



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**KORELASI NILAI *CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)* DAN  
*DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP)* PADA TANAH  
EKSPANSIF YANG DIPADATKAN**

**SKRIPSI**

**PUDIA PRISANDHY  
0606072553**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM SARJANA  
DEPOK  
JANUARI 2011**

996/FT.01/SKRIP/01/2011



UNIVERSITAS INDONESIA

**KORELASI NILAI *CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)* DAN  
*DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP)* PADA TANAH  
EKSPANSIF YANG DIPADATKAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

**PUDIA PRISANDHY  
0606072553**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
KEKHUSUSAN GEOTEKNIK  
DEPOK  
JANUARI 2011**

996/FT.01/SKRIP/01/2011



UNIVERSITY OF INDONESIA

**CORRELATION BETWEEN CALIFORNIA BEARING RATIO  
(CBR) AND DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP) ON  
COMPACTED EXPANSIVE SOIL**

**UNDERGRADUATE THESIS**

**Proposed as one of the requirements to obtain a Bachelor of Engineering**

**PUDIA PRISANDHY  
0606072553**

**FACULTY OF ENGINEERING  
CIVIL ENGINEERING STUDY PROGRAM  
DEPOK  
JANUARY 2011**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Pudia Prisandhy**

**NPM : 0606072553**

**Tanda Tangan : **

**Tanggal : 6 Januari 2011**

## PAGE OF ORIGINALITY STATEMENT

**This undergraduate thesis is the result of my own research,  
and all of the references either quoted or referred  
have been stated correctly.**

**Name : Pudia Prisandhy**

**NPM : 0606072553**

**Signature : **

**Date : January, 6<sup>th</sup> 2011**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Pudia Prisandhy  
NPM : 0606072553  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Korelasi Nilai *California Bearing Ratio (CBR)* dan *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)* pada Tanah Ekspansif yang Dipadatkan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Wiwik Rahayu M.T. (.....)

Penguji : Ir. Widjojo A. Prakoso M.Sc., Ph.D (.....)

Penguji : Dr. Ir. Damrizal Damoerin, M.Sc. (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 6 Januari 2011

## APPROVAL PAGE

This Undergraduate Thesis is submitted by :  
Name : Pudia Prisdandy  
NPM : 0606072553  
Study Program : Civil Engineering  
Title : Correlation between California Bearing Ratio (CBR) and Dynamic Cone Penetrometer (DCP) on Compacted Expansive Soil

Has been successfully defended in front of the Council of Examiners and was accepted as part of the requirements necessary to obtain a Bachelor of Engineering degree in Civil Engineering Program, Faculty of Engineering, University of Indonesia.

### COUNCIL OF EXAMINERS

Supervisor : Dr. Ir. Wiwik Rahayu M.T. (.....)

Examiner : Ir. Widjojo A. Prakoso M.Sc., Ph.D (.....)

Examiner : Dr. Ir. Damrizal Damoerin, M.Sc. (.....)

Defined in : Depok

Date : January, 6<sup>th</sup> 2011

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT atas segala nikmat dan rahmat-Nya sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa, penulisan skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

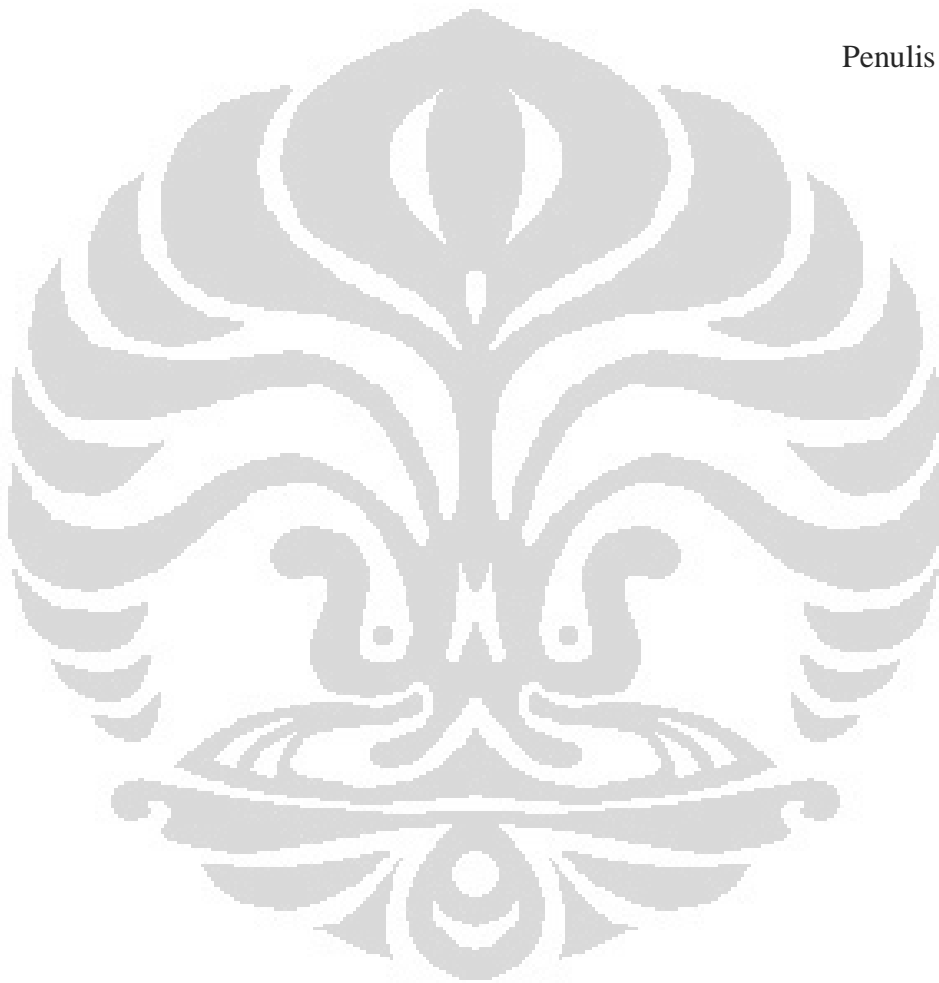
1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan kekuatan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Dr. Ir. Wiwik Rahayu M.T., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.
3. Ir. Widjojo A. Prakoso M.Sc., Ph.D dan Dr. Ir. Damrizal Damoerin M.Sc., selaku dosen penguji yang telah memberikan kritikan maupun masukan-masukan yang berharga dalam penulisan skripsi ini.
4. Laboran-laboran di Laboratorium Mekanika Tanah, Departemen Teknik Sipil UI, Pak Narto, Pak Wardoyo, dan Mas Anto yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan dalam skripsi ini.
5. Keluarga, Bapak Mispriyadi dan Ibu Irwani Nst, Mbak Nidia, dan Dek Hutri yang telah memberikan bantuan dukungan baik material maupun moral.
6. Staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil UI, Mbak Wati, Pak Kasim, Bang Yali, Bang Hamit, Mbak Dian, yang sudah banyak membantu.
7. Tim peneliti Tanah Ekspansif Cikarang (Lesay, Prima, Vande, Zaki) atas data dan kerjasamanya.
8. Seluruh sahabat Teknik Sipil UI angkatan 2006 dan teman-teman lain yang tidak dapat disebutkan disini.



Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah banyak membantu. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya. Semoga Allah SWT senantiasa mencurahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua. Amin.

Depok, 6 Januari 2011

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Pudia Prisandhy  
NPM : 0606072553  
Program Studi : Teknik Sipil  
Departemen : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**KORELASI NILAI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DAN  
DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP) PADA TANAH EKSPANSIF  
YANG DIPADATKAN**

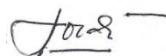
berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada Tanggal : 6 Januari 2011

Yang menyatakan



(Pudia Prisandhy)

## ABSTRAK

Nama : Pudia Prisantdy  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul : Korelasi Nilai *California Bearing Ratio (CBR)* dan *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)* pada Tanah Ekspansif yang Dipadatkan

Berdasarkan perilakunya, tanah lempung Cikarang memiliki potensi kembang susut yang tinggi. Untuk mengetahui kekuatan tanah tersebut dapat dilakukan dengan berbagai uji, salah satunya adalah uji *California Bearing Ratio (CBR)*. Sebagai alternatif cara untuk memperoleh data kekuatan tanah, digunakan uji *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*. Uji ini relatif murah, akurat dan cepat serta dapat dikorelasikan dengan nilai *CBR*. Penelitian ini dilakukan pada sampel tanah dengan kondisi *unsoaked* dan *soaked*. Pemadatan dilakukan dengan cara *standard* dan *modified proctor*. Hasil uji *CBR* dan *DCP* pada sampel tanah dikorelasikan sehingga didapat persamaan nilai korelasi *CBR – DCP*. Hasil tersebut kemudian dibandingkan dengan penelitian terdahulu.

Kata kunci:  
tanah ekspansif, pemadatan, *CBR*, *DCP*

## ABSTRACT

Name : Pudia Prisantdy  
Major : Civil Engineering  
Title : Correlation between *California Bearing Ratio (CBR)* and *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)* on Compacted Expansive Soil

Based on its behavior, Cikarang clay soil has a swelling and shrinking potential in a large number. There are so many test to know the resistance of the soil. One of the test is *California Bearing Ratio (CBR)*. As an alternative way to get the resistance of the soil, *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)* can be used. This test is relatively inexpensive, accurate, fast and can be correlated with the *CBR* value. This research is implemented on soil samples in *unsoaked* and *soaked* condition. For the compaction this research uses *standard* and *modified proctor*. The results of *CBR* and *DCP* test on soil samples will be correlated, so that the correlation values of *CBR* and *DCP* can be obtained. Then the correlation is compared with the previous research.

Keyword :  
Expansive soil, compaction, *CBR*, *DCP*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
HALAMAN PENGESAHAN .....	v
KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH .....	vii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	ix
ABSTRAK .....	x
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan.....	1
1.3 Ruang Lingkup Penelitian .....	1
1.4 Metode Penelitian dan Pengumpulan Data.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	2
<b>BAB II STUDI LITERATUR.....</b>	<b>4</b>
2.1 Tanah Ekspansif .....	4
2.1.1 Pendahuluan .....	4
2.1.2 Lempung Ekspansif .....	5
2.1.3 Karakteristik Tanah Ekspansif .....	7
2.1.4 Identifikasi Tanah Ekspansif.....	7
2.1.5 Persebaran Tanah Ekspansif di Indonesia.....	11
2.2 Pemadatan Tanah Ekspansif .....	13
2.2.1 Teori Pemadatan Tanah .....	13
2.2.2 Pemadatan Tanah Ekspansif .....	16
2.3 <i>California Bearing Ratio (CBR)</i> .....	17
2.4 <i>Dynamic Cone Penetrometer (DCP)</i> .....	18
2.5 Korelasi Nilai <i>CBR</i> dan <i>DCP</i> .....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
3.1 Penjelasan Penelitian .....	27
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	28
3.3 Uji Indeks Propertis.....	29
3.4 Uji <i>California Bearing Ratio (CBR)</i> .....	29
3.4.1 Maksud dan Tujuan .....	29
3.4.2 Pelaksanaan .....	29
3.5 Uji <i>Dynamic Cone Penetrometer (DCP)</i> .....	30
3.5.1 Maksud dan Tujuan .....	30
3.5.2 Pelaksanaan .....	30
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISA PERCOBAAN .....</b>	<b>32</b>
4.1 Hasil dan Analisa Pengujian Sifat Fisis Tanah .....	32

4.1.1 Hasil Pengujian Indeks Propertis Tanah .....	32
4.1.2 Hasil Uji SEM .....	35
4.2 Hasil dan Analisa Uji <i>California Bearing Ratio (CBR)</i> .....	36
4.2.1 Uji <i>CBR</i> dengan Pemadatan <i>Standard Proctor</i> .....	36
4.2.1.1 Uji <i>CBR</i> pada Kadar Air Optimum .....	36
4.2.1.2 Uji <i>CBR</i> pada Sisi Kering dari Kadar Air Optimum.....	38
4.2.2 Uji <i>CBR</i> dengan Pemadatan <i>Modified Proctor</i> .....	41
4.2.2.1 Uji <i>CBR</i> pada Kadar Air Optimum .....	41
4.2.2.2 Uji <i>CBR</i> pada Sisi Basah dari Kadar Air Optimum .....	42
4.3 Hasil dan Analisa Uji <i>Dynamic Cone Penetrometer (DCP)</i> .....	44
4.3.1 Uji <i>DCP</i> pada Pemadatan <i>Standard Proctor</i> .....	45
4.3.1.1 Uji <i>DCP</i> pada Kadar Air Optimum.....	45
4.3.1.2 Uji <i>DCP</i> pada Sisi Kering dari Kadar Optimum .....	49
4.3.2 Uji <i>DCP</i> pada Pemadatan <i>Modified Proctor</i> .....	52
4.3.2.1 Uji <i>DCP</i> pada Kadar Air Optimum.....	52
4.3.2.2 Uji <i>DCP</i> pada Sisi Basah dari Kadar Air Optimum .....	55
4.4 Korelasi Nilai <i>CBR</i> dan <i>DCP</i> dari Hasil Penelitian .....	57
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>65</b>
5.1 Kesimpulan .....	65
5.2 Saran.....	66
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>67</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Grafik Klasifikasi Potensi Kembang .....	11
Gambar 2.2	Persebaran Tanah Ekspansif di Pulau Jawa .....	13
Gambar 2.3	Grafik Hubungan Kerapatan Kering-Kadar Air .....	15
Gambar 2.4	Grafik Hubungan Kerapatan Kering – Kadar Air pada Pemadatan yang Berbeda .....	16
Gambar 2.5	Alat <i>DCP</i> .....	19
Gambar 2.6	Grafik Korelasi <i>CBR</i> – <i>DCP</i> pada Penelitian PU (1990).....	22
Gambar 2.7	Grafik Korelasi <i>CBR-DCP</i> pada Penelitian yang Berbeda .....	24
Gambar 2.8	Grafik Korelasi <i>CBR</i> dan <i>DCP</i> Talal Al-Refeai dan Al-Suhaibani, King Saud University, 1996 .....	25
Gambar 2.7	Korelasi Nilai <i>CBR</i> dan <i>DCP</i> pada Tanah Gambut .....	26
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian .....	28
Gambar 4.1	Potensi Pengembangan Tanah Lempung Ekspansif Cikarang Berdasarkan Klasifikasi Seed (1962).....	33
Gambar 4.2	Grafik Pemadatan <i>Standard</i> dan <i>Modified Proctor</i> .....	34
Gambar 4.3	Foto Hasil Uji SEM. (a) Perbesaran 500 Kali ; (b) Perbesaran 1000 Kali.....	35
Gambar 4.4	Grafik Uji <i>CBR Unsoaked</i> dan <i>Soaked</i> pada Kadar Air Optimum ( <i>Standard Proctor</i> ). (a) sampel 1; (b) sampel 2; (c) sampel 3 .....	37
Gambar 4.5	Grafik Uji <i>CBR Unsoaked</i> dan <i>Soaked</i> pada Sisi Kering dari Kadar Air Optimum ( <i>Standard Proctor</i> ). (a) sampel 1; (b) sampel 2; (c) sampel 3 .....	39
Gambar 4.6	Grafik Uji <i>CBR Unsoaked</i> dan <i>Soaked</i> pada Kadar Air Optimum ( <i>Modified Proctor</i> ). (a) sampel 1; (b) sampel 2.....	41
Gambar 4.7	Grafik Uji <i>CBR Unsoaked</i> pada Sisi Basah Kadar Air Optimum ( <i>Modified Proctor</i> ). (a) sampel 1; (b) sampel 2.....	43
Gambar 4.8	(a) Alat <i>DCP</i> ; (b) Susunan <i>Mold</i> pada Uji <i>DCP</i> .....	44
Gambar 4.9	Sketsa Titik Pengujian Sampel Tanah (Tampak Atas) .....	45
Gambar 4.10	Grafik Uji <i>DCP</i> Titik 3 Kadar Air Optimum ( <i>Unsoaked</i> ) <i>Standard Proctor</i> . (a) titik 1; (b) titik 2; (c) titik 3 .....	46

Gambar 4.11	Grafik Uji <i>DCP</i> pada Kadar Air Optimum ( <i>Soaked</i> ) <i>Standard Proctor</i> . (a) titik 1; (b) titik 2; (c) titik 3 .....	48
Gambar 4.12	Grafik Uji <i>DCP</i> pada Sisi Kering dari Kadar Air Optimum ( <i>Unsoaked</i> ) <i>Standard Proctor</i> . (a) titik 1; (b) titik 2; (c) titik 3 .....	50
Gambar 4.13	Grafik Uji <i>DCP</i> pada Sisi Kering dari Kadar Air Optimum ( <i>Soaked</i> ) <i>Standard Proctor</i> . (a) titik 1; (b) titik 2; (c) titik 3 .....	51
Gambar 4.14	Susunan <i>Mold</i> untuk Sampel <i>Modified Proctor</i> .....	52
Gambar 4.15	Grafik Uji <i>DCP</i> pada Kadar Air Optimum ( <i>Unsoaked</i> ) <i>Modified Proctor</i> . (a) titik 1; (b) titik 2 .....	53
Gambar 4.16	Grafik Uji <i>DCP</i> pada Kadar Air Optimum ( <i>Soaked</i> ) <i>Modified Proctor</i> . (a) titik 1; (b) titik 2 .....	54
Gambar 4.17	Grafik Uji <i>DCP</i> pada Sisi Basah dari Kadar Air Optimum ( <i>Unsoaked</i> ) <i>Modified Proctor</i> . (a) titik 1; (b) titik 2.....	56
Gambar 4.18	Grafik Korelasi Nilai <i>CBR</i> dan <i>DCP</i> Tanah Ekspansif pada Pemadatan <i>standard</i> dan <i>modified proctor</i> . (a) Grafik Skala Logaritmis; (b) Grafik Skala Biasa.....	58
Gambar 4.19	Grafik Korelasi Nilai <i>CBR</i> dan <i>DCP</i> Tanah Ekspansif Cikarang. (a) Grafik Skala Logaritmis; (b) Grafik Skala Biasa .....	60
Gambar 4.20	Perbandingan Grafik Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu .....	62
Gambar 4.21	Grafik Hubungan Antara Kadar Air dan Nilai <i>CBR</i> .....	63
Gambar 4.22	Grafik Hubungan Antara Kadar Air dan Nilai <i>DCP</i> .....	63

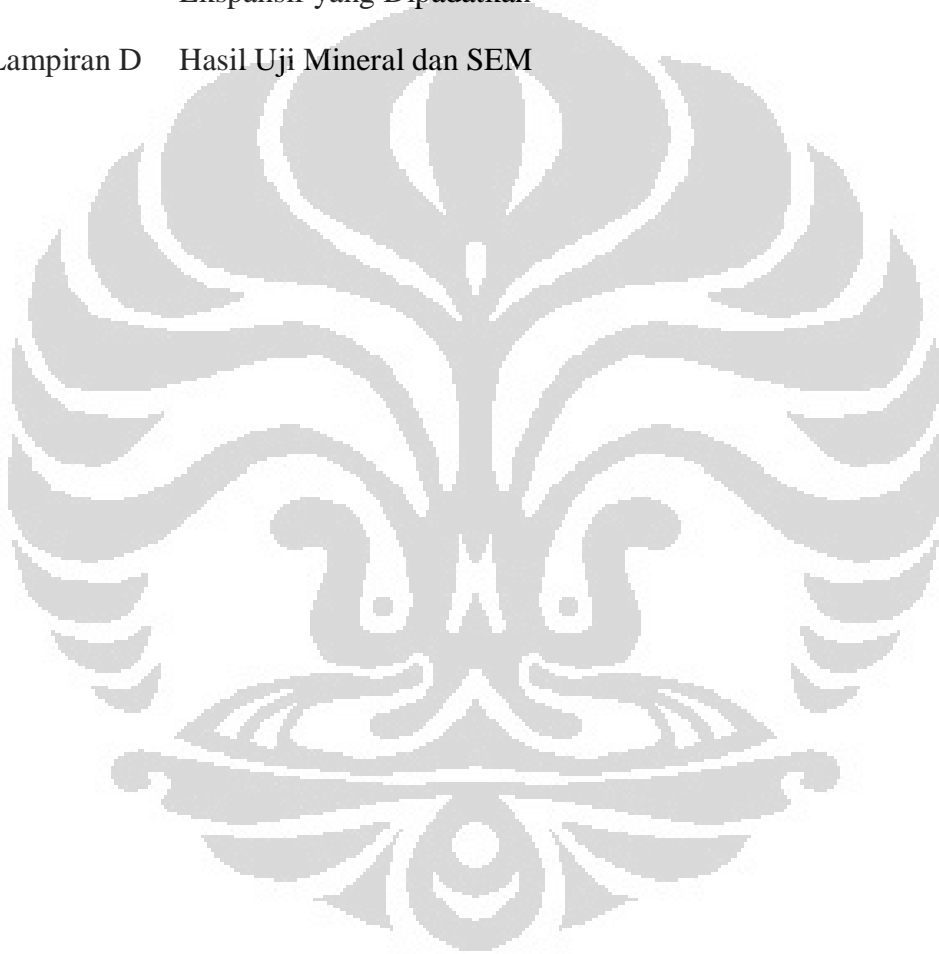
## DAFTAR TABEL

Tabel 2.2	Tabel Korelasi Tingkat Keaktifan dengan Potensi Pengembangan.....	10
Tabel 2.3	Hubungan Jenis Mineral dengan Tingkat Keaktifan .....	11
Tabel 2.4	Tingkat Keaktifan Tanah di Pulau Jawa .....	12
Tabel 2.5	Perbandingan Metode <i>Standard Proctor</i> dengan <i>Modified Proctor</i> ...	14
Tabel 2.6	<i>Standard Unit Load</i> pada Tiap Penetrasi .....	16
Tabel 2.7	Korelasi Nilai <i>CBR</i> dan <i>DCP</i> pada pada Beberapa Penelitian.....	21
Tabel 4.1	Hasil Uji Sifat Fisis Tanah Asli.....	32
Tabel 4.2	Nilai Uji <i>CBR</i> pada Kadar Air Optimum ( <i>Standard Proctor</i> ) Sampel 1,2 dan 3 .....	38
Tabel 4.3	Nilai Uji <i>CBR</i> pada Sisi Kering dari Kadar Air Optimum ( <i>Standard Proctor</i> ) Sampel 1,2, dan 3 .....	40
Tabel 4.4	Nilai Uji <i>CBR</i> pada Kadar Air Optimum ( <i>Modified Proctor</i> ) Sampel 1 dan 2 .....	42
Tabel 4.5	Uji <i>CBR</i> pada Sisi Basah dari Kadar Air Optimum ( <i>Modified Proctor</i> ) Sampel 1 dan 2 .....	43
Tabel 4.6	Data Hasil Penelitian .....	57



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Hasil Pengujian Laboratorium Identifikasi Tanah Lempung Ekspansif
- Lampiran B Hasil Pengujian *California Bearing Ratio (CBR)* pada Tanah Ekspansif yang Dipadatkan
- Lampiran C Hasil Pengujian *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)* pada Tanah Ekspansif yang Dipadatkan
- Lampiran D Hasil Uji Mineral dan SEM



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Tanah merupakan aspek terpenting dalam berdirinya suatu konstruksi. Kekuatan tanah dalam menahan beban di atasnya merupakan faktor penting dalam konstruksi. Salah satu cara untuk mengetahui kekuatan tanah adalah dengan melakukan uji *California Bearing Ratio (CBR)*. Uji ini merupakan uji standar untuk mengetahui nilai kekuatan tanah pada proyek pembangunan jalan. Untuk memperoleh data hasil uji *CBR* laboratorium diperlukan waktu kurang lebih satu minggu. Hal ini tentu saja memakan waktu dalam pengerjaan proyek dilapangan. Sebagai alternatif cara untuk memperoleh data kekuatan tanah, digunakan uji *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*. Uji ini relatif murah dan cukup akurat dalam menentukan nilai *CBR*. Bentuknya yang *portable* memudahkan untuk melakukan uji di beberapa titik pada lokasi proyek. Selain itu dalam mendapatkan nilai *CBR*, uji *DCP* memerlukan waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan cara yang konvensional.

### 1.2 TUJUAN

Tujuan dari penelitian ini adalah mencari korelasi antara nilai *CBR (California Bearing Ratio)* dan *DCP (Dynamic Cone Penetrometer)* pada tanah ekspansif yang dipadatkan. Dari penulisan ini, diharapkan dapat mencari nilai *CBR* melalui uji *DCP* berdasarkan persamaan yang diperoleh dari hasil korelasi terhadap kedua uji yang telah dilakukan.

### 1.3 RUANG LINGKUP PENELITIAN

Penelitian ini difokuskan pada tanah lempung ekspansif. Pemadatan tanah dilakukan mengikuti *standar proctor (ASTM D 698) modified proctor (ASTM D 1557)*. Uji laboratorium yang digunakan adalah uji *CBR* dan uji *DCP*, dengan menggunakan standar *ASTM D 1883* untuk uji *CBR* dan *ASTM D 6951* untuk uji

*DCP*. Pada pemadatan *standard proctor* dan *modified proctor* dilakukan uji *CBR* dan *DCP* pada kondisi *soaked* (basah) dan *unsoaked* (kering). Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Departemen Teknik Sipil Universitas Indonesia. Untuk material tanah yang diteliti digunakan tanah ekspansif dari Cikarang, tepatnya di perumahan Elysium Delta Silikon.

#### **1.4 METODE PENELITIAN DAN PENGUMPULAN DATA**

Metode penelitian yang digunakan adalah studi pustaka dan studi eksperimen. Dengan cara mempraktekkan langsung yang ada di dalam studi pustaka melalui percobaan-percobaan yang dilakukan di laboratorium mekanika tanah. Pengumpulan data primer yang berupa sifat fisik tanah dilakukan dengan cara mengambil sampel tanah pada lokasi yang memiliki tanah ekspansif (Cikarang). Sampel tanah diambil dalam kondisi *disturbed* (terganggu). Kemudian dicari propertis tanahnya serta tingkat keaktifan tanah melalui beberapa uji terhadap sampel tanah yang diambil dari Cikarang. Kemudian dilakukan uji *CBR* dan *DCP*. Data yang diperoleh dari percobaan (data *CBR* dan *DCP*) kemudian di korelasikan.

#### **1.5 SISTEMATIKA PENULISAN**

##### **Bab I : Pendahuluan**

Bab ini memaparkan hal – hal yang berkaitan dengan penulisan laporan ini seperti; latar belakang dilakukannya percobaan *CBR* (*California Bearing Ratio*) dan *DCP* (*Dynamic Cone Penetrometer*) pada tanah ekspansif, tujuan, ruang lingkup penelitian, metode penulisan dan pengumpulan data, serta sistematika penulisan skripsi.

##### **Bab II : Studi Literatur**

Bab ini menjelaskan dasar teori dari penulisan ini. Bab ini membahas teori pada tanah ekspansif serta karakteristiknya, pengertian *CBR* (*California Bearing Ratio*), *DCP* (*Dynamic Cone Penetrometer*), serta korelasi nilai *CBR* dan *DCP* dari penelitian yang sudah pernah dilakukan.

### Bab III : Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah. Metode penelitian yang digunakan adalah persiapan material, pemadatan tanah dengan metode *standard* dan *modified proctor*, pengujian *CBR* (*California Bearing Ratio*) dan *DCP* (*Dynamic Cone Penetrometer*).

### Bab IV : Hasil dan Analisa Percobaan *CBR* dan *DCP*

Bab ini menunjukkan hasil uji *CBR* dan *DCP* dari beberapa sampel tanah ekspansif dengan kadar air yang berbeda-beda. Pada bab ini akan dibahas korelasi antara nilai *CBR* dan *DCP* yang sudah didapat.

### BAB V : Kesimpulan

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil uji *CBR* dan *DCP* yang sudah dilakukan.

## **BAB II**

### **STUDI LITERATUR**

#### **2.1 TANAH EKSPANSIF**

##### **2.1.1 Pendahuluan**

Tanah lempung memiliki komposisi mineral yang terbentuk akibat proses pelapukan. Berdasarkan pengelompokan jenis mineral pembentuk lempung, mineral *montmorillonite*, merupakan mineral dengan karakteristik yang unik karena sifatnya yang ekspansif. Hal ini yang sering menimbulkan permasalahan dalam bidang geoteknik. Tanah ekspansif tersebar di berbagai belahan dunia dan dapat ditemukan di 40 negara dan daerah. (Xu and Liu, 1999).

Tanah lempung ekspansif merupakan suatu permasalahan yang kompleks di beberapa daerah. Kondisi tanah seperti ini akan mempengaruhi kondisi struktur yang berdiri di atasnya. Contohnya adalah kerusakan jalan pada jalan Jakarta – Cikampek. Sifat kembang-susut yang dimiliki tanah ini merupakan faktor utama penyebab kerusakan karena dapat mendorong perkerasan ke arah vertikal dan lateral. Kerusakan terjadi ketika fleksibilitas perkerasan tidak mampu mengikuti perubahan sifat tanah ekspansif. Berikut ini adalah ciri-ciri kerusakan pada jalan yang berada di atas tanah ekspansif :

- Retakan

Retak pada perkerasan terjadi akibat penyusutan maupun pengembangan tanah. Retak ini merupakan retak memanjang yang dimulai dari tepi bahu jalan menuju tengah perkerasan. Lebar retakan bervariasi, mulai dari 1 cm sampai dengan kedalaman 50 cm.

- Pengangkatan tanah

Pengangkatan tanah atau cembungan perkerasan jalan diakibatkan oleh mengembangnya tanah ekspansif yang berada dibawah perkerasan.

Cembungan ini dapat mempengaruhi struktur perkerasan sehingga membuat permukaan jalan bergelombang.

- Penurunan

Penurunan permukaan perkerasan jalan dapat terjadi akibat berubahnya sifat tanah dasar menjadi tanah lunak atau terjadinya pengecilan volume.

- Kelongsoran pada lereng

Air permukaan yang berada di atas perkerasan dapat masuk ke dalam celah yang besar, sehingga tanah menjadi jenuh air dan kadar air di dalamnya meningkat. Dengan meningkatnya kadar air pada tanah ekspansif, maka kuat geser tanah akan berkurang dan berakibat berkurang pula daya dukungnya, sehingga pada saat faktor keamanan mendekati satu, tanah dasar tidak mampu lagi menahan beban di atas dan kelongsoran dapat terjadi.

### 2.1.2 Lempung Ekspansif

Lempung ekspansif adalah tanah yang kandungan lempungnya memiliki potensi kembang-susut akibat perubahan kadar air. Kondisi seperti ini dipengaruhi oleh mineral pada lempung yang disebut *montmorillonite*. Montmorillonite merupakan mineral pada lempung yang sangat bersifat ekspansif. Rumus struktur kimianya adalah  $Al_4Si_8O_{20}(OH)_n(H_2O)$ . Mineral ini sangat sensitif terhadap penambahan kadar air pada tanah, sehingga tanah mampu untuk mengembang apabila kadar air yang dikandungnya bertambah. Mineral lainnya yang bersifat ekspansif pada tanah lempung adalah *illite* dan *vermicullite*. Tetapi kemampuan mengembangnya tidak seaktif *montmorillonite*.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi potensi kembang susut tanah ekspansif, yaitu :

1. Propertis dan Mineral Tanah

Semakin banyak tanah mengandung mineral montmorillonite maka kemampuan untuk mengembang semakin tinggi. Begitu pula indeks plastisitasnya (IP). Semakin tinggi indeks plastisitas tanah semakin tinggi pula potensi kembang susutnya. Biasanya suatu lempung diperkirakan mempunyai

sifat pengembangan yang besar apabila memiliki indeks plastisitas (PI) lebih besar dari 20 % (Bowles, 1986).

Chen (1975) menyatakan bahwa perilaku kembang-susut tanah ekspansif adalah akibat dari perubahan kadar air yang dikandung dan jenis mineral yang sangat kuat menyerap air, sehingga dapat terindikasi pada tanah lempung akan bersifat ekspansif pada nilai Indeks Plastisnya  $> 35 \%$ .

## 2. Faktor Lingkungan

Tanah ekspansif sering dijumpai pada daerah yang memiliki periode kering yang panjang diikuti dengan periode basah yang pendek atau daerah dengan penguapan air lebih tinggi daripada penyerapan air. Kondisi ini mempengaruhi pembentukan mineral dalam tanah akibat proses pelapukan dalam tanah sehingga menghasilkan mineral montmorillonite. Selain itu ada beberapa faktor lingkungan yang menyebabkan tanah memiliki daya kembang tinggi.

- a. Variasi presipitasi dan evapotransi mempengaruhi perubahan kadar air.
- b. Keberadaan fasilitas drainase, irigasi dan kolam akan memungkinkan tanah memiliki akses terhadap sumber air.
- c. Tanah dengan permeabilitas tinggi khususnya pada massa tanah, memungkinkan migrasi air secara lebih cepat sehingga mempercepat pengembangan.
- d. Peningkatan suhu menyebabkan kadar air menyebar ke daerah yang lebih dingin di bawah perkerasan atau bangunan.

## 3. Keadaan Tegangan

Kondisi *overconsolidated* lebih ekspansif dibanding tanah dengan kondisi *normally consolidated* dengan angka pori yang sama. Proses pengeringan dan pembasahan yang berulang – ulang cenderung mengurangi potensi pengembangan sampai suatu keadaan yang stabil. Pengembangan terjadi akibat adanya pergerakan gaya antar partikel. Oleh karena itu, besarnya

pembebanan akan menyeimbangkan gaya antar partikel sehingga akan mengurangi besarnya pengembangan.

### 2.1.3 Karakteristik Tanah Ekspansif

#### a. Mineral Lempung

Mineral lempung menyebabkan perubahan volume umumnya mengandung montmorillonite atau vermiculite, sedangkan illite dan kaolinite dapat bersifat ekspansif bila ukuran partikelnya sangat halus.

Montmorillonite adalah suatu golongan mineral lempung yang dapat mengembang ketika terkena air.

#### b. Kimia tanah

Meningkatnya konsentrasi kation dan bertambahnya tinggi valensi kation dapat menghambat pengembangan tanah. Sebagai contoh, kation  $Mg^{++}$  akan memberikan pengembangan yang lebih kecil dibandingkan dengan  $Na^+$ .

#### c. Plastisitas

Tanah dengan indeks plastisitas dan batas cair yang tinggi mempunyai potensi untuk mengembang yang lebih besar.

#### d. Struktur tanah

Tanah lempung yang berflokulasi cenderung bersifat lebih ekspansif dibandingkan dengan yang terdispersi.

#### e. Berat isi kering

Tanah yang mempunyai berat isi kering yang tinggi menunjukkan jarak antar partikel yang kecil, hal ini berarti gaya tolak yang besar dan potensi pengembangan yang tinggi.

### 2.1.4 Identifikasi Tanah Ekspansif

#### 1. Identifikasi Langsung

Tanah ekspansif merupakan tanah yang memiliki karakter yang unik. Pada kondisi kering, tanah mengalami susut dan menjadi sangat keras,



sedangkan pada kondisi basah tanah ekspansif mempunyai potensi pengembangan yang besar.

Identifikasi tanah ekspansif secara umum dapat dilakukan dengan metode visual di lapangan, yaitu dengan memprediksi dan meraba dominannya butiran halus yang terkandung dalam tanah. Selain itu dengan melihat warna dan butiran halus itu sendiri. Warna yang sering terdapat dilapangan adalah abu-abu, putih atau kemerahan, biasanya tergolong pada lempung CH yaitu lempung dengan plastisitas tinggi namun sangat dimungkinkan juga pada lempung CL atau lanau dengan plastisitas tinggi, MH, yang berpotensi mempunyai kembang susut yang tinggi. (<http://www.olimpiade.org>)

Identifikasi untuk mengetahui keberadaan tanah ekspansif berdasarkan perincian oleh O'neill dan Poormoayed (1980), dapat dilakukan dengan cara berikut :

#### 1. Visual

- Bongkahannya sangat keras saat mengering, lembut dan lengket ketika basah dan meninggalkan sisa ketika diremas dengan terlapak tangan
- Di lapangan terjadi pergerakan pada lereng dan terdapat retak akibat penyusutan.

#### 2. Iklim

Daerah yang mempunyai musim kering yang panjang dan kemudian dilanjutkan oleh musim penghujan, mempengaruhi tingkat keaktifan lempung yang tinggi.

### 2. Identifikasi Tak Langsung (Uji Laboratorium)

#### *Atterberg Limit*

Identifikasi laboratorium pada tanah ekspansif secara sederhana pada umumnya adalah uji *atterberg limit*. Dari uji tersebut dapat diketahui

persentase kandungan lempung untuk menggambarkan potensi pengembangan suatu tanah. Dari uji ini diperoleh nilai-nilai berikut

- Nilai indeks plastisitas (PI) dan batas susut (SI)

Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan sifat pengembangan tanah berdasarkan nilai indeks plastisitas (PI) dan nilai indeks susut (SI).

**Tabel 2.1** Tabel Korelasi Indeks Plastisitas, Indeks Susut dengan Tingkat Pengembangan  
(Chen, Raman, 1967)

PI (%)	SI (%)	Tingkat Pengembangan
<12	<15	Rendah
12-23	13-50	Sedang
23-32	30-40	Tinggi
>32	>40	Sangat Tinggi

- Tingkat Keaktifan

Penentuan tingkat keaktifan suatu tanah, dilakukan dengan persamaan berikut :

$$A_c = \frac{PI}{CF} \quad (2.1)$$

$A_c$  : tingkat keaktifan

PI : indeks plastisitas (%)

CF : persentase fraksi lempung (%)

Berdasarkan nilai keaktifannya dapat diketahui kelas tanah lempung pada tabel berikut :

**Tabel 2.2** Tabel Korelasi Tingkat Keaktifan dengan Potensi Pengembangan  
(Skempton, 1953)

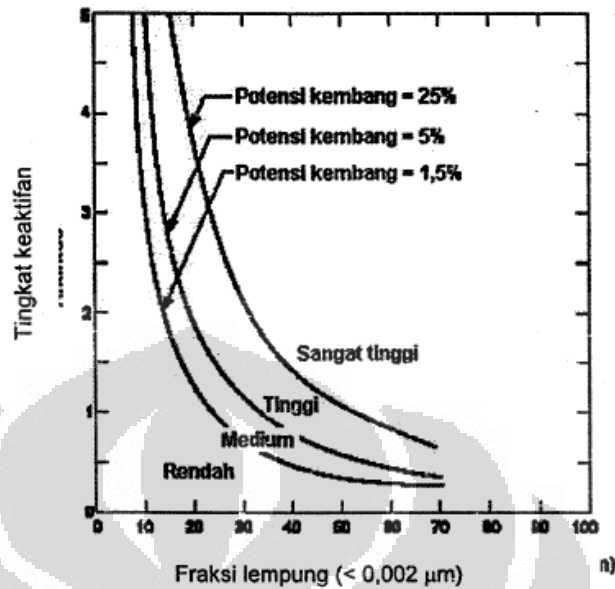
Sumber: Penanganan Tanah Ekspansif untuk Konstruksi Jalan; Departemen Pekerjaan Umum

Tingkat Keaktifan	Potensi Pengembangan
<0,75	Tidak Aktif
0,75-1,25	Normal
>1,25	Aktif

Menurut Seed (1962), untuk tanah yang dipadatkan dengan pemadatan standar pada kadar optimum, tingkat keaktifannya ditentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$A_c = \frac{PI}{CF-10} \quad (2.2)$$

Hasil perhitungan tingkat keaktifan kemudian dikaitkan dengan persentase fraksi lempungnya, kemudian dapat diplot kedalam grafik untuk mengetahui besarnya potensi mengembang tanah yang dipadatkan.



**Gambar 2.1** Grafik Klasifikasi Potensi Kembang  
(Seed, 1962)

#### Mineral Lempung

Berikut ini adalah hubungan kandungan mineral lempung dengan tingkat keaktifannya.

**Tabel 2.3** Hubungan Jenis Mineral dengan Tingkat Keaktifan  
(Skempton, 1953)

Mineral	Keaktifan
Kaolinite	0.33-0.46
Illite	0.90
Montmorilonite (Ca)	1.5
Montmorilonite (Na)	7.2

#### 2.1.5 Persebaran Tanah Ekspansif di Indonesia

Berdasarkan proses terjadinya, persebaran tanah ekspansif di Pulau Jawa dikelompokkan sebagai berikut :

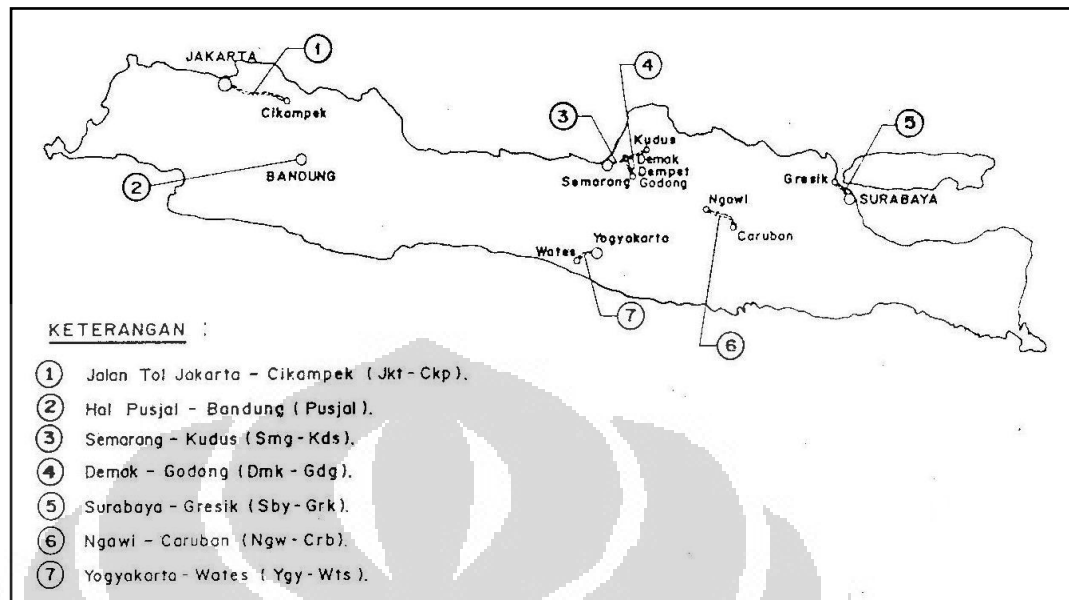
- Formasi Cinambo, meliputi wilayah Majalengka.
- Formasi Subang, wilayah Purwakarta sampai Majalengka.
- Formasi Pemali, Formasi Halan, dan Formasi Rambatan, meliputi Majalengka sampai Banyumas.
- Formasi Tapak, Majalengka sampai Banyumas.

Dari data persebaran tanah ekspansif di Pulau Jawa, tanah ekspansif di daerah Cikarang termasuk formasi Subang.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Litbang Prasarana Transportasi Departemen Pekerjaan Umum pada ruas – ruas jalan di Pulau Jawa, diperoleh tingkat keaktifan dari tiap-tiap sampel yang diambil. Penelitian yang telah dilakukan menggunakan referensi *Skempton* (1953) untuk mengetahui tingkat keaktifan sampel tanah. Berikut ini adalah analisa tingkat keaktifan tanah di beberapa kawasan di Pulau Jawa :

**Tabel 2.4** Tingkat Keaktifan Tanah di Pulau Jawa  
(Litbang Prasarana Transportasi Departemen PU)

No	Lokasi	Tingkat Keaktifan
1.	Semarang – Purwodadi	Tinggi
2.	Demak – Godong	Tinggi
3	Demak – Kudus	Tinggi
4.	Wirosari – Cepu	Tinggi
5.	Ngawi – Caruban	Tinggi
6.	Surabaya – Gresik	Tinggi
7.	Gresik – Lamongan	Tinggi
8.	Yogya – Wates	Tinggi
9.	Jakarta - Cikampek	Tinggi



**Gambar 2.2** Persebaran Tanah Ekspansif di Pulau Jawa

(Sumber: Laporan Pengkajian Penanganan Kerusakan Jalan di Atas Tanah Ekspansif; Departemen Pekerjaan Umum; Maret 1995)

## 2.2 PEMADATAN TANAH EKSPANSIF

### 2.2.1 Teori Pemadatan Tanah

Pemadatan adalah salah satu cara memperbaiki sifat-sifat tanah dengan cara memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara (*Craig, 1987*). Umumnya makin tinggi derajat pemadatan, makin tinggi kekuatan geser dan makin rendah kompresibilitas tanah.

Manfaat dari pemadatan tanah adalah memperbaiki beberapa sifat teknik tanah, diantaranya adalah :

1. Memperbaiki kuat geser tanah, yaitu menaikkan nilai  $\theta$  dan  $C$ .
2. Mengurangi kompresibilitas, yaitu mengurangi penurunan oleh beban
3. Mengurangi permeabilitas
4. Mengurangi sifat kembang-susut tanah.
5. Mengontrol pengembangan (*swelling*) dan pengerutan (*shrinking*)

Pemadatan tanah biasanya digunakan pada pembuatan bendung, jalan raya, lapangan terbang, dasar pondasi dan sebagainya. Tanah yang dipadatkan akan mengalami pengurangan volume pori tanah yang mempengaruhi nilai kerapatan kering tanah.

Derajat kepadatan tanah diukur berdasarkan satuan kerapatan kering (*dry density*), yaitu massa partikel padat persatuan volume tanah. Persamaannya adalah :

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w} \quad (2.3)$$

$\gamma$  = kerapatan butiran tanah

$w$  = kadar air

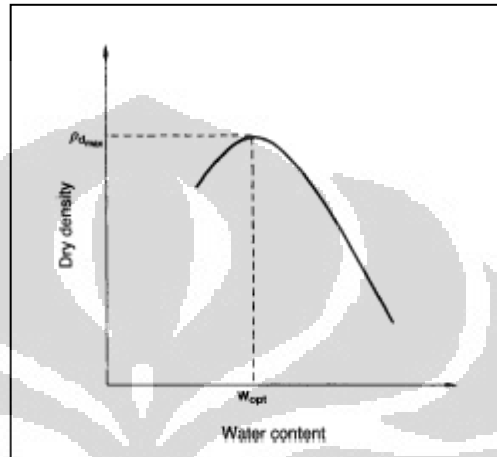
Kerapatan kering setelah pemadatan tergantung pada kadar air dan besarnya energi yang diberikan oleh alat pemadat (dinyatakan sebagai usaha pemadatan) (Craig, 1987). Sedangkan tenaga pemadatan dilapangan ditentukan oleh berat mesin gilaspada, banyaknya lintasan penggilasan dan tebal lapisan.

Terdapat 2 macam uji pemadatan yang dapat dilakukan laboratorium, yaitu *Standard Proctor* AASHTO T 99 (ASTM D 689) dan *Modified Proctor* AASHTO T 180 (ASTM D 1557). Perbedaan kedua metode ini dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 2.5** Perbandingan Metode Standard Proctor dengan Modified Proctor (ASTM)

<i>Test Identification</i>	<b>AASHTO T 99</b>		<b>AASHTO T180</b>	
	<b>ASTM D 698</b>		<b>ASTM D 1557</b>	
Diameter <i>mould</i> (inch)	4"	6"	4"	6"
Berat <i>hammer</i> (lb)	5.5	5.5	10	10
Tinggi jatuh <i>hammer</i> (inch)	12	12	18	18
Jumlah <i>layer</i>	3	3	5	5
Jumlah pukulan per- <i>layer</i>	25	56	25	56
C.E (lb/ft <sup>2</sup> )	12.375	12.375	56.25	56.25
Ukuran butiran maksimum yang lolos	No.4 (3/4")	No.4 (3/4")	No.4 (3/4")	No.4 (3/4")

Setelah dilakukan pemadatan, kerapatan butiran dan kadar air tanah, juga kerapatan keringnya, ditentukan Dengan menggambarkan hubungan antara kerapatan kering dengan kadar air, akan diperoleh kurva berikut :



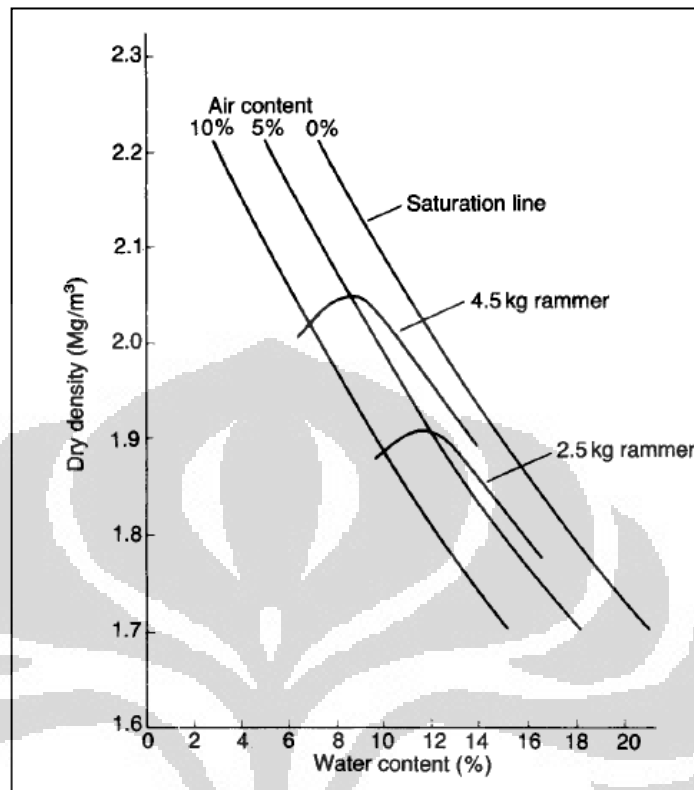
**Gambar 2.3** Grafik Hubungan Kerapatan Kering-Kadar Air  
(Craig, 1987)

Kurva ini menjelaskan bahwa untuk suatu metode pemadatan tertentu akan diperoleh nilai kadar air optimum ( $W_{opt}$ ) yaitu kadar air terbaik dengan tingkat kepadatan terbesar (*dry density*).

Kadar air sangat mempengaruhi tingkat kepadatan tanah, makin tinggi tingkat kadar air tanah, makin membatasi kepadatan yang akan dicapai. Jika volume air lebih besar maka kepadatan maksimum berkurang. Kadar air yang berlebihan akan mengurangi hasil pemadatan.

Kurva pemadatan juga dipengaruhi oleh energi tumbukan yang diberikan pada proses *compaction*. Energi tumbukan yang lebih besar mengakibatkan nilai kerapatan kering tanah semakin besar.





**Gambar 2.4** Grafik Hubungan Kerapatan Kering-Kadar Air pada Pemadatan yang Berbeda  
(Craig, 1987)

### 2.2.2 Pemadatan Tanah Ekspansif

Tanah ekspansif memiliki sifat kembang-susut yang dipengaruhi kadar airnya. Dalam kondisi kering tanah ini akan susut dan menjadi keras. Apabila kadar airnya bertambah, tanah ekspansif memiliki potensi mengembang *swelling* yang besar. Kondisi seperti ini mempengaruhi pemadatan pada tanah ini. Potensi tanah ekspansif akan berkurang dengan berkurangnya kepadatan kering ( $\gamma_d$ ) (Holtz, 1959). Pemadatan yang rendah pada kadar air yang diatas kadar air optimum akan menghasilkan potensi pengembangan yang lebih rendah dibanding dengan pemadatan tinggi dan pada kadar air yang rendah.

Berdasarkan percobaan yang dilakukan pada sampel tanah ekspansif Cikarang akan diperoleh kadar air optimum ( $W_{opt}$ ) dan kerapatan kering. Metode pemadatan yang dilakukan adalah *standard proctor* dan *modified proctor*.

### 2.3 CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Uji California Bearing Ratio (*CBR*) adalah tes untuk memperoleh data kekuatan pada tanah. Uji *CBR* dikembangkan oleh Divisi Jalan Raya California sebagai metode untuk mengetahui dan mengevaluasi sub-grade tanah dan lapisan dasar tanah untuk perkerasan lentur. Tes *CBR* sering digunakan dalam proyek jalan raya untuk mengetahui kekuatan tanah sehingga dapat di tentukan desain perkerasannya. Harga *CBR* adalah perbandingan antara kekuatan contoh tanah dengan kepadatan tertentu dan kadar air tertentu terhadap kekuatan batu pecah bergradasi rapat sebagai standar material dengan nilai  $CBR = 100$ . Standar uji *CBR* yang digunakan adalah ASTM D 1883.

**Tabel 2.6** Standard Unit Load pada Tiap Penetrasi  
(ASTM D 1883)

Penetrasi (inch)	Standard Unit Load (psi)
0.1	1000
0.2	1500
0.3	1900
0.4	2300
0.5	2600

Beban (load) didapat dari hasil pembacaan dial penetrasi yang kemudian diubah dengan grafik *Calibration Prooving Ring*, sehingga dapat diperoleh nilai tegangan pada tanah dan kemudian dapat dihitung besarnya nilai *CBR* pada tanah tersebut.

Test Unit Load (psi) = tegangan ( $\sigma$ )

$$\sigma = \frac{p}{A} = \frac{M(LRC)}{A} \quad (2.4)$$

A = luas piston = 3 inch<sup>2</sup>

p = MLRC

M = Pembacaan dial

LRC = faktor kaliberasi = 23,432 lbf/div

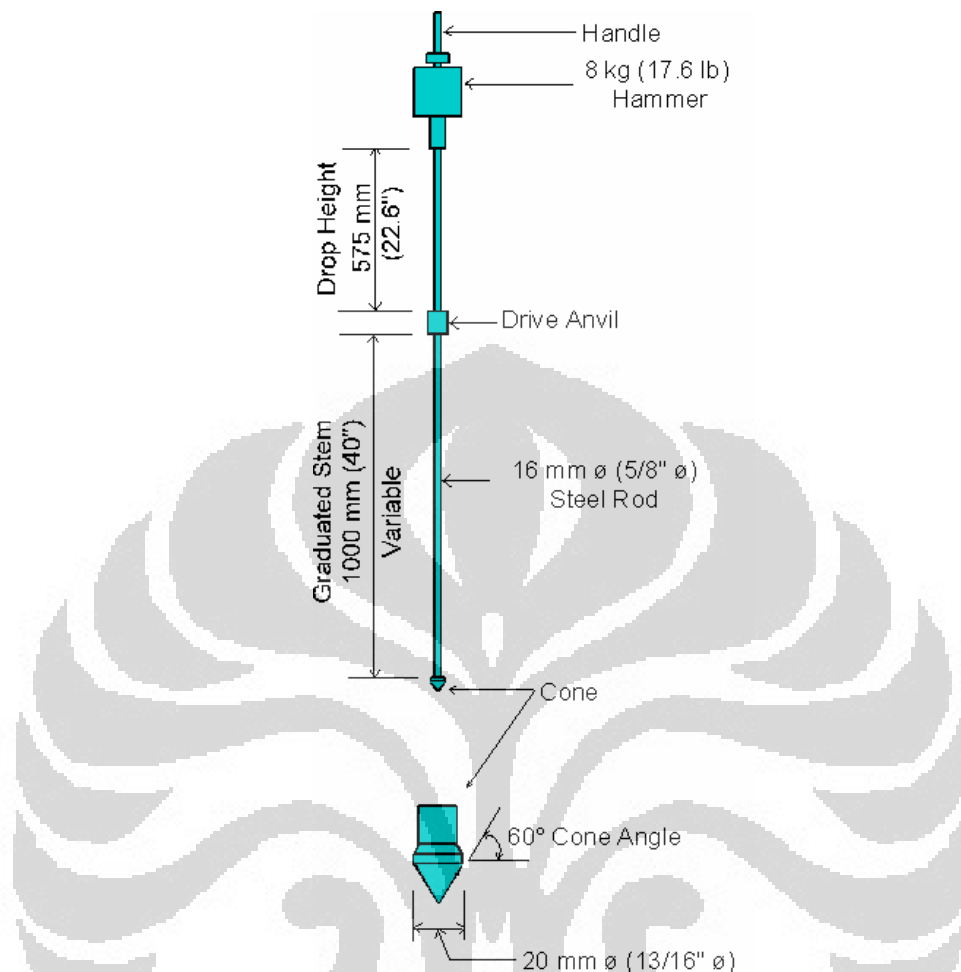
#### 2.4 DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP)

*Dynamic Cone Penetrometer (DCP)* adalah alat yang didesain untuk mengukur kekuatan lapisan tanah dasar. *DCP* atau di kenal juga *Scala Penetrometer*, dikembangkan pada tahun 1956 di Afrika Selatan sebagai teknik untuk mengevaluasi perkerasan secara *in situ* (Scala, 1956). Sejak saat itu, alat ini banyak digunakan di berbagai negara karena kemampuan dalam menentukan kekuatan lapisan subgrade yang cepat. Selain itu *DCP* juga digunakan untuk menentukan desain perkerasan serta sebagai *quality control* dalam proyek jalan. Negara – negara yang banyak menggunakan alat ini adalah Afrika Selatan, Inggris, Amerika, Australia, dan negara lainnya.

Pada umumnya uji ini dilaksanakan dalam proyek jalan raya. Uji *DCP* ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan lapisan perkerasan tanah dasar. Uji ini dilakukan di beberapa titik rencana jalan dan hasilnya dapat dijadikan acuan sebagai desain perkerasan jalan.

Keuntungan utama menggunakan uji *DCP* adalah cepat dalam memperoleh data kekuatan tanah, sehingga dapat segera ditentukan jenis dan tebal perkerasan di lapangan. Selain itu, mengoperasikan alat *DCP* relatif mudah dan tidak memerlukan banyak orang. Keuntungan lainnya adalah biayanya yang murah dan sifatnya yang *portable*.

Standar uji *DCP* adalah ASTM D 6951. Berikut ini adalah contoh dari gambar alat *DCP*



**Gambar 2.5** Alat DCP

Perangkat Uji *DCP* (ASTM D 6951)

1. Sebuah palu geser dengan berat 8 kg, dan dengan tinggi jatuh 57,5 cm. Palu geser akan bergerak jatuh sepanjang batang baja 20 mm untuk memukul suatu landasan (anvil).
2. Sebuah batang utama baja keras (standard shaft) dengan diameter 20 mm, panjang 100 cm yang disambungkan dengan konus yang terbuat dari baja keras sudut 60° atau 30° dan berdiameter 20 mm. Pada batang baja tersebut telah pula dibuatkan skala dalam mm untuk membaca setiap masuknya ujung konus ke dalam tanah.

3. Sebuah batang kedua baja keras (hammer shaft) dengan diameter 20 mm, panjang minimum = 72 cm, sebagai batang geser palu.

Cara kerja alat ini adalah menjatuhkan palu secara berulang-ulang kemudian menghitung jumlah pukulan untuk mencapai penetrasi 150 mm (6 inch) pada tanah keras. Output dari tes *DCP* adalah nilai penetrasi (mm) per pukulan. Perubahan nilai penterasi per pukulan megindikasikan perubahan kekuatan tanah, sehingga lapisan tanah tersebut dapat diidentifikasi dan dapat diketahui ketebalan dan kekuatan lapisan tersebut.

*DCP* banyak digunakan sebagai penelitian dan juga proyek. *National Cooperative Highway Research Program of the Transportation Research Board, National Research Council* merekomendasikan *DCP* sebagai alat untuk mengevaluasi *subgrade* (Laguros, J. G. and Miller, G. A, 1997).

*The Illinois Departement of Transportation* telah membandingkan kerapatan dan kadar air pengukuran di lapangan dengan pengukuran menggunakan *DCP*. Dari perbandingan tersebut, *DCP* dapat digunakan untuk menentukan kerapatan tanah ketika dilakukan pengawasan terhadap timbunan dan konstruksi lapisan *subgrade* (Bratt, T. et al., 1995).

*The U.S. Army Corps of Engineers* mempublikasikan hasil dari uji *DCP* lapangan dengan berbagai macam jenis tanah. Hasil uji menunjukkan adanya korelasi antara *DCP* dengan *CBR*.

#### **2.4 KORELASI NILAI *CBR* DAN *DCP***

Karena nilai *CBR* tidak mudah diperoleh di lapangan dengan uji lapangan maupun laboratorium, nilai *CBR* dapat diperoleh melalui uji *DCP*. *DCP* adalah alat yang digunakan untuk mengukur daya dukung tanah dasar jalan langsung di tempat (in situ). Daya dukung tanah dasar tersebut diperhitungkan berdasarkan pengolahan atas hasil test *DCP* yang dilakukan dengan cara mengukur berapa dalam (mm) ujung konus masuk ke dalam tanah dasar tersebut setelah mendapat tumbukan palu geser pada landasan batang utamanya. Korelasi antara banyaknya tumbukan dan penetrasi

ujung conus dari alat *DCP* ke dalam tanah akan memberikan gambaran kekuatan tanah dasar pada titik-titik tertentu. Makin dalam konus yang masuk untuk setiap tumbukan artinya makin lunak tanah dasar tersebut. Pengujian dengan menggunakan alat *DCP* akan menghasilkan data yang setelah diolah akan menghasilkan *CBR* lapangan tanah dasar pada titik yang ditinjau.

Penelitian yang luas, telah mengembangkan hubungan secara empiris antara uji *DCP* dengan nilai *CBR*, contohnya *Kleyn, 1975; Harison, 1987; Livneh, 1987; Livneh and Ishai, 1988; Chua, 1988; Harison, 1983; Van Vuuren, 1969; Livneh, et. al., 1992; Livneh and Livneh, 1994; Ese et. al., 1994; dan Coonse, 1999.*

Berdasarkan literatur, *Potential Applications of Dynamic and Static Cone Penetrometer in MDOT Pavement Design and Construction, US Department of Transportation Federal Highway Administration*, terdapat beberapa penelitian mengenai korelasi nilai *DCP* dan *CBR* yang telah dilakukan.

Dari hasil percobaan yang telah dilakukan, diperoleh persamaan hubungan antara nilai *DCP* dan *CBR* sebagai berikut :

$$\log (CBR) = a + b \log (DCP) \quad (2.5)$$

dimana :

$a$  = nilai konstanta antara 2.44 s.d. 2.60

$b$  = nilai konstanta antara - 1.07 s.d. - 1.16

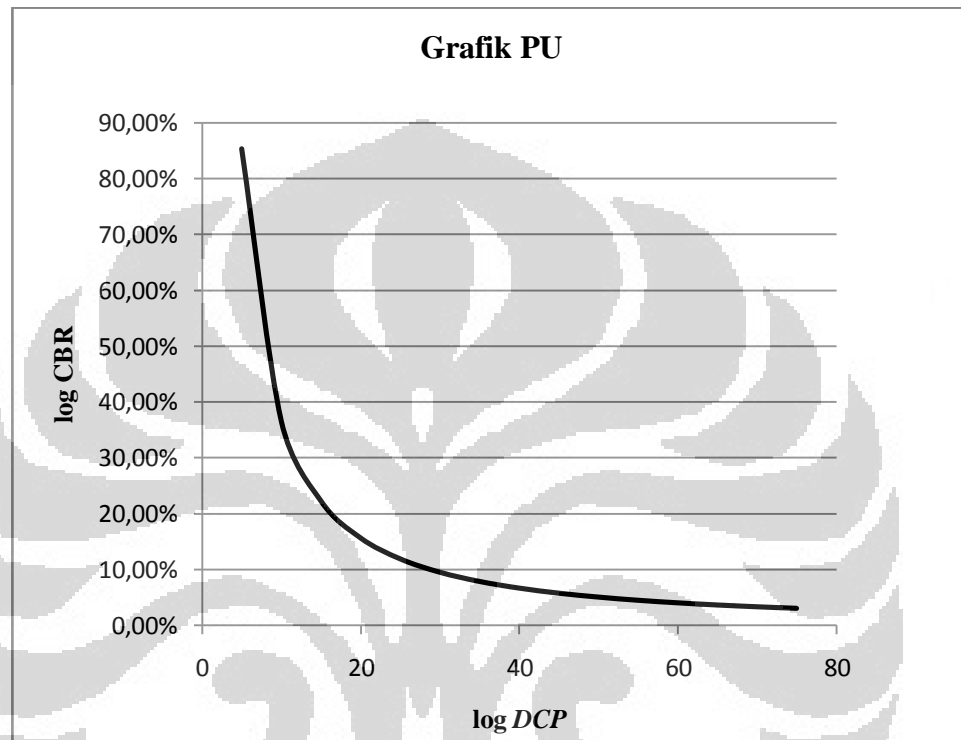
$DCP$  = nilai *DCP* (mm/pukulan)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Badan Penelitian Dan Pengembangan, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Jalan Departemen Pekerjaan Umum (1990), diperoleh persamaan hubungan antara nilai *DCP* dan *CBR* sebagai berikut :

$$\log CBR = -1.22 \log DCP + 2.784 \quad (2.6)$$

Pada penelitian PU digunakan beberapa sampel tanah seperti tanah abu – abu, tanah merah, tanah coklat, dan tanah coklar keabuan. Tanah tersebut memiliki

propertis tanah yang berbeda – beda. Pemadatan yang dilakukan menggunakan *standard proctor* dan *modified proctor* dengan jumlah tumbukan yang berbeda - beda. Hasil penelitian dapat dilihat dari grafik berikut :



**Gambar 2.6** Grafik Korelasi CBR-DCP pada Peneltian PU (1990)

Berikut ini adalah persamaan –persamaan korelasi nilai *DCP* dan *CBR* yang pernah dilakukan berdasarkan literatur :

**Tabel 2.7** Korelasi nilai CBR dan DCP pada Beberapa Penelitian

Sumber : *Potential Applications of Dynamic and Static Cone Penetrometer in MDOT Pavement Design and Construction, September 2003*

Persamaan Hubungan	Material yang diuji	Referensi
$\log(CBR) = 2.56 - 1.16 \log(DCP)$	<i>Granular and cohesive</i>	Livneh (1987)
$\log(CBR) = 2.55 - 1.14 \log(DCP)$	<i>Granular and cohesive</i>	Harison (1987)
$\log(CBR) = 2.45 - 1.12 \log(DCP)$	<i>Granular and cohesive</i>	Livneh et al. (1992)
$\log(CBR) = 2.46 - 1.12 \log(DCP)$	<i>Various soil types</i>	Webster et al. (1992)
$\log(CBR) = 2.44 - 1.07 \log(DCP)$	<i>Unknown</i>	Kleyne (1975)
$\log(CBR) = 2.560 - 1.07 \log(DCP)$	<i>Aggregate base course and cohesive</i>	NCDOT (Pavement, 1998)
$\log(CBR) = 2.53 - 1.14 \log(DCP)$	<i>Piedmont residual soil</i>	Coonse (1999)

Tabel diatas menunjukkan persamaan hubungan *CBR* dan *DCP* pada beberapa jenis tanah. Data pengujian *DCP* dimasukkan kedalam perhitungan berdasarkan persamaan diatas, kemudian akan diperoleh nilai *CBR* dari tanah yang diuji.

Korelasi lain antara *DCP* dengan *CBR* yang dilakukan oleh *Army Corps of Engineers* adalah :

$$CBR = 292 / PR^{1.12} \quad (2.7)$$

Dimana : PR adalah mm/blow

Setelah dilakukan pengujian pada *Waterways Experiment Station (WES)*, ditemukan bahwa tanah *fat clay (CH)* dan tanah dengan nilai *CBR* yang kurang dari



dari 10% tidak dapat menggunakan persamaan diatas. Berikut ini adalah korelasi yang digunakan :

- jika  $CBR < 10\%$

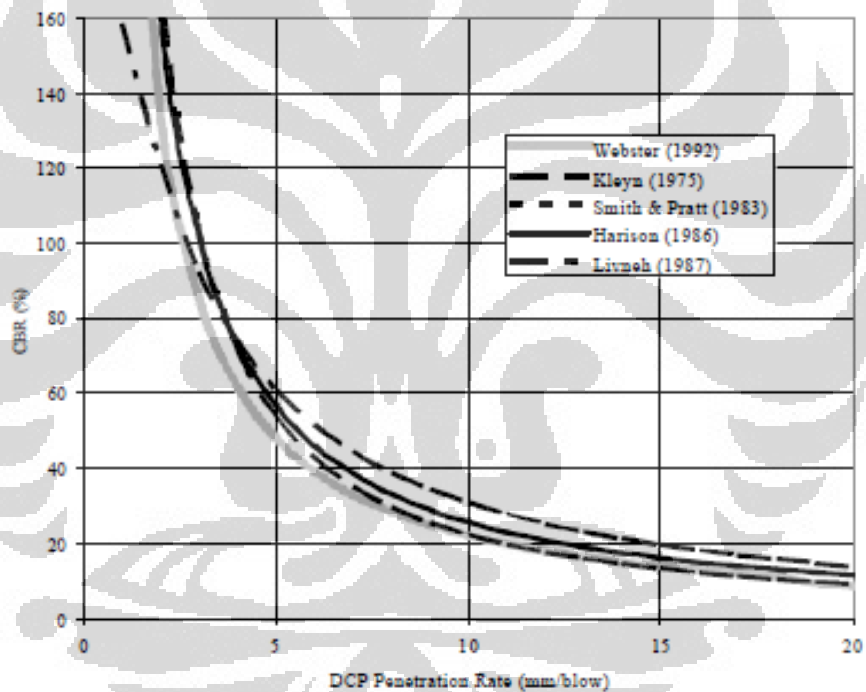
$$CBR = 1/(0.017019*PR)^2 \quad (2.8)$$

- untuk tanah CH

$$CBR = 1/(0.002871*PR) \quad (2.9)$$

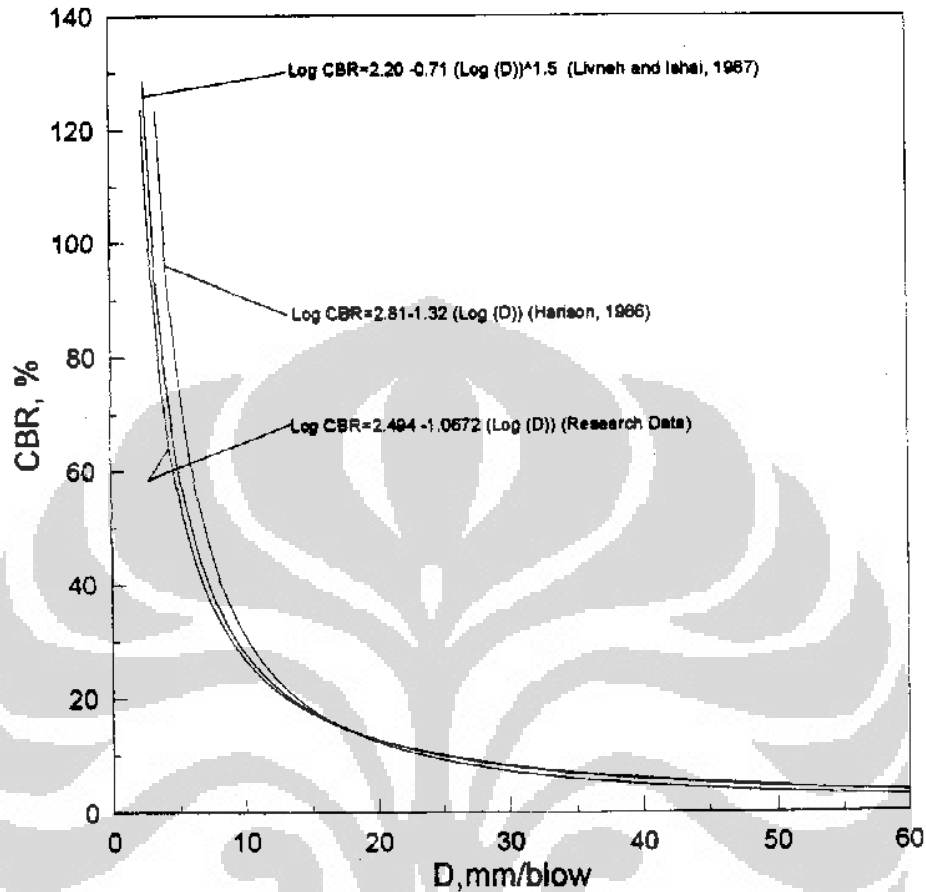
(Webster et al., 1992)

Grafik berikut menunjukkan korelasi antara  $DCP$  dan  $CBR$  pada setiap percobaan yang pernah dilakukan



Gambar 2.7 Grafik Korelasi CBR-DCP pada Penelitian yang Berbeda

Contoh penelitian lain mengenai korelasi nilai  $CBR$  dan  $DCP$  adalah uji yang dilakukan oleh *Talal Al-Refeai dan A. Al-Suhaibani, King Saud University, 1996*. Penelitian ini menggunakan beberapa jenis sampel lempung kemudian dilakukan uji  $CBR$  dan  $DCP$  laboratorium pada masing-masing sampel. Korelasi yang diperoleh mendekati dengan grafik *Livneh (1987)* dan *Harison (1986)*.

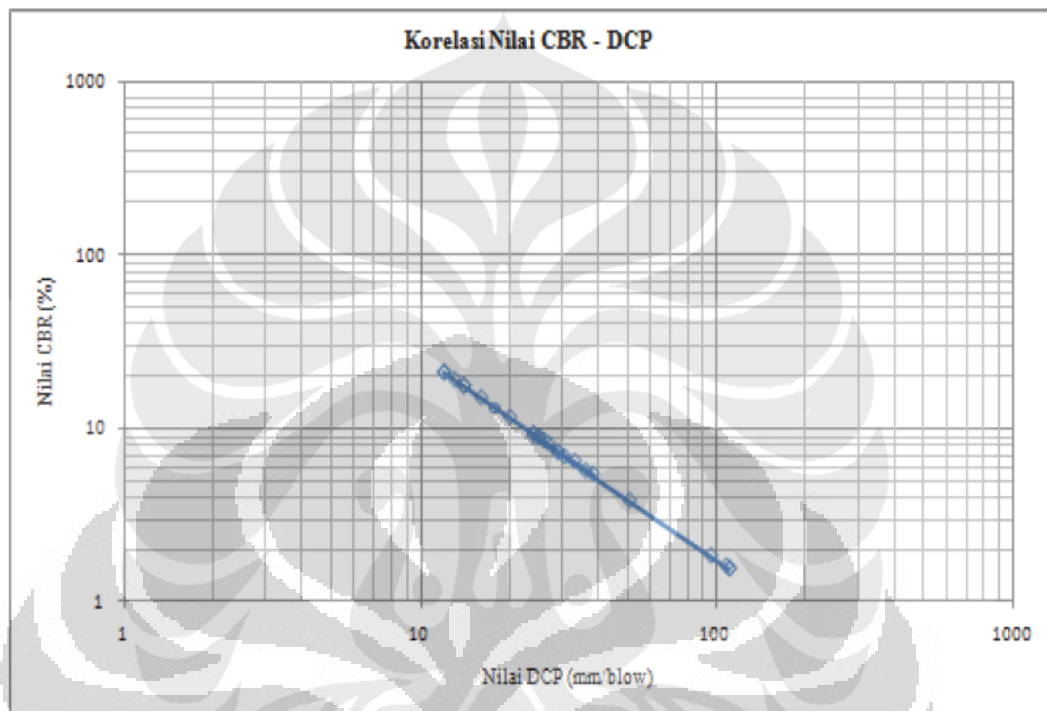


**Gambar 2.8** Grafik Korelasi CBR dan DCP Talal Al-Refeai dan A. Al-Suhaibani, King Saud University, 1996.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh *Yustian, Universitas Indonesia, 2008*. Korelasi nilai *CBR* dan *DCP* pada tanah gambut yang dipadatkan, persamaan yang diperoleh adalah:

$$\log CBR = 2.595 - 1.178 \log (DCP) \quad (2.10)$$

Berikut ini adalah grafik korelasi nilai *CBR* dan *DCP* pada tanah gambut :



*Gambar 2.9 Korelasi Nilai CBR dan DCP pada Tanah Gambut  
(Yustian, 2008)*

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 PENJELASAN PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian di laboratorium. Uji yang dilakukan adalah *CBR* dan *DCP*. Sampel tanah diambil dari perumahan Elysium Delta Silikon 1 Lippo Cikarang.

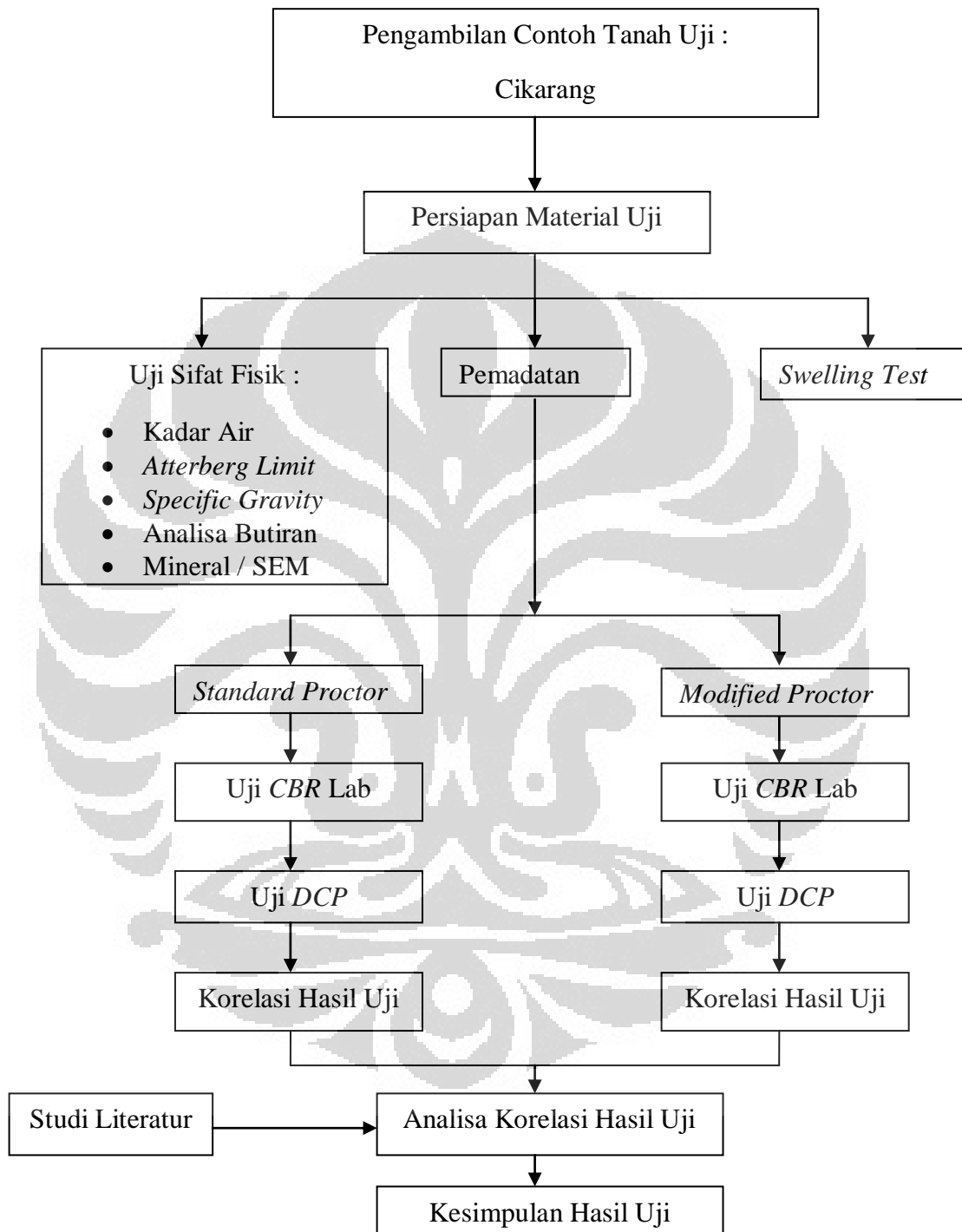
Tahapan penelitian ini adalah melakukan persiapan mengambil tanah sampel, identifikasi tanah lempung ekspansif dengan uji mineral, kemudian mencari indeks propertis tanah tersebut melalui beberapa uji seperti *atterberg limit*, *hidrometer*, *sieve analysis*, dan *specific gravity*, serta dicari nilai kadar optimum pada sampel tanah tersebut.

Tahapan berikutnya adalah mengatur kadar air tanah sampel hingga mencapai kadar air yang diinginkan. Selanjutnya dilakukan pemadatan pada tanah yang telah diset kadar airnya. Kemudian dilakukan uji *CBR* dan uji *DCP*. Pemadatan yang dilakukan menggunakan metode *standard proctor* (ASTM D 698) dan *modified proctor* (ASTM D 1557).

Tanah yang sudah dipadatkan di uji nilai *CBR*-nya pada kondisi *soaked* dan *unsoaked*. Sampel yang sudah diuji *CBR* direndam selama 4 hari untuk mengetahui persentase *swelling* tanah tersebut. Nilai *swelling* menunjukkan potensi pengembangan sampel tanah. Setelah direndam sampel tanah kembali diuji *CBR*, kondisi ini dinamakan kondisi *soaked*. Kemudian dilakukan uji *DCP*, sehingga diperoleh nilai *DCP* nya (mm/blow).

Mencari korelasi antara *DCP* dan nilai *CBR* mengacu pada literatur yang ada. Berdasarkan referensi penelitian yang sudah dilakukan, diambil korelasi yang paling mendekati hasil yang diperoleh di laboratorium. Apabila hasil dari uji laboratorium berbeda jauh dengan referensi, akan dicari korelasi sendiri berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap sampel tanah ekspansif.

### 3.2 DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.3 UJI INDEKS PROPERTIS

Sampel tanah yang sudah diambil, dilakukan beberapa uji untuk memperoleh indeks propertisnya. Berikut ini adalah beberapa uji yang dilakukan pada sampel tanah dengan kondisi kering udara :

- Batas-batas Atterbeg (ASTM D4318-84)
- *Specific Gravity* (ASTM D854-83)
- Analisa Butiran (ASTM C136-46)
- Pemadatan Standar (ASTM D698-72 dan D558-82)
- Test Pengembangan Satu Dimensi (One Dimensional Swell) (D4546-85)

### 3.4 UJI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

#### 3.4.1 Maksud dan Tujuan

Tujuan uji *CBR* adalah untuk mendapatkan nilai *CBR* pada kepadatan dan kadar air tertentu. Uji *CBR* ini dilakukan pada berbagai macam kadar air, baik diatas kadar air optimum maupun kadar air dibawah kadar air optimum. Pemadatan yang menggunakan *standard proctor* ASTM D 698 dan *modified proctor* ASTM D 1557. Sedangkan untuk uji *CBR* menggunakan ASTM D 1883.

#### 3.4.2 Pelaksanaan

Tes ini dilakukan dengan memberikan penetrasi dengan luasan jarum penetrasi sebesar 3 in<sup>2</sup> (atau diameter 50 mm). Jarum ini masuk ke dalam sampel tanah dengan standar 1.25 mm/menit.

Prosedur uji *CBR* laboratorium adalah sebagai berikut :

- Siapkan mold, kemudian ditimbang dan diukur dimensinya.
- Olesi bagian dalam mold dengan oli
- Tanah dimasukkan ke dalam mold sehingga tingginya kira-kira 1/5 tinggi mold.
- Tiap lapis ditumbuk sebanyak 56 kali dan dikerjakan hingga lima lapisan.
- Mold yang sudah diisi dan sudah ditumbuk kemudian ditimbang

- Mold diletakkan pada mesin *CBR* dan diberikan beban ring pada permukaan sampel tanah, piston diletakkan melalui lubang pada beban sehingga mengenai permukaan tanah.
- Coading dan dial diperiksa dan diset 0.
- Penetrasi secara teratur dengan kecepatan 0.05"/menit.
- Catat pembacaan dial pada penetrasi-penetrasi yang sudah ditentukan sbb: 0.00", 0.025", 0.050", 0.075", 0.10", 0.125", 0.15", 0.175", 0.2"
- Contoh tanah diambil untuk dihitung kadar airnya.
- Setelah contoh tanah dihitung kadar airnya, contoh tanah direndam  $\pm$  96 jam (4 hari) untuk diketahui kondisi swellingnya.
- Pencatatan swelling dilakukan dengan duarsi sbb: 15, 30, 45, 60, 120, 180(menit), 1hari, 2hari, 3hari, 4hari, sejak mulai dimasukkan ke dalam bak air.
- Setelah  $\pm$  96 jam, mold dan tanah diangkat kemudian dilakukan penetrasi seperti pada percobaan sebelumnya dengan sampel tanah dibalik.
- Sample tanah diextrude, kemudian diambil sebagian tanah bagian atas, bagian bawah, dan bagian tengahnya, untuk dihitung kadar airnya.

### **3.5 UJI DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP)**

#### **3.5.1 Maksud dan Tujuan**

Maksud dan tujuan uji *DCP* adalah memperoleh nilai *DCP* dari tanah ekspansif yang dipadatkan. Nilai *DCP* adalah jumlah pukulan dan penetrasi (mm/blow). Dari nilai ini dapat diketahui besarnya kekuatan tanah. Uji ini dilaksanakan setelah sampel tanah diuji *CBR*. Karena menggunakan sampel tanah yang sama, maka kadar air sampel tanah yang diuji *DCP* sama seperti kadar air pada sampel yang sudah diuji *CBR*. Standar yang digunakan adalah ASTM D 6951.

#### **3.5.2 Pelaksanaan**

- Menyambungkan seluruh perangkat peralatan.
- Menyusun tanah sampel.

- Alat diposisikan tegak, kemudian mencatat pembacaan nol sebagai pembacaan awal pada mistar kedalaman.
- Mengangkat palu pada tangkai bagian atas hingga menyentuh *handle*.
- Menjatuhkan palu hingga palu menyentuh landasan.
- Membaca nilai penurunan pada setiap pukulan.

Nilai *DCP* yang diperoleh dalam satuan mm/blow. Kemudian nilai tersebut dicari korelasinya dengan nilai *CBR* yang telah diperoleh.





## BAB IV

### HASIL DAN ANALISA PERCOBAAN

Hasil penelitian yang akan di bahas ada dua, yaitu analisa hasil pengujian sifat fisis tanah asli dan analisa hasil uji *CBR* dan *DCP* berdasarkan tujuan pada penelitian.

#### 4.1 HASIL DAN ANALISA PENGUJIAN SIFAT FISIS TANAH

##### 4.1.1 Hasil Pengujian Indeks Propertis Tanah

Berdasarkan hasil uji propertis tanah, sampel yang diambil dari Cikarang pada perumahan Elysium Delta Silikon adalah jenis tanah lempung ekspansif. Karena sampel tanah yang digunakan sama dengan penelitian sebelumnya (Prima Teguh dan Zaki Abdulghani, 2010), maka data sifat fisis sama dengan data penelitian sebelumnya. Data sifat fisis sampel tanah disajikan dalam tabel berikut :

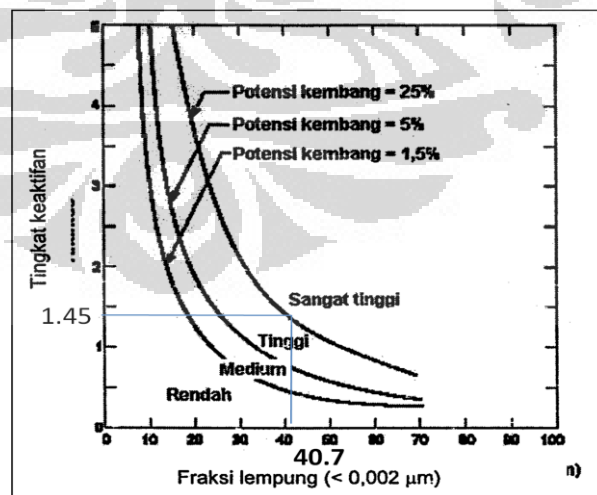
**Tabel 4.1** Hasil Uji Sifat Fisis Tanah Asli

Parameter	Tanah Asli
Berat Spesifik	2.661
Batas-batas Atterberg	
- Batas Cair (%)	89.84
- Batas Plastis (%)	45.44
- Indeks Plastisitas (%)	44.40
- Batas Susut (%)	13.22
Analisa Ukuran Butiran	
- Pasir (%)	3.4
- Lanau (%)	55.9
- Lempung (%)	40.7
Aktivitas (Seed)	1.45
W optimum <i>standard</i> (%)	32.3
W optimum <i>modified</i> (%)	18.7
$\gamma_d$ maksimum <i>standard</i> (gr/cm <sup>3</sup> )	1.356
$\gamma_d$ maksimum <i>modified</i> (gr/cm <sup>3</sup> )	1.65
Swelling <i>standard</i> (%)	8.938
Swelling <i>modified</i> (%)	24.808
<b>Mineral</b>	
Montmorillonite	23.8
Halloysite	49.66
Feldspar	12.92
Alpha Quartz	13.62

Data – data diatas menunjukkan sifat fisis tanah, sehingga dapat diketahui jenis tanah sampel. Batas – batas *atterberg* yang diperoleh adalah batas cair 89.84%, batas plastis 45.55%, dan batas susut 13.22%. Batas plastis yang tinggi pada tanah ini menunjukkan bahwa tingginya kemampuan tanah ini untuk berdeformasi tanpa mengalami retak.

Jenis tanah yang terkandung dalam tanah Cikarang ini dapat diketahui melalui uji analisa ukuran butiran. Uji ini menunjukkan komposisi yang ada pada tanah Cikarang adalah pasir sebesar 3.4%, lanau sebesar 55.9% dan lempung 40.7%.

Untuk membuktikan bahwa sampel tanah yang digunakan adalah jenis tanah ekspansif, dilakukan penyesuaian hasil uji dengan beberapa literatur. Dalam menentukan potensi pengembangan sampel tanah, penulisan ini menggunakan acuan pada penelitian Seed (1962) yang mengaitkan tingkat keaktifan dengan persentase fraksi lempung. Berdasarkan pengujian batas *Atterberg* dan analisa ukuran butiran diperoleh tingkat keaktifan tanah sampel Cikarang adalah 1.45. Untuk persentase lempung nilai yang diperoleh adalah 40.7%. Dari kedua nilai tersebut diperoleh potensi mengembang tanah.



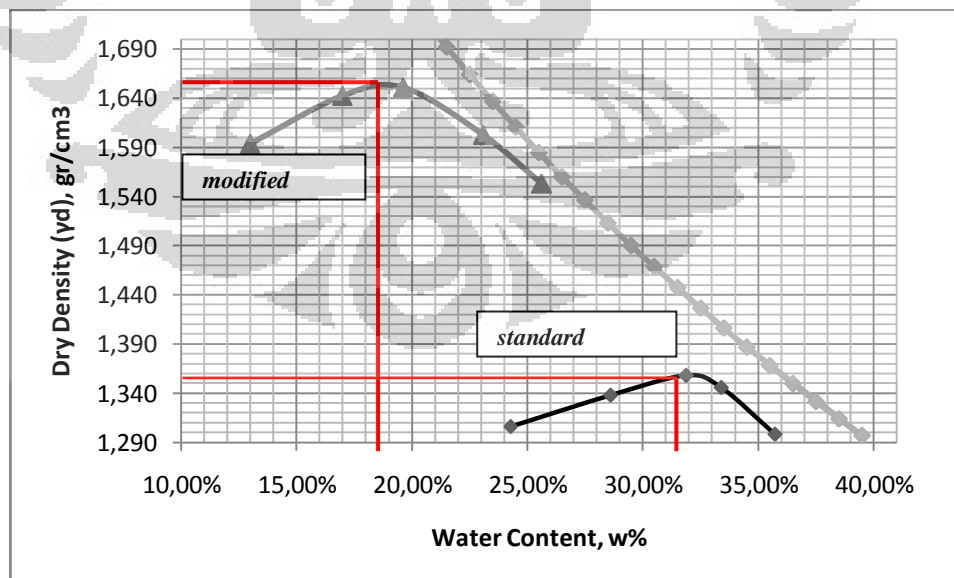
**Gambar 4.1** Potensi Pengembangan Tanah Lempung Ekspansif Cikarang Berdasarkan Klasifikasi Seed (1962)

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa derajat pengembangan tanah lempung Cikarang sangat tinggi dengan nilai potensi kembang kurang lebih sebesar 25%.

Uji mineral yang dilakukan di Balai Keramik – Bandung, menghasilkan kandungan *montmorillonite* dalam tanah sebesar 23.80%, sedangkan mineral *halloysite* yang terkandung sebesar 49.66%. Besarnya kandungan *montmorillonite* pada tanah Cikarang menentukan potensi kembang tanah tersebut.

Berdasarkan hasil pengujian *swelling* satu dimensi, nilai *swelling* untuk sampel tanah yang dipadatkan menggunakan metode *standard proctor* adalah 8.938%. Pemadatan menggunakan metode *modified proctor* menghasilkan persentase *swelling* sebesar 24.808%. Besarnya persentase *swelling* dipengaruhi oleh energi pemadatan yang diberikan pada sampel tanah. Semakin besar energi pemadatan yang diberikan maka semakin besar pula nilai *swelling* yang dihasilkan.

Dari hasil uji pemadatan *compaction* diperoleh kadar air optimum serta kerapatan kering tanah sampel. Pada penelitian ini terdapat 2 jenis pemadatan yaitu *standard proctor* dan *modified proctor*. Grafik *compaction* disajikan pada gambar berikut :

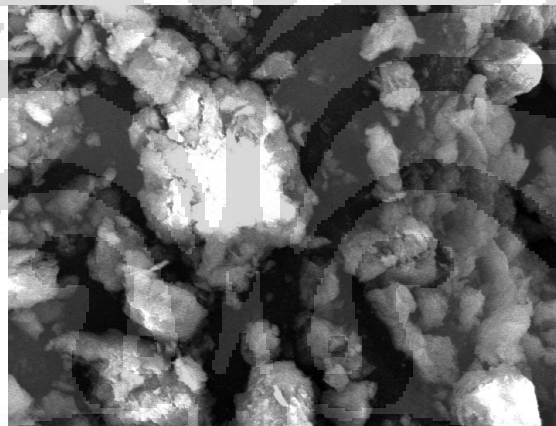


Gambar 4.2 Grafik Pemadatan Standard dan Modified Proctor

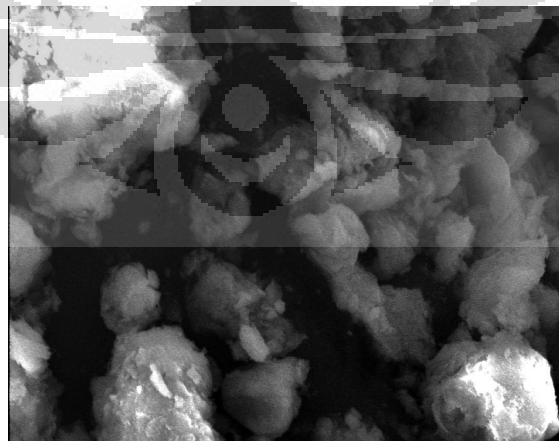
Pemadatan dengan metode *standard proctor* menghasilkan kadar air optimum pada nilai 32.3% dengan nilai kerapatan kering maksimum ( $\gamma_{dry}$ ) sebesar 1.356 gr/cm<sup>3</sup>. Sedangkan kadar air optimum pada metode *modified proctor* berada pada 18.7% dengan nilai kerapatan kering sebesar sebesar 1.65 gr/cm<sup>3</sup>. Sesuai dengan teori pemadatan, semakin tinggi energi pemadatan yang diberikan maka nilai kerapatan kering akan semakin tinggi. Kurva yang dihasilkan dari *modified proctor* berada diatas dan disebelah kiri kurva *standard proctor*.

#### 4.1.2 Hasil Uji SEM

Uji SEM dilakukan untuk mengetahui struktur material tanah. Hasil uji ini berupa foto, sehingga dapat dianalisa struktur partikel – pertikel pada tanah. Berikut ini adalah foto hasil uji SEM.



(a)



(b)

**Gambar 4.3** Foto Hasil Uji SEM. (a) Perbesaran 500 Kali; (b) Perbesaran 1000 Kali

Secara visual hasil uji SEM menunjukkan partikel tanah yang halus dan strukturnya yang porus atau berongga. Kondisi ini menyebabkan tanah mudah menyerap air. Ketika air berinteraksi dengan tanah akan terjadi reaksi antara air dan mineral yang terkandung dalam tanah tersebut. Sampel tanah juga memiliki ikatan yang tidak kuat antar partikel yang menyebabkan tanah mudah mengembang.

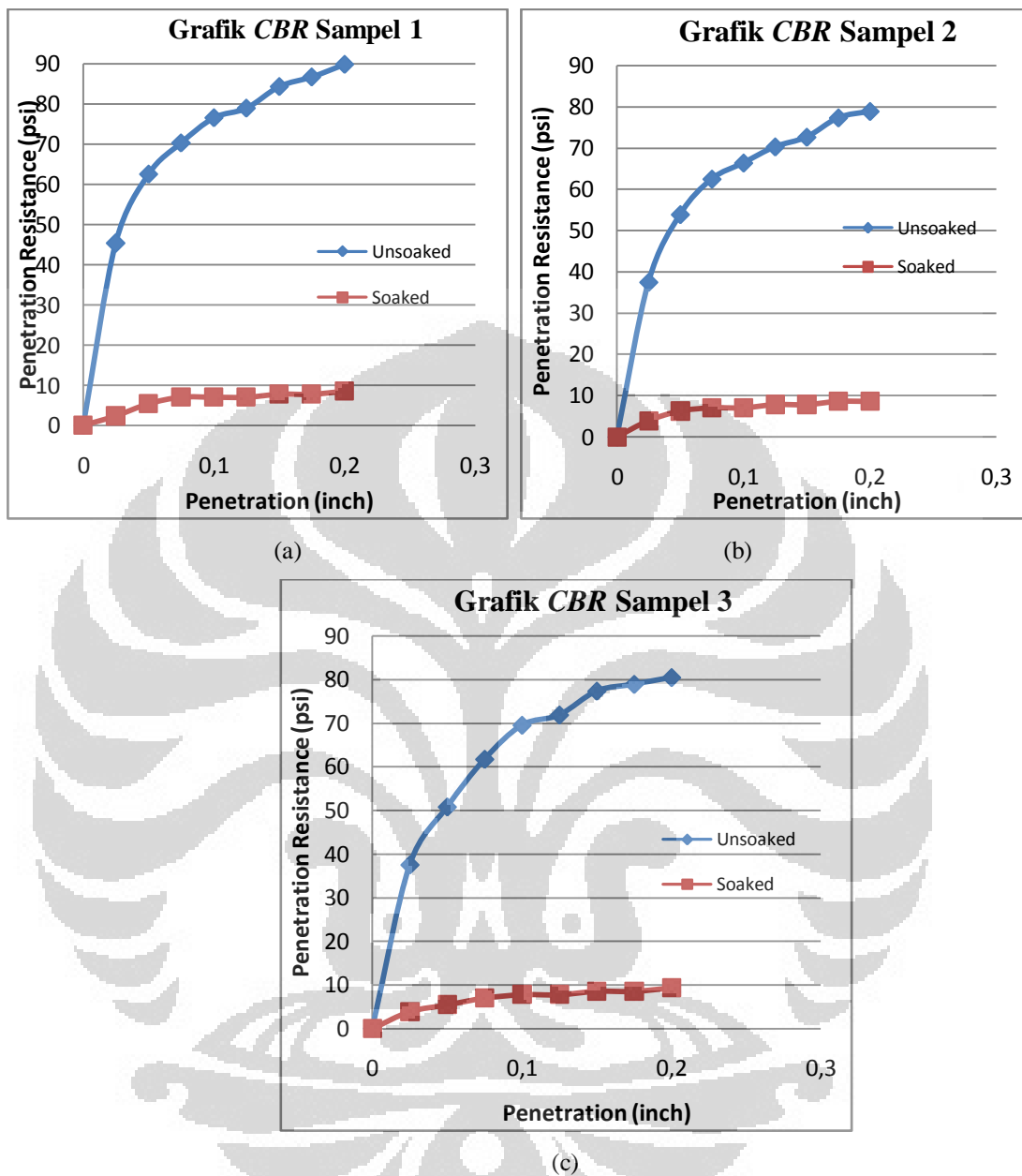
## **4.2 HASIL DAN ANALISA UJI CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

Pengujian *CBR* dilakukan setelah tanah dipadatkan. Penelitian ini menggunakan 2 metode pemadatan, *standard proctor* dan *modified proctor*. Terdapat 2 kondisi sampel tanah yang diuji *CBR*, yaitu kondisi *unsoaked* dan kondisi *soaked*. Uji *CBR* pada kondisi *unsoaked* atau dapat dikatakan kondisi kering, dilakukan setelah proses pemadatan tanpa proses perendaman. Setelah sampel diuji *CBR* selanjutnya dilakukan uji *DCP*. Sedangkan untuk sampel tanah dengan kondisi *soaked* (basah), setelah dilakukan pemadatan tanah direndam selama 4 hari dan diukur nilai *swelling* dari tanah ekspansif ini. Pengujian *CBR soaked* dilakukan pada hari keempat setelah tanah dikeluarkan dari kolam perendam.

### **4.2.1 Uji CBR dengan Pemadatan Standard Proctor**

#### **4.2.1.1 Uji CBR pada Kadar Air Optimum**

Sampel tanah yang akan diuji mempunyai kadar air 31.58%, 31.35%, dan 31.78%. Ketiga sampel diasumsikan memiliki kandungan kadar air optimum karena nilainya yang mendekati kadar air optimum (32.3%) dengan metode pemadatan *standard proctor*. Masing – masing sampel diletakkan pada *mold* yang berbeda. Berikut ini adalah grafik hasil uji *CBR* nya :



**Gambar 4.4** Grafik Uji CBR *Unsoaked* dan *Soaked* pada Kadar Air Optimum (*Standard Proctor*). (a) sampel 1; (b) sampel 2; (c) sampel 3

**Tabel 4.2** Nilai Uji *CBR* pada Kadar Air Optimum (*Standard Proctor*) Sampel 1,2 dan 3

Sampel	Penetration (inch)	CBR %		Kadar Air %		Swelling %
		Unsoaked	Soaked	Unsoaked	Soaked	
1	0.1	7.65%	0.70%	31.58%	35.58%	3.72%
	0.2	5.99%	0.57%			
2	0.1	6.64%	0.70%	31.35%	35.91%	3.72%
	0.2	5.26%	0.57%			
3	0.1	6.95%	0.78%	31.78%	35.38%	3.83%
	0.2	5.36%	0.62%			

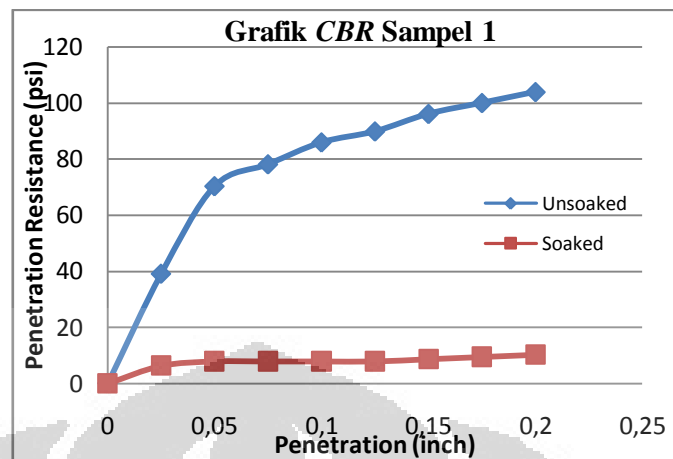
Berdasarkan hasil pengujian, nilai *CBR* pada kadar air optimum dengan pemadatan standard berada di *range* 6.64% hingga 7.65% pada penetrasi 0.1". Untuk penetrasi 0.2", nilai *CBR* berada pada *range* 5.26% sampai 5.99%.

Setelah dilakukan perendaman selama empat hari, nilai *CBR soaked* pada penetrasi 0.1" berada pada rentang 0.70% sampai 0.78%. Untuk penetrasi 0.2", nilai *CBR* berada pada rentang 0.57% hingga 0.62%. Kadar air dalam kondisi *soaked* pada masing – masing sampel adalah sampel 1 sebesar 35.58%, sampel 2 sebesar 35.91% dan sampel 3 sebesar 35.38%.

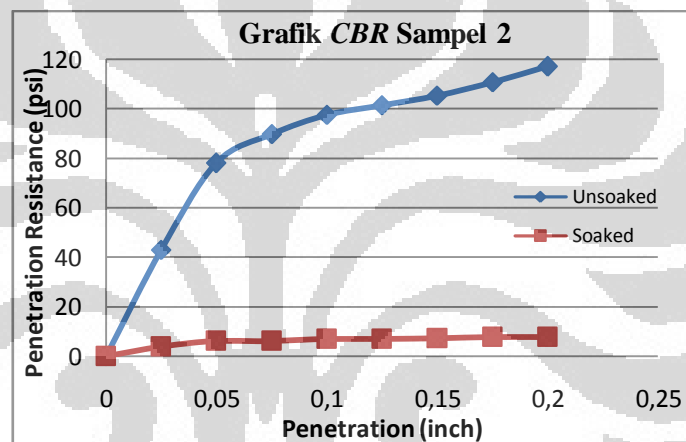
Berdasarkan grafik hasil pengujian *CBR* pada ketiga sampel diatas, diperoleh nilai *CBR soaked* jauh lebih kecil daripada kondisi *unsoaked*. Hal ini menandakan kekuatan tanah ekspansif akan berkurang apabila ada pengaruh dari penambahan air.

#### 4.2.1.2 Uji *CBR* pada Sisi Kering dari Kadar Air Optimum

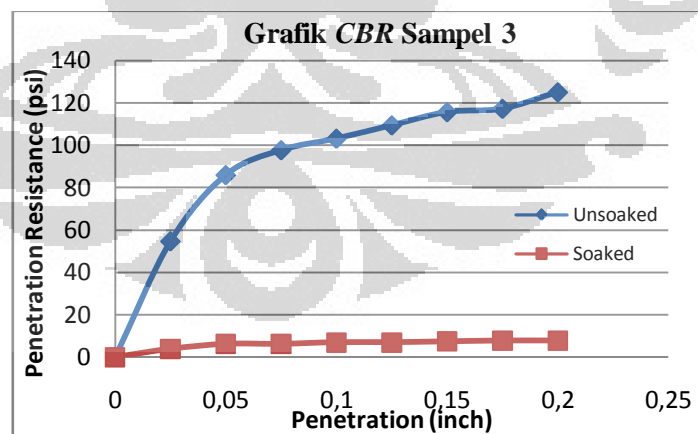
Pada kondisi ini terdapat 3 sampel tanah dengan kadar air yang sudah diset menjadi 28.05%, 27.04%, dan 27.52%. Hasil uji *CBR* pada masing – masing sampel disajikan dalam grafik berikut ini :



(a)



(b)



(c)

**Gambar 4.5** Grafik Uji CBR Unsoaked dan Soaked pada Sisi Kering dari Kadar Air Optimum (*Standard Proctor*). (a) sampel 1; (b) sampel 2; (c) sampel 3



**Tabel 4.3** Nilai Uji *CBR* pada Sisi Kering dari Kadar Air Optimum (*Standard Proctor*) Sampel 1,2, dan 3

Sampel	Penetration (inch)	CBR %		Kadar Air %		Swelling %
		Unsoaked	Soaked	Unsoaked	Soaked	
1	0.1	8.59%	0.78%	28.05%	35.35%	6.28%
	0.2	6.93%	0.68%			
2	0.1	9.76%	0.70%	27.04%	36.40%	6.25%
	0.2	7.81%	0.52%			
3	0.1	10.31%	0.70%	27.52%	34.31%	6.05%
	0.2	8.33%	0.52%			

Nilai *CBR unsoaked* pada sisi kering dari kadar air optimum pemadatan standard adalah 8.59% sampai 10.31% untuk penetrasi 0.1". Untuk penetrasi 0.2", nilainya berada pada rentang 6.93% hingga 8.33%.

Dalam kondisi *soaked* nilai *CBR* untuk penetrasi 0.1" berada pada rentang 0.70% - 0.78%. Pada penetrasi 0.2", nilainya terdapat pada rentang 0.52% - 0.68%. Besarnya kadar air yang terkandung dalam masing – masing sampel adalah sampel 1 sebesar 35.35%, sampel 2 sebesar 36.40%, dan sampel 3 sebesar 34.31%.

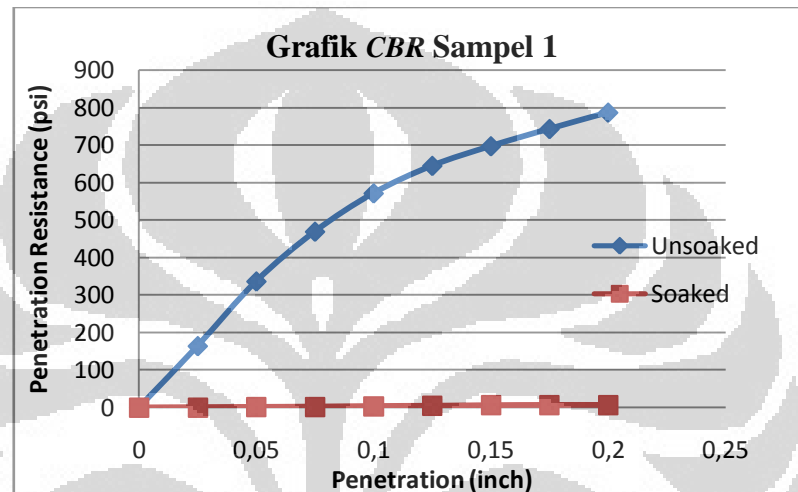
Apabila dibandingkan sampel tanah dengan kadar air optimum, pada kondisi *unsoaked* tanah dengan kadar air di bawah kadar air optimum memiliki nilai *CBR* yang lebih besar. Hal ini menunjukkan kondisi tanah yang kering mampu menahan tegangan lebih baik dibandingkan dengan tanah dengan kondisi basah. Namun bila dilihat dari besarnya nilai *CBR soaked*, besarnya tidak jauh berbeda dengan nilai *CBR soaked* pada kadar air optimum. Hal ini menunjukkan proses perendaman selama 4 hari membuat tanah menjadi jenuh, sehingga daya dukung tanah ekspansif ini menjadi sangat kecil akibat pengaruh dari penambahan kadar air tersebut.

Nilai *swelling* pada tanah dengan kadar air di bawah kadar air optimum lebih besar dibandingkan dengan sampel tanah dengan kadar air optimum.

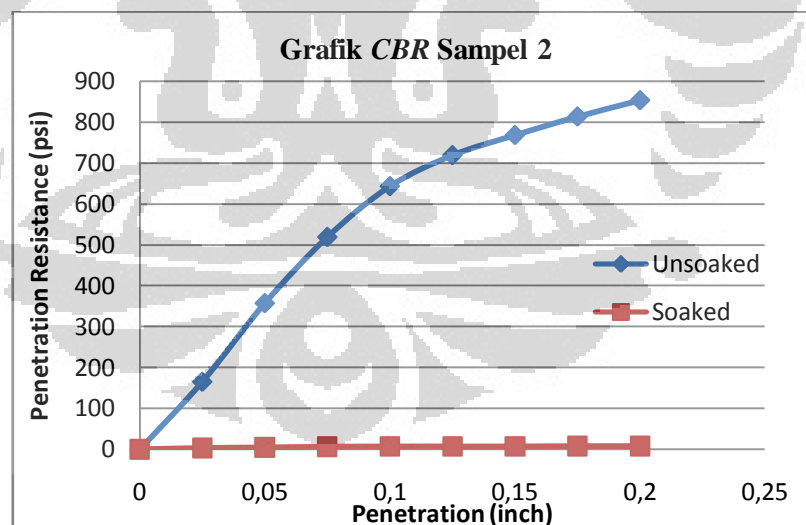
## 4.2.2 Uji CBR dengan Pematatan *Modified Proctor*

### 4.2.2.1 Uji CBR pada Kadar Air Optimum

Pada uji ini sampel tanah yang digunakan sebanyak 2 buah, sebelum diuji tanah dipadatkan dengan metode *modified proctor*. Kadar air pada kedua sampel yang akan diujikan masing – masing sebesar 18.3% mendekati kadar air optimum (18.7%). Berikut ini adalah grafik yang diperoleh dari hasil pengujian :



(a)



(b)

**Gambar 4.6** Grafik Uji CBR *Unsoaked* dan *Soaked* pada Kadar Air Optimum (*Modified Proctor*). (a) sampel 1; (b) sampel 2

**Tabel 4.4** Nilai Uji *CBR* pada Kadar Air Optimum (*Modified Proctor*) Sampel 1 dan 2

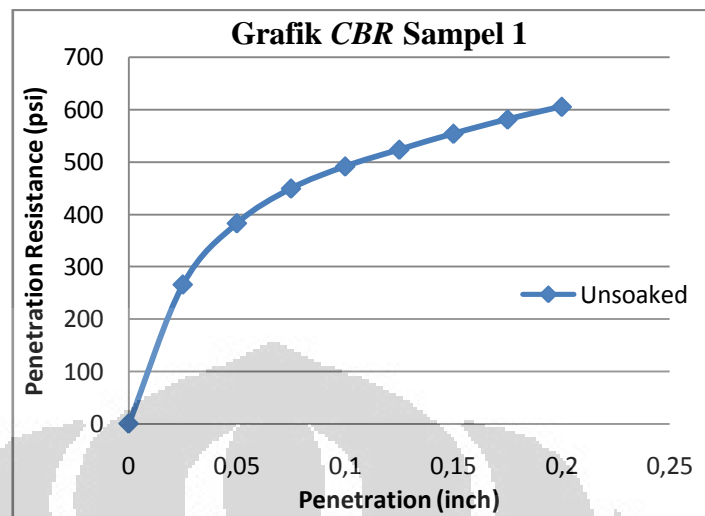
Sampel	Penetration (inch)	CBR %		Kadar Air %		Swelling %
		Unsoaked	Soaked	Unsoaked	Soaked	
1	0.1	57.29%	0.39%	18.3%	-	11.51%
	0.2	52.60%	0.47%			
2	0.1	64.49%	0.70%	18.3%	-	13.57%
	0.2	57.03%	0.52%			

Hasil pengujian pada kadar air optimum dengan pemadatan *modified proctor* memberikan nilai *CBR unsoaked* sebesar 57.29% hingga 64.49% untuk penetrasi 0.1". Nilai *CBR unsoaked* pada penetrasi 0.2" berada dalam *range* 52.60% sampai 57.03%.

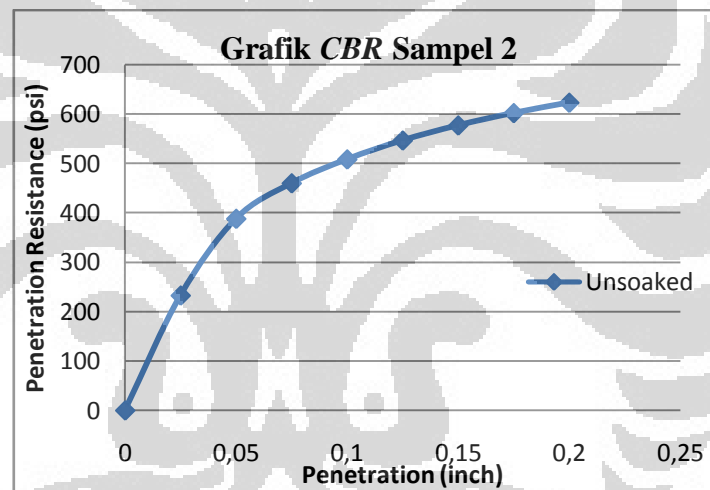
Dalam kondisi *soaked* nilai *CBR* jauh lebih rendah dibandingkan dengan kondisi *unsoaked*. Pemadatan *modified* menyebabkan tanah lebih mudah menyerap air, sehingga tanah lebih lunak dan memiliki nilai *CBR* yang rendah. Pada penetrasi 0.1" berada dalam *range* 0.39% sampai 0.70%. Pada penetrasi 0.2", nilainya berada dalam *range* 0.47% hingga 0.52%.

#### 4.2.2.2 Uji *CBR* pada Sisi Basah dari Kadar Air Optimum

Sampel yang digunakan pada kondisi ini sejumlah 2 buah. Masing – masing kadar airnya adalah 20.51% dan 20.56%. Pada pemadatan *modified proctor* kondisi tanah akan menjadi lebih keras sehingga cukup diperlukan 2 sampel tanah untuk pengujian. Pada pengujian kali ini tidak dilakukan pada kondisi *soaked* (basah) dikarenakan nilai *CBR* pada pada kondisi *soaked* di pengujian sebelumnya memiliki nilai yang kecil. Grafik berikut ini diperoleh dari pengujian *CBR unsoaked* pada kadar air diatas kadar air optimum :



(a)



(b)

**Gambar 4.7** Grafik Uji CBR Unsoaked pada Sisi Basah Kadar Air Optimum (*Modified Proctor*). (a) sampel 1; (b) sampel 2

**Tabel 4.5** Nilai Uji CBR pada Sisi Basah dari Kadar Air Optimum (*Modified Proctor*) Sampel 1 dan 2

Sampel	Penetration (inch)	CBR %	Kadar Air %
		Unsoaked	Unsoaked
1	0.1	49.23%	20.51%
	0.2	40.44%	
2	0.1	50.95%	20.56%
	0.2	41.64%	

Dalam kondisi ini, nilai *CBR* yang diperoleh sebesar 49.23% sampai 50.95% untuk penetrasi 0.1". Sedangkan pada penetrasi 0.2", nilainya 40.44% sampai 41.64%.

Dari hasil uji *CBR* pada pemadatan dengan *modified proctor*, nilai *CBR* yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan nilai *CBR* pada pemadatan *standard proctor*.

#### 4.3 HASIL DAN ANALISA UJI *DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP)*

Uji *DCP* dilaksanakan setelah pengujian *CBR*. Pengujian dilakukan pada sampel tanah yang memiliki kadar air dan perlakuan serupa yang telah diuji *CBR* sebelumnya. Sebelum pengujian dilaksanakan, sejumlah *mold* yang berisi sampel tanah dengan kondisi yang serupa di susun vertikal sedemikian rupa hingga tidak ada celah pada sampel tanah yang akan diuji. Untuk melakukan pengujian ini dibutuhkan paling tidak 2 atau 3 *mold* agar diperoleh kedalaman tanah yang cukup untuk di uji *DCP*.



(a)

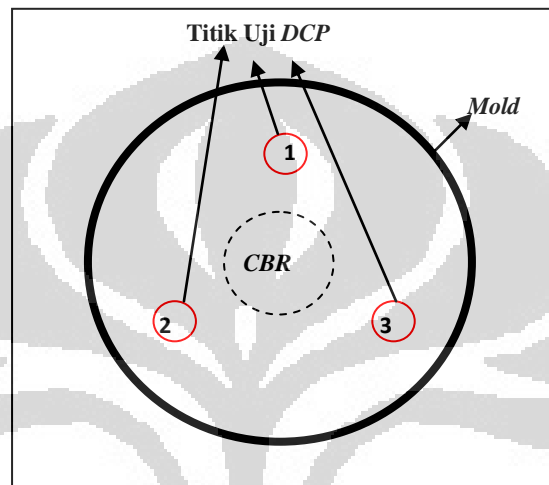


(b)

**Gambar 4.8** (a) Alat *DCP* ; (b) Susunan *Mold* pada Uji *DCP*

Gambar di atas menunjukkan susunan *mold* yang akan diuji *DCP*. Tiap – tiap lapisan tanah mempunyai ketebalan kurang lebih sebesar 11 cm, sehingga total tebal tanah keseluruhan dalam ketiga *mold* tersebut sebesar  $\pm 33$  cm.

Untuk memperoleh data yang valid, uji *DCP* dilakukan 3 kali pada sampel tanah yang mengalami perlakuan yang sama.



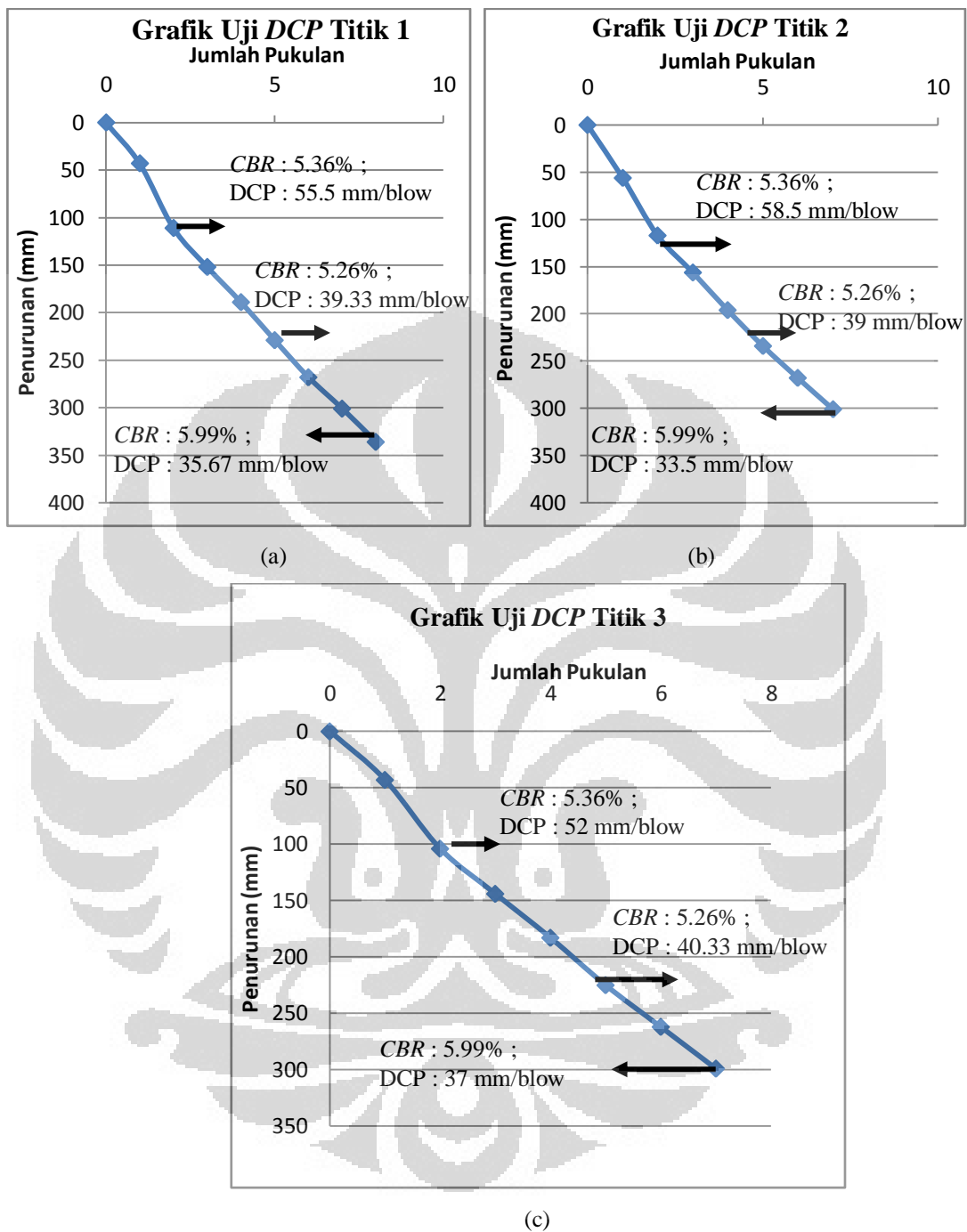
Gambar 4.9 Sketsa Titik Pengujian Sampel Tanah (Tampak Atas)

### 4.3.1 Uji *DCP* pada Pemadatan *Standard Proctor*

#### 4.3.1.1 Uji *DCP* pada Kadar Air Optimum

- **Kondisi *Unsoaked***

Pada pengujian ini urutan susunan *mold* sampel tanah dari atas ke bawah dilihat dari nilai *CBR*nya adalah 5.36%, 5.26% dan 5.99%. Pada penelitian ini nilai *CBR* yang dijadikan acuan adalah nilai *CBR* pada penetrasi 0.2". Dalam menyusun *mold* untuk pengujian *DCP*, tidak ada aturan yang mendasari susunan sampel tersebut. Yang perlu diperhatikan adalah jangan sampai ada celah antar *mold* pada sampel yang akan diuji. Jumlah titik uji pada pengujian ini adalah 3 titik.

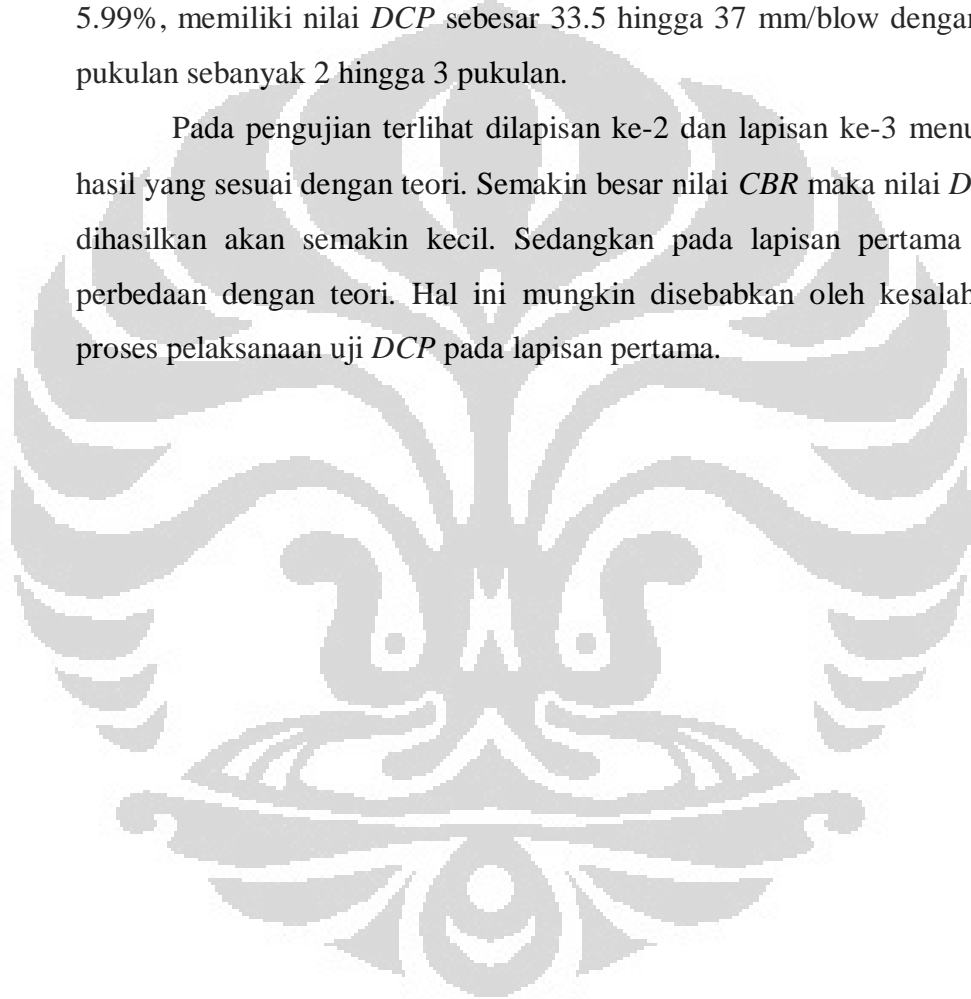


**Gambar 4.10** Grafik Uji DCP Titik 3 Kadar Air Optimum (*Unsoaked*) *Standard Proctor*. (a) titik 1; (b) titik 2; (c) titik 3

Dari ketiga grafik terlihat bahwa jumlah pukulan pada sampel sebanyak 7 hingga 8 pukulan. Jumlah pukulan yang terbatas disebabkan oleh

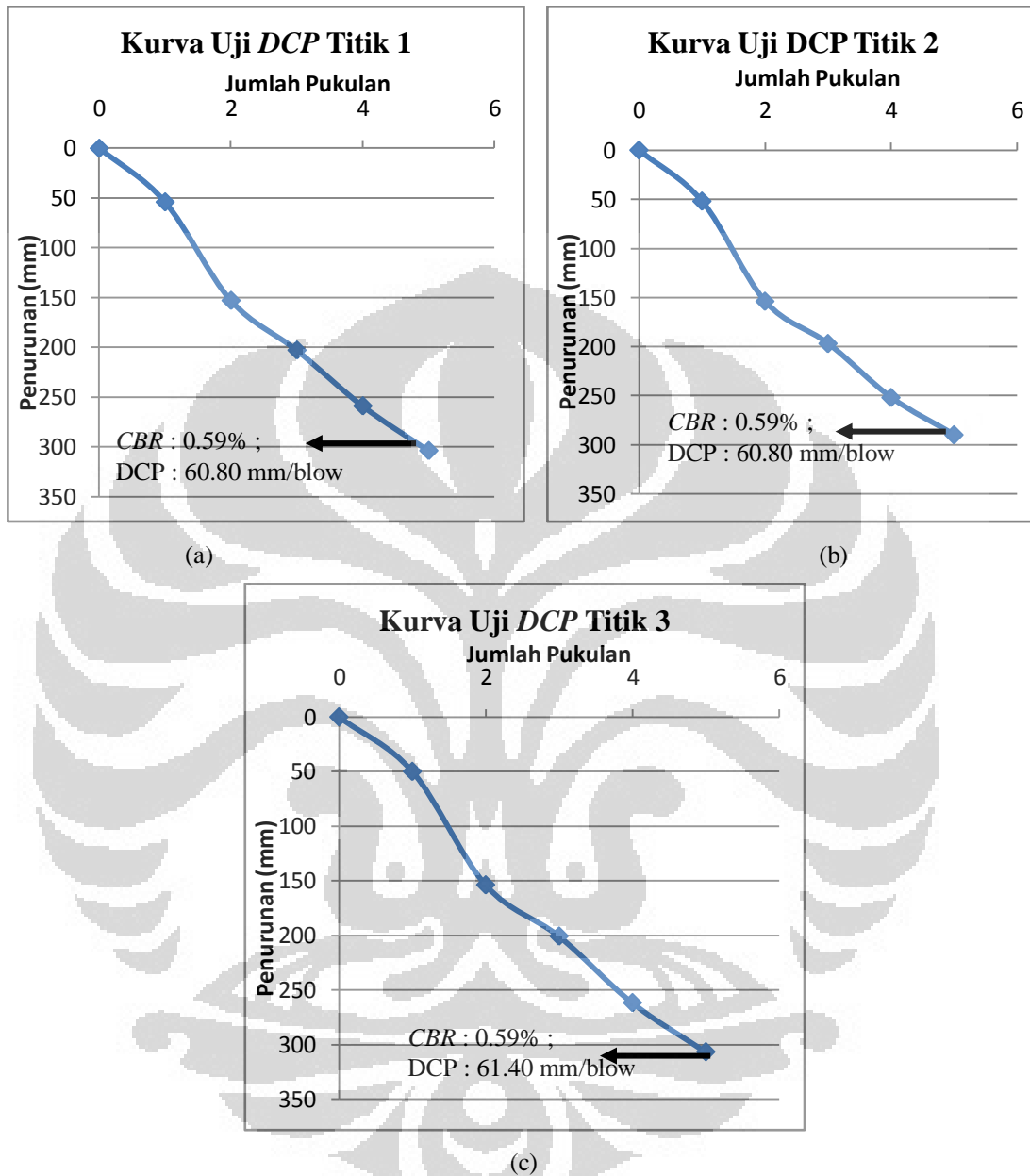
tinggi sampel yang terbatas pula ( $\pm 33\text{cm}$ ). Tiap – tiap *mold* memiliki nilai *CBR* yang berbeda. Dari masing – masing *mold* dapat diketahui nilai *DCP*nya dari pembacaan grafik. Pada *mold* pertama (*CBR* 5.36%), banyak pukulan adalah 2 pukulan dengan nilai *DCP* berkisar antara 52 sampai 58.5 mm/blow. Pada *mold* 2 (*CBR* 5.26%), jumlah pukulan sebanyak 3 pukulan dengan nilai *DCP* antara 39 hingga 40.33 mm/blow. *Mold* 3 dengan nilai *CBR* sebesar 5.99%, memiliki nilai *DCP* sebesar 33.5 hingga 37 mm/blow dengan jumlah pukulan sebanyak 2 hingga 3 pukulan.

Pada pengujian terlihat dilapisan ke-2 dan lapisan ke-3 menunjukkan hasil yang sesuai dengan teori. Semakin besar nilai *CBR* maka nilai *DCP* yang dihasilkan akan semakin kecil. Sedangkan pada lapisan pertama terdapat perbedaan dengan teori. Hal ini mungkin disebabkan oleh kesalahan pada proses pelaksanaan uji *DCP* pada lapisan pertama.





- **Kondisi Soaked**



**Gambar 4.11** Grafik Uji DCP pada Kadar Air Optimum (*Soaked*) *Standard Proctor*. (a) titik 1; (b) titik 2; (c) titik 3

Pada sampel tanah dengan kondisi *soaked*, nilai DCPnya sangat besar dan cenderung sama dalam masing – masing *modal*. Dengan kondisi seperti ini sampel tanah diasumsikan sama dalam ketiga *modal*. Nilai CBR pada sampel

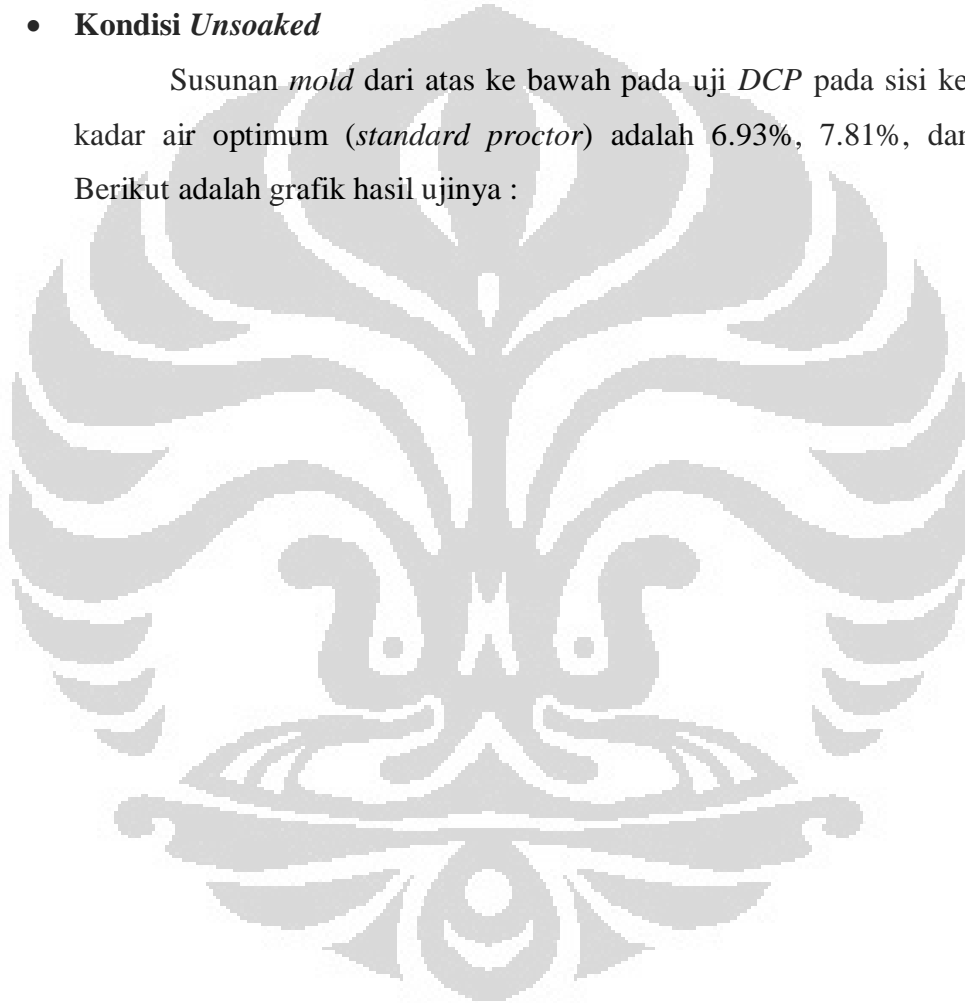
ini diambil dari rata – rata nilai *CBR* dari tiap *mold* (0.57% , 0.57%, dan 0.62%), sehingga diperoleh rata – rata *CBR soaked* sebesar 0.59%.

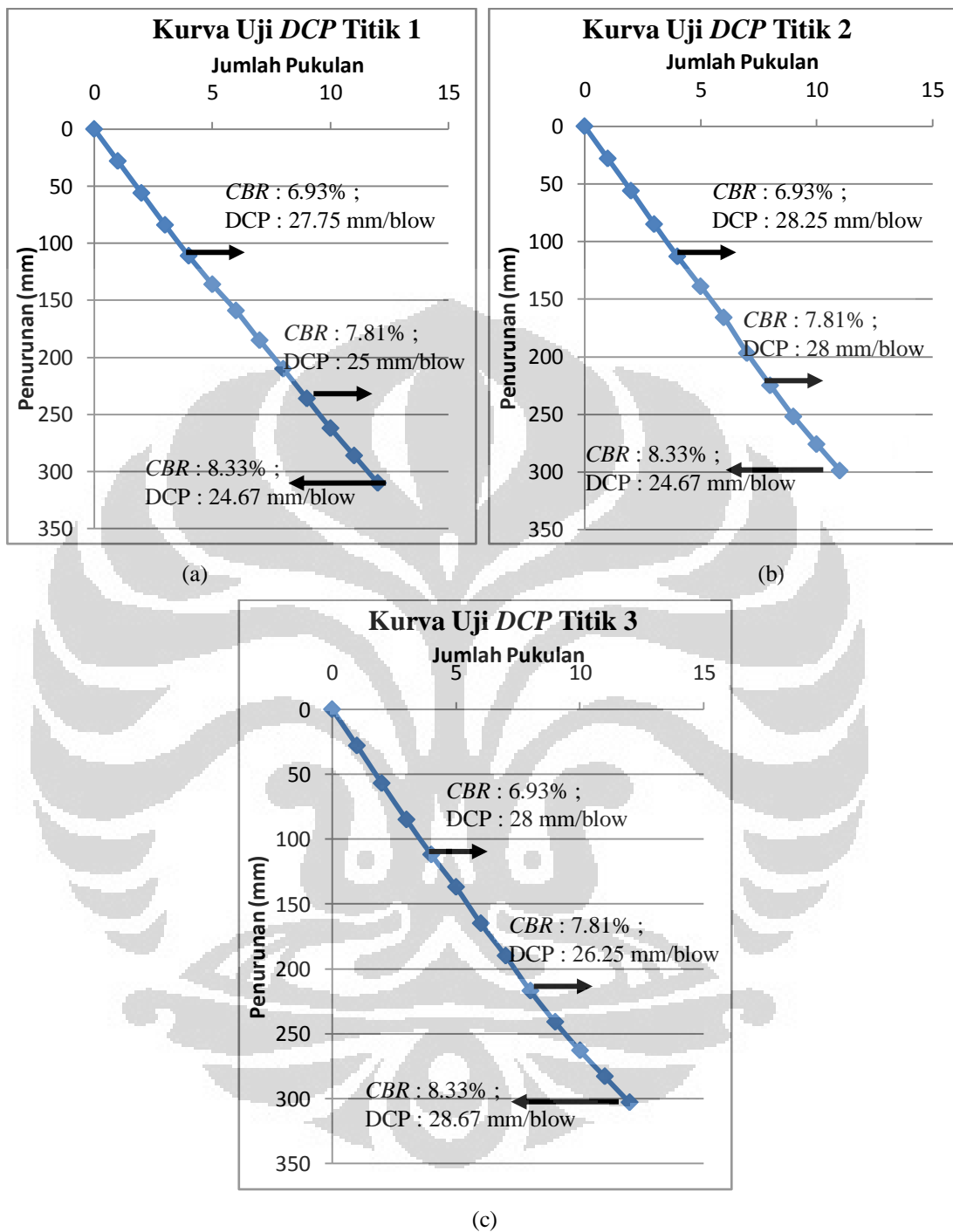
Nilai *DCP* yang diperoleh dari ketiga titik uji adalah 60.80 hingga 61.40. Jumlah pukulan pada pengujian sebanyak 5 pukulan.

#### 4.3.1.2 Uji *DCP* pada Sisi Kering dari Kadar Air Optimum

- **Kondisi *Unsoaked***

Susunan *mold* dari atas ke bawah pada uji *DCP* pada sisi kering dari kadar air optimum (*standard proctor*) adalah 6.93%, 7.81%, dan 8.33%. Berikut adalah grafik hasil ujinya :



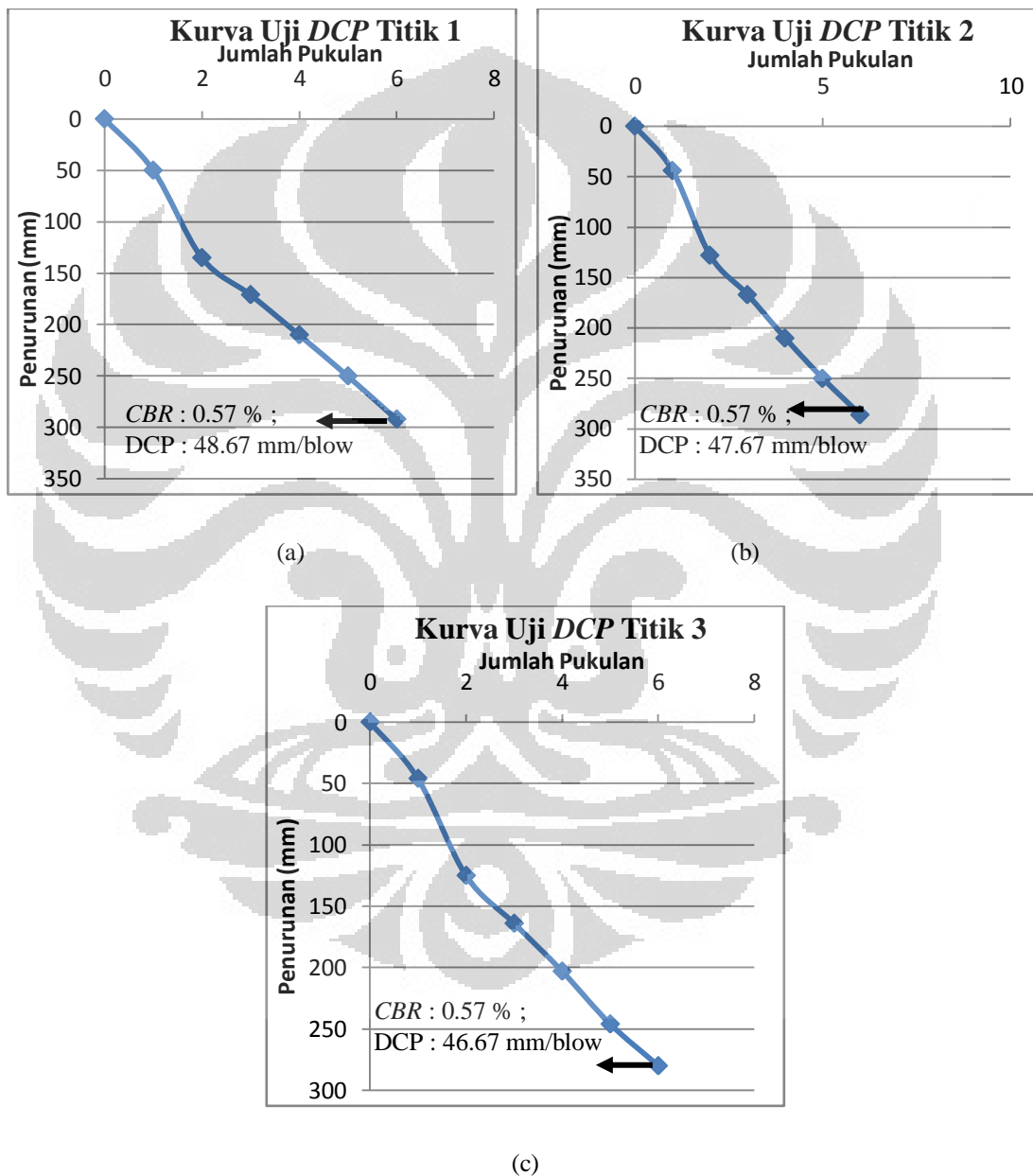


**Gambar 4.12** Grafik Uji DCP pada Sisi Kering dari Kadar Air Optimum (*Unsoaked*) Standard Proctor. (a) titik 1; (b) titik 2; (c) titik 3

Hasil pengujian DCP menghasilkan nilai DCP pada lapisan dengan CBR sebesar 6.93% adalah 27.75 sampai 28.25 mm/blow. Pada lapisan kedua

dengan *CBR* 7.81% nilai *DCP* yang dihasilkan adalah 25 hingga 28 mm/blow. Lapisan tanah ketiga dengan *CBR* sebesar 8.33% memberikan nilai *DCP* sebesar 24.67 hingga 28.67 mm/blow.

- **Kondisi Soaked**



**Gambar 4.13** Grafik Uji *DCP* pada Sisi Kering dari Kadar Air Optimum (*Soaked*) *Standard Proctor*. (a) titik 1; (b) titik 2; (c) titik 3

Nilai *CBR* pada kondisi ini dianggap sama dengan mengambil rata – rata nilai *CBR soaked* yang besarnya 0.52%, 0.52%, dan 0.68% menjadi 0.57%. Nilai *DCP* yang diperoleh dari ketiga titik adalah 46.67 hingga 48.67 mm/blow.

### 4.3.2 Uji *DCP* pada Pemadatan *Modified Proctor*

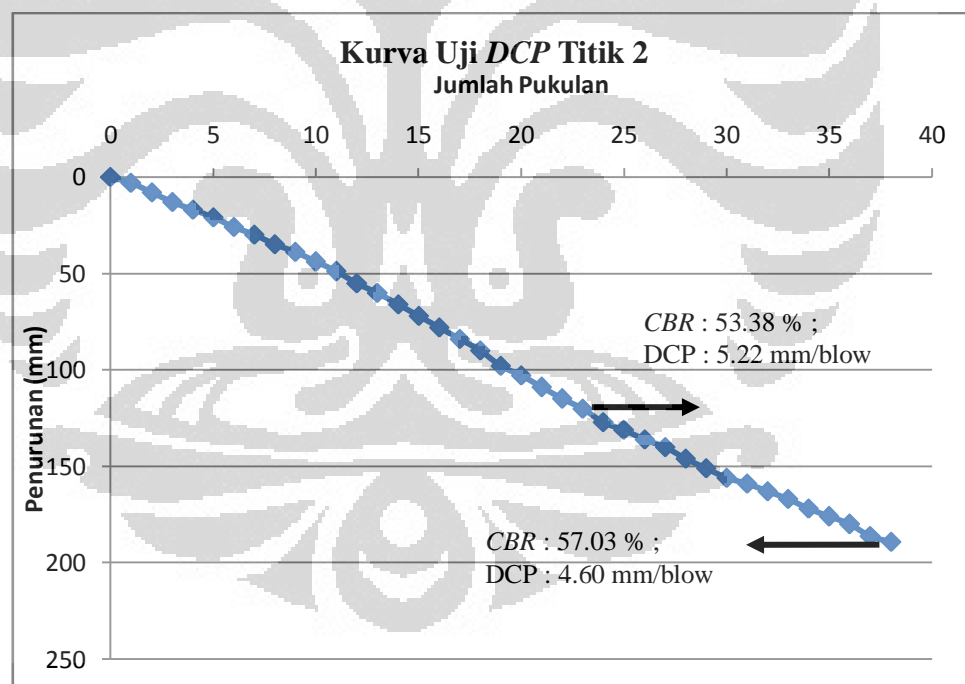
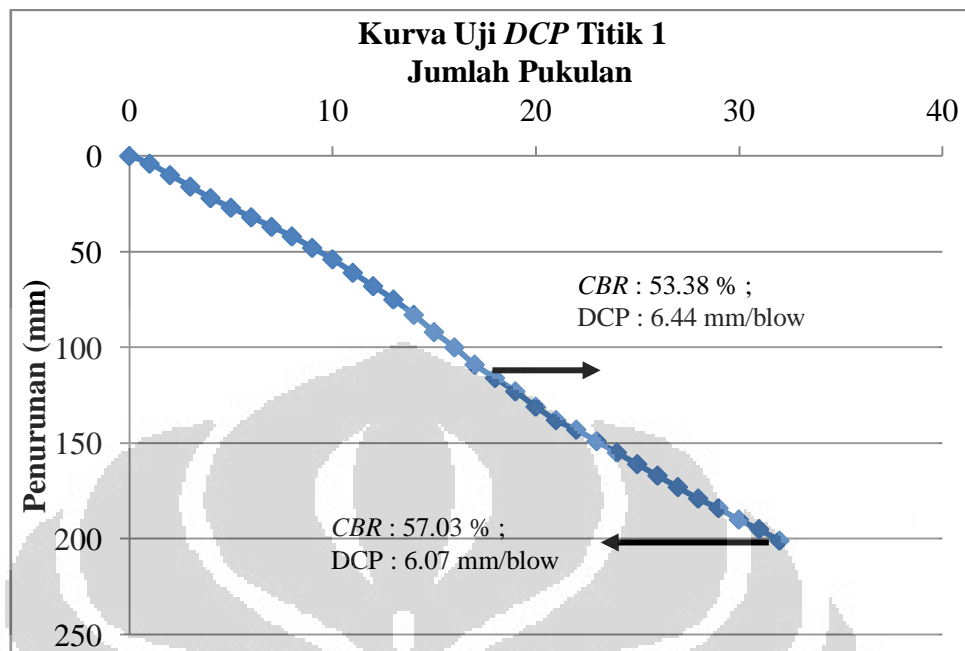
#### 4.3.2.1 Uji *DCP* pada Kadar Air Optimum

- **Kondisi *Unsoaked***

Pada pemadatan dengan *modified proctor* kondisi tanah menjadi lebih padat, sehingga pengujian pada kondisi ini cukup digunakan 2 buah sampel yang disusun vertikal. Susunan *mold* berdasarkan nilai *CBR*nya dari atas kebawah adalah 53.38% dan 57.03%. Jumlah titik yang diuji pada sampel adalah 2 titik.



**Gambar 4.14** Susunan *Mold* untuk Sampel *Modified Proctor*

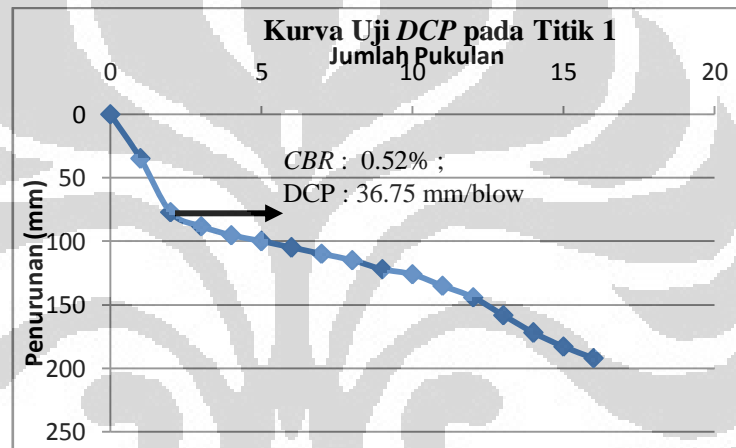


**Gambar 4.15** Grafik Uji DCP pada Kadar Air Optimum (*Unsoaked*) Modified Proctor. (a) titik 1; (b) titik 2

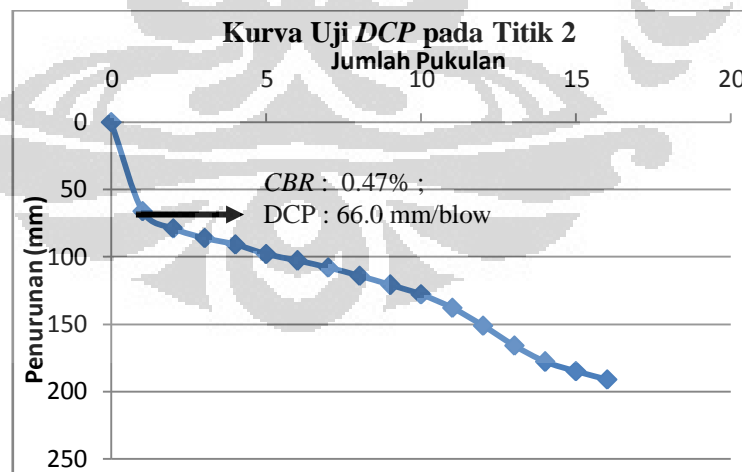
Dari grafik dapat terlihat bahwa nilai *DCP* pada *mold* pertama (*CBR* 53.38%) adalah sebesar 5.22 sampai 6.44 mm/blow. Pada *mold* kedua (*CBR* 57.03%) nilai *DCP* sebesar 4.60 sampai 6.07 mm/blow.

- **Kondisi Soaked**

Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 2 buah. Susunan *mold* dari atas ke bawah berdasarkan nilai *CBR*nya adalah 21.70% dan 21.97%. Uji ini dilakukan sebanyak 2 kali pada titik uji yang berbeda. Berikut adalah grafik hasil ujinya :



(a)



(b)

**Gambar 4.16** Grafik Uji *DCP* pada Kadar Air Optimum (*Soaked*) *Modified Proctor*. (a) titik 1; (b) titik 2

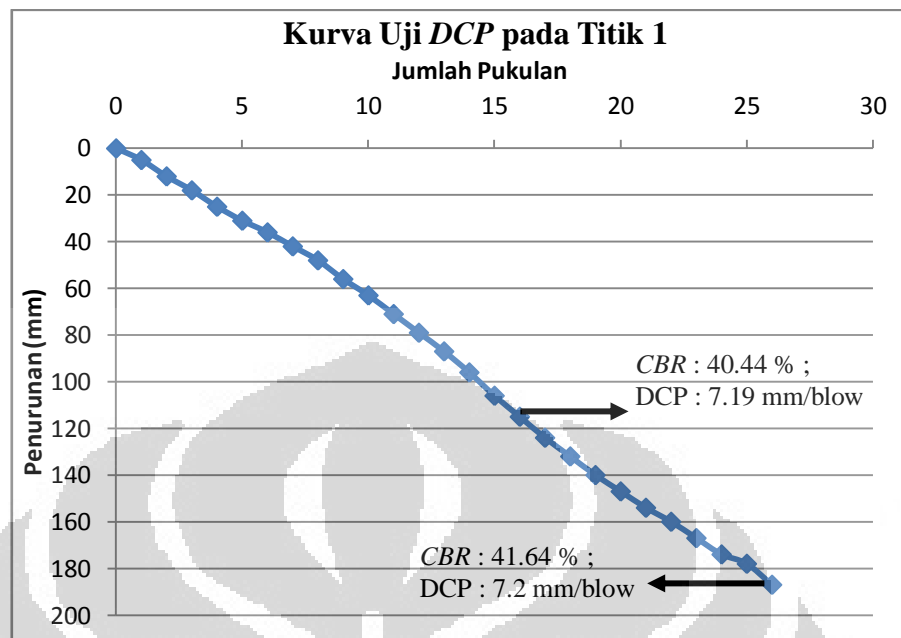
Pada grafik terlihat penurunan yang curam pada pukulan pertama dan kedua. Hal tersebut menandakan permukaan tanah pada *modal* pertama memiliki daya dukung yang sangat rendah. Kondisi ini dapat terjadi akibat proses perendaman yang membuat permukaan tanah pada *modal* 1 lebih jenuh dibandingkan dengan lapisan tanah tengah. Pada pemadatan *modified* sebaiknya proses perendaman dilakukan lebih lama agar sampel tanah jenuh merata. Nilai *CBR* pada sampel pertama adalah 0.52% dan nilai *DCP*nya sebesar 36.75 mm/blow. Pada sampel kedua dengan nilai *CBR* sebesar 0.47%, nilai *DCP*nya adalah 66.0 mm/blow.

Pada kondisi yang lebih basah nilai *DCP* pada tanah akan tinggi. Semakin tinggi nilai *DCP*, menandakan semakin berkurangnya daya dukung tanah.

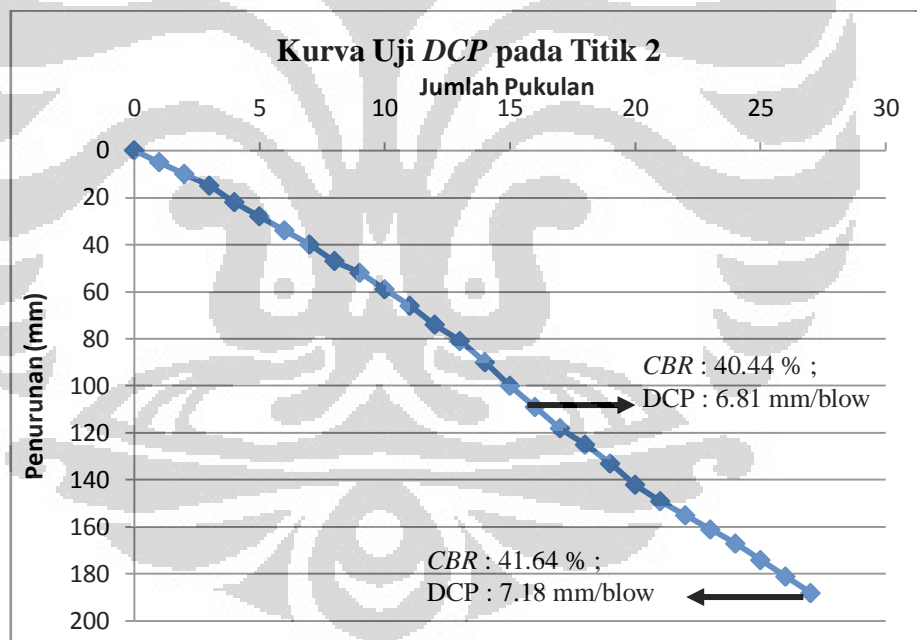
#### **4.3.2.2 Uji *DCP* pada Sisi Basah dari Kadar Air Optimum**

Pada pengujian ini, jumlah sampel tanah yang diuji sebanyak 2 buah dan hanya dilakukan pada kondisi *unsoaked* saja, mengingat nilai *CBR* yang cenderung kecil pada kondisi *soaked*. Sampel tanah yang sudah diuji *CBR* pada kondisi *unsoaked* langsung disusun dan kemudian dilakukan uji *DCP*. Urutan sampel dari atas ke bawah berdasarkan nilai *CBR*nya adalah *modal* pertama dengan *CBR* 20.51% dan *modal* kedua dengan *CBR* 20.56%. Hasil pengujian dapat dilihat pada grafik berikut ini :





(a)



(b)

**Gambar 4.17** Grafik Uji DCP pada Sisi Basah dari Kadar Air Optimum (*Unsoaked*) Modified Proctor. (a) titik 1; (b) titik 2

Dari pengujian diperoleh nilai DCP untuk CBR 40.44% sebesar 7.19 hingga 6.81 mm/blow. Untuk CBR 41.64% nilai DCP sebesar 7.18 sampai 7.2 mm/blow.

Dari kedua titik uji terlihat bahwa nilai *DCP* tidak jauh berbeda dan hampir serupa. Kemungkinan kondisi tanah pada kedua sampel juga serupa.

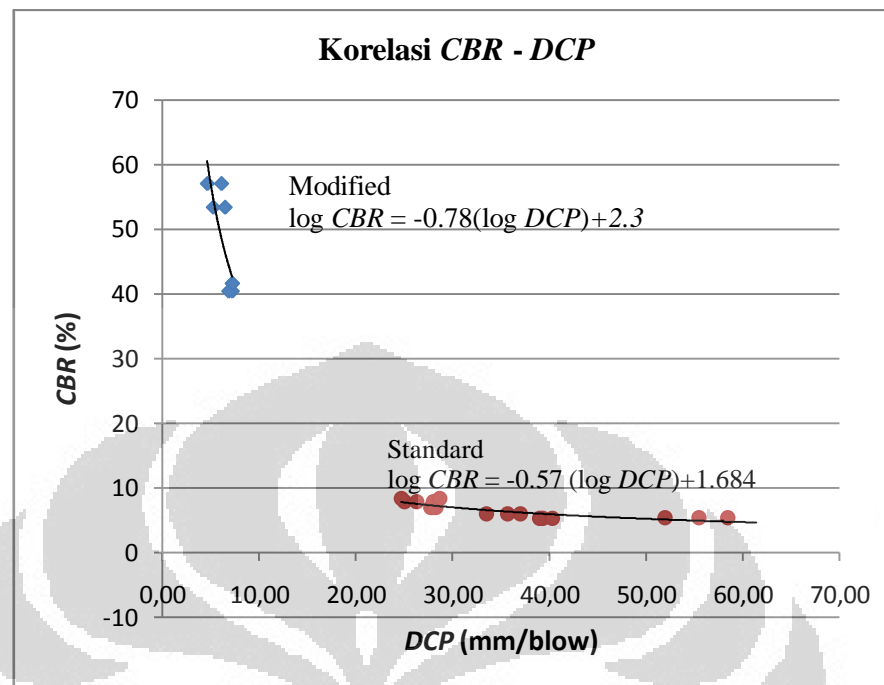
#### 4.4 KORELASI NILAI *CBR* DAN *DCP* DARI HASIL PENELITIAN

Untuk memperoleh persamaan hubungan antara *CBR* dan *DCP* pada tanah ekspansif dalam penelitian ini, hasil pengujian di plot kedalam grafik. Sumbu-x sebagai nilai *DCP* dan sumbu-y adalah nilai *CBR* yang diperoleh. Dengan pendekatan regresi linier, titik – titik hasil uji dihubungkan dan dicari persamaannya. Berikut ini adalah hasil penelitian pada tanah ekspansif yang dipadatkan :

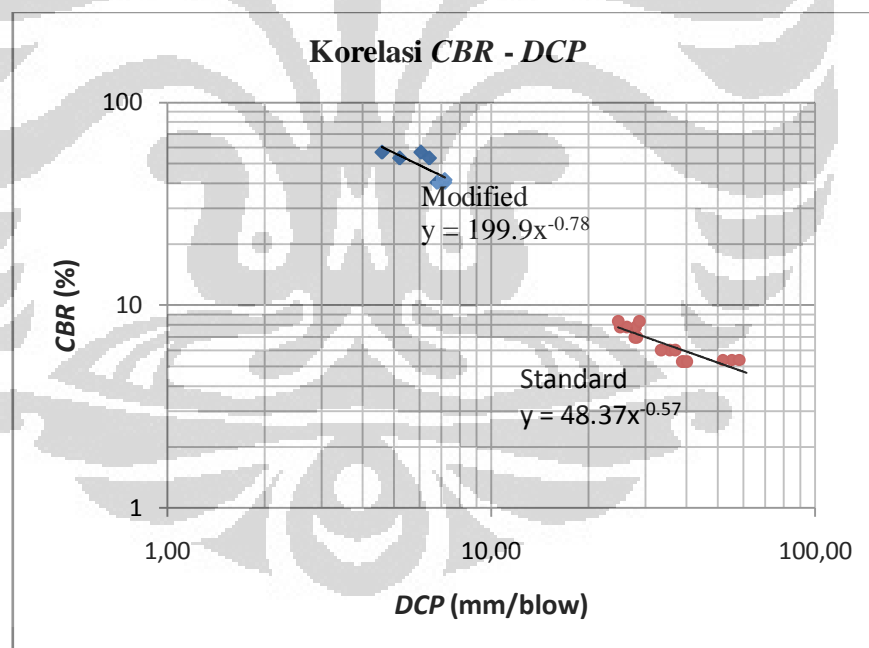
Tabel 4.6 Data Hasil Penelitian

Kadar air	CBR (%)	DCP (mm/blow)	Kondisi	Swelling
31.58%	5.36%	55.50	W opt UNSOAKED	
31.58%	5.36%	58.50		
31.58%	5.36%	52.00		
31.35%	5.26%	39.33		
31.35%	5.26%	39.00		
31.35%	5.26%	40.33		
31.78%	5.99%	35.67		
31.78%	5.99%	33.50		
31.78%	5.99%	37.00		
35.60%	0.59%	60.80	opt SOAKED	3.73%
35.60%	0.59%	58.00		3.72%
35.60%	0.59%	61.40		3.83%
28.05%	6.93%	27.75	(-2.5%) UNSOAKED	
28.05%	6.93%	28.25		
28.05%	6.93%	28.00		
27.04%	7.81%	25.00		
27.04%	7.81%	28.00		
27.04%	7.81%	26.25		
27.52%	8.33%	24.67		
27.52%	8.33%	24.67		
27.52%	8.33%	28.67		
34.07%	0.57%	48.67	(-2.5%) SOAKED	6.05%
34.07%	0.57%	47.67		6.25%
34.07%	0.57%	46.67		6.28%

Berdasarkan data hasil penelitian, dicari korelasi *CBR* dan *DCP* pada sampel tanah ekspansif Cikarang.



(a)



(b)

**Gambar 4.18** Grafik Korelasi Nilai CBR dan DCP Tanah Ekspansif Cikarang pada Pemadatan *standard* dan *modified proctor*. (a) Grafik Skala Logaritmis; (b) Grafik Skala Biasa

Berdasarkan gambar 4.18, diperoleh persamaan hubungan antara nilai *CBR* dan *DCP* pada tanah ekspansif. Untuk pemadatan *modified* persamaan yang diperoleh dalam skala logaritmis adalah :

$$\log CBR = -0.78(\log DCP)+2.3 \quad (3.1)$$

Dalam skala biasa diperoleh :

$$CBR = 199.9 (DCP)^{-0.78} \quad (3.2)$$

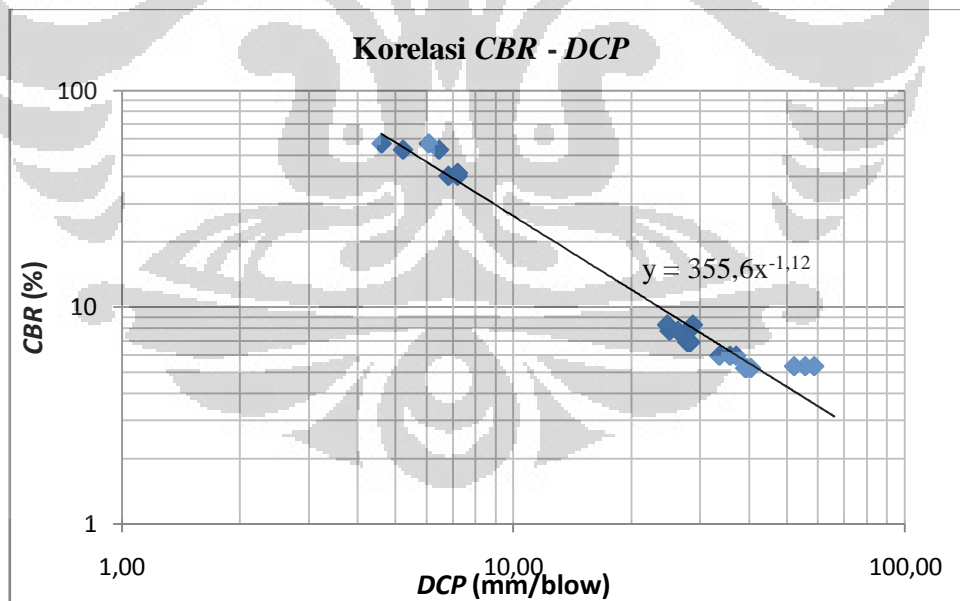
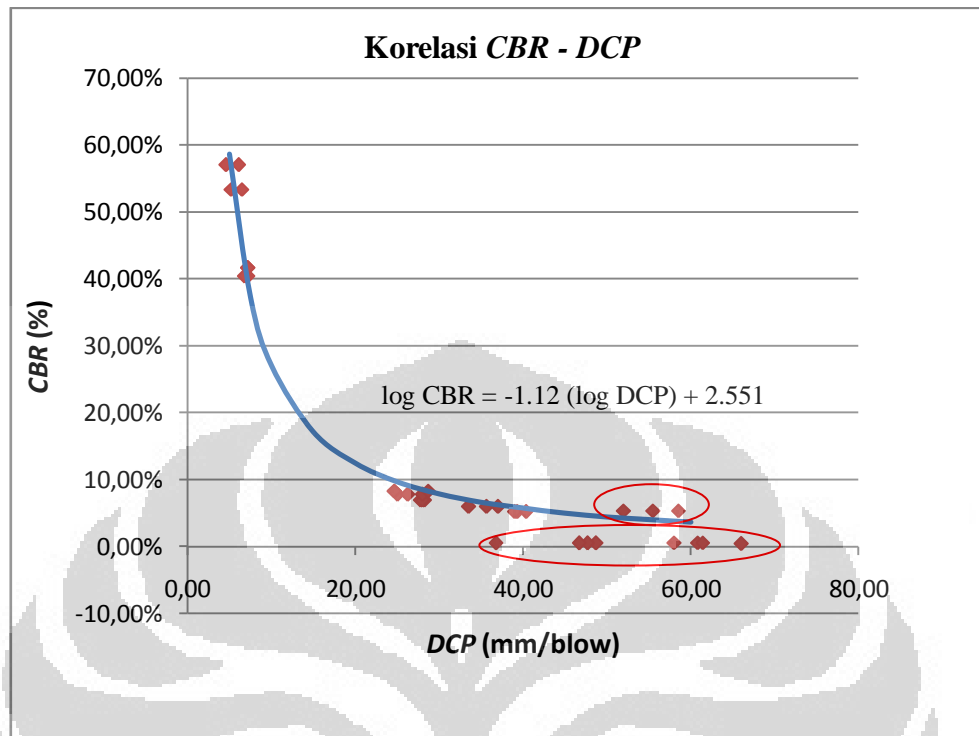
Untuk pemadatan *standard* persamaan yang diperoleh dalam skala logaritmis adalah :

$$\log CBR = -0.57 (\log DCP)+1.684 \quad (3.3)$$

Dalam skala biasa diperoleh :

$$CBR = 48.37 (DCP)^{-0.57} \quad (3.4)$$

Ketika keseluruhan hasil uji digabung dalam satu grafik dan persamaan, maka akan diperoleh hubungan antara nilai *CBR* dan *DCP* pada tanah ekspansif dengan kepadatan yang berbeda. Berikut ini adalah grafik korelasi nilai *CBR* dan *DCP* pada tanah ekspansif Cikarang :



**Gambar 4.19** Grafik Korelasi Nilai *CBR* dan *DCP* Tanah Ekspansif Cikarang. (a) Grafik Skala Logaritmis; (b) Grafik Skala Biasa

Persamaan hubungan antara nilai *CBR* dan *DCP* pada tanah ekspansif Cikarang adalah :

- Skala logaritmis

$$\log CBR = -1.12 (\log DCP) + 2.551 \quad (3.5)$$

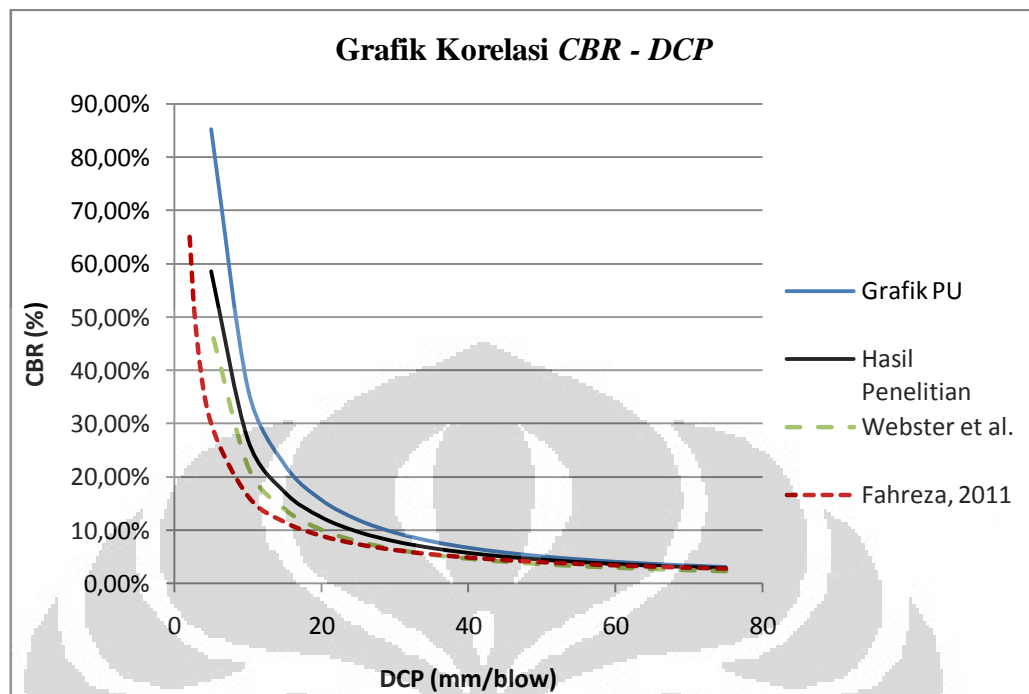
- Skala biasa

$$CBR = 355.6 (DCP)^{-1.12} \quad (3.6)$$

Dari persamaan diatas dapat dihitung nilai *CBR* pada tanah ekspansif Cikarang berdasarkan besarnya nilai *DCP* yang diketahui.

Pada gambar 4.19 a, terdapat beberapa titik yang berada diluar grafik. Titik-titik tersebut menandakan terdapat kesalahan data pada saat pengujian. Kesalahan yang mungkin terjadi adalah ketika pembacaan penurunan pada waktu pelaksanaan uji *DCP*. Pada grafik korelasi dalam skala logaritmis (gambar 4.19 a), ada beberapa titik yang berada jauh dibawah grafik korelasi. Titik tersebut merupakan nilai *CBR* yang terlalu kecil sehingga data tersebut tidak berlaku pada grafik korelasi.

Hasil penelitian dapat dibandingkan dengan beberapa penelitian yang sudah pernah dilakukan. Berikut ini adalah grafik perbandingan antara korelasi *CBR* dan *DCP* pada tanah ekspansif Cikarang dengan penelitian yang sudah pernah dilakukan :



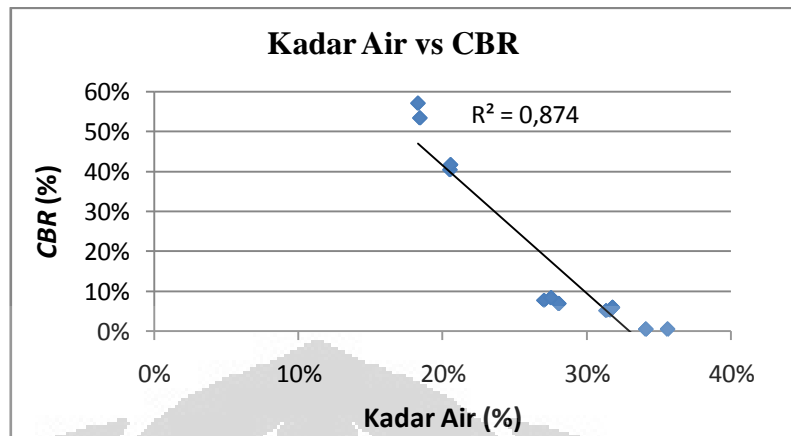
**Gambar 4.20** Perbandingan Grafik Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian mendekati hasil beberapa penelitian yang sudah pernah dilakukan, seperti :

- Penelitian PU (1990) :  $\log CBR = - 1.22 \log DCP + 2.784$
- Penelitian Webster et al. (1992) :  $\log CBR = - 1.22 \log DCP + 2.46$

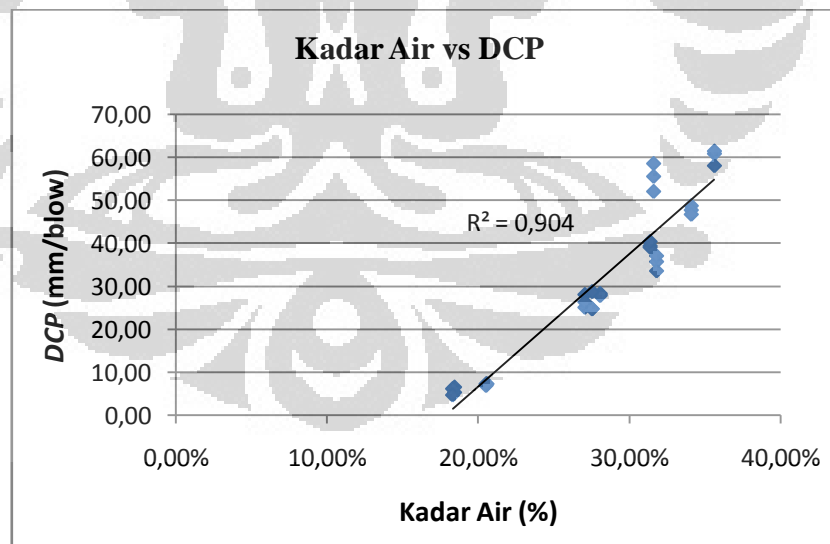
Berdasarkan literatur yang ada, penelitian PU dan Webster et al. dilakukan pada jenis tanah yang bervariasi. Hasil penelitian ini juga dibandingkan korelasi *CBR* dan *DCP* pada tanah merah depok (Fahreza, 2011), dengan persamaan :

$$\log CBR = -0.87 \log DCP + 2.086$$



**Gambar 4.21** Grafik Hubungan Antara Kadar Air dan Nilai *CBR*

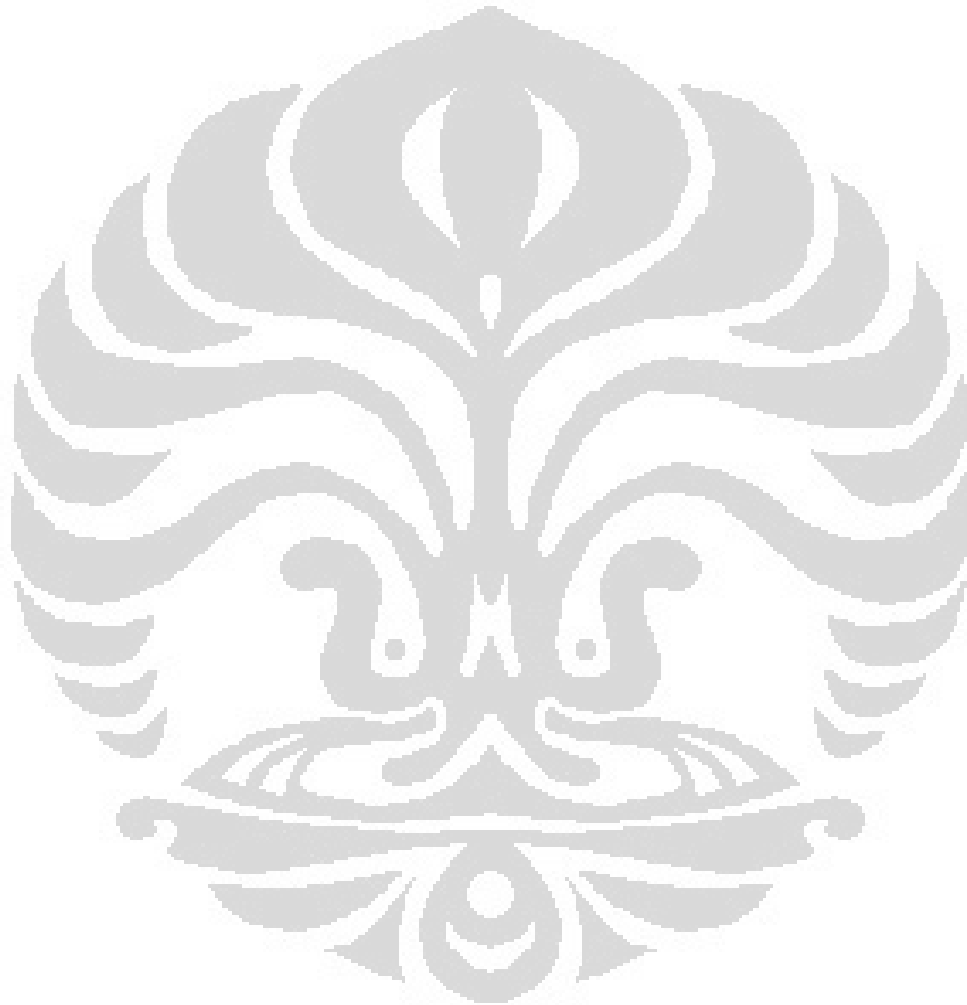
Berdasarkan gambar 4.21, nilai *CBR* semakin tinggi pada kadar air yang lebih rendah. Tingkat kadar air berpengaruh terhadap tingkat kepadatan tanah. Kondisi tanah yang kering menyebabkan tanah lebih keras sehingga nilai *CBR*nya lebih tinggi. Pada penelitian ini kadar air berkisar pada kadar air optimum ( $\pm 2.5$  kadar air optimum). Terlihat ada beberapa penyimpangan pada grafik, hal ini disebabkan oleh kesalahan pada proses pencampuran.



**Gambar 4.22** Grafik Hubungan Antara Kadar Air dan Nilai *DCP*



Nilai *DCP* berbanding terbalik terhadap kadar air. Semakin tinggi kadar air maka semakin rendah nilai *DCP*nya. Kadar air yang tinggi menyebabkan tanah semakin lunak, sehingga penetrasi konus pada *DCP* semakin tinggi per pukulan.



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa hasilnya, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian sifat fisis tanah dapat diketahui bahwa sampel tanah yang berasal dari Cikarang pada perumahan Elysium Delta Silikon, memiliki tingkat potensi mengembang yang tinggi. Hal ini didasari oleh kriteria Seed (1962). Dilihat dari hasil pengujian *swelling* satu dimensi, diperoleh nilai persentase *swelling* pada *standard proctor* sebesar 8.938% dengan *swelling pressure* sebesar 255 kPa. Sedangkan pada *modified proctor* persentase *swelling* sebesar 24.808% dengan *swelling pressure* sebesar 875 kPa. Kedua nilai tersebut menandakan potensi untuk mengembang pada tanah sampel cukup tinggi.
2. Pada pemadatan *standard*, nilai *CBR* tertinggi terdapat pada sisi kering dari kadar air optimum dengan kondisi *unsoaked*. Ketika diuji dalam kondisi *soaked*, nilai *CBR* pada sampel sangat kecil (antara 0.57% - 0.59%) dan relatif sama pada tiap-tiap sampel. Pada pemadatan *modified proctor* nilai *CBR* lebih besar dibandingkan dengan *standard proctor*. Semakin besar nilai *CBR* maka nilai *DCP* akan semakin kecil. Hal ini dikarenakan semakin besar *CBR* maka kekuatan tanah semakin tinggi, sehingga kemampuan konus pada alat *DCP* untuk melakukan penetrasi semakin berkurang.
3. Persamaan hubungan antara nilai *CBR* dan *DCP* dari hasil penelitian dengan metode pemadatan *standard* dan *modified proctor* adalah :
  - $\log CBR = -1.12 (\log DCP) + 2.551$  (skala logaritmis)
  - $CBR = 355.6 (DCP)^{-1.12}$  (skala biasa)

Hasil penelitian mendekati penelitian :

- Badan Penelitian dan Pengembangan PU (1990) :
  - Webster et al. (1992)
  - Livneh et al. (1992)
4. Persamaan ini tidak dapat digunakan pada tanah ekspansif dengan nilai *CBR* yang rendah.

## 5.2 SARAN

1. Untuk memperoleh kadar air yang akurat, perlu dilakukan kontrol kadar air sebelum melakukan pemadatan.
2. Pada saat pelaksanaan uji *DCP*, perlu diperhatikan susunan *mold*. Susunan diusahakan tidak ada celah antar *mold*. Kemudian pada saat pembacaan penetrasi pada uji *DCP*, alat *DCP* harus tegak lurus sehingga tidak ada kesalahan pembacaan.
3. Waktu perendaman untuk sampel yang dipadatkan dengan *modified proctor* sebaiknya dilakukan lebih lama, untuk memperoleh kondisi jenuh yang merata.
4. Untuk meninjau lebih jauh lagi korelasi ini, sebaiknya dilakukan uji dengan variasi tumbukan baik *standard* maupun *modified proctor*.
5. Agar hasil korelasi penelitian dapat diaplikasikan, sebaiknya dilakukan uji *CBR* lapangan, untuk mengetahui sejauh mana korelasi ini dapat digunakan di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atkinson, J.H., and Bransby, P.L. (1982). *The mechanics of soil*. McGraww Hill Book Company(U.K.) Ltd.
- Budhu, M. (2007). *Soil mechanics and foundations*. John Willey and Sons Inc. USA.
- Chen, F.H. (1975). *Foundations On Expansive Soils*. Elsevier Scientific Publishing Company. New York.
- Craig, R.F. (1987). *Mekanika Tanah* (1994). Terjemahan Budi Susilo Supandji dari *Soil Mechanics, Fourth Edition (1987)*, Erlangga, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. *Laporan Penelitian: Penanggulangan Kerusakan Jalan di Atas Tanah Ekspansif*. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. *Laporan Penelitian: Perilaku Perubahan Tanah Ekspansif*. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. *Laporan Penelitian: Pengembangan Teknologi Penanggulangan Tanah Ekspansif dengan Horizontal Barrier*. Jakarta.
- Ingles, O.G., and Metcalf, J.B. (1972). *Soil Stabilization Principle and Practice*. Butterwoths. Sydney.
- Sihombing, Salem P. *Studi Pemeriksaan Kekuatan Tanah Dengan Dynamic Cone Penetrometer*. Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penelitian Dan Pengembangan PU. 1990.
- Suprpto, Yustian Heri. 2008. *Korelasi Nilai CBR dan DCP pada Tanah Gambut Yang Dipadatkan*. Skripsi. Depok.



**LAMPIRAN A**

**HASIL PENGUJIAN LABORATORIUM IDENTIFIKASI TANAH**

**LEMPUNG EKSPANSIF**

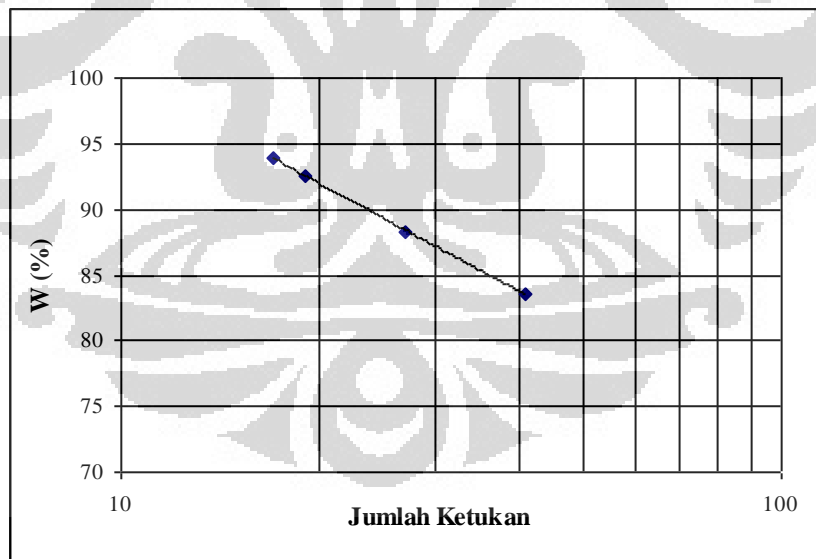
***ATTERBERG LIMIT (ASTM D4318-84), UJI SPECIFIC GRAVITY (ASTM D422-63), UJI SWELLING (D4546-85), UJI ANALISA BUTIRAN (ASTM C136-46), UJI PEMADATAN STANDARD PROCTOR (ASTM D698-78), UJI PEMADATAN MODIFIED PROCTOR (ASTM D1557)***

## ATTERBERG LIMIT

Sample No. : SERI 1  
Description of Soil : Expansive Soil  
Date : 12 January 2010

### *Liquid Limit Determination*

	I	II	III	IV
Berat tanah basah + can	52.26	47.23	51.85	56.35
Berat tanah kering + can	32.67	27.17	31.19	33.36
Berat can	9.23	4.43	8.88	8.89
Berat tanah kering	23.44	22.74	22.31	24.47
Berat air	19.59	20.06	20.66	22.99
Kadar air	83.58	88.21	92.60	93.95
Jumlah ketukan, N	41	27	19	17



**Liquid Limit = 89.32 %**

LA - 1

*Plastic Limit Determination*

Can No.	I	II
Berat tanah basah + Can	45.66	44.57
Berat tanah kering + Can	38.06	37.32
Berat Can	21.27	21.2
Berat tanah kering	16.79	16.12
Berat air	7.6	7.25
Kadar air	45.27	44.98
<b>Kadar air rata-rata (plastic limit)</b>	<b>45.12 %</b>	

Flow index, FI = 27.24%

Liquid limit, LL = 89.32%

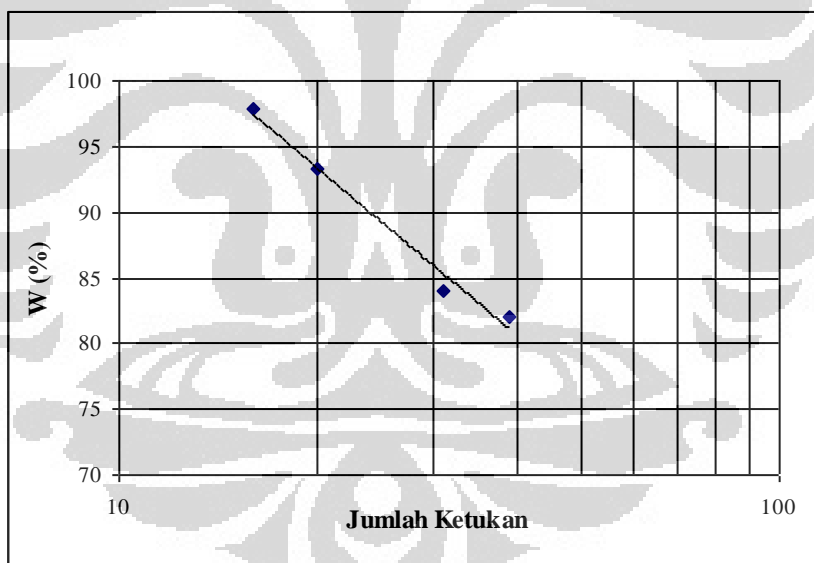
Plastic limit, PL = 45.12%

**Plasticity index, IP = 44.20%**

Sample No. : SERI 2  
 Description of Soil : Expansive Soil  
 Date : 13 January 2010

*Liquid Limit Determination*

	I	II	III	IV
Berat tanah basah + can	51.92	54.25	51.56	59.82
Berat tanah kering + can	32.17	33.3	30.67	34.57
Berat can	8.1	8.35	8.28	8.75
Berat tanah kering	24.07	24.95	22.39	25.82
Berat air	19.75	20.95	20.89	25.25
Kadar air	82.05	83.97	93.30	97.79
Jumlah ketukan, N	39	31	20	16



**Liquid Limit = 89.23 %**



*Plastic Limit Determination*

Can No.	I	II
Berat tanah basah + Can	33.13	32.23
Berat tanah kering + Can	25.86	25.4
Berat Can	10.05	10.4
Berat tanah kering	15.81	15
Berat air	7.27	6.83
Kadar air	45.98	45.53
<b>Kadar air rata-rata (plastic limit)</b>	<b>45.76%</b>	

Flow index, FI = 42.27%

Liquid limit, LL = 89.23%

Plastic limit, PL = 45.76%

Plasticity index, IP = **43.48%**

*Shrinkage Limit Determination*

Sample No. : SERI 1

Description of Soil : Expansive Soil

Date : 13 January 2010

<b>No. coated dish</b>		<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Berat tanah basah + coated dish</b>	$w_{w+c}(\text{gr})$	61.3	69.01
<b>Berat coated dish</b>	$w_c(\text{gr})$	37.24	46
<b>Berat tanah basah</b>	$w_w = w_{w+c} - w_c(\text{gr})$	24.06	23.01
<b>Berat tanah kering + coated dish</b>	$w_{d+c}(\text{gr})$	49.34	57.63
<b>Berat tanah kering</b>	$w_d = w_{d+c} - w_c(\text{gr})$	12.1	11.63
<b>Berat raksa + coated dish</b>	$w_{\text{Hg}+c}(\text{gr})$	262.62	261.26
<b>Berat raksa</b>	$w_{\text{Hg}}(\text{gr})$	225.38	215.26
<b>Volume tanah basah ( <math>V_w</math> )</b>	$w_{\text{Hg}}/13.53$	16.66	15.91
<b>Berat raksa + shrinkage dish</b>	$w_{\text{Hg}+s}(\text{gr})$	757.97	758.92
<b>Berat raksa + shrinkage dish (setelah sub-merging soil cake)</b>	$w'_{\text{Hg}+s}(\text{gr})$	672.85	679.08
<b>Berat raksa yang dipindahkan</b>	$(w_{\text{Hg}+s}) - (w'_{\text{Hg}+s})$	85.12	79.84
<b>Volume tanah kering ( <math>V_d</math> )</b>	$(w'_{\text{Hg}})/13.53$	6.29	5.90
<b>Shrinkage Limit</b>	SL	<b>13.17%</b>	<b>11.79%</b>
<b>Shrinkage Ratio</b>	SR	1.92	1.97

*Shrinkage Limit Determination*

Sample No. : SERI 2

Description of Soil : Expansive Soil

Date : 14 January 20

<b>No. coated dish</b>		<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Berat tanah basah + coated dish</b>	$w_{w+c}(\text{gr})$	40.51	45.56
<b>Berat coated dish</b>	$w_c(\text{gr})$	19.33	24.78
<b>Berat tanah basah</b>	$w_w = w_{w+c} - w_c(\text{gr})$	21.18	20.78
<b>Berat tanah kering + coated dish</b>	$w_{d+c}(\text{gr})$	29.94	35.16
<b>Berat tanah kering</b>	$w_d = w_{d+c} - w_c(\text{gr})$	10.61	10.38
<b>Berat raksa + coated dish</b>	$w_{\text{Hg}+c}(\text{gr})$	217.39	217.56
<b>Berat raksa</b>	$w_{\text{Hg}}(\text{gr})$	198.06	192.78
<b>Volume tanah basah ( <math>V_w</math> )</b>	$w_{\text{Hg}}/13.53$	14.64	14.25
<b>Berat raksa + shrinkage dish</b>	$w_{\text{Hg}+s}(\text{gr})$	755.14	755.5
<b>Berat raksa + shrinkage dish (setelah sub-merging soil cake)</b>	$w'_{\text{Hg}+s}(\text{gr})$	681.07	682.82
<b>Berat raksa yang dipindahkan</b>	$(w_{\text{Hg}+s}) - (w'_{\text{Hg}+s})$	74.07	72.68
<b>Volume tanah kering ( <math>V_d</math> )</b>	$(w'_{\text{Hg}})/13.53$	5.47	5.37
<b>Shrinkage Limit</b>	SL	<b>13.25%</b>	<b>14.68%</b>
<b>Shrinkage Ratio</b>	SR	1.94	1.93

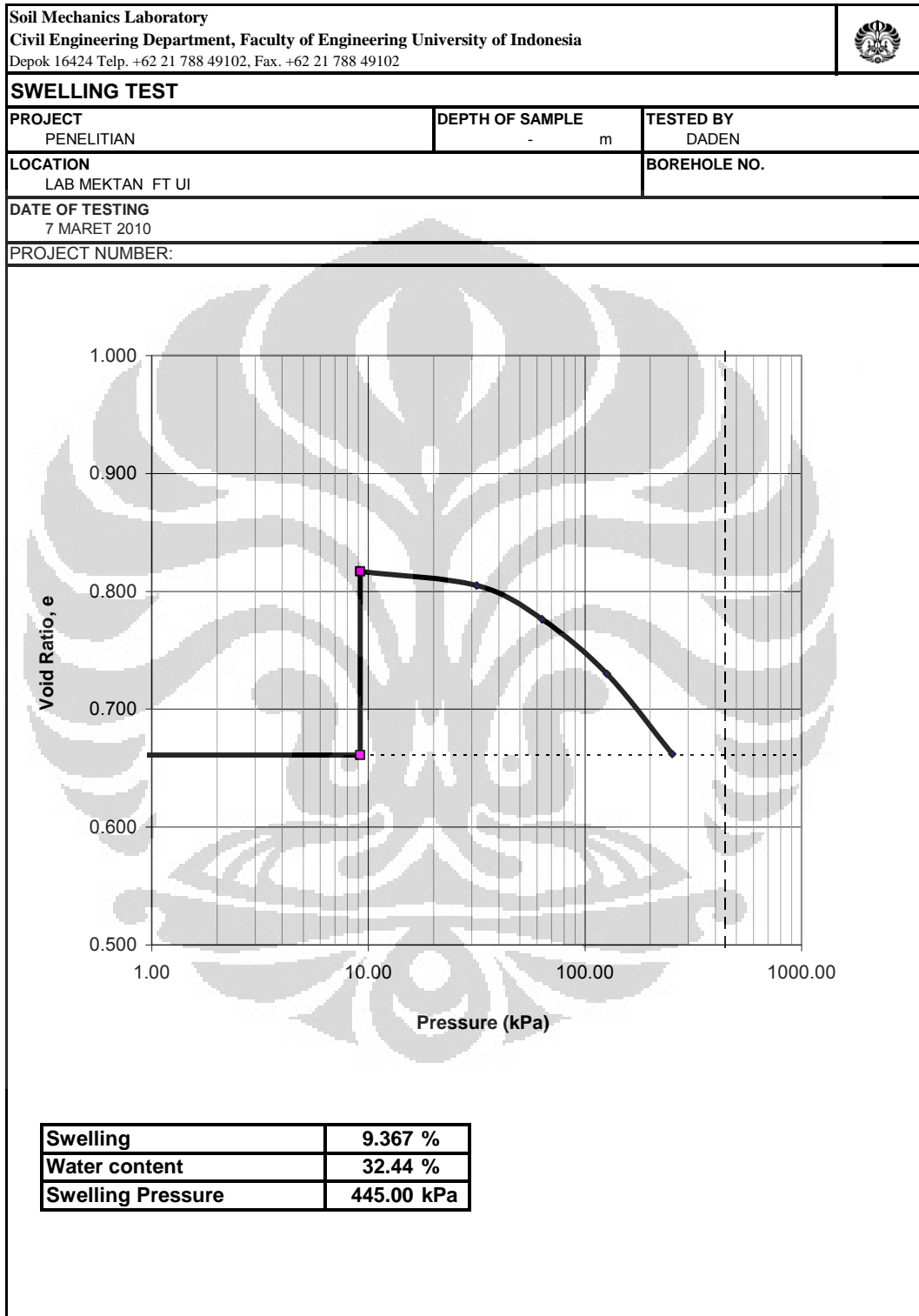
**SPECIFIC GRAVITY**

Project : Skripsi  
 Location of Project : Cikarang  
 Description of Soil : Expansive Soil  
 Test Performed by : Zaki


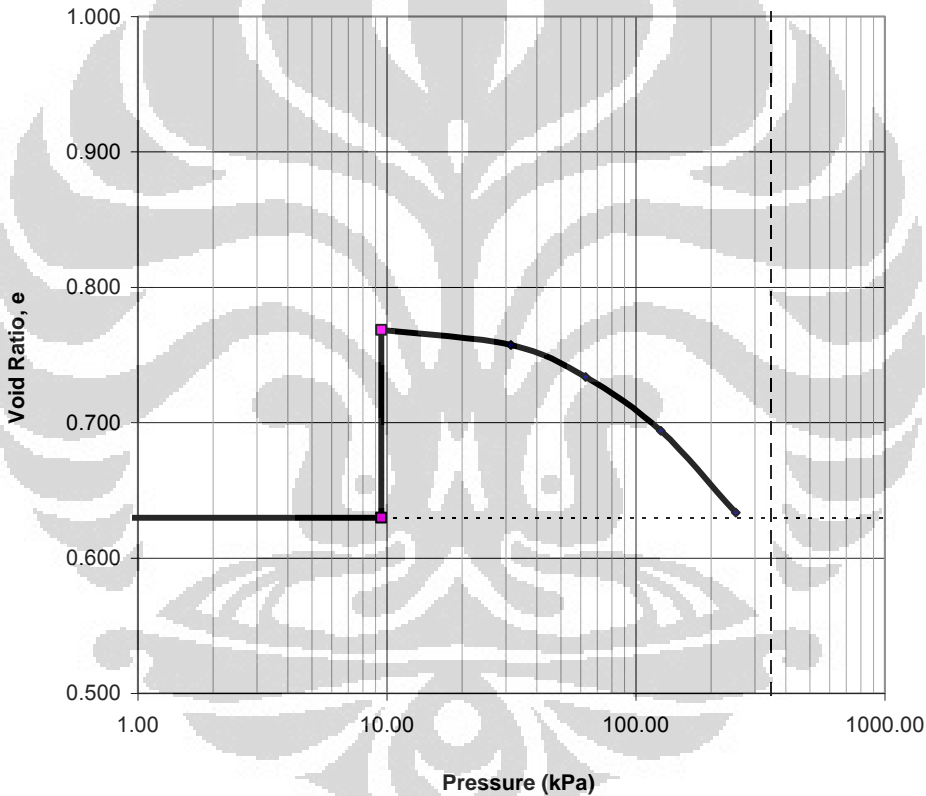
<b>Sample Number</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Berat Tanah ( $W_s$ )	100	100
Berat Piknometer + Air ( $W_{bw}$ )	654.57	656.39
Berat Piknometer + Air + Tanah ( $W_{bws}$ )	716.92	719.16
Berat Air ( $W_w$ )	37.65	37.23
Suhu ( $^{\circ}C$ )	28	28
Koefisien	0.9963	0.9963
Specific Gravity ( $G_s$ )	2.646	2.676

**Average Specific Gravity = 2.661**


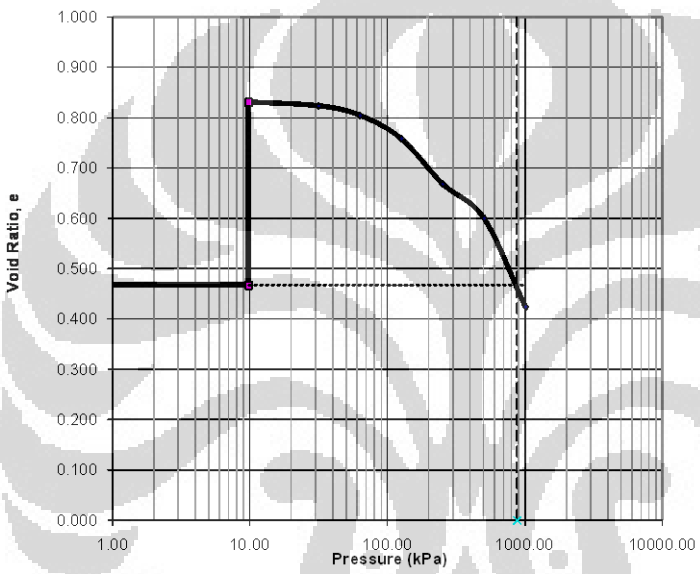
## SWELLING TEST STANDARD SERI 1



## SWELLING TEST STANDARD SERI 2

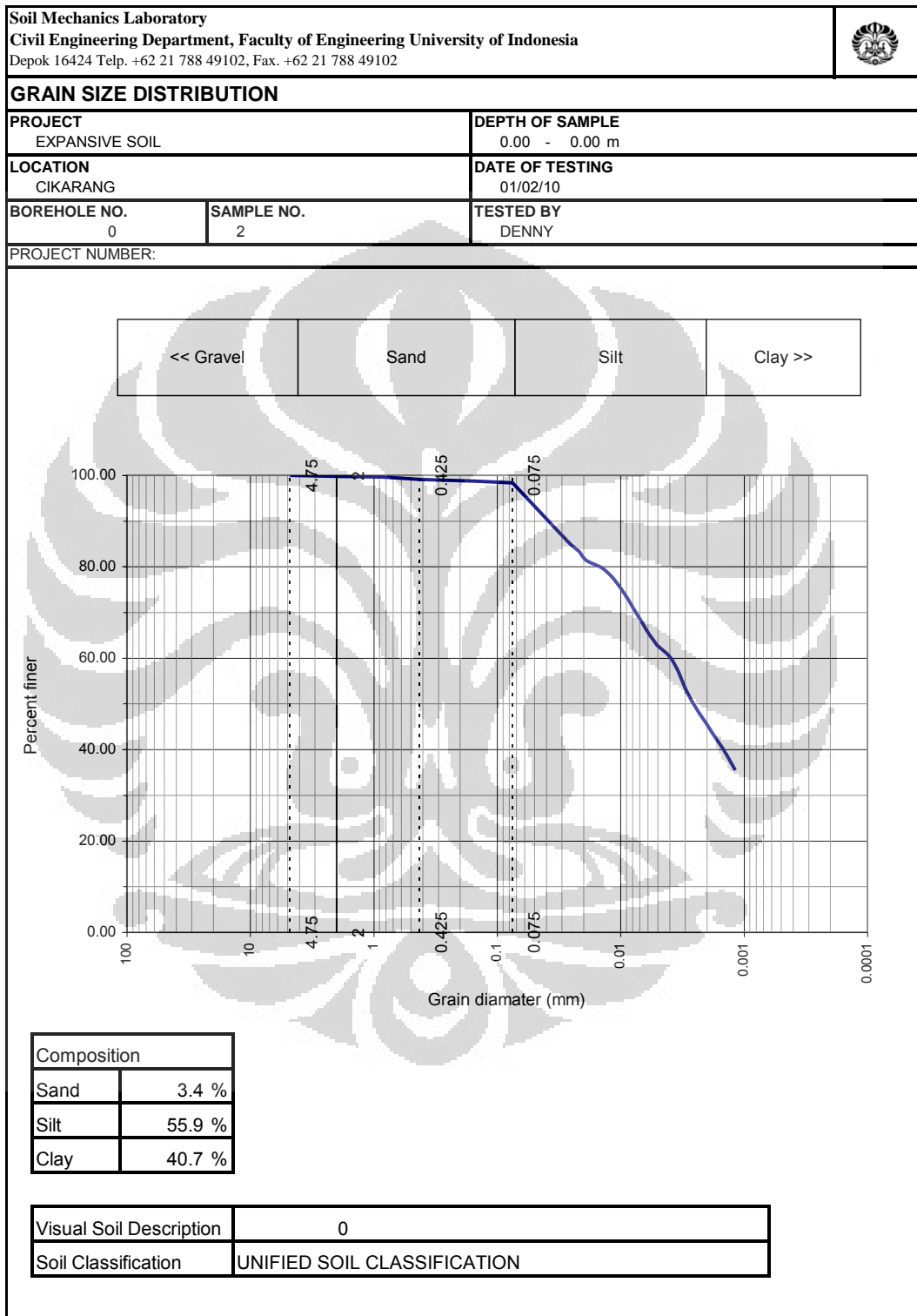
Soil Mechanics Laboratory Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102								
<b>SWELLING TEST</b>								
<b>PROJECT</b> PENELITIAN	<b>DEPTH OF SAMPLE</b> - m	<b>TESTED BY</b> DADEN						
<b>LOCATION</b> LAB MEKTAN FT UI		<b>BOREHOLE NO.</b>						
<b>DATE OF TESTING</b> 7 MARET 2010								
<b>PROJECT NUMBER:</b>								
								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><b>Swelling</b></td> <td style="width: 50%; text-align: center;"><b>8.510 %</b></td> </tr> <tr> <td><b>Water content</b></td> <td style="text-align: center;"><b>32.91 %</b></td> </tr> <tr> <td><b>Swelling Pressure</b></td> <td style="text-align: center;"><b>349.00 kPa</b></td> </tr> </table>			<b>Swelling</b>	<b>8.510 %</b>	<b>Water content</b>	<b>32.91 %</b>	<b>Swelling Pressure</b>	<b>349.00 kPa</b>
<b>Swelling</b>	<b>8.510 %</b>							
<b>Water content</b>	<b>32.91 %</b>							
<b>Swelling Pressure</b>	<b>349.00 kPa</b>							

## SWELLING TEST MODIFIED

<b>Soil Mechanics Laboratory</b> <b>Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia</b> Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102								
<b>SWELLING TEST</b>								
<b>PROJECT</b> Tanah Ekspansif	<b>DEPTH OF SAMPLE</b> 3.00 - 3.50 m	<b>TESTED BY</b> Pudia						
<b>LOCATION</b> Cikarang	<b>BOREHOLE NO.</b> 0							
<b>DATE OF TESTING</b> 12/06/10								
<b>PROJECT NUMBER: 2010</b>								
								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td><b>Swelling</b></td> <td><b>24.808 %</b></td> </tr> <tr> <td><b>Water content</b></td> <td><b>17.60 %</b></td> </tr> <tr> <td><b>Swelling Pressure</b></td> <td><b>875.00 kPa</b></td> </tr> </table>		<b>Swelling</b>	<b>24.808 %</b>	<b>Water content</b>	<b>17.60 %</b>	<b>Swelling Pressure</b>	<b>875.00 kPa</b>	
<b>Swelling</b>	<b>24.808 %</b>							
<b>Water content</b>	<b>17.60 %</b>							
<b>Swelling Pressure</b>	<b>875.00 kPa</b>							

## ANALISA BUTIRAN

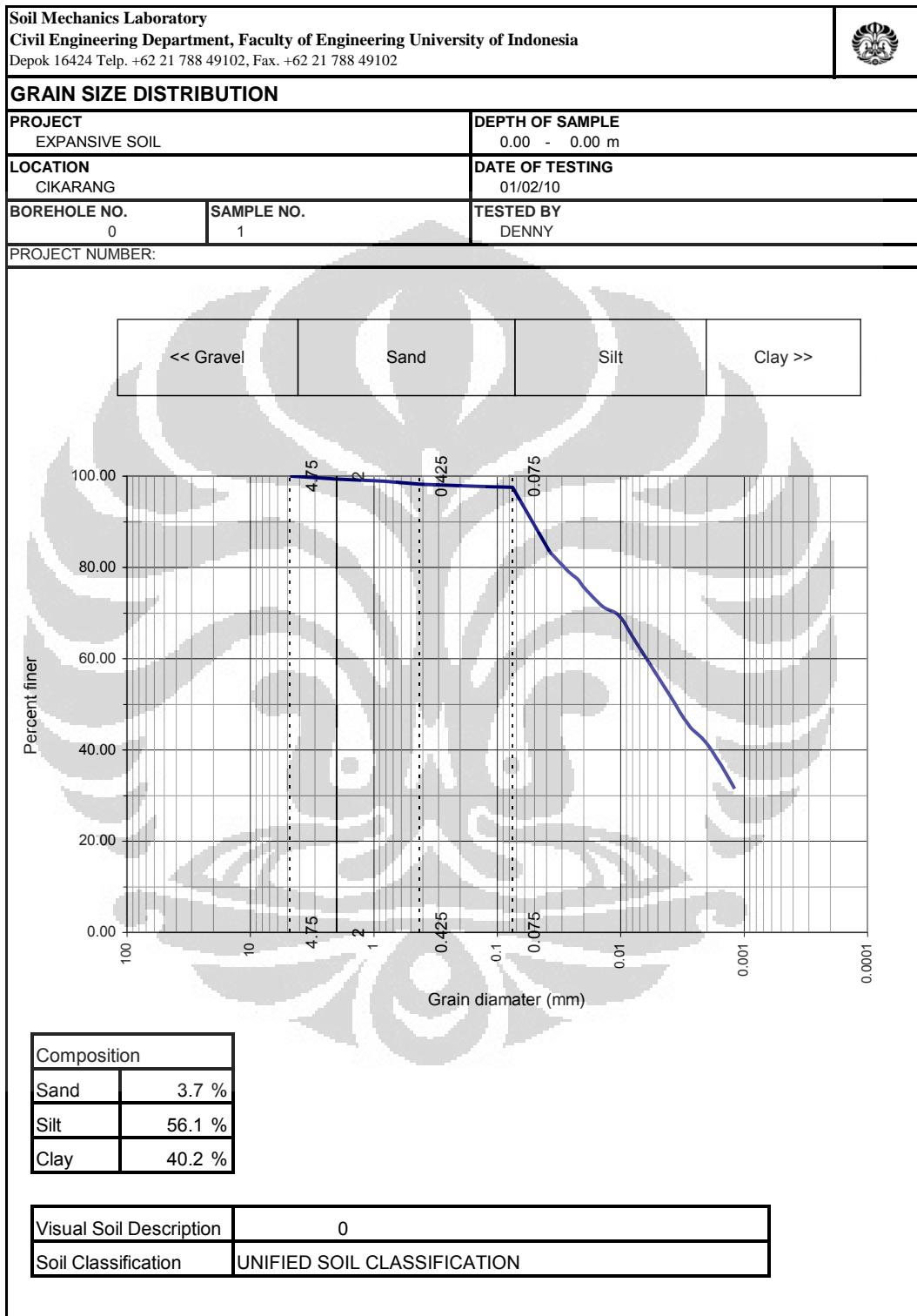
### SERI 1





## ANALISA BUTIRAN

### SERI 2



**PEMADATAN  
(STANDARD PROCTOR)**

**Project** : Skripsi  
**Location of Project** : Cikarang  
**Description of Soil** : Expansive  
**Test Performed by** : Denny, Zaki, Vandemora, Pudia

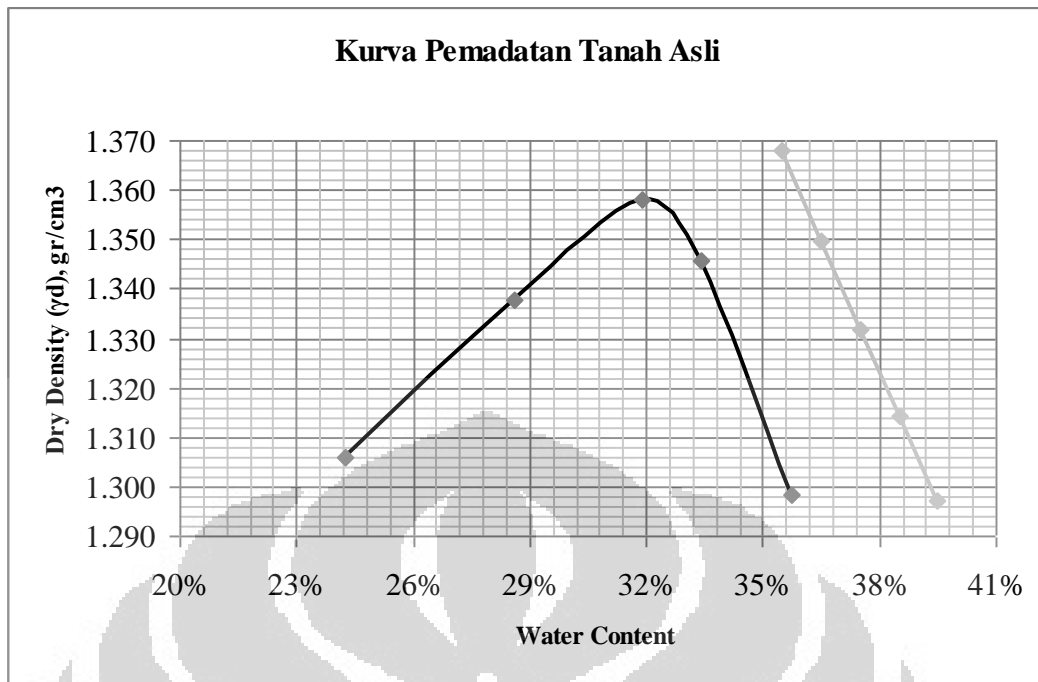
**Blow/Layer** : 56      **No. of Layers** : 3      **Wt. of Hammer** :  
**Mold Diam. (cm)** : 15.245      **H (cm)** : 11.78      **Volume (cm<sup>3</sup>)** : 2149.17  
**Date Test** : 14/1/2010

Water Content Determination

Sample No.	1	2	3	4	5
Assumed water content	24%	27%	31%	33%	36%
Wt of can + wet soil	521	423	509.81	437.86	591.87
Wt of can + dry soil	429.9	333.09	391.18	332.89	444.1
Wt of water	91.1	89.91	118.63	104.97	147.77
Wt of can	54.43	18.85	19.11	18.72	30.65
Wt of dry soil	375.47	314.24	372.07	314.17	413.45
Water content, w%	<b>24.26%</b>	<b>28.61%</b>	<b>31.88%</b>	<b>33.41%</b>	<b>35.74%</b>

Density Determination

Sample No.	1	2	3	4	5
Assumed water content	24%	27%	31%	33%	36%
Water Content	24.26%	28.61%	31.88%	33.41%	35.74%
Wt of Soil + Mold	7288	7498	7649	7658	7588
Wt of Mold	3800	3800	3800	3800	3800
Wt of Soil in Mold	3488	3698	3849	3858	3788
Wet density, gr/cm <sup>3</sup>	1.623	1.721	1.791	1.795	1.763
Dry density, gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.306</b>	<b>1.338</b>	<b>1.358</b>	<b>1.346</b>	<b>1.298</b>



**Opt. water content : 32.30 %**

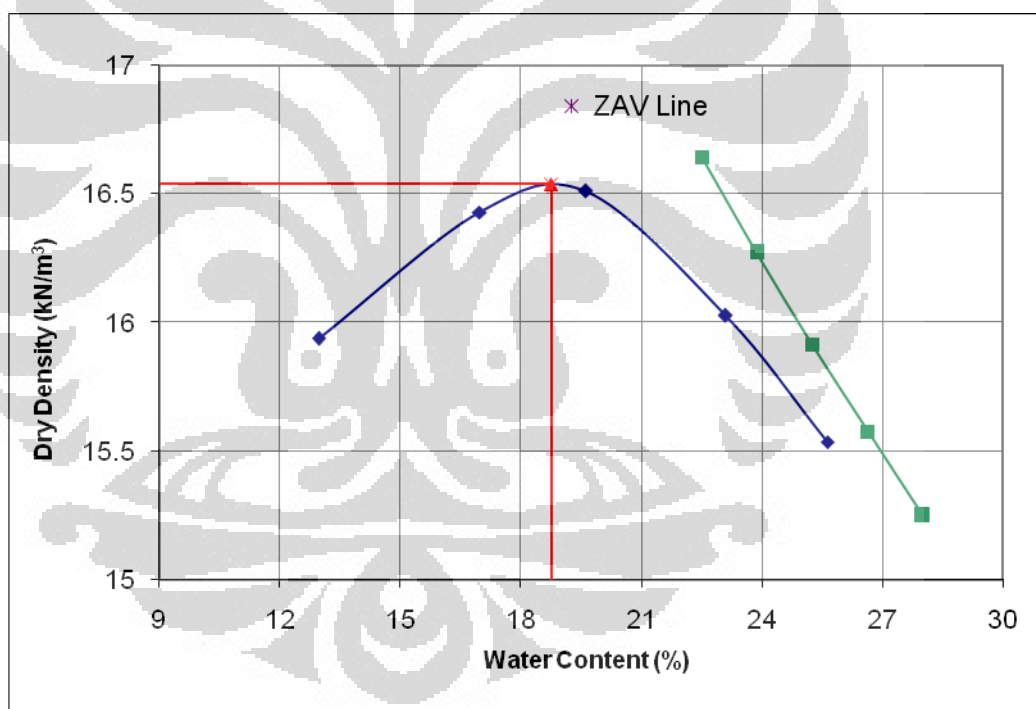
**Dry Density : 1.356 gr/cm<sup>3</sup>**

**MODIFIED COMPACTION TEST**

MOLD VOLUME	940.78 cm <sup>3</sup>
Gs	2.661

	1	2	3	4	5
WATER CONTENT (%)	12.98	16.98	19.62	23.09	25.62
Wt. of SOIL + MOLD (gram)	3090	3204	3254	3252	3232
Wt. of MOLD (gram)	1396	1396	1396	1396	1396
Wt. of SOIL in MOLD (gram)	1694	1808	1858	1856	1836
WET DENSITY (gr/cm <sup>3</sup> )	1.801	1.922	1.975	1.973	1.952
DRY DENSITY (gr/cm <sup>3</sup> )	1.594	1.643	1.651	1.603	1.554
(kN/m <sup>3</sup> )	15.938	16.428	16.510	16.028	15.535

ZAV	22.500	23.875	25.250	26.625	28.000
(kN/m <sup>3</sup> )	16.645	16.272	15.916	15.575	15.249



water content	18.75
---------------	-------

dry density	16.54
-------------	-------



**LAMPIRAN B**

**HASIL PENGUJIAN *CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)* PADA  
TANAH EKSPANSIF YANG DIPADATKAN  
(*ASTM D1883-87*)**

## UJI CBR OPT (STANDARD PROCTOR) Sampel 1

Soil Mechanics Laboratory			
Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia			
Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102			
<b>LABORATORY CBR</b>			
PROJECT EKSPANSIF STABILISASI SEMEN + PASIR		DATE OF TESTING 22/06/10	
LOCATION CIKARANG		SAMPLE OPT MOULD 1	TESTED BY PUDIA
PROJECT NUMBER: CBR1-1			

Penetration (inch)	Dial Reading		Stress (psi)	
	unsoaked	soaked	unsoaked	soaked
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0
0.025	5.8	0.3	45.3	2.3
0.050	8.0	0.7	62.5	5.5
0.075	9.0	0.9	70.3	7.0
0.100	9.8	0.9	76.5	7.0
0.125	10.1	0.9	78.9	7.0
0.150	10.8	1.0	84.4	7.8
0.175	11.1	1.0	86.7	7.8
0.200	11.5	1.1	89.8	8.6

Penetration (inch)	CBR (%)	
	unsoaked	soaked
0.1	7.65	0.70
0.2	5.99	0.57

Dry Density (gr/cm <sup>3</sup> )	
Unsoaked	0
Soaked	0

Water content (%)	
Unsoaked	31.58
Soaked	35.58

Swelling (%)	


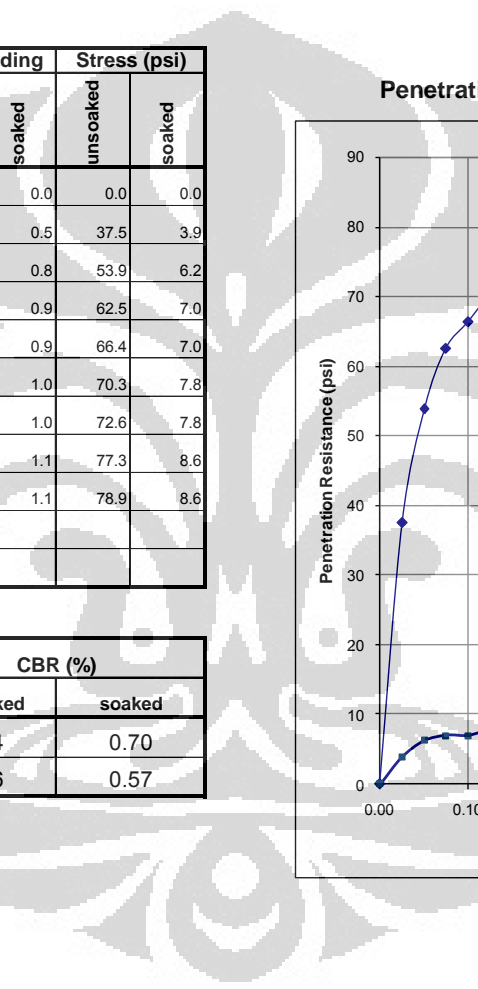
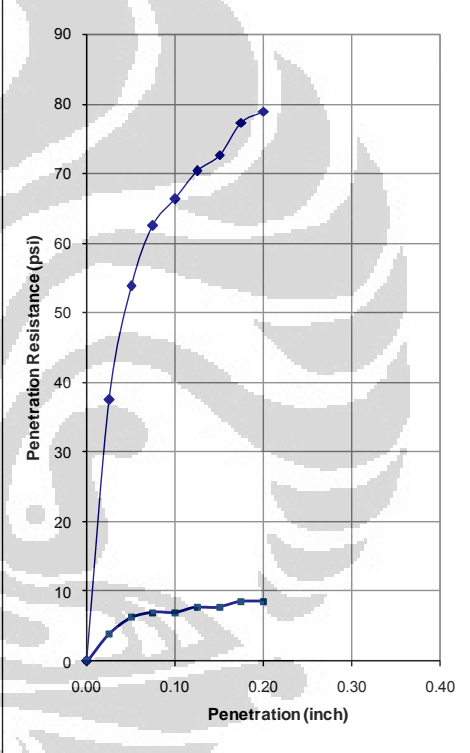
**Penetration vs Resistance**

Penetration (inch)	Penetration Resistance (psi)
0.00	0
0.025	45.3
0.050	62.5
0.075	70.3
0.100	76.5
0.125	78.9
0.150	84.4
0.175	86.7
0.200	89.8


Remarks

Proving Ring : no. 4824  
Brand : Leonard F. -England  
LRC : 23.432 lbf/div

**UJI CBR OPTIMUM (STANDARD PROCTOR)**  
**Sampel 2**

<b>Soil Mechanics Laboratory</b> Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102																																																								
<b>LABORATORY CBR</b>																																																								
<b>PROJECT</b> EKSPANSIF STABILISASI SEMEN + PASIR		<b>DATE OF TESTING</b> 22/06/10																																																						
<b>LOCATION</b> CIKARANG	<b>SAMPLE</b> OPT MOULD 2	<b>TESTED BY</b> PUDIA																																																						
PROJECT NUMBER: CBRs1-1																																																								
																																																								
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Penetration (inch)</th> <th colspan="2">Dial Reading</th> <th colspan="2">Stress (psi)</th> </tr> <tr> <th>unsoaked</th> <th>soaked</th> <th>unsoaked</th> <th>soaked</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.000</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>0.025</td><td>4.8</td><td>0.5</td><td>37.5</td><td>3.9</td></tr> <tr><td>0.050</td><td>6.9</td><td>0.8</td><td>53.9</td><td>6.2</td></tr> <tr><td>0.075</td><td>8.0</td><td>0.9</td><td>62.5</td><td>7.0</td></tr> <tr><td>0.100</td><td>8.5</td><td>0.9</td><td>66.4</td><td>7.0</td></tr> <tr><td>0.125</td><td>9.0</td><td>1.0</td><td>70.3</td><td>7.8</td></tr> <tr><td>0.150</td><td>9.3</td><td>1.0</td><td>72.6</td><td>7.8</td></tr> <tr><td>0.175</td><td>9.9</td><td>1.1</td><td>77.3</td><td>8.6</td></tr> <tr><td>0.200</td><td>10.1</td><td>1.1</td><td>78.9</td><td>8.6</td></tr> </tbody> </table>	Penetration (inch)	Dial Reading		Stress (psi)		unsoaked	soaked	unsoaked	soaked	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.025	4.8	0.5	37.5	3.9	0.050	6.9	0.8	53.9	6.2	0.075	8.0	0.9	62.5	7.0	0.100	8.5	0.9	66.4	7.0	0.125	9.0	1.0	70.3	7.8	0.150	9.3	1.0	72.6	7.8	0.175	9.9	1.1	77.3	8.6	0.200	10.1	1.1	78.9	8.6	<p align="center"><b>Penetration vs Resistance</b></p> 	
Penetration (inch)		Dial Reading		Stress (psi)																																																				
	unsoaked	soaked	unsoaked	soaked																																																				
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0																																																				
0.025	4.8	0.5	37.5	3.9																																																				
0.050	6.9	0.8	53.9	6.2																																																				
0.075	8.0	0.9	62.5	7.0																																																				
0.100	8.5	0.9	66.4	7.0																																																				
0.125	9.0	1.0	70.3	7.8																																																				
0.150	9.3	1.0	72.6	7.8																																																				
0.175	9.9	1.1	77.3	8.6																																																				
0.200	10.1	1.1	78.9	8.6																																																				
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Penetration (inch)</th> <th colspan="2">CBR (%)</th> </tr> <tr> <th>unsoaked</th> <th>soaked</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.1</td><td>6.64</td><td>0.70</td></tr> <tr><td>0.2</td><td>5.26</td><td>0.57</td></tr> </tbody> </table>	Penetration (inch)	CBR (%)		unsoaked	soaked	0.1	6.64	0.70	0.2	5.26	0.57																																													
Penetration (inch)		CBR (%)																																																						
	unsoaked	soaked																																																						
0.1	6.64	0.70																																																						
0.2	5.26	0.57																																																						
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr><th colspan="2">Dry Density (gr/cm<sup>3</sup>)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Unsoaked</td><td>0</td></tr> <tr><td>Soaked</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	Dry Density (gr/cm <sup>3</sup> )		Unsoaked	0	Soaked	0																																																		
Dry Density (gr/cm <sup>3</sup> )																																																								
Unsoaked	0																																																							
Soaked	0																																																							
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr><th colspan="2">Water content (%)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Unsoaked</td><td>31.35</td></tr> <tr><td>Soaked</td><td>35.91</td></tr> </tbody> </table>	Water content (%)		Unsoaked	31.35	Soaked	35.91																																																		
Water content (%)																																																								
Unsoaked	31.35																																																							
Soaked	35.91																																																							
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr><td>Swelling (%)</td><td>3.72</td></tr> </tbody> </table>	Swelling (%)	3.72																																																						
Swelling (%)	3.72																																																							
<p><b>Remarks</b></p> Proving Ring : no. 4824 Brand : Leonard F. -England LRC : 23.432 lbf/div																																																								

**UJI CBR OPTIMUM (STANDARD PROCTOR)**  
**Sampel 3**

Soil Mechanics Laboratory			
Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia			
Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102			
<b>LABORATORY CBR</b>			
<b>PROJECT</b> EKSPANSIF STABILISASI SEMEN + PASIR		<b>DATE OF TESTING</b> 22/06/10	
<b>LOCATION</b> CIKARANG		<b>SAMPLE</b> OPT MOULD 3	<b>TESTED BY</b> PUDIA
PROJECT NUMBER: CBR51-1			

Penetration (inch)	Dial Reading		Stress (psi)	
	unsoaked	soaked	unsoaked	soaked
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0
0.025	4.8	0.5	37.5	3.9
0.050	6.5	0.7	50.8	5.5
0.075	7.9	0.9	61.7	7.0
0.100	8.9	1.0	69.5	7.8
0.125	9.2	1.0	71.9	7.8
0.150	9.9	1.1	77.3	8.6
0.175	10.1	1.1	78.9	8.6
0.200	10.3	1.2	80.4	9.4

Penetration (inch)	CBR (%)	
	unsoaked	soaked
0.1	6.95	0.78
0.2	5.36	0.62

<b>Dry Density (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	
Unsoaked	0
Soaked	0

<b>Water content (%)</b>	
Unsoaked	31.78
Soaked	35.38

<b>Swelling (%)</b>	3.83
---------------------	------


  

**Penetration vs Resistance**

**Remarks**  
 Proving Ring : no. 4824  
 Brand : Leonard F. -England  
 LRC : 23.432 lbf/div



**UJI CBR -2.5 % OPTIMUM (STANDARD PROCTOR)**  
**Sampel 1**

Soil Mechanics Laboratory			
Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia			
Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102			
<b>LABORATORY CBR</b>			
<b>PROJECT</b> EKSPANSIF STABILISASI SEMEN + PASIR		<b>DATE OF TESTING</b> 22/06/10	
<b>LOCATION</b> CIKARANG		<b>SAMPLE</b> - 2.5 OPT MOULD 1	<b>TESTED BY</b> PUDIA
<b>PROJECT NUMBER:</b> CBR51-1			

Penetration (inch)	Dial Reading		Stress (psi)	
	unsoaked	soaked	unsoaked	soaked
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0
0.025	5.0	0.8	39.1	6.2
0.050	9.0	1.0	70.3	7.8
0.075	10.0	1.0	78.1	7.8
0.100	11.0	1.0	85.9	7.8
0.125	11.5	1.0	89.8	7.8
0.150	12.3	1.1	96.1	8.6
0.175	12.8	1.2	100.0	9.4
0.200	13.3	1.3	103.9	10.2

Penetration (inch)	CBR (%)	
	unsoaked	soaked
0.1	8.59	0.78
0.2	6.93	0.68

Dry Density (gr/cm <sup>3</sup> )	
Unsoaked	0
Soaked	0

Water content (%)	
Unsoaked	28.05
Soaked	35.35


Swelling (%)	6.28
--------------	------

Penetration (inch)	Penetration Resistance (psi)
0.00	0
0.025	39.1
0.050	70.3
0.075	78.1
0.100	85.9
0.125	89.8
0.150	96.1
0.175	100.0
0.200	103.9

**Remarks**  
 Proving Ring : no. 4824  
 Brand : Leonard F. -England  
 LRC : 23.432 lbf/div

**UJI CBR -2.5 % OPTIMUM (STANDARD PROCTOR)**  
**Sampel 2**

Soil Mechanics Laboratory			
Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia			
Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102			
<b>LABORATORY CBR</b>			
<b>PROJECT</b> EKSPANSIF STABILISASI SEMEN + PASIR		<b>DATE OF TESTING</b> 22/06/10	
<b>LOCATION</b> CIKARANG		<b>SAMPLE</b> - 2.5 OPT MOULD 2	<b>TESTED BY</b> PUDIA
<b>PROJECT NUMBER:</b> CBR51-1			

Penetration (inch)	Dial Reading		Stress (psi)	
	unsoaked	soaked	unsoaked	soaked
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0
0.025	5.5	0.5	43.0	3.9
0.050	10.0	0.8	78.1	6.2
0.075	11.5	0.8	89.8	6.2
0.100	12.5	0.9	97.6	7.0
0.125	13.0	0.9	101.5	7.0
0.150	13.5	1.0	105.4	7.4
0.175	14.2	1.0	110.9	7.8
0.200	15.0	1.0	117.2	7.8

Penetration (inch)	CBR (%)	
	unsoaked	soaked
0.1	9.76	0.70
0.2	7.81	0.52

Dry Density (gr/cm <sup>3</sup> )	
Unsoaked	0
Soaked	0

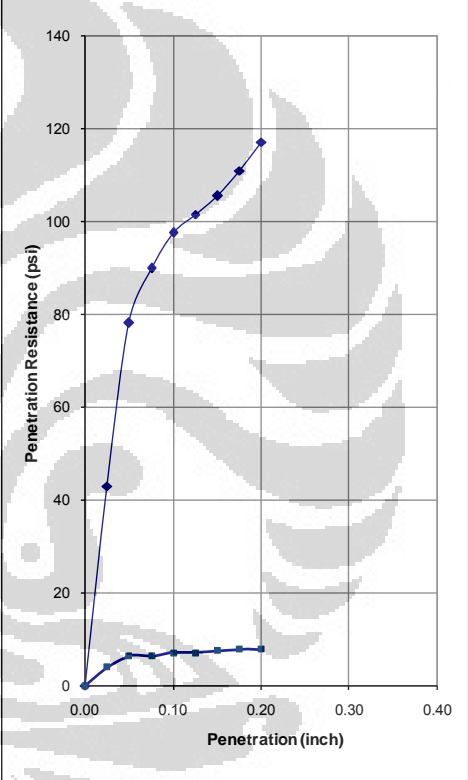
  

Water content (%)	
Unsoaked	27.04
Soaked	36.4

Swelling (%)	6.25
--------------	------



**Penetration vs Resistance**


**Remarks**

Proving Ring : no. 4824

Brand : Leonard F. -England

LRC : 23.432 lbf/div

**UJI CBR -2.5 % OPTIMUM (STANDARD PROCTOR)**  
**Sampel 3**

Soil Mechanics Laboratory Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102			
<b>LABORATORY CBR</b>			
<b>PROJECT</b> EKSPANSIF STABILISASI SEMEN + PASIR		<b>DATE OF TESTING</b> 22/06/10	
<b>LOCATION</b> CIKARANG		<b>SAMPLE</b> - 2.5 OPT MOULD 3	<b>TESTED BY</b> PUDIA
<b>PROJECT NUMBER:</b> CBR51-1			

Penetration (inch)	Dial Reading		Stress (psi)	
	unsoaked	soaked	unsoaked	soaked
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0
0.025	7.0	0.5	54.7	3.9
0.050	11.0	0.8	85.9	6.2
0.075	12.5	0.8	97.6	6.2
0.100	13.2	0.9	103.1	7.0
0.125	14.0	0.9	109.3	7.0
0.150	14.8	1.0	115.6	7.4
0.175	15.0	1.0	117.2	7.8
0.200	16.0	1.0	125.0	7.8

Penetration (inch)	CBR (%)	
	unsoaked	soaked
0.1	10.31	0.70
0.2	8.33	0.52

Dry Density (gr/cm <sup>3</sup> )	
Unsoaked	0
Soaked	0

Water content (%)	
Unsoaked	27.52
Soaked	34.31


Swelling (%)	6.05
--------------	------

**Penetration vs Resistance**

**Remarks**  
 Proving Ring : no. 4824  
 Brand : Leonard F. -England  
 LRC : 23.432 lbf/div

**UJI CBR OPTIMUM (MODIFIED PROCTOR)**  
**Sampel 1**

Soil Mechanics Laboratory			
Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia			
Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102			
<b>LABORATORY CBR</b>			
<b>PROJECT</b> EKSPANSIF STABILISASI SEMEN + PASIR		<b>DATE OF TESTING</b> 22/06/10	
<b>LOCATION</b> CIKARANG		<b>SAMPLE</b> OPT Modified MOULD 1	<b>TESTED BY</b> PUDIA
<b>PROJECT NUMBER:</b> CBR51-1			

Penetration (inch)	Dial Reading		Stress (psi)	
	unsoaked	soaked	unsoaked	soaked
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0
0.025	21.0	0.1	164.4	0.8
0.050	43.1	0.2	337.3	1.6
0.075	60.1	0.3	470.4	2.3
0.100	73.2	0.5	572.9	3.9
0.125	82.6	0.6	646.5	4.7
0.150	89.3	0.8	699.0	6.3
0.175	95.2	0.9	745.1	7.0
0.200	100.8	0.9	789.0	7.0

Penetration (inch)	CBR (%)	
	unsoaked	soaked
0.1	57.29	0.39
0.2	52.60	0.47

Dry Density (gr/cm <sup>3</sup> )	
Unsoaked	0
Soaked	0

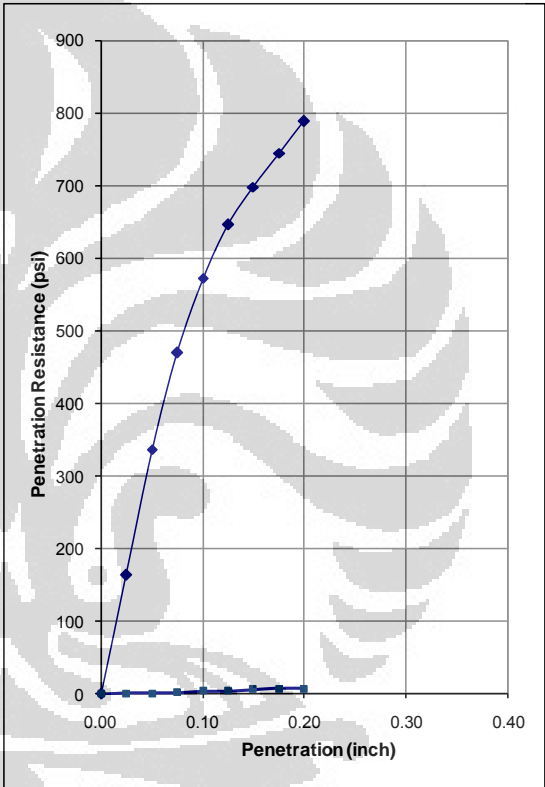
  

Water content (%)	
Unsoaked	18.3
Soaked	-

Swelling (%)	13.57
--------------	-------




**Remarks**

Proving Ring : no. 4824

Brand : Leonard F. -England

LRC : 23.481 lbf/div

**UJI CBR OPTIMUM (MODIFIED PROCTOR)**  
**Sampel 2**

Soil Mechanics Laboratory Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102		
<b>LABORATORY CBR</b>		
PROJECT EKSPANSIF STABILISASI SEMEN + PASIR		DATE OF TESTING 22/06/10
LOCATION CIKARANG	SAMPLE OPT Modified MOULD 2	TESTED BY PUDIA
PROJECT NUMBER: CBR51-1		

Penetration (inch)	Dial Reading		Stress (psi)	
	unsoaked	soaked	unsoaked	soaked
0.000	0.0	0.1	0.0	0.0
0.025	21.2	0.4	165.9	3.1
0.050	45.8	0.6	358.5	4.7
0.075	66.5	0.8	520.5	6.3
0.100	82.4	0.9	644.9	7.0
0.125	92.1	0.9	720.9	7.0
0.150	98.4	0.9	770.2	7.0
0.175	104.2	1.0	815.6	7.8
0.200	109.3	1.0	855.5	7.8

Penetration (inch)	CBR (%)	
	unsoaked	soaked
0.1	64.49	0.70
0.2	57.03	0.52

Dry Density (gr/cm <sup>3</sup> )	
Unsoaked	0
Soaked	0

Water content (%)	
Unsoaked	18.3
Soaked	-

Swelling (%)	
	13.57


  

**Penetration vs Resistance**

Penetration (inch)	Penetration Resistance (psi)
0.000	0.0
0.025	165.9
0.050	358.5
0.075	520.5
0.100	644.9
0.125	720.9
0.150	770.2
0.175	815.6
0.200	855.5

Remarks  
 Proving Ring : no. 4824  
 Brand : Leonard F. -England  
 LRC : 23.481 lbf/div

**UJI CBR + 2.5 % OPTIMUM (MODIFIED PROCTOR)  
Sampel 1**

<b>Soil Mechanics Laboratory</b> Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102		
<b>LABORATORY CBR</b>		
<b>PROJECT</b> EKSPANSIF STABILISASI SEMEN + PASIR		<b>DATE OF TESTING</b> 22/06/10
<b>LOCATION</b> CIKARANG	<b>SAMPLE</b> +2.5 OPT Modified MOULD 1	<b>TESTED BY</b> PUDIA
PROJECT NUMBER: CBRS1-1		

Penetration (inch)	Dial Reading		Stress (psi)	
	unsoaked	soaked	unsoaked	soaked
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0
0.025	34.0	0.0	266.1	0.0
0.050	49.0	0.0	383.5	0.0
0.075	57.5	0.0	450.1	0.0
0.100	62.9	0.0	492.3	0.0
0.125	67.0	0.0	524.4	0.0
0.150	70.9	0.0	554.9	0.0
0.175	74.4	0.0	582.3	0.0
0.200	77.5	0.0	606.6	0.0

Penetration (inch)	CBR (%)	
	unsoaked	soaked
0.1	49.23	0.00
0.2	40.44	0.00

Dry Density (gr/cm <sup>3</sup> )	
Unsoaked	0
Soaked	0

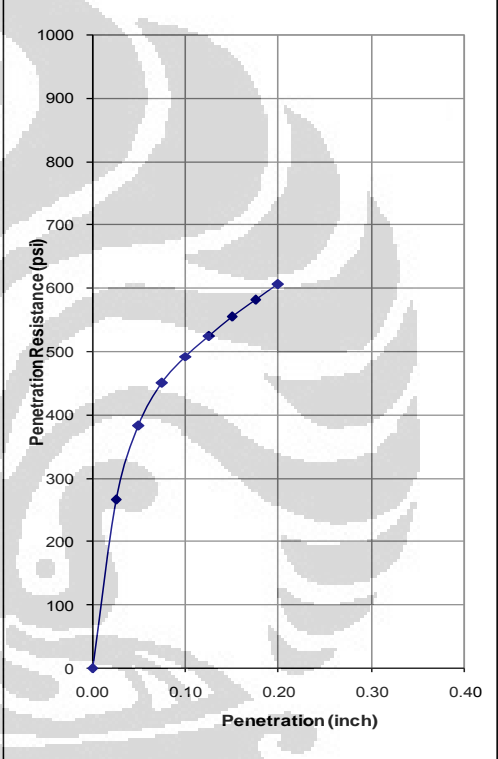
Water content (%)	
Unsoaked	20.51
Soaked	-

Swelling (%)	13.57
--------------	-------

**Penetration vs Resistance**




Penetration (inch)	Penetration Resistance (psi)
0.00	0
0.025	266.1
0.050	383.5
0.075	450.1
0.100	492.3
0.125	524.4
0.150	554.9
0.175	582.3
0.200	606.6

Remarks

Proving Ring : no. 4824  
 Brand : Leonard F. -England  
 LRC : 23.481 lbf/div

**UJI CBR + 2.5 % OPTIMUM (MODIFIED PROCTOR)  
Sampel 2**

Soil Mechanics Laboratory Civil Engineering Department, Faculty of Engineering University of Indonesia Depok 16424 Telp. +62 21 788 49102, Fax. +62 21 788 49102		
<b>LABORATORY CBR</b>		
PROJECT EKSPANSIF STABILISASI SEMEN + PASIR		DATE OF TESTING 22/06/10
LOCATION CIKARANG	SAMPLE +2.5 OPT Modified MOULD 2	TESTED BY PUDIA
PROJECT NUMBER: CBR51-1		

Penetration (inch)	Dial Reading		Stress (psi)	
	unsoaked	soaked	unsoaked	soaked
0.000	0.0	0.0	0.0	0.0
0.025	29.8	0.0	233.2	0.0
0.050	49.7	0.0	389.0	0.0
0.075	58.9	0.0	461.0	0.0
0.100	65.1	0.0	509.5	0.0
0.125	70.0	0.0	547.9	0.0
0.150	73.9	0.0	578.4	0.0
0.175	77.1	0.0	603.5	0.0
0.200	79.8	0.0	624.6	0.0

Penetration (inch)	CBR (%)	
	unsoaked	soaked
0.1	50.95	0.00
0.2	41.64	0.00

Dry Density (gr/cm <sup>3</sup> )	
Unsoaked	0
Soaked	0

Water content (%)	
Unsoaked	20.56
Soaked	-

Swelling (%)	13.57
--------------	-------

Penetration (inch)	Penetration Resistance (psi)
0.00	0
0.025	233.2
0.050	389.0
0.075	461.0
0.100	509.5
0.125	547.9
0.150	578.4
0.175	603.5
0.200	624.6

Remarks  
 Proving Ring : no. 4824  
 Brand : Leonard F. -England  
 LRC : 23.481 lbf/div



LAMPIRAN C

**HASIL PENGUJIAN *DYNAMIC CONE PENETROMETER* PADA TANAH**

**EKSPANSIF YANG DIPADATKAN**

**(*ASTM D 6951*)**

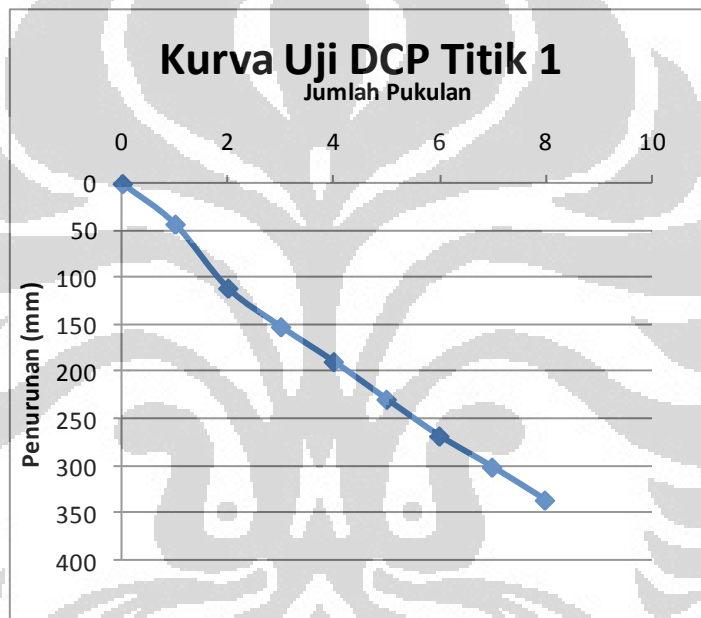


DCP

W opt standard titik 1

Unsoaked

Urutan		1	2	3	
		5.36%	5.26%	5.99%	
pukulan ke-	titik awal	titik akhir	penetrasi (mm)	cumul penetrasi	mm/blow nilai DCP
0	18.5	18.5	0	0	
1	18.5	22.8	43	43	43.00
2	22.8	29.6	68	111	55.50
3	29.6	33.7	41	152	50.67
4	33.7	37.4	37	189	47.25
5	37.4	41.4	40	229	45.80
6	41.4	45.3	39	268	44.67
7	45.3	48.6	33	301	43.00
8	48.6	52.1	35	336	35.67

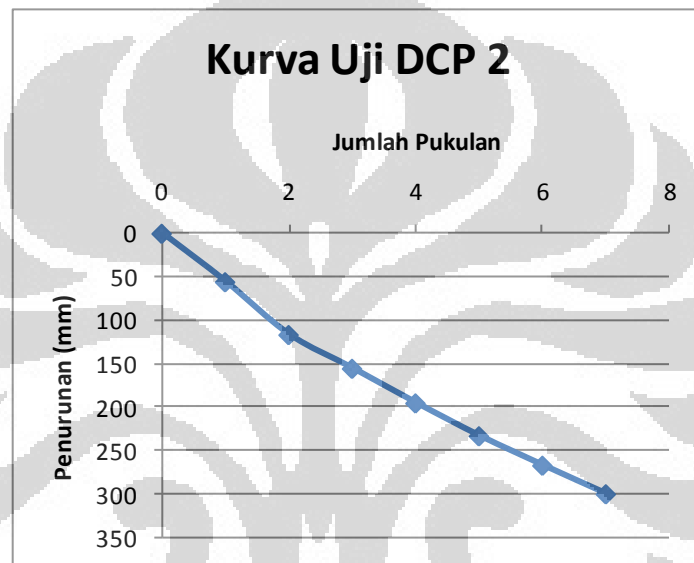


DCP

W opt standard titik 2

Unsoaked

pukulan ke-	titik awal	titik akhir	penetrasi (mm)	cumul penetrasi	mm/blow	nilai DCP
0	19.4	19.4	0	0		
1	19.4	25	56	56	56.00	
2	25	31.1	61	117	58.50	58.50
3	31.1	35	39	156	52.00	
4	35	39	40	196	49.00	
5	39	42.8	38	234	46.80	39.00
6	42.8	46.2	34	268	44.67	
7	46.2	49.5	33	301	43.00	33.50

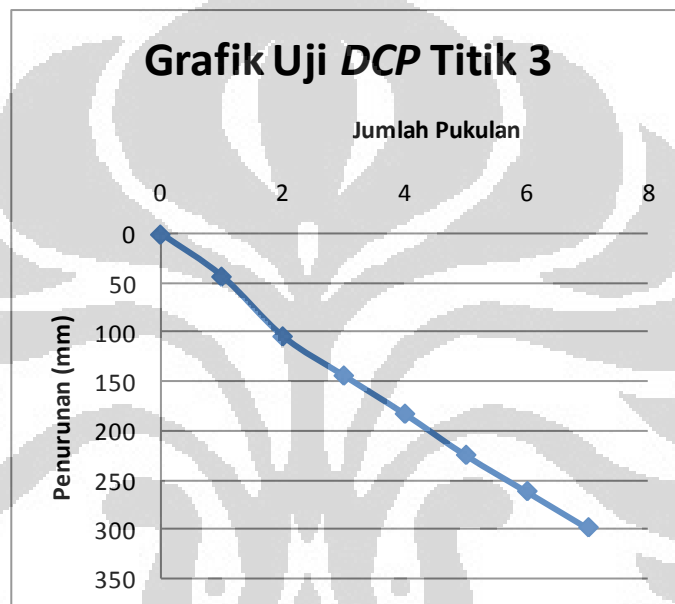


**DCP**

**W opt**      standard   titik 3

Unsoaked

pukulan ke-	titik awal	titik akhir	penetrasi (mm)	cumul penetrasi	mm/blow	nilai DCP
0	20.2	20.2	0	0		
1	20.2	24.5	43	43	43.00	
2	24.5	30.6	61	104	52.00	52.00
3	30.6	34.6	40	144	48.00	
4	34.6	38.5	39	183	45.75	
5	38.5	42.7	42	225	45.00	40.33
6	42.7	46.4	37	262	43.67	
7	46.4	50.1	37	299	42.71	37.00



**DCP**

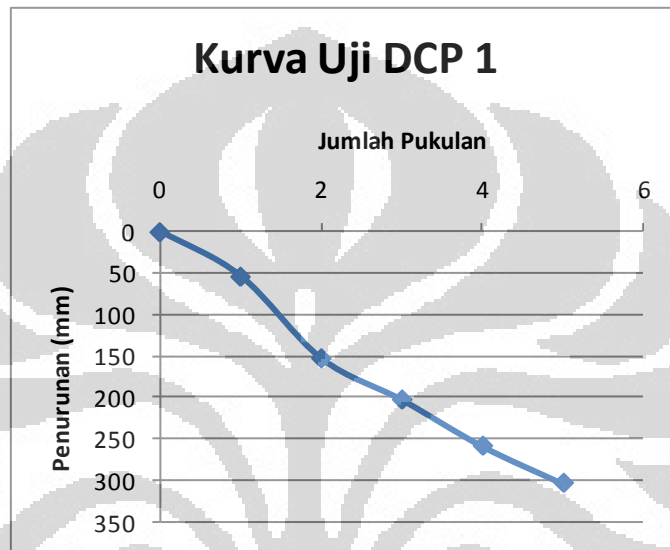
**W opt**      standard    titik 1

Soaked

Urutan	0.57%		0.57%	0.62%	0.59%
	titik awal	titik akhir	penetrasi (mm)	cumul penetrasi	mm/blow
0	18.7	18.7	0	0	
1	18.7	24.1	54	54	54.00
2	24.1	34	99	153	76.50
3	34	39	50	203	67.67
4	39	44.6	56	259	64.75
5	44.6	49.1	45	304	60.80

nilai DCP

60.80



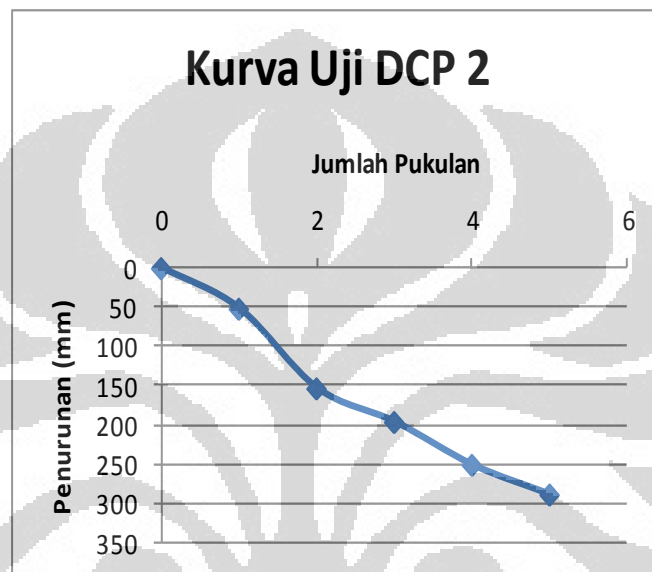
DCP

W opt        standard   titik 2

Soaked

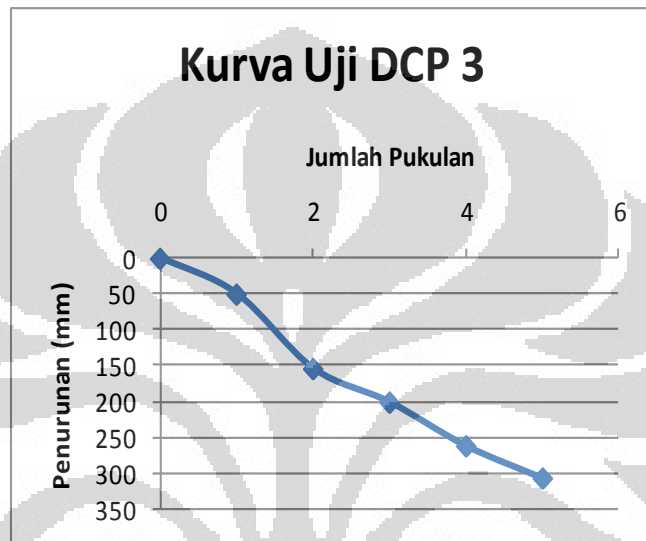
Urutan

pukulan ke-	titik awal	titik akhir	penetrasi (mm)	cumul penetrasi	mm/blow	nilai DCP
0	18.6	18.6	0	0		
1	18.6	23.8	52	52	52.00	
2	23.8	34	102	154	77.00	
3	34	38.3	43	197	65.67	
4	38.3	43.8	55	252	63.00	
5	43.8	47.6	38	290	58.00	58.00



DCP  
 W opt        standard   titik 3  
 Soaked

pukulan ke-	titik awal	titik akhir	penetrasi (mm)	cumul penetrasi	mm/blow	nilai DCP
0	18.8	18.8	0	0		
1	18.8	23.8	50	50	50.00	
2	23.8	34.2	104	154	77.00	
3	34.2	38.9	47	201	67.00	
4	38.9	45	61	262	65.50	
5	45	49.5	45	307	61.40	61.40



**DCP**

-2.5 opt standard titik 1

Unsoaked

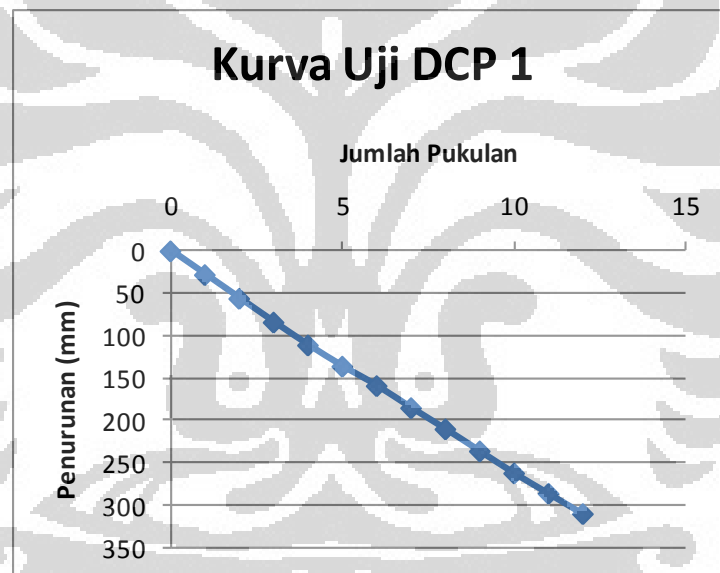
Urutan		6.93%	7.81%	8.33%	
pukulan ke-	titik awal	titik akhir	penetrasi (mm)	cumul penetrasi	mm/blow
0	20.2	20.2	0	0	
1	20.2	23	28	28	28.00
2	23	25.8	28	56	28.00
3	25.8	28.6	28	84	28.00
4	28.6	31.3	27	111	27.75
5	31.3	33.8	25	136	27.20
6	33.8	36.1	23	159	26.50
7	36.1	38.7	26	185	26.43
8	38.7	41.2	25	210	26.25
9	41.2	43.8	26	236	26.22
10	43.8	46.4	26	262	26.20
11	46.4	48.8	24	286	26.00
12	48.8	51.2	24	310	25.83

nilai DCP

27.75

25

24.67

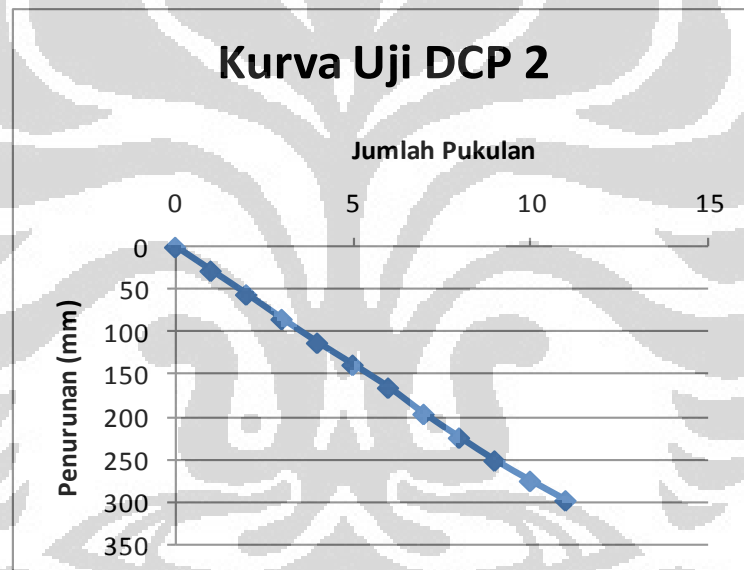


DCP

-2.5 opt standard titik 2

Unsoaked

pukulan ke-	titik awal	titik akhir	penetrasi (mm)	cumul penetrasi	mm/blow	nilai DCP
0	20.7	20.7	0	0		
1	20.7	23.5	28	28	28.00	
2	23.5	26.3	28	56	28.00	
3	26.3	29.2	29	85	28.33	
4	29.2	32	28	113	28.25	28.25
5	32	34.6	26	139	27.80	
6	34.6	37.3	27	166	27.67	
7	37.3	40.4	31	197	28.14	
8	40.4	43.2	28	225	28.13	28
9	43.2	45.9	27	252	28.00	
10	45.9	48.3	24	276	27.60	
11	48.3	50.6	23	299	27.18	24.67



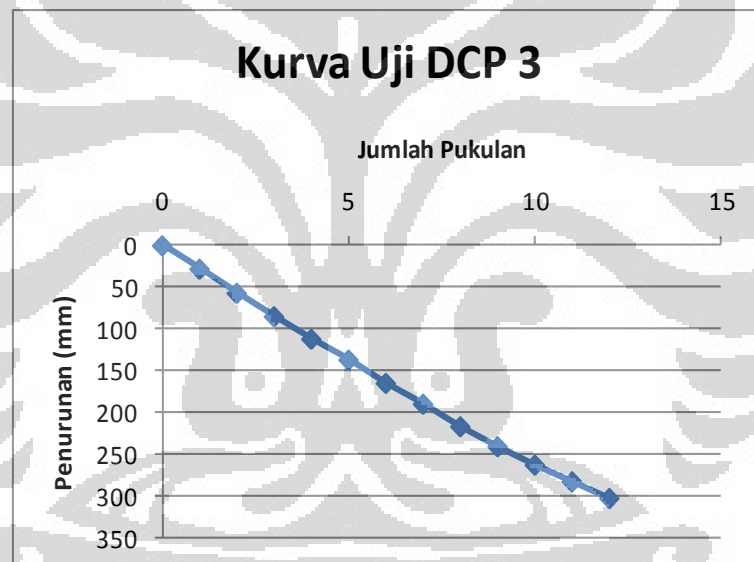


**DCP**

-2.5 opt      standard   titik 3

Unsoaked

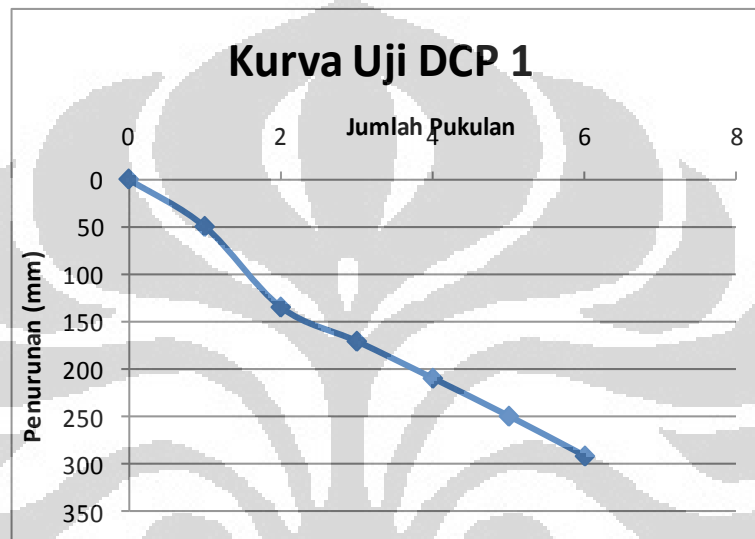
pukulan ke-	titik awal	titik akhir	penetrasi (mm)	cumul penetrasi	mm/blow	nilai DCP
0	21.3	21.3	0	0		
1	21.3	24.1	28	28	28.00	
2	24.1	27	29	57	28.50	
3	27	29.8	28	85	28.33	
4	29.8	32.5	27	112	28.00	28.00
5	32.5	35	25	137	27.40	
6	35	37.8	28	165	27.50	
7	37.8	40.3	25	190	27.14	
8	40.3	43	27	217	27.13	26.25
9	43	45.4	24	241	26.78	
10	45.4	47.6	22	263	26.30	
11	47.6	49.6	20	283	25.73	
12	49.6	51.6	20	303	25.25	28.67



**DCP**

**-2.5 opt** soaked titik 1

Soaked		1		2		3	
Urutan		0.52%		0.52%		0.68%	0.57%
pukulan ke-	titik awal	titik akhir	penetrasi (mm)	cumul penetrasi	mm/blow	nilai DCP	
0	20.7	20.7	0	0			
1	20.7	25.7	50	50	50.00		
2	25.7	34.2	85	135	67.50		
3	34.2	37.8	36	171	57.00		
4	37.8	41.7	39	210	52.50		
5	41.7	45.7	40	250	50.00		
6	45.7	49.9	42	292	48.67	48.67	

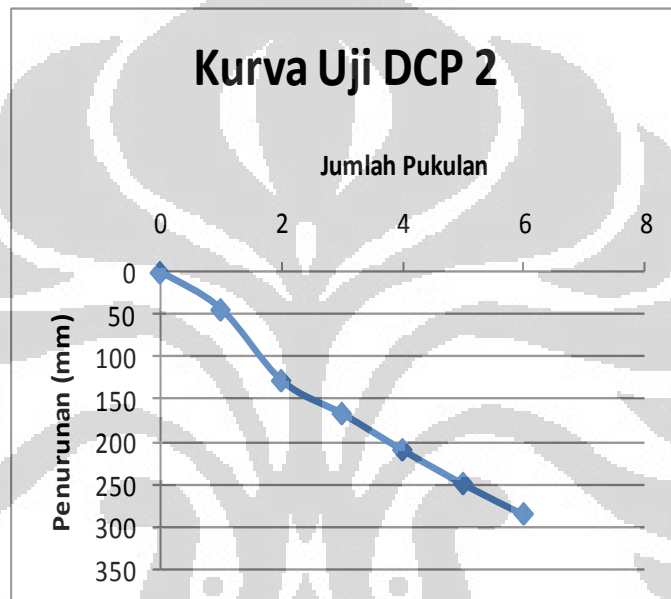


DCP

-2.5 opt      standard   titik 2

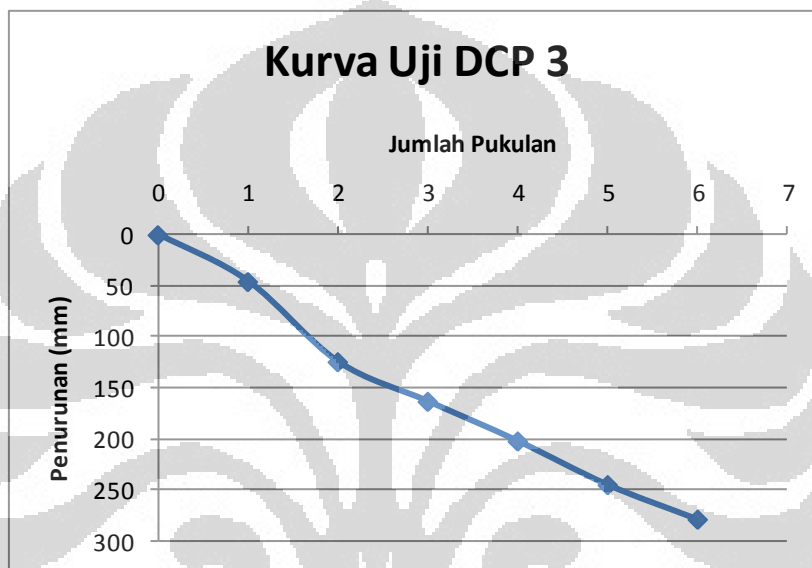
Soaked

pukulan ke-	titik awal	titik akhir	penetrasi (mm)	cumul penetrasi	mm/blow	nilai DCP
0	21	21	0	0		
1	21	25.4	44	44	44.00	
2	25.4	33.8	84	128	64.00	
3	33.8	37.7	39	167	55.67	
4	37.7	42	43	210	52.50	
5	42	46	40	250	50.00	
6	46	49.6	36	286	47.67	47.67



DCP  
 -2.5 opt      standard   titik 3  
 Soaked

pukulan ke-	titik awal	titik akhir	penetrasi (mm)	cumul penetrasi	mm/blow	nilai DCP
0	20.8	20.8	0	0		
1	20.8	25.4	46	46	46.00	
2	25.4	33.3	79	125	62.50	
3	33.3	37.2	39	164	54.67	
4	37.2	41.1	39	203	50.75	
5	41.1	45.4	43	246	49.20	
6	45.4	48.8	34	280	46.67	46.67



## DCP

opt modified titik 1

Unsoaked

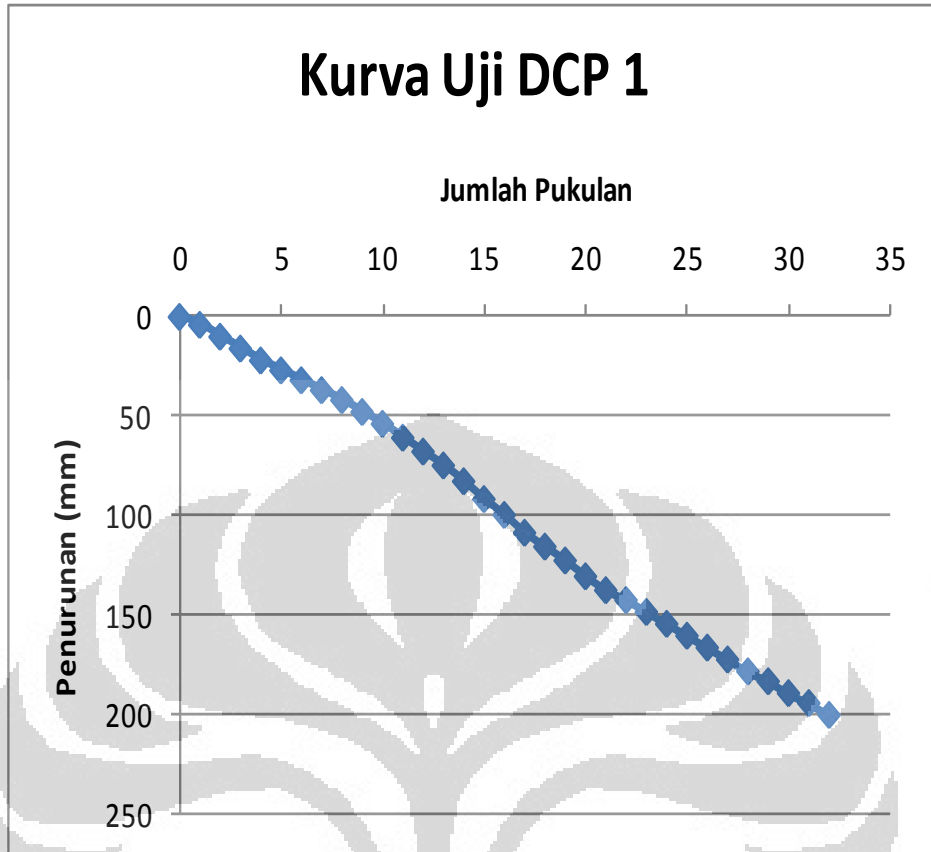
1

2

Urutan		18.30%	18.30%			nilai DCP
pukulan ke-	titik awal	titik akhir	penetrasi (mm)	cumul penetrasi	mm/blow	
0	14.3	14.3		0	0	
1	14.3	14.7		4	4	4.00
2	14.7	15.3		6	10	5.00
3	15.3	15.9		6	16	5.33
4	15.9	16.5		6	22	5.50
5	16.5	17		5	27	5.40
6	17	17.5		5	32	5.33
7	17.5	18		5	37	5.29
8	18	18.5		5	42	5.25
9	18.5	19.1		6	48	5.33
10	19.1	19.7		6	54	5.40
11	19.7	20.4		7	61	5.55
12	20.4	21.1		7	68	5.67
13	21.1	21.8		7	75	5.77
14	21.8	22.6		8	83	5.93
15	22.6	23.5		9	92	6.13
16	23.5	24.30		8	100	6.25
17	24.3	25.20		9	109	6.41
18	25.2	25.90		7	116	6.44
19	25.9	26.6		7	123	6.47
20	26.6	27.4		8	131	6.55
21	27.4	28.1		7	138	6.57
22	28.1	28.60		5	143	6.50
23	28.6	29.20		6	149	6.48
24	29.2	29.80		6	155	6.46
25	29.8	30.40		6	161	6.44
26	30.4	31.00		6	167	6.42
27	31	31.60		6	173	6.41
28	31.6	32.20		6	179	6.39
29	32.2	32.70		5	184	6.34
30	32.7	33.30		6	190	6.33
31	33.3	33.80		5	195	6.29
32	33.8	34.40		6	201	6.28

6.44

6.07



DCP

opt modified titik 2

Unsoaked

1

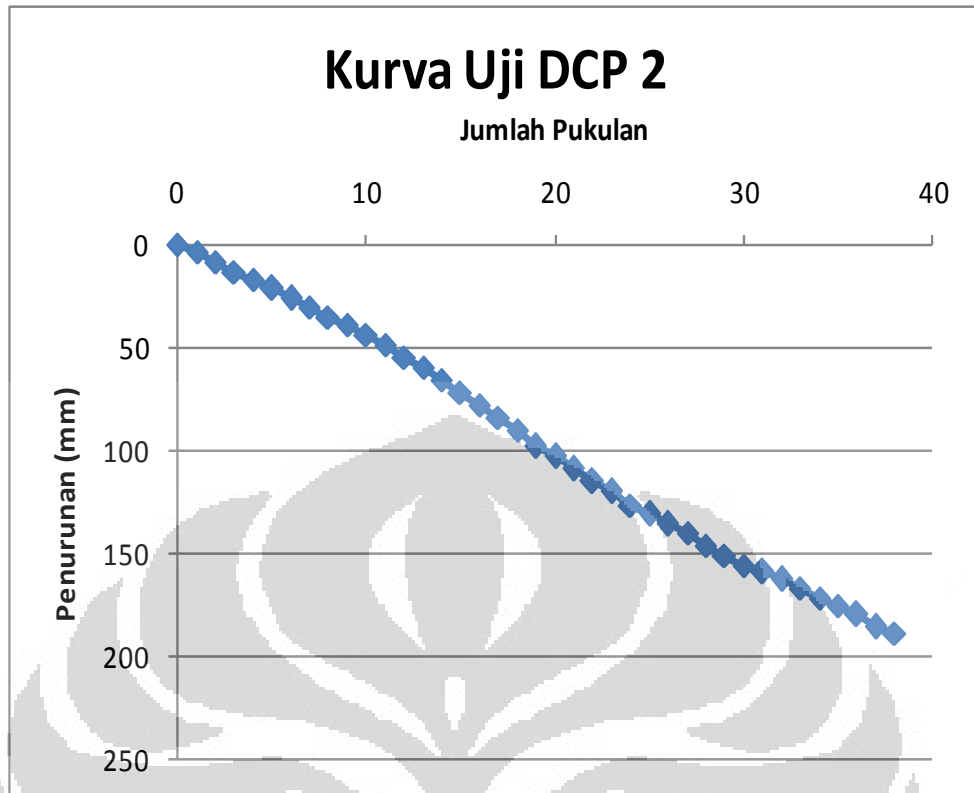
2

Urutan		18.30%	18.30%		
pukulan ke-	titik awal	titik akhir	penetrasi (mm)	cumul penetrasi	mm/blow
0	14.2	14.20	0	0	
1	14.20	14.50	3	3	3.00
2	14.50	15.00	5	8	4.00
3	15.00	15.50	5	13	4.33
4	15.50	15.90	4	17	4.25
5	15.90	16.30	4	21	4.20
6	16.30	16.80	5	26	4.33
7	16.80	17.20	4	30	4.29
8	17.20	17.70	5	35	4.38
9	17.70	18.10	4	39	4.33
10	18.10	18.60	5	44	4.40
11	18.60	19.10	5	49	4.45
12	19.10	19.70	6	55	4.58
13	19.70	20.20	5	60	4.62
14	20.20	20.80	6	66	4.71
15	20.80	21.40	6	72	4.80
16	21.40	22.00	6	78	4.88
17	22.00	22.60	6	84	4.94
18	22.60	23.20	6	90	5.00
19	23.20	24.00	8	98	5.16
20	24.00	24.50	5	103	5.15
21	24.50	25.10	6	109	5.19
22	25.10	25.70	6	115	5.23
23	25.70	26.20	5	120	5.22
24	26.20	26.90	7	127	5.29
25	26.90	27.30	4	131	5.24
26	27.30	27.80	5	136	5.23
27	27.80	28.20	4	140	5.19
28	28.20	28.80	6	146	5.21
29	28.80	29.30	5	151	5.21
30	29.30	29.80	5	156	5.20
31	29.80	30.10	3	159	5.13
32	30.10	30.50	4	163	5.09
33	30.50	30.90	4	167	5.06
34	30.90	31.40	5	172	5.06
35	31.40	31.80	4	176	5.03
36	31.80	32.20	4	180	5.00
37	32.20	32.80	6	186	5.03
38	32.80	33.10	3	189	4.97

nilai DCP

5.22

4.6





DCP

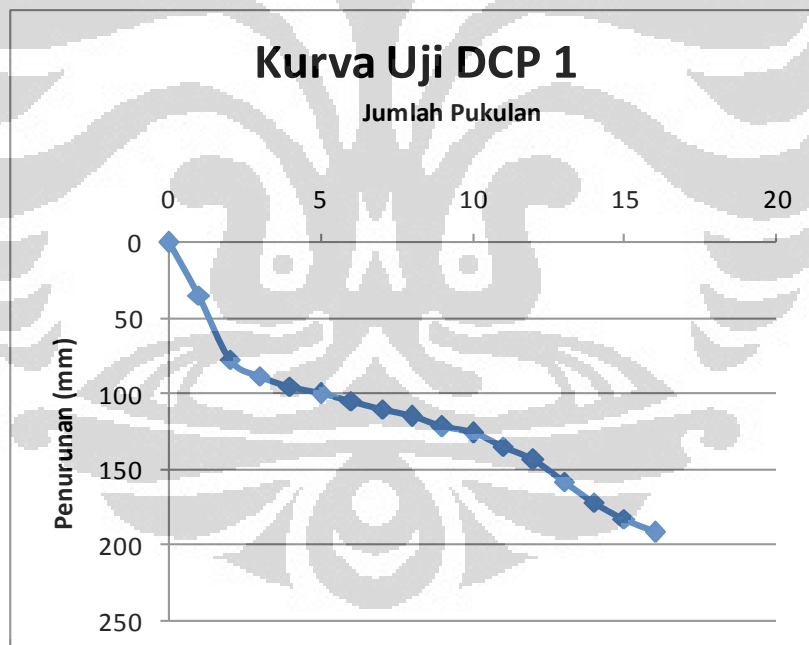
opt modified titik 1

soaked

1

2

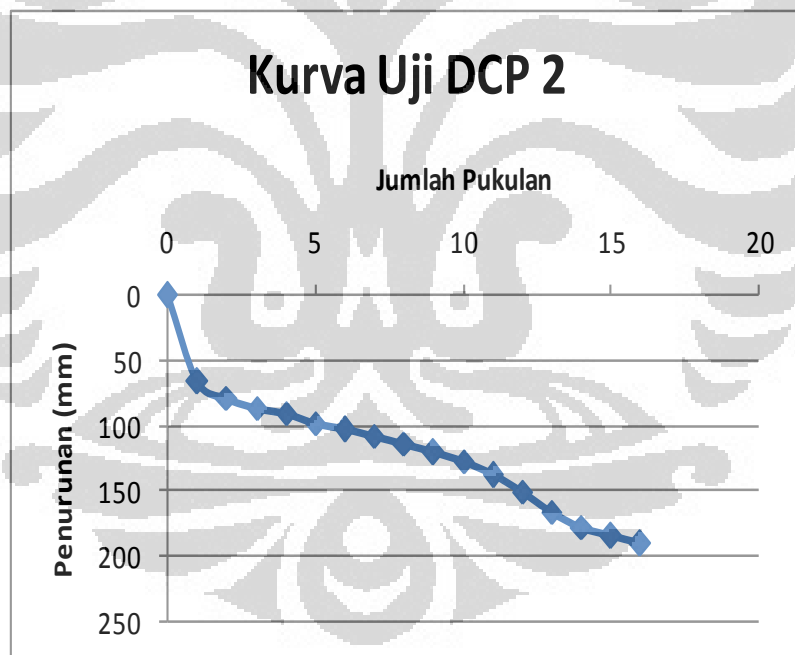
Urutan		18.78%	17.74%				nilai DCP
pukulan ke-	titik awal	titik akhir	penetrasi (mm)	cumul penetrasi	mm/blow		
0	16	16.00	0	0			
1	16.00	19.50	35	35	35.00		
2	19.50	23.70	42	77	38.50		36.75
3	23.70	24.80	11	88	29.33		
4	24.80	25.50	7	95	23.75		
5	25.50	26.00	5	100	20.00		
6	26.00	26.50	5	105	17.50		
7	26.50	27.00	5	110	15.71		
8	27.00	27.50	5	115	14.38	14.38	24.27
9	27.50	28.20	7	122	13.56		
10	28.20	28.60	4	126	12.60		
11	28.60	29.50	9	135	12.27		
12	29.50	30.40	9	144	12.00		
13	30.40	31.80	14	158	12.15		
14	31.80	33.20	14	172	12.29		
15	33.20	34.30	11	183	12.20		
16	34.30	35.20	9	192	12.00	12.38	



DCP

optimum modified titik 2  
soaked

Urutan	titik awal	1		2		nilai DCP
		18.78%	17.74%	penetrasi (mm)	cumul penetrasi	
0	16.4	16.40	0	0		
1	16.40	23.00	66	66	66.00	66
2	23.00	24.30	13	79	39.50	
3	24.30	25.00	7	86	28.67	
4	25.00	25.50	5	91	22.75	
5	25.50	26.20	7	98	19.60	
6	26.20	26.70	5	103	17.17	
7	26.70	27.20	5	108	15.43	
8	27.20	27.80	6	114	14.25	14.25
9	27.80	28.50	7	121	13.44	
10	28.50	29.20	7	128	12.80	
11	29.20	30.20	10	138	12.55	
12	30.20	31.50	13	151	12.58	
13	31.50	33.00	15	166	12.77	
14	33.00	34.20	12	178	12.71	
15	34.20	34.90	7	185	12.33	
16	34.90	35.50	6	191	11.94	12.64





**LAMPIRAN D**

**HASIL UJI MINERAL DAN SEM**

# HASIL UJI MINERAL



DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
**BALAI BESAR KERAMIK**  
LABORATORIUM PENGUJIAN BALAI BESAR KERAMIK  
Jl. Jend. A. Yani No. 392 Bandung, Telp. (022) 7206221, 7207115, 7206296 Fax. (022) 7205322 E-mail: keramik@bbk.go.id



## SERTIFIKAT PENGUJIAN

Nomor : 141 - 5 / BBK / JU - 04/ 2010

Halaman 1 dari 3

### Peminta Jasa

- Nama : Pudia Prisandhy
- Alamat : Fakultas Teknik Universitas Indonesia Depok

### Uraian Contoh

- Tanggal Terima : 29 April 2010
- Jenis : Lempung
- Tanda : Ekspansif
- Jumlah : 1 (Satu) Contoh

### Pengambilan Contoh

- Instansi Pengambil : Peminta jasa (keterwakilan contoh di luar tanggung jawab Laboratorium Balai Besar Keramik)
- Pengambil : -
- Tanggal Pengambilan : -
- Laporan Berita Acara Pengambilan Contoh : -

### Pengujian

- Metoda Uji : SNI 15-0449-1989; SNI 15-4936-1998; SNI 15-2173-1991; SNI 15-1569-1989. X-Ray Diffractometry
- Tgl Pelaksanaan Pengujian : 29 April - 24 Juni 2010

### Hasil Uji

Hasil pengujian terdiri dari 3 (Tiga) halaman



F-PSK-03-02

Sertifikat ini bukan Sertifikat Jaminan. Mena dan berisiko 6 (enam) bulan sejak diterbitkan. Hasil uji dalam Sertifikat ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji. Dilarang menggunakan Sertifikat ini, kecuali secara lengkap.

## SERTIFIKAT PENGUJIAN

Nomor : 141 -5 /BBK /JU - 04/2010

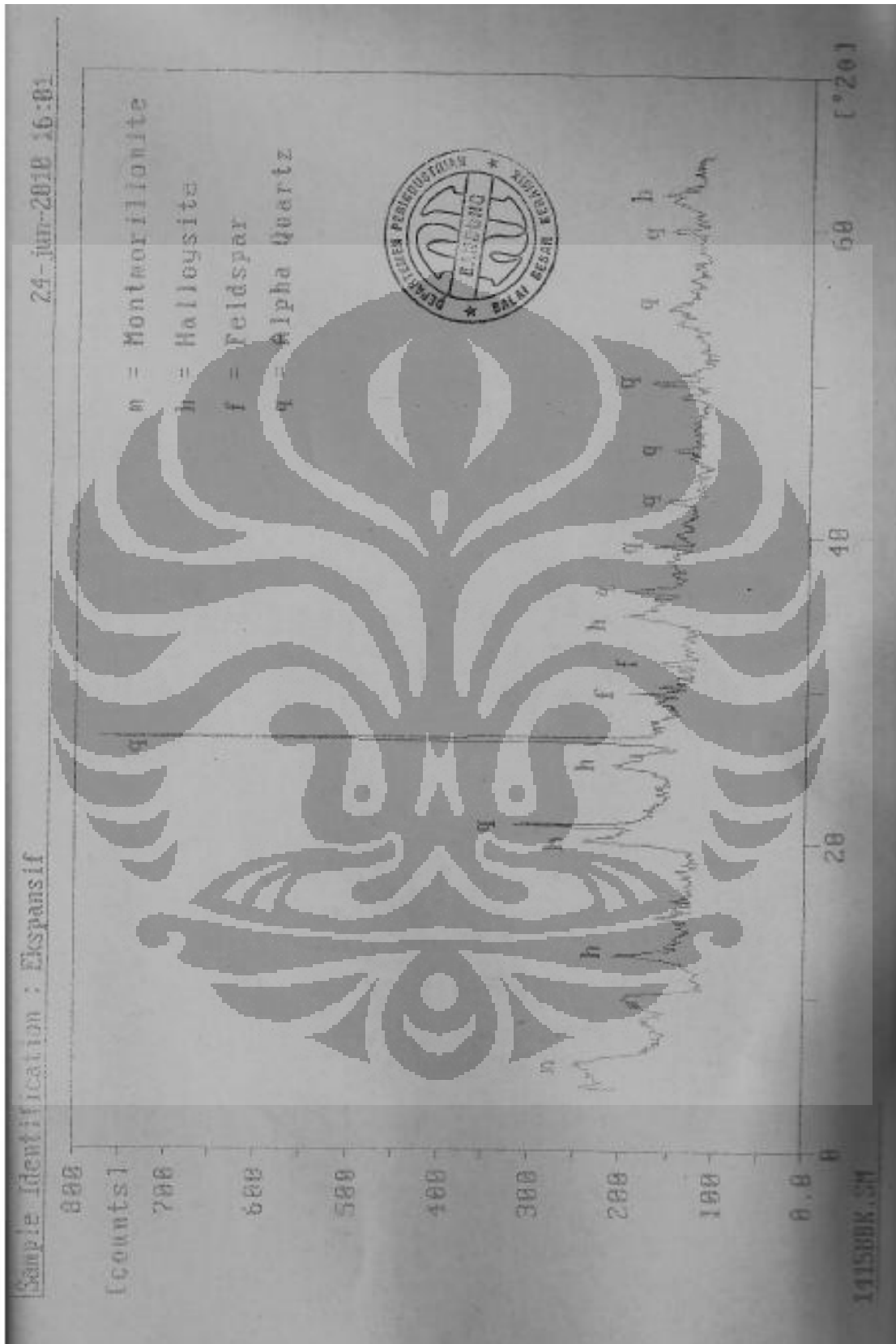
Halaman 2 dari 3

No.	Tanda Contoh	Jenis Uji	Metode Uji	Hasil Uji	
1.	Ekspansif	Analisis Kimia, % berat			
			SiO <sub>2</sub>	SNI 15-0449-1989	57,89
			Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SNI 15-4936-1998	19,03
			Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SNI 15-2173-1991	3,13
			TiO <sub>2</sub>	SNI 15-0449-1989	0,64
			CaO	SNI 15-1569-1989	2,62
			MgO	SNI 15-1569-1989	1,88
			Na <sub>2</sub> O	SNI 15-0449-1989	1,46
			K <sub>2</sub> O	SNI 15-0449-1989	2,41
			Hilang Pijar	SNI 15-0449-1989	10,94
		Analisis Mineral % berat	X-Ray Diffractometry	Montmorillonite 23,80 Halloysite 49,66 Feldspar 12,92 Alpha Quartz 13,62	

Bertaku untuk contoh yang diuji. Dilarang menggunakan sebagian laporan uji ini kecuali secara lengkap.

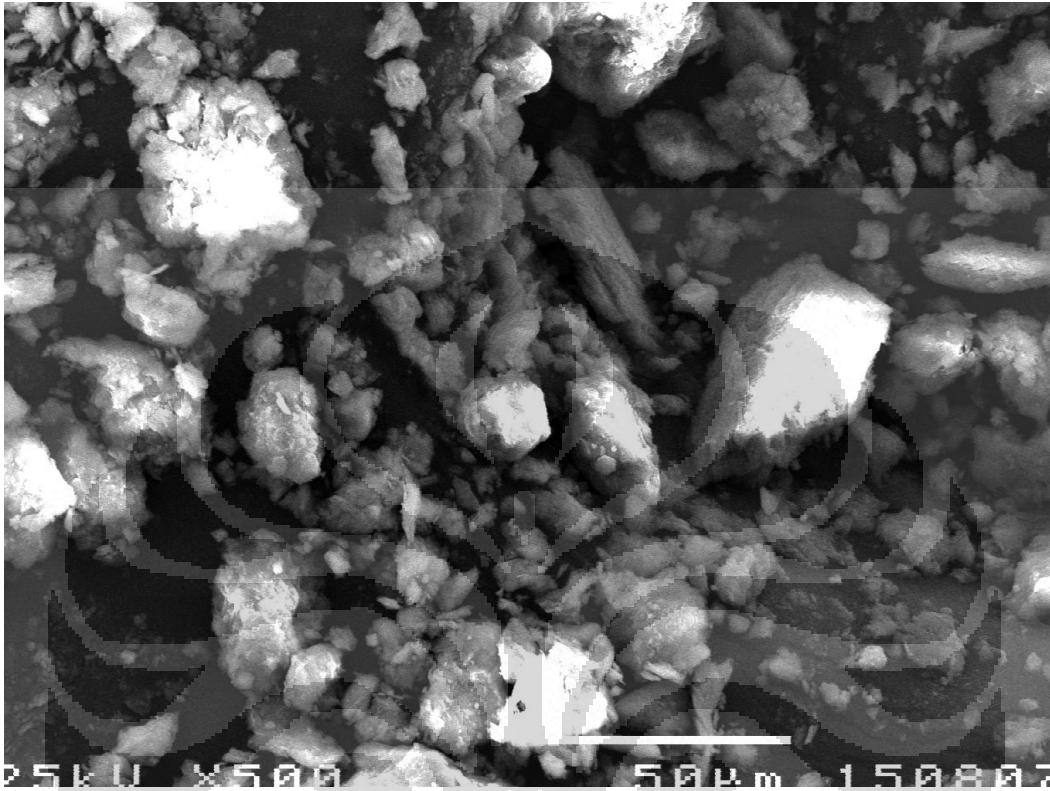


F-PSK-03-02



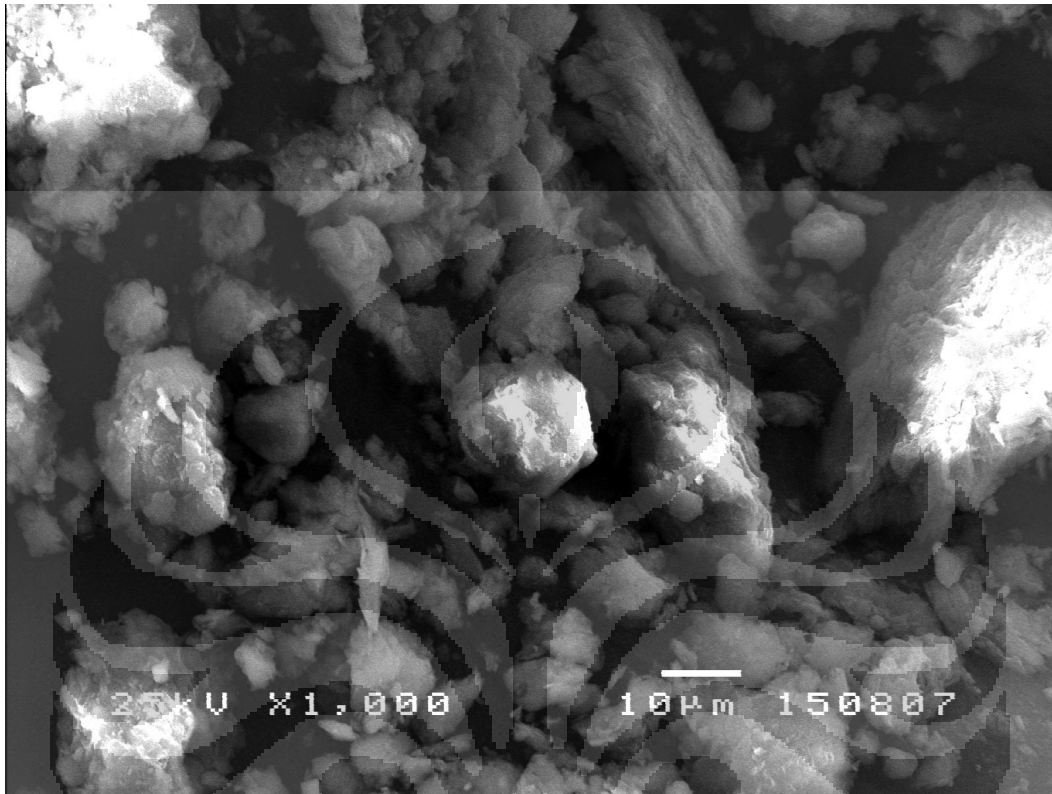
## HASIL UJI SEM

Pembesaran 500 kali



LD - 4

Pembesaran 1000 kali



LD - 5