

## Karakteristik Tanah Sedimen Banjir Kanal Timur Semarang Dengan Stabilisasi Semen Berdasarkan Uji *Direct Shear*

I.T.Husodo<sup>1</sup>, Ikwanudin<sup>2</sup>, F. Yudanigrum<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas PGRI Semarang

E-mail: ibnutotohusodo@upgris.ac.id

### ABSTRAK

Konstruksi struktur bangunan yang berhubungan dengan bangunan sipil akan berkaitan dengan tanah, untuk mengetahui bahwa tanah tersebut bisa didirikan bangunan di atasnya akan membutuhkan data daya dukung tanah yang nantinya akan di gunakan sebagai dasar untuk merencanakan bentuk dasar bangunan konstruksi di atasnya tersebut.

Kegiatan yang harus dikerjakan untuk memperbaiki kualitas tanah sedimentasi harus distabilisasi agar kuat dan mampu menahan beban karena lapisan tanah mempunyai peranan penting untuk mendukung beban di atasnya agar tetap stabil dan kokoh. Untuk bahan stabilisasi peneliti menggunakan campuran semen. Tanah sedimentasi yang digunakan berasal dari Banjir Kanal Timur Kota Semarang, Jawa Tengah. Pengujian yang dilakukan pada tanah sedimen ini adalah pengujian *direct shear* dengan waktu pemeraman 0 hari, 1 hari, 2 hari dan 3 hari dengan variasi campuran semen yang digunakan adalah 5%, 10%, 15% dan 20%.

Hasil penelitian menunjukkan nilai kohesi dan sudut geser pada *direct shear* pada penambahan campuran semen 5%, 10%, 15%, 20% hasil nilai kohesi tertinggi didapat dari masa pemeraman 3 hari kohesi bernilai 0,394 kg/cm<sup>2</sup>, 0,394 kg/cm<sup>2</sup>, 0,326 kg/cm<sup>2</sup>, 0,415 kg/cm<sup>2</sup> sedangkan perbaikan sudut geser terbaik terdapat pada masa pemeraman 1 hari sudut geser bernilai 24,86°, 26,34°, 28,23°, 34,02°.

**Kata kunci :** *Direct Shear*; Semen; stabilisasi; tanah sedimentasi;

### ABSTRACT

Construction of building structures associated with civil buildings will be related to land, to find out that the land can be built on top of it will require data on the carrying capacity of the land which will be used as a basis for planning the basic form of the construction building on it.

Activities that must be done to improve the quality of sedimentary soil must be stabilized so that it is strong and able to withstand loads because the soil layer has an important role to support the load above it so that it remains stable and sturdy. For stabilization, the researchers used a cement mixture. The sedimentation soil used comes from the East Flood Canal Semarang City, Central Java. Tests carried out on sedimentary soils are *direct shear* testing with curing time of 0 days, 1 day, 2 days and 3 days with variations of the cement mixture used are 5%, 10%, 15% and 20%.

The results showed that the cohesion value and shear angle of *direct shear* in the addition of cement mixture 5%, 10%, 15%, 20%, the highest cohesion value obtained from the 3-day curing period, the value of cohesion is 0.394 kg / cm<sup>2</sup>, 0.394 kg / cm<sup>2</sup>, 0.326 kg. / cm<sup>2</sup>, 0.415 kg / cm<sup>2</sup> while the best repair of shear angles was found in the curing period of 1 day, the shear angles were 24.86°, 26.34°, 28.23°, 34.02°.

**Keywords:** Cement; *Direct Shear*; sedimentary soil; stabilization;

## PENDAHULUAN

Semua yang berhubungan dengan bangunan sipil akan berkaitan dengan tanah, misalnya pembangunan jalan raya, gedung, jembatan dll semuanya itu akan membutuhkan data daya dukung tanah yang nantinya akan di rencanakan dalam pembuatan jalan raya, gedung, dan jembatan tersebut. Kegiatan yang harus dikerjakan untuk memperbaiki kualitas tanah sedimentasi harus distabilisasi agar kuat dan mampu menahan beban karena lapisan tanah mempunyai peranan penting untuk mendukung beban diatasnya agar tetap stabil dan kokoh. Untuk bahan stabilisasi peneliti menggunakan campuran semen. Tanah sedimentasi yang digunakan berasal dari Sedimen Banjir Kanal Timur (BKT) Semarang, Jawa Tengah. Pengujian yang dilakukan pada tanah sedimen ini adalah pengujian direct shear dengan waktu pemeraman 0 hari, 1 hari, 2 hari dan 3 hari dengan variasi campuran semen yang digunakan adalah 5%, 10% , 15% dan 20%.

## METODE

Pendekatan penelitian tentang penelitian tanah sedimentasi yang distabilisasi menggunakan semen dengan persentase penambahan 5%, 10%, 15%, 20% dikelompokkan menjadi 2 bagian pendekatan kualitatif dan pendekatan kuantitatif. Adapun pelaksanaan pengujian penelitian di laboratorium dilakukan beberapa item pengujian yang akan di uji dalam kegiatan penelitian ini yaitu, Pengujian kadar air, Pengujian berat jenis tanah (*specific gravity*), Pengujian batas cair (*liquid limit*), Pengujian batas plastis (*plastic limit*), Analisa ayakan butiran tanah (*sieve analysis*), Pengujian Kuat Geser Langsung (Direct Shear Test) dan Pengujian Triaxial UU (*unconsolidated undrained*)  
Ada beberapa item pengujian yang akan di uji dalam kegiatan yaitu:

## 1. Pengujian kadar air

Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui kandungan air yang terdapat di dalam pori-pori tanah. Jadi dapat di deskripsikan kadar air tanah dapat ditentukan dari perbandingan antara berat air yang terkandung dalam pori-pori butiran tanah dengan berat butiran tanah itu sendiri setelah dikeringkan pada kondisi standar perhitungan kadar air tanah menggunakan persamaan :

$$W : \frac{B-C}{C-A} \times 100 \%$$

## 2. Pengujian berat jenis tanah (*specific gravity*)

Pengujian berat jenis tanah (*specific gravity*) adalah perbandingan berat volume tanah dengan berat volume air. Specific gravity dibedakan dalam dua keadaan atau kondisi, yaitu kondisi SSD (*saturated surface dry*) kering permukaan jenuh dan kering absolute (*oven dry*) perhitungan berat jenis tanah menggunakan persamaan:

$$G_s = \frac{C-A}{(B-A) \times T_1 - (D-C) \times T_2}$$

## 3. Pengujian batas cair (*liquid limit*)

Pengujian batas cair (*liquid limit*) tanah adalah untuk menentukan kadar air tanah pada batas cair dengan cara *cassagrande* yang akan digunakan untuk menentukan sifat dan klasifikasi tanah. Prinsipnya adalah contoh tanah dicampur air sehingga menjadi suatu pasta “diuji dalam *cassagrande* apparatus” kemudian dipotong “standard groove” dan dijatuhkan dengan tinggi 10 mm, maka tanah dikatakan dalam keadaan batas cair apabila 25 kali jatuh telah berimpit sepanjang 12,50 mm dengan cara memperhitungkan hasil-hasil yang diperoleh berupa jumlah pukulan dan kadar air kemudian digambarkan dalam bentuk grafik. Jumlah pukulan sebagai sumbu mendatar dengan skala logaritma, sedang besarnya kadar air sebagai sumbu tegak dengan skala biasa.

Buatlah garis lurus melalui titik-titik itu. Jika ternyata tidak terletak pada garis lurus, maka buatlah garis lurus melalui titik berat dari titik-titik tersebut. Tentukan besarnya kadar air pada jumlah pukulan 25 dan kadar air inilah yang merupakan batas cair (liquid limit) dari benda uji tersebut.

#### **4. Pengujian batas plastis (*plastis limit*)**

Pengujian batas plastis adalah untuk menentukan kadar air tanah pada batas keadaan plastis dan keadaan semi padat yang akan digunakan untuk menentukan jenis, sifat dan klasifikasi tanah. Dengan cara perhitungan batas plastis benda uji ditentukan berdasarkan nilai kadar air benda uji tersebut kemudian contoh tanah dinyatakan non plastis (NP) apabila nilai batas cair dan batas plastis tidak bisa dipadatkan. Dan dari hasil nilai batas cair dan batas plastis dapat dihitung nilai indeks plastisitas dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$I_p = W_1 - W_p$$

#### **5. Pengujian Kuat Geser Langsung (*Direct Shear Test*)**

Pengujian kekuatan geser langsung (direct shear) bertujuan untuk mengukur kohesi dan sudut geser dalam dari suatu contoh. Prinsipnya bahwa kohesi dan sudut geser dalam ditentukan minimum 3 kali pengujian dengan tegangan normal yang berbeda-beda. Hubungan antara tegangan normal dan tegangan geser menghasilkan grafik linier, dimana perpotongan grafik tersebut dengan sumbu tegak adalah nilai kohesi. Sedang sudut yang dibentuk oleh grafik dengan garis horisontal adalah sudut geser dalam dengan cara mengitung gaya geser (P) dengan jalan mengalikan pembacaan arloji geser dan angka kalibrasi cincin uji dan hitung tegangan geser maximum yaitu gaya geser maximum dibagi luas bidang geser.

$$t = \frac{P \max}{A}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Penelitian Laboratorium

Hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium di sajikan berdasarkan hasil pengujian masing-masing dengan ketentuan standart pengujian yang dilakukan di laboratorium.

#### **Pengujian fisik tanah (*physically properties*)**

Pengujian fisik tanah adalah sebagai pertimbangan untuk merencanakan dan melaksanakan pembangunan suatu konstruksi. Sampel tanah yang disiapkan adalah tanah sedimentasi dimana tanah sedimentasi pada kondisi terganggu (*disturb*), untuk sampel tanah terganggu dimasukkan didalam karung kemudian bongkahan tanah sedimentasi yang di dalam karung dikeringkan, setelah sampel tanah terganggu dikeringkan kemudian tanah sedimentasi diayak dengan saringan no. 40. Setelah semua sampel tanah siap kemudian mulai melakukan pengujian sifat fisik tanah. Pengujian sifat fisik tanah ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Informatika Universitas PGRI Semarang

##### **a. Analisa Hasil Pengujian Kadar Air (ASTM–D-2216-92)**

Dalam pengujian kadar air tanah asli dilakukan sebanyak tiga sampel dengan jenis tanah yang sama yaitu tanah sedimen. Dari hasil pengujian sampel tanah terganggu (*disturb*) dapat diambil rata-rata kadar air pada tanah tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa tanah yang berasal dari kali banjir kanal timur Semarang memiliki kadar air rata-rata sebesar 42.21 %. Sampel tanah terganggu (*disturb*) inilah yang selanjutnya digunakan untuk penelitian dengan di stabilisasi menggunakan semen dengan persentase panambahan semen mulai dari 5%, 10%,

15%, dan 20% . Adapun hasil yang diperoleh dari pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa tanah tersebut memiliki kandungan air yang cukup tinggi. Berdasarkan pengujian kadar air maka tanah tersebut dikategorikan tanah lempung lunak karena kadar air yang berkisar antara 30-50%.

Tabel 1. Pengujian kadar air tanah sedimen

| NOMOR PENGUJIAN             |                            |    | I     | II    | III   |
|-----------------------------|----------------------------|----|-------|-------|-------|
| BERAT CAWAN                 | (A)                        | gr | 6,4   | 6,8   | 7,2   |
| BERAT CAWAN + CONTOH BASAH  | (B)                        | gr | 24,6  | 32,1  | 29,4  |
| BERAT CAWAN + CONTOH KERING | ( C )                      | gr | 19,2  | 24,6  | 22,8  |
| BERAT AIR                   | $D = (B - C)$              | gr | 5,4   | 7,5   | 6.6   |
| BERAT CONTOH KERING         | $E = (C - A)$              | gr | 12,8  | 17,8  | 15,6  |
| KADAR AIR                   | $w = (D / E) \times 100\%$ |    | 42,19 | 42,13 | 42,31 |
| RATA - RATA                 |                            |    |       | 42,21 |       |

#### b. Uji Berat Isi Tanah

Uji berat isi tanah adalah pengujian yang didefinisikan sebagai perbandingan antara berat tanah dan volume tanah. Pengujian berat volume tergantung pada jumlah kadar air. Semakin sedikit kadar air yang terkandung di dalam tanah maka semakin besar berat volume kering tanah. Pada pengujian ini menggunakan dua sampel, pada kondisi tanah yang sama, dengan hasil pengujian yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.. Pengujian Berat Isi Tanah Sedimen

| NO | ITEM PENGUJIAN            |    | HASIL |       |
|----|---------------------------|----|-------|-------|
|    |                           |    | I     | II    |
| 1  | Berat Cincin (W1)         | gr | 48.7  | 47.4  |
| 2  | Berat Cincin + Tanah (W2) | gr | 158.5 | 152.7 |
| 3  | Berat Tanah               | gr | 109.8 | 105.3 |
| 4  | Volume Cincin             | cc | 58.6  | 60.1  |
| 5  | Berat Isi Tanah           | cc | 1.87  | 1.75  |
| 6  | Rata - rata               |    |       | 1.81  |

**c. Analisa Hasil Pengujian Berat Jenis (ASTM –D-854-92)**

Hasil pengujian berat jenis (Gs) yang sudah dilakukan di laboratorium dilakukan dengan pengujian sebanyak dua sampel. Dari pengujian tersebut didapatkan nilai berat jenis sebesar 2,531. Angka yang menunjukkan bahwa sampel tanah tersebut termasuk dalam golongan tanah lempung.

Tabel 3. Pengujian berat jenis tanah sedimen asli

| Kode Piknomet             |   |      | 1     | 12    | RATA-RATA |
|---------------------------|---|------|-------|-------|-----------|
| Berat Piknometer          | W1  | gr   | 73.6  | 73.7  |           |
| Berat Piknometer + Tanah  | W2  | gr   | 96.6  | 98.5  |           |
| Berat Tanah               | Wt = W2 - W1  | gr   | 23    | 24.8  |           |
| Temperatur                |   | t °C | 28    | 28    |           |
| Berat Pikno + Air + Tanah | W3  | gr   | 190   | 191.9 |           |
| Berat Pikno + Air         | W4  | gr   | 176.2 | 176.9 |           |
| W5 = W2 - W1 + W4         |   |      | 199.2 | 201.7 |           |
| Isi Tanah                 | W5 - W3   |      | 9.2   | 9.8   |           |
| Berat Jenis Tanah (Gt)    | $Gt = \frac{Wt}{W5 - W3}$                                     |      | 2.500 | 2.531 |           |
| Gs pada 25 °C =           | $Gt \cdot \frac{Bj .air (t^{\circ})}{Bj .air (25^{\circ} C)}$ |      | 2.498 | 2.529 | 2.513     |

Tabel 4. Pengujian berat jenis tanah sedimen + 5% semen

| Kode Piknometer           |   |      | 9     | 4     | RATA-RATA |
|---------------------------|---|------|-------|-------|-----------|
| Berat Piknometer          | W1  | gr   | 75    | 73.2  |           |
| Berat Piknometer + Tanah  | W2  | gr   | 95.1  | 96    |           |
| Berat Tanah               | Wt = W2 - W1  | gr   | 20.1  | 22.8  |           |
| Temperatur                |   | t °C | 28    | 28    |           |
| Berat Pikno + Air + Tanah | W3  | gr   | 191.4 | 190.3 |           |
| Berat Pikno + Air         | W4  | gr   | 179.3 | 176.5 |           |
| W5 = W2 - W1 + W4         |   |      | 199.4 | 199.3 |           |
| Isi Tanah                 | W5 - W3   |      | 8     | 9     |           |
| Berat Jenis Tanah (Gt)    | $Gt = \frac{Wt}{W5 - W3}$                                     |      | 2.513 | 2.533 |           |
| Gs pada 25 °C =           | $Gt \cdot \frac{Bj .air (t^{\circ})}{Bj .air (25^{\circ} C)}$ |      | 2.510 | 2.531 | 2.521     |

Tabel 5. Pengujian berat jenis tanah sedimen + 10% semen

| Kode Piknometer           |   |      | 2     | 13    | RATA-RATA |
|---------------------------|---|------|-------|-------|-----------|
| Berat Piknometer          | W1  | gr   | 76.1  | 73.2  |           |
| Berat Piknometer + Tanah  | W2  | gr   | 97.5  | 95.7  |           |
| Berat Tanah               | Wt = W2 - W1                                    | gr   | 21.4  | 22.5  |           |
| Temperatur                |   | t °C | 29    | 29    |           |
| Perat Pikno + Air + Tanah | W3  | gr   | 191.4 | 189.3 |           |
| Berat Pikno + Air         | W4  | gr   | 178.4 | 175.5 |           |
| W5 = W2 - W1 + W4         |   |      | 199.8 | 198   |           |
| Isi Tanah                 | W5 - W3   |      | 8.4   | 8.7   |           |
| Berat jenis Tanah         | $Gt = \frac{Wt}{W5 - W3}$                       |      | 2.548 | 2.586 |           |
| Gs pada 25 °C =           | $Gt \cdot \frac{Bj.air (t^o)}{Bj.air (25^o C)}$ |      | 2.545 | 2.583 | 2.564     |

Tabel 6. Pengujian berat jenis tanah sedimen + 15% semen

| Kode Piknometer           |   |      | 7     | 14    | RATA-RATA |
|---------------------------|---|------|-------|-------|-----------|
| Berat Piknometer          | W1  | gr   | 73.6  | 73.4  |           |
| Berat Piknometer + Tanah  | W2  | gr   | 95.7  | 96.4  |           |
| Berat Tanah               | Wt = W2 - W1                                    | gr   | 22.1  | 23    |           |
| Temperatur                |   | t °C | 29    | 29    |           |
| Perat Pikno + Air + Tanah | W3  | gr   | 189.7 | 189.8 |           |
| Berat Pikno + Air         | W4  | gr   | 176.1 | 175.7 |           |
| W5 = W2 - W1 + W4         |   |      | 198.2 | 198.7 |           |
| Isi Tanah                 | W5 - W3   |      | 8.5   | 8.9   |           |
| Berat jenis Tanal         | $Gt = \frac{Wt}{W5 - W3}$                       |      | 2.600 | 2.584 |           |
| Gs pada 25 °C =           | $Gt \cdot \frac{Bj.air (t^o)}{Bj.air (25^o C)}$ |      | 2.597 | 2.581 | 2.589     |

Tabel 7. Pengujia berat jenis tanah sedimen + 20% semen

| Kode Piknometer           |                           |      | 6     | 3     | RATA-RATA |
|---------------------------|---------------------------|------|-------|-------|-----------|
| Berat Piknometer          | W1                        | gr   | 75.1  | 73.9  |           |
| Berat Piknometer + Tanah  | W2                        | gr   | 99.4  | 98.1  |           |
| Berat Tanah               | Wt = W2 - W1              | gr   | 24.3  | 24.2  |           |
| Temperatur                |                           | t °C | 29    | 29    |           |
| Perat Pikno + Air + Tanah | W3                        | gr   | 192.8 | 191   |           |
| Berat Pikno + Air         | W4                        | gr   | 177.9 | 176.2 |           |
| W5 = W2 - W1 + W4         |                           |      | 202.2 | 200.4 |           |
| Isi Tanah                 | W5 - W3                   |      | 9.4   | 9.4   |           |
| Berat jenis Tanah         | $Gt = \frac{Wt}{W5 - W3}$ |      | 2.585 | 2.574 |           |

$$Gt \cdot \frac{Bj.air (t^o)}{Bj.air (25^o C)} \quad 311$$



Gs pada 25 °C = 2.582 2.572 2.577

#### d. Uji Analisa Butiran Tanah (ASTM–C-136-46)

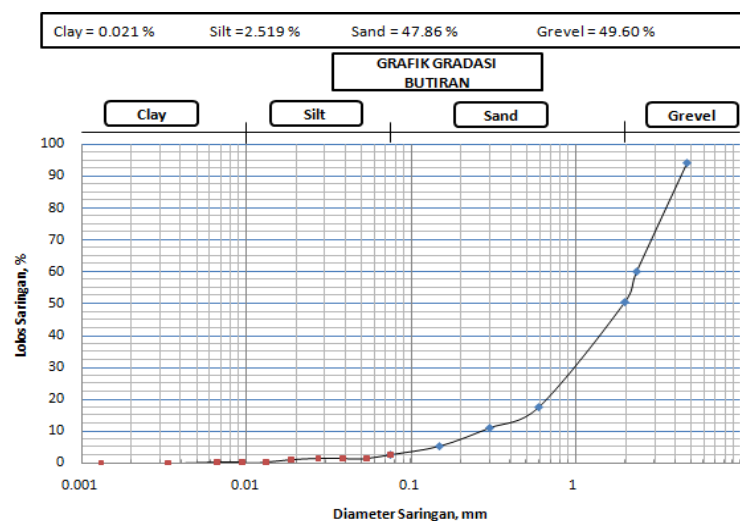
Pengujian analisis saringan bertujuan untuk mengetahui persentase ukuran butiran tanah dan susunan butiran tanah dari suatu jenis tanah yang tertahan di atas saringan No. 200. Pengujian ini dilakukan dengan cara mekanis, yaitu sampel tanah diguncang dengan kecepatan tertentu di atas sebuah susunan ayakan, kemudian masing-masing tanah yang tertahan di atas saringan ditimbang beratnya dan digambar di dalam satu grafik logaritmik hubungan antara diameter butir (mm) dengan persentase lolos. Diperoleh hasil pengujian analisa saringan pada tabel 4.8. dan 4.9.

Table 8. Pengujian Analisa Saringan

| DIAMETER SARINGAN            | BERAT CAWAN / AYAKAN | BRT. CAWAN + TNH. TRTHN SARINGAN | BRT. TNH. TERTAHA N | KOMULATI F BRT. TERTAHAN | PERSENTASE |       |
|------------------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------|--------------------------|------------|-------|
|                              |                      |                                  |                     |                          | TERTAHA N  | LOLOS |
| ASTM (mm)                    | (gr)                 | (gr)                             | (gr)                | (gr)                     | (%)        | (%)   |
| 1 1/2"                       | 38.1                 | 657.4                            |                     |                          |            |       |
| 1"                           | 25.4                 | 646.4                            |                     |                          |            |       |
| 3/4"                         | 19.1                 | 586                              |                     |                          |            |       |
| 3/8"                         | 9.52                 | 547.6                            |                     |                          |            |       |
| No. 4                        | 4.75                 | 411.9                            | 441.6               | 29.7                     | 29.7       | 94.06 |
| No. 8                        | 2.36                 | 412.5                            | 582                 | 169.5                    | 199.2      | 60.16 |
| No. 10                       | 2.00                 | 386.9                            | 435.7               | 48.8                     | 248        | 50.40 |
| No. 30                       | 0.60                 | 374                              | 538.3               | 164.3                    | 412.3      | 17.54 |
| No. 50                       | 0.30                 | 394.3                            | 426.6               | 32.3                     | 444.6      | 11.08 |
| No. 100                      | 0.15                 | 394.4                            | 423.4               | 29                       | 473.6      | 5.28  |
| No. 200                      | 0.075                | 384.5                            | 398.2               | 13.7                     | 487.3      | 2.54  |
| BERAT TANAH KERING MULA-MULA |                      |                                  | =                   | 500                      | gram       |       |

Table 9. Pengujian Analisa Hidrometer

| Waktu<br>(Menit) | Suhu<br>(°C) | Bacaan<br>Hidro<br>Meter<br>(RH) | Nilai<br>Faktor<br>A | Diameter<br>(mm)<br>(D) | Koreksi<br>Suhu<br>BHN<br>Dispersi<br>(K) | Pembacaan<br>Terkoreksi<br>(RH + K) | Nilai<br>Koreksi<br>Berat<br>Jenis<br>(a) | %<br>Mengendap<br>(%) | % Lolos<br>Terhadap<br>seluruh<br>material<br>(%) |
|------------------|--------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------|---|-------------------------------------|---|-----------------------|---|
| 0                | 28           | 50                               | 0.0130               | 0.075                   | 2.4                                       | 52.4                                | 1.04                                      | 54.496                | 2.540   |
| 0.5              | 28           | 47                               | 0.0130               | 0.0539                  | 2.4                                       | 49.4                                | 1.04                                      | 51.376                | 1.305   |
| 1                | 28           | 46                               | 0.0130               | 0.0386                  | 2.4                                       | 48.4                                | 1.04                                      | 50.336                | 1.279   |
| 2                | 28           | 45                               | 0.0130               | 0.0274                  | 2.4                                       | 47.4                                | 1.04                                      | 49.296                | 1.252   |
| 5                | 28           | 36                               | 0.0130               | 0.0187                  | 2.4                                       | 38.4                                | 1.04                                      | 39.936                | 1.014   |
| 15               | 28           | 5                                | 0.0130               | 0.0132                  | 2.4                                       | 7.4                                 | 1.04                                      | 7.696                 | 0.195   |
| 30               | 28           | 2                                | 0.0130               | 0.0095                  | 2.4                                       | 4.4                                 | 1.04                                      | 4.576                 | 0.116   |
| 60               | 29           | 0                                | 0.0128               | 0.0067                  | 2.8                                       | 2.8                                 | 1.04                                      | 2.912                 | 0.074   |
| 240              | 29           | -2                               | 0.0128               | 0.0033                  | 2.8                                       | 0.8                                 | 1.04                                      | 0.832                 | 0.021   |
| 1440             | 31           | -3                               | 0.0124               | 0.0013                  | 3.2                                       | 0.2                                 | 1.04                                      | 0.208                 | 0.005   |



Gambar 1. Grafik Analisa Butiran Tanah

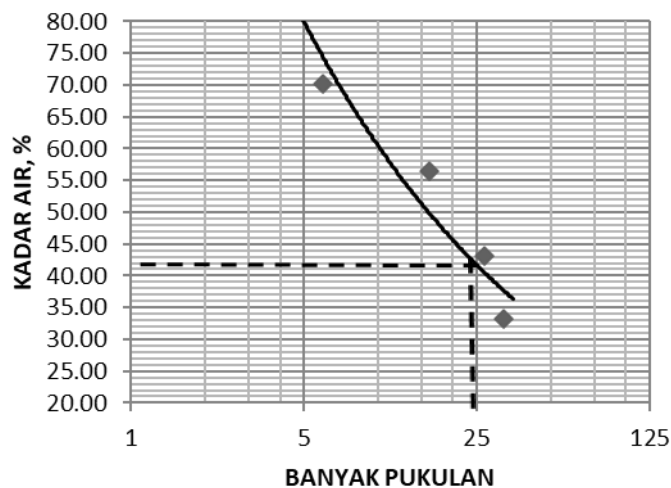
#### e. Uji Batas Atterberg (ASTM-D-4318-95)

Batas *Atterberg* adalah batas plastisitas tanah yang terdiri dari batas atas batas plastis (*plastic limit*) dan batas bawah batas cair (*liquid limit*). Adapun hasil pengujian batas *Atterberg* pada sampel tanah asli dan sampel tanah yang di

stabilisasi dengan menggunakan semen dengan persentase 5%, 10%, 15%, 20% ini dapat dilihat pada tabel 10 sampai tabel 14.

Tabel 10. Hasil pengujian batas *atterberg* tanah sedimen

| BANYAKNYA PUKULAN        | BATAS CAIR (LL) |       |       |       | BATAS PLASTIS (PL) |       |
|--------------------------|-----------------|-------|-------|-------|--------------------|-------|
|                          | 6               | 16    | 27    | 32    | 5                  | 6     |
| NOMOR CAWAN              | 1               | 2     | 3     | 4     | 5                  | 6     |
| BERAT CAWAN              | 5.60            | 5.80  | 5.40  | 5.70  | 5.70               | 5.80  |
| BRT. CAWAN + TNH. BASAH  | 38.10           | 34.90 | 37.90 | 33.80 | 16.20              | 14.80 |
| BRT. CAWAN + TNH. KERING | 24.70           | 24.40 | 28.10 | 26.80 | 13.80              | 12.70 |
| BERAT AIR                | 13.40           | 10.50 | 9.80  | 7.00  | 2.40               | 2.10  |
| BERAT TANAH KERING       | 19.10           | 18.60 | 22.70 | 21.10 | 8.10               | 6.90  |
| KADAR AIR (%)            | 70.16           | 56.45 | 43.17 | 33.18 | 29.63              | 30.43 |



Catatan  
 Contoh dalam keadaan :  
 - asli/kering udara  
 - disaring # 40

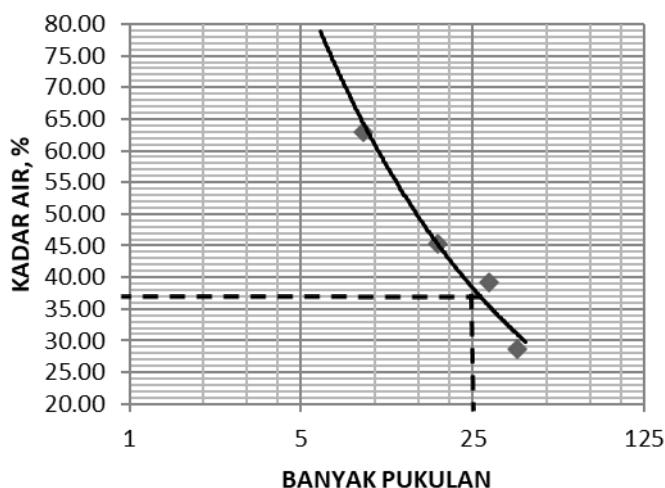
|        |       |
|--------|-------|
| LL (%) | 42.50 |
| PL (%) | 30.03 |
| PI (%) | 12.47 |

30.03

Tabel 11. Hasil pengujian batas *atterberg* tanah sedimen + 5% semen

| BANYAKNYA PUKULAN        | BATAS CAIR (LL) |       |       |       | BATAS PLASTIS (PL) |       |
|--------------------------|-----------------|-------|-------|-------|--------------------|-------|
|                          | 9               | 18    | 29    | 38    | 5A                 | 6A    |
| NOMOR CAWAN              | 1A              | 2A    | 3A    | 4A    | 5A                 | 6A    |
| BERAT CAWAN              | 5.70            | 5.50  | 5.40  | 5.70  | 5.40               | 5.50  |
| BRT. CAWAN + TNH. BASAH  | 35.20           | 33.40 | 36.60 | 34.50 | 18.40              | 17.30 |
| BRT. CAWAN + TNH. KERING | 23.80           | 24.70 | 27.80 | 28.10 | 15.60              | 14.70 |
| BERAT AIR                | 11.40           | 8.70  | 8.80  | 6.40  | 2.80               | 2.60  |
| BERAT TANAH KERING       | 18.10           | 19.20 | 22.40 | 22.40 | 10.20              | 9.20  |
| KADAR AIR (%)            | 62.98           | 45.31 | 39.29 | 28.57 | 27.45              | 28.26 |

27.86

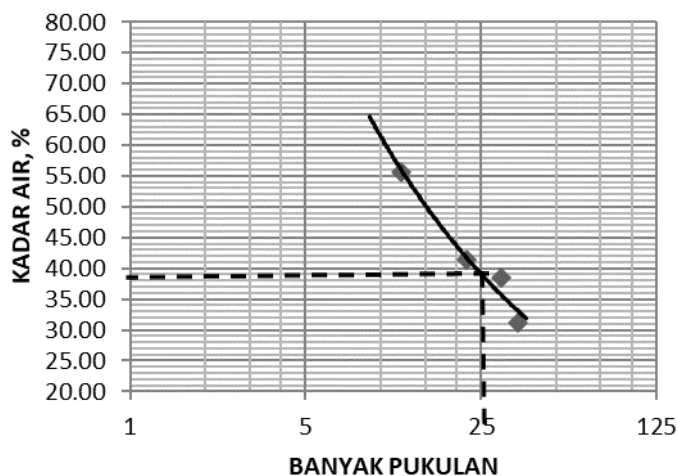


Catatan  
 Contoh dalam keadaan :  
 - asli/kering udara  
 - disaring # 40

|        |       |
|--------|-------|
| LL (%) | 38.75 |
| PL (%) | 27.86 |
| PI (%) | 10.89 |

Tabel 12. Hasil pengujian batas *atterberg* tanah sedimen + 10% semen

| BANYAKNYA PUKULAN        | BATAS CAIR (LL) |       |       |       | BATAS PLASTIS (PL) |       |
|--------------------------|-----------------|-------|-------|-------|--------------------|-------|
|                          | 12              | 22    | 30    | 35    | 5B                 | 6B    |
| NOMOR CAWAN              | 1B              | 2B    | 3B    | 4B    | 5B                 | 6B    |
| BERAT CAWAN              | 5.40            | 5.80  | 5.70  | 5.80  | 5.90               | 6.00  |
| BRT. CAWAN + TNH. BASAH  | 40.10           | 39.90 | 37.70 | 38.60 | 18.20              | 17.90 |
| BRT. CAWAN + TNH. KERING | 27.70           | 29.90 | 28.80 | 30.80 | 15.40              | 15.20 |
| BERAT AIR                | 12.40           | 10.00 | 8.90  | 7.80  | 2.80               | 2.70  |
| BERAT TANAH KERING       | 22.30           | 24.10 | 23.10 | 25.00 | 9.50               | 9.20  |
| KADAR AIR (%)            | 55.61           | 41.49 | 38.53 | 31.20 | 29.47              | 29.35 |



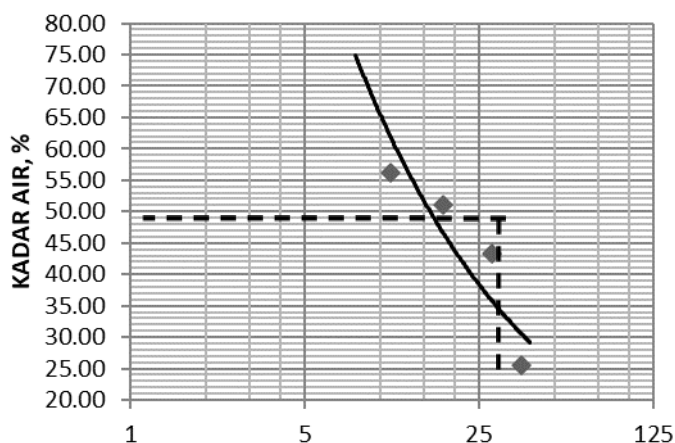
29.41

Catatan  
 Contoh dalam keadaan :  
 - asli/kering udara  
 - disaring # 40

|        |       |
|--------|-------|
| LL (%) | 39.00 |
| PL (%) | 29.41 |
| PI (%) | 9.59  |

Tabel 13. Hasil pengujian batas *atterberg* tanah sedimen + 15% semen

| BANYAKNYA PUKULAN        | BATAS CAIR (LL) |       |       |       | BATAS PLASTIS (PL) |       |
|--------------------------|-----------------|-------|-------|-------|--------------------|-------|
|                          | 11              | 18    | 28    | 37    | 5C                 | 6C    |
| NOMOR CAWAN              | 1C              | 2C    | 3C    | 4C    | 5C                 | 6C    |
| BERAT CAWAN              | 6.10            | 5.80  | 5.70  | 5.90  | 5.90               | 6.20  |
| BRT. CAWAN + TNH. BASAH  | 34.70           | 33.60 | 37.50 | 32.50 | 15.70              | 14.70 |
| BRT. CAWAN + TNH. KERING | 24.40           | 24.20 | 27.90 | 27.10 | 13.40              | 12.80 |
| BERAT AIR                | 10.30           | 9.40  | 9.60  | 5.40  | 2.30               | 1.90  |
| BERAT TANAH KERING       | 18.30           | 18.40 | 22.20 | 21.20 | 7.50               | 6.60  |
| KADAR AIR (%)            | 56.28           | 51.09 | 43.24 | 25.47 | 30.67              | 28.79 |



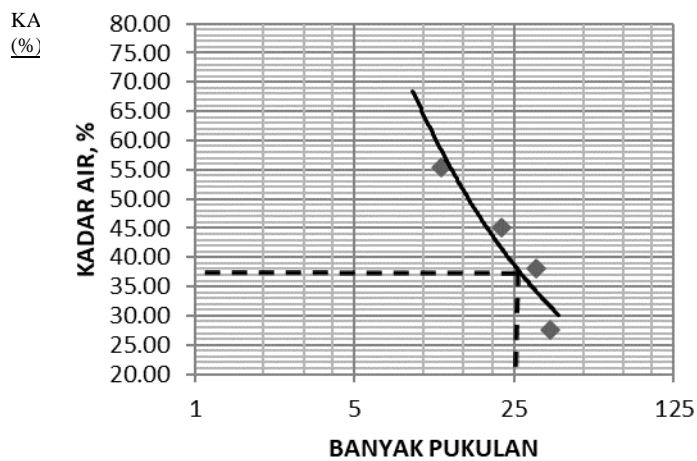
29.73

Catatan  
 Contoh dalam keadaan :  
 - asli/kering udara  
 - disaring # 40

|        |       |
|--------|-------|
| LL (%) | 38.50 |
| PL (%) | 29.73 |
| PI (%) | 8.77  |

Tabel 14. Hasil pengujian batas *atterberg* tanah sedimen + 20% semen

|                          | BATAS CAIR (LL) |       |       |       | BATAS PLASTIS (PL) |       |
|--------------------------|-----------------|-------|-------|-------|--------------------|-------|
|                          | 12              | 22    | 31    | 36    | 5D                 | 6D    |
| BANYAKNYA PUKULAN        |                 |       |       |       |                    |       |
| NOMOR CAWAN              | 1D              | 2D    | 3D    | 4D    | 5D                 | 6D    |
| BERAT CAWAN              | 5.90            | 5.80  | 6.00  | 5.90  | 6.10               | 6.00  |
| BRT. CAWAN + TNH. BASAH  | 34.80           | 33.80 | 37.50 | 36.50 | 17.40              | 16.90 |
| BRT. CAWAN + TNH. KERING | 24.50           | 25.10 | 28.80 | 29.90 | 14.80              | 14.20 |
| BERAT AIR                | 10.30           | 8.70  | 8.70  | 6.60  | 2.60               | 2.70  |
| BERAT TANAH KERING       | 18.60           | 19.30 | 22.80 | 24.00 | 8.70               | 8.20  |



|       |       |       |
|-------|-------|-------|
| 27.50 | 29.89 | 32.93 |
| 31.41 |       |       |

Catatan  
 Contoh dalam keadaan :  
 - asli/kering udara  
 - disaring # 40

|        |       |
|--------|-------|
| LL (%) | 39.5  |
| PL (%) | 31.41 |
| PI (%) | 8.09  |

## B. Pembahasan Hasil Penelitian

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai yang berupa tabel dan grafik baik itu pengujian fisik tanah maupun pengujian tanah secara teknis yaitu:

### 1. Hasil Uji Fisik Tanah

Dari hasil uji fisik tanah di dapatkan hasil kadar air sebesar = 42.21 % , berat isi tanah sebesar = 1.81 gr/cm<sup>3</sup>, berat jenis tanah sebesar = 2.513, sedangkan untuk analisa butiran didapat nilai komposisi tanah sebagai berikut : *gravel* sebesar = 49,60 %, *sand* sebesar =47,87 %, *silt* Sebesar = 2,519%, *clay* sebesar = 0,021%

Tabel 15. Hasil Uji Fisik Tanah Sedimen

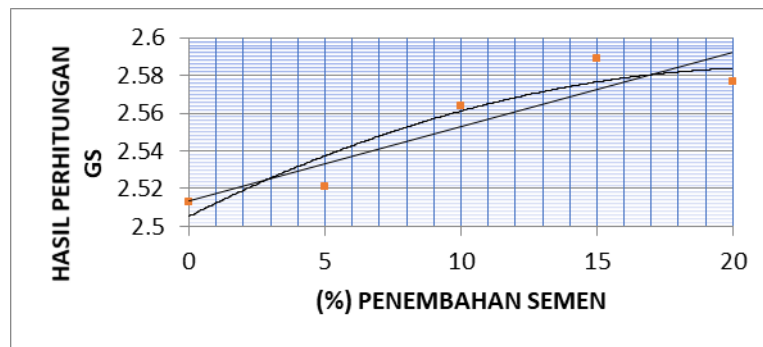
| NO                              | PENGUJIAN                                | HASIL UJI | SATUAN             |
|---------------------------------|--|-----------|--------------------|
| <b>SAMPEL TANAH SEDIMENTASI</b> |  |           |                    |
| 1                               | KADAR AIR                                | 42.21     | %                  |
| 2                               | BERAT ISI                                | 1.81      | gr/cm <sup>3</sup> |
| 3                               | BERAT JENIS (GS)                         | 2.513     |                    |
| 4                               | <b>ANALISA BUTIRAN TANAH</b>             |           |                    |
|                                 | a. Lolos Butiran Diameter 2.00 mm        | 50.40     | %                  |
|                                 | b. Lolos Butiran Diameter 0.075 mm       | 2.54      | %                  |
|                                 | c. Lolos Butiran Diameter 0.01 mm        | 0.116     | %                  |
| 5                               | <b>BATAS - BATAS ATTERBERG</b>           |           |                    |
|                                 | a. Batas Cair (Liquid Limit)             | 42.5      | %                  |
|                                 | b. Batas Plastis (Plastic Limit)         | 30.3      | %                  |
|                                 | c. Indeks Plastisitas (Plasticity Index) | 12.47     | %                  |

#### a. Pembahasan Berat Jenis Tanah

Adapun hasil pengujian berat jenis tanah (GS) ditampilkan dalam bentuk tabel dan dari hasil berat jenis tanah (GS) tersebut di tampilkan dalam bentuk grafik dengan pola yang terdapat pada gambar 2

Tabel 16. hasil pengujian berat jenis tanah dengan penambahan semen

| NO | Tanah + Semen (%) | GS    |
|----|-------------------|-------|
| 1  | 0                 | 2.513 |
| 2  | 5                 | 2.521 |
| 3  | 10                | 2.564 |
| 4  | 15                | 2.589 |
| 5  | 20                | 2.577 |



Gambar 2. Pola grafik hasil uji (GS) dengan campuran semen

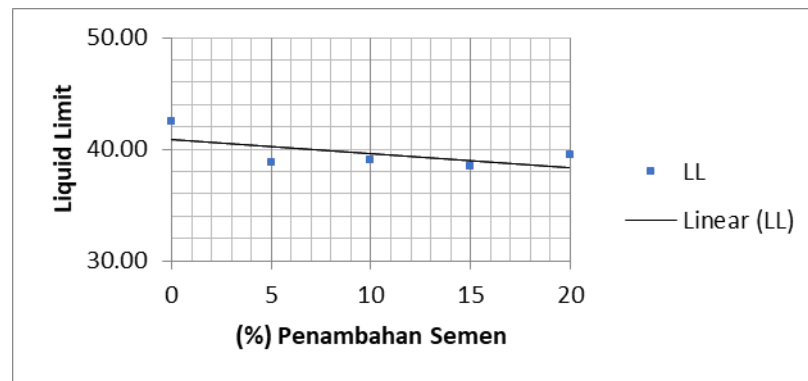
Adapun hasil pengujian GS tanah sedimen dengan penambahan semen dengan persentase mulai dari 5% ,10%,15%, dan 20% maka dapat diambil kesimpulan dari pola tren grafik yang mengalami kenaikan adapun hasil yang di peroleh dengan penambahan kadar 5% semen = 2,521, kadar 10% semen =2,564, kadar 15% semen = 2,589, dan kadar 20% semen = 2,577.

#### b. Pembahasan hasil Uji ATL (*Atterberg Limit*)

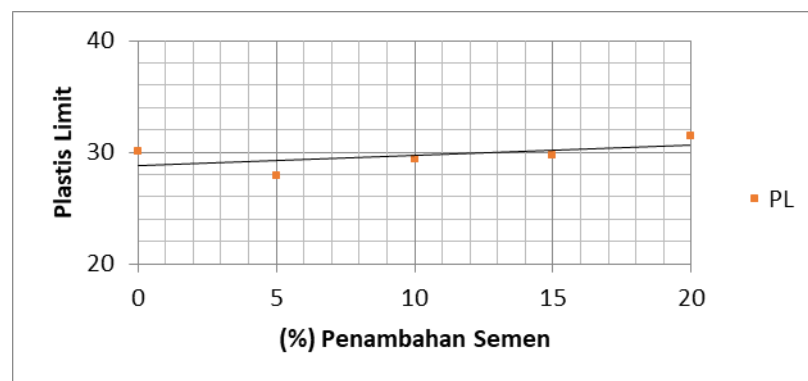
Dalam pembahasan pengujian *atterberg limit* didapatkan hasil pengujian batas plastis (Plastisitas Indeks) dari tanah sedimen asli dan dengan penambahan semen persentase 5%,10%,15%,20% yang di tampilkan dalam tabel 4.37, dan terdapat pola tren grafik nilai dari batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastis limit*), (*plastisitas indeks*) pada gambar 3.

Tabel 17. Hasil LL,PL,PI tanah asli dan campuran semen 5%,10%,15%,20%

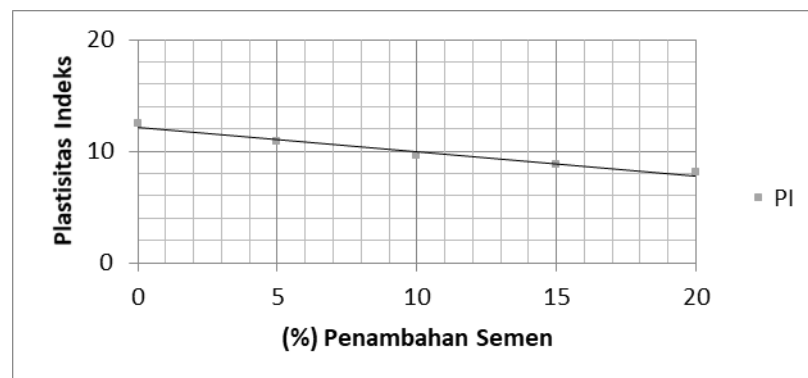
| Sampel Pengujian | LL    | PL    | PI    |
|------------------|-------|-------|-------|
| Asli             | 42.50 | 30.03 | 12.47 |
| Tanah + 5% PC    | 38.75 | 27.86 | 10.89 |
| Tanah + 10% PC   | 39.00 | 29.41 | 9.59  |
| Tanah + 15% PC   | 38.50 | 29.73 | 8.77  |
| Tanah + 20% PC   | 39.50 | 31.41 | 8.09  |



Gambar 3 Pola grafik hasil liquid limit dengan campuran semen



Gambar 4. Pola grafik hasil plastis limit dengan campuran semen



Gambar 5. Pola grafik hasil plastisitas indeks dengan campuran semen

Berdasarkan hasil pengujian seperti pada tabel 9 sampai 13, nilai batas plastis (PL) tanah sedimen asli adalah sebesar 30,03%, artinya kadar air yang dibutuhkan oleh tanah tersebut untuk mentransisi tanah dari keadaan semi-padat ke keadaan plastis adalah sebesar 30,03%. Sedangkan hasil pengujian batas cair (LL) tanah asli



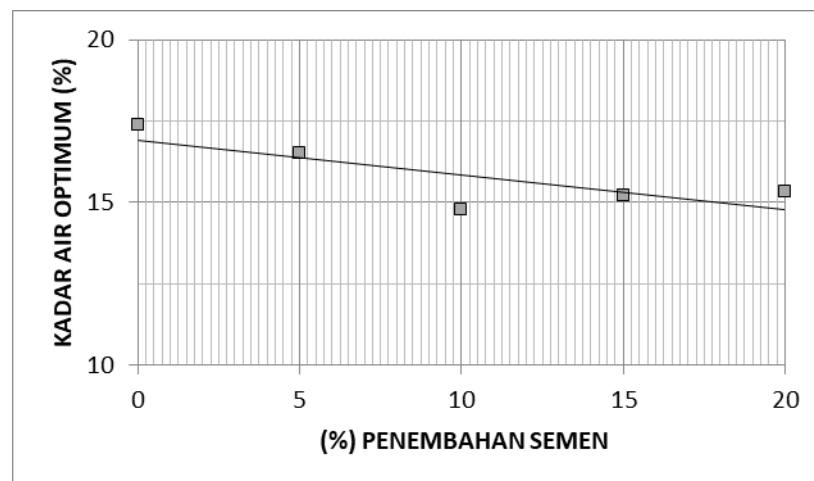
adalah sebesar 42,50%, artinya kadar air yang dibutuhkan oleh tanah asli tersebut untuk mentransisi tanah dari keadaan plastis ke keadaan cair adalah sebesar 42,50%. Serta nilai indeks plastisitas (PI) sebesar 12,47%

## 2. Pembahasan Proktor *Standard*

Dari pengujian pemadatan tanah (*Proktor Standard*) didapatkan hasil kadar air optimum mulai dari tanah sedimen asli (17.4%) dengan penambahan semen 5% (16.5%), 10% (14.8%), 15% (15.2%), 20% (15.35%) yang nantinya akan dibuat acuan dalam pengujian selanjutnya yaitu pengujian *direct shear* .

Tabel 18. Hasil pengujian proktor

| NO | SAMPEL PENGUJIAN  | KADAR AIR OPTIMUM |
|----|-------------------|-------------------|
| 1  | Tanah Asli        | 17.4              |
| 2  | Tanah + 5% Semen  | 16.5              |
| 3  | Tanah + 10% Semen | 14.8              |
| 4  | Tanah + 15% Semen | 15.2              |
| 5  | Tanah + 20% Semen | 15.35             |



Gambar 6. Pola grafik hasil proktor dengan campuran semen

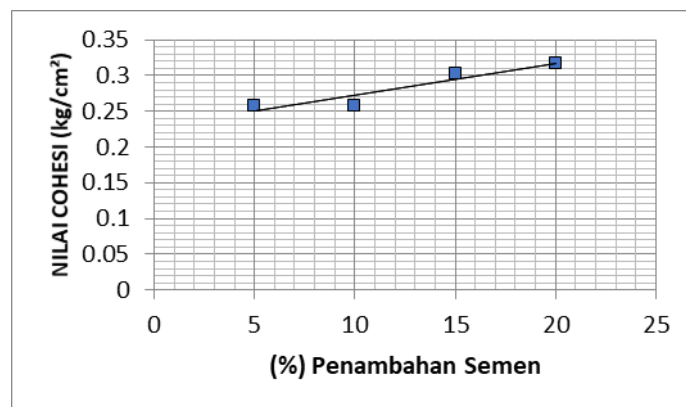
Berdasarkan hasil pengujian proktor standard dengan sampel tanah sedimen distabilisasi menggunakan semen dengan persentase penambahan 5%,10%,15%,20% di dapatkan tren pola grafik mengalami penurunan, semakin besar penambahan semen yang di gunakan maka semakin turun kadar air yang di dapat untuk pemadatan.

### 3. Pembahasan Hasil Pengujian Direct Shear

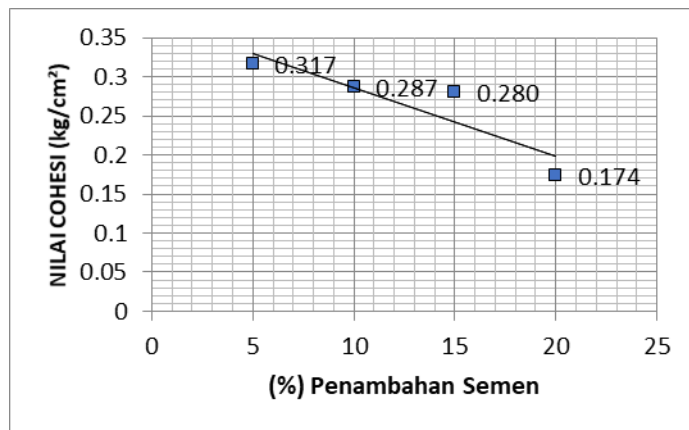
Adapun hasil pengujian direct shear tanah ditampilkan dalam bentuk tabel dan dari hasil pengujian direct shear tersebut di tampilkan dalam bentuk grafik dengan pola yang terdapat pada gambar 7.

Tabel 18. Pengujian direct shear dengan lama pemeraman 1,2,3 hari

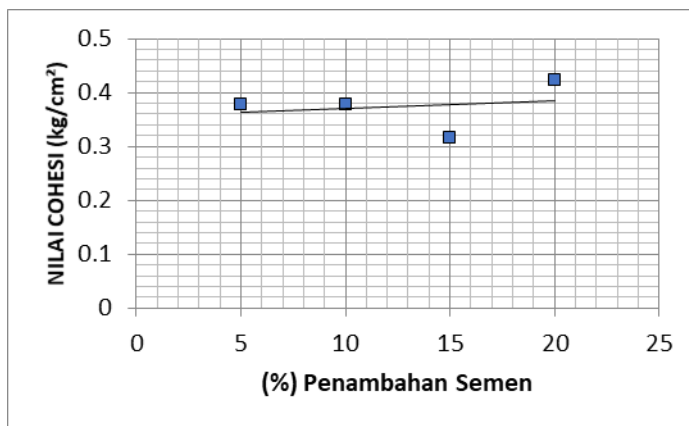
| Sampel Pengujian | Lama Pemeraman |                   |              |                   |              |                   |
|------------------|----------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|
|                  | 1 hari         |                   | 2 hari       |                   | 3 hari       |                   |
|                  | Nilai Cohesi   | Nilai sudut Geser | Nilai Cohesi | Nilai sudut Geser | Nilai Cohesi | Nilai sudut Geser |
| Tanah + 5% PC    | 0.257          | 19.34             | 0.317        | 20.08             | 0.378        | 22.12             |
| Tanah + 10% PC   | 0.257          | 21.13             | 0.287        | 22.43             | 0.378        | 25.96             |
| Tanah + 15% PC   | 0.302          | 25.23             | 0.280        | 24.84             | 0.317        | 28.47             |
| Tanah + 20% PC   | 0.317          | 32.02             | 0.174        | 32.31             | 0.423        | 32.14             |



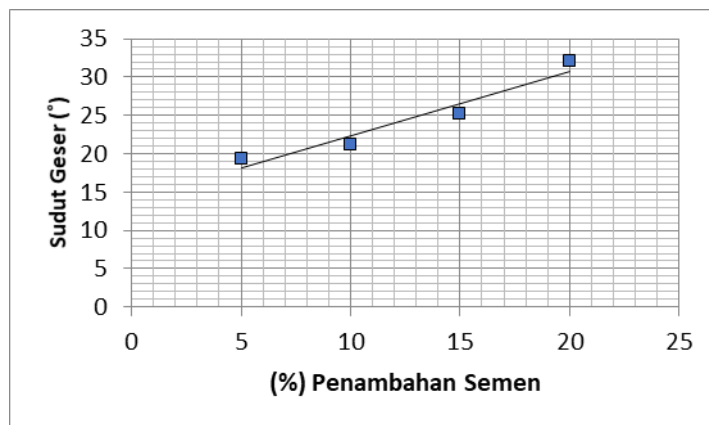
Gambar 7. Nilai kohesi direct shear pemeraman 1 hari



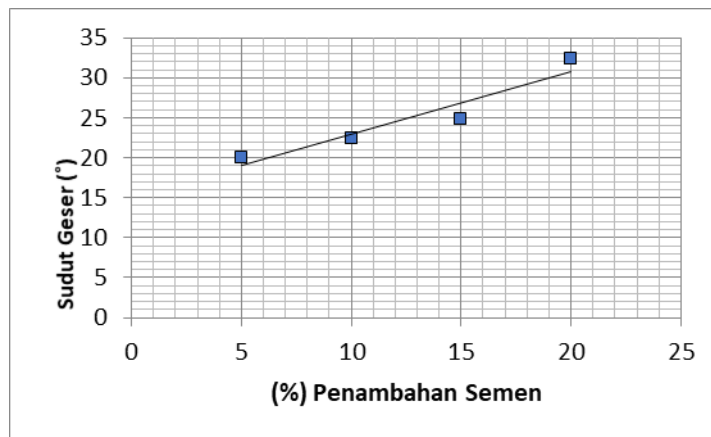
Gambar 8. Nilai kohesi direct shear pemeraman 2 hari



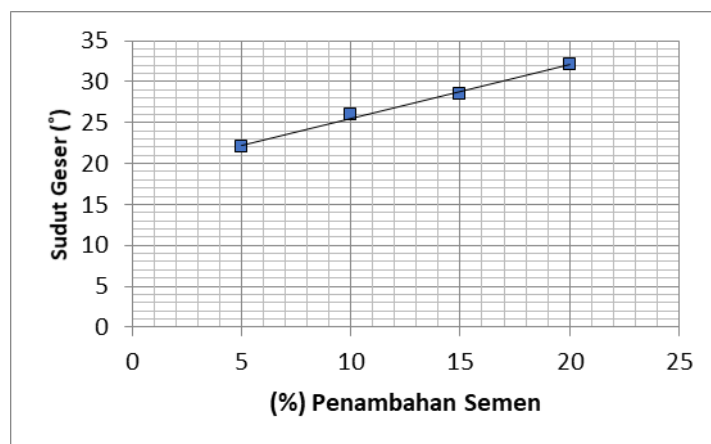
Gambar 9. Nilai kohesi direct shear pemeraman 3 hari



Gambar 10. Nilai sudut geser direct shear pemeraman 1 hari



Gambar 11. Nilai sudut geser direct shear pemeraman 2 hari



Gambar 12. Nilai sudut geser direct shear pemeraman 3 hari

Dari hasil yang di dapat dalam pengujian direct shear nilai kohesi pada pemeraman 1 hari mengalami kenaikan pemeraman 2 hari justru mengalami penurunan sedangkan pemeraman 3 hari mengalamikenaikan lagi sedikit dalam tren pola grafik yang di dapat, sedangkan untuk sudut geser semakin ditambah persentase semen dari pemeraman 1 hari, 2 hari, 3 hari semuanya mengalami kenaikan.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah di lakukan pada tanah sedimen yang distabilisasi menggunakan semen dengan persentase penambahan semen yaitu 5%, 10%, 15%, 20% dan masa pemeraman yang dilakukan selama 0 hari 1 hari, 2 hari, 3 hari dengan pengujian *direct shear* berdasarkan dengan kadar air optimum yang telah dicari dengan

menggunakan *proctor standard*. Maka dapat diambil kesimpulan berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan sebagai berikut:

1. Nilai kohesi pada sampel tanah sedimen dengan pengujian direct shear yang telah di stabilisasi menggunakan semen dengan persentase penambahan 5%, 10%, 15%, 20% dengan pemeraman 1 hari mengalami kenaikan, untuk pemeraman 2 hari dan 3 hari mengalami penurunan secara signifikan.
2. Nilai sudut geser pada sampel tanah sedimen dengan pengujian direct shear yang telah di stabilisasi menggunakan semen dengan persentase penambahan 5%, 10%, 15%, 20% dengan pemeraman 1 hari dan 2 hari mengalami kenaikan, sedangkan pada pemeraman 3 hari justru tanah yang distabilisasi dengan semen dengan persentase 10%,15%,dan 20% mengalami penurunan.
3. Nilai sudut geser dan kohesi yang tertinggi di dapatkan dari stabilisasi semen dengan persentase 20% pada pemeraman 3 hari dengan hasil kohesi =  $0,423 \text{ kg/cm}^2$  dan sudut geser =  $32,14^\circ$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdul aziz Amirullah, 2014, Pengaruh Derajat Kejenuhan Terhadap Pengujian Kuat Geser Tanah Dengan Metode Triaxial Universitas Pendidikan Indonesia, jogja.
- Badan Standarisasi Nasional, 1990, Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar, Indonesia, SNI 03-1968-1999.
- Badan Standarisasi Nasional, 2008, Cara Uji Penentuan Batas Plastis Dan Indeks Plastisitas Tanah, Indonesia, SNI 03-1966:2008.
- Badan Standarisasi Nasional, 2008, Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah, Indonesia SNI 1967:2008.
- Braja M.Das, Mekanika Tanah Jilid 1 Terj. (Jakarta:Erlangga, 1995), hal 1.
- Dinas Pekerjaan Umum Dan Bina Marga Revisi 3 Tahun 2010.
- Josep E. Bowls, Sifat-Sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah, Terj. (Jakarta: Erlangga, 1989), hal 25-26.
- Soraya Putri Zainanda, Panduan Geoteknik 1, 2001.