbuk kaca(SiO<sub>2</sub>) 3% Nilai sudut geser terendah didapatkan pada penambahan serbuk kaca (SiO<sub>2</sub>) 15% garam dapur(NaCl) 10%, bahkan lebih rendah dibandingkan dengan tanah asli.

***Pengaruh Penambahan Garam Dapur, dan Serbuk Kaca Pada Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung***

Hasil penelitian pengaruh penambahan tanah lempung dan garam dapur sebanyak 10% serta serbuk kaca masing-masing sebanyak 0%, 3%, 9%, dan 15% pada kuat tekan menunjukkan perbandingan Nilai Tegangan max tanah dengan campuran variasi serbuk kaca(SiO<sub>2</sub>) 3%, 9% dan 15 % dengan penambahan garam dapur (NaCl) 10% dapat dilihat dari Gambar 4. dibawah ini.



**Gambar 4.** Grafik Nilai Tegangan Maksimal

Pada Gambar 4. diatas tegangan max didapatkan pada penambahan serbuk kaca (SiO<sub>2</sub>) 3% serta garam dapur (NaCl) 10%, yaitu sebesar 0,378 kg/cm<sup>2</sup> dan merupakan tanah dengan konsistensi kaku, namun seiring penambahan serbuk kaca (SiO<sub>2</sub>) sebanyak 9% dan 15 % menjadikan nilai tegangannya menurun menjadi masing-masing 0.265 kg/cm<sup>2</sup> dan 0.233 kg/cm<sup>2</sup>. Penambahan serbuk kaca (SiO<sub>2</sub>) dengan persentase yang telah ditentukan menyebabkan penurunan kohesi, dimana penurunan kohesi tersebut menyebabkan berkurangnya daya ikat tanah yang menyebabkan keruntuhan tanah dan berkurangnya nilai kuat tekan.

**4. KESIMPULAN DAN SARAN**

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa

hasil pengujian karakteristik tanah lempung diperoleh bahwa tanah tersebut termasuk tanah berbutir halus dengan sifat plastisitas tinggi. Peninjauan klasifikasi tanah yang mempunyai ukuran butir lebih kecil dari 0,002 mm, tidak berdasarkan secara langsung pada gradasinya, sehingga penentuan klasifikasinya lebih didasarkan pada batas – batas atterbergnya. Sebagian besar lempung memiliki sekitar 15% sampai 50% kadar lempung. Jadi tanah tersebut masuk kategori tanah berlempung berdasarkan pengujian batas-batas Atterbergnya

Hasil pengujian kuat geser diperoleh peningkatan nilai kohesi, kuat geser dan sudut geser tanah pada penambahan garam dapur (NaCl) 10%. Ketika dilakukan penambahan serbuk kaca terhadap tanah dengan kandungan garam dapur (NaCl) 10% terjadi peningkatan maximum pada penambahan serbuk kaca (SiO<sub>2</sub>) 3%. Sedangkan pada pengujian kuat tekan bebas, penambahan garam dapur (NaCl) 10% tanpa serbuk kaca hanya sedikit meningkatkan nilai *qu*, sedangkan nilai *qu* tertinggi didapatkan pada penambahan serbuk kaca (SiO<sub>2</sub>) 3% + garam dapur (NaCl) 10%

## **5. DAFTAR PUSTAKA**

- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 698-70. (1989). Standard Test Method for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) D1883 International, 1999, "Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils".
- American Society for Testing and Materials (ASTM) D 2216-71. (1989). Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass.
- ASTM International. (2002). Standard Test Method for Specific Gravity of Soil by Water Pycnometer (ASTM D 854), United State : ASTM International
- Bowles, d. (1991). Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika tanah). PT. Erlangga: Jakarta. (Hal. 6).
- Das, B. M. (1998). Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid-1. Erlangga: Jakarta.
- Hardiyatmo. (1992). Teknik Pondasi 2. Beta Offset: Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C. (1999). Analisis dan Perancangan Fondasi Bagian II. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Sazuatmo. (2011). Pengaruh Material Plastik Terhadap Kekuatan Geser Pada Tanah Lempung. Jurnal Teknik Sipil UBL, Vol. 2 No. 1 hal 110-115. Bengkulu: FT Unihaz.
- Sukirman, S. (1992). Perkerasan Lentur Jalan Raya. Penerbit Nova: Bandung.
- Syamsiro, M. (2013). Fuel Oil Production from Municipal Plastic Wastes in Sequential Pyrolysis and Catalytic Reforming Reactors. Energy Procedia, 47, 180-188.
- Verhoef, P. (1994). Geologi Untuk Teknik Sipil. Erlangga: Jakarta.
- Vidayanty, D. (2017). Mekanika Tanah 1. Universitas Mercu Buana: Jakarta.