

## **Pengaruh Campuran Bubuk Arang Kayu Dan Kapur Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung**

**(Studi Kasus Jalan Kalidadap Wadaslintang)  
Wiji Lestarini, S.T., M. T, Nur Hasanah**

<sup>1,2)</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Sains Al-Qur'an (UNSIQ) Wonosobo

Jl. Kalibeber Km. 3 Wonosobo, 56351 Telp (0286) 321 873

[lestariniw@yahoo.co.id](mailto:lestariniw@yahoo.co.id),

### **Abstrak**

*Kondisi tanah yang keras pada saat musim kemarau dan becek pada musim hujan merupakan salah satu masalah di Desa Kalidadap, Kecamatan Wadaslintang, Kabupaten Wonosobo. Kondisi ini menyebabkan jalan rusak, yaitu adanya lubang-lubang, jalan bergelombang dan amblas pada permukaan jalan. Oleh sebab itu, sifat tanah ini harus dikakukan perbaikan dengan cara stabilisasi tanah menggunakan bahan tambah/campuran.*

*Dalam penelitian ini bahan yang digunakan untuk stabilisasi adalah bubuk arang kayu dan kapur. Pada referensi sebelumnya telah dilakukan penelitian untuk bahan campuran tersebut dan menghasilkan kekuatan tanah yang lebih tinggi pada penambahan campuran 7,5% bubuk arang kayu dan 10% kapur.*

*Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sains Al-Qur'an. Penelitian pertama dilakukan uji pemadatan standar untuk campuran 7,5% bubuk arang kayu dan 10% kapur untuk pembuktian sesuai referensi sebelumnya. Setelah itu dilakukan pengujian sifat fisis tanah dan pemadatan standar dengan perbandingan campuran bubuk arang kayu dan kapur 6,5%-7,5%, 7%-10%, 7,5%-12,5%, 8%-15% . Kemudian dilakukan pengujian CBR dengan penambahan campuran diambil dari hasil kepadatan maksimum.*

*Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan campuran bubuk arang kayu dan kapur pada tanah lempung mampu memperbaiki sifat fisis tanah. Pada uji kepadatan tanah terjadi kenikan 12,211 % pada campuran 7,5% bubuk arang kayu + 12,5% kapur. Sedangkan pada uji CBR mengalami penurunan sebesar – 2,125 pada kepadatan 100% dan – 1,925 pada kepadatan 95 % tanpa rendaman, penurunan sebesar – 0, 095 pada kepadatan 100% dan – 0,395 pada kepadatan 95% dengan lama perendaman 2 hari, sedangkan pada rendaman 4 hari mengalami penurunan sebesar – 1,4 pada kepadatan 100% dan – 1,6 pada kepadatan 95%. Dengan menurunnya nilai CBR berarti nilai daya dukung tanah menurun.*

*Untuk mendapatkan hasil yang maksimum sebaiknya Variasi campuran lebih rinci lagi, misalkan masing-masing campuran (bubuk arang kayu) dibandingkan dengan semua prosentase campuran dari kapur.*

**Kata kunci :** tanah lempung, bubuk arang kayu, kapur, stabilisasi, CBR

## Latar Belakang

Tanah lempung adalah tanah yang memiliki partikel-partikel mineral tertentu yang menghasilkan sifat-sifat fisis pada tanah bila dicampur dengan air. Sifat tanah lempung terdiri dari ukuran butir halus kurang dari 0.002 mm, permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, bersifat sangat kohesif, kadar kembang susut yang tinggi, dan proses konsolidasi lambat (Hardiyatmo, 1999).

Pada jalan Kalidadap Wadaslintang sering dijumpai jalan yang rusak, yaitu adanya lubang-lubang yang cukup dalam, gelombang, dan amblas pada permukaan jalan (seperti pada gambar 1.1). Hal ini disebabkan karena struktur tanah dasar yang kurang stabil. Sehingga tanah tersebut tidak mampu menahan beban yang ada di atasnya. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk memperbaiki sifat-sifat fisis maupun sifat mekanis dari contoh tanah yang kurang baik tersebut sehingga daya dukung tanah tersebut menjadi lebih baik dan memenuhi persyaratan teknis untuk dapat membangun sebuah konstruksi di atas tanah tersebut. Dalam hal ini, peneliti melakukan upaya perbaikan tanah dengan cara memperbaiki (menstabilisasi) tanah menggunakan bubuk arang kayu dan kapur sebagai bahan campurannya.

Dalam penelitian ini dapat mengetahui seberapa besar pengaruh tanah lempung jika ditambahkan dengan bubuk arang kayu dan kapur. Maka dari itu diambil judul Tugas Akhir adalah “Pengaruh Campuran Bubuk Arang Kayu dan Kapur Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung (Studi kasus Jalan Kalidadap Wadaslintang)”. Sehingga perlu adanya upaya dalam memanfaatkan bahan tersebut dengan cara melakukan penelitian di Laboratorium. Penelitian ini dilakukan dengan metode stabilisasi (perbaikan tanah). Dalam pengujian di Laboratorium digunakan beberapa cara dalam menentukan besarnya kekuatan tanah, dalam penelitian ini menggunakan uji CBR (*Californian Bearing Ratio*) untuk menentukan nilai besar kecilnya daya dukung tanah lempung.

### 1. Studi Pustaka

Tanah lempung dan mineral lempung adalah tanah yang memiliki partikel-partikel mineral tertentu yang “menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air” (Grim, 1953). Partikel-partikel tanah berukuran yang lebih kecil dari 2 mikron ( $2\mu$ ), atau  $<5$  mikron menurut sistem klasifikasi yang lain,

disebut saja sebagai partikel berukuran lempung dari pada disebut lempung saja. Partikel-partikel dari mineral lempung umumnya berukuran koloid ( $<1\mu$ ) dan ukuran  $2\mu$  merupakan batas atas (paling besar) dari ukuran partikel mineral lempung. Untuk menentukan jenis lempung tidak cukup hanya dilihat dari ukuran butirannya saja tetapi perlu diketahui mineral yang terkandung didalamnya. ASTM D-653 memberikan batasan bahwa secara fisik ukuran lempung adalah partikel yang berukuran antara 0,002 mm samapi 0,005 mm.

Arang kayu adalah arang terbuat dari bahan dasar kayu. penggunaan arang kayu sebagai bahan campuran stabilisasi tanah karena bubuk arang kayu dapat memperbaiki sirkulasi air dan udara, serta dapat mengikat karbon, dan juga dapat mengurangi kembang susut pada tanah karena mempunyai sifat mereduksi indeks plastisitas tanah (Karaseran, 2015). Hasil uji kandungan unsur kimia bubuk arang kayu yang dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, bubuk arang kayu mengandung unsur kimia antara lain karbon (C) Kapur adalah kalsium oksida (CaO) yang dibuat oleh batuan karbonat yang dipanaskan oleh suhu sangat tinggi. Penambahan kapur dalam tanah dapat merubah tekstur tanah lempung menjadi berkelakuan mendekati lanau atau pasir, akibat penggumpalan partikel. Sehingga mengurangi secara signifikan partikel berukuran lempung (0.002 mm) dibandingkan dengan lempung aslinya.

Stabilisasi tanah dengan kapur pada dasarnya sama dengan stabilisasi dengan semen, seperti contohnya teknik pengujian dan pelaksanaannya, perbedaannya adalah kapur lebih cocok untuk stabilisasi tanah kelempungan, dan kurang cocok untuk tanah granuler. Pencampuran tanah dengan kapur menghasilkan kekuatan tanah yang lebih tinggi, pengurangan potensi pengembangan dan menambah keawetan., aluminium (Al), silica (Si), kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan fosfor (P).

## **Kajian Pustaka**

### **2.1. Karakteristik Tanah Dasar**

Tanah dasar (*subgrade*) adalah merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan maupun

tebal dari lapisan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar.

Menurut ukuran butirnya partikel tanah dibedakan menjadi kerikil, pasir halus, endapan lumpur (*silt*), tanah lempung dan lempung kolodial. Butiran-butiran tanah diklasifikasikan oleh AASTHO dalam ukuran seperti yang tercantum dalam tabel 2.1 dibawah ini:

Tabel 2.1 Ukuran butiran tanah menurut pengklasifikasian AASTHO

| Kelas                         | Diameter Partikel     | Lolos   | Tertahan |
|-------------------------------|-----------------------|---------|----------|
| Kerikil                       | 75-2.0                | 3 in    | No. 10   |
| Pasir Kasar                   | 2.0-0.425             | No. 10  | No. 40   |
| Pasir Halus                   | 0.425-0.075           | No. 40  | No. 400  |
| Endapan Lumpu ( <i>silt</i> ) | 0.075-0.002           | No. 200 | -        |
| Tanah Lempung                 | 0.002-0.001           | -       | -        |
| Lempung Kolodial              | Lebih kecil<br>0.001< | -       | -        |

Sumber: Clarkson H. Oglesby dkk, Teknik Jalan Raya, 1996

Bentuk butiran dari berbagai jenis tanah dapat diklasifikasikan sebagai bundar, padat bersegi, pipih sampai berkeping. Bentuk butir bulat sampai padat bersegi didapat pada tanah kerikil dan pasir, sedangkan bentuk pipih dan berkeping adalah butiran tanah liat. Pada butir yang berbentuk bulat sulit untuk didapatkan karena akan tergelincir satu sama lain walaupun kekuatan tiap butirannya cukup besar. Untuk bentuk padat bersegi (bersudut) akan lebih baik karena akan saling mengunci. Untuk bentuk pipih akan mudah pecah dan untuk bentuk butir halus memiliki nilai kembang susut yang cukup besar.

## 2.2. Tanah Lempung

Tanah lempung dan mineral lempung adalah tanah yang memiliki partikel-partikel mineral tertentu yang “menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengna air” (Grim, 1953). Partikel-partikel tanah berukuran yang lebih kecil dari 2 mikron ( $2\mu$ ), atau  $<5$  mikron menurut sistem klasifikasi yang lain, disebut saja sebagai partikel berukuran lempung dari pada disebut lempung saja. Partikel-partikel dari mineral lempung umumnya berukuran koloid ( $<1\mu$ ) dan ukuran  $2\mu$  merupakan batas atas (paling besar) dari ukuran partikel mineral

lempung. Untuk menentukan jenis lempung tidak cukup hanya dilihat dari ukuran butirannya saja tetapi perlu diketahui mineral yang terkandung didalamnya. ASTM D-653 memberikan batasan bahwa secara fisik ukuran lempung adalah partikel yang berukuran antara 0,002 mm sampai 0,005 mm. Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung (Hardiyatmo, 1999) adalah sebagai berikut:

1. Ukuran butir halus, kurang dari 0,002 mm (lolos saringan no.200 lebih dari 50%).
2. Berat jenis berkisar antara 2,55-2,65 (Braja M Das, 1988).
3. Nilai indeks plastistas berkisar antara 11,17 %-15,94 % (Braja M Das, 1988).
4. Permeabilitas rendah.
5. Kenaikan air kapiler tinggi.
6. Bersifat sangat kohesif.
7. Kadar kembang susut yang tinggi.
8. Proses konsolidasi lambat.

Proses terbentuknya mineral lempung di alam dapat dikelompokkan mejadi dua golongan menurut Hartono J.M.V, 1990 yaitu:

1. Proses Hipogenik

Tempat terjadinya proses ini adalah di atas permukaan bumi karena pengaruh uap panas yang mengandung larutan-larutan kimia.

2. Proses Epigenik

Tempat terjadinya proses ini adalah di atas permukaan bumi biasa dikenal dengan pelapukan, dimana dapat dibagi menjadi dua yaitu:

- a. Pelapukan fisika

Pelapukan ini dipengaruhi oleh cuaca, baik secara mekanis atau buatan, akar tumbuh-tumbuhan dan jamur.

- b. Pelapukan Kimia

Pelapukan ini dipengaruhi oleh air dan udara, contohnya Pasir halus hasil pelapukan fisika.

Jenis-jenis lempung berdasarkan pengendapan asalnya yaitu:

1. Lempung Residual

Adalah lempung yang terdapat pada tempat dimana lempung itu terjadi dan belum berpindah tempat sejak terbentuknya. Sifat lempung jenis ini adalah

berbutir kasar dan masih bercampur dengan batuan asal yang belum mengalami pelapukan, tidak plastis, semakin digali semakin banyak terdapat batuan asalnya yang masih kasar dan belum lapuk.

2. Lempung Illuvial

Adalah lempung yang sudah terangkut dan mengendap pada suatu tempat yang tidak jauh dari tempat asalnya seperti di kaki bukit.

Lempung ini memiliki sifat yang mirip dengan lempung residual, hanya saja lempung illuvial tidak ditemukan lagi batuan dasarnya. Di Indonesia pada pembuatan batu bata dan genteng pada umumnya menggunakan lempung jenis ini.

3. Lempung Alluvial

Adalah lempung yang di endapkan oleh air sungai di sekitar atau di sepanjang sungai. Pasir akan mengendap di dekat sungai, sedangkan lempung akan mengendap jauh dari tempat asalnya.

4. Lempung Rawa

Adalah lempung yang diendapkan di rawa-rawa. Jenis lempung ini dicairkan dengan warnanya yang hitam.

Tanah memiliki komposisi kimia sebagai berikut:

1. Silika( $\text{SiO}_2$ ), Silika dalam bentuk sebagai kuarsa jika memiliki kadar yang tinggi akan menyebabkan tanah liat menjadi pasiran dan kurang plastis dan tidak begitu sensitif terhadap pengeringan dan pembasahan.
2. Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), terdapat dalam merial lempug. Kadar Alumina yang tinggi akan memperlebar jarak.
3.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , komponen besi ini dapat menguntungkan atau merugikan, tergantung jumlahnya dan sebar butirannya. Makin tinggi kadar besi tanah liat, makin rendah temperatur peleburan tanah liat. Mineral besi yang berbentuk kristal dengan ukuran yang besar dapat menyebabkan cacat pada permukaan produknya seperti pada batu bata atau kramik.
4.  $\text{CaO}$  (kapur), terdapat dalam tanah liat dalam bentuk batu kapur. Bertindak sebagai pelebur bila temperatur pembakarannya mencapai  $> 11000 \text{ C}$ .
5.  $\text{MgO}$ , terdapat dalam bentuk dolomite, magnesit atau silikat. Dapat meningkatkan kepadatan produk hasil pembakaran.

6.  $K_2O$  dan  $Na_2O$ , Alkali ini menghasilkan garam-garam larut setelah pembakaran, dapat menyebabkan penggumpalan klorid dan dalam pembakaran dapat bertindak sebagai pebur yang baik.
7. Organik adalah bahan-bahan yang bertindak sebagai protektor koloid dan menaikkan keplastisan, misalnya humus, bitumen dan karbon.

Seperti pada tabel 2.2 dibawah ini:

Tabel 2.2 Komposisi unsur kimia pada tanah lempung

| Unsur/ Senyawa Lempung %                |
|---|
| Silica ( $SiO_2$ ) 75,40%               |
| Kalsium Oksida ( $CaO$ ) 0,70%          |
| Magnesium Oksida ( $MgO$ ) 0,71%        |
| Besi Oksida ( $Fe_2O_3$ ) 0,01 %        |
| Aluminium Karbonat ( $Al_2O_3$ ) 14,10% |

Sumber: Lab Kimia FMIPA USU, 2011

## 2. Metodologi.

1. Mengambil contoh tanah lempung di lokasi yang telah direncanakan.
2. Meneliti masuk dalam klasifikasi apakah tanah asli tersebut menurut sistem klasifikasi AASHTO
3. Dilaksanakan dengan pengujian di Laboratorium.

## Hasil Dan Pembahasan

### 4. Hasil dan Pembahasan

#### a. Pemeriksaan Berat Volume Tanah

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Berat Volume Tanah

| Tes no                                    | Notasi       | Satuan               | 1                            | 2     | 3     |
|---|--------------|----------------------|------------------------------|-------|-------|
| Berat Tanah Basah                         | W1           | Gram                 | 19.3                         | 15.7  | 15.1  |
| Berat Mangkuk Peluberan                   |              | Gram                 | 39.9                         | 39.9  | 39.9  |
| Berat Air Raksa + Mangkuk                 |              | Gram                 | 146.7                        | 126.2 | 127.2 |
| Berat Air Raksa yang Tumpah               | W2           | Gram                 | 106.8                        | 86.3  | 87.3  |
| Volume Tanah yang Dites                   | $V=W_2/13.6$ | cm <sup>3</sup>      | 7.853                        | 6.346 | 6.419 |
| Berat Volume Tanah                        | $W_1/V$      | Gram/cm <sup>3</sup> | 2.458                        | 2.474 | 2.352 |
| Rata-rata = $\frac{2.458+2.474+2.352}{3}$ |              |                      | = 2.428 gram/cm <sup>3</sup> |       |       |

#### b. Pemeriksaan Kadar Air Tanah

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Kadar Air Tanah

| No contoh                  | Notasi  | Satuan | 1    | 2    |
|----------------------------|---|--------|------|------|
| Berat Cawan + Tanah Basah  | W1  | gram   | 51.1 | 55.1 |
| Berat Cawan + Tanah Kering | W2  | gram   | 37.4 | 40.5 |
| Berat Air                  | W1 - W2                                       | gram   | 13.7 | 14.6 |
| Berat Cawan                | W3  | gram   | 13.1 | 15.4 |
| Berat Tanah Kering         | W2 - W3                                       | gram   | 24.3 | 25.1 |
| Kadar Air                  | $((W1-W2)/(W2-W3))*100$                       | %      | 56.4 | 58.2 |
| Kadar Air Rata-Rata        | $(\text{kadar air 1} + \text{kadar air 2})/2$ |        | 57.3 |      |

**c. Pemeriksaan Berat Jenis Tanah**

**Tabel 4.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah**

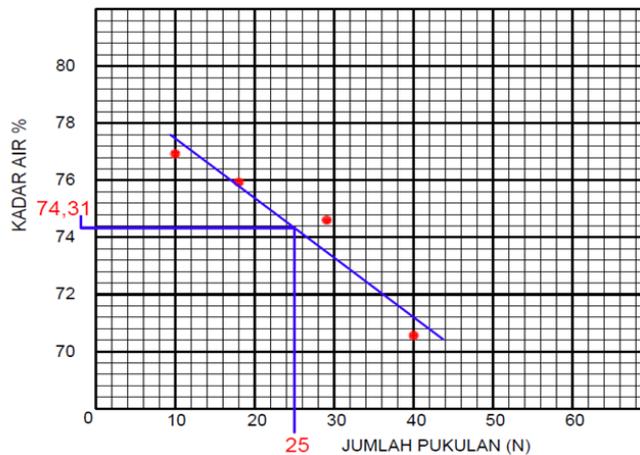
| No Piknometer              | Notasi | Satuan | 1     | 2     |
|----------------------------|--------|--------|-------|-------|
| Berat Picno Kosong         | W1     | gram   | 83.5  | 80.5  |
| Berat Picno + Tanah Kering | W2     | gram   | 108.3 | 105.5 |
| Berat Picno + Tanah + Air  | W3     | gram   | 346.1 | 343.5 |
| Berat Picno + Air          | W4     | gram   | 331.1 | 328   |
| Temperatur                 | t      | °C     | 23    | 23    |
| W2 - W1                    | A      | gram   | 24.8  | 25    |
| W3 - W4                    | B      | gram   | 15    | 15.5  |
| A - B                      | C      | gram   | 9.8   | 9.5   |
| A / C                      | g      | gram   | 2.531 | 2.632 |
| Berat Jenis Rata-Rata      |        |        | 2.581 |       |

**d. Pemeriksaan Atterberg Limits**

- **Pemeriksaan Liquid Limits (LL) atau Batas Cair**

**Tabel 4.4 Hasil Pengujian Batas Cair**

| No contoh                  | Notasi | Satuan  | 1    | 2    | 3    | 4    |
|----------------------------|--------|---------|------|------|------|------|
| Banyak pukulan             | N      | Pukulan | 10   | 18   | 29   | 40   |
| Berat cawan                | W1     | Gram    | 13.9 | 12.4 | 12.6 | 12.7 |
| Berat cawan + tanah basah  | W2     | Gram    | 27.7 | 21.9 | 20.8 | 26   |
| Berat cawan + tanah kering | W3     | Gram    | 21.7 | 17.8 | 17.3 | 20.5 |
| Berat air                  | W2-W3  | Gram    | 6    | 4.1  | 3.5  | 5.5  |
| Berat tanah kering         | W3-W1  | Gram    | 7.8  | 5.4  | 4.7  | 7.8  |
| Kadar air                  |        | %       | 76.9 | 75.9 | 74.5 | 70.5 |



**Gambar 4.1. Grafik hubungan kadar air dan jumlah pukulan**

• **Pemeriksaan Batas Plastis**

**Tabel 4.5. Pemeriksaan Batas Plastis**

| No contoh                  | Notasi               | Satuan | 1    | 2    |
|----------------------------|----------------------|--------|------|------|
| Berat cawan + tanah basah  | W1                   | gram   | 20.9 | 22.8 |
| Berat cawan + tanah kering | W2                   | gram   | 17.7 | 19.4 |
| Berat air                  | W1 - W2              | gram   | 3.2  | 3.4  |
| Berat cawan                | W3                   | gram   | 12.6 | 14   |
| Berat tanah kering         | W2 - W3              | gram   | 5.1  | 5.4  |
| Batas plastis              | $(W1-W2)/(W2-W3)*10$ | %      | 62.7 | 63.0 |
| Batas plastis rata-rata    |                      |        | 62.9 |      |

• **Pemeriksaan Indeks Plastisitas**

Dari nilai batas cair (LL) 74,31% dan nilai batas plastis (PL) 62,9% maka akan diperoleh nilai indeks plastisitas (IP) sebesar:

$IP = LL - PL = 74,31 \% - 62,9\% = 11,41\%$  (termasuk jenis tanah dengan derajat plastisitas sedang.

Keterangan:

IP= Indeks plastisitas (%).

LL= Batas cair (%).

PL= Batas plastis (%).

• **Pemeriksaan Batas Susut**

**Tabel 4.6. Pemeriksaan Batas Susut**

| No contoh                         | Notasi  | Satuan          | 1      | 2      |
|-----------------------------------|---|-----------------|--------|--------|
| Berat cawan                       | A   | gram            | 26     | 29.1   |
| Berat cawan + tanah basah         | B   | gram            | 57.4   | 73.6   |
| Berat cawan + tanah kering        | C   | gram            | 41.1   | 53.8   |
| Volume cawan = Volume tanah basah | D   | cm <sup>3</sup> | 22.255 | 29.438 |
| Volume tanah kering               | E   | cm <sup>3</sup> | 9.221  | 14.919 |
| Batas Susut                       | $\frac{((B-A)-(C-A))-((D-E)*\gamma_w)/(C-A)*100}{}$ | gram            | 21.628 | 21.383 |
| Rata-rata                         |   |                 | 21.506 |        |

e. **Analisa Butiran Tanah (*Grain Size Analysis*)**

**Tabel 4.7. Hasil Pengujian Analisa Saringan**

| No. Saringan  | Diameter Lubang Saringan | Berat Saringan | Berat Tanah di Saringan | Berat Tanah | Berat Tanah Koreksi | % Tanah  |        | % Kumulatif |        |
|---------------|--------------------------|----------------|-------------------------|-------------|---------------------|----------|--------|-------------|--------|
|               |                          |                |                         |             |                     | Tertahan | Lolos  | Tertahan    | Lolos  |
| 4             | 4.75                     | 396.7          | 397.5                   | 0.8         | 0.8                 | 0.160    | 99.840 | 0.160       | 99.840 |
| 8             | 2.36                     | 388.7          | 389.5                   | 0.8         | 0.8                 | 0.160    | 99.840 | 0.321       | 99.679 |
| 10            | 2                        | 330.6          | 331.3                   | 0.7         | 0.7                 | 0.140    | 99.860 | 0.461       | 99.539 |
| 20            | 0.85                     | 327.7          | 337.5                   | 9.8         | 9.8                 | 1.964    | 98.036 | 2.425       | 97.575 |
| 40            | 0.425                    | 277.9          | 356                     | 78.1        | 78.3                | 15.654   | 84.346 | 18.080      | 81.920 |
| 60            | 0.25                     | 323.8          | 361.5                   | 37.7        | 37.8                | 7.557    | 92.443 | 25.636      | 74.364 |
| 100           | 0.15                     | 318.8          | 372.7                   | 53.9        | 54.0                | 10.804   | 89.196 | 36.440      | 63.560 |
| 200           | 0.075                    | 311.8          | 372.4                   | 60.6        | 60.7                | 12.147   | 87.853 | 48.587      | 51.413 |
| Pan/Lengser   | -                        | 386.8          | 643.3                   | 256.5       | 257.1               | 51.413   | 48.587 | 100.000     | 0.000  |
| <b>Jumlah</b> |                          |                |                         | 498.9       | 500                 |          |        |             |        |

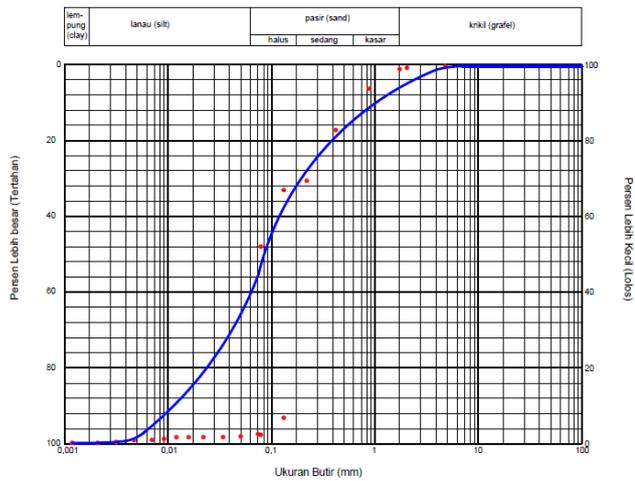
**Tabel 4.8. Hasil Pengujian Analisa Hidrometer**

|                   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Waktu (menit)     | 0.25    | 0.5     | 1       | 2       | 4       | 8       | 15      | 30      | 60      | 120     | 240     | 480     | 1440    |
| Rh                | 14      | 14      | 13      | 12      | 12      | 12      | 12      | 11      | 10      | 10      | 9       | 7       | 7       |
| Suhu              | 23      | 23      | 23      | 23      | 23      | 22      | 22      | 22      | 22      | 23      | 23      | 23      | 23      |
| Re = Rh + Ct + Cm | 15.7    | 15.7    | 14.7    | 13.7    | 13.7    | 13.4    | 13.4    | 12.4    | 11.4    | 11.7    | 10.7    | 8.7     | 8.7     |
| % Lebih kecil     | 3.1714  | 3.1714  | 2.9694  | 2.7674  | 2.7674  | 2.7068  | 2.7068  | 2.5048  | 2.3028  | 2.3634  | 2.1614  | 1.7574  | 1.7574  |
| R = Rh + Cm       | 15      | 15      | 14      | 13      | 13      | 13      | 13      | 12      | 11      | 11      | 10      | 8       | 8       |
| L                 | 13.8    | 13.8    | 14      | 14.2    | 14.2    | 14.2    | 14.2    | 14.3    | 14.5    | 14.5    | 14.7    | 15      | 15      |
| L/t               | 55.2    | 27.6    | 14      | 7.1     | 3.55    | 1.775   | 0.94667 | 0.47667 | 0.24167 | 0.12083 | 0.06125 | 0.03125 | 0.01042 |
| K                 | 0.0136  | 0.0136  | 0.0136  | 0.0136  | 0.0136  | 0.0137  | 0.0137  | 0.0137  | 0.0137  | 0.0136  | 0.0136  | 0.0136  | 0.0136  |
| D = K akar L/t    | 0.10104 | 0.07145 | 0.05089 | 0.03624 | 0.02562 | 0.01825 | 0.01333 | 0.00946 | 0.00673 | 0.00473 | 0.00337 | 0.0024  | 0.00139 |

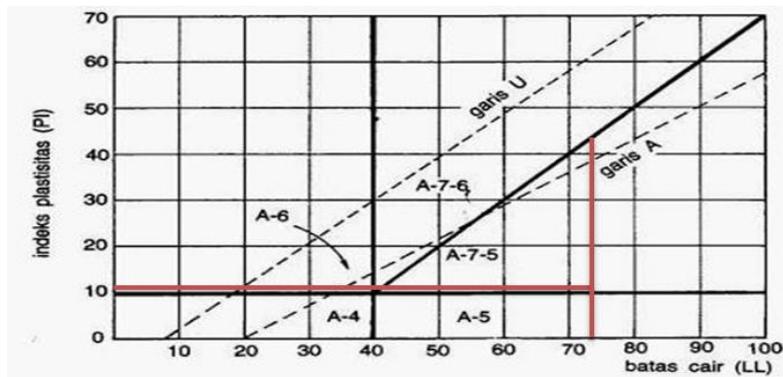
catatan      nilai Cm = 1      yang berwarna merah dari tabel  
                   nilai Ct suhu 22 = 0.4  
                   nilai Ct suhu 23 = 0.7

**Tabel 4.9. Persen kumulatif lolos setelah dikoreksi dengan analisa saringan**

|                       |   |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------------|---|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| berat tanah           | A | 500     |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| berat tanah lolos     | B | 257.066 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| % lebih kecil         | C | 3.1714  | 3.1714 | 2.9694 | 2.7674 | 2.7674 | 2.7068 | 2.7068 | 2.5048 | 2.3028 | 2.3634 | 2.1614 | 1.7574 |
| berat kumulatif lolos | D | 8.153   | 8.153  | 7.633  | 7.114  | 7.114  | 6.958  | 6.958  | 6.439  | 5.920  | 6.075  | 5.556  | 4.518  |
|                       |   |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| % kumulatif lolos     | E | 1.631   | 1.631  | 1.527  | 1.423  | 1.423  | 1.392  | 1.392  | 1.288  | 1.184  | 1.215  | 1.111  | 0.904  |



Gambar 4.2. Grafik Diagram Pembagian Ukuran Butir



Gambar 4.3. Grafik Batas-batas Atterberg untuk subkelompok A-4, A-5, A-6, A-7

f. Standar Proctor Test

Tabel 4.10. Hasil pengujian standar proctor

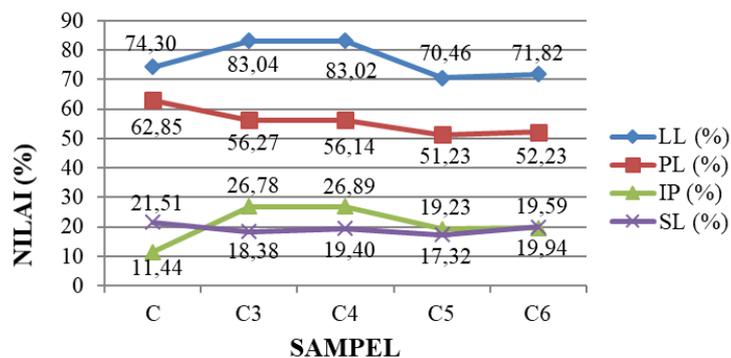
| No | Komposisi Sampel                                   | Simbol | Kepadatan max (gr/cm <sup>3</sup> ) | kepadatan lapangan min (gr/cm <sup>3</sup> ) | Kadar air opt (%) | Kadar air min (%) | Kadar air max (%) |
|----|--|--------|-------------------------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1  | Tanah Asli   | C      | 1.217                               | 1.130  | 29.00             | 20.00             | 36.00             |
| 2  | Tanah Asli + 7.5 % bubuk arang kayu                | C1     | 1.321                               | 1.200  | 28.00             | 21.00             | 37.00             |
| 3  | Tanah Asli + 10 % kapur                            | C2     | 1.454                               | 1.380  | 27.10             | 19.00             | 37.00             |
| 4  | Tanah Asli + 6.5 % bubuk arang kayu + 7.5 % kapur  | C3     | 1.299                               | 1.200  | 25.20             | 17.00             | 35.00             |
| 5  | Tanah Asli + 7 % bubuk arang kayu + 10 % kapur     | C4     | 1.331                               | 1.230  | 27.20             | 20.00             | 35.00             |
| 6  | Tanah Asli + 7.5 % bubuk arang kayu + 12.5 % kapur | C5     | 1.366                               | 1.250  | 25.00             | 19.00             | 36.00             |
| 7  | Tanah Asli + 8 % bubuk arang kayu + 15% kapur      | C6     | 1.323                               | 1.250  | 28.00             | 22.00             | 35.00             |

g. Pengaruh Penambahan Bubuk Arang Kayu dan Kapur terhadap Sifat Fisis Tanah Lempung

Tabel 4.11. Hasil Pengujian Sifat-Sifat Fisis Tanah

| No | Komposisi Sampel                                   | Simbol | LL (%) | PL (%) | IP (%) | SL (%) |
|----|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1  | Tanah Asli   | C      | 74.30  | 62.9   | 11.4   | 21.51  |
| 2  | Tanah Asli + 6.5 % bubuk arang kayu + 7.5 % kapur  | C3     | 83.04  | 56.27  | 26.8   | 18.38  |
| 3  | Tanah Asli + 7 % bubuk arang kayu + 10 % kapur     | C4     | 83     | 56.14  | 26.9   | 19.4   |
| 4  | Tanah Asli + 7.5 % bubuk arang kayu + 12.5 % kapur | C5     | 70.5   | 51.23  | 19.2   | 17.32  |
| 5  | Tanah Asli + 8 % bubuk arang kayu + 15% kapur      | C6     | 72     | 52.23  | 19.6   | 19.94  |

Dari tabel 4.11 diatas dibuat grafik perbandingan antara tanah asli dengan tanah asli + bubuk arang kayu + kapur. Grafik perbandingan dapat dilihat di grafik 4.4 di bawah ini :



Gambar 4.4. Grafik Perbandingan nilai-nilai atterberg limits pada tanah asli dengan tanah asli + bubuk arang kayu + kapur.

**h. Pengaruh Penambahan Bubuk Arang Kayu dan Kapur terhadap Berat Isi Kering Tanah Sesuai Referensi Sebelumnya**

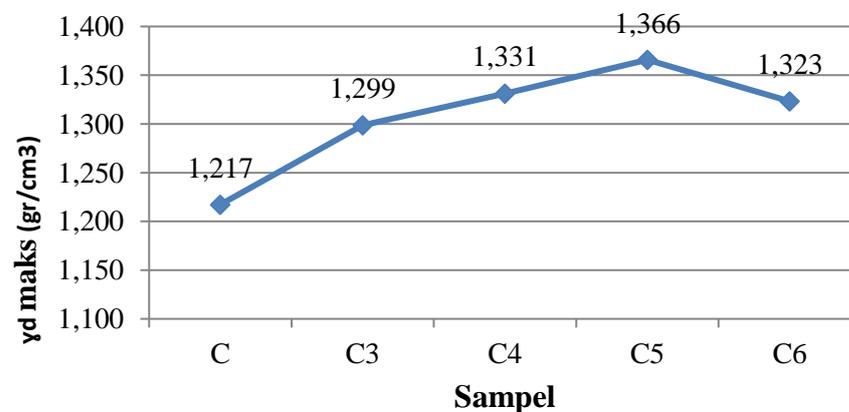
**Tabel 4.12. Perbandingan Nilai Berat Isi Kering Tanah Sesuai dengan Referensi**

| Komposisi Sampel                    | Berat Isi Kering Tanah (yd) |                  |
|-------------------------------------|-----------------------------|------------------|
|                                     | Referensi                   | Hasil Penelitian |
| Tanah Asli                          | 1,223                       | 1,217            |
| Tanah Asli + 7,5 % Bubuk Arang Kayu | 1,234                       | 1,321            |
| Tanah Asli + 10 % Kapur             | 1.818                       | 1,454            |

**i. Pengaruh Penambahan Bubuk Arang Kayu dan Kapur terhadap Berat Isi Kering Tanah**

**Tabel 4.13. Nilai Berat Isi Kering Tanah dan Peningkatannya**

| No | Komposisi Sampel                                   | Simbol | yd maks (gr/cm <sup>3</sup> ) | Peningkatan (%) |
|----|--|--------|-------------------------------|-----------------|
| 1  | Tanah Asli   | C      | 1.217                         |                 |
| 2  | Tanah Asli + 6.5 % bubuk arang kayu + 7.5 % kapur  | C3     | 1.299                         | 6.701           |
| 3  | Tanah Asli + 7 % bubuk arang kayu + 10 % kapur     | C4     | 1.331                         | 9.357           |
| 4  | Tanah Asli + 7.5 % bubuk arang kayu + 12.5 % kapur | C5     | 1.366                         | 12.211          |
| 5  | Tanah Asli + 8 % bubuk arang kayu + 15% kapur      | C6     | 1.323                         | 8.709           |

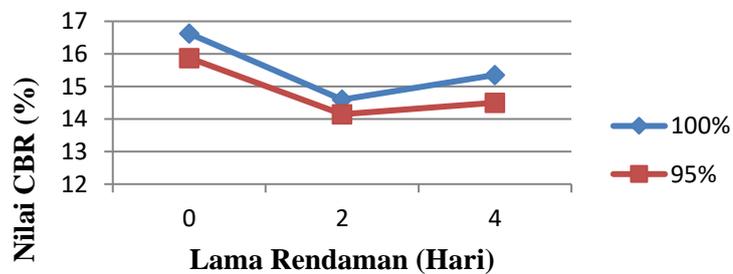


**Gambar 4.5. Grafik Perbandingan Nilai-Nilai Berat Isi Kering Pada Tanah Asli + Bubuk Arang Kayu + Kapur**

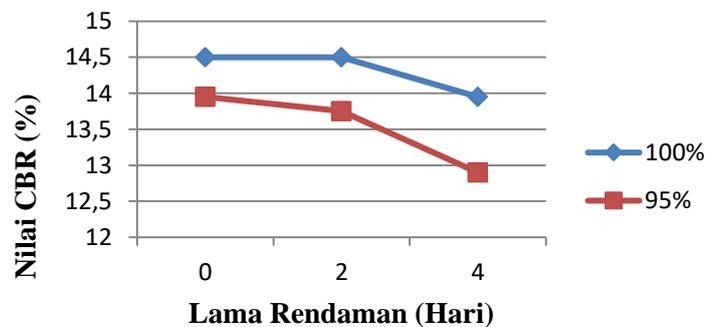
j. Pemeriksaan CBR

Tabel 4.14. Hasil Pemeriksaan CBR

| Campuran  | No Sampel | % Kepadatan | Lama Perendaman |        |        | Kadar Air Optimum |
|-----------|-----------|-------------|-----------------|--------|--------|-------------------|
|           |           |             | 0 Hari          | 2 Hari | 4 Hari |                   |
| C         | 1         | 100 %       | 16,45           | 14,19  | 15,3   | 29                |
|           |           | 95 %        | 16,35           | 13,79  | 14     |                   |
|           | 2         | 100 %       | 16,8            | 15     | 15,4   |                   |
|           |           | 95 %        | 15,4            | 14,5   | 15     |                   |
| C5        | 1         | 100%        | 14,6            | 14,2   | 13     | 25                |
|           |           | 95%         | 13,9            | 13     | 11,3   |                   |
|           | 2         | 100 %       | 14,4            | 14,8   | 14,9   |                   |
|           |           | 95 %        | 14              | 14,5   | 14,5   |                   |
| Rata-rata | C         | 100 %       | 16,625          | 14,595 | 15,35  | 29                |
|           |           | 95 %        | 15,875          | 14,145 | 14,5   |                   |
|           | C5        | 100 %       | 14,5            | 14,5   | 13,95  | 25                |
|           |           | 95 %        | 13,95           | 13,75  | 12,9   |                   |



Gambar 4.6. Grafik Nilai CBR pada Tanah Asli



Gambar 4.7. Grafik Nilai CBR pada Tanah Campuran

**k. Pengaruh Penambahan Bubuk Arang Kayu dan Kapur terhadap Daya Dukung Tanah Lempung**

**Tabel 4.15. Peningkatan nilai CBR**

| % Kepadatan | Nilai CBR Tanah Asli   | Nilai CBR Tanah Campuran | Peningkatan |
|-------------|------------------------|--------------------------|-------------|
| 100%        | 16.625<br>(tak rendam) | 14.5<br>(tak rendam)     | - 2.125     |
| 95%         | 15.875<br>(tak rendam) | 13.95<br>(tak rendam)    | - 1.925     |

Gambar 1. Pelaksanaan kegiatan pelatihan

**Kesimpulan**

Dari hasil pengujian di Laboratorium peneliti dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada penambahan bubuk arang kayu 7,5 % dan kapur 10% nilai berat isi kering tanah berdasarkan referensi mengalami kenaikan dan dari hasil penelitian menunjukkan bahwa berat isi kering tanah juga mengalami kenaikan dari 1,217 untuk tanah normal menjadi 1,321 untuk campuran 7,5% bubuk arang kayu dan 1,454 untuk campuran 10% kapur.
2. Prosentase kenaikan berat isi kering tanah hasil pemadatan dengan campuran bubuk arang kayu dan kapur, kepadatan tertinggi terdapat pada campuran 7,5% bubuk arang kayu + 12,5% kapur dengan prosentase kenaikan 12,211%.
3. Pada penambahan/penggunaan bubuk arang kayu dan kapur, nilai CBR mengalami penurunan sebesar – 2.125 pada kepadatan 100 % dan – 1.925 pada kepadatan 95 % tanpa perendaman, penurunan sebesar – 0,095 pada kepadatan 100% dan – 0,395 pada kepadatan 95% dengan lama perendaman 2 hari perendaman, sedangkan pada perendaman 4 hari nilai CBR mengalami penurunan sebesar – 1,4 pada kepadatan 100% dan – 1,6 pada kepadatan 95%. Dengan menurunnya nilai CBR berarti nilai daya dukung tanah menurun.
4. Dengan penambahan bahan berupa bubuk arang kayu dan kapur pada tanah asli terjadi perubahan kearah yang lebih baik dalam pengujian sifat fisis tanah dan

berat isi kering tanah. Namun, pada pengujian daya dukung tanah mengalami penurunan atau

5. cenderung kearah yang buruk. Seluruh data yang terdapat pada Tugas Akhir ini adalah hasil dari penelitian terhadap tanah sampel yang diambil dari Desa Kalidadap, Kecamatan Wadaslintang, Kabupaten Wonosobo.

### **Pustaka**

- Aji, Mukti. 2016. *Tinjauan Kuat Geser Tanah Lempung Kecamatan Sukodono Kabupaten Sragen Yang Distabilisasi dengan Bubuk Arang Kayu*. Surakarta
- Ariyani, Ninik dan Ana Yuni M. 2016. *Pengaruh Penambahan Kapur Pada Tanah Lempung Ekspansif Dari Dusun Bodrorejo Klaten*. Yogyakarta
- Hardiyatmo, H.C. 2002. *Mekanika Tanah 1*. Jakarta : Gramedia Pustaka
- Lestari, Wiji. 1999. *Stabilisasi Tanah Dasar Konstruksi Lapis Keras dengan Menggunakan Bahan Kimia Reynolds Road Packer 2-3-5 Special (Sulphonoc Acid)*. Surakarta : Universitas Muhamadiyah Surakarta
- Maryono. 2014. *Pengaruh Campuran Abu Sebetan Kayu Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung*. Wonosobo : Universitas Sains Al-Qur'an
- Prasetyo, Eko Bangun. 2014. *Pengaruh Campuran Garam Dapur dan Abu Kulit Durian Terhadap Sifat Fisis dan Berat Kering Tanah Lempung*. Wonosobo : Universitas Sains Al-Qur'an
- Sengerois, Meiriza. 2016. *Pemanfaatan Arang Kayu Sebagai Bahan Stabilisasi Terhadap Kuat Dukung Tanah Lempung Sukodono dengan Variasi Perawatan*. Surakarta
- Utami, Gatri Sri dan A. Harris HA. 2016. *Analisis Pemanfaatan Kapur Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Ditinjau Dari Kuat Geser*. Surabaya.