

# **STUDI PERKIRAAN KOMPOSISI TANAH DARI HASIL UJI TINGGI JATUH KERUCUT (FALL CONE TEST)**

**OLAND MUSTAFA  
NRP : 0121073**

**Pembimbing :  
IBRAHIM SURYA, Ir ., M. Eng**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA  
BANDUNG**

---

## **ABSTRAK**

Metode penetrasi kerucut digunakan untuk menentukan nilai Liquid Limit dari suatu tanah kohesif. Dengan menggunakan metode yang sama dapat dihitung nilai Plastic Limit berdasarkan hubungan antara kadar air tanah dan kedalaman dari penetrasi kerucut yang menghasilkan parameter  $c$  dan  $m$ . Hubungan ini non-linear, tetapi menjadi linear pada skala log-log sehingga menghasilkan metode yang sederhana dalam penentuan nilai Liquid Limit dan Plastic Limit. Dari hasil eksperimen Bojana Dolinar dan Ludvik Trauner diperoleh hasil bahwa indeks parameter didapat berdasarkan jenis, ukuran dan jumlah mineral yang terkandung didalam tanah.

Dari hasil percobaan Fall Cone untuk tanah di sekitar Universitas Kristen Maranatha didapat nilai LL untuk kedalaman 3m = 83,374 %,  $c=34,065\%$ ,  $m=0,281$  dan PL = 41,252 %, untuk kedalaman 4m nilai LL = 85,588 %,  $c=34,157\%$ ,  $m=0,283$  dan PL = 43,365 % dan untuk kedalaman 5m nilai LL = 84,428 %,  $c=34,901\%$ ,  $m=0,286$  dan PL = 45,201 %. Dari bagan plastisitas tanah yang diuji tergolong MH (*elastic silt*).

Dari bagan plastisitas dapat disimpulkan bahwa tanah yang diuji (di sekitar Universitas Kristen Maranatha) banyak mengandung mineral kaolinite.

Dari Grafik antara Integrain Water Vs Penetration dapat dilihat bahwa garis sampel tanah yang diuji berada di antara garis Ca-montmorillonite ( $A_{sc} = 97,42 \text{ m}^2/\text{gr}$ ) dan garis kaolinite ( $A_{sc} = 10,05 \text{ m}^2/\text{gr}$ ) yang diuji oleh Dolinar dan Trauner dan lebih dekat dengan garis Ca-montmorillonite ( $A_{sc} = 97,42 \text{ m}^2/\text{gr}$ ). Sehingga dapat disimpulkan bahwa tanah yang diuji tidak saja banyak mengandung kaolinite seperti hasil yang didapat dari bagan plastisitas tetapi merupakan campuran dari mineral-mineral lempung, tetapi mungkin saja komposisi tanahnya banyak mengandung kaolinite. Untuk persentase yang pasti perlu dilakukan *Chemical Test*.

# DAFTAR ISI

Halaman

|                                                   |            |
|---------------------------------------------------|------------|
| <b>SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR .....</b>         | <b>i</b>   |
| <b>SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR .....</b> | <b>ii</b>  |
| <b>ABSTRAK .....</b>                              | <b>iii</b> |
| <b>PRAKATA .....</b>                              | <b>iv</b>  |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                           | <b>vi</b>  |
| <b>DAFTAR NOTAS DAN SINGKATAN .....</b>           | <b>ix</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                        | <b>xi</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                         | <b>xii</b> |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                      | <b>xiv</b> |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>                          |            |
| 1.1 Latar Belakang Masalah .....                  | 1          |
| 1.2 Maksud dan Tujuan .....                       | 2          |
| 1.3 Ruang Lingkup Pembahasan .....                | 2          |
| 1.4 Sistematika Penulisan .....                   | 3          |
| <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>                     |            |
| 2.1 Komposisi Tanah Lempung .....                 | 5          |
| 2.1.1 Kaolinite.....                              | 8          |
| 2.1.2 Illite .....                                | 11         |
| 2.1.3 Monmorillonite.....                         | 13         |
| 2.1.4 Chlorite.....                               | 15         |
| 2.2 Karakteristik Umum Mineral Lempung.....       | 16         |
| 2.2.1 Hidrasi.....                                | 16         |

|       |                                              |    |
|-------|----------------------------------------------|----|
| 2.2.2 | Flokulasi dan Dispersi.....                  | 18 |
| 2.2.3 | Pengaruh Air.....                            | 19 |
| 2.3   | Klasifikasi Tanah.....                       | 20 |
| 2.4   | Atterberg Limit.....                         | 24 |
| 2.4.1 | Liquid Limit.....                            | 24 |
| 2.4.2 | Plastic Limit.....                           | 26 |
| 2.4.3 | Shrinkage Limit.....                         | 26 |
| 2.5   | Indeks Plastis.....                          | 27 |
| 2.6   | Bagan Plastisitas.....                       | 28 |
| 2.7   | Penetrasi kerucut ( Cone Penetration ) ..... | 29 |

### **BAB 3 SOIL PROPERTIES DAN FALL CONE TEST**

|       |                                      |    |
|-------|--------------------------------------|----|
| 3.1   | Contoh Tanah .....                   | 31 |
| 3.2   | Soil Properties Test .....           | 33 |
| 3.3   | Atterberg Limits .....               | 33 |
| 3.4   | Fall Cone Test .....                 | 33 |
| 3.5   | Analisa hasil Percobaan .....        | 35 |
| 3.5.1 | Hasil Percobaan Soil Properties..... | 35 |
| 3.5.2 | Hasil Percobaan Atterberg Limis..... | 35 |
| 3.5.3 | Hasil Percobaan Fall Cone.....       | 36 |

### **BAB 4 KESIMPULAN DAN SARAN**

|     |                  |    |
|-----|------------------|----|
| 4.1 | Kesimpulan ..... | 92 |
| 4.2 | Saran .....      | 94 |

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b> | <b>96</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>       | <b>98</b> |

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

|                |                                                                                                             |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Å              | = Satuan Angstrom ( $10^{-10}$ m)                                                                           |
| ASTM           | = American Society for Testing Materials                                                                    |
| AASHTO         | = American Association of State Highway and Transportation<br>Officials                                     |
| B              | = Brusit (Mg)                                                                                               |
| c              | = Kadar air pada kedalaman penetrasi (h) = 1 mm                                                             |
| FR             | = Final Reading                                                                                             |
| G              | = Gibsit (Al)                                                                                               |
| G <sub>s</sub> | = Specific Gravity                                                                                          |
| G <sub>T</sub> | = Spec. gravity of Water at T                                                                               |
| h              | = Kedalaman penetrasi                                                                                       |
| IR             | = Initial Reading                                                                                           |
| K              | = Konstanta yang nilainya tergantung dari tipe cone yang<br>digunakan                                       |
| LL             | = Liquid Limit / Batas Cair                                                                                 |
| m              | = Kemiringan dari fungsi linear antara nilai logaritma kadar air dan<br>nilai logaritma dari penetrasi (h). |
| PI             | = Plasticity Index                                                                                          |
| PL             | = Plastic Limit / Batas Plastis                                                                             |
| SL             | = Shrinkage Limit / Batas Susut                                                                             |
| T              | = Temperatur                                                                                                |
| USCS           | = Unified Soil Classification System                                                                        |
| W              | = Kadar air                                                                                                 |

$W_1$  = Berat botot + air + tanah

$W_2$  = Berat botol + air

$W_c$  = Massa dari cone

$W_i$  = Integrain water content

$W_s$  = Berat tanah

$W_w$  = Berat air

$\rho_w$  = Kerapatan air

# DAFTAR GAMBAR

halaman

|                |                                                                                |    |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1     | Diagram sederhana dari satuan-satuan tetrahedron dan<br>oktahedron silica..... | 7  |
| Gambar 2.2     | Mineral lempung kaolinit.....                                                  | 9  |
| Gambar 2.3 (a) | Mineral lempung Illit .....                                                    | 12 |
| Gambar 2.3 (b) | Mineral lempung vermiculit.....                                                | 12 |
| Gambar 2.4     | Skema Montmorilonit.....                                                       |    |
| Gambar 2.5     | Bagan Plastisitas.....                                                         | 22 |
| Gambar 2.6     | Bagan Plastisitas.....                                                         | 23 |
| Gambar 2.7     | Bagan Plastisitas.....                                                         | 23 |
| Gambar 2.8     | Bagan Plastisitas.....                                                         | 24 |
| Gambar 2.9     | Alat Casagrande untuk menentukan Liquid Limit.....                             | 25 |
| Gambar 2.10    | Percobaan Plastic Limit dengan cara digulung-gulung...                         | 26 |
| Gambar 2.11    | Plasticity Chart (after A. Casagrande 1932a).....                              | 28 |
| Gambar 2.12    | Alat Uji Fall Cone.....                                                        | 30 |
| Gambar 3.1     | Bagan Plastisitas untuk kedalaman 3m.....                                      | 84 |
| Gambar 3.2     | Bagan Plastisitas untuk kedalaman 4m.....                                      | 84 |
| Gambar 3.3     | Bagan Plastisitas untuk kedalaman 5m.....                                      | 85 |
| Gambar 3.4     | Bagan Plastisitas untuk kedalaman 3m.....                                      | 85 |
| Gambar 3.5     | Bagan Plastisitas untuk kedalaman 4m.....                                      | 86 |
| Gambar 3.6     | Bagan Plastisitas untuk kedalaman 5m.....                                      | 86 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                     | halaman |
|---------------------------------------------------------------------|---------|
| Table 2.1 Plasticity Index.....                                     | 27      |
| Tabel 3.1 Hasil Percobaan Kalibrasi Erlenmayer.....                 | 37      |
| Tabel 3.2 Hasil Percobaan Specific Gravity (kedalaman 3m).....      | 39      |
| Tabel 3.3 Hasil Percobaan Specific Gravity (kedalaman 4m).....      | 40      |
| Tabel 3.4 Hasil Percobaan Specific Gravity (kedalaman 5m).....      | 41      |
| Tabel 3.5 Hasil Percobaan Casagrande (kedalaman 3m).....            | 42      |
| Tabel 3.6 Hasil Percobaan Casagrande (kedalaman 4m).....            | 44      |
| Tabel 3.7 Hasil Percobaan Casagrande (kedalaman 5m).....            | 46      |
| Tabel 3.8 Hasil Percobaan Plastic Limit (kedalaman 3m).....         | 48      |
| Tabel 3.9 Hasil Percobaan Plastic Limit (kedalaman 4m).....         | 49      |
| Tabel 3.10 Hasil Percobaan Plastic Limit (kedalaman 5m).....        | 50      |
| Tabel 3.11 Hasil Percobaan Fall Cone (kedalaman 3 m, sampel 1)..... | 51      |
| Tabel 3.12 Hasil Percobaan Fall Cone (kedalaman 3 m, sampel 2)..... | 54      |
| Tabel 3.13 Hasil Percobaan Fall Cone (kedalaman 3 m, sampel 3)..... | 57      |
| Tabel 3.14 Hasil Percobaan Fall Cone (kedalaman 4m, sampel 1).....  | 60      |
| Tabel 3.15 Hasil Percobaan Fall Cone (kedalaman 4m, sampel 2).....  | 63      |
| Tabel 3.16 Hasil Percobaan Fall Cone (kedalaman 4m, sampel 3).....  | 66      |
| Tabel 3.17 Hasil Percobaan Fall Cone (kedalaman 5m, sampel 1).....  | 69      |
| Tabel 3.18 Hasil Percobaan Fall Cone (kedalaman 5m, sampel 2).....  | 72      |
| Tabel 3.19 Hasil Percobaan Fall Cone (kedalaman 5m, sampel 3).....  | 75      |
| Tabel 3.20 Nilai LL, PL, c dan m untuk mineral lempung.....         | 87      |



|                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 3.21 Nilai LL, PL, c dan m untuk sampel tanah UKM.....           | 87  |
| Tabel 3.22 Nilai LL, PL untuk percobaan Fall Cone untuk tanah UKM..... | 90  |
| Tabel 3.23 Nilai LL casagrande & LL fall cone test.....                | 91  |
| Tabel 3.24 Nilai PL rolling thread test & PL fall cone test.....       | 91  |
| Tabel 3.25 Nilai Parameter c dan m.....                                | 91  |
| Tabel 3.26 Specific Gravity of Water.....                              | 112 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|             |                                                                                  |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|             | halaman                                                                          |
| Grafik 3.1  | Hubungan Temperature Vs W2.....38                                                |
| Grafik 3.2  | Grafik Hubungan Water Content (W) Vs Blow<br>(kedalaman 3m).....43               |
| Grafik 3.3  | Grafik Hubungan Water Content (W) Vs Blow<br>(kedalaman 4m).....45               |
| Grafik 3.4  | Grafik Hubungan Water Content (W) Vs Blow<br>(kedalaman 5m).....47               |
| Grafik 3.5  | Hubungan Water content (W) Vs Penetration (h)<br>(kedalaman 3m, Sampel 1).....52 |
| Grafik 3.6  | Hubungan Water content (W) Vs Penetration (h)<br>(kedalaman 3m, Sampel 1).....53 |
| Grafik 3.7  | Hubungan Water Content (W) Vs Penetration (h)<br>(kedalaman 3m,sampel 2).....55  |
| Grafik 3.8  | Hubungan Water Content (W) Vs Penetration (h)<br>(kedalaman 3m,sampel 2).....56  |
| Grafik 3.9  | Hubungan Water Content (W) Vs Penetration (h)<br>(kedalaman 3m, sampel 3).....58 |
| Grafik 3.10 | Hubungan Water Content (W) Vs Penetration (h)<br>(kedalaman 3m, sampel 3).....59 |
| Grafik 3.11 | Hubungan Water Content (w) Vs Penetration (h)<br>(kedalaman 4m, sampel 1).....61 |
| Grafik 3.12 | Hubungan Water Content (w) Vs Penetration (h)                                    |

|             |                                                                                |    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|----|
|             | (kedalaman 4m, sampel 1).....                                                  | 62 |
| Grafik 3.13 | Hubungan Water Content (W) Vs Penetration (h)<br>(kedalaman 4m, sampel 2)..... | 64 |
| Grafik 3.14 | Hubungan Water Content (W) Vs Penetration (h)<br>(kedalaman 4m, sampel 2)..... | 65 |
| Grafik 3.15 | Hubungan Water Content (W) Vs Penetration (h)<br>(kedalaman 4m, sampel 3)..... | 67 |
| Grafik 3.16 | Hubungan Water Content (W) Vs Penetration (h)<br>(kedalaman 4m, sampel 3)..... | 68 |
| Grafik 3.17 | Hubungan Water content (W) Vs Penetration (h)<br>(kedalaman 5m, sampel 1)..... | 70 |
| Grafik 3.18 | Hubungan Water content (W) Vs Penetration (h)<br>(kedalaman 5m, sampel 1)..... | 71 |
| Grafik 3.19 | Hubungan Water content (W) Vs Penetration (h)<br>(kedalaman 5m, sampel 2)..... | 73 |
| Grafik 3.20 | Hubungan Water content (W) Vs Penetration (h)<br>(kedalaman 5m, sampel 2)..... | 74 |
| Grafik 3.21 | Hubungan Water content (W) Vs Penetration (h)<br>(kedalaman 5m, sampel 3)..... | 76 |
| Grafik 3.22 | Hubungan Water content (W) Vs Penetration (h)<br>(kedalaman 5m, sampel 3)..... | 77 |
| Grafik 3.23 | Hubungan Integrain Water (wi) Vs Penetration (h).....                          | 89 |