

# PEMERIKSAAN HASIL PELAKSANAAN PEMADATAN TIMBUNAN TANAH DI LOKASI PEMBANGUNAN JALAN AKSES GARDU INDUK PLN

Kasus Pembangunan Gardu Induk PLN Pd. Indah II Kec. Ciputat Timur, Kota Tangerang Selatan

Fadhila Muhammad Libasut Taqwa<sup>1)</sup>, Nurul Chayati<sup>2)</sup>, Alimuddin<sup>3)</sup>, Nurcholis Salman<sup>4)</sup>

<sup>1),2),3)</sup> Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

Jl. KH. Sholeh Iskandar KM.2 Kd. Badak, Tanah Sareal, Kota Bogor

<sup>4)</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya

Email :

Email : [fadhila.muhammad@uika-bogor.ac.id](mailto:fadhila.muhammad@uika-bogor.ac.id); [nurcholissalman@umtas.ac.id](mailto:nurcholissalman@umtas.ac.id)

## ABSTRAK

Pemeriksaan hasil pemadatan timbunan tanah dilakukan sebagai bagian dari pelaksanaan manajemen kualitas di lokasi proyek. Pengujian timbunan tanah dilakukan dengan metode konus pasir dimaksudkan untuk mengetahui kepadatan relatif tanah apabila dibandingkan dengan hasil pengujian kepadatan tanah di laboratorium dengan metode Proctor. Dari 3 (tiga) titik pengujian, hasil uji berat isi kering di lapangan ( $\gamma_{dry(lap)}$ ) memberikan nilai sebesar 1,16 – 1,36 g/cm<sup>3</sup>, jauh lebih kecil daripada hasil pengujian kepadatan tanah laboratorium ( $\gamma_{dry(max)}$ ) dengan nilai sebesar 1,44 – 1,52 g/cm<sup>3</sup>. Dengan kepadatan relatif ( $D_R$ ) sebesar 78,7% - 94,2%, hasil pemadatan di lapangan dinyatakan tidak diterima. Setelah dilakukan proses pemadatan ulang di lokasi pekerjaan, nilai berat isi kering di lapangan ( $\gamma_{dry(lap)}$ ) berubah menjadi 1,16 – 1,17 g/cm<sup>3</sup>, dan hasil pengujian kepadatan tanah laboratorium ( $\gamma_{dry(max)}$ ) menghasilkan nilai sebesar 1,22 – 1,23 g/cm<sup>3</sup>, sehingga besar kepadatan relatif tanah ( $D_R$ ) adalah sebesar 94,3% - 95,9%. Berdasarkan hasil tersebut, pelaksanaan pemadatan tanah di lapangan dapat diterima.

**Kata kunci:** manajemen kualitas proyek, kepadatan kering tanah, kepadatan relatif, uji kerucut pasir, uji kepadatan Proctor standar.

## ABSTRACT

Examination of compaction job on soil embankment is conducted as part of the implementation of project quality management. Test conducted using sand cone method intended to determine the relative soil density when compared with the results of soil density testing in the laboratory using Proctor compaction test. The results on 3 (three) sandcone testing point gives a value of field dry-density ( $\gamma_{dry(fld)}$ ), 1.16 to 1.36 g/cm<sup>3</sup>, much smaller than the result of the standard Proctor compaction test with a value of maximum laboratory dry-density ( $\gamma_{dry(max)}$ ), 1.44 to 1.52 g/cm<sup>3</sup>. With a relative density of 78.08% - 94.26%, the field compaction effort is unacceptable. After the recompaction process is carried out, the field dry-density ( $\gamma_{dry(fld)}$ ) value changes to 1.12 - 1.13 g/cm<sup>3</sup>, compared to the laboratory testing of soil dry-density ( $\gamma_{dry(max)}$ ) results, 1.13 - 1.14 g/cm<sup>3</sup>, with relative dry density value ( $D_R$ ) are 97,87% - 99,47%. Based on these results, the implementation of soil compaction on site is finally approved.

**Keywords:** project quality management, dry density of soil, relative dry density, sand cone test, standard Proctor compaction test

## PENDAHULUAN

Pemadatan berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tanah, meningkatkan daya dukung pondasi, mengurangi besar penurunan tanah (*settlement*) dan meningkatkan stabilitas lereng timbunan. Tingkat pemadatan tanah diukur dari berat volume keringnya. Penambahan jumlah air pada saat pemadatan akan meningkatkan kepadatan dari tanah, karena air akan berfungsi sebagai pelumas antar partikel tanah sehingga partikel tanah akan lebih mudah bergesekan satu dengan yang lain. Namun jumlah air yang terlalu banyak akan mengakibatkan penurunan berat volume dari tanah, karena air akan mulai

menempati void yang seharusnya dapat diisi oleh partikel tanah. (Knappett & Craig, 2019). Kadar air dimana berat volume kering tanah maksimum dinamakan kadar air optimum ( $w_{opt}$ ).

Pemeriksaan dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter mekanik tanah yang terkait dengan kepadatan tanah, yaitu berat isi tanah kering ( $\gamma_{dry}$ ) dan kepadatan relatif tanah ( $D_r$ ) didapatkan melalui pengujian kerucut pasir (*Sand Cone Test*) dan pengujian kepadatan di laboratorium (*Proctor Compaction Test*). (Das, 2019)

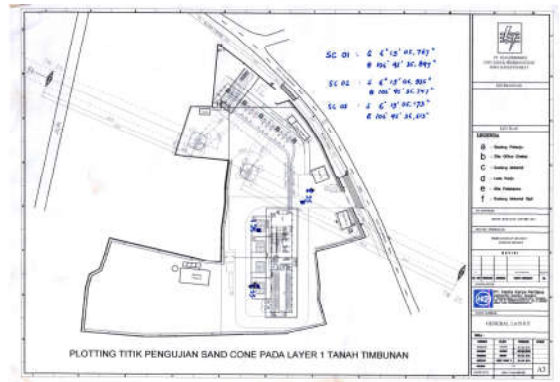
Pemeriksaan terhadap hasil pekerjaan pemadatan tanah timbunan pada proyek pembangunan Gardu Induk PLN di Kec. Ciputat

Timur, Kota Tangerang Selatan dilakukan sebagai bagian dari fungsi manajemen proyek, yaitu pengendalian kualitas pekerjaan.

## METODE

Lokasi penelitian adalah proyek pembangunan Gardu Induk (GI) PLN dengan kapasitas 150 kV, yang berada di Kec. Ciputat Timur, Kota Tangerang Selatan Prov. Banten. Lokasi pengujian diperlihatkan pada Gambar 1. Pekerjaan pemadatan dilakukan pada timbunan tanah yang didatangkan dari *quarry* yang berasal dari Kec. Rumpin, Kab. Bogor. Tinggi timbunan berkisar antara 40 cm – 1 meter dari tanah dasarnya. Timbunan tanah dilakukan pada seluruh area pekerjaan, namun pengujian di lokasi kegiatan dikhususkan pada pekerjaan jalan akses (*access road*) di dalam lingkungan GI PLN.

Penelitian di lokasi kegiatan berupa pengujian kerucut pasir sesuai SNI 03-2828-1992, dan dilakukan pada lapisan timbunan awal. Pengambilan contoh tanah terganggu (*disturbed soil sample*) juga dilakukan pada sampel tanah *quarry*. Sedangkan pengujian di laboratorium meliputi pengujian fisik tanah (kadar air natural, berat spesifik, batas-batas atterberg dan analisis gradasi) serta pengujian pemadatan dengan metode Proctor standar.



**Gambar 1** Plotting titik pengujian kepadatan kering lapangan  
(sumber: dokumentasi PT. HKP, 2018)

## PENGUJIAN KONUS PASIR

Pengujian konus pasir (*sand cone test*) mengacu pada ASTM D-1556 dan SNI 03-2828-1992. Pengujian Konus pasir bertujuan untuk mengetahui nilai berat isi ( $\gamma$ ) dari tanah yang telah dipadatkan. Alat yang digunakan adalah sebuah botol semi transparan (dari plastik atau kaca) yang diisi dengan pasir kering bergradasi buruk dan kerucut logam terpasang di atasnya.



**Gambar 2** Prosedur pengujian Konus Pasir  
(sumber: Dokumentasi Lab.Mekanika Tanah)

## PENGUJIAN KEPADATAN TANAH DI LABORATORIUM (STANDARD PROCTOR TEST)

Percobaan yang dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan nilai berat isi kering maksimum dan kadar air optimum adalah uji kepadatan Proctor (*Proctor Compaction Test*) yang diperkenalkan oleh Proctor pada tahun 1933. (Das & Sobhan, 2012) Terdapat dua metode pengujian Proctor, yaitu pengujian Proctor Standar (*Standard Proctor Test*) yang mengacu pada ASTM D-698 atau SNI 03-1742-1989 dan Pengujian Proctor termodifikasi (*Modified Proctor Test*) yang mengacu pada ASTM D-1557 atau SNI 03-1743-1989. Pada pengujian yang dilakukan di Laboratorium Mekanika tanah Fakultas Teknik dan Sains Universitas Ibn Khaldun Bogor ini, hanya dilakukan pengujian Proctor Standar saja. Gambar alat uji Proctor standar diperlihatkan pada Gambar 3 di bawah ini.



**Gambar 3** Alat Pengujian Kepadatan Proctor Standar, cetakan dan pemukul  
(sumber: Dokumentasi Lab.Mekanika Tanah)

## PENGUJIAN PARAMETER FISIK TANAH

Pengujian parameter fisik tanah dimaksudkan untuk mengetahui apakah tanah yang didatangkan dari *quarry* merupakan jenis tanah yang baik untuk pekerjaan timbunan di lokasi kegiatan. (Dapena & Tobarra, n.d.; Perangin-angin, 2009; Sa'pang et al., 2017). Pengujian parameter fisik

yang dilakukan adalah uji kadar air alami (SNI 03-1965-2008), uji berat jenis spesifik (SNI 03-1964-2008), uji analisis saringan (SNI 03-3423-2008), serta uji batas-batas Atterberg yang terdiri dari batas cair (SNI 03-1967-2008), batas plastis dan Indeks Plastisitas (SNI 03-1966-2008).

Metode klasifikasi tanah menurut fraksi butiran dan penggunaannya sebagai material timbunan jalan mengacu kepada metode AASHTO dan USCS. (Das, 2004)

### KEPADATAN RELATIF TANAH

Kepadatan tanah dipengaruhi oleh besar kecilnya energi pemadatan yang diberikan. Pada proses pemadatan, peningkatan energi tidak dipengaruhi secara linear melainkan nilai optimum energi pemadatan yang diperlukan untuk memperoleh kepadatan maksimum suatu tanah, akan tetapi penambahan air setelah mencapai kadar air optimum justru cenderung menurunkan berat volume kering dari tanah. Hal ini disebabkan karena air tersebut menempati ruang-ruang pori-pori dalam tanah yang seharusnya dapat ditempati oleh partikel-partikel padat dari tanah. Pemadatan yang berlebihan pada tanah tersebut, juga menyebabkan struktur tanah menjadi rusak dan tidak mencapai kepadatan maksimum yang diharapkan.



**Gambar 4** Alat pemadat *Tandem Roller*  
(sumber: Dokumentasi PT. HKP, 2018)

Besarnya energi pemadatan tergantung pada berat alat pemadat, tekanan dan alat pemadat yang digunakan. Besar kecilnya energi pemadatan yang diberikan menentukan besar kecilnya biaya pekerjaan pemadatan. Makin banyak lintasan pemadatan yang dilakukan pada proses pemadatan tanah, makin besar biaya yang digunakan. Oleh karena itu, jumlah lintasan (besarnya energi) yang diperlukan untuk mencapai kepadatan maksimum suatu jenis tanah harus dihitung untuk menghindari pemborosan biaya. (Nenny & Imran, 2015)

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian yang telah dilaksanakan pada tiga titik uji konus pasir, diperlihatkan pada **Tabel 1**

**Tabel 1.** Hasil pengujian konus pasir

| No.   | Kadar Air<br>( $W_c$ )<br>(%) | Berat Isi<br>Tanah Basah<br>( $\gamma$ ) (g/cm <sup>3</sup> ) | Berat Isi<br>Tanah<br>Kering ( $\gamma_{dry}$ )<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |
|-------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| SC-01 | 28,16                         | 1,74                                                          | 1,36                                                                    |
| SC-02 | 43,56                         | 1,67                                                          | 1,16                                                                    |
| SC-03 | 36,46                         | 1,70                                                          | 1,24                                                                    |

*Sumber: Hasil Pengujian, 2018*

Dari **Tabel 1** di atas, terlihat bahwa berat isi tanah basah ( $\gamma$ ) berkisar antara 1,67 – 1,74 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan berat isi tanah kering di lapangan ( $\gamma_{dry(lap)}$ ) berkisar antara 1,16 – 1,36 gr/cm<sup>3</sup>.

Hasil pengujian parameter fisik tanah di laboratorium diperlihatkan pada **Tabel 2** di bawah ini

**Tabel 2.** Hasil pengujian parameter fisik tanah di laboratorium

| No. | Jenis Pengujian         | Hasil<br>Uji | Ket. |
|-----|-------------------------|--------------|------|
| 1   | Kadar Air Natural (%)   | 35,2%        |      |
| 2   | Batas Atterberg (%)     |              |      |
|     | Batas cair (LL)         | 70,7%        |      |
|     | Batas Plastis (PL)      | 41,5%        |      |
|     | Indeks Plastisitas (PI) | 29,2%        |      |
| 3   | Berat Jenis (SG)        | 2,55         |      |
| 4   | Analisis Saringan       |              |      |
|     | Lolos saringan No. #40  | 23,3%        |      |
|     | Lolos saringan No. #200 | 0,6%         |      |
|     | Koef. Keseragaman (Cu)  | 6,9%         |      |
|     | Koef. Gradasi (Cc)      | 0,9%         |      |

*Sumber: Hasil Pengujian, 2018*

Dari **Tabel 2** di atas, terlihat bahwa tanah timbunan di lokasi pengujian merupakan jenis tanah pasir kelepungan gradasi baik, dengan plastisitas sedang (*medium plasticity, well-graded clayey sand [MC-SC]*) atau dapat diklasifikasikan juga sebagai tanah A-2-4.

Hasil pengujian kepadatan kering di laboratorium diperlihatkan pada **Tabel 3** di bawah ini **Tabel 3**

**Tabel 3.** Hasil pengujian kepadatan kering di laboratorium

| No.   | Kadar Air<br>Optimum<br>( $W_c$ ) | Berat Isi<br>Kering<br>Maks. ( $\gamma_{dry}$ )<br>(g/cm <sup>3</sup> ) |
|-------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| SC-01 | 34,20%                            | 1,44                                                                    |
| SC-02 | 38,50%                            | 1,47                                                                    |
| SC-03 | 24,10%                            | 1,52                                                                    |

Sumber: Hasil Pengujian, 2018

Dari **Tabel 3** di atas, terlihat bahwa berat isi tanah kering maksimum ( $\gamma_{dry(max)}$ ) berkisar antara 1,44 – 1,52 gr/cm<sup>3</sup>, dengan rentang kadar air optimum ( $w_{opt}$ ) berada pada kisaran 24,10% - 34,20%.

Dengan demikian, nilai kepadatan relatif pada titik pengujian SC-01, SC-02 dan SC-03 dapat diperlihatkan pada **Tabel 4** berikut.

**Tabel 4.** Kepadatan relatif tanah

| No.   | Berat Isi Kering Lap.<br>( $\gamma_{dry(lap)}$ )<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | Berat Isi Kering Maks.<br>( $\gamma_{dry(max)}$ )<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | Kepadatan relatif ( $D_R$ ) (%) |
|-------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| SC-01 | 1,36                                                                     | 1,44                                                                      | 94,2%                           |
| SC-02 | 1,16                                                                     | 1,47                                                                      | 78,7%                           |
| SC-03 | 1,24                                                                     | 1,52                                                                      | 81,8%                           |

Sumber: Hasil Pengujian, 2018

Nilai kepadatan relatif ( $D_R$ ) berkisar antara 78,7% - 94,26%. Dengan nilai Kepadatan Relatif ( $D_R$ ) rencana sebesar 90%, hanya titik pengujian SC-01 saja yang memenuhi Rencana Kerja dan Syarat Pekerjaan.

Mengingat bahwa hanya pekerjaan pemadatan di titik SC-01 saja yang dapat diterima, maka perlu dilakukan langkah-langkah perbaikan pada pekerjaan pemadatan timbunan Proyek Pembangunan GIS 150 kV Pd. Indah II. Langkah-langkah yang dapat diterapkan pada proyek tersebut adalah sebagai berikut:

1. Melakukan penggilasan ulang pada area dimana titik pengujian SC-02 dan SC-03 berada.
2. Menggunakan pemadat dengan energi yang lebih besar.

Setelah dilaksanakan pengulangan proses pemadatan lapangan, uji konus pasir kembali dilakukan pada titik uji dengan kepadatan rendah, yakni titik SC-02 dan SC-03. Hasil pengujian yang telah dilaksanakan pada 2 (dua) titik tersebut, diperlihatkan pada **Tabel 5** di bawah ini.

**Tabel 5.** Hasil pengujian konus pasir (pengulangan)

| No.    | Kadar Air ( $W_c$ ) (%) | Berat Isi Tanah Basah ( $\gamma$ ) (g/cm <sup>3</sup> ) | Berat Isi Tanah Kering ( $\gamma_{dry}$ ) (g/cm <sup>3</sup> ) |
|--------|-------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| SC-02R | 32,8                    | 1,49                                                    | 1,16                                                           |
| SC-03R | 37,9                    | 1,54                                                    | 1,17                                                           |

Sumber: Hasil Pengujian, 2018

Dari **Tabel 5** di atas, terlihat bahwa berat isi tanah basah ( $\gamma$ ) berkisar antara 1,49 – 1,54 gr/cm<sup>3</sup>, sedangkan berat isi tanah kering ( $\gamma_{dry(lap)}$ ) dalah sebesar 1,12 gr/cm<sup>3</sup>.

Hasil pengujian kepadatan kering di laboratorium diperlihatkan pada **Tabel 6** di bawah ini.

**Tabel 6.** Hasil pengujian kepadatan kering di laboratorium (pengulangan)

| No.    | Kadar Air Optimum ( $W_c$ ) | Berat Isi Kering Maks. ( $\gamma_{dry}$ ) (g/cm <sup>3</sup> ) |
|--------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------|
| SC-02R | 25,6%                       | 1,23                                                           |
| SC-03R | 18,8%                       | 1,22                                                           |

Sumber: Hasil Pengujian, 2018

Dari **Tabel 6** di atas, terlihat bahwa berat isi tanah kering maksimum ( $\gamma_{dry(max)}$ ) memiliki nilai 1,13 – 1,14 gr/cm<sup>3</sup>, dengan rentang kadar air optimum ( $w_{opt}$ ) berada pada nilai 18,8 % dan 25,6 %.

Dengan demikian, nilai kepadatan relatif pada titik pengujian SC-02R dan SC-03R dapat diperlihatkan pada

**Tabel 7** berikut.

**Tabel 7.** Kepadatan relatif tanah

| No.    | Berat Isi Kering Lap.<br>( $\gamma_{dry(lap)}$ )<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | Berat Isi Kering Maks.<br>( $\gamma_{dry(max)}$ )<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | Kepadatan relatif ( $D_R$ ) (%) |
|--------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| SC-02R | 1,16                                                                     | 1,23                                                                      | 94,3%                           |
| SC-03R | 1,17                                                                     | 1,22                                                                      | 95,9%                           |

Sumber: Hasil Pengujian, 2018

Nilai kepadatan relatif ( $D_R$ ) berkisar antara 94,3% - 95,9%. Dengan nilai Kepadatan Relatif ( $D_R$ ) rencana sebesar 90%, maka proses perbaikan kepadatan tanah dengan metode pemadatan ulang telah berlangsung baik dan proses pemadatan dapat diterima.

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tanah timbunan tergolong pada jenis tanah pasir kelepungan bergradasi baik, dengan plastisitas sedang (*medium plasticity, well-graded clayey sand [MC-SC]*), atau dapat diklasifikasikan juga sebagai tanah A-2-4.
2. Kepadatan relatif pada pekerjaan pemadatan timbunan pada titik SC-01, SC-02 dan SC-03

berturut-turut adalah sebesar 94,2%, 78,7% dan 81,8%. Dimana hanya titik SC-01 saja yang memenuhi standar rencana kerja. Dengan demikian, perlu dilakukan proses pemadatan ulang di lokasi titik uji SC-02 dan SC-03.

3. Nilai kepadatan relatif pasca pemadatan ulang dilakukan di SC-02 dan SC-03 berturut-turut adalah 94,3% dan 95,9%. Dengan demikian, maka pekerjaan pemadatan telah memenuhi syarat yang ditetapkan pada dokumen rencana kerja.

Saran dan rekomendasi yang dapat diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Kualitas pekerjaan pemadatan yang berada di bawah standar yang telah ditetapkan dapat dihindari dengan pengawasan serta pengendalian proyek.
2. Perlu dilakukan pemantauan jangka panjang mengenai tingkat penurunan pada tanah dasar di lokasi pekerjaan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini, terutama kepada PT. Hasta Karya Perdana selaku kontraktor pekerjaan Gardu Induk PLN Pd. Indah II yang telah mengizinkan penelitian di lokasi; pimpinan, laboran serta tim asisten Laboratorium Mekanika Tanah Program Studi Teknik Sipil Universitas Ibn Khaldun Bogor atas dukungan tenaga dan peralatan dalam penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Dapena, E., & Tobarra, F. (n.d.). *Characterisation of Materials for Embankments on an Expressway According To the New PG3 Specifications*. 1–11.
- Das, B. M. (2004). Soil mechanics. In *The Engineering Handbook, Second Edition* (pp. 81-1-81–87).  
<https://doi.org/10.1201/b15620-17>

- Das, B. M. (2019). *Advanced Soil Mechanics*. In *Advanced Soil Mechanics*.  
<https://doi.org/10.1201/9781351215183>
- Das, B. M., & Sobhan, K. (2012). *Principles of Geotechnical Engineering* (8th edition). Cengage Learning.
- Knappett, J., & Craig, R. F. (2019). *Soil Mechanics*. In *Craig's Soil Mechanics*.  
<https://doi.org/10.1201/9781351052740>
- Nenny, & Imran, H. Al. (2015). Uji Pemadatan Tanah Samaya sebagai Bahan Timbunan pada Bendungan Urugan. *Prosiding SNTT FODT*.  
[https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/6251/8.SNTT\\_2015\\_submission\\_45.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/6251/8.SNTT_2015_submission_45.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Perangin-angin, G. (2009). Studi Potensi Tanah Timbunan Sebagai Material Konstruksi Tanggul Pada Ruas Jalan Negara Liwa - Ranau di Kabupaten Lampung Barat. *Rekayasa*, 13(2), 141–146.
- Sa'pang, R. O., Balamba, S., & Sumampouw, J. (2017). *Pengaruh Jenis Tanah Terhadap Kestabilan Struktur Embankment Di Daerah Reklamasi (Studi Kasus: Malalayang)*. 53(9), 1689–1699.  
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- SNI 03-1964-2008 Cara Uji Berat Jenis Tanah
- SNI 03-1965-2008 Cara Uji Penentuan Kadar Air untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium
- SNI 03-1966-2008 Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah
- SNI 03-1967-2008 Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah
- SNI 03-1742-1989 Metode Pengujian Kepadatan Ringan untuk Tanah
- SNI 03-2828-1992 Metode Pengujian Kepadatan lapangan dengan Alat Konus Pasir
- SNI 03-3423-2008 Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah