

# **PENGARUH PROSES PENGERINGAN TERHADAP PARAMETER KUAT GESER TANAH LANAU TAK JENUH**

**Farllan Lasimpala**  
**NRP : 0921042**

**Pembimbing: Ir. Asriwiyanti Desiani, M.T.**

## **ABSTRAK**

Kondisi cuaca di Indonesia saat ini sulit diprediksi. Dalam waktu satu hari dapat terjadi panas yang berkepanjangan kemudian disusul dengan hujan dalam waktu beberapa jam saja. Hal ini disebabkan karena wilayah Indonesia mempunyai iklim tropika yang dipengaruhi oleh angin Barat yang bertiup sekitar bulan Oktober hingga April yang menyebabkan Indonesia mengalami musim penghujan dan angin Timur yang bertiup sekitar bulan April hingga Oktober yang menyebabkan wilayah Indonesia terjadi musim kemarau.

Penelitian Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengetahui perubahan parameter indeks properti dan parameter kuat geser tanah ( $c$  dan  $\phi'$ ) pada kondisi tanah initial/asli, kondisi pengeringan 3 hari, dan kondisi pengeringan 7 hari untuk tanah yang berada pada kedalaman 1 meter dari permukaan. Untuk itu dilakukan pengujian pendahuluan seperti pengujian berat jenis, *atterberg limit*, dan hidrometer. Pengujian utama yaitu uji geser langsung.

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan yaitu, dari pengujian pendahuluan contoh tanah uji merupakan tanah lanau. Pada pengujian indeks properti terjadi perubahan nilai derajat kejenuhan ( $S_r$ ), angka pori ( $e$ ), porositas ( $n$ ), dan berat volume kering ( $\gamma_{dry}$ ) akibat proses pengeringan. Pada kondisi initial/asli  $S_r = 80,61\%$ ,  $e = 1,67$ ,  $n = 62,55\%$ ,  $\gamma_{dry} = 1,01 \text{ gr/cm}^3$ . Untuk kondisi pengeringan 3 hari  $S_r = 71,32\%$ ,  $e = 1,78$ ,  $n = 63,83\%$ ,  $\gamma_{dry} = 0,98 \text{ gr/cm}^3$ . Sedangkan untuk kondisi pengeringan 7 hari  $S_r = 42,70\%$ ,  $e = 1,27$ ,  $n = 55,74\%$ ,  $\gamma_{dry} = 1,20 \text{ gr/cm}^3$ . Dari pengujian geser langsung untuk tanah kondisi initial/asli, tanah yang mengalami proses pengeringan 3 hari, dan tanah yang mengalami proses pengeringan 7 hari, nilai kohesi ( $c$ ) makin mengecil dan nilai sudut geser dalam ( $\phi'$ ) makin besar. Persentase kohesi pada kondisi pengeringan 7 hari terhadap kondisi initial menurun 1,699%, sedangkan sudut geser dalam meningkat 31,021%.

**Kata Kunci:** Parameter Indeks Properti, Parameter Kuat Geser Tanah, Uji Geser Langsung, Proses Pengeringan, Derajat Kejenuhan.

# **THE EFFECT OF DRYING PROCESS OF SHEAR STRENGTH PARAMETERS OF SOIL SILT UNSATURATED**

**Farllan Lasimpala**

**NRP : 0921042**

**Supervisor: Ir. Asriwiyanti Desiani, M.T.**

## **ABSTRACT**

*Nowadays, weather conditions in Indonesia are more difficult to predict. In a single day could happen prolonged heat followed by rain within a few hours. This is because Indonesia has a tropical climate area influenced by western winds blowing around October to April which led to Indonesia suffered the rainy season and the east wind blowing around April to October which led to the territory of Indonesia occurred during the dry season.*

*In this final study aimed to determine changes in the parameters property index and soil shear strength parameters ( $c$  and  $\phi'$ ) on initial soil conditions/original, drying conditions 3 days, and drying conditions 7 days for soil is at a depth of 1 meter from the surface. For preliminary testing was done as testing specific gravity, atterberg limits, and hydrometer. The main testing is the direct shear test.*

*From the research that has been done several conclusions are obtained, preliminary testing of soil samples from the test is a silt soil. In testing the property index, impaired degree of saturation ( $S_r$ ), void ratio ( $e$ ), porosity ( $n$ ), and dry unit weight ( $\gamma_{dry}$ ) due to the drying process. For the initial condition/original  $S_r = 80,61\%$ ,  $e = 1,67$ ,  $n = 62,55\%$ ,  $\gamma_{dry} = 1,01 \text{ gr/cm}^3$ , 3 days drying conditions  $S_r = 71,32\%$ ,  $e = 1,78$ ,  $n = 63,83\%$ ,  $\gamma_{dry} = 0,98 \text{ gr/cm}^3$ , and for 7 days drying conditions  $S_r = 42,70\%$ ,  $e = 1,27$ ,  $n = 55,74\%$ ,  $\gamma_{dry} = 1,20 \text{ gr/cm}^3$ . From direct shear testing ground for initial condition/original, ground up into 3 days of drying and drying soil had 7 days, the value of cohesion ( $c$ ) and decreasing the value of the friction angle ( $\phi'$ ) bigger. Percentage of cohesion ( $c$ ) for 7 days drying conditions of initial condition/original decreased 1,699%, while friction angle ( $\phi'$ ) increased 31,021%.*

**Key Words:** *Parameters Property Index, Soil Shear Strength Parameters, Direct Shear Test, Drying Process, Degree of Saturation.*

## DAFTAR ISI

|                                                                                       |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>                                                            | <b>i</b>    |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>                                                        | <b>ii</b>   |
| <b>PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN PENELITIAN.....</b>                                | <b>iii</b>  |
| <b>PERNYATAAN PUBLIKASI LAPORAN PENELITIAN .....</b>                                  | <b>iv</b>   |
| <b>SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR .....</b>                                             | <b>v</b>    |
| <b>SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR .....</b>                                     | <b>vi</b>   |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                                                            | <b>vii</b>  |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                                                  | <b>ix</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>                                                                 | <b>x</b>    |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                                                               | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                                                             | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                                                             | <b>xiv</b>  |
| <b>DAFTAR NOTASI.....</b>                                                             | <b>xv</b>   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>                                                          | <b>xvii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b>                                                              |             |
| 1.1 Latar Belakang .....                                                              | 1           |
| 1.2 Tujuan Penelitian .....                                                           | 2           |
| 1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....                                                     | 2           |
| 1.4 Sistematika Penulisan .....                                                       | 3           |
| <b>BAB II STUDI PUSTAKA</b>                                                           |             |
| 2.1 Partikel Tanah .....                                                              | 4           |
| 2.2 Komposisi Tanah .....                                                             | 7           |
| 2.2.1 Komponen-komponen Tanah.....                                                    | 7           |
| 2.2.2 Hubungan Volume - Berat .....                                                   | 7           |
| 2.2.3 Hubungan Antara Berat Volume, Angka Pori, Kadar Air<br>dan Berat Spesifik ..... | 11          |
| 2.2.4 Konsistensi Tanah.....                                                          | 13          |
| 2.2.5 Batasan-batasan Konsistensi .....                                               | 13          |
| 2.2.6 Kegunaan Batasan-batasan Konsistensi Tanah.....                                 | 14          |
| 2.3 Tegangan Air Pori.....                                                            | 18          |

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.3.1 Pengertian Air Tanah.....                                           | 18 |
| 2.3.2 Pengertian Tegangan Air Pori Negatif ( <i>Matric Suction</i> )..... | 19 |
| 2.4 Kuat Geser Tanah .....                                                | 21 |
| 2.4.1 Sudut Geser Dalam.....                                              | 21 |
| 2.4.2 Kohesi.....                                                         | 22 |
| 2.4.3 Parameter Kuat Geser Tanah Tak Jenuh .....                          | 22 |
| 2.5 Pengujian Geser Langsung ( <i>Direct Shear</i> ) .....                | 24 |
| <b>BAB III PROSEDUR PENELITIAN</b>                                        |    |
| 3.1 Rencana Kerja .....                                                   | 26 |
| 3.2 Persiapan Contoh Tanah Uji .....                                      | 27 |
| 3.3 Pengujian Pendahuluan.....                                            | 27 |
| 3.3.1 <i>Specific Gravity</i> .....                                       | 27 |
| 3.3.2 <i>Atterberg Limit</i> .....                                        | 30 |
| 3.3.3 <i>Hydrometer Analysis</i> .....                                    | 35 |
| 3.4 Pengujian <i>Index Properties</i> .....                               | 39 |
| 3.5 Pengujian <i>Filter Paper</i> .....                                   | 42 |
| 3.6 Pengujian <i>Direct Shear</i> .....                                   | 44 |
| <b>BAB IV PENYAJIAN DAN ANALISIS DATA</b>                                 |    |
| 4.1 Pengujian Pendahuluan.....                                            | 48 |
| 4.1.1 <i>Specific Gravity</i> .....                                       | 48 |
| 4.1.2 <i>Atterberg Limit</i> .....                                        | 48 |
| 4.1.3 <i>Hydrometer Analysis</i> .....                                    | 49 |
| 4.2 Pengujian <i>Index Properties</i> .....                               | 49 |
| 4.3 Pengujian <i>Filter Paper</i> .....                                   | 54 |
| 4.4 Pengujian <i>Direct Shear</i> .....                                   | 54 |
| <b>BAB V SIMPULAN DAN SARAN</b>                                           |    |
| 5.1 Simpulan .....                                                        | 68 |
| 5.2 Saran .....                                                           | 69 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....                                               | 70 |
| <b>LAMPIRAN</b> .....                                                     | 71 |

## DAFTAR GAMBAR

|                    |                                                                                                                                                 |    |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 1.1</b>  | Peta Pergerakan Angin Muson Barat .....                                                                                                         | 1  |
| <b>Gambar 1.2</b>  | Peta Pergerakan Angin Muson Timur.....                                                                                                          | 1  |
| <b>Gambar 2.1</b>  | Grafik Plastisitas untuk Klasifikasi <i>USCS</i> (Das,1994) .....                                                                               | 6  |
| <b>Gambar 2.2</b>  | Elemen Tanah dalam Keadaan Asli (a); Tiga Fase<br>Elemen Tanah (b).....                                                                         | 8  |
| <b>Gambar 2.3</b>  | Tiga Fase Elemen Tanah Dengan Volume Butiran Padat = 1                                                                                          | 12 |
| <b>Gambar 2.4</b>  | Elemen Tanah yang Jenuh Air dengan Volume<br>Butiran Padat = 1.....                                                                             | 13 |
| <b>Gambar 2.5</b>  | Batasan-batasan <i>Atterberg Limit</i> .....                                                                                                    | 14 |
| <b>Gambar 2.6</b>  | Skema Uji Batas Cair .....                                                                                                                      | 15 |
| <b>Gambar 2.7</b>  | Grafik Penentuan Batas Cair.....                                                                                                                | 15 |
| <b>Gambar 2.8</b>  | Variasi Volume dan Kadar Air pada Kedudukan<br>Batas Cair, Batas Plastis, dan Batas Susut .....                                                 | 17 |
| <b>Gambar 2.9</b>  | Pembagian Zona Dalam lapisan Tanah.....                                                                                                         | 18 |
| <b>Gambar 2.10</b> | Skema Air dan Udara Dalam Tanah .....                                                                                                           | 20 |
| <b>Gambar 2.11</b> | Grafik Hubungan Derajat Kejenuhan dengan <i>Suction</i> .....                                                                                   | 20 |
| <b>Gambar 3.1</b>  | Diagram Alir Penelitian .....                                                                                                                   | 26 |
| <b>Gambar 3.2</b>  | Ilustrasi antara Berat <i>Erlenmeyer</i> , Air, dan Butir Tanah .....                                                                           | 29 |
| <b>Gambar 3.3</b>  | Analisis <i>Hydrometer</i> .....                                                                                                                | 37 |
| <b>Gambar 3.4</b>  | Tiga Fase Elemen Tanah.....                                                                                                                     | 41 |
| <b>Gambar 4.1</b>  | Grafik Pengaruh Pengeringan terhadap Nilai<br>Derajat Kejenuhan ( $S_r$ ) .....                                                                 | 50 |
| <b>Gambar 4.2</b>  | Grafik Pengaruh Pengeringan terhadap Nilai Angka Pori .....                                                                                     | 51 |
| <b>Gambar 4.3</b>  | Grafik Pengaruh Pengeringan terhadap Nilai Porositas.....                                                                                       | 52 |
| <b>Gambar 4.4</b>  | Grafik Pengaruh Pengeringan terhadap Berat Volume<br>Kering ( $\gamma_{dry}$ ).....                                                             | 53 |
| <b>Gambar 4.5</b>  | Grafik Pengaruh Beban terhadap Nilai <i>Shear Stress</i> ( $\tau_f$ )<br>Untuk Tanah Kondisi Initial .....                                      | 55 |
| <b>Gambar 4.6</b>  | Grafik Pengaruh Beban terhadap Nilai <i>Shear Stress</i> ( $\tau_f$ )<br>Untuk Pengeringan Tanah 3 hari.....                                    | 56 |
| <b>Gambar 4.7</b>  | Grafik Pengaruh Beban terhadap Nilai <i>Shear Stress</i> ( $\tau_f$ )<br>Untuk Pengeringan Tanah 7 hari.....                                    | 57 |
| <b>Gambar 4.8</b>  | Grafik Hubungan antara <i>Net Normal Stress</i> dan<br><i>Shear Stress</i> ( $\tau_f$ ) untuk Tanah Kondisi Asli.....                           | 58 |
| <b>Gambar 4.9</b>  | Grafik Hubungan Antara <i>Net Normal Stress</i> dan <i>Shear</i><br><i>Stress</i> ( $\tau_f$ ) untuk Tanah yang Mengalami Pengeringan 3 hari .. | 61 |
| <b>Gambar 4.10</b> | Grafik Hubungan Antara <i>Net Normal Stress</i> dan <i>Shear</i><br><i>Stress</i> ( $\tau_f$ ) untuk Tanah yang Mengalami Pengeringan 7 hari .. | 63 |
| <b>Gambar 4.11</b> | Grafik Hubungan Antara Kohesi dan Kadar Air.....                                                                                                | 66 |
| <b>Gambar 4.12</b> | Grafik Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dan Kadar Air                                                                                          | 67 |

## DAFTAR TABEL

|                   |                                                                                                      |    |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 2.1</b>  | Batasan-batasan Ukuran Golongan Tanah.....                                                           | 4  |
| <b>Tabel 2.2</b>  | Batasan-batasan Ukuran Golongan Tanah (Lanjutan).....                                                | 5  |
| <b>Tabel 2.3</b>  | Simbol Klasifikasi Tanah berdasarkan <i>Unified System</i> .....                                     | 7  |
| <b>Tabel 2.4</b>  | Berat Spesifik Mineral-mineral Penting .....                                                         | 10 |
| <b>Tabel 2.5</b>  | Simbol Klasifikasi Tanah Berdasarkan <i>Unified System</i> .....                                     | 16 |
| <b>Tabel 2.6</b>  | Ekuivalensi Skala Log Terhadap Tinggi Kolom Air .....                                                | 19 |
| <b>Tabel 2.7</b>  | Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dengan Jenis Tanah .....                                           | 22 |
| <b>Tabel 4.1</b>  | Perubahan Derajat Kejenuhan ( $S_r$ ) .....                                                          | 50 |
| <b>Tabel 4.2</b>  | Perubahan Angka Pori ( $e$ ) .....                                                                   | 51 |
| <b>Tabel 4.3</b>  | Perubahan Porositas ( $n$ ) .....                                                                    | 52 |
| <b>Tabel 4.4</b>  | Perubahan Berat Volume Kering ( $\gamma_{dry}$ ) .....                                               | 53 |
| <b>Tabel 4.5</b>  | Nilai <i>Shear Stress</i> ( $\tau_f$ ) untuk Tanah Kondisi Asli .....                                | 58 |
| <b>Tabel 4.6</b>  | Nilai Kohesi efektif ( $c'$ ) untuk Tanah Kondisi Asli .....                                         | 59 |
| <b>Tabel 4.7</b>  | Nilai <i>Shear Stress</i> ( $\tau_f$ ) untuk Tanah yang Mengalami<br>Proses Pengeringan 3 hari ..... | 60 |
| <b>Tabel 4.8</b>  | Nilai Kohesi Efektif untuk Tanah yang Mengalami<br>Pengeringan 3 hari .....                          | 61 |
| <b>Tabel 4.9</b>  | Nilai <i>Shear Stress</i> ( $\tau_f$ ) untuk Tanah yang Mengalami<br>Proses Pengeringan 7 hari ..... | 63 |
| <b>Tabel 4.10</b> | Nilai Kohesi Efektif untuk Tanah yang Mengalami<br>Pengeringan 7 hari .....                          | 64 |
| <b>Tabel 4.11</b> | Persentase Penurunan Nilai Kohesi dari Kondisi Initial<br>Akibat Proses Pengeringan .....            | 65 |
| <b>Tabel 4.12</b> | Persentase Kenaikan Nilai Sudut Geser Dalam dari Kondisi<br>Initial Akibat Proses Pengeringan .....  | 65 |
| <b>Tabel 4.13</b> | Hubungan Antara Kohesi, Sudut Geser Dalam, dan Kadar Air .                                           | 66 |

## DAFTAR NOTASI

|          |                                                                             |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|
| $A$      | Luas                                                                        |
| $A_j$    | Luas permukaan hidrometer jar                                               |
| $C$      | Tanah lempung ( <i>Clay</i> )                                               |
| $C_C$    | Koefisien gradasi                                                           |
| $C_m$    | Koreksi <i>meniscus</i>                                                     |
| $C_t$    | Koreksi temperature                                                         |
| $C_u$    | Koefisien keseragaman                                                       |
| $c$      | Kohesi ( $\text{kg/m}^2$ )                                                  |
| $c'$     | Kohesi efektif ( $\text{kg/m}^2$ )                                          |
| $D$      | Diameter                                                                    |
| $D_{10}$ | Diameter sehubungan dengan 10% lebih halus                                  |
| $D_{30}$ | Diameter sehubungan dengan 30% lebih halus                                  |
| $D_{60}$ | Diameter sehubungan dengan 60% lebih halus                                  |
| $e$      | Angka pori ( <i>Void Ratio</i> )                                            |
| $FD$     | <i>Final dial</i>                                                           |
| $G$      | Kerikil ( <i>Gravel</i> )                                                   |
| $G_s$    | Berat Spesifik                                                              |
| $G_T$    | Berat jenis air                                                             |
| $g$      | Percepatan gravitasi = $9,81 \text{ m/detik}^2$                             |
| $H$      | Kedalaman                                                                   |
| $HG$     | Berat air raksa                                                             |
| $h_c$    | <i>Matric Suction</i>                                                       |
| $I_c$    | Indeks konsistensi                                                          |
| $I_f$    | <i>Flow Index</i>                                                           |
| $I_t$    | <i>Toughness Index</i>                                                      |
| $LL$     | Batas cair ( <i>Liquid limit</i> )                                          |
| $LI$     | Indeks cair                                                                 |
| $M$      | Tanah lanau ( <i>Silt</i> )                                                 |
| $m$      | Massa total tanah yang dites (kg)                                           |
| $m_s$    | Massa butiran padat dari tanah yang dites (kg)                              |
| $n$      | Porositas                                                                   |
| $O$      | Tanah lanau organik atau lempung organik                                    |
| $P$      | Tekanan vertikal efektif pada saat tanah itu diselidiki ( <i>Pressure</i> ) |
| $p$      | <i>Load</i>                                                                 |
| $pF$     | Unit hisap ( <i>suction</i> ) berdasarkan logaritma                         |
| $PI$     | Indeks plastisitas ( <i>Plasticity Index</i> )                              |
| $PL$     | Batas Plastis ( <i>Plastic Limit</i> )                                      |
| $PT$     | Tanah gambut ( <i>Peat</i> )                                                |
| $R$      | Pembacaan <i>hydrometer</i>                                                 |
| $R_h$    | Selisih Pembacaan skala <i>meniscus</i> pertama dan kedua                   |
| $R_w$    | Skala Hidrometer pada ujung <i>meniscus</i>                                 |
| $r$      | Jari-jari kapiler                                                           |
| $S_r$    | Derajat kejenuhan ( <i>degree of saturation</i> )                           |
| $SL$     | Batas Susut ( <i>Shrinkage Limit</i> )                                      |

|                  |                                                                                  |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| $t$              | Waktu ( <i>time</i> )                                                            |
| $T$              | Temperatur                                                                       |
| $T_s$            | Tarikan antara permukaan                                                         |
| $u_a$            | Tekanan udara pori                                                               |
| $u_w$            | Tekanan air                                                                      |
| $u_a - u_w$      | Tekanan air pori negatif                                                         |
| $V$              | Volume                                                                           |
| $V_s$            | Volume butiran padat                                                             |
| $V_v$            | Volume pori                                                                      |
| $W_w$            | Berat air                                                                        |
| $V_0$            | Volume awal                                                                      |
| $V_f$            | Volume tanah sesudah dioven                                                      |
| $V_a$            | Volume udara di dalam pori                                                       |
| $W$              | Berat ( <i>Weight</i> )                                                          |
| $W_p$            | Beraterlenmeyer                                                                  |
| $W_s$            | Berat butiran padat                                                              |
| $W_w$            | Berat air                                                                        |
| $w$              | Kadar air ( <i>watercontent</i> )                                                |
| $w_0$            | Kadar air asli                                                                   |
| $w_n$            | Kadar air alami                                                                  |
| $X$              | Koreksi <i>dispersent</i> = 2                                                    |
| $Z$              | <i>Height</i>                                                                    |
| $Z_r$            | Kedalaman efektif (cm),                                                          |
| $Z_{ra}$         | Jarak antara titik tengah bagian hidrometer dengan skala hidrometer paling atas  |
| $Z_{rb}$         | Jarak antara titik tengah bagian hidrometer dengan skala hidrometer paling bawah |
| $\alpha$         | Sudut kontak antara dinding pipa kapiler dengan air                              |
| $\gamma$         | Berat jenis tanah ( <i>unit weight of soil</i> )                                 |
| $\gamma'$        | Berat jenis tanah efektif                                                        |
| $\gamma_{dry}$   | Berat jenis tanah kering                                                         |
| $\gamma_{sat}$   | Berat jenis tanah jenuh air                                                      |
| $\gamma_{wet}$   | Berat jenis tanah basah                                                          |
| $\gamma_w$       | Berat jenis air                                                                  |
| $\rho$           | Kerapatan tanah ( $\text{kg/m}^3$ )                                              |
| $\rho_d$         | Kerapatan tanah kering ( $\text{kg/m}^3$ )                                       |
| $\rho_w$         | Kerapatan air ( <i>water density</i> ) = $1000 \text{ kg/m}^3$                   |
| $\sigma$         | Tegangan normal pada bidang runtuh ( $\text{kg/cm}^2$ )                          |
| $\sigma'$        | Tegangan normal efektif pada bidang runtuh ( $\text{kg/cm}^2$ )                  |
| $\chi$           | Parameter tekanan efektif                                                        |
| $\tau_f$         | Tegangan geser ( $\text{kg/cm}^2$ )                                              |
| $(\sigma - u_a)$ | Tegangan normal bersih                                                           |
| $\phi$           | Sudut geser dalam                                                                |
| $\phi'$          | Sudut geser dalam efektif                                                        |
| $\phi^b$         | Sudut geser dalam sehubungan dengan <i>matric suction</i>                        |
| $\Delta w$       | Selisih kadar air                                                                |
| $\Delta \log N$  | Selisih antara jumlah ketukan pada kadar air                                     |
| $\eta$           | Viskositas aquades ( <i>poise</i> )                                              |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                   |                                            |    |
|-------------------|--------------------------------------------|----|
| <b>Lampiran 1</b> | Pengujian <i>Specific Gravity</i> .....    | 71 |
| <b>Lampiran 2</b> | Pengujian <i>Atterberg Limit</i> .....     | 74 |
| <b>Lampiran 3</b> | Pengujian <i>Hydrometer Analysis</i> ..... | 78 |
| <b>Lampiran 4</b> | Pengujian <i>Index Properties</i> .....    | 85 |
| <b>Lampiran 5</b> | Pengujian <i>Filter Paper</i> .....        | 90 |
| <b>Lampiran 6</b> | Pengujian <i>Direct Shear</i> .....        | 96 |