

## **PENGARUH BAHAN TAMBAH ABU TEMPURUNG KELAPA DENGAN LIMBAH GYPSUM TERHADAP TANAH LEMPUNG**

**Selvia Agustina**

Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung  
selvia@unissula.ac.id

**Lisa Fitriyana**

Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung  
lisa.fitriyana@unissula.ac.id

**Mauriska Roshadewi**

Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung  
mauriskaroshadewi934@gmail.com

### **Abstrak**

Tanah lempung merupakan tanah yang memiliki karakteristik daya dukung dan sudut gesernya rendah sehingga diperlukan stabilisasi untuk perbaikan tanah lempung. Ada dua cara stabilisasi tanah lempung antara lain stabilisasi tanah secara mekanis yaitu dengan menggunakan alat berat dan stabilisasi tanah secara kimiawi yaitu menggunakan bahan tambah agar sifat tanah lempung berubah menjadi lebih baik dalam mendukung tanah. Pada penelitian ini, stabilisasi tanah yang digunakan adalah stabilisasi kimiawi yaitu menambahkan abu tempurung kelapa dengan limbah gypsum. Kedua bahan ini disinyalir mampu memperbaiki sifat tanah lempung. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh abu tempurung kelapa dan limbah gypsum terhadap tanah lempung serta mengetahui kadar prosentasi kedua bahan yang paling baik untuk stabilisasi tanah lempung. Masing – masing kadar prosentasi abu tempurung kelapa dan limbah gypsum yang dipakai pada penelitian ini adalah 6%, 10%, dan 14% dari perbandingan volume sedangkan prosentasi campuran keduanya masing – masing 3%, 5%, dan 7%. Pengujian laboratorium yang dilakukan antara lain uji propertis tanah, uji geser langsung, uji proktor, dan uji CBR unsoaked. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan abu tempurung kelapa dan limbah gypsum dapat meningkatkan sudut geser dan kohesi sedangkan indeks plastisitasnya menurun. Kadar prosentase yang paling baik untuk stabilisasi pada penelitian ini adalah campuran 7% abu tempurung kelapa dan 7% limbah gypsum.

**Kata kunci:** abu tempurung kelapa, limbah gypsum, tanah lunak.

### **Abstract**

Clay soil is a soil that has the characteristics of bearing capacity and low shear angle, so stabilization is needed to improve clay soil. There are two ways of stabilizing clay, including mechanical soil stabilization by using heavy equipment and chemical soil stabilization by using added materials so that the properties of the clay change for the better in supporting the soil. In this study, the soil stabilization used was chemical stabilization by adding coconut shell ash with gypsum waste. These two materials are thought to be able to improve the properties of clay soils. Therefore, this study was conducted to determine the effect of coconut shell ash and gypsum waste on clay soils and to determine the best percentage of the two materials for stabilizing clay. The percentage levels of coconut shell ash and gypsum waste used in this study were 6%, 10%, and 14% of the volume ratio, respectively, while the percentages of the mixture of the two materials were 3%, 5%, and 7%, respectively. Laboratory tests carried out included soil property tests, direct shear tests, proctor tests, and unsoaked CBR tests. The results showed that the addition of coconut shell ash and gypsum waste could increase the shear angle and cohesion while the plasticity index decreased. The best percentage level for stabilization in this study was a mixture of 7% coconut shell ash and 7% gypsum waste.

**Keywords:** coconut shell ash, gypsum waste, clay soil.

## I. PENDAHULUAN

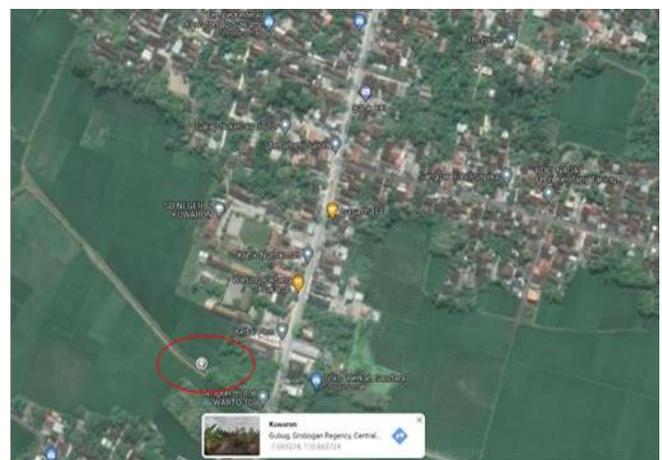
Dalam konstruksi di bidang sipil tanah memiliki peran yang sangat penting untuk menunjang sebuah konstruksi. Namun tidak semua tanah memiliki daya dukung yang baik dalam bidang konstruksi. Tanah memiliki pengaruh yang besar dalam perencanaan suatu konstruksi bangunan yang ada di atasnya. Salah satu jenis tanah yang memiliki masalah dalam konstruksi adalah tanah lempung. Tanah lempung merupakan tanah yang memiliki daya dukung dan sudut geser yang rendah. Apalagi jika tanah lempungnya adalah tanah lempung ekspansif. Tanah lempung ekspansif merupakan tanah yang memiliki tingkat sensitifitas yang tinggi terhadap perubahan kadar air. Hal tersebut bisa ditangani dengan cara stabilisasi tanah. Ada dua cara stabilisasi tanah lempung antara lain stabilisasi tanah secara mekanis yaitu dengan menggunakan alat berat dan stabilisasi tanah secara kimiawi yaitu menggunakan bahan tambah agar sifat tanah lempung berubah menjadi lebih baik dalam mendukung tanah. Pada penelitian ini, stabilisasi tanah yang digunakan adalah stabilisasi kimiawi yaitu menambahkan abu tempurung kelapa dengan limbah gypsum. Tempurung kelapa merupakan bagian dari buah kelapa yang terletak paling dalam dan berbatasan dengan biji (*endocarp*), bersifat keras. Tempurung kelapa biasanya dibakar bahkan terbangun menjadi sampah, dan masih sangat jarang sekali untuk diolah kembali. Indonesia merupakan salah satu negara tropis sehingga ketersediaannya yang cukup besar. Arang tempurung kelapa dapat memperbaiki sirkulasi air dan udara, sebagai

media yang dapat mengikat karbon, dan dapat mengurangi pengembangan (*swelling*) pada tanah. Kemudian juga menggunakan limbah gypsum yang mana gypsum mengandung kalsium pengikat tanah bermateri organik terhadap lempung yang mampu memberikan stabilitas terhadap agregat tanah. Gypsum juga memiliki sifat menyerap air sehingga kadar air yang terdapat dalam lempung dapat terserap oleh gypsum. Karena kedua bahan tambah tersebut disinyalir cukup baik untuk memperbaiki tanah lempung maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh bahan tambah abu tempurung kelapa dan limbah gypsum terhadap tanah lempung serta mengetahui kadar berapa yang paling optimal penggunaan kedua bahan tersebut.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel tanah berada di Desa Kuaron, Kecamatan Gubug, Kabupaten Grobogan, Provinsi Jawa Tengah. Peta lokasi pengambilan tanah untuk sampel pengujian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

**B. Alat dan Bahan Pengujian**

Alat pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat untuk menguji kadar air, uji berat jenis tanah, uji analisa distribusi partikel tanah dan hidrometer, uji *atteberg limit*, uji proctor, uji geser langsung, dan uji CBR.

Bahan yang digunakan antara lain:

1. Tanah lempung yang berasal dari Desa Kuaron, Kecamatan Gubug, Kabupaten Grobogan Provinsi Jawa Tengah.
2. Abu tempurung kelapa
3. Limbah gypsum.

**C. Alur Penelitian**

Penelitian dimulai dengan menguji propertis tanah asli. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui klasifikasi tanah asli yang digunakan untuk penelitian. Pengujian pada tanah asli berupa kadar air, berat jenis tanah, gradasi butiran dan hidrometer, atterberg limit, uji proktor, geser langsung dan CBR *unsoaked*. Kemudian setelah pengujian tanah asli, dilakukan pencampuran tanah asli dengan bahan tambah. Pertama campuran tanah asli dengan arang abu tempurung kelapa dengan prosentase 6%, 10%, dan 14% dari volume tanah. Kedua campuran tanah asli dengan limbah gypsum dengan prosentase limbah gypsum 6%, 10%, dan 14%. Ketiga campuran tanah asli dengan kedua bahan tambah yang masing – masing prosentasenya adalah 3%, 5%, dan 7%. Pengujian laboratorium yang dipakai untuk campuran tanah asli dengan bahan tambah antara lain adalah kadar air, berat jenis, atterberg limit, uji proktor, uji geser langsung, dan uji CBR.

Sampel pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Benda Uji Penelitian

| No | Campuran                                       | Jumlah Sampel |
|----|--|---------------|
| 1  | Tanah Asli                                     | 18            |
| 2  | Tanah +6% Arang Tempurung Kelapa               | 16            |
| 3  | Tanah+10% Arang Tempurung Kelapa               | 16            |
| 4  | Tanah+14% Arang Tempurung Kelapa               | 16            |
| 5  | Tanah+6%Limbah Gypsum                          | 16            |
| 6  | Tanah+10% Limbah Gypsum                        | 16            |
| 7  | Tanah+14% Limbah Gypsum                        | 16            |
| 8  | Tanah+3% Arang Tempurung Kelapa + 3 % L.Gypsum | 16            |
| 9  | Tanah+5% Arang Tempurung Kelapa+ 5 % L.Gypsum  | 16            |
| 10 | Tanah+7% Arang Tempurung Kelapa + 7 % L.Gypsum | 16            |

**III. ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

**A. Klasifikasi Tanah**

Dari klasifikasi tanah sistem USCS maka diklasifikasikan sebagai tanah lanau dan berlempung yang termasuk golongan CH (Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk) sedangkan klasifikasi menurut AASHTO digolongkan sebagai tanah A - 7 - 5 yaitu merupakan tanah berlempung sedang hingga buruk. Untuk hasil pengolahan data pengujian tanah asli dapat dilihat pada Tabel 1 yaitu Hasil Pengolahan Data Tanah Asli.

Tabel 1. Hasil Indeks Propertis Tanah Asli

| No. | Pengujian Tanah Asli      | Hasil | Satuan             |
|-----|---------------------------|-------|--------------------|
| 1   | Kadar Air (w)             | 42,88 | %                  |
| 2   | Berat Jenis (GS)          | 2,438 |                    |
| 3   | Kohesi (C)                | 0,36  | kg/cm <sup>2</sup> |
| 4   | Sudut Geser Dalam (Ø)     | 28,34 | °                  |
|     | <b>Atterberg Limit</b>    |       |                    |
| 5   | Liquid Limit (LL)         | 54,32 | %                  |
| 6   | Plastis Limit (PL)        | 23,79 | %                  |
| 7   | Indeks Plastisitas (IP)   | 30,53 | %                  |
|     | <b>Analisa Saringan</b>   |       |                    |
| 8   | Lempung ( <i>Clay</i> )   | 48,65 | %                  |
| 9   | Lanau ( <i>Silt</i> )     | 44,80 | %                  |
| 10  | Pasir ( <i>Sand</i> )     | 6,47  | %                  |
| 11  | Kerikil ( <i>Gravel</i> ) | 0,08  | %                  |
|     | <b>Proktor</b>            |       |                    |
| 12  | Berat Volume Kering       | 1,310 | kg/cm <sup>3</sup> |
| 13  | Kadar air optimum         | 34,10 | %                  |
| 14  | CBR                       | 8,025 | %                  |

Untuk menunjukkan hubungan potensi pengembangan tanah ekspansif pada suatu tanah, bisa digunakan beberapa metode yaitu :

a. Chen (1988)

Chen (1998) mengelompokkan klasifikasi potensi pengembangan berdasarkan hubungan indeks pengembangan *Liquid Limit* (LL) dan *Indeks Plastisitas* (IP) seperti pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 nilai batas cair (LL) sebesar 54,32% dan indeks plastisitas (IP) 30,53%, maka dapat diklasifikasikan tanah Desa Kuaron, Kecamatan Gubug, Kabupaten Grobogan, Provinsi Jawa Tengah ini

merupakan tanah lempung potensi pengembangan tinggi.

Tabel 2. Hubungan Potensi Pengembangan dan Indeks Plastisitas (Chen, 1988)

| Indeks Pengembangan (LL) | Indeks Pengembangan ( IP ) | Potensi Pengembangan |
|--------------------------|----------------------------|----------------------|
| > 65                     | > 35                       | Sangat tinggi        |
| 40 – 60                  | 20 – 55                    | Tinggi               |
| 30 – 40                  | 10 – 35                    | Sedang               |
| < 30                     | 0 – 15                     | Rendah               |

b. Hubungan Derajat Pengembangan Tanah Berdasarkan Indeks Plastisitas Menurut ASTM D-1883

Pada Tabel 3 klasifikasi tanah ekspansif ASTM D –1988 dapat dilihat dari nilai indeks plastisitas (IP) yaitu 30,53%, maka dapat diklasifikasikan tanah Desa Kuaron, Kecamatan Gubug, Kabupaten Grobogan, Provinsi Jawa Tengah ini merupakan tanah lempung ekspansif tinggi.

Tabel 3. Perkiraan Derajat dan Persen Pengembangan Berdasarkan Indeks Plastisitas (ASTM D-1883)

| Indeks Plastisitas (ASTM D-424) | Derajat Pengembangan | Persen Pengembangan (ASTM D-424) |
|---------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| 0 - 10                          | Tidak Ekspansif      | < 2                              |
| 10 - 20                         | Agak Ekspansif       | 2 - 4                            |
| >20                             | Ekspansif Tinggi     | >14                              |

c. Chen (1975)

Chen (1975) mengelompokkan klasifikasi hubungan antara indeks plastisitas dengan

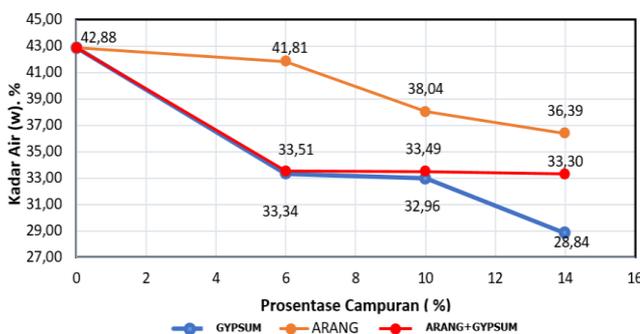
potensial pengembangan seperti pada Tabel 4. Pada Tabel 4 klasifikasi tanah ekspansif ASTM D-1988 dapat dilihat dari nilai indeks plastisitas (IP) yaitu 30,53%, maka dapat diklasifikasikan tanah Desa Kuaron, Kecamatan Gubug, Kabupaten Grobogan, Provinsi Jawa Tengah ini merupakan tanah lempung ekspansif tinggi.

Tabel 4 Hubungan Antara Indeks Plastisitas Terhadap Potensial Pengembangan (Chen,1975)

| Potensial Pengembangan | Indeks Plastisitas (%) |
|------------------------|------------------------|
| Rendah                 | 0 – 15                 |
| Sedang                 | 15 - 35                |
| <b>Tinggi</b>          | <b>20 - 55</b>         |
| Sangat tinggi          | >55                    |

**B. Hasil Analisa Perkuatan Tanah Dengan Arang Tempurung Kelapa Dan Limbah Gypsum**

Hasil dari pengujian kadar air di laboratorium sampel tanah campuran arang tempurung kelapa diperoleh grafik seperti dalam Gambar 2.

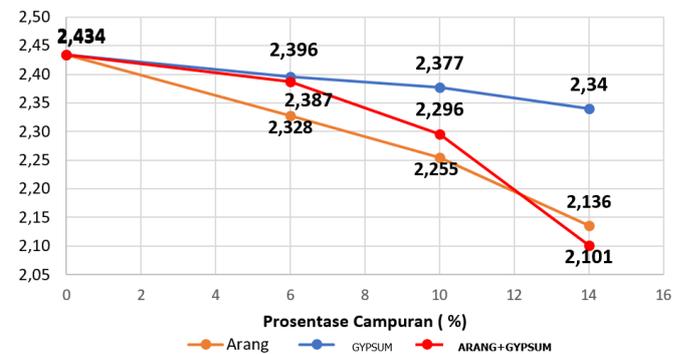


Gambar 2 Grafik Kadar Air Tanah Campuran

Berdasarkan Gambar 2, kadar air di atas diketahui bahwa semakin banyaknya

penambahan campuran arang tempurung kelapa, limbah gypsum serta pencampuran antara arang tempurung kelapa dan limbah gypsum, maka semakin turun dan semakin kecil kadar air yang terdapat di dalam tanah. Hal itu terjadi karena sifat dari arang tempurung kelapa dan limbah gypsum yang berfungsi sebagai zat pengikat antara butiran tanah sehingga butiran – butiran tanah menjadi semakin rapat.

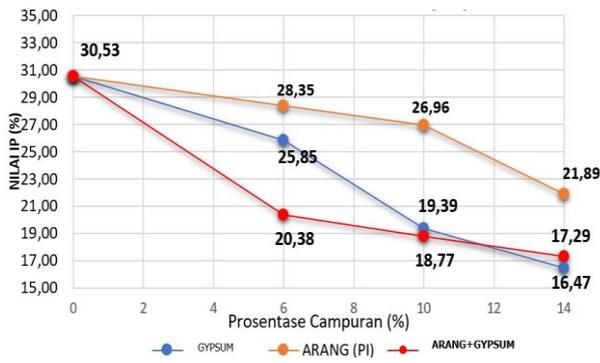
Grafik hasil perhitungan pengujian berat jenis sampel tanah campuran arang tempurung kelapa dan limbah gypsum dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik Berat Jenis Tanah Campuran

Berdasarkan Gambar 3, Grafik hasil yang didapatkan dari uji berat jenis tanah di laboratorium, diperoleh semakin ditambahkan prosentase campuran arang tempurung kelapa dan limbah gypsum maka nilai berat jenis tanah (GS) semakin menurun karena berat butiran pada campuran semakin ringan.

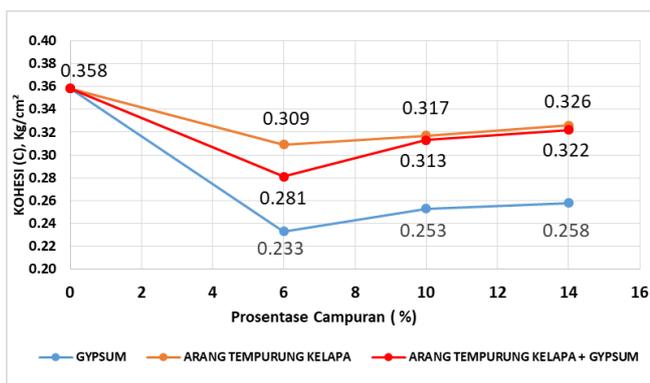
Grafik perbandingan indeks plastisitas antara sampel tanah campuran arang tempurung kelapa, limbah gypsum, dan arang tempurung kelapa ditambahkan limbah gypsum dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Grafik Indeks Plastisitas Tanah Campuran

Berdasarkan grafik pada Gambar 4, menunjukkan bahwa semakin banyak prosentase campuran maka nilai indeks plastisitas semakin menurun yang artinya bahwa karakteristik tanah semakin baik.

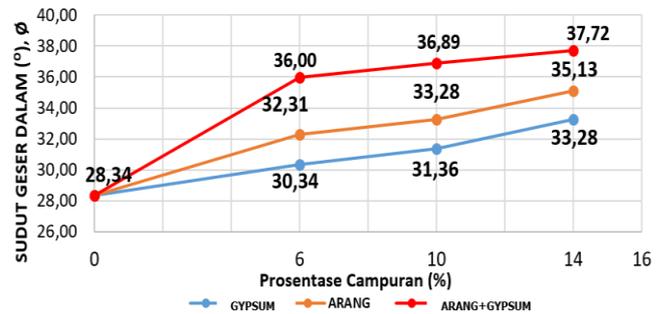
Perbandingan hasil nilai kohesi dari pengujian sampel tanah asli, tanah asli campuran arang tempurung kelapa, tanah asli campuran limbah gypsum dan tanah asli campuran arang tempurung kelapa dan limbah gypsum dapat dilihat dalam Gambar 5.



Gambar 5 Grafik Nilai Kohesi Tanah Campuran

Perbandingan hasil nilai sudut geser dalam dari pengujian tanah asli, tanah asli campuran arang tempurung kelapa, tanah asli campuran limbah

gypsum dan tanah asli campuran arang tempurung kelapa dan limbah gypsum dapat dilihat dalam Gambar 6.



Gambar 6 Grafik Sudut Geser Tanah Campuran

Berdasarkan Gambar 5 dan Gambar 6 hasil dari uji *direct shear* didapat nilai kohesi tanah campuran arang tempurung kelapa, limbah gypsum, dan campuran keduanya mengalami peningkatan. Serta didapat nilai optimum pada pencampuran arang tempurung kelapa sebesar 7% dan limbah gypsum prosentase 7% dengan nilai kohesi sebesar 0,233 kg/cm<sup>2</sup>.

Semakin besar prosentasi bahan tambahan yang diberikan maka semakin besar sudut geser tanahnya. Sudut geser pada tanah asli sebesar 28,34° menjadi 35,13° pada tanah campuran arang tempurung kelapa, 33,28° pada tanah campuran limbah gypsum dan 37,72° pada tanah campuran arang tempurung kelapa ditambah limbah gypsum. Meningkatnya sudut geser dikarenakan semakin banyaknya campuran yang artinya bahwa daya dukung tanah semakin meningkat.

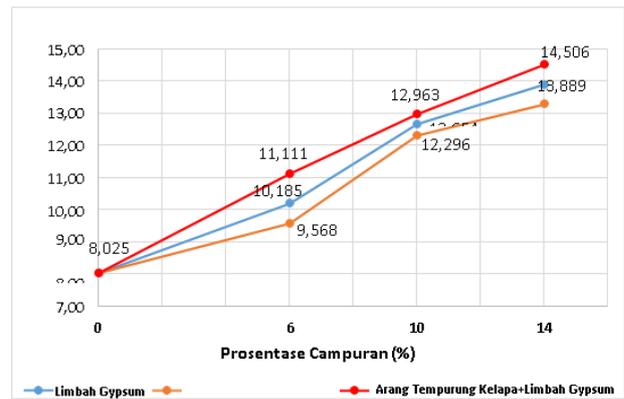
Sampel tanah di Desa Kuaron, Kecamatan Gubug, Kabupaten Grobogan memiliki kadar air

optimum ( $w_{opt}$ ) dan volume berat kering maksimum ( $\gamma_d$ ) seperti pada Tabel 5.

| NO  | SAMPEL | $\gamma_d(\text{gr}/\text{cm}^3)$ | $W_{opt}$ (%) |
|---|--------|-----------------------------------|---------------|
| 1   | 0%     | 1,310                             | 30,90         |
| <b>Campuran Arang Tempurung Kelapa</b>        |        |                                   |               |
| 2   | 6%     | 1,300                             | 32,89         |
| 3   | 10%    | 1,265                             | 32,80         |
| 4   | 14%    | 1,236                             | 31,60         |
| <b>Campuran Limbah Gypsum</b>                 |        |                                   |               |
| 5   | 6%     | 1,290                             | 33,0          |
| 6   | 10%    | 1,260                             | 31,80         |
| 7   | 14%    | 1,250                             | 29,45         |
| <b>Arang Tempurung Kelapa + Limbah Gypsum</b> |        |                                   |               |
| 8   | 6%     | 1,307                             | 29,90         |
| 9   | 10%    | 1,295                             | 29,60         |
| 10  | 14%    | 1,288                             | 28,65         |

Berdasarkan Tabel 5, didapatkan perbandingan nilai berat volume kering tanah asli sebesar 1,310  $\text{kg}/\text{cm}^3$  dan tanah campuran arang tempurung kelapa dan limbah gypsum sebesar 1,288  $\text{kg}/\text{cm}^3$ . Kadar air optimum tertinggi diperoleh dari tanah asli sebesar 30,90% dan kadar air optimum terendah diperoleh tanah dengan campuran arang tempurung kelapa dan limbah gypsum sebesar 28,65%. Hal tersebut disebabkan karena adanya ikatan diantara tanah dengan campuran arang tempurung kelapa dan limbah gypsum menempatkan air untuk menepati rongga-rongga pori air didalam tanah. Ini menunjukkan bahwa penurunan kadar air setiap prosentase meningkatkan stabilisasi tanah dan juga potensi pengembangan menjadi menurun.

Berdasarkan uji CBR *unsoaked* tanah asli dan tanah campuran maka dapat diketahui harga CBR dari setiap sampel melalui perhitungan dan dapat ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Grafik nilai CBR Unsoaked

Berdasarkan Gambar 7 maka dapat diketahui bahwa penambahan campuran arang tempurung kelapa dan tanah campuran limbah gypsum dapat menaikkan harga CBR maksimal di campuran 14% yaitu 14,506% jika dibandingkan dengan tanah asli. Meningkatnya nilai CBR dikarenakan semakin banyaknya campuran yang artinya bahwa daya dukung tanah semakin meningkat.

#### IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Klasifikasi tanah penelitian merupakan tanah lempung dengan potensi ekspansif tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan abu tempurung kelapa dengan limbah gypsum dapat meningkatkan sudut geser dan kohesi sedangkan indeks plastisitasnya turun. Prosentasi kadar abu tempurung kelapa dan limbah gypsum yang paling baik adalah 7% abu tempurung kelapa dan 7% limbah gypsum.

#### V. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditunjukkan untuk Universitas Sultan Agung Semarang yang telah memberikan dukungan dalam penyelesaian penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

Budi, Gogot Setyo. 2011. *Pengujian Tanah Di Laboratorium; Penjelasan Dan Panduan*. Yogyakarta : Graha Ilmu

Darwis. 2017. *Dasar-Dasar Teknik Perbaikan Tanah*. Yogyakarta: Pustaka AQNyutran MG II  
Das, Braja M; Endah, Noor; Mochtar, Indrasurya B. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Surabaya : Penerbit Erlangga

Dianty, Windy Oky. 2017. *Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Gypsum Dan Abu Sekam Padi Dengan Pengujian CBR Dan Kuat Tekan Bebas*. Medan : Bidang Studi Geoteknik Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara

Das, Braja M; Endah, Noor; Mochtar, Indrasurya B. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Surabaya : Penerbit Erlangga

Hardiyatmo, Hary Christady. 2014. *Tanah Ekspansif Permasalahan Dan Penanganan*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press

Lubis Yudha Septiawan. 2020 *Pengaruh Campuran Arang Tepurung Kelapa Terhadap Konsolidasi Pada Tanah Lempung*. Medan : Universitas MedanArea

Lanandangkasiang Nasrani Febiola, Sompie B.A Oktovian. 2020. *Analisis Geoteknik Tanah Lempung Terhadap Penambahan Limbah Gypsum*. Manado: Universitas Sam Ratulangi

Widiantoro, Ibnu; Ahmad, Fauzi. 2016. *Stabilisasi Tanah Ekspansif Dengan Bahan Tambah Gypsum (Studi Kasus Di Kawasan Industri Candi BlokK-18)*. Semarang : Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata