



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI NILAI *CALIFORNIA BEARING RATIO* (CBR) DAN
DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP) PADA TANAH
MERAH DEPOK DICAMPUR KAOLIN YANG DIPADATKAN**

SKRIPSI

**BAGASKARA KUSUMA
04 05 01 008 6**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA
DEPOK
JULI 2010**

928/FT.01/SKRIP/07/2010



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI NILAI *CALIFORNIA BEARING RATIO* (CBR) DAN
DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP) PADA TANAH
MERAH DEPOK DICAMPUR KAOLIN YANG DIPADATKAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**BAGASKARA KUSUMA
04 05 01 008 6**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
KEKHUSUSAN GEOTEKNIK
DEPOK
JULI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Bagaskara Kusuma

NPM : 0405010086

Tanda Tangan : 

Tanggal : 15 Juli 2010



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Bagaskara Kusuma
NPM : 0405010086
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Studi Nilai *California Bearing Ratio (CBR)* dan
Dynamic Cone Penetrometer (DCP) Pada Tanah Merah Depok Dicampur Kaolin
Yang Dipadatkan

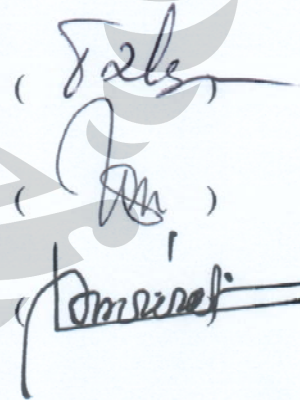
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Tommy Ilyas, M.Eng

Penguji : Dr. Ir. Wiwik Rahayu, DEA

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



Ditetapkan di : Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas
Indonesia, Depok

Tanggal : 15 Juli 2010

KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan kekuatan kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini;
- 2) Prof. Dr. Ir. Tommy Ilyas, M.Eng, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- 3) Dr. Ir. Wiwik Rahayu, DEA dan Dr. Ir. Damrizal Damoerin, M.Sc, selaku dosen penguji yang telah memberi kritik dan saran untuk penulisan skripsi ini;
- 4) Laboran di laboratorium mekanika tanah, pak Wardoyo, pak Sunarto, dan mas Anto yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
- 5) orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- 6) sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 15 Juli 2010

Penulis

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

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

Nama : Bagaskara Kusuma
NPM : 0405010086
Program Studi : Sarjana S1 Reguler
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

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

STUDI NILAI *CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)* DAN *DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP)* PADA TANAH MERAH DEPOK DICAMPUR KAOLIN YANG DIPADATKAN

beserta 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 : 15 Juli 2010

Yang menyatakan



(Bagaskara Kusuma)

ABSTRAK

Nama : Bagaskara Kusuma

Program Studi : Teknik Sipil

Judul : Studi Nilai California Bearing Ratio (CBR) dan Dynamic Cone Penetrometer (DCP) pada Tanah Merah Depok Dicampur Kaolin yang

Dipadatkan

Skripsi ini merupakan studi terhadap kuat daya dukung tanah dengan menggunakan kaolin sebagai bahan campuran terhadap tanah merah. Pengaruh penambahan bubuk kaolin *mesh* 325 pada tanah merah Depok dapat memodifikasi nilai CBR. Dengan pengujian pemadatan proktor yang dimodifikasi diketahui perubahan tingkat kepadatan dengan penambahan kaolin membuat nilai CBR naik secara proporsional hingga kadar tertentu. Hubungan uji CBR yang umum dipakai sebagai parameter prediksi kekuatan tanah, dengan uji DCP yang menghasilkan profilisasi tanah terhadap ketahanan penetrasi dapat dibandingkan langsung melalui korelasi rumusan empiris dalam fungsi logaritma. Dimana dalam penelitian ini didapatkan nilai korelasi dengan dua kondisi yaitu *unsoaked* dan *soaked*.

Kata kunci:
pemadatan proktor, CBR, DCP, tanah merah, kaolin, *unsoaked*, *soaked*.

ABSTRACT

Name : Bagaskara Kusuma

Study Program: Civil Engineering

Title : Study of California Bearing Ratio (CBR) and Dynamic Cone Penetrometer (DCP) in Compacted Depok Red Soil Mixed Kaolin.

This paper is study about soil bearing capacity by using kaolin as an ingredient mixture of red soil. Effect of the addition of 325 mesh powdered kaolin on depok red soil can modify the value of CBR. By testing with modified proctor compaction known changes in the level density with the addition of kaolin to make CBR value increased proportionally to certain degree. CBR test relationship which is commonly used as parameter with predictive parameter soil strength, with the DCP test that produces soil profiling for penetration resistance can be compared directly through the formulation of empirical correlations in the logarithm function. In this study will be gained the correlation value with two conditions, unsoaked and soaked.

Keyword:

proctor compaction, CBR, DCP, red soil, kaolin, unsoaked, soaked.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GRAFIK.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG.....	1
1.2. DESKRIPSI DAN PEMBATASAN MASALAH.....	2
1.3. TUJUAN.....	3
1.4. RUANG LINGKUP PENELITIAN.....	3
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN.....	4
BAB II STUDI LITERATUR.....	6
2.1. TANAH KOHESIF	6
2.1.1. Karakteristik Tanah Merah.....	6
2.1.2. Karakteristik Tanah Kaolin.....	7
2.2. PEMADATAN TANAH	10
2.3. CALIFORNIA BEARING RATIO TEST (CBR)	14
2.3.1. Umum.....	14
2.3.2. Aplikasi dari CBR.....	15
2.4. DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST (DCP).....	16
2.4.1. Umum.....	16
2.4.2. Aplikasi DCP.....	18
2.4.3. Korelasi Nilai CBR-DCP.....	21
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1. KEGIATAN PENELITIAN.....	23
3.2. DIAGRAM ALIR PENELITIAN.....	25
3.2.1. Penjelasan Alur Penelitian.....	26
3.3. UJI CBR.....	27
3.3.1. Maksud dan Tujuan.....	27
3.3.2. Pelaksanaan	27
3.4. UJI DCP	29
3.4.1. Maksud dan Tujuan.....	29
3.4.2. Pelaksanaan	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1. PENDAHULUAN.....	30
4.2. HASIL PEMADATAN MODIFIED PROCTOR.....	30

4.3. HASIL DAN ANALISA UJI CBR	32
4.3.1. Hasil Uji CBR Tanah Merah Depok	33
4.3.2. Hasil Uji CBR Tanah Merah Depok Dengan 5% Kaolin.....	33
4.3.3. Hasil Uji CBR Tanah Merah Depok Dengan 10% Kaolin.....	34
4.3.4. Hasil Uji CBR Tanah Merah Depok Dengan 20% Kaolin.....	35
4.3.5. Hasil Uji CBR Tanah Merah Depok Dengan 30% Kaolin.....	35
4.3.6. Analisa Uji CBR Tanah Merah Dengan Penambahan Kaolin....	36
4.4. HASIL DAN ANALISA UJI DCP	38
4.4.1. Hasil Uji DCP Tanah Merah Depok	39
4.4.2. Hasil Uji DCP Tanah Merah Depok Dengan 5% Kaolin.....	40
4.4.3. Hasil Uji DCP Tanah Merah Depok Dengan 10% Kaolin.....	42
4.4.4. Hasil Uji DCP Tanah Merah Depok Dengan 20% Kaolin.....	44
4.4.5. Hasil Uji DCP Tanah Merah Depok Dengan 30% Kaolin.....	46
4.5. KORELASI NILAI UJI CBR DAN DCP	48
BAB V PENUTUP.....	51
5.1. KESIMPULAN	51
5.2. SARAN.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hasil Tes SEM Tanah Merah Depok	7
Gambar 2.2 Struktur Mineral Kaolinite, Illite,dan Montmorillonite	8
Gambar 2.3 Hasil Tes SEM Kaolinite dan Kaolin Belitung	9
Gambar 2.4 Analisa Gradasi Butiran Kaolin.....	10
Gambar 2.5 Ilustrasi Efek Pemadatan pada Tanah	11
Gambar 2.6 Ilustrasi Efek Energi Pemadatan.....	12
Gambar 2.7 Ilustrasi Jenis Tanah dalam Mempengaruhi Pemadatan	13
Gambar 2.8 Perangkat Uji CBR Laboratorium	14
Gambar 2.9 Uji CBR Sampel Tanah Laboratorium.....	16
Gambar 2.10 Alat Uji DCP.....	17
Gambar 2.11 Tipikal Tabel Contoh Pengolahan Data DCP.....	19
Gambar 2.12 Contoh Hasil Pengujian DCP dan CBR.....	20
Gambar 2.13 Hubungan DCP dan CBR.....	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	25
Gambar 4.1 Pemadatan Dengan Menggunakan Modified Proctor	30
Gambar 4.2 Pengujian CBR Di Laboratorium	32
Gambar 4.3 Perendaman Mold Selama 4 Hari	32
Gambar 4.4 Kondisi Permukaan Tanah Di Mold Setelah Perendaman.....	38
Gambar 4.5 Pengujian DCP Di Laboratorium.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Nilai Kapasitas Pertukaran Kation Mineral Lempung.....	8
Tabel 2.2 Hasil Analisa Kimia Bubuk Kaolin Mesh 325.....	9
Tabel 2.3 Perbandingan Metode Pemadatan Standard dan Modified Proctor	13
Tabel 2.4 Standard Unit Load pada Harga-Harga Penetrasi	15
Tabel 2.5 Variasi Rentang Nilai DCP dan CBR untuk Jenis Tanah.....	21
Tabel 2.6 Referensi Korelasi Nilai DCP-CBR	22
Tabel 4.1 Perbandingan Hasil Uji CBR-DCP Tanah Merah Aktual Dengan Beberapa Penelitian.....	40
Tabel 4.2 Perbandingan Hasil Uji CBR-DCP Tanah Merah Ditambah Kaolin 5% Aktual Dengan Beberapa Penelitian	41
Tabel 4.3 Perbandingan Hasil Uji CBR-DCP Tanah Merah Ditambah Kaolin 10% Aktual Dengan Beberapa Penelitian	43
Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Uji CBR-DCP Tanah Merah Ditambah Kaolin 20% Aktual Dengan Beberapa Penelitian	45
Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Uji CBR-DCP Tanah Merah Ditambah Kaolin 30% Aktual Dengan Beberapa Penelitian	47

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Kurva Pemadatan Modified Proctor Tanah Merah Dengan Kaolin	31
Grafik 4.2 Kurva Ketahanan Penetrasi CBR Tanah Merah	33
Grafik 4.3 Kurva Ketahanan Penetrasi CBR Tanah Merah Ditambah 5% Kaolin	34
Grafik 4.4 Kurva Ketahanan Penetrasi CBR Tanah Merah Ditambah 10% Kaolin	34
Grafik 4.5 Kurva Ketahanan Penetrasi CBR Tanah Merah Ditambah 20% Kaolin	35
Grafik 4.6 Kurva Ketahanan Penetrasi CBR Tanah Merah Ditambah 30% Kaolin	36
Grafik 4.7 Kurva Pengaruh Penambahan Kaolin Terhadap Ketahanan CBR	37
Grafik 4.8 Kurva Indeks DCP Tanah Merah	39
Grafik 4.9 Kurva Korelasi DCP-CBR Tanah Merah	40
Grafik 4.10 Kurva Indeks DCP Tanah Merah Dengan 5% Kaolin	41
Grafik 4.11 Kurva Korelasi DCP-CBR Tanah Merah Dengan 5% Kaolin	42
Grafik 4.12 Kurva Indeks DCP Tanah Merah Dengan 10% Kaolin	43
Grafik 4.13 Kurva Korelasi DCP-CBR Tanah Merah Dengan 10% Kaolin	44
Grafik 4.14 Kurva Indeks DCP Tanah Merah Dengan 20% Kaolin	45
Grafik 4.15 Kurva Korelasi DCP-CBR Tanah Merah Dengan 20% Kaolin	46
Grafik 4.16 Kurva Indeks DCP Tanah Merah Dengan 30% Kaolin	47
Grafik 4.17 Kurva Korelasi DCP-CBR Tanah Merah Dengan 30% Kaolin	48
Grafik 4.18 Kurva Perbandingan Hasil CBR-DCP Laboratorium Dengan Beberapa Penelitian	49
Grafik 4.19 Kurva Perbandingan Korelasi CBR-DCP Laboratorium Dengan Beberapa Penelitian	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengolahan Data Indeks Properti Tanah

Lampiran 2 Pengolahan Data Pemadatan Modified Proctor

Lampiran 3 Pengolahan Data CBR

Lampiran 4 Pengolahan Data DCP

Lampiran 5 Foto SEM dan Kimia Tanah



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Aspek geoteknik merupakan hal yang penting dalam konstruksi jalan sejak para ahli menyadari bahwa pekerjaan sipil yang sukses tergantung dari kekuatan dan integritas dari material pondasi. Desain jalan dan konstruksi diatas tanah lunak membuat para insinyur tertantang untuk menghadapi serta mencari solusinya, dimana banyak sekali penyelesaian atau opsi geoteknikal yang telah tersedia sebagai bahan pertimbangan dalam desain. Namun langkah awal dalam merencanakan atau merekayasa desain sedemikian rupa dengan prosedur dan desain sesuai acuan persyaratan yang telah ditentukan ialah mutlak. Sehingga investigasi terhadap tanah, baik penelitian dan investigasi yang lengkap akan memberikan informasi tambahan yang memungkinkan perencana untuk melakukan perhitungan dengan detail serta beberapa faktor-faktor lain terkait dengan aspek geoteknikal khususnya perilaku tanah, sehingga desain dapat dibuat secara efisien dan tepat guna secara ekonomis.

Dalam desain konstruksi timbunan, khususnya dalam timbunan jalan, kestabilan dan besarnya daya dukung merupakan hal penting. Kestabilan jangka pendek untuk timbunan tanah lunak lebih kritis dibandingkan untuk jangka panjangnya karena tanah akan semakin terkonsolidasi dalam beberapa jangka waktu oleh beban dan meningkatnya kekuatan. Sehingga dalam proyek timbunan perkerasan jalan, penimbunan dilakukan secara bertahap dengan pemadatan per lapis timbunan, dengan tujuan kestabilan jangka pendek serta diraihnya kekuatan daya dukung yang lebih cepat. Untuk itu, perlu adanya kontrol yang mengetahui besaran suatu daya dukung lapisan timbunan dengan uji perangkat nilai parameter geoteknikal yang akan saling terkait.

Penggunaan bahan material timbunan juga berperan dalam menentukan kuat daya dukung tanah. Tanah timbunan yang buruk tentu membuat proses pemadatan lebih lama untuk mencapai nilai CBR yang tinggi serta kestabilan tanah yang kurang baik khususnya pada kondisi kritis. Untuk

memperbaiki hal tersebut, telah digunakan alternatif dalam memodifikasi indeks properti tanah yang berkaitan dengan daya dukung serta mengatur gradasi butiran partikel tanah, dengan stabilisasi menggunakan unsur material tambahan lainnya. Biasanya unsur material yang umum digunakan dalam stabilisasi ialah kapur dan semen, namun ada juga yang menggunakan material lain berupa limbah seperti abu batubara, garam laut dan lain-lain. Ketersediaan bahan material lain yang dapat dikontrol serta memiliki kestabilan dan ramah lingkungan, misalnya kaolin yang umum digunakan dalam bahan baku industri. Namun masih minimnya penggunaan di bidang teknik sipil membutuhkan riset mengenai studi penambahan material kaolin pada tanah.

Umumnya dalam konstruksi pembuatan timbunan jalan maupun konstruksi timbunan lainnya yang menggunakan pengurugan, dilakukan uji *California Bearing Ratio* (CBR). Uji CBR ini telah menjadi standar pengujian parameter kekuatan tanah. Besaran nilai parameter uji CBR ini menentukan desain konstruksi struktur jalan yang akan dibuat seperti ketebalan lapisan perkerasan di atasnya maupun kapasitas beban jalan. Telah diketahui selama ini banyaknya konstruksi jalan yang memiliki umur singkat diakibatkan karena pengabaian kebutuhan jumlah data nilai CBR yang mencukupi. Untuk mendapatkan kecukupan nilai data CBR hingga kini digunakan alternatif yang lebih cepat namun cukup mewakili nilai parameter data CBR. Alternatif yang telah lama dikembangkan ialah penggunaan alat Penetrasi Konus Dinamis (*Dynamic Cone Penetrometer*), yaitu perangkat yang didesain untuk menguji kekuatan lapisan tanah dengan cepat. Dimana DCP yang menggunakan prinsip penetrasi pada tanah, dengan acuan kekuatan kepada ketahanan penetrasi yang dapat dijadikan referensi dalam melengkapi kebutuhan data nilai CBR secara cepat.

1.2. DESKRIPSI DAN PEMBATASAN MASALAH

Tanah sebagai penopang bangunan dan infrastruktur sipil merupakan struktur alami yang berperan dalam menyerap beban serta tumpuan kestabilan atas struktur-struktur di atasnya. Kestabilan dan perilaku tanah akan sangat menentukan interaksi terhadap struktur bangunan di atasnya sehingga desain

bangunan harus mengikuti atau direncanakan terhadap kondisi tanah tersebut. Begitu juga halnya dengan konstruksi jalan, dimana konstruksi jalan mencakup pondasi yang berupa timbunan sehingga aspek geoteknik perlu ditekankan.

Oleh karena itu, diperlukan adanya studi untuk memahami struktur dan perilaku tanah yang berperan terhadap kestabilan suatu konstruksi sipil, yang meliputi kajian studi karakteristik suatu tanah dan pengaruh material tambahan lainnya sebagai stabilisator, khususnya pada konstruksi timbunan tanah. Selain itu penggunaan parameter yang hanya mengandalkan nilai uji CBR dan tidak melingkupi parameter dari perangkat uji tanah lainnya untuk meyakinkan karakteristik dari perilaku pemadatan tanah, masih perlu diketahui lebih lanjut. Sehingga pemahaman detail mengenai hal ini akan menjadi kunci dalam menghadapi sifat perilaku tanah, sehingga nantinya akan memberikan informasi dalam melakukan perencanaan secara efektif dan meredam serta menghilangkan dampak kerusakan suatu konstruksi akibat kondisi struktural tanah.

1.3. TUJUAN

Penelitian ini memiliki tujuan untuk memahami lebih dalam mengenai hubungan antara nilai uji parameter CBR dan nilai parameter penetrasi DCP. Tujuan spesifiknya ialah:

- Melakukan pengamatan dan mempelajari karakteristik pemadatan tanah dicampur dengan kaolin.
- Mengetahui besarnya pengaruh penambahan kaolin pada tanah dengan nilai parameter daya dukung tanah CBR
- Mengetahui hubungan uji CBR dan DCP dengan korelasi rumusan empiris.

1.4. RUANG LINGKUP PENELITIAN

Pada penelitian ini sampel yang dipakai ialah tanah merah depok di Lapangan GK FTUI dengan tanah kaolin yang berupa bubuk lempung kaolin industri mesh 325. Kedua material tersebut akan dicampurkan sebagai sampel

pemadatan. Nilai daya dukung tanah (*bearing capacity*) pada riset ini didasarkan pada besaran persentase ketahanan CBR, dimana akan dihubungkan dengan ketahanan penetrasi mengacu pada indeks DCP.

1.5. SISTEMATIKA PENULISAN

a. Bab 1: Pendahuluan

Pada bab ini membahas mengenai hal-hal yang berkaitan dalam penulisan laporan seperti; latar belakang dilakukannya studi penambahan kaolin terhadap tanah merah dari nilai CBR (*California Bearing Ratio*) dan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*), batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penulisan skripsi.

b. Bab 2: Studi Literatur

Membahas mengenai teori-teori sebagai kerangka acuan dalam penyelesaian dan analisa permasalahan penelitian ini. Dimana dalam bab ini akan banyak membahas deskripsi dan karakteristik umum dari tanah kohesif seperti tanah merah dan kaolin. Juga membahas pengertian mengenai uji CBR (*California Bearing Ratio*) dan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) serta korelasi nilai CBR dan DCP dari penelitian yang ada sebelumnya.

c. Bab 3: Metodologi Penelitian

Pada Bab ini dibahas mengenai metodologi penelitian secara keseluruhan mencakup sistematika penelitian serta prosedur pembuatan dan pengujian benda uji dari *index properties* sampel sampai pengujian nilai kuat CBR dan indeks DCP.

d. Bab 4: Hasil dan Pembahasan

Membahas mengenai hasil yang didapat dari penelitian yang telah dilakukan beserta analisis berdasarkan hasil penelitian dari sampel

yang dibuat pada tanah merah dengan penambahan kaolin berdasarkan nilai uji CBR dan indeks DCP.

e. Bab 5: Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan yang didapat dari analisis pada bab sebelumnya dari hasil pengujian nilai CBR dan DCP, beserta saran-saran yang diberikan guna penelitian lebih lanjut.



BAB II STUDI LITERATUR

2.1. TANAH KOHESIF

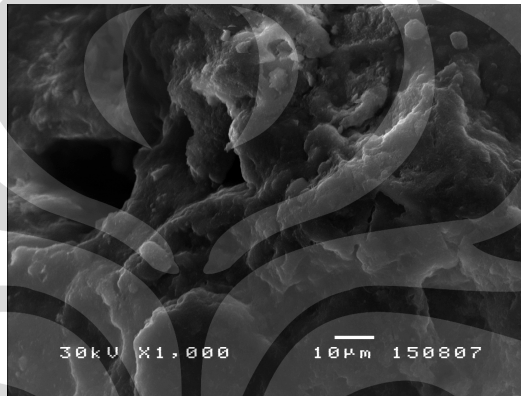
Tanah kohesif adalah tanah yang terbentuk dalam partikel kecil tanah dan memiliki kadar air tinggi. Tanah kohesif terdiri atas lanau (*silt*), lempung (*clay*) dan material organik. Lempung memiliki kekuatan yang kecil, kompresibilitas tinggi dan ada yang sensitif. Lempung terdiri dari beberapa mineral. Pada dasarnya lempung memiliki komposisi *silica tetrahedron* dan alumina dengan ukuran butiran lempung sangat kecil, yaitu kurang dari 2 μm . Mineral lempung umumnya terbentuk dari pelapukan kimiawi dan dekomposisi dari *feldspars*, seperti *orthoclase* dan *plagioclase* serta *mica*, Noor Asmah (2008).

2.1.1. KARAKTERISTIK TANAH MERAH

Tanah merah merupakan tanah yang meliputi sebagian besar wilayah di Indonesia, pada daerah beriklim campuran basah dan kering, dan terbentuk dari batuan beku dan sedimen atau malihan. Tanah merah merupakan tipikal tanah residual yang mengalami kondisi pelapukan dan pencucian atau *leaching*, sehingga memberikan tanah kaya kandungan besi dan aluminium oksida (Fe, Al *oxides*) yang memberikan warna merah, karena itu tanah merah disebut juga tanah laterit.

Mineral lempung (*clay*) yang terbentuk pada daerah tropis umumnya terdiri atas empat grup yaitu kaolin, halloysite, montmorillonite dan illite, serta dua grup varietas lainnya sebagai konstituen ialah vermiculite dan chlorite. Pada tanah merah tropikal umum ditemukan fraksi lempung yang merupakan oksidasi hidrat dari besi (*hydrated iron oxides*) dan aluminium (*hydrated aluminium oxides*). Dimana untuk *hydrated aluminium oxides*, mineral yang umum meliputi gibbsite ($\text{Al}(\text{OH})_3$) dan cliachite ($\text{Al}_2\text{O}_3(\text{H}_2\text{O})_x$), lalu untuk *hydrated iron oxides* meliputi mineral goethite ($\text{Fe}_2\text{O}_3\text{H}_2\text{O}$) dan limonite ($\text{H}_2\text{FeO}_4(\text{H}_2\text{O})_x$) (W. J Morin &

Peter C. Todor, 1975). (Hay & Jones, 1972) menyebutkan bahwa derajat pencucian (*leaching*) yang dipengaruhi oleh curah hujan, daerah yang tinggi curah hujan, mineral gibsite akan banyak ditemukan, (Morin & Ayetes, 1971) curah hujan yang tinggi menurunkan kadar kaolinite (W. J Morin & Peter C. Todor, 1975). Morin & Ayetes (1971) menambahkan bahwa pada daerah yang kering dimana pencucian (*leaching*) sedikit terjadi, akan ditemukan mineral calcite dan montmorillonite (W. J Morin & Peter C. Todor, 1975).



Gambar 2.1 Hasil tes SEM (Scanning Electron Micrograph) Tanah Merah Depok
(Sumber : Laboratorium material science MIPA UI Salemba)

2.1.2. KARAKTERISTIK TANAH KAOLIN

Kaolin merupakan salah satu anggota beberapa kelompok mineral lempung. Disebutkan bahwa kaolin merupakan kelompok kristalin dalam mineral lempung berdasarkan struktur kimia mineralnya, *Grim* (1953). Ciri khas kaolin disebutkan oleh Murray, *Applied Clay Mineralogy, Volume 2*, yaitu, berwarna putih, kekerasan (skala Mohs) 1,5-2, berat jenis 2,60-2,63, anisotropik, 1:1 layer clay (1 lembar tetrahedral silica dan 1 lembar octahedral alumina), struktur mineral pseudo-hexagonal plates dan berbuku (hasil uji SEM), kapasitas absorpsi rendah, plastik. Dari strukturnya kaolinite, mineral utama kaolin, memiliki struktur lembaran yang sederhana, sehingga membuat nilai kapasitas pertukaran kation (CEC) menjadi lebih kecil, yang membuat mengapa mineral ini memiliki kapasitas absorpsi air yang rendah dibanding mineral lainnya seperti illite, dan montmorillonite.

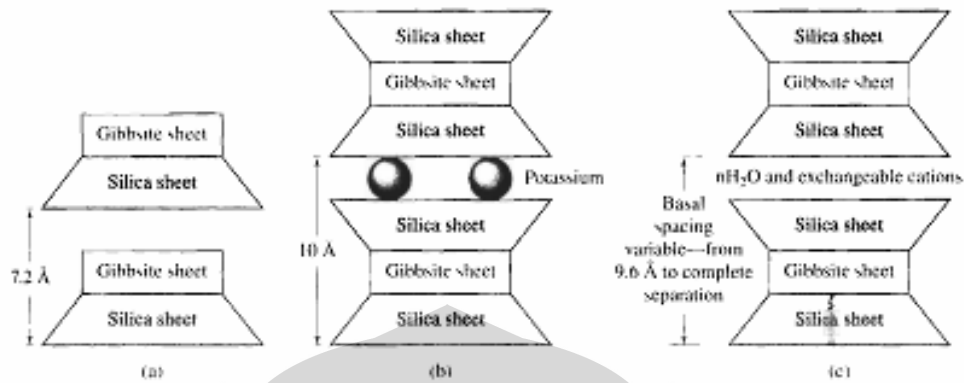


Diagram of the structures of (a) kaolinite; (b) illite; (c) montmorillonite

Gambar 2.2 Struktur mineral Kaolinite, Illite dan Montmorillonite

(Sumber : Principles of Geotechnical Engineer, Fifth Edition, Braja. M Das)

Tabel 2.1 Perbandingan nilai kapasitas pertukaran kation mineral lempung

(Sumber : Developments in Clay Science, Vol 1, Ch 12.10, F. Bergaya, et. al)

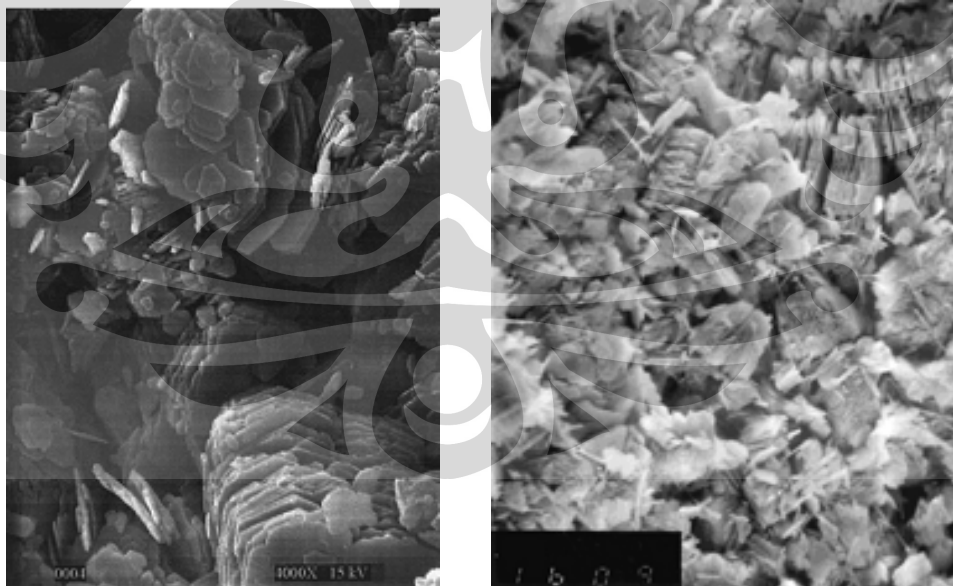
CEC of clay minerals in $\text{cmol}(+)/\text{kg}$ (= $\text{meq}/100 \text{ g}$)
(Weiss, 1958b; Grim, 1968)

Kaolinite	3–15
Halloysite · 2H ₂ O	5–10
Halloysite · 4H ₂ O	40–50
Montmorillonite	70–120
Vermiculite	130–210
Illite	10–40
Micas (biotite, muscovite)	up to 5
Chlorite	10–40
Sepiolite, palygorskite	20–30

Disebutkan H. Van Olphen & J.J Fripiat, *Data Handbook for Clay Materials and Other Non-Metallic Minerals* (1979), mineralogi untuk lempung kaolin terdiri atas kaolinite dengan komposisi 85 hingga 90%, dan mineral lainnya, yaitu mica (8-12%), quartz (0,5-2%), dan feldspar (2-3%). Disebutkan juga bahwa distribusi ukuran kaolin terdiri atas 78% clay dan 22% silt, dengan keaktifan 0,28 dan berat spesifik (Gs) yaitu 2,61. Formula struktur kaolinite ialah $\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ dan komposisi kimia teoritikal ialah SiO_2 , 46,54%; Al_2O_3 , 39,50%; dan H_2O , 13,96%.

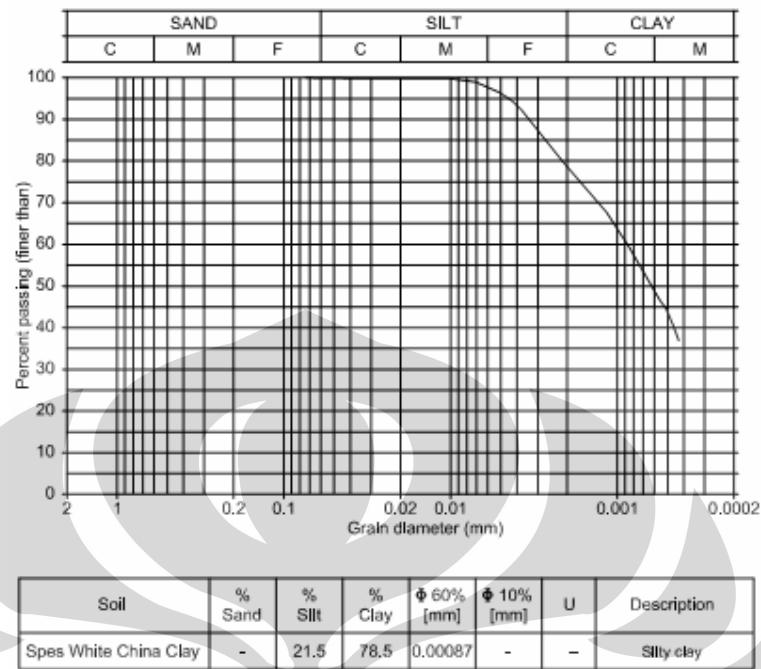
Tabel 2.2 Hasil Analisa Kimia Bubuk Kaolin Mesh 325
(Sumber: PT. Asia KaolinRaya dan Hasil Uji XRF Lab. Salemba)

Komponen	Komposisi Kimia (%)	
	Kering	Hasil Uji XRF
SiO ₂	47,69	55,2134
Al ₂ O ₃	38,02	43,0692
Fe ₂ O ₃	0,7	0,8244
TiO ₂	0,19	0,2579
CaO	0,03	-
MgO	0,04	-
Na ₂ O	<0,01	-
K ₂ O	<0,01	0,6351
MnO ₂	<0,01	-
Cr ₂ O ₃	<0,01	-
Hilang Pijar	13,03	-
Jumlah	100	100



Gambar 2.3 Hasil tes SEM (Scanning Electron Micrograph) Kaolinite (kiri) dan Kaolin Belitung (kanan)

(Sumber : Applied Clay Mineralogy, Vol 2, Murray.)



Gambar 2.4 Analisa Gradasi Butiran Kaolin

(Sumber : Geotechnical and Mineralogical Characterization, Ch 6, 20 Juli 2010,

<www.enrgworks.com/ch/Chapter6.pdf>)

2.2. PEMADATAN TANAH

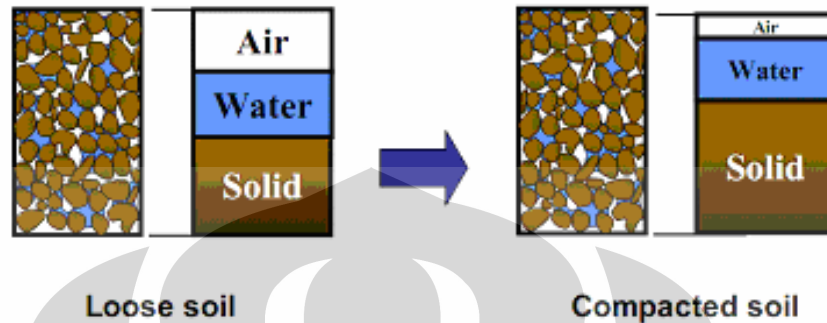
Pemadatan tanah telah umum dilakukan untuk menambah kekuatan tanah dengan meningkatkan unit beratnya. Pemadatan tanah atau *compaction* merupakan proses densifikasi tanah dengan mengurangi rongga udara menggunakan peralatan mekanis. Derajat pemadatan tanah diketahui dalam parameter pengukuran unit berat kering.

Adapun tujuan dari pemadatan ialah:

- Meningkatkan kapasitas daya dukung dari tanah
- Mengurangi penurunan atau *settlement* pada struktur
- Mengontrol perubahan volume yang tidak diinginkan
- Mereduksi konduktivitas hidrolis
- Meningkatkan kestabilan suatu lereng

Secara definisi pemadatan atau kompaksi ialah salah satu proses densifikasi dimana partikel tanah akan tersusun tanpa adanya aliran air keluar,

yang mana diakibatkan dari diaplikasikannya energi mekanik, namun walau demikian tetap terjadi perubahan kadar air.



Gambar 2.5 Ilustrasi Efek Pemadatan Pada Tanah

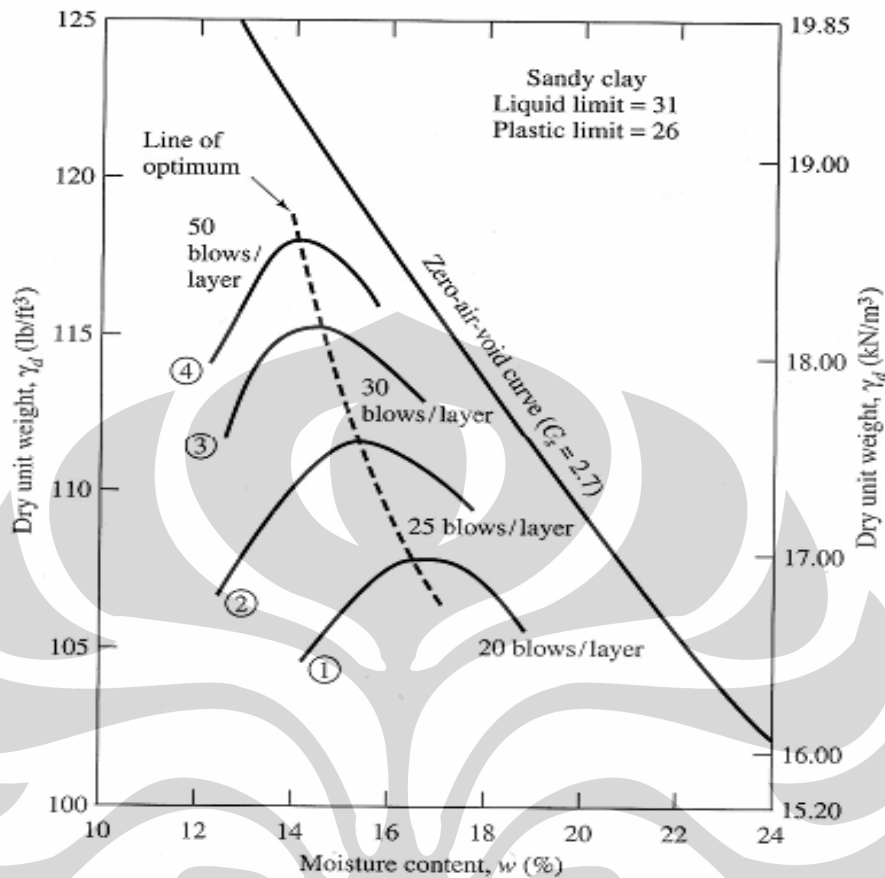
(Sumber : Bahan Kuliah Soil Mechanics and Foundation, Dr Lanbo Liu, University of Connecticut.)

Dalam pemadatan tanah, ada 4 faktor yang mempengaruhi kontrol pemadatan, yaitu:

- Energi pemadatan (*compaction effort*)
- Tipe tanah dan gradasi
- Kadar air
- Unit berat kering (*dry unit weight*)

Pada tanah, pemadatan merupakan fungsi dari kadar air. Air pada tanah, pada saat pemadatan berperan sebagai pelembut (*softening agent*) atau pelumasan pada partikel tanah. Sehingga air akan membantu menyusun partikel tanah mengisi rongga udara menjadi lebih padat. Namun kelebihan air tidak akan membantu tanah mencapai densitas yang padat hal ini karena rongga udara telah terisi oleh air yang bersifat inkompresibel yang membuat partikel tanah akan mengalir atau kehilangan friksi dan energi pemadatan langsung diterima oleh air.

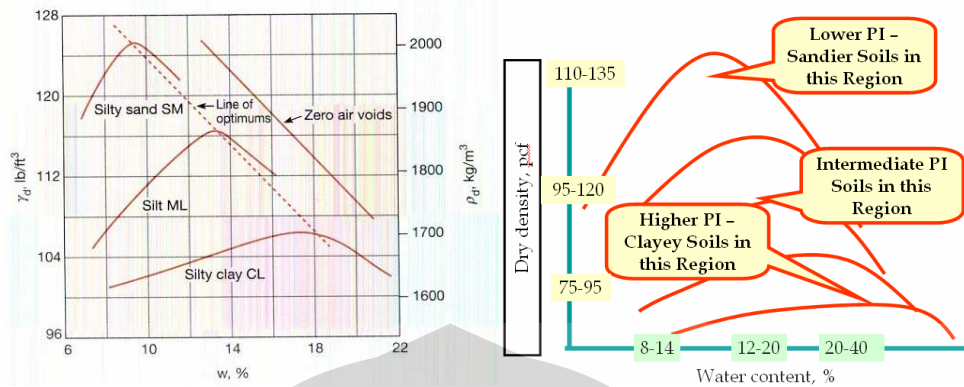
Energi pemadatan tanah akan mempengaruhi suatu karakteristik kurva pemadatan, dimana semakin besar energi pemadatan yang diterima tanah maka efek densifikasinya akan semakin besar, sehingga nilai optimum kadar air akan bergeser lebih kecil namun akan diperoleh nilai maksimum unit berat kering lebih besar.



Gambar 2.6 Ilustrasi Efek Energi Pematatan.

(Sumber: Bahan Kuliah Soil Mechanics and Foundation, Dr Lanbo Liu, University of Connecticut)

Tipe tanah serta gradasi juga akan mempengaruhi kurva pematatan. umumnya tanah yang dominan berbutir halus atau *fine grain* akan membutuhkan kadar air lebih untuk mencapai pematatan optimum, sebaliknya tanah dominan berbutir kasar atau *coarse grain* membutuhkan sedikit kadar air untuk mencapai kadar air pematatan optimum. Hal ini juga terkait pada sifat plastisitasnya dimana tanah berbutir halus atau *fine grain* seperti lempung kelanauan memiliki sifat plastis dibanding tanah berbutir kasar seperti pasir kelanauan yang memiliki index plastisitas rendah.



Gambar 2.7 Ilustrasi Jenis Tanah dalam Mempengaruhi Pematatan

(Sumber : Bahan Kuliah Soil Mechanics and Foundation, Dr Lanbo Liu, University of Connecticut (kiri). Artikel Review of Compaction Principles, [www. geotechnicalinfo.com](http://www.geotechnicalinfo.com) (kanan))

Didalam pengujian pematatan tanah dilaboratorium, ada dua macam jenis pematatan proctor, yaitu *standard proctor* dan *modified proctor*. Berikut tabel perbandingan kedua metode tersebut:

Tabel 2.3 Perbandingan Metode Pematatan Standard dan Modified Proctor
(Sumber: Modul Praktikum Mekanika Tanah 1, Laboratorium Mekanika Tanah FTUI)

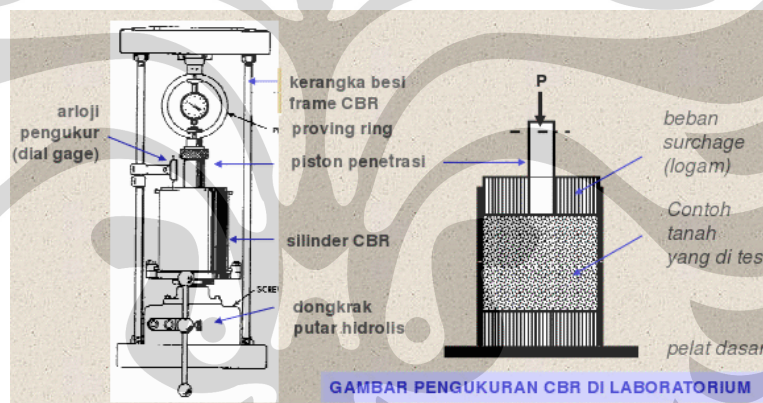
Test Identification	AASHTO T 99 ASTM D698 (Standard Proctor)		AASHTO T180 ASTM D 1557 (Modified Proctor)	
Diameter Mould (inch)	4"	6"	4"	6"
Berat Hammer (lb)	5,5	5,5	10	10
Tinggi Jatuh Hammer (inch)	12	12	18	18
Jumlah Layer	3	3	5	5
Jumlah Pukulan Per Layer	25	56	25	56
C.E (lb/ft ²)	12,375	12,375	56,25	56,25
Ukuran butiran maksimum yang lolos	No.4 (3/4")	No.4 (3/4")	No.4 (3/4")	No.4 (3/4")

2.3. CALIFORNIA BEARING RATIO TEST (CBR)

2.3.1. UMUM

Uji CBR telah dikembangkan sejak masa perang dunia ke-2 oleh insinyur militer Amerika. Dimana saat itu untuk membangun landasan pesawat udara di kepulauan pasifik harus dilakukan dengan cepat, sehingga didapatkan uji tes CBR yang secara instan membantu perhitungan konstruksi landasan dan kebutuhan minimum konstruksi.

Uji CBR awal mula ditemukan oleh O.J Porter (*The Preparation of Subgrades, Proc.Highway Res. Board, 18(2), 324-331, 1938*), lalu dikembangkan oleh California State Highway Departement, selanjutnya dikembangkan dan di modifikasi lagi oleh institusi di Amerika yaitu U.S Army Corps of Engineers.



Gambar 2.8 Perangkat Uji CBR Laboratorium

(Sumber: Rekayasa Perkerasan Jalan, Dr. Ir. Erizal, Magr. Institut Pertanian Bogor)

CBR hingga saat ini digunakan secara luas sebagai evaluasi daya dukung *subgrade* atau tanah dasar. Serta sebagai standar dalam perencanaan perkerasan fleksibel. Secara definisi CBR ialah suatu perbandingan antara beban percobaan dengan beban standar dan dinyatakan dalam persentase. Dinyatakan dalam rumus:

$$CBR = \frac{PT}{PS} \times 100\%$$

dimana PT = beban percobaan (*test load*); PS = beban standar (*standar load*).

Sehingga nilai CBR adalah perbandingan antara kekuatan tanah (dengan kepadatan dan kadar air tertentu) terhadap kekuatan batu pecah bergradasi rapat sebagai standar material dengan nilai CBR = 100.

Tabel 2.4 Standard Unit Load Pada Harga Penetrasi ASTM D 1883-07
(Sumber: Modul Praktikum Mekanika Tanah 1, Laboratorium Mekanika Tanah FTUI)

Penetrasi	Standard Unit Load
0,1"	1000 psi
0,2"	1500 psi
0,3"	1900 psi
0,4"	2300 psi
0,5"	2600 psi

dengan beban (*load*) didapat dari hasil pembacaan dial penetrasi yang kemudian dikorelasikan dengan grafik *Calibration Prooving Ring*. Serta :

Test Unit Load (psi) = tegangan (σ)

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{M(LRC)}{A}$$

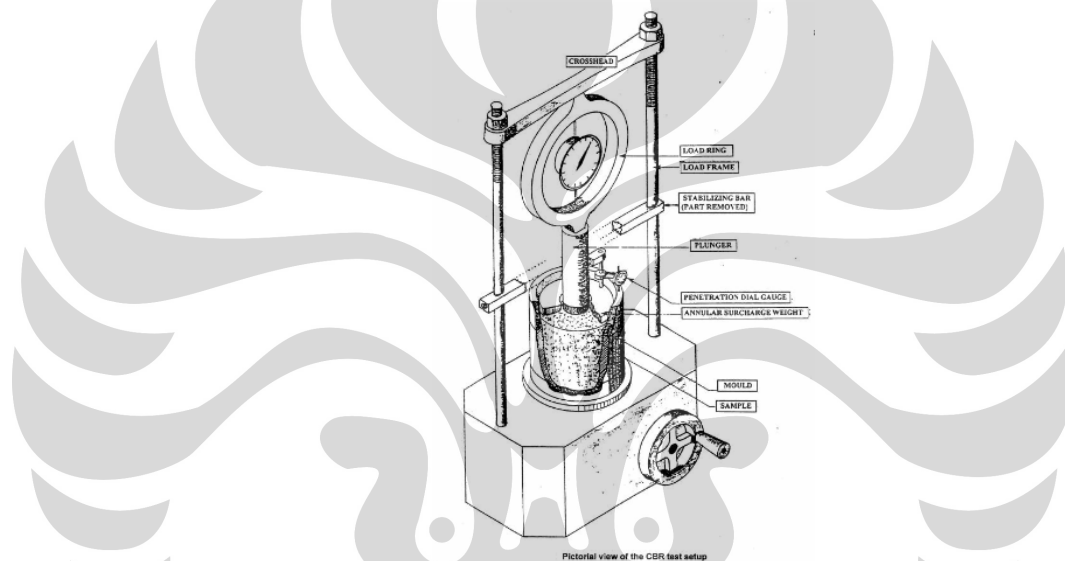
dimana A= luas piston; P=M.LRC; LRC=faktor kalibrasi. Nilai CBR bervariasi antara 0 hingga 100%. Semakin besar nilai CBR mengindikasikan tanah makin kuat. Jika densitas tanah rendah maka nilai CBR juga rendah. Dapat diketahui bahwa CBR merupakan fungsi dari kadar air tanah dan berat volume kering dari tanah ($CBR = f(Wc, \gamma d)$). Dengan analogi yang dijelaskan Dr. Ir. Erizal, Magr., *Bahan Kuliah Rekayasa Perkerasan Jalan*, jika tanah lempung mengering (Wc mengecil) maka harga CBR naik. Sebaliknya kalau membasah (Wc membesar) maka harga CBR mengecil. Suatu tanah pasir yang renggang (tidak padat maka CBR-nya kecil. Bila kemudian pasir tersebut dipadatkan, CBR-nya naik.

2.3.2. APLIKASI DARI CBR

Aplikasi dari uji CBR umumnya dipakai pada pondasi timbunan, dan biasanya pada konstruksi jalan, dengan pembebanan pondasi beban sementara sehingga hanya mempengaruhi besaran parameter daya dukung

saja. CBR tidak cocok untuk desain pondasi dengan beban tetap, karena CBR tidak memperhitungkan penurunan tanah (*settlement*).

Dalam pengujian diketahui ada berbagai macam jenis CBR, namun untuk CBR laboratorium dibedakan atas 2 macam yaitu, CBR laboratorium rendaman (*soaked laboratory CBR*) dan CBR laboratorium tanpa rendaman (*unsoaked laboratory CBR*). Aplikasi kedua uji tersebut untuk mengetahui karakteristik dari pemadatan tanah yang telah dilakukan, dengan adanya uji perendaman dapat diketahui kondisi kritis daya dukung tanah.



Gambar 2.9 Uji CBR Sampel Tanah Laboratorium

(Sumber: Standard Test Procedure, Gazi Sharif. Government of the People's Republic of Bangladesh Ministry of Communications Road and Highways Department)

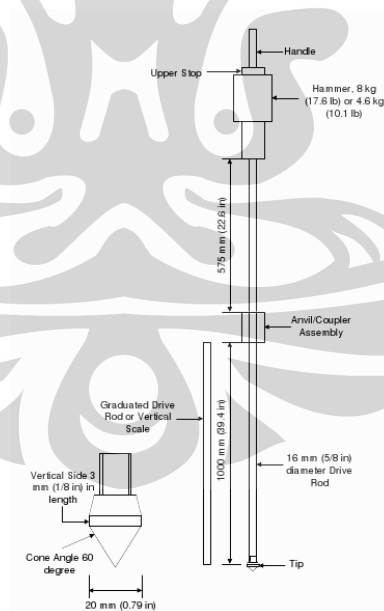
2.4. DYNAMIC CONE PENETROMETER TEST (DCP)

2.4.1. UMUM

Dynamic Cone Penetrometer (DCP) ialah perangkat yang sederhana, dapat dipakai pada permukaan yang tidak rata, ekonomis dan memberikan indeks kekuatan struktur tanah in-situ secara cepat. DCP dipakai untuk mengukur ketahanan material (tanah) atau resistansi terhadap penetrasi ketika konus dari alat ini dipancarkan kedalam sampel material tanah. Jumlah pukulan (*blows*) saat pengujian dicatat terhadap kedalaman dari penetrasi. perangkat yang sederhana, dapat dipakai pada

permukaan yang tidak rata, ekonomis dan memberikan indeks kekuatan struktur tanah in-situ secara cepat. Garis kemiringan atau *slope* yang menghubungkan antara jumlah pukulan dan kedalaman penetrasi (dalam milimeter per pukulan) secara linear pada segmen kedalaman yang dicatat, sebagai indeks penetrasi DCP (DPI), dimana dapat dikorelasikan dengan *California Bearing Ratio* atau CBR (Sawangsuriya et al., 2008).

DCP merupakan perangkat yang terdiri dari konus pada bagian ujung bawah dari batang vertikal. Untuk penetrasi sebuah palu diangkat hingga ketinggian tertentu untuk dijatuhkan hingga memukul anvil perangkat dan menekan konus, secara berulang untuk mendapatkan pukulan (*blows*) terhadap sampel tanah. Skala vertikal dipakai sebagai pengukur kedalaman penetrasi dari konus. Pada pencatatan, ditemui perubahan dalam nilai penetrasi yang menggambarkan perubahan kekuatan material. Semakin sulit konus berpenetrasi maka semakin kuat material struktur tanahnya, sebaliknya semakin mudah konus berpenetrasi maka struktur material tanah kurang kuat.



Gambar 2.10 Alat Uji DCP

(Sumber: Innovative Tools for Highway Construction Quality Control, Auckpath Sawangsuriya, Ph.D. Bureau of Road Research and Development)

DCP yang umum dipakai terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

- *Handle*, sebagai pegangan alat pada tangan.
- Batang bagian atas, diameter 5/8 inch.
- Palu (*Hammer*), berat 8 kg (17,6lb) dengan tinggi jatuh 575 mm (22,6 inch).
- Landasan (*Anvil*) dan batang bagian bawah.
- Ujung Konus, diameter $\frac{3}{4}$ inch.

2.4.2. APLIKASI DCP

Dalam aplikasinya DCP dapat diandalkan untuk material tanah berbutir halus (*fine-grained*), tanah granular perkerasan dasar lainnya dan material tanah tersementasi (*cemented-soil*). Namun DCP tidak dapat dipakai pada material keras seperti aspal *hotmix* maupun bebatuan, karena hal ini dapat merusak konus penetrasi.

Di beberapa negara DCP telah lama dipakai untuk penentuan kekuatan daya dukung tanah secara cepat. Institusi di beberapa negara tersebut melakukan penelitian korelasi indeks penetrasi DCP (DPI) dengan CBR. The US Army Corps of Engineer (USACE) membuat persamaan korelasi DPI(mm/blow) terhadap CBR dengan konus 60⁰, yaitu:

- $\text{Log (CBR\%)} = 2,46 - 1,12 \text{ Log (DPI)}$ untuk CBR diatas 10 persen
- $\text{CBR\%} = 1 / (0,017 \times \text{DPI})$ untuk CBR kurang dari 10 persen

Transport Road Research (TRL, 1993), membuat beberapa hubungan korelasi DCP(mm/blow) terhadap CBR, yaitu:

- Van Buuren, 1969, (konus 60⁰), $\text{Log (CBR)} = 2,632 - 1,28 \text{ Log(DCP)}$
- Kleyn & Harden, 1983, (konus 30⁰), $\text{Log (CBR)} = 2,555 - 1,145 \text{ Log(DCP)}$
- Smith dan Pratt, 1983, (konus 30⁰), $\text{Log(CBR)} = 2,503 - 1,15 \text{ Log(DCP)}$
- TRL, Road Note 8, 1990, (konus 60⁰), $\text{Log (CBR)} = 2,48 - 1,057 \text{ Log(DCP)}$

Pada uji DCP pencatatan pengujian dilakukan pada sebuah lembar formulir isian tabel yang terdiri atas pukulan, penetrasi kedalaman, elevasi, tebal, DCP(mm/pukulan), CBR% dan keterangan. Berikut merupakan tipikal pengujian in-situ DCP yang dilakukan untuk jurnal penelitian oleh A. Tatang Dachlan, artikel pengujian daya dukung perkerasan jalan dengan DCP sebagai standar untuk evaluasi perkerasan jalan.

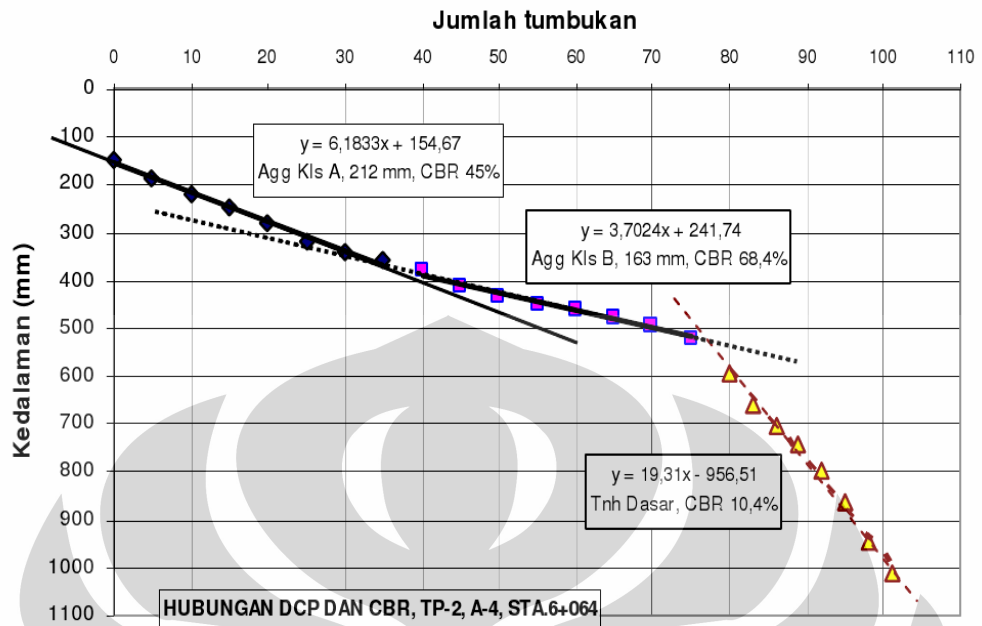
Tipikal Pengolahan Data Dcp (Form-2 Dcp)

Lokasi : Cirebon - Palimanan Tanggal : 24 September 2002
 Nomor Titik Uji : TP-2 Petugas : Pajjo
 Pembacaan Awal (pada mistar) : 146 mm
 Awal pengujian pada Lapisan : Pondasi agregat A

No	Pukulan	Penetrasi Kedalaman (mm)	Kumulasi Jumlah Pukulan	Elevasi	Tebal (mm)	DCP (mm/pukulan)	CBR (%)	Keterangan
a	b	c	d	e	f	g	h	i
1	0	65	0	146				AC-Binder, 146 mm
2	5	106	5	187				
3	5	139	10	220				
4	5	167	15	248				
5	5	200	20	281				Agg A, 121,6 mm, Ei: 267,6 mm
6	5	239	25	320				
7	5	262	30	343				
8	5	277	35	358	212	6,1	45,0	
9	5	300	40	381				
10	5	329	45	410				
11	5	355	50	436				
12	5	370	55	451				
13	5	381	60	462				
14	5	398	65	479				
15	5	416	70	497				
16	5	440	75	521	163	4,1	68,4	
17	5	515	80	596				Agg B, 318 mm, Ei: 585 mm
18	3	581	83	662				
19	3	625	86	706				
20	3	664	89	745				
21	3	715	92	796				
22	3	783	95	864				
23	3	864	98	945				Selected Embankment, Ei: 1014 mm
24	3	933	101	1014	218	24,2	10,4	

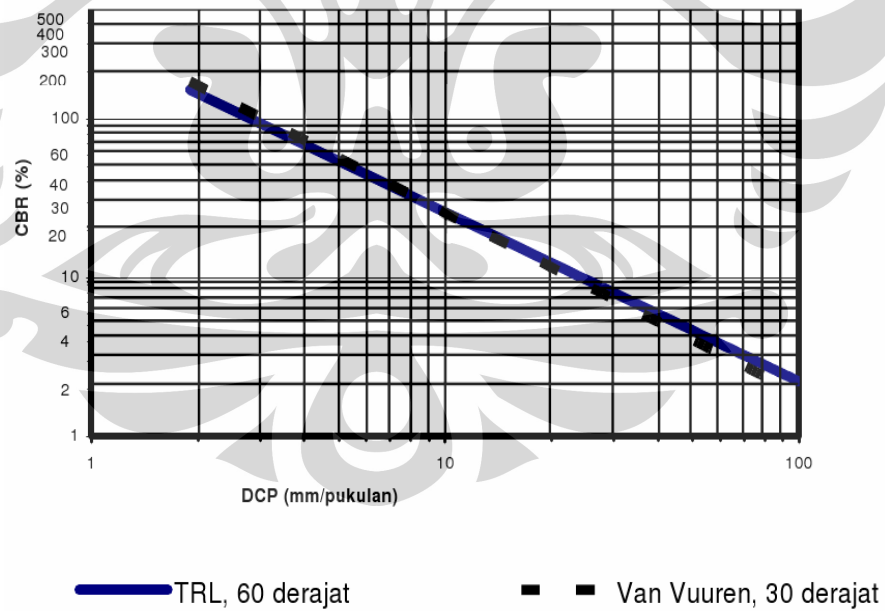
Gambar 2.11 Tipikal Tabel Contoh Pengolahan Data DCP

(Sumber: Pengujian Daya Dukung Perkerasan Jalan Dengan DCP Sebagai Standar Untuk Evaluasi Perkerasan Jalan, A. Tatang Dachlan.)



Gambar 2.12 Contoh Hasil Pengujian DCP dan CBR

(Sumber: Pengujian Daya Dukung Perkerasan Jalan Dengan DCP Sebagai Standar Untuk Evaluasi Perkerasan Jalan, A Tatang Dachlan)



Gambar 2.13 Hubungan DCP dan CBR

(Sumber: Pengujian Daya Dukung Perkerasan Jalan Dengan DCP Sebagai Standar Untuk Evaluasi Perkerasan Jalan, A Tatang Dachlan)

2.4.3. KORELASI NILAI CBR-DCP

Dari hasil data uji DCP, nilai penetrasi per pukulan (mm/blow) akan dijumlahkan untuk mendapat rata-ratanya. Sehingga nilai DCP atau indeks penetrasi DCP (DPI) yang diketahui dapat dicari untuk mendapat nilai prediksi CBR. Semakin kecil indeks penetrasi DCP maka prediksi nilai CBR akan besar, sebaliknya untuk indeks penetrasi DCP makin besar maka prediksi nilai CBR akan kecil. Untuk mendapatkan nilai prediksi CBR ini, perlu beberapa data yang dicobakan, sehingga beberapa variasi data akan menjadi suatu nilai korelasi.

Korelasi ini telah banyak dilakukan untuk mendapatkan korelasi empiris antara DCP dan CBR. Di Afrika Selatan, korelasi yang DCP-CBR yang dikembangkan menghasilkan rumus empiris dengan syarat nilai DN harus lebih besar dari 2 mm/blows, yaitu: $CBR = 410 (DN)^{-1.27}$, dimana DN ialah penetrasi dari DCP pada lapisan perkerasan yang spesifik, serta DN merupakan nilai proporsional dari indeks penetrasi, sehingga DN sama seperti DPI atau nilai DCP. Adapun rentang nilai hubungan antara DCP dan CBR untuk beberapa variasi jenis tanah, seperti yang dijelaskan dalam buku petunjuk "*User Guide to The Dynamic Cone Penetrometer, MN/DOT (Minnesota Department of Transportation)*", dengan CBR dalam persen serta DPI dalam mm/blow dijelaskan dalam tabel:

Tabel 2.5 Variasi Rentang Nilai DCP dan CBR untuk Jenis Tanah
(Sumber: User Guide To The Dynamic Cone Pentrometer, Mn/Road)

Soil Type	CBR Range	DPI Range
Clay (CL)	2-17	127-15
Sand (S-W)	17-45	15-6
Gravel (G-W)	53-100	5-2.7

berikut merupakan beberapa korelasi hasil uji yang pernah dilakukan oleh beberapa penelitian:

Tabel 2.6 Referensi Korelasi Nilai DCP-CBR

(Sumber: Potential Applications of Dynamic and Static Cone Penetrometers in MDOT Pavement Design and Construction, Farshad Amini, Jackson State University, 2003)

Correlation Equation	Material Tested	Reference:
$\text{Log}(\text{CBR}) = 2,56 - 1,16\text{Log}(\text{DCP})$	Granular and Cohesive	Livneh (1987)
$\text{Log}(\text{CBR}) = 2,55 - 1,14\text{Log}(\text{DCP})$	Granular and Cohesive	Harison (1987)
$\text{Log}(\text{CBR}) = 2,45 - 1,12\text{Log}(\text{DCP})$	Granular and Cohesive	Livneh et al. (1992)
$\text{Log}(\text{CBR}) = 2,46 - 1,12\text{Log}(\text{DCP})$	Various Soil Type	Webster et al. (1992)
$\text{Log}(\text{CBR}) = 2,62 - 1,27\text{Log}(\text{DCP})$	Unknown	Kleyn (1975)
$\text{Log}(\text{CBR}) = 2,44 - 1,07\text{Log}(\text{DCP})$	Aggregate base course	Ese et al. (1995)
$\text{Log}(\text{CBR}) = 2,60 - 1,07\text{Log}(\text{DCP})$	Aggregate base course and cohesive	NCDOT (Pavement, 1998)
$\text{Log}(\text{CBR}) = 2,53 - 1,14\text{Log}(\text{DCP})$	Piedmont residual soil	Coonse (1999)

sehingga dapat diketahui bahwa formula atau rumus empiris antara hubungan DCP dan CBR, seperti yang dijelaskan oleh Farshad Amini (2003) merupakan bentuk variabel berikut ini:

$$\text{Log}(\text{CBR}) = a + b \text{Log}(\text{DCPI})$$

Dimana:

DCPI ialah nilai DCP (mm/blow)

a = nilai konstanta dengan nilai positif

b = nilai konstanta dengan nilai negatif

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. KEGIATAN PENELITIAN

Studi penelitian ini merupakan metode penelitian yang dilakukan dilaboratorium. Penelitian yang menggunakan dua jenis material tanah yang berbeda ini, yaitu tanah merah depok dan tanah kaolin, akan dicampurkan untuk mengetahui karakteristik dari penambahan material tanah kaolin pada tanah merah. Karakteristik pencampuran ini menggunakan parameter daya dukung CBR, maupun indeks penetrasi. Sehingga uji yang dilakukan adalah uji CBR laboratorium dan uji DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) yang akan dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Departemen Teknik Sipil, FTUI. Penelitian karakteristik penambahan tanah kaolin pada tanah merah ini akan dilakukan pada kondisi 5%, 10%, 20% dan 30% penambahan kaolin untuk mencari efek signifikansi dari penambahan kaolin.

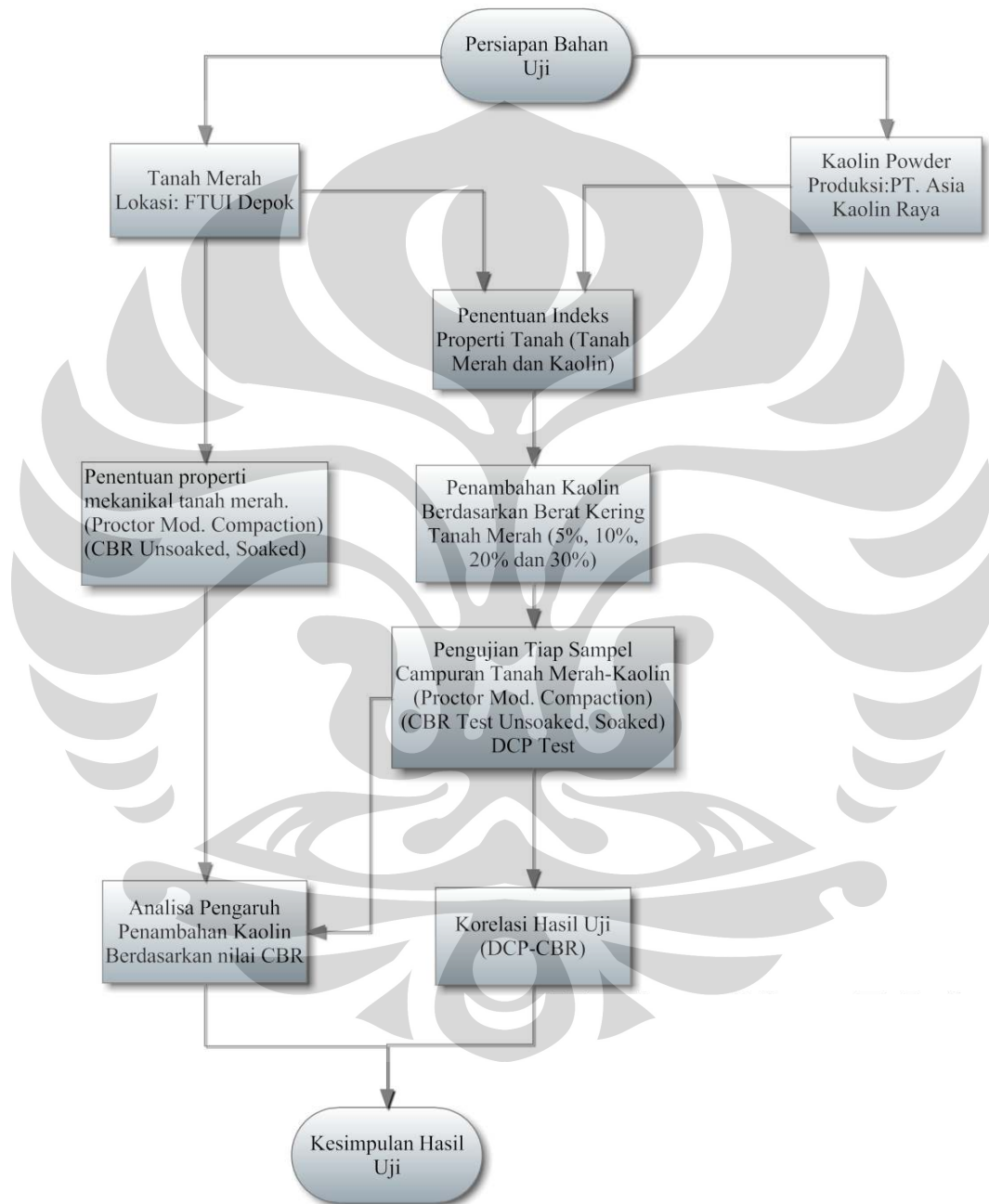
Tahapan dari penelitian ini dengan tahapan persiapan tanah, uji indeks properti tanah yang diperlukan, pemadatan tanah (*proctor test*), uji CBR dan uji DCP. Tanah merah ini diambil sebagai sampel dari lokasi di Depok, yaitu areal lahan taman Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Sedangkan material tanah kaolin berasal dari bubuk kaolin murni industri atau *china clay powder* yang diproduksi oleh PT. Asia KaolinRaya. Tanah merah yang diambil disiapkan agar tercapai kondisi kering udara agar dapat dilakukan penyaringan serta pengaturan kadar air dan pemeraman untuk dilakukan pemadatan, dimana pemadatan digunakan metode proktor yang dimodifikasi agar tercapai nilai CBR yang tinggi. Sedangkan untuk sampel campuran tanah merah dengan kaolin dilakukan dengan kondisi tanah merah kering udara dengan kadar air diketahui, hal ini agar kaolin dapat tercampur dengan merata atau *homogen*. Dari kedua pencampuran tersebut maka persentase kadar air secara analitis akan berubah menjadi lebih kecil karena kaolin dalam keadaan kering murni sehingga harus dicari persentase kadar air pencampuran, yang nantinya

akan digunakan sebagai perhitungan kadar air desain yang diinginkan. Untuk setiap sampel dengan persentase pencampuran tanah merah dengan kaolin akan dicari kurva pemadatannya, dimana sama halnya seperti perlakuan terhadap sampel tanah merah depok.

Pemadatan tanah pada sampel dapat diujikan untuk mencari nilai CBR, dimana pada kondisi awal setelah pemadatan maka didapatkan nilai CBR *unsoaked*, dan dapat dilanjutkan dengan pengujian DCP kondisi *unsoaked* yang sama. Namun untuk sampel dengan kondisi *soaked*, maka perendaman selama 4 hari diperlukan untuk mendapat nilai CBR *soaked*, dan selama perendaman dapat dipantau nilai *swelling* atau pengembangan yang terjadi. Lalu setelah pengujian CBR *soaked*, dapat dilakukan pengujian DCP *soaked*. Nilai yang didapatkan dari pengujian DCP untuk dua kondisi tersebut bertujuan untuk mendapatkan indeks penetrasi DCP yaitu rata-rata penetrasi tiap pukulan (mm/blow).

Dalam menganalisa pengaruh penambahan kaolin terhadap nilai CBR perlu mengetahui nilai karakteristik uji CBR baik *unsoaked* maupun *soaked* dengan membuat beberapa sampel untuk setiap persentase penambahan kaolin yang bertujuan untuk mendapatkan pola kenaikan atau penurunan dari nilai CBR. Lalu untuk mengkorelasikan nilai parameter antara CBR dan DCP, perlu dilakukan analisis mengacu pada data yang telah dikumpulkan berdasarkan variasi penambahan kadar kaolin dengan kadar air dan densitas kepadatan optimum. Data akan dikalkulasikan dan dianalisa secara grafikal serta korelasi fungsi statistik. Metode ini merupakan teknik secara matematis untuk menyimpulkan atau mengintisari data yang mengacu pada lebih dari satu variabel, sehingga nilai korelasi menjadi dasar untuk prediksi.

3.2. DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2.1. PENJELASAN ALUR PENELITIAN

Pada persiapan bahan uji, ada dua bahan material uji yang dipersiapkan yaitu tanah merah residual daerah depok, yaitu tepatnya areal taman lapangan voli FTUI, lolos saringan 4 serta tanah kaolin bubuk lolos saringan 325 produksi PT Kaolin Asia Raya.

Tahapan penentuan indeks properti tanah, meliputi uji *Atterberg Limit*, *Specific Gravity*, dan *Hydrometer Test*. Namun untuk material kaolin uji *Hydrometer* tidak diperlukan dari akibat spesifikasi yang diberikan pabrik yaitu lolos saringan 325 (0,045 mm) yang merupakan kategori tanah lempung (*clay*).

Hanya material tanah merah tersendiri, dilakukan uji properti mekanis seperti uji pemadatan proctor dengan metode modified, yaitu palu pemadatan dengan berat 10 lbs dan tinggi jatuh 19 inci dalam cetakan mold yang dipukul dalam 5 lapis tanah. Lalu uji CBR untuk hasil pemadatan tanah pada kondisi optimum, kadar air dan densitas kering. Uji CBR dilakukan dua kali yaitu CBR tanpa rendaman (*unsoaked*) dan CBR rendaman (*soaked*), setelah selama 4 hari perendaman dengan memantau pengembangannya (*swelling*).

Penambahan kaolin terhadap tanah merah merupakan penambahan berdasarkan berat kering tanah merah. Dalam penelitian ini persentase penambahan kaolin dimulai dari 5%, 10%, 20% dan 30% dengan kondisi tanah merah terlebih dahulu kering udara agar pencampuran tanah dengan kaolin menjadi rata. Pencampuran ini didahului dengan mencari kadar air awal tanah merah yang telah dikeringkan, dengan asumsi kaolin yang digunakan kering murni (kadar air dibawah 2%) maka pencampuran tanah merah dengan kaolin akan membuat nilai kadar air sampel berubah, hal ini karena rasio antara berat air yang terkandung dalam tanah terhadap berat kering tanah dan kaolin membuat kadar air campuran menjadi lebih kecil. Sehingga persentase kadar air campuran inilah yang digunakan untuk perhitungan penambahan volume air yang diperlukan untuk desain pemadatan sampel nantinya.

Pengujian sampel tiap sampel campuran tanah merah-kaolin, untuk awalnya dilakukan pemadatan dengan metode proktor modifikasi untuk mendapatkan kondisi nilai optimum pemadatan. Pada rentang kondisi optimum pemadatan tanah, dilakukan tahapan uji berikutnya dengan alat CBR (uji *unsoaked*, dan *soaked*). Dengan kondisi tanah telah diuji CBR, dilanjutkan uji DCP sebagai uji penetrasi konus, dengan konus 60 derajat.

Setelah hasil uji CBR dan DCP dilakukan, serta mendapatkan hasilnya, maka kedua hasil tersebut akan dikaitkan sebagai hasil korelasi, yaitu korelasi DCP-CBR. Parameter pembandingan korelasi untuk DCP-CBR ialah nilai CBR laboratorium dengan indeks penetrasi DCP.

Analisa pengaruh penambahan kaolin terhadap tanah merah dilakukan dengan membandingkan nilai CBR untuk tanah merah asli dan tanah merah-kaolin. Perbandingan ini dilakukan pada kedua kondisi tanah tak-terendam dan terendam.

Setelah analisa dan korelasi ditentukan, analisa penambahan kaolin dapat diketahui karakteristik kaolin dalam tanah, serta korelasi untuk penggunaan prediksi kekuatan tanah. Keterkaitan uji DCP sebagai alternatif dan kelengkapan parameter tanah dalam penentuan kekuatan tanah.

3.3. UJI CBR

3.3.1. MAKSUD DAN TUJUAN

Secara umum, tujuan dilakukan uji CBR adalah untuk mendapatkan nilai CBR pada kepadatan dan kadar air tertentu. Pada penelitian ini, kadar air yang disiapkan berdasarkan nilai kadar air optimum dari uji pemadatan proktor modifikasi.

3.3.2. PELAKSANAAN

Pelaksanaan percobaan dibagi menjadi dua tahapan, persiapan percobaan dan pelaksanaan percobaan.

Persiapan percobaan:

- Tanah merah yang sudah kering udara, disaring menggunakan

saringan no.4 ASTM sekitar 5 kg untuk tiap mold. Untuk pencampuran dengan tanah kaolin, tanah kaolin dianggap kering karena berupa bubuk dengan kadar air sekitar 2 persen dapat diabaikan.

- Mencari kadar air tanah merah. Dalam membuat kadar air yang kita inginkan, perlu diketahui kadar air yang ada lalu ditambahkan sejumlah air tertentu untuk mencapai kadar air. Pencarian kadar air awal tanah merah penting untuk mengetahui berat kering tanah merah untuk penambahan kaolin serta kadar air campuran. Untuk menentukan kadar air yang diinginkan atau kadar air target (V_{add}) digunakan rumus: $V_{add} = \frac{(W_1 - W_0)}{1 + W_0} W_s$, dimana W_1 = kadar air target; W_0 = kadar air awal; W_s = berat tanah.

Pelaksanaan percobaan:

- Menyiapkan mold, menimbang berat mold dan mengukur dimensi atau volume mold.
- Mengolesi permukaan dalam mold dengan oli.
- Memasukan tanah kedalam mold sehingga tingginya 1/5 tinggi mold atau diukur dengan penggaris mold.
- Tiap lapis ditumbuk sebanyak 56 kali dan dikerjakan hingga lima lapisan.
- Mold yang sudah diisi tanah dan tertumbuk diratakan sesuai dimensi mold lalu ditimbang.
- Mold diletakkan pada mesin CBR dan diberikan beban ring pada permukaan sampel tanah, piston disetel pada tengah sampel serta diposisikan hingga menyentuh permukaan sampel tanah.
- Coading dan dial diperiksa dan diset ke angka nol.
- Penetrasi menggunakan kecepatan 0,05 inci per menit.
- Catat pembacaan dial pada angka penetrasi yang ditentukan, yaitu 0,00"; 0,025"; 0,050"; 0,075"; 0,10"; 0,125"; 0,15"; 0,175"; 0,20"; 0,225"; 0,25".

3.4. UJI DCP

3.4.1. MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dan tujuan DCP adalah untuk mendapatkan nilai DCP dari tanah yang dipadatkan. Nilai DCP yang diambil adalah jumlah pukulan dan penetrasi (mm/blow) yang terjadi.

3.4.2. PELAKSANAAN

Merakit seluruh bagian peralatan dan memastikan tiap sambungan baik tangkai atas dengan anvil serta tangkai bawah dan konus baja benar terpasang dengan baik. Pegang alat pada handel bagian atas pada posisi tetap tegak terhadap dasar sampel titik uji tanah. Lakukan penandaan atau pencatatan angka referensi pembacaan awal pada mistar pengukur penetrasi.

Cara mengangkat dan menjatuhkan palu serta jumlah pukulan:

- Mengangkat palu pada tangkai bagian atas hingga ketinggian batas bawah handel.
- Melepaskan palu hingga jatuh bebas dan tertahan pada landasan anvil, untuk tiap pukulan harus dilakukan dengan jeda sekitar dua detik.
- Catat pembacaan pada mistar penetrasi untuk setiap pukulan, penetrasi dihentikan hingga kedalaman tertentu.
- Untuk mengangkat tangkai bagian perangkat uji DCP dapat digunakan dongkrak khusus atau dengan memukul tangkai handel dengan palu secara perlahan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil dan analisa data CBR dan DCP yang telah dilakukan sesuai dengan metodologi penelitian. Tanah yang telah dipadatkan sesuai hasil uji proktor pada kondisi optimum, dapat diuji untuk tes CBR baik untuk kondisi tanpa rendaman maupun rendaman yang selanjutnya dilakukan tes DCP.

Pengujian CBR dan DCP akan menghasilkan suatu hubungan korelasi nilai ketahanan penetrasi CBR serta indeks penetrasi DCP. Korelasi CBR dan DCP akan didapat dari kurva korelasi antara nilai CBR dan penetrasi DCP dari faktor jumlah pukulan dan kedalaman yang terjadi.

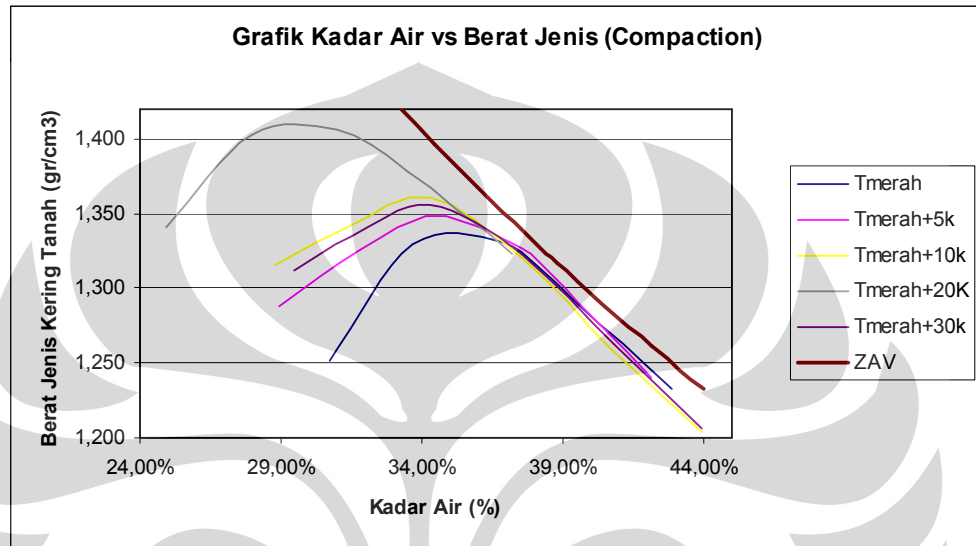
4.2. HASIL PEMADATAN MODIFIED PROCTOR

Pada penelitian ini, metode pemadatan tanah untuk uji CBR menggunakan metode *modified proctor*. Dengan menggunakan metode *modified proctor* diharapkan tercapai pemadatan yang baik dan terjadi perbedaan nilai CBR yang signifikan antara sampel tanah merah asli dengan sampel tanah campuran. Pemadatan tanah dilakukan dengan mencampur tanah merah dengan kaolin terhadap berat kering tanah merah dengan penambahan kaolin dimulai dari 5%, 10%, 20% hingga 30%. Masing-masing campuran dicampurkan dengan kadar air tertentu hingga dicapai kadar air optimum pemadatan dan densitas kering maksimum.



Gambar 4.1 Pemadatan dengan menggunakan *modified proctor*

Kurva pemadatan sampel tanah dengan *modified proctor* dibuat dengan cara menghubungkan nilai kadar air dan berat isi kering dari sampel pemadatan tanah, maka kurva hasil pemadatan proktor dari tiap penambahan kaolin ialah sebagai berikut:

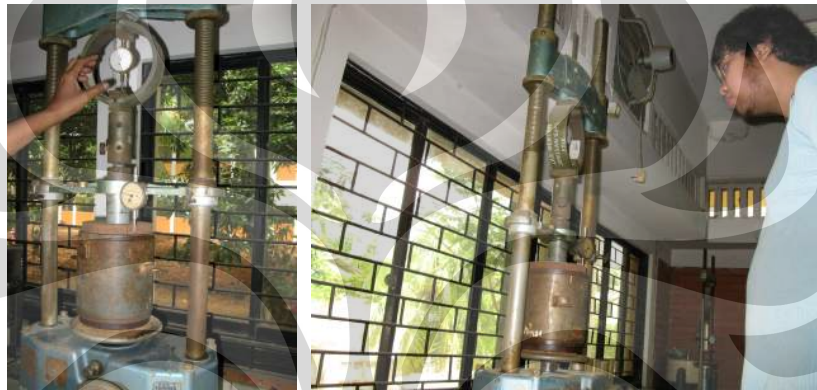


Grafik 4.1 Kurva pemadatan *modified proctor* tanah merah dengan kaolin

dari grafik diatas nilai kepadatan berat jenis kering terbesar berada pada saat kondisi penambahan 20% kaolin yaitu $1,411 \text{ gr/cm}^3$ pada kadar air 29,5 % dengan perbandingan terhadap nilai kepadatan tanah merah yaitu $1,338 \text{ gr/cm}^3$ dengan kadar air 35,10%. Namun dengan penambahan kaolin akan kembali menurunkan kepadatannya setelah kepadatan penambahan optimum 20% kaolin, yaitu saat penambahan kaolin 30% akan membuat kepadatan mendekati kurva kepadatan penambahan dengan kaolin 10%. Hal ini disebabkan kaolin dengan butiran yang sangat halus pada jumlah penambahan dibawah 20% dapat mengisi celah rongga partikel tanah dengan baik, namun ketika kaolin mencapai kadar yang berlebih, kaolin akan menggantikan partikel yang dengan butiran lebih besar dan berat sehingga kembali menurunkan kepadatannya.

4.3. HASIL DAN ANALISA UJI CBR

Dari hasil pengujian pemadatan proktor modifikasi (*modified proctor*) sebelumnya, didapatkan grafik pemadatan optimum dari tiap persentase pencampuran dengan kaolin. Kondisi optimum dimana kerapatan dari hasil pemadatan ditunjukkan pada nilai densitas kering maksimum yang berada pada kadar air tertentu (kadar air optimum). Dengan kondisi optimum inilah setiap sampel untuk pengujian CBR dibuat untuk tiap persentase penambahan kaolin yang ditetapkan.



Gambar 4.2 Pengujian CBR di laboratorium

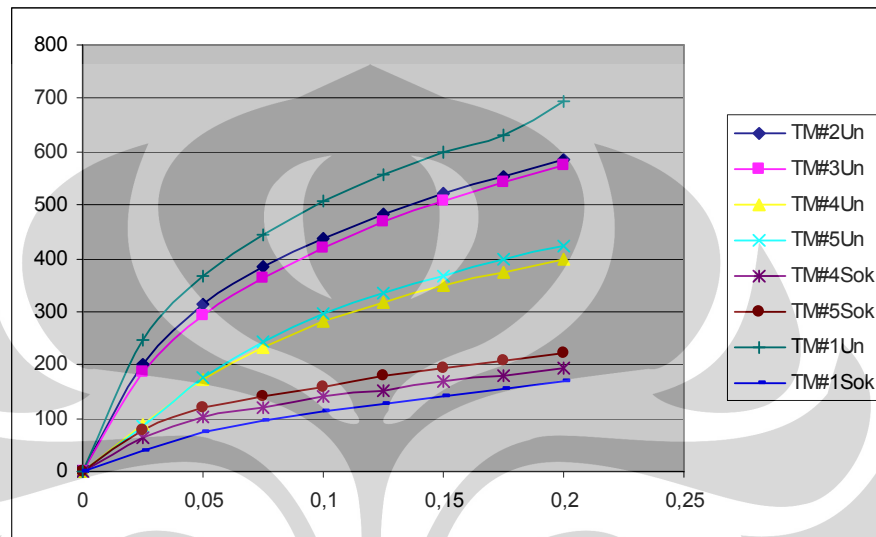
Pengujian dengan CBR ini dilakukan dengan dua kondisi, kondisi optimum sesuai dengan kadar air rencana atau kondisi *unsoaked*, lalu kondisi kritis dimana tanah mencapai tingkat jenuh absorpsi air atau kondisi *soaked* rendaman selama 4 hari.



Gambar 4.3 Perendaman mold selama 4 hari

4.3.1. Hasil Uji CBR Tanah Merah Depok

Hasil uji CBR terhadap tanah merah Depok dengan menggunakan 5 sampel mold dengan beberapa selisih kadar air yang berbeda dengan kadar air optimum. Berikut grafik uji CBR dengan pematatan *modified proctor*:

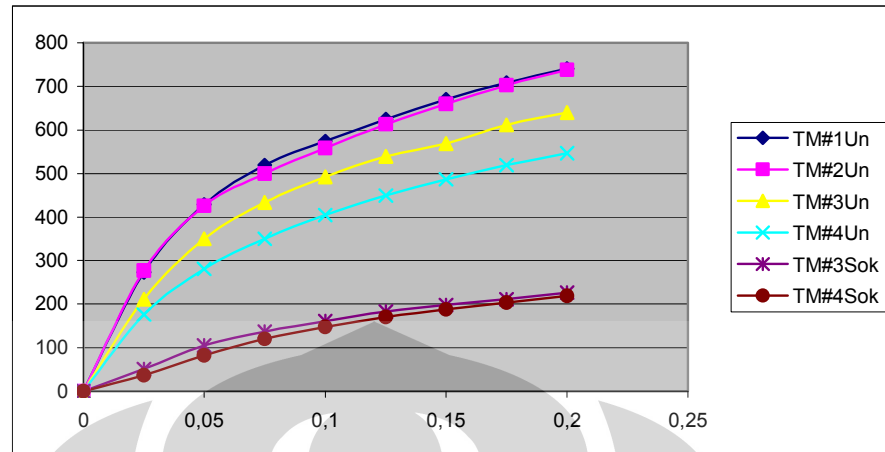


Grafik 4.2 Kurva ketahanan penetrasi CBR tanah merah

untuk kondisi *unsoaked*, nilai CBR tanah merah Depok berada dikisaran 398 psi hingga 695 psi atau 26,53% sampai 46,33%. Sedangkan kondisi *soaked* pembacaan berkisar 168 psi hingga 223 psi atau 11,2% dengan 14,87%.

4.3.2. Hasil Uji CBR Tanah Merah Dengan 5% Kaolin

Hasil uji CBR terhadap tanah merah Depok yang ditambahkan kaolin sebanyak 5% terhadap berat kering tanah merah ini menggunakan 4 sampel mold dengan kadar air yang tidak jauh berbeda dengan kadar air optimum. Berikut grafik uji CBR dengan pematatan *modified proctor*:

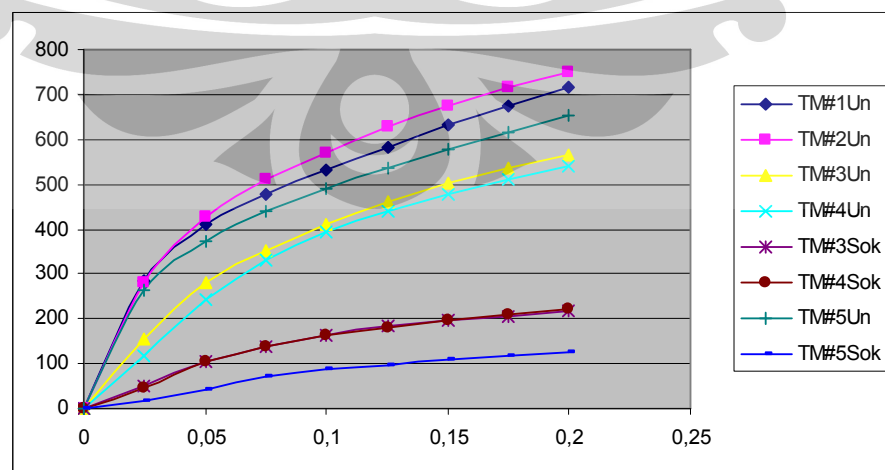


Grafik 4.3 Kurva ketahanan penetrasi CBR tanah merah ditambah 5% Kaolin

untuk kondisi *unsoaked*, nilai CBR tanah merah dengan penambahan 5% Kaolin berada dikisaran 547 psi hingga 741 psi atau 36,47% sampai 49,4%. Sedangkan kondisi *soaked* pembacaan berkisar 219 psi hingga 227 psi atau 14,6% dengan 15,13%.

4.3.3. Hasil Uji CBR Tanah Merah Dengan 10% Kaolin

Hasil uji CBR terhadap tanah merah depok yang ditambahkan kaolin sebanyak 10% terhadap berat kering tanah merah ini menggunakan 5 sampel mold dengan kadar air yang tidak jauh berbeda dengan kadar air optimum. Berikut grafik uji CBR dengan pemadatan *modified proctor*:

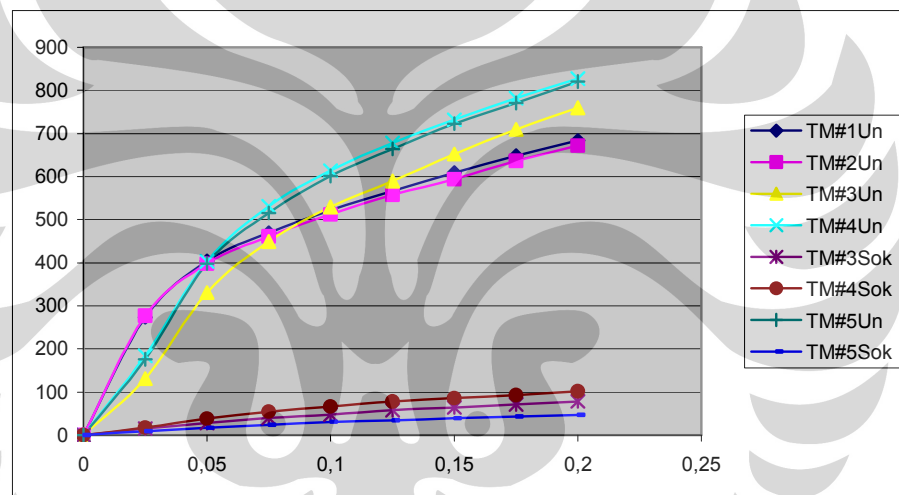


Grafik 4.4 Kurva ketahanan penetrasi CBR tanah merah ditambah 10% kaolin

untuk kondisi *unsoaked*, nilai CBR tanah merah dengan penambahan 10% Kaolin berada dikisaran 539 psi hingga 750 psi atau 35,93% sampai 50%. Sedangkan kondisi *soaked* pembacaan berkisar 126 psi hingga 222 psi atau 8,4% dengan 14,8%.

4.3.4. Hasil Uji CBR Tanah Merah Dengan 20% Kaolin

Hasil uji CBR terhadap tanah merah depok yang ditambahkan kaolin sebanyak 20% terhadap berat kering tanah merah ini menggunakan 5 sampel mold dengan kadar air yang tidak jauh berbeda dengan kadar air optimum. Berikut grafik uji CBR dengan pemadatan *modified proctor*:

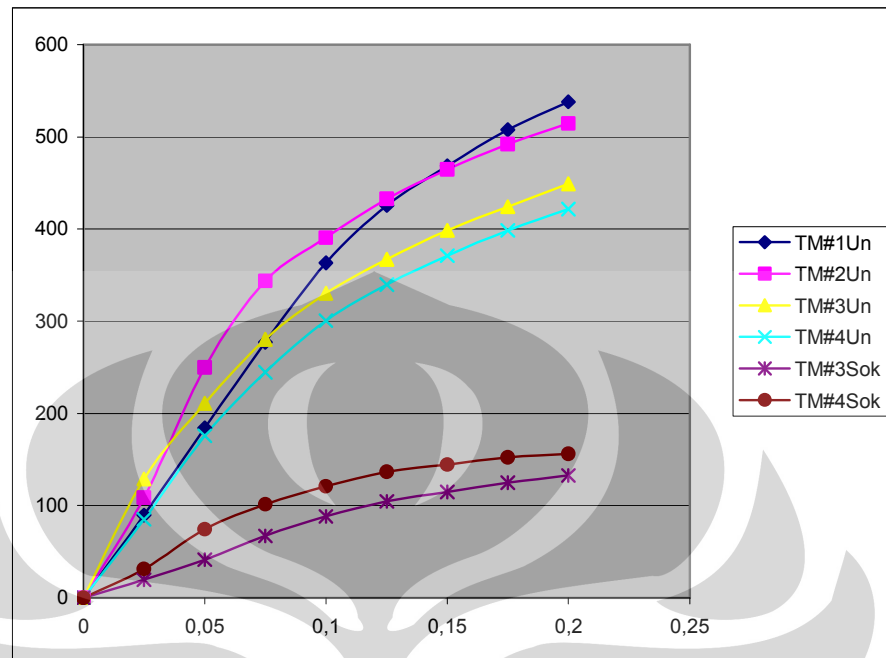


Grafik 4.5 Kurva ketahanan penetrasi CBR tanah merah ditambah 20% kaolin

untuk kondisi *unsoaked*, nilai CBR tanah merah dengan penambahan 20% Kaolin berada dikisaran 672 psi hingga 827 psi atau 44,8% sampai 55,13%. Sedangkan kondisi *soaked* pembacaan berkisar 47 psi hingga 102 psi atau 3,13% dengan 6,8%.

4.3.5. Hasil Uji CBR Tanah Merah Dengan 30% Kaolin

Hasil uji CBR terhadap tanah merah depok yang ditambahkan kaolin sebanyak 30% terhadap berat kering tanah merah ini menggunakan 4 sampel mold dengan kadar air yang tidak jauh berbeda dengan kadar air optimum. Berikut grafik uji CBR dengan pemadatan *modified proctor*:

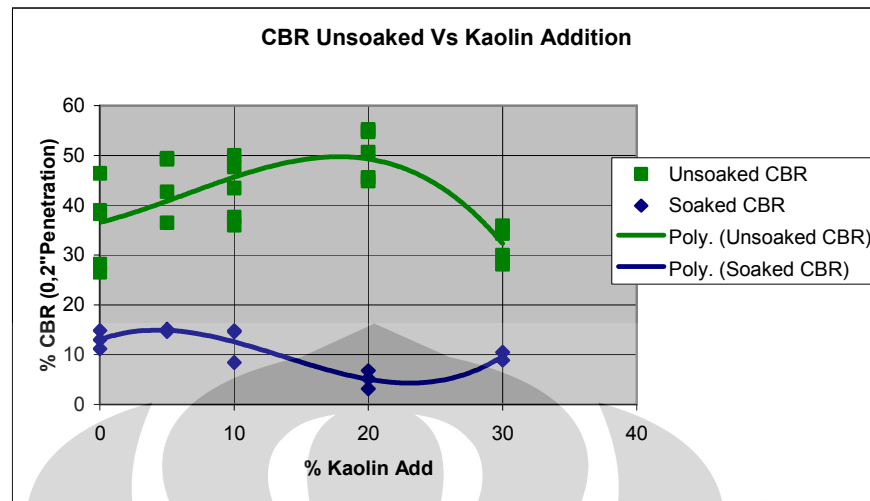


Grafik 4.6 Kurva ketahanan penetrasi CBR tanah merah ditambah 30% kaolin

untuk kondisi *unsoaked*, nilai CBR tanah merah dengan penambahan 30% Kaolin berada dikisaran 422 psi hingga 538 psi atau 28,13% sampai 35,87%. Sedangkan kondisi *soaked* pembacaan berkisar 133 psi hingga 156 psi atau 8,87% dengan 10,4%.

4.3.6. Analisa Uji CBR Tanah Merah Dengan Penambahan Kaolin

Dari beberapa hasil pengujian CBR dari tiap sampel pemadatan dengan penambahan kaolin, dengan mengambil nilai maksimum beberapa pengujian CBR pada penetrasi 0,2 inci dan digeneralisasi dengan menarik garis *trendline*, dapat terlihat pada grafik berikut ini:



Grafik 4.7 Kurva pengaruh penambahan kaolin terhadap ketahanan CBR

Pada grafik, penambahan optimum kaolin untuk kekuatan nilai CBR *unsoaked* terbesar berada pada 20% penambahan kaolin, sedangkan untuk kondisi *soaked* nilai CBR terbesar berada pada 5% penambahan kaolin. Dari grafik kurva *unsoaked* penambahan kaolin masih terlihat efektif hingga 20% penambahan kaolin, hal ini karena kaolin sebagai partikel halus yang berfungsi sebagai pengisi (*filler*) antar butiran tanah aslinya agar saling mengunci (*interlocking*), namun jika kaolin ditambahkan terlalu banyak atau terlalu jenuh, maka kaolin akan mulai menggantikan partikel tanah serta menjadi unsur partikel butiran lempung atau mengubah gradasi tanah eksisting yang mulai didominasi oleh fraksi lempung.

Sedangkan untuk kurva *soaked* penambahan kaolin tidak begitu signifikan dibanding tanah merah asli, bahkan cenderung memperburuk kekuatan atau nilai CBR khususnya pada penambahan 20% kaolin, kaolin disini yang sebagai pengisi butiran tanah menjadi mudah jenuh oleh adanya penambahan air karena kaolin merupakan lempung yang juga mengabsorpsi air sehingga *interlocking* antar butiran tanah menjadi gagal dimana kaolin menjadi seperti cair sehingga antar butiran tanah mengalami pergerakan (*flowing*).



Gambar 4.4 Kondisi permukaan tanah di mold setelah perendaman

Namun dari penambahan kaolin dilihat dari grafik antara *unsoaked* dan *soaked*, penambahan kaolin terbilang efektif hingga penambahan 15 % kaolin, sebab pada kondisi *unsoaked* nilai CBR bisa meningkat 10% sedangkan pada kondisi *soaked* nilai CBR tidak ada perubahan yang berarti.

4.4. HASIL DAN ANALISA UJI DCP

Pengujian DCP merupakan pengujian yang memerlukan hubungan dengan uji parameter CBR, Uji DCP dilakukan dengan metode penetrasi ke semua bagian tiap lapisan tanah berdasarkan energi standar pukulan, sedangkan uji CBR hanya penetrasi pada permukaan lapisan tanah berdasarkan ketahanan terhadap kecepatan penetrasi yang distandarkan. Uji DCP dilakukan setelah uji CBR. Pada pengujian di laboratorium, Uji DCP dilakukan pada sampel cetakan tanah dalam mold yang telah dipadatkan sebagai satu lapisan, yang pada umumnya diperlukan dua tumpuk mold sebagai dua lapisan tanah agar didapatkan pembacaan yang cukup. Setiap tumpuk mold biasanya dibuat dengan kondisi pemadatan dan nilai CBR yang sama. Dalam pengujian DCP ini, konus yang digunakan ialah konus 60 derajat.

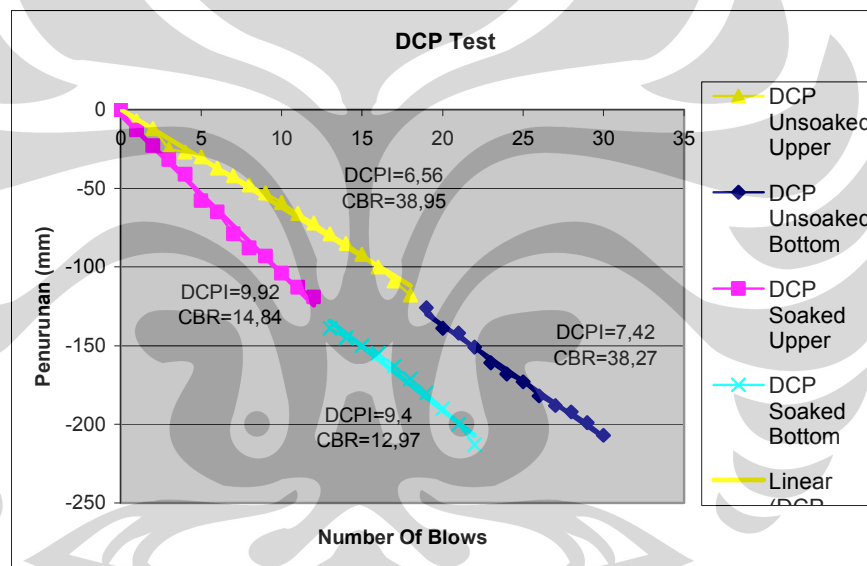


Gambar 4.5 Pengujian DCP di laboratorium

4.4.1. HASIL UJI DCP TANAH MERAH DEPOK

Setelah pengujian CBR baik *unsoaked* dan *soaked*, maka dapat dilakukan uji DCP. Untuk kondisi *unsoaked* dilakukan dengan 2 sampel mold, dan begitu juga kondisi *soaked*. Sebelum dilakukan uji DCP, sampel tanah diukur lapisannya guna mencegah konus menumbuk *base plate* mold, dan biasanya untuk satu lapis mold ukuran besar tebalnya 12 cm. Jika dilakukan dengan dua tumpuk mold, tebal lapisan yaitu 24 cm. Pengukuran nilai awal pembacaan pada mistar diperlukan untuk mengetahui kedalaman akhir penetrasi DCP.

Berikut merupakan hasil uji DCP tanah merah depok:



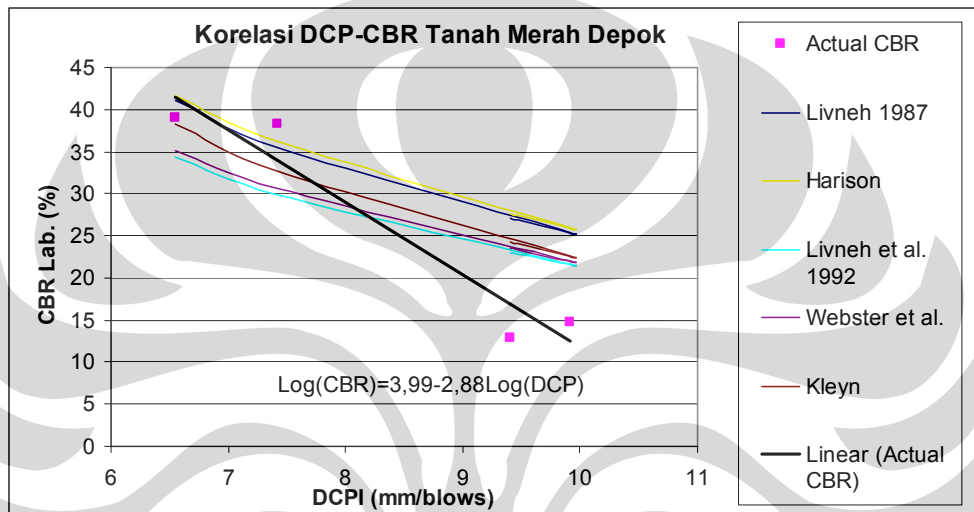
Grafik 4.8 Kurva indeks DCP tanah merah

Dari grafik diatas untuk kondisi *unsoaked* nilai rata-rata indeks penetrasi DCP ialah 6,99 dengan rata-rata nilai CBR yaitu 38,61%. sedangkan untuk kondisi *soaked* rata-rata indeks penetrasi DCP sebesar 9,66 yang rata-rata CBR mencapai 13,905%.

Hasil indeks DCP dengan CBR yang didapatkan, dapat dibandingkan dengan beberapa hasil penelitian DCP, maka berdasarkan tabel perbandingan yang telah didapat dari hasil pengujian ini ialah:

Tabel 4.1 Perbandingan hasil uji CBR-DCP tanah merah aktual dengan beberapa penelitian

Average DCPI		Laboratory CBR(%)					
		Actual	Livneh	Harison	Livneh et al.	Webster et al.	Kleyn
6,56	Unsoaked	38,95	41,00	41,60	34,31	35,11	38,27
7,42	Unsoaked	38,27	35,53	36,14	29,88	30,57	32,72
9,92	Soaked	14,84	25,36	25,95	21,58	22,08	22,63
9,40	Soaked	12,97	26,99	27,58	22,91	23,45	24,22



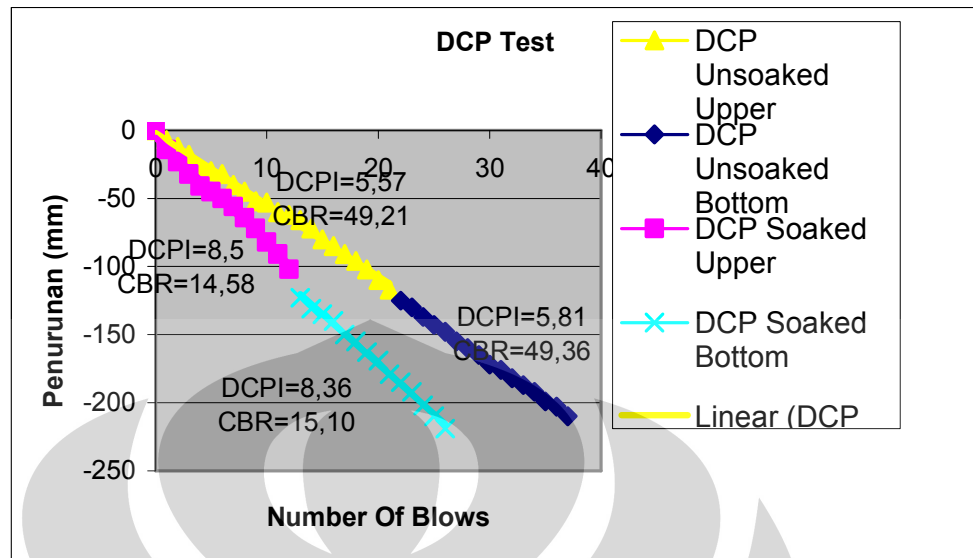
Grafik 4.9 Kurva korelasi DCP-CBR tanah merah

Dapat dilihat bahwa hasil pengujian DCP untuk tanah merah yang terpadatkan dengan proktor modifikasi tidak dapat disamakan dengan beberapa penelitian yang ada, karena menunjukkan hasil yang berbeda, khususnya pada kondisi *soaked*. Persamaan korelasi untuk sampel tanah merah ini yaitu: $\text{Log}(\text{CBR}) = 3,99 - 2,88 \text{Log}(\text{DCP})$.

4.4.2. HASIL UJI DCP TANAH MERAH DENGAN 5% KAOLIN

Begitu halnya dengan penambahan 5 % kaolin, dilakukan dengan dua tumpuk mold, dengan tebal lapisan yaitu 24 cm. Dan pengujian juga dilakukan dengan dua kondisi yang berbeda yaitu *unsoaked* dan *soaked*.

Berikut merupakan hasil uji DCP tanah merah dengan penambahan 5% kaolin:



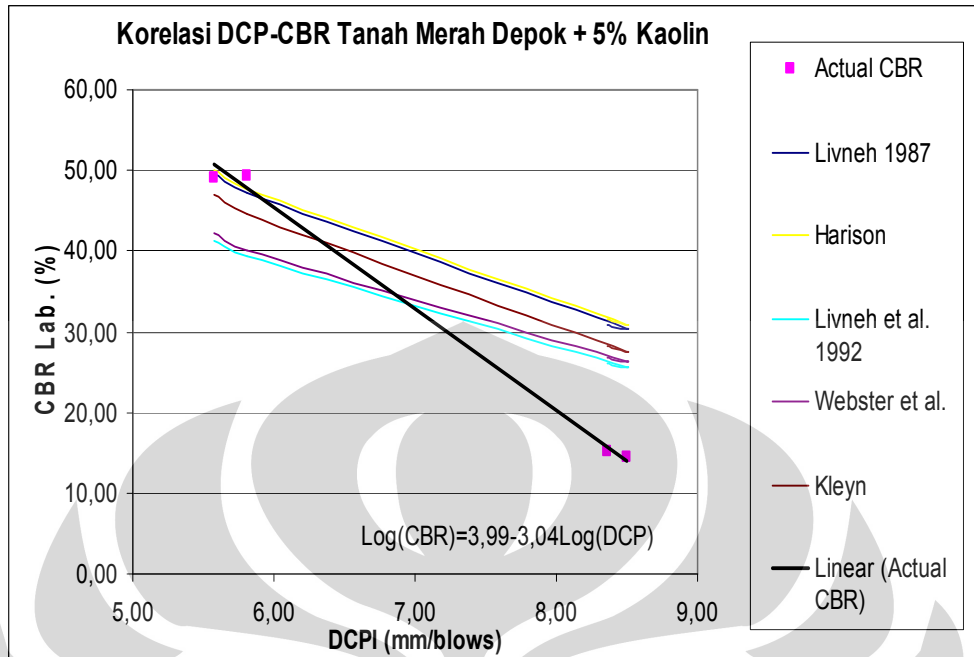
Grafik 4.10 Kurva indeks DCP tanah merah dengan 5% kaolin

dari grafik diatas untuk kondisi *unsoaked* nilai rata-rata indeks penetrasi DCP ialah 5,69 dengan rata-rata nilai CBR yaitu 49,29%. sedangkan untuk kondisi *soaked* rata-rata indeks penetrasi DCP sebesar 8,43 yang rata-rata CBR mencapai 14,84%.

Hasil indeks DCP dengan CBR yang didapatkan, dapat dibandingkan dengan beberapa hasil penelitian DCP, maka berdasarkan tabel perbandingan yang telah didapat dari hasil pengujian ini ialah:

Tabel 4.2 Perbandingan hasil uji CBR-DCP tanah merah ditambah kaolin 5% aktual dengan beberapa penelitian

Average DCPI		Laboratory CBR(%)					
		Actual	Livneh	Harison	Livneh et al.	Webster et al.	Kleyn
5,57	Unsoaked	49,21	49,51	50,07	41,16	42,12	47,06
5,81	Unsoaked	49,36	47,13	47,71	39,26	40,17	44,59
8,50	Soaked	14,58	30,33	30,94	25,65	26,25	27,52
8,36	Soaked	15,10	30,93	31,54	26,14	26,75	28,12



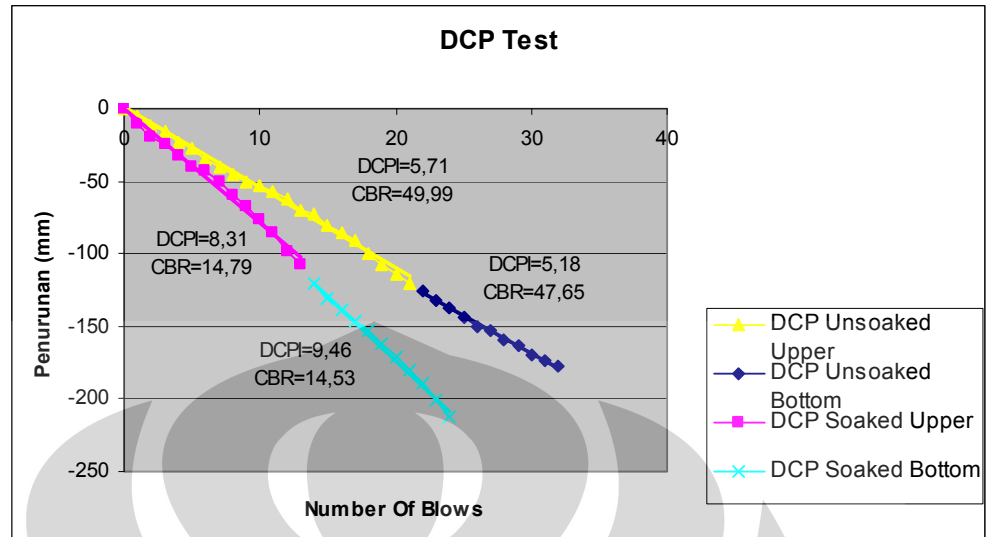
Grafik 4.11 Kurva korelasi DCP-CBR tanah merah dengan 5% kaolin

Dapat dilihat bahwa hasil pengujian DCP untuk tanah merah dengan penambahan 5 % kaolin yang terpadatkan dengan proktor modifikasi juga tidak dapat disamakan dengan beberapa penelitian yang ada, karena menunjukkan hasil yang berbeda, khususnya pada kondisi *soaked*. Persamaan korelasi untuk sampel tanah merah dengan penambahan 5 % kaolin yaitu: $\text{Log}(\text{CBR}) = 3,99 - 3,04 \text{Log}(\text{DCP})$.

4.4.3. HASIL UJI DCP TANAH MERAH DENGAN 10% KAOLIN

Lalu untuk penambahan 10 % kaolin, juga dilakukan dengan dua tumpuk mold, dimana tebal lapisan yaitu 24 cm. Dan pengujian juga dilakukan dengan dua kondisi yang berbeda yaitu *unsoaked* dan *soaked*.

Berikut merupakan hasil uji DCP tanah merah dengan penambahan 10% kaolin:



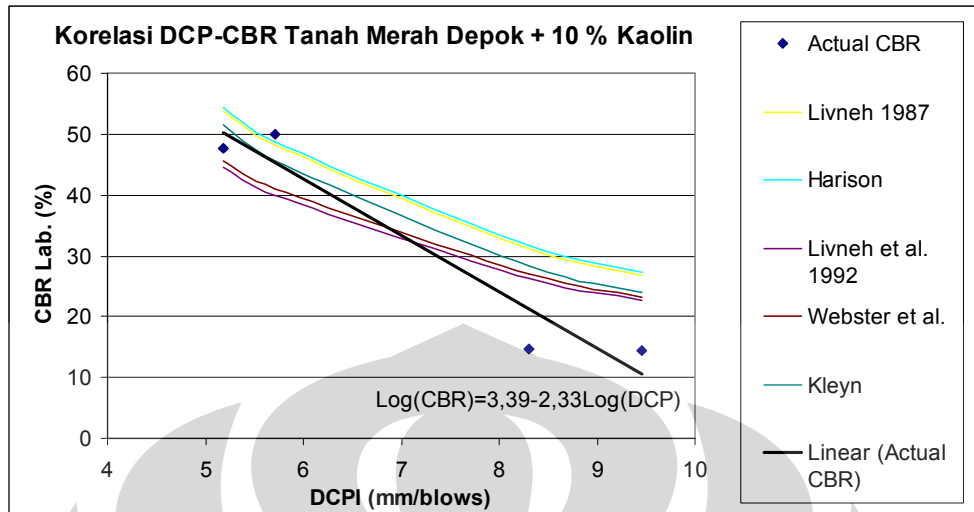
Grafik 4.12 Kurva indeks DCP tanah merah dengan 10% kaolin

Dari grafik diatas untuk kondisi *unsoaked* nilai rata-rata indeks penetrasi DCP ialah 5,45 dengan rata-rata nilai CBR yaitu 48,82%. sedangkan untuk kondisi *soaked* rata-rata indeks penetrasi DCP sebesar 8,89 yang rata-rata CBR mencapai 14,66%.

Hasil indeks DCP dengan CBR yang didapatkan, dapat dibandingkan dengan beberapa hasil penelitian DCP, maka berdasarkan tabel perbandingan yang telah didapat dari hasil pengujian ini ialah:

Tabel 4.3 Perbandingan hasil uji CBR-DCP tanah merah ditambah kaolin 10% aktual dengan beberapa penelitian

Average DCPI		Laboratory CBR(%)					
		Actual	Livneh	Harison	Livneh et al	Webster et al.	Kleyn
5,71	Unsoaked	49,99	48,08	48,65	40,01	40,95	45,57
5,18	Unsoaked	47,65	53,85	54,39	44,65	45,69	51,60
8,31	Soaked	14,79	31,15	31,75	26,31	26,93	28,33
9,45	Soaked	14,53	26,81	27,40	22,77	23,30	24,04



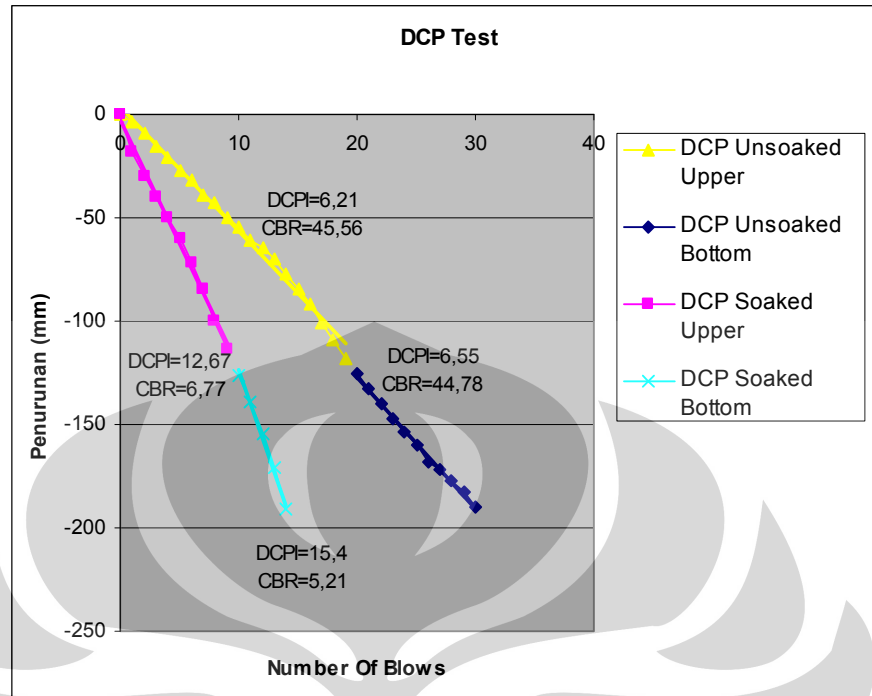
Grafik 4.13 Kurva korelasi DCP-CBR tanah merah dengan 10% kaolin

Dapat dilihat bahwa hasil pengujian DCP untuk tanah merah dengan 10 % kaolin yang dipadatkan dengan proctor modifikasi masih menunjukkan ketidaksamaan dengan beberapa penelitian yang ada, karena menunjukkan hasil yang berbeda, khususnya pada kondisi *soaked*. Persamaan korelasi untuk pencampuran tanah merah dengan 10 % kaolin ini diperoleh sebagai berikut: $\text{Log(CBR)} = 3,39 - 2,33 \text{ Log(DCP)}$.

4.4.4. HASIL UJI DCP TANAH MERAH DENGAN 20% KAOLIN

Seperti sebelumnya, untuk penambahan 20 % kaolin, juga dilakukan dengan dua tumpuk mold, tebal lapisan yaitu 24 cm. Pengujian juga dilakukan dengan dua kondisi yang berbeda yaitu *unsoaked* dan *soaked*.

Berikut merupakan hasil uji DCP tanah merah dengan penambahan 20% kaolin:



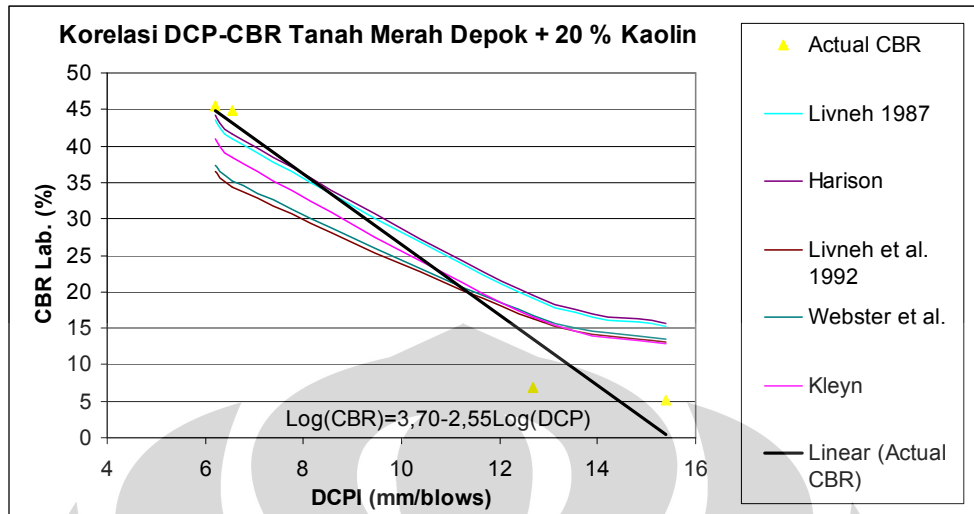
Grafik 4.14 Kurva indeks DCP tanah merah dengan 20% kaolin

Dari grafik diatas untuk kondisi *unsoaked* nilai rata-rata indeks penetrasi DCP ialah 6,38 dengan rata-rata nilai CBR yaitu 45,17%. sedangkan untuk kondisi *soaked* rata-rata indeks penetrasi DCP sebesar 14,04 yang rata-rata CBR mencapai 5,99%.

Hasil indeks DCP dengan CBR yang didapatkan, dapat dibandingkan dengan beberapa hasil penelitian DCP, maka berdasarkan tabel perbandingan yang telah didapat dari hasil pengujian ini ialah:

Tabel 4.4 Perbandingan hasil uji CBR-DCP tanah merah ditambah kaolin 20% aktual dengan beberapa penelitian

Average DCPI		Laboratory CBR(%)					
		Actual	Livneh	Harison	Livneh et al.	Webster et al.	Kleyn
6,21	Unsoaked	45,56	43,65	44,24	36,45	37,30	40,99
6,55	Unsoaked	44,78	41,07	41,67	34,37	35,17	38,35
12,67	Unsoaked	6,77	19,09	19,63	16,41	16,79	16,58
15,40	Unsoaked	5,21	15,22	15,71	13,18	13,49	12,94



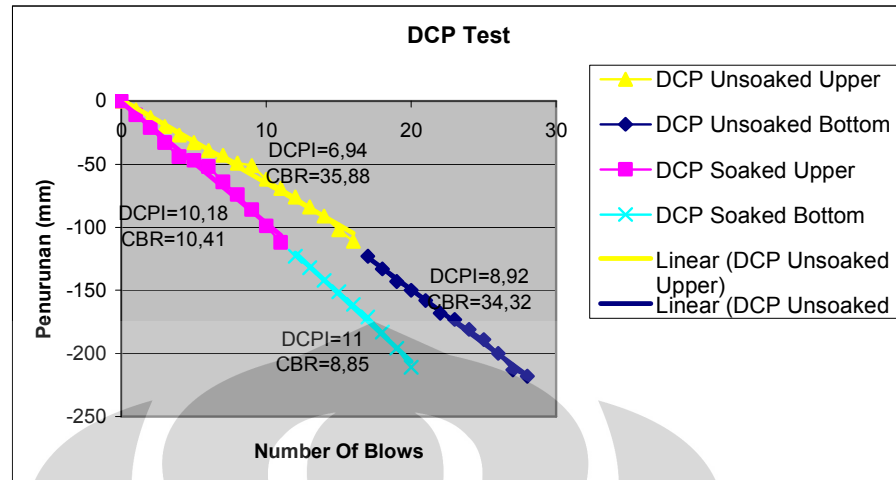
Grafik 4.15 Kurva korelasi DCP-CBR tanah merah dengan 20% kaolin

Dapat dilihat bahwa hasil pengujian DCP dimana tanah merah ditambahkan dengan kaolin sebanyak 20% yang terpadatkan dengan proktor modifikasi tidak dapat disamakan dengan beberapa penelitian yang ada, karena menunjukkan hasil yang berbeda, khususnya pada kondisi *soaked*. Dengan penambahan kaolin sebanyak 20 % terhadap tanah merah maka didapatkan hubungan korelasi: $\text{Log}(\text{CBR}) = 3,70 - 2,55 \text{Log}(\text{DCP})$.

4.4.5. HASIL UJI DCP TANAH MERAH DENGAN 30%KAOLIN

Dan juga, untuk penambahan 30 % kaolin, dilakukan dengan cara yang sama yaitu dua tumpuk mold, total tebal lapisan yaitu 24 cm. Pengujian juga dilakukan dengan dua kondisi yang berbeda yaitu *unsoaked* dan *soaked*.

Berikut merupakan hasil uji DCP tanah merah dengan penambahan 30% kaolin:



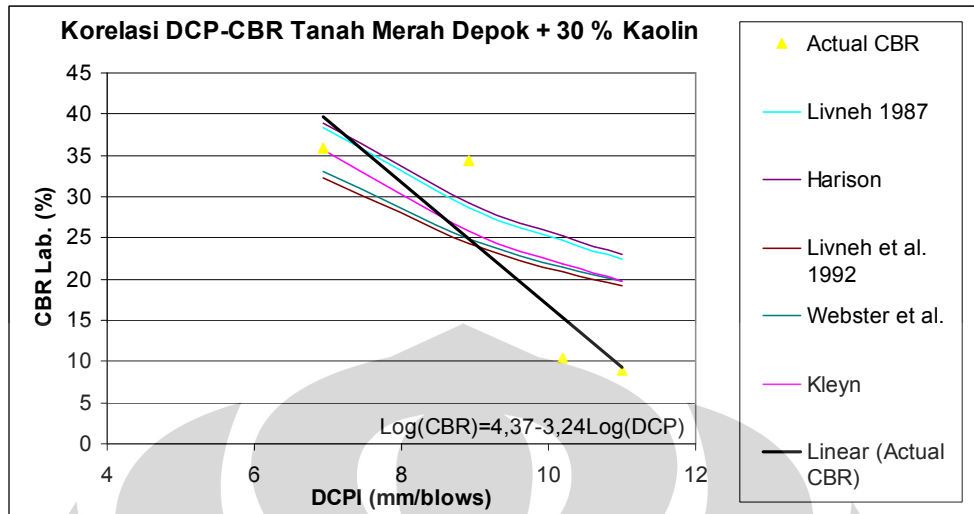
Grafik 4.16 Kurva indeks DCP tanah merah dengan 30% kaolin

Dari grafik diatas untuk kondisi *unsoaked* nilai rata-rata indeks penetrasi DCP ialah 7,93 dengan rata-rata nilai CBR yaitu 35,1%. sedangkan untuk kondisi *soaked* rata-rata indeks penetrasi DCP sebesar 10,59 yang rata-rata CBR mencapai 9,63%.

Hasil indeks DCP dengan CBR yang didapatkan, dapat dibandingkan dengan beberapa hasil penelitian DCP, maka berdasarkan tabel perbandingan yang telah didapat dari hasil pengujian ini ialah:

Tabel 4.5 Perbandingan hasil uji CBR-DCP tanah merah ditambah kaolin 30% aktual dengan beberapa penelitian

Average DCPI		Laboratory CBR(%)					
		Actual	Livneh	Harison	Livneh et al.	Webster et al.	Kleyn
6,94	Unsoaked	35,88	38,39	39,00	32,20	32,95	35,62
8,92	Unsoaked	34,31	28,69	29,29	24,31	24,88	25,90
10,18	Soaked	10,41	24,60	25,18	20,95	21,44	21,88
11,00	Soaked	8,85	22,49	23,06	19,21	19,66	19,83

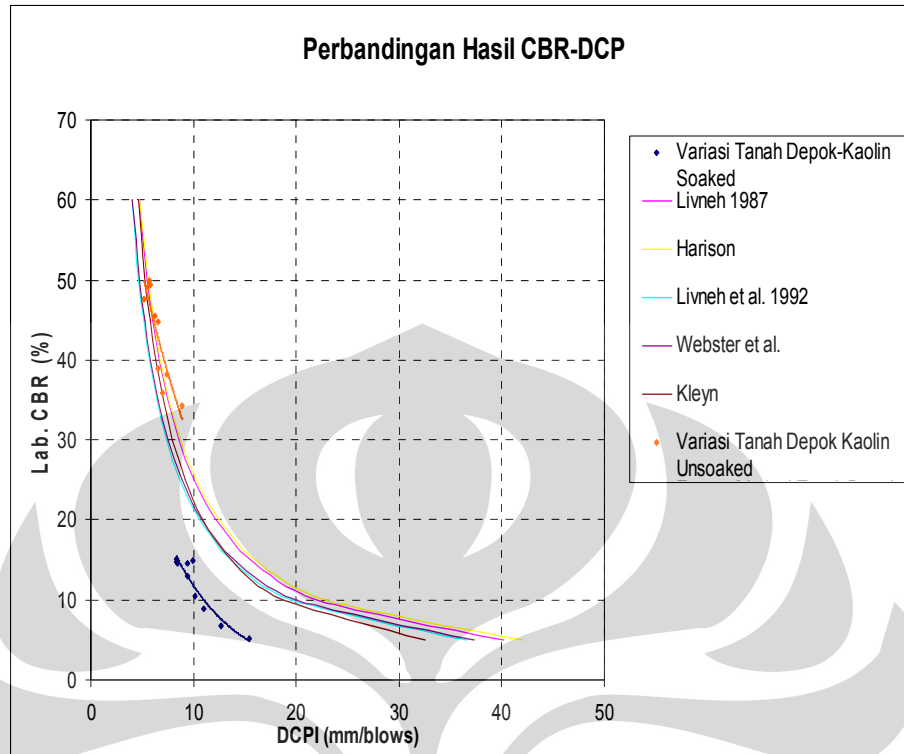


Grafik 4.17 Kurva korelasi DCP-CBR tanah merah dengan 30% kaolin

Dapat dilihat bahwa hasil pengujian DCP dengan material tanah merah ditambah 30% kaolin yang juga dipadatkan dengan proktor modifikasi masih tidak dapat disamakan dengan beberapa penelitian yang ada, karena menunjukkan hasil yang berbeda pula, khususnya pada kondisi *soaked*. Hubungan korelasi akibat penambahan 30% kaolin terhadap tanah merah dinyatakan dalam: $\text{Log(CBR)} = 4,37 - 3,24 \text{Log(DCP)}$.

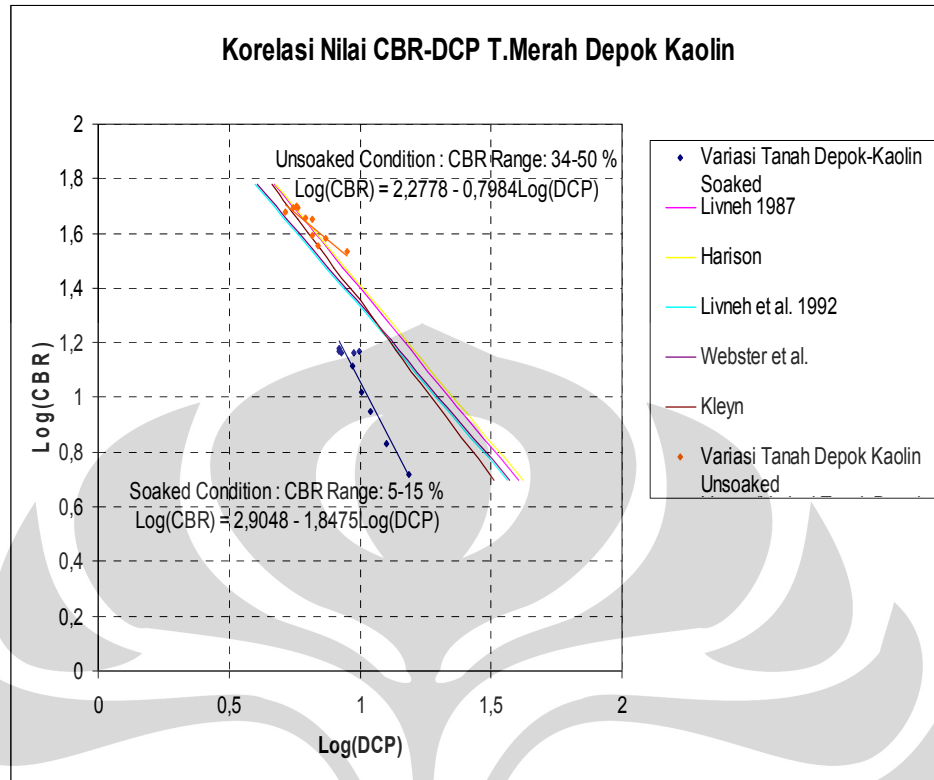
4.5. KORELASI NILAI UJI CBR DAN DCP

Setelah pengujian CBR dan DCP, maka korelasi kedua uji ini dapat diketahui. Korelasi ini merupakan hasil seluruh nilai uji CBR dan DCP yang telah didapatkan. Dari hasil korelasi maka akan dibandingkan dengan beberapa hasil persamaan korelasi oleh beberapa penelitian sebelumnya. berikut merupakan grafik hasil CBR dan DCP pengujian ini:



Grafik 4.18 Kurva perbandingan hasil CBR-DCP laboratorium dengan beberapa penelitian

Dari grafik terlihat untuk kondisi tanah *unsoaked* tidak begitu berbeda dengan hasil persamaan hubungan CBR dengan DCP beberapa penelitian yang telah ada. Namun untuk kondisi *soaked* terlihat berbeda dengan beberapa penelitian yang ada. Faktor ini dikarenakan tanah kondisi *soaked* untuk lapisan dalam mold masih cukup keras dan padat sehingga pembacaan nilai indeks DCP masih rendah, sedangkan pembacaan CBR hanya melakukan penetrasi pada permukaan saja yang cukup banyak terpengaruh serta jenuh oleh rendaman air. pada saat setelah perendaman, tanah terlihat cukup lunak atau lembek dengan adanya penambahan kaolin pada permukaan tanah, namun ketika dilakukan pengeluaran sampel tanah dengan *extruder*, tanah terlihat masih memiliki formasi yang baik pada bagian tengah walau tidak begitu keras seperti kondisi *unsoaked*.



Grafik 4.19 Kurva perbandingan korelasi CBR-DCP laboratorium dengan beberapa penelitian

dari grafik pengujian hubungan yang ada, maka dapat dikategorikan dalam dua kondisi, yaitu kondisi *unsoaked* dan *soaked*. Kategori yang berbeda ini dikarenakan sampel berada pada rentang yang cukup jelas berbeda. Untuk kondisi *unsoaked*, umumnya berada pada rentang CBR dari 34 % hingga 50 % dan dengan persamaan linear dalam logaritma didapatkan persamaan korelasi yaitu, $\text{Log(CBR)} = 2,2778 - 0,7984\text{Log(DCP)}$. Sedangkan untuk kondisi *soaked*, dengan rentang nilai CBR dari 5 % hingga 15 % didapatkan persamaan korelasi $\text{Log(CBR)} = 2,9048 - 1,8475\text{Log(DCP)}$. Persamaan korelasi ini menggunakan hasil uji laboratorium baik nilai persentase CBR dan indeks penetrasi DCP.

BAB V PENUTUP

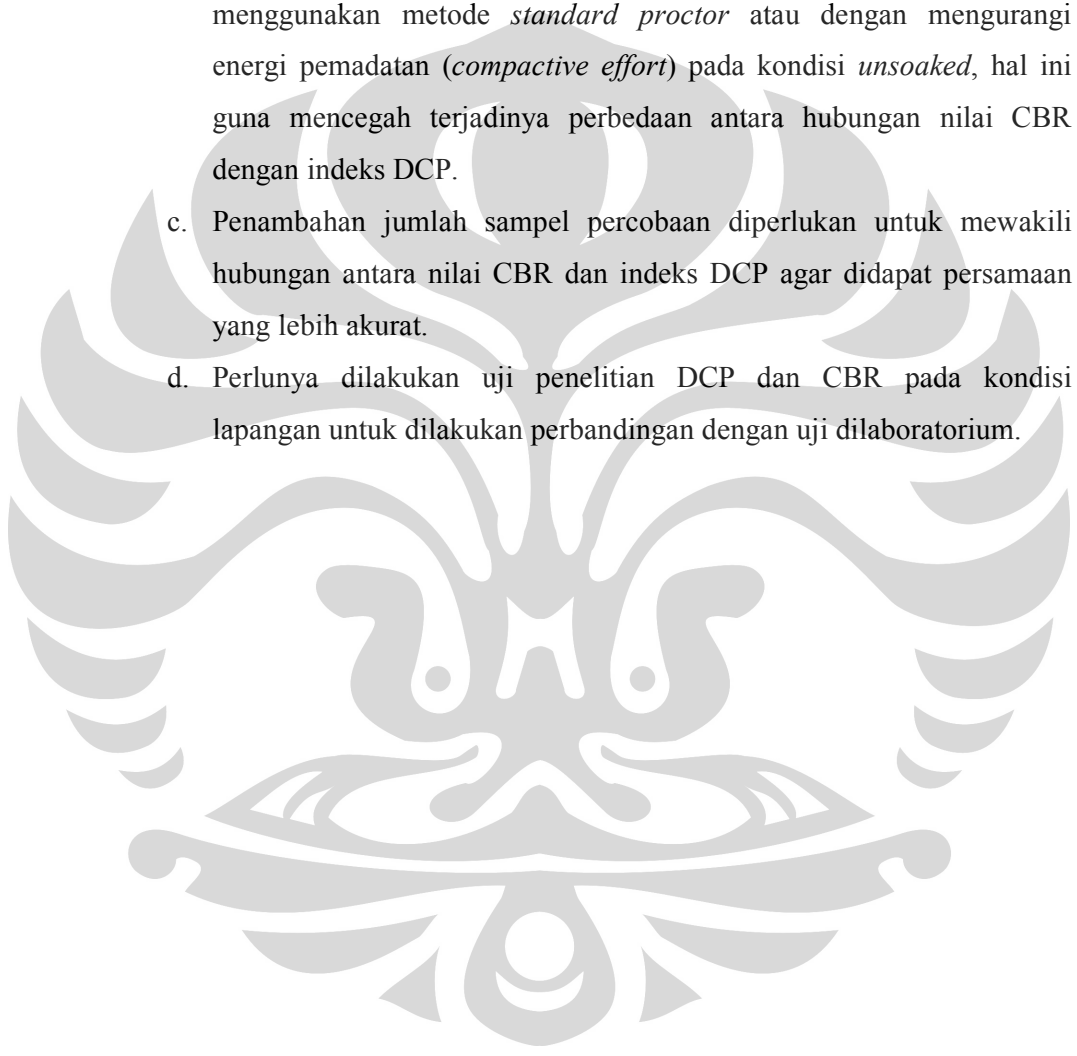
5.1. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah didapatkan, berdasarkan beberapa pengujian yang telah dilakukan atas pencampuran tanah merah depok dengan kaolin, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Pencampuran tanah merah depok dengan kaolin dapat meningkatkan kepadatan, karena kaolin berfungsi sebagai pengisi rongga (*filler*) serta mengunci antar butiran tanah (*interlocking*), namun terlalu banyak kaolin justru akan menggantikan butiran asli tanah atau menambah kadar lempung pada sampel tanah.
- b. Pencampuran tanah merah depok dengan kaolin dapat meningkatkan nilai CBR *unsoaked*, namun akan menurunkan nilai CBR jika penambahan kaolin melebihi 20 persen. Sedangkan pada kondisi *soaked* nilai CBR tidak jauh berbeda dengan tanpa penambahan kaolin dan cenderung menurunkan jika penambahan kaolin melebihi 10 persen. Sehingga pencampuran efektif penambahan kaolin terhadap tanah merah yang dipadatkan secara *modified proctor* hanya 10%.
- c. Penggunaan material kaolin sebagai bahan stabilisasi tanah tidak dapat diterapkan pada perkerasan jalan maupun timbunan yang mudah terpapar oleh air.
- d. Persamaan korelasi DCP konus 60° dan CBR *unsoaked* ialah $\text{Log}(\text{CBR}) = 2,2778 - 0,7984\text{Log}(\text{DCP})$ pada nilai CBR 34% hingga 50%.
- e. Persamaan korelasi DCP konus 60° dan CBR *soaked* ialah $\text{Log}(\text{CBR}) = 2,9048 - 1,8475\text{Log}(\text{DCP})$ pada nilai CBR 5% hingga 15%.

5.2. SARAN

- a. Pengujian terhadap pemadatan tanah kaolin perlu dilakukan untuk mengetahui karakteristik utama dari kaolin dan penambahan pengujian untuk penambahan rasio kaolin terhadap tanah merah pada nilai CBR.
- b. Pada pengujian antara hubungan CBR dan DCP, untuk pengujian dengan nilai CBR yang kecil diperlukan pemadatan dengan menggunakan metode *standard proctor* atau dengan mengurangi energi pemadatan (*compactive effort*) pada kondisi *unsoaked*, hal ini guna mencegah terjadinya perbedaan antara hubungan nilai CBR dengan indeks DCP.
- c. Penambahan jumlah sampel percobaan diperlukan untuk mewakili hubungan antara nilai CBR dan indeks DCP agar didapat persamaan yang lebih akurat.
- d. Perlunya dilakukan uji penelitian DCP dan CBR pada kondisi lapangan untuk dilakukan perbandingan dengan uji dilaboratorium.



DAFTAR REFERENSI

A.Tatang Dachlan (2005). DCP Sebagai Standar Dalam Penentuan CBR untuk Evaluasi Perkerasan Jalan. Vol.6 No.2 Desember 2005:163-176

Braja M. Das, (2006). *Principles of Geotechnical Engineering*, Sixth Edition, Thomson, Canada.

W.J. Morin and Peter C. Todor, (1975). *Laterite and Lateritic Soils and Other Problem Soils of The Tropics*, Lyon Associates Inc, Baltimore, Maryland, USA.

F. Bergaya, G. Lagaly and M. Vayer, (2006). *Developments in Clay Science*, Vol. 1 Ch.12.10, Elsevier.

H. Van Olphen and J.J Fripiat, Editors, (1979). *Data Handbook for Clay Materials and Other Non-Metallic Minerals*, Pergamon Press, New York.

Farshad Amini, (2003). *Potential Applications of Dynamic and Static Cone Penetrometer In MDOT Pavement Design and Construction*. Department of Civil Engineering, Jackson State University, September 2003.

Dynamic Cone Penetrometer Testing for Subgrade Stability NCDOT-Geotechnical Engineering Unit September 2005.
<http://www.ncdot.org/>

Saskatchewan Highway and Transportation. Standard Test Procedures Manual, Dynamic Cone Penetrometer.
<http://www.highways.gov.sk/pdf>

Hussin, Noor Asmah, (2008). *Correlation Between CBR Value and Undrained Shear Strength from Vane Shear Test*. Faculty of Civil Engineering, Universiti Teknologi Malaysia, April 2008.

User Guide To The Dynamic Cone Penetrometer, Office of Material Research and Engineering, Mn/DOT, April 1993.

Huat, Bujang, et al., (2004). *Tropical Residual Soils Engineering*, Taylor and Francis Routledge, 2004.

Murray, Haydn H, *Applied Clay Mineralogy*, Vol 2, Elsevier, 2007.

Liu, Lanbo, Soil Mechanics and Foundation Lecture Notes, University of Connecticut.

Erizal, Bahan Kuliah Rekayasa Perkerasan Jalan, Institut Pertanian Bogor.

Sawangsurriya, Auckpath, Innovative Tools for Highway Construction Quality Control, Bureau of Road Research and Development Bangkok, Thailand.

Geotechnical and Mineralogical Characterization, Ch. 6, 20 Juli 2010.
<www.enrgworks.com/ch/Chapter6.pdf>.

Review of Compaction Principles, 20 Juli 2010.
<www.geotechnicalinfo.com>.



Lampiran 1 : Pengolahan Data Indeks Properti Tanah

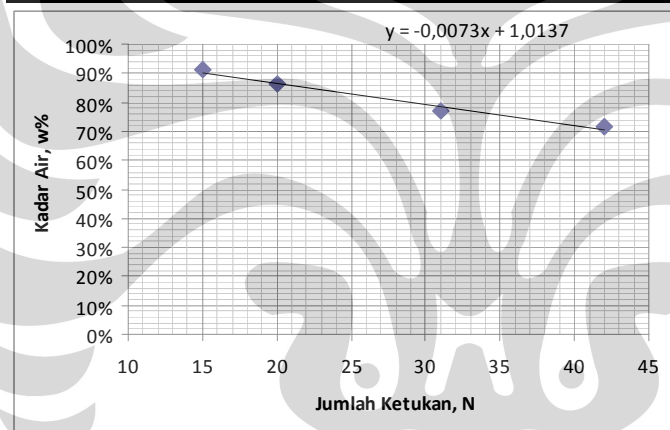
ATTERBERG LIMIT

Lokasi : Lapangan GK FTUI
 Deskripsi Tanah : Tanah Merah
 Test Oleh : Tim Skripsi Tanah Merah Residual GK 2010

Liquid Limit

Plastic Limit

Can No.	I	II	III	IV	I	II
Jumlah ketukan	15	20	31	42	-	-
Berat tanah basah + can	43,7	47,61	45,09	48,59	55,99	57,12
Berat tanah kering + can	26,77	29,3	29,03	31,71	44,36	43,99
Berat can	8,24	8,09	8,18	8,15	24,42	21,15
Berat tanah kering	18,53	20,85	21,21	23,56	19,94	22,84
Berat air	16,93	18,31	16,06	16,88	11,63	13,13
Kadar air	91,37%	86,33%	77,03%	71,65%	58,32%	57,49%
Kadar air rata-rata					57,91%	



Liquid Limit = 81.59%
 Plastic Limit = 57.91%
 Plasticity Index $I_p = 23.68\%$

Spesific Gravity

Lokasi : Lapangan GK FTUI
 Deskripsi Tanah : Tanah Merah
 Test Oleh : Tim Skripsi Tanah Merah GK

Test No.	1	2	3
Berat Botol + Air + Tanah = W_{bws}	719,84	718,55	727,5
Temperature $^{\circ}C$	28	28	28
Berat Botol + Air Suling = W_{bw}	656,68	655,67	664,71
No. Piknometer	1	5	8
Berat Botol + Tanah Kering	465,08	461,42	471,79
Berat Botol Piknometer	365,05	361,42	371,79
Berat Tanah Kering = W_s	100,03	100	100
$W_{w'} = W_s + W_{bw} - W_{bws}$	36,87	37,12	37,21
$G_s = \alpha W_s / W_{w'}$ ($\alpha = 0.99626$)	2,703	2,684	2,677

Nilai Spesific Gravity rata-rata =

2,688

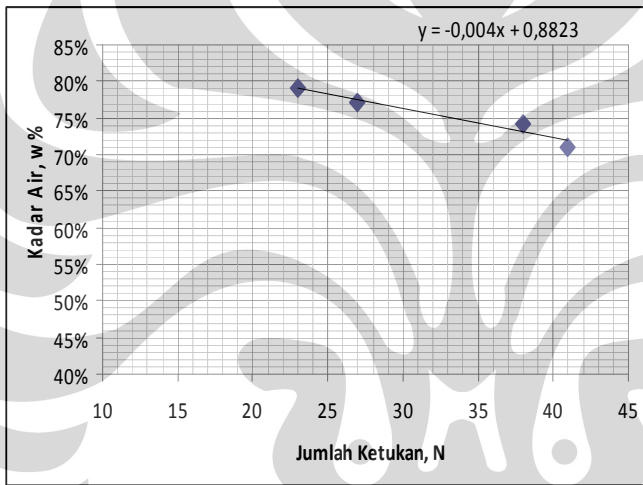
ATTERBERG LIMIT

Lokasi : FTUI
 Deskripsi Tanah : Kaolin Mesh 325
 Test Oleh : Tim Skripsi Kaolin 2010

Liquid Limit

Plastic Limit

Can No.	I	II	III	IV	I	II
Jumlah ketukan	23	27	38	41	-	-
Berat tanah basah + can	52,38	35,51	40,43	37,64	27,19	30,02
Berat tanah kering + can	32,78	23,51	26,59	25,38	23,64	25,89
Berat can	8,02	7,96	7,95	8,13	15,74	12,28
Berat tanah kering	24,76	18,64	15,55	17,25	7,9	13,61
Berat air	19,6	12	13,84	12,26	3,55	4,13
Kadar air	79,16%	77,17%	74,25%	71,07%	44,94%	30,35%
Kadar air rata-rata					37,64%	



Liquid Limit 78.22%
 Plastic Limit = 37.64%
 Plasticity Index $I_p = 40.58\%$

Spesific Gravity

Lokasi : Lapangan GK FTUI
 Deskripsi Tanah : Tanah Kaolin
 Test Oleh : Tim Skripsi Tanah Kaolin 2010

Test No.	1	2	3
Berat Botol + Air + Tanah = W_{bws}	718	716,58	726,15
Temperature $^{\circ}C$	29	29	29
Berat Botol + Air Suling = W_{bw}	656,51	655,1	664,48
No. Piknometer	1	7	2
Berat Botol + Tanah Kering	402,26	418,08	407,92
Berat Botol Piknometer	302,26	318,08	307,92
Berat Tanah Kering = W_s	100	100	100
$W_{w'} = W_s + W_{bw} - W_{bws}$	38,51	38,52	38,33
$G_s = \alpha W_s / W_{w'} (\alpha = 0.99626)$	2,586	2,586	2,598

Nilai Spesific Gravity rata-rata = **2,590**

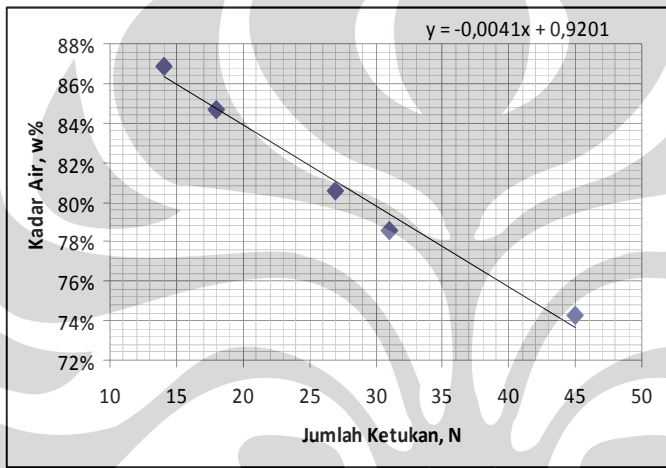
ATTERBERG LIMIT

Lokasi : Lapangan GK FTUI
 Deskripsi Tanah : Tanah Merah + 5% Kaolin
 Test Oleh : Tim Skripsi Tanah Merah Residual GK 2010

Liquid Limit

Plastic Limit

Can No.	I	II	III	IV	V	I	II
Jumlah ketukan	14	18	27	31	45	-	-
Berat tanah basah + can	62,51	52,31	51,05	43,93	40,97	28,14	29,29
Berat tanah kering + can	37,18	32,3	31,11	28,13	26,91	25,53	26,49
Berat can	8,03	8,67	6,37	8,02	7,98	21,02	21,65
Berat tanah kering	29,15	24,74	23,63	20,11	18,93	4,51	4,84
Berat air	25,33	20,01	19,94	15,8	14,06	2,61	2,8
Kadar air	86,90%	84,68%	80,60%	78,57%	74,27%	57,87%	57,85%
Kadar air rata-rata						57,86%	



Liquid Limit 81,04%
 Plastic Limit 57,86%
 Plasticity Index $I_p = 23.17\%$

Spesific Gravity

Lokasi : Lapangan GK FTUI
 Deskripsi Tanah : Tanah Merah + 5 % Kaolin
 Test Oleh : Tim Skripsi Tanah Merah GK

Test No.	I
Berat Botol + Air + Tanah = W_{bws}	719,41
Temperature $^{\circ}C$	29
Berat Botol + Air Suling = W_{bw}	656,42
No. Piknometer	1
Berat Botol + Tanah Kering	475,39
Berat Botol Piknometer	375,39
Berat Tanah Kering = W_s	100
$W_{w'} = W_s + W_{bw} - W_{bws}$	37,01
$G_s = \alpha W_s / W_{w'} (\alpha = 0.99626)$	2,692

Nilai Spesific Gravity rata-rata = **2,692**

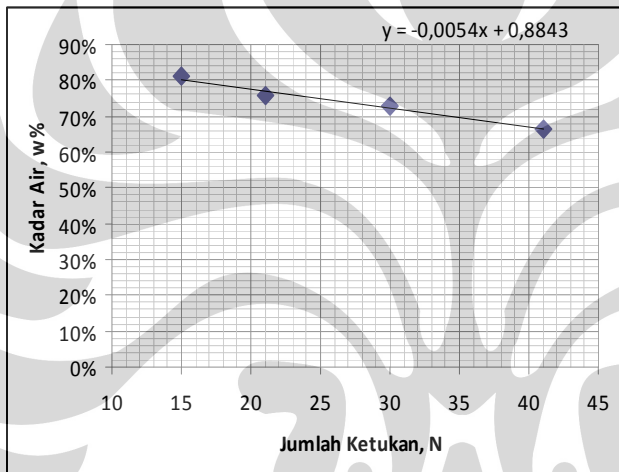
ATTERBERG LIMIT

Lokasi : Lapangan GK FTUI
 Deskripsi Tanah : Tanah Merah + 10% Kaolin
 Test Oleh : Tim Skripsi Tanah Merah Residual GK 2010

Liquid Limit

Plastic Limit

Can No.	I	II	III	IV	I	II
Jumlah ketukan	15	21	30	41	-	-
Berat tanah basah + can	42,09	43,15	39,2	42,47	42,66	43,82
Berat tanah kering + can	26,8	28	26,02	28,65	32,53	32,76
Berat can	7,99	7,99	7,87	7,86	12,88	11,46
Berat tanah kering	18,81	18,15	20,01	20,79	19,65	21,3
Berat air	15,29	15,15	13,18	13,82	10,13	11,06
Kadar air	81,29%	75,71%	72,62%	66,47%	51,55%	51,92%
Kadar air rata-rata					51,74%	



Liquid Limit = 74.01%
 Plastic Limit = 51.74%
 Plasticity Index $I_p = 22.27\%$

Spesific Gravity

Lokasi : Lapangan GK FTUI
 Deskripsi Tanah : Tanah Merah + 10% Kaolin
 Test Oleh : Tim Skripsi Tanah Merah GK

Test No.	1	2
Berat Botol + Air + Tanah = W_{bws}	729,51	726,35
Temperature $^{\circ}C$	29	29
Berat Botol + Air Suling = W_{bw}	667,29	664,22
No. Piknometer	A	8
Berat Botol + Tanah Kering	478,08	452,62
Berat Botol Piknometer	378,08	352,62
Berat Tanah Kering = W_s	100	100
$W_{w'} = W_s + W_{bw} - W_{bws}$	37,78	37,87
$G_s = \alpha W_s / W_{w'} (\alpha = 0.99626)$	2,636	2,630

Nilai Spesific Gravity rata-rata =

2,633

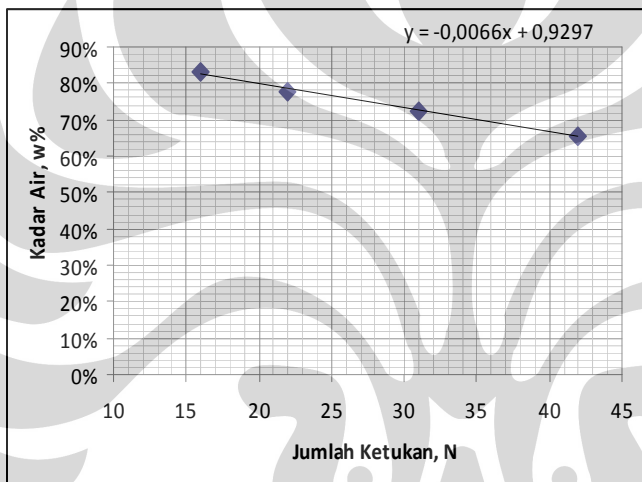
ATTERBERG LIMIT

Lokasi : Lapangan GK FTUI
 Deskripsi Tanah : Tanah Merah + 20% Kaolin
 Test Oleh : Tim Skripsi Tanah Merah Residual GK 2010

Liquid Limit

Plastic Limit

Can No.	I	II	III	IV	I	II
Jumlah ketukan	16	22	31	42	-	-
Berat tanah basah + can	46,91	45,95	47,51	50,29	42,26	41,3
Berat tanah kering + can	29,43	29,62	31,2	33,87	31,78	31,36
Berat can	8,34	8,63	8,7	8,75	12,82	12,92
Berat tanah kering	21,09	22,5	20,99	25,12	18,96	18,44
Berat air	17,48	16,33	16,31	16,42	10,48	9,94
Kadar air	82,88%	77,80%	72,49%	65,37%	55,27%	53,90%
Kadar air rata-rata					54,59%	



Liquid Limit = 75.34%
 Plastic Limit = 54.59%
 Plasticity Index $I_p = 20.74\%$

Specific Gravity

Lokasi : Lapangan GK FTUI
 Deskripsi Tanah : Tanah Merah + 20% Kaolin
 Test Oleh : Tim Skripsi Tanah Merah GK

Test No.	1	2
Berat Botol + Air + Tanah = W_{bws}	731,83	729,98
Temperature $^{\circ}C$	29	29
Berat Botol + Air Suling = W_{bw}	669,58	667,29
No. Piknometer	B	A
Berat Botol + Tanah Kering	482,61	483,67
Berat Botol Piknometer	382,61	383,66
Berat Tanah Kering = W_s	100	100,01
$W_w = W_s + W_{bw} - W_{bws}$	37,75	37,32
$G_s = \alpha W_s / W_w$ ($\alpha = 0.99626$)	2,638	2,669

Nilai Specific Gravity rata-rata = **2,654**

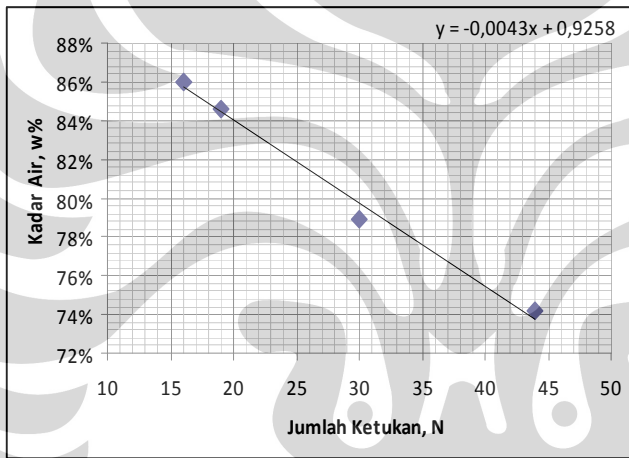
ATTERBERG LIMIT

Lokasi : Lapangan GK FTUI
 Deskripsi Tanah : Tanah Merah + 30% Kaolin
 Test Oleh : Tim Skripsi Tanah Merah Residual GK 2010

Liquid Limit

Plastic Limit

Can No.	I	II	III	IV	I	II
Jumlah ketukan	16	19	30	44	-	-
Berat tanah	62,3	52,31	44	41,01	28,13	29,28
Berat tanah	37,2	32,3	28,14	26,95	25,52	26,45
Berat can	8,02	8,65	8,03	7,99	21,03	21,5
Berat tanah	29,18	20,11	23,65	18,96	4,49	4,95
Berat air	25,1	20,01	15,86	14,06	2,61	2,83
Kadar air	86,02%	84,61%	78,87%	74,16%	58,13%	57,17%
Kadar air rata-rata					57,65%	



Liquid Limit = 80,98%
 Plastic Limit = 57,65%
 Plasticity Index $I_p = 23,33\%$

Specific Gravity

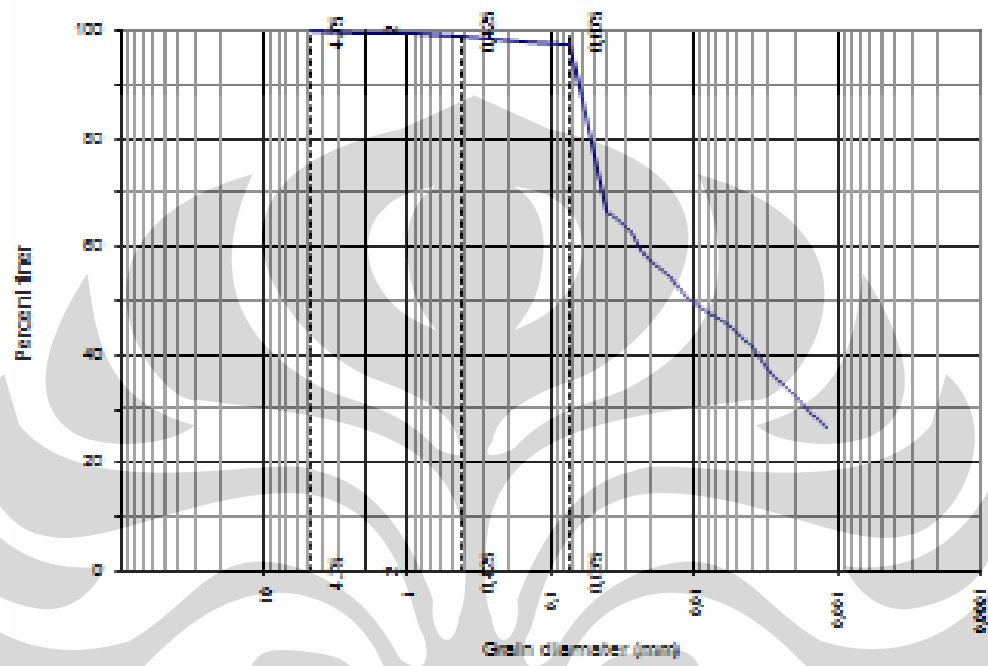
Lokasi : Lapangan GK FTUI
 Deskripsi Tanah : Tanah Merah + 30% Kaolin
 Test Oleh : Tim Skripsi Tanah Merah GK

Test No.	1
Berat Botol + Air + Tanah = W_{bws}	731,82
Temperature $^{\circ}C$	29
Berat Botol + Air Suling = W_{bw}	669,58
No. Piknometer	B
Berat Botol + Tanah Kering	471,52
Berat Botol Piknometer	371,51
Berat Tanah Kering = W_s	100,01
$W_{w'} = W_s + W_{bw} - W_{bws}$	37,77
$G_s = \alpha W_s / W_{w'} \quad (\alpha = 0,99626)$	2,637

Nilai Specific Gravity rata-rata =

2,637

Hydrometer Tanah Merah:



Komposisi	
Sand	2,66 %
Silt	64,46 %
Clay	32,88 %

Lampiran 2 : Pengolahan Data Pemadatan Modified Proctor

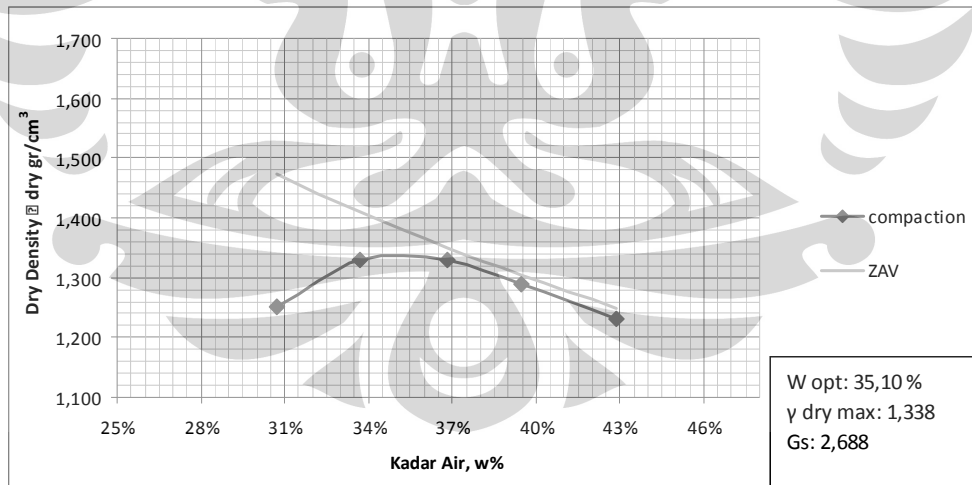
MODIFIED COMPACTION TEST

Lokasi : Lapangan GK FTUI
 Test oleh : Bagas
 Deskripsi tanah : Tanah Merah
 Blow/Layer : 25 No. Of Layer : 5 Wt. Of Hammer : 10 lb

Water Content Determination

Sample No	1	2	3	4	5
Wt. Of can + wet soil	289,21	334,47	299,91	318,84	273,3
Wt. Of can + dry soil	226,32	255,11	224,46	234,14	196,82
Wt. Of water	62,89	79,36	75,45	84,7	76,48
Wt. Of can	21,52	19,54	19,69	19,42	18,45
Wt. Of dry soil	204,8	235,57	204,77	214,72	178,37
Water content, w%	30,71%	33,69%	36,85%	39,45%	42,88%

Assumed water content	30%	33%	36%	39%	42%
Water Content	30,71%	33,69%	36,85%	39,45%	42,88%
V mold = V soil	936,09	936,09	936,09	936,09	936,09
Wt. Of soil + mold	2928	3060	3100	3080	3044
Wt. Of mold	1396	1396	1396	1396	1396
Wt. Of soil in mold	1532	1664	1704	1684	1648
Wet density, gr/cm ³	1,637	1,778	1,820	1,799	1,761
Dry density	1,252	1,330	1,330	1,290	1,232
ZAV	1,473	1,411	1,350	1,305	1,249



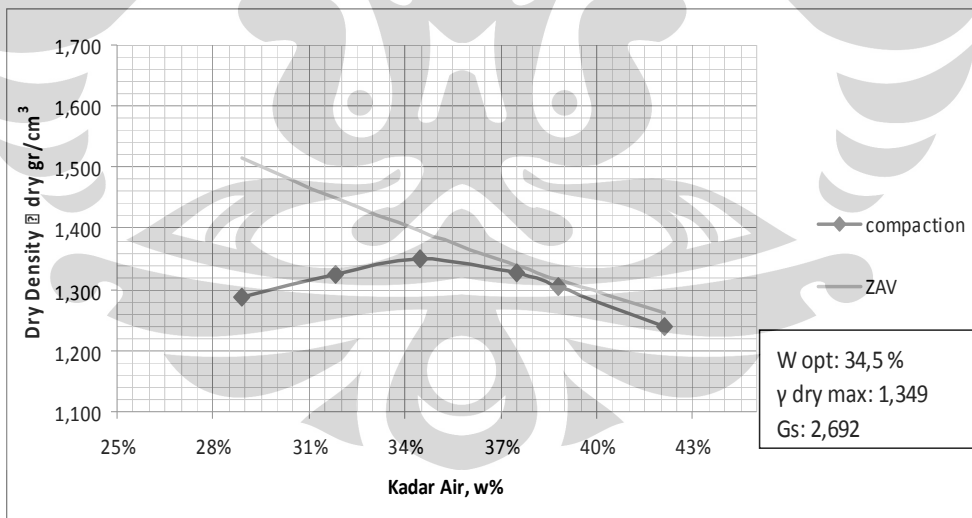
MODIFIED COMPACTION TEST

Lokasi : Lapangan GK FTUI
 Test oleh : Bagas
 Deskripsi tanah : Tanah Merah+5% kaolin
 Blow/Layer : 25 No. Of Layer : 5 Wt. Of Hammer : 10 lb

Water Content Determination

Sample No	1	2	3	4	5	6
Wt. Of can + wet soil	352,91	367,86	366,92	359,14	406,45	385,51
Wt. Of can + dry soil	278,1	283,77	278,03	266,46	300,08	277,64
Wt. Of water	74,81	84,09	88,89	92,68	106,37	107,87
Wt. Of can	19,36	19,41	20,17	19,46	25,94	21,44
Wt. Of dry soil	258,74	264,36	257,86	247	274,14	256,2
Water content, w%	28,91%	31,81%	34,47%	37,52%	38,80%	42,10%

Assumed water content	29%	32%	35%	38%	41%	45%
Water Content	28,91%	31,81%	34,47%	37,52%	38,80%	42,10%
V mold = V soil	936,09	936,09	936,09	936,09	936,09	936,09
Wt. Of soil + mold	2950	3032	3094	3105	3093	3046
Wt. Of mold	1396	1396	1396	1396	1396	1396
Wt. Of soil in mold	1554	1636	1698	1709	1697	1650
Wet density, gr/cm3	1,660	1,748	1,814	1,826	1,813	1,763
Dry density	1,288	1,326	1,349	1,328	1,306	1,240
ZAV	1,514	1,450	1,396	1,339	1,317	1,262



MODIFIED COMPACTION TEST

Lokasi : Lapangan GK FTUI

Test oleh : Bagas

Deskripsi t: Tanah Merah+10% kaolin

Blow/Layer : 25

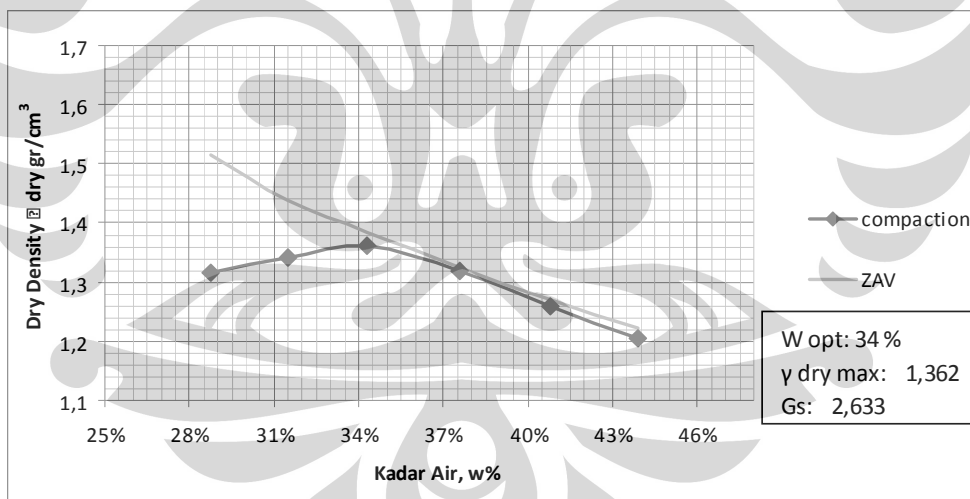
No. Of Layer : 5

Wt. Of Hammer : 10 lb

Water Content Determination

Sample No	1	2	3	4	5	6
Wt. Of can + wet soil	373,21	475,29	413,98	377,39	449,7	369,77
Wt. Of can + dry soil	294,1	367,95	313,59	279,66	335,26	262,96
Wt. Of water	79,11	107,34	100,39	97,73	114,44	106,81
Wt. Of can	19,23	26,94	20,72	19,44	54,72	19,72
Wt. Of dry soil	274,87	341,01	292,87	260,22	280,54	243,24
Water content, w%	28,78%	31,48%	34,28%	37,56%	40,79%	43,91%

Assumed water content	29%	32%	35%	38%	41%	44%
Water Content	28,78%	31,48%	34,28%	37,56%	40,79%	43,91%
V mold = V soil	936,091	936,09	936,09	936,09	936,09	936,09
Wt. Of soil + mold	2982	3047	3106	3096	3054	3018
Wt. Of mold	1396	1396	1396	1396	1396	1396
Wt. Of soil in mold	1586	1651	1710	1700	1658	1622
Wet density, gr/cm ³	1,69428	1,764	1,827	1,816	1,771	1,733
Dry density	1,31563	1,341	1,360	1,320	1,258	1,204
ZAV	1,515536	1,440	1,384	1,324	1,269	1,221



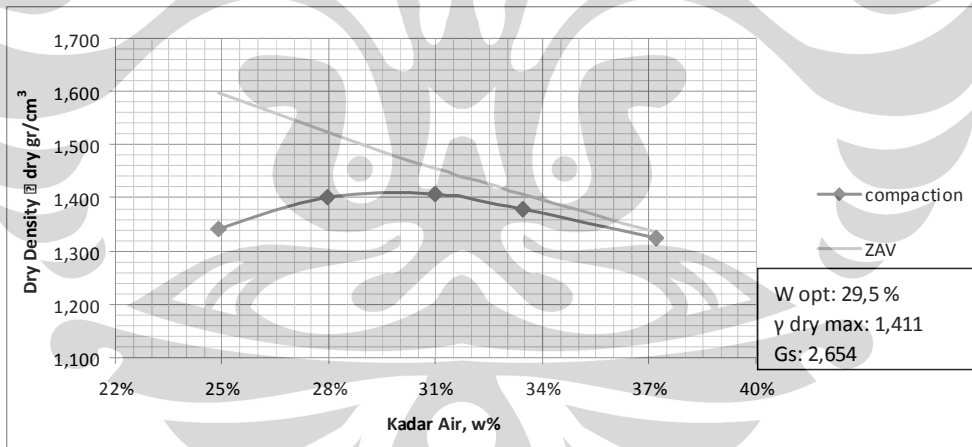
MODIFIED COMPACTION TEST

Lokasi : Lapangan GK FTUI
 Test oleh : Bagas
 Deskripsi tanah : Tanah Merah+20% kaolin
 Blow/Layer : 25 No. Of Layer : 5 Wt. Of Hammer : 10 lb

Water Content Determination

Sample No	1	2	3	4	5
Wt. Of can + wet soil	457,5	389,13	352,61	374,07	419,12
Wt. Of can + dry soil	371,38	309,02	273,78	284,97	310,82
Wt. Of water	86,12	80,11	78,83	89,1	108,3
Wt. Of can	25,66	22,55	19,23	18,68	19,72
Wt. Of dry soil	345,72	286,47	254,55	266,29	291,1
Water content, w%	24,91%	27,96%	30,97%	33,46%	37,20%

Assumed water content	25%	28%	31%	34%	37%
Water Content	24,91%	27,96%	30,97%	33,46%	37,20%
V mold = V soil	936,09	936,09	936,09	936,09	936,09
Wt. Of soil + mold	2964	3076	3120	3118	3096
Wt. Of mold	1396	1396	1396	1396	1396
Wt. Of soil in mold	1568	1680	1724	1722	1700
Wet density, gr/cm ³	1,675	1,795	1,842	1,840	1,816
Dry density	1,341	1,402	1,406	1,378	1,324
ZAV	1,598	1,523	1,457	1,406	1,335



MODIFIED COMPACTION TEST

Lokasi : Lapangan GK FTUI

Test oleh : Bagas

Deskripsi t: Tanah Merah+30% kaolin

Blow/Layer : 25

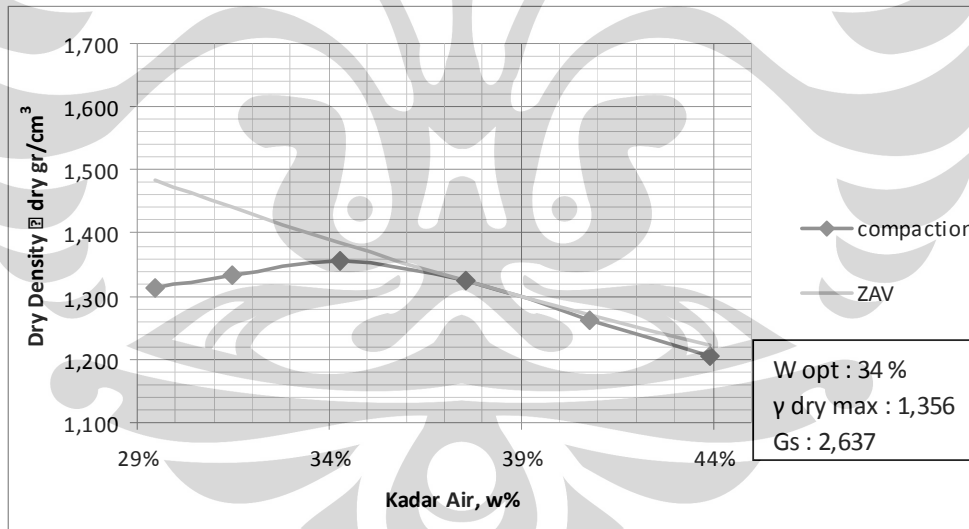
No. Of Layer : 5

Wt. Of Hammer : 10 lb

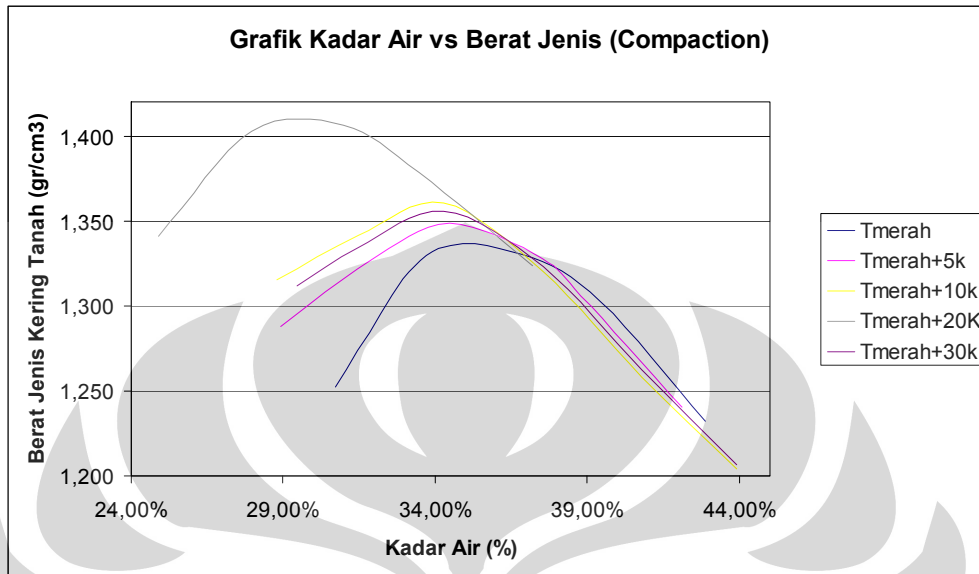
Water Content Determination

Sample No	1	2	3	4	5	6
Wt. Of can + wet soil	416,26	475,29	413,98	377,39	449,7	369,77
Wt. Of can + dry soil	325,89	367,95	313,59	279,66	335,26	262,96
Wt. Of water	90,37	107,34	100,39	97,73	114,44	106,81
Wt. Of can	19,1	26,94	20,72	19,44	54,72	19,72
Wt. Of dry soil	306,79	341,01	292,87	260,22	280,54	243,24
Water content, w%	29,46%	31,48%	34,28%	37,56%	40,79%	43,91%

Assumed water content	29%	32%	35%	38%	41%	44%
Water Content	29,46%	31,48%	34,28%	37,56%	40,79%	43,91%
V mold = V soil	936,09	936,09	936,09	936,09	936,09	936,09
Wt. Of soil + mold	2986	3038	3100	3100	3060	3021
Wt. Of mold	1396	1396	1396	1396	1396	1396
Wt. Of soil in mold	1590	1642	1704	1704	1664	1625
Wet density, gr/cm ³	1,699	1,754	1,820	1,820	1,778	1,736
Dry density	1,312	1,334	1,356	1,323	1,263	1,206
ZAV	2,637	1,441	1,385	1,325	1,270	1,222



Grafik Perbandingan Kurva Pemadatan Tanah Setiap Penambahan Kaolin:



Lampiran 3 : Pengolahan Data CBR

CBR Tanah Merah:

SAMPLE No:	1	SAMPLE No:	4	SAMPLE No:	5
Mold No.	1	Mold No.	21	Mold No.	16
Can No.	s1	Can No.	c3	Can No.	c3
Wt. Can	19,23	gr	Wt. Can	19,08	gr
Wt. Can+Sw	247,01	gr	Wt. Can+Sw	202,83	gr
Wt. Can+Sd	189,77	gr	Wt. Can+Sd	152,9	gr
Wt. Water	57,24	gr	Wt. Water	49,93	gr
Wt. Dry Soil	170,54	gr	Wt. Dry Soil	133,82	gr
Water Cont.	33,56%		Water Cont.	37,31%	

Mold no.	1	Mold no.	21	Mold no.	16
Mold Volume	2101,238	cu cm	Mold Volume	2155,4	cu cm
Wt. soil+mold	7826	gr	Wt. soil+mold	7680	gr
Wt. mold	3990	gr	Wt. mold	3822	gr
Wt. soil	3836	gr	Wt. soil	3858	gr
wet density	1,825590438	gr/cm3	wet density	1,789922984	gr/cm3
dry density	1,366828489	gr/cm3	dry density	1,303550986	gr/cm3

CBR TEST	Unsoaked		CBR TEST	Unsoaked		CBR TEST	Unsoaked	
Penetration	Dial Reading	Load (psi)	Penetration	Dial Reading	Load (psi)	Penetration	Dial Reading	Load (psi)
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,025	31,5	246,036	0,025	11,3	88,26053	0,025	11	85,91733
0,05	46,9	366,3203	0,05	22	171,8347	0,05	22,5	175,74
0,075	57	445,208	0,075	30	234,32	0,075	31,3	244,4739
0,1	64,8	506,1312	0,1	36	281,184	0,1	37,8	295,2432
0,125	71,4	557,6816	0,125	40,8	318,6752	0,125	43	335,8587
0,15	76,8	599,8592	0,15	44,5	347,5747	0,15	46,8	365,5392
0,175	80,7	630,3208	0,175	47,8	373,3499	0,175	50,8	396,7819
0,2	89	695,1493	0,2	50,9	397,5629	0,2	54	421,776

CBR TEST	Soaked		CBR TEST	Soaked		CBR TEST	Soaked	
Penetration	Dial Reading	Load (psi)	Penetration	Dial Reading	Load (psi)	Penetration	Dial Reading	Load (psi)
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,025	5	39,05333	0,025	8	62,48533	0,025	10	78,10667
0,05	9,4	73,42027	0,05	13	101,5387	0,05	15,2	118,7221
0,075	12,4	96,85227	0,075	15,5	121,0653	0,075	18,2	142,1541
0,1	14,5	113,2547	0,1	17,9	139,8109	0,1	20,5	160,1187
0,125	16,4	128,0949	0,125	19,6	153,0891	0,125	22,8	178,0832
0,15	18,2	142,1541	0,15	21,5	167,9293	0,15	24,8	193,7045
0,175	19,9	155,4323	0,175	23	179,6453	0,175	26,8	209,3259
0,2	21,5	167,9293	0,2	24,9	194,4856	0,2	28,5	222,604

SAMPLE No: 3
Mold No. 5
Can No. s.1

SAMPLE No: 2
Mold No. 4
Can No. A4

<i>Wt. Can</i>	19,2	<i>gr</i>
<i>Wt. Can+Sw</i>	358,37	<i>gr</i>
<i>Wt. Can+Sd</i>	268,81	<i>gr</i>
<i>Wt. Water</i>	89,56	<i>gr</i>
<i>Wt. Dry Soil</i>	249,61	<i>gr</i>
<i>Water Cont.</i>	35,88%	

<i>Wt. Can</i>	21,13	<i>gr</i>
<i>Wt. Can+Sw</i>	363,69	<i>gr</i>
<i>Wt. Can+Sd</i>	273,44	<i>gr</i>
<i>Wt. Water</i>	90,25	<i>gr</i>
<i>Wt. Dry Soil</i>	252,31	<i>gr</i>
<i>Water Cont.</i>	35,77%	

Mold no. 5

<i>Mold Volume</i>	2088,478	<i>cu cm</i>
<i>Wt. soil+mold</i>	7764	<i>gr</i>
<i>Wt. mold</i>	3868	<i>gr</i>
<i>Wt. soil</i>	3896	<i>gr</i>
<i>wet density</i>	1,86547333	<i>gr/cm3</i>
<i>dry density</i>	1,37288321	<i>gr/cm3</i>

Mold no. 4

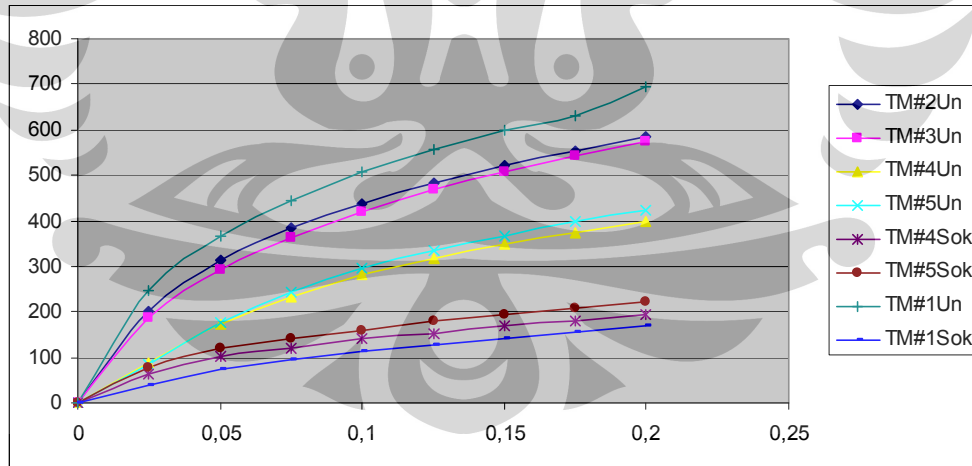
<i>Mold Volume</i>	2091,206	<i>cu cm</i>
<i>Wt. soil+mold</i>	7928	<i>gr</i>
<i>Wt. mold</i>	4080	<i>gr</i>
<i>Wt. soil</i>	3848	<i>gr</i>
<i>wet density</i>	1,840086534	<i>gr/cm3</i>
<i>dry density</i>	1,355301942	<i>gr/cm3</i>

CBR TEST Unsoaked

<i>Penetration</i>	<i>Dial Reading</i>	<i>Load (psi)</i>
0	0	0
0,025	23,7	185,1128
0,05	37,5	292,9
0,075	46,5	363,196
0,1	53,9	420,9949
0,125	59,9	467,8589
0,15	64,8	506,1312
0,175	69,3	541,2792
0,2	73,5	574,084

CBR TEST Unsoaked

<i>Penetration</i>	<i>Dial Reading</i>	<i>Load (psi)</i>
0	0	0
0,025	25,5	199,172
0,05	40	312,42667
0,075	49,1	383,50373
0,1	56,1	438,1784
0,125	61,9	483,48027
0,15	66,8	521,75253
0,175	71	554,55733
0,2	74,8	584,23787



CBR Tanah Merah + 5% Kaolin:

SAMPLE No: 1
Mold No. 6
Can No. c

<i>Wt. Can</i>	18,69	<i>gr</i>
<i>Wt. Can+Sw</i>	352,58	<i>gr</i>
<i>Wt. Can+Sd</i>	268,61	<i>gr</i>
<i>Wt. Water</i>	83,97	<i>gr</i>
<i>Wt. Dry Soil</i>	249,92	<i>gr</i>
<i>Water Cont.</i>	33,60%	

SAMPLE No: 2
Mold No. 11
Can No. 8

<i>Wt. Can</i>	20,03	<i>gr</i>
<i>Wt. Can+Sw</i>	342,43	<i>gr</i>
<i>Wt. Can+Sd</i>	261,52	<i>gr</i>
<i>Wt. Water</i>	80,91	<i>gr</i>
<i>Wt. Dry Soil</i>	241,49	<i>gr</i>
<i>Water Cont.</i>	33,50%	

Mold no. 6

<i>Mold Volume</i>	2101,171	<i>cu cm</i>
<i>Wt. soil+mold</i>	7814	<i>gr</i>
<i>Wt. mold</i>	3954	<i>gr</i>
<i>Wt. soil</i>	3860	<i>gr</i>
<i>wet density</i>	1,837070852	<i>gr/cm3</i>
<i>dry density</i>	1,375065882	<i>gr/cm3</i>

Mold no. 11

<i>Mold Volume</i>	2094,843	<i>cu cm</i>
<i>Wt. soil+mold</i>	7736	<i>gr</i>
<i>Wt. mold</i>	3880	<i>gr</i>
<i>Wt. soil</i>	3856	<i>gr</i>
<i>wet density</i>	1,84071074	<i>gr/cm3</i>
<i>dry density</i>	1,37876314	<i>gr/cm3</i>

CBR TEST Unsoaked

<i>Penetration</i>	<i>Dial Reading</i>	<i>Load (psi)</i>
0	0	0
0,025	35	273,3733
0,05	54,9	428,8056
0,075	66,5	519,4093
0,1	73,5	574,084
0,125	80	624,8533
0,15	85,8	670,1552
0,175	90,7	708,4275
0,2	94,8	740,4512

CBR TEST Unsoaked

<i>Penetration</i>	<i>Dial Reading</i>	<i>Load (psi)</i>
0	0	0
0,025	35,4	276,4976
0,05	54,5	425,6813
0,075	64	499,8827
0,1	71,5	558,4627
0,125	78,5	613,1373
0,15	84,5	660,0013
0,175	90	702,96
0,2	94,5	738,108

SAMPLE No: 3
Mold No. 1r
Can No. f1

Wt. Can	25,84	gr
Wt. Can+Sw	510,14	gr
Wt. Can+Sd	382,74	gr
Wt. Water	127,4	gr
Wt. Dry Soil	356,9	gr
Water Cont.	35,70%	

Mold no. 1r

Mold Volume	2100,844	cu cm
Wt. soil+mold	7866	gr
Wt. mold	3992	gr
Wt. soil	3874	gr
wet density	1,844020784	gr/cm3
dry density	1,358932517	gr/cm3

CBR TEST		Unsoaked	
Penetration	Dial Reading	Load (psi)	
0	0	0	0
0,025	27	210,888	
0,05	44,8	349,9179	
0,075	55,5	433,492	
0,1	63	492,072	
0,125	69	538,936	
0,15	72,8	568,6165	
0,175	78,3	611,5752	
0,2	81,9	639,6936	

CBR TEST		Soaked	
Penetration	Dial Reading	Load (psi)	
0	0	0	0
0,025	6,5	50,76933	
0,05	13,4	104,6629	
0,075	17,5	136,6867	
0,1	20,6	160,8997	
0,125	23,4	182,7696	
0,15	25,4	198,3909	
0,175	27	210,888	
0,2	29	226,5093	

SAMPLE No: 4
Mold No. 17
Can No. s.1

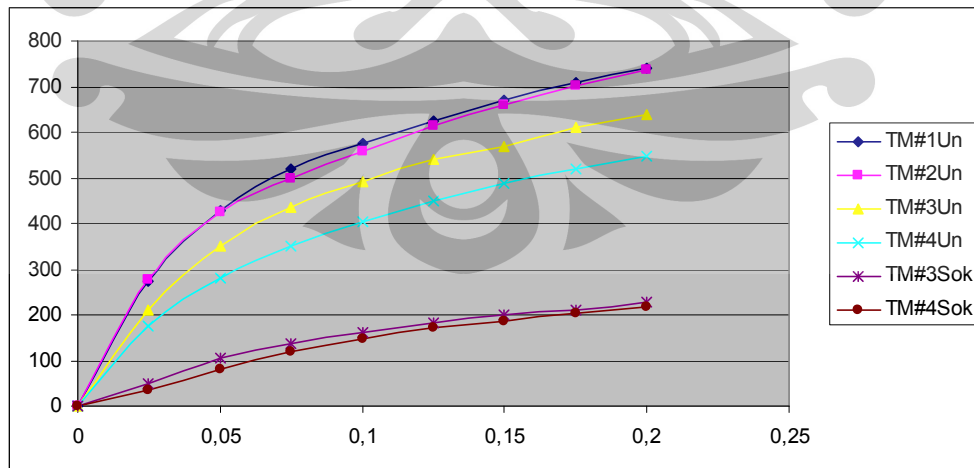
Wt. Can	19,22	gr
Wt. Can+Sw	400,53	gr
Wt. Can+Sd	299,69	gr
Wt. Water	100,84	gr
Wt. Dry Soil	280,47	gr
Water Cont.	35,95%	

Mold no. 17

Mold Volume	2130	cu cm
Wt. soil+mold	8158	gr
Wt. mold	4248	gr
Wt. soil	3910	gr
wet density	1,835680751	gr/cm3
dry density	1,350222602	gr/cm3

CBR TEST		Unsoaked	
Penetration	Dial Reading	Load (psi)	
0	0	0	0
0,025	22,5	175,74	
0,05	36	281,184	
0,075	44,8	349,91787	
0,1	51,8	404,59253	
0,125	57,5	449,11333	
0,15	62,3	486,60453	
0,175	66,5	519,40933	
0,2	70	546,74667	

CBR TEST		Soaked	
Penetration	Dial Reading	Load (psi)	
0	0	0	0
0,025	4,7	36,710133	
0,05	10,5	82,012	
0,075	15,4	120,28427	
0,1	18,9	147,6216	
0,125	21,8	170,27253	
0,15	24	187,456	
0,175	26,1	203,8584	
0,2	28	218,69867	



CBR Tanah Merah + 10% Kaolin:

SAMPLE No: 1
Mold No. 1
Can No. 3

<i>Wt. Can</i>	25,93	gr
<i>Wt. Can+Sw</i>	426,32	gr
<i>Wt. Can+Sd</i>	325,79	gr
<i>Wt. Water</i>	100,53	gr
<i>Wt. Dry Soil</i>	299,86	gr
<i>Water Cont.</i>	33,53%	

SAMPLE No: 2
Mold No. 5
Can No. 5

<i>Wt. Can</i>	25,67	gr
<i>Wt. Can+Sw</i>	421,75	gr
<i>Wt. Can+Sd</i>	322,49	gr
<i>Wt. Water</i>	99,26	gr
<i>Wt. Dry Soil</i>	296,82	gr
<i>Water Cont.</i>	33,44%	

Mold no. 1

<i>Mold Volume</i>	2101,238	cu cm
<i>Wt. soil+mold</i>	7844	gr
<i>Wt. mold</i>	3990	gr
<i>Wt. soil</i>	3854	gr
<i>wet density</i>	1,83415682	gr/cm3
<i>dry density</i>	1,37363636	gr/cm3

Mold no. 5

<i>Mold Volume</i>	2088,478	cu cm
<i>Wt. soil+mold</i>	7702	gr
<i>Wt. mold</i>	3868	gr
<i>Wt. soil</i>	3834	gr
<i>wet density</i>	1,835786635	gr/cm3
<i>dry density</i>	1,375727603	gr/cm3

CBR TEST Unsoaked

<i>Penetration</i>	<i>Dial Reading</i>	<i>Load (psi)</i>
0	0	0
0,025	36,5	285,0893
0,05	52,5	410,06
0,075	61	476,4507
0,1	68,1	531,9064
0,125	74,6	582,6757
0,15	81	632,664
0,175	86,6	676,4037
0,2	91,5	714,676

CBR TEST Unsoaked

<i>Penetration</i>	<i>Dial Reading</i>	<i>Load (psi)</i>
0	0	0
0,025	36	281,184
0,05	54,9	428,8056
0,075	65,5	511,5987
0,1	72,9	569,3976
0,125	80,4	627,9776
0,15	86,6	676,4037
0,175	91,7	716,2381
0,2	96	749,824

SAMPLE No: 3
Mold No. 5
Can No. 3

Wt. Can	22,36	gr
Wt. Can+Sw	263,13	gr
Wt. Can+Sd	201,18	gr
Wt. Water	61,95	gr
Wt. Dry Soil	178,82	gr
Water Cont.	34,64%	

SAMPLE No: 4
Mold No. 6
Can No. 40a

Wt. Can	26,99	gr
Wt. Can+Sw	325,12	gr
Wt. Can+Sd	248,27	gr
Wt. Water	76,85	gr
Wt. Dry Soil	221,28	gr
Water Cont.	34,73%	

SAMPLE No: 5
Mold No. 6
Can No. s2

Wt. Can	19,36	gr
Wt. Can+Sw	238,77	gr
Wt. Can+Sd	184,74	gr
Wt. Water	54,03	gr
Wt. Dry Soil	165,38	gr
Water Cont.	32,67%	

Mold no. 5

Mold Volume	2008,478	cu cm
Wt. soil+mold	7547	gr
Wt. mold	3868	gr
Wt. soil	3679	gr
wet density	1,83173527	gr/cm3
dry density	1,36043071	gr/cm3

Mold no. 6

Mold Volume	2101,171	cu cm
Wt. soil+mold	7804	gr
Wt. mold	3954	gr
Wt. soil	3850	gr
wet density	1,8323116	gr/cm3
dry density	1,35999031	gr/cm3

Mold no. 6

Mold Volume	2101,171	cu cm
Wt. soil+mold	7788	gr
Wt. mold	3954	gr
Wt. soil	3834	gr
wet density	1,8246968	gr/cm3
dry density	1,375362822	gr/cm3

CBR TEST			Unsoaked		
Penetration	Dial Reading	Load (psi)			
0	0	0			
0,025	20	156,2133			
0,05	36	281,184			
0,075	45,2	353,0421			
0,1	52,5	410,06			
0,125	59	460,8293			
0,15	64,3	502,2259			
0,175	68,5	535,0307			
0,2	72,2	563,9301			

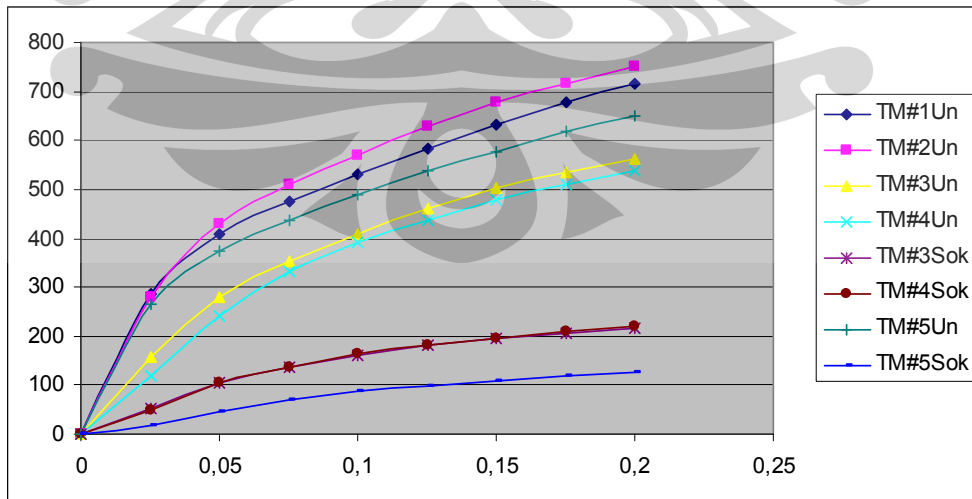
CBR TEST			Unsoaked		
Penetration	Dial Reading	Load (psi)			
0	0	0			
0,025	15	117,16			
0,05	31	242,1307			
0,075	42,4	331,1723			
0,1	50,2	392,0955			
0,125	56,1	438,1784			
0,15	61,1	477,2317			
0,175	65,4	510,8176			
0,2	69	538,936			

CBR TEST			Unsoaked		
Penetration	Dial Reading	Load (psi)			
0	0	0			
0,025	34	265,56267			
0,05	47,9	374,13093			
0,075	56,1	438,1784			
0,1	62,7	489,7288			
0,125	68,8	537,37387			
0,15	74	577,98933			
0,175	79	617,04267			
0,2	83,4	651,4096			

CBR TEST			Soaked		
Penetration	Dial Reading	Load (psi)			
0	0	0			
0,025	6,5	50,76933			
0,05	13,5	105,444			
0,075	17,5	136,6867			
0,1	20,7	161,6808			
0,125	23,4	182,7696			
0,15	25,1	196,0477			
0,175	26,5	206,9827			
0,2	27,9	217,9176			

CBR TEST			Soaked		
Penetration	Dial Reading	Load (psi)			
0	0	0			
0,025	6,1	47,64507			
0,05	13,5	105,444			
0,075	17,5	136,6867			
0,1	20,8	162,4619			
0,125	23,1	180,4264			
0,15	25,1	196,0477			
0,175	26,9	210,1069			
0,2	28,4	221,8229			

CBR TEST			Soaked		
Penetration	Dial Reading	Load (psi)			
0	0	0			
0,025	2,4	18,7456			
0,05	5,6	43,739733			
0,075	9	70,296			
0,1	11	85,917333			
0,125	12,6	98,4144			
0,15	14	109,34933			
0,175	15,1	117,94107			
0,2	16,1	125,75173			



CBR Tanah Merah + 20% Kaolin:

SAMPLE No: 1
Mold No. 1r
Can No. 5

<i>Wt. Can</i>	25,65	<i>gr</i>
<i>Wt. Can+Sw</i>	422,07	<i>gr</i>
<i>Wt. Can+Sd</i>	324,85	<i>gr</i>
<i>Wt. Water</i>	97,22	<i>gr</i>
<i>Wt. Dry Soil</i>	299,2	<i>gr</i>
<i>Water Cont.</i>	32,49%	

SAMPLE No: 2
Mold No. 5
Can No. 3

<i>Wt. Can</i>	25,96	<i>gr</i>
<i>Wt. Can+Sw</i>	432,87	<i>gr</i>
<i>Wt. Can+Sd</i>	332,54	<i>gr</i>
<i>Wt. Water</i>	100,33	<i>gr</i>
<i>Wt. Dry Soil</i>	306,58	<i>gr</i>
<i>Water Cont.</i>	32,73%	

Mold no. 1r

<i>Mold Volume</i>	2100,844	<i>cu cm</i>
<i>Wt. soil+mold</i>	7832	<i>gr</i>
<i>Wt. mold</i>	3992	<i>gr</i>
<i>Wt. soil</i>	3840	<i>gr</i>
<i>wet density</i>	1,827836812	<i>gr/cm3</i>
<i>dry density</i>	1,379569079	<i>gr/cm3</i>

Mold no. 5

<i>Mold Volume</i>	2088,478	<i>cu cm</i>
<i>Wt. soil+mold</i>	7678	<i>gr</i>
<i>Wt. mold</i>	3868	<i>gr</i>
<i>Wt. soil</i>	3810	<i>gr</i>
<i>wet density</i>	1,824295013	<i>gr/cm3</i>
<i>dry density</i>	1,374486656	<i>gr/cm3</i>

CBR TEST Unsoaked

<i>Penetration</i>	<i>Dial Reading</i>	<i>Load (psi)</i>
0	0	0
0,025	35	273,3733
0,05	51,7	403,8115
0,075	60,1	469,4211
0,1	66,8	521,7525
0,125	72,5	566,2733
0,15	78	609,232
0,175	83	648,2853
0,2	87,5	683,4333

CBR TEST Unsoaked

<i>Penetration</i>	<i>Dial Reading</i>	<i>Load (psi)</i>
0	0	0
0,025	35,5	277,2787
0,05	50,9	397,5629
0,075	59	460,8293
0,1	65,6	512,3797
0,125	71,4	557,6816
0,15	76	593,6107
0,175	81,5	636,5693
0,2	86	671,7173

SAMPLE No: 3
Mold No. 14
Can No. 40b

Wt. Can	40,25	gr
Wt. Can+Sw	290,05	gr
Wt. Can+Sd	231,37	gr
Wt. Water	58,68	gr
Wt. Dry Soil	191,12	gr
Water Cont.	30,70%	

SAMPLE No: 4
Mold No. 2
Can No. a18

Wt. Can	18,49	gr
Wt. Can+Sw	263,96	gr
Wt. Can+Sd	205,94	gr
Wt. Water	58,02	gr
Wt. Dry Soil	187,45	gr
Water Cont.	30,95%	

SAMPLE No: 5
Mold No. 5
Can No. s3

Wt. Can	19,39	gr
Wt. Can+Sw	243,69	gr
Wt. Can+Sd	193,58	gr
Wt. Water	50,11	gr
Wt. Dry Soil	174,19	gr
Water Cont.	28,77%	

Mold no. 14

Mold Volume	2102,212	cu cm
Wt. soil+mold	7586	gr
Wt. mold	3794	gr
Wt. soil	3792	gr
wet density	1,80381427	gr/cm3
dry density	1,380084	gr/cm3

Mold no. 2

Mold Volume	2124,847	cu cm
Wt. soil+mold	7811	gr
Wt. mold	3970	gr
Wt. soil	3841	gr
wet density	1,80765956	gr/cm3
dry density	1,38039591	gr/cm3

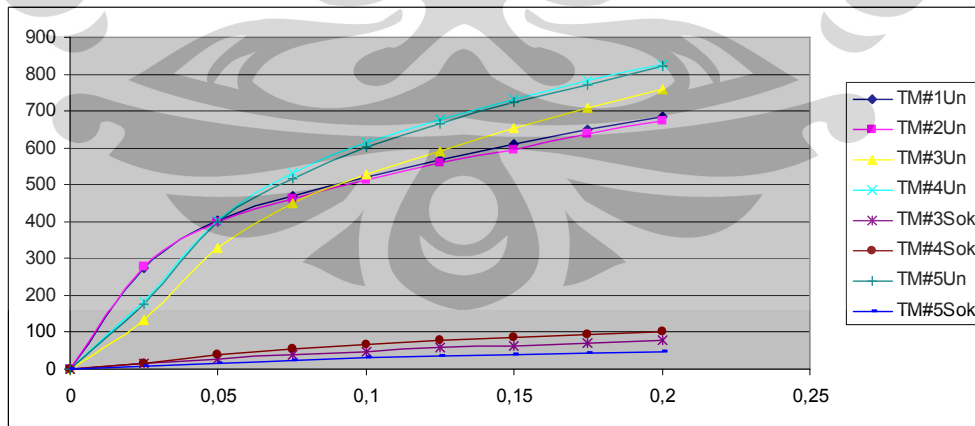
Mold no. 5

Mold Volume	2088,478	cu cm
Wt. soil+mold	7558	gr
Wt. mold	3868	gr
Wt. soil	3690	gr
wet density	1,7668369	gr/cm3
dry density	1,37211467	gr/cm3

CBR TEST			Unsoaked		
Penetration	Dial Reading	Load (psi)			
0	0	0			
0,025	16,8	131,2192			
0,05	42,3	330,3912			
0,075	57,5	449,1133			
0,1	67,8	529,5632			
0,125	75,5	589,7053			
0,15	83,5	652,1907			
0,175	90,8	709,2085			
0,2	97,3	759,9779			
CBR TEST			Soaked		
Penetration	Dial Reading	Load (psi)			
0	0	0			
0,025	2	15,62133			
0,05	3,6	28,1184			
0,075	5,1	39,8344			
0,1	6,1	47,64507			
0,125	7,4	57,79893			
0,15	8,2	64,04747			
0,175	9,1	71,07707			
0,2	10	78,10667			

CBR TEST			Unsoaked		
Penetration	Dial Reading	Load (psi)			
0	0	0			
0,025	23,6	184,3317			
0,05	51,6	403,0304			
0,075	68	531,1253			
0,1	78,6	613,9184			
0,125	86,8	677,9659			
0,15	93,7	731,8595			
0,175	100,1	781,8477			
0,2	105,9	827,1496			
CBR TEST			Soaked		
Penetration	Dial Reading	Load (psi)			
0	0	0			
0,025	2,2	17,18347			
0,05	4,9	38,27227			
0,075	7	54,67467			
0,1	8,5	66,39067			
0,125	10	78,10667			
0,15	11	85,91733			
0,175	11,9	92,94693			
0,2	13	101,5387			

CBR TEST			Unsoaked		
Penetration	Dial Reading	Load (psi)			
0	0	0			
0,025	22,5	175,74			
0,05	51	398,344			
0,075	66	515,504			
0,1	77	601,421			
0,125	85	663,907			
0,15	92,5	722,487			
0,175	98,7	770,913			
0,2	105	820,12			
CBR TEST			Soaked		
Penetration	Dial Reading	Load (psi)			
0	0	0			
0,025	1,2	9,3728			
0,05	2,1	16,4024			
0,075	3	23,432			
0,1	3,9	30,4616			
0,125	4,4	34,3669			
0,15	5	39,0533			
0,175	5,5	42,9587			
0,2	6	46,864			



CBR Tanah Merah + 30% Kaolin:

SAMPLE No: 1
Mold No. 14
Can No. 40

<i>Wt. Can</i>	26,93	<i>gr</i>
<i>Wt. Can+Sw</i>	387,99	<i>gr</i>
<i>Wt. Can+Sd</i>	297,7	<i>gr</i>
<i>Wt. Water</i>	90,29	<i>gr</i>
<i>Wt. Dry Soil</i>	270,77	<i>gr</i>
<i>Water Cont.</i>	33,35%	

SAMPLE No: 2
Mold No. 2
Can No. 3

<i>Wt. Can</i>	22,27	<i>gr</i>
<i>Wt. Can+Sw</i>	347,11	<i>gr</i>
<i>Wt. Can+Sd</i>	265,54	<i>gr</i>
<i>Wt. Water</i>	81,57	<i>gr</i>
<i>Wt. Dry Soil</i>	243,27	<i>gr</i>
<i>Water Cont.</i>	33,53%	

Mold no. 14

<i>Mold Volume</i>	2102,212	<i>cu cm</i>
<i>Wt. soil+mold</i>	7706	<i>gr</i>
<i>Wt. mold</i>	3794	<i>gr</i>
<i>Wt. soil</i>	3912	<i>gr</i>
<i>wet density</i>	1,860896998	<i>gr/cm3</i>
<i>dry density</i>	1,395543899	<i>gr/cm3</i>

Mold no. 2

<i>Mold Volume</i>	2124,847	<i>cu cm</i>
<i>Wt. soil+mold</i>	7948	<i>gr</i>
<i>Wt. mold</i>	3970	<i>gr</i>
<i>Wt. soil</i>	3978	<i>gr</i>
<i>wet density</i>	1,872134794	<i>gr/cm3</i>
<i>dry density</i>	1,402026325	<i>gr/cm3</i>

CBR TEST Unsoaked

<i>Penetration</i>	<i>Dial Reading</i>	<i>Load (psi)</i>
0	0	0
0,025	11,5	89,82267
0,05	23,6	184,3317
0,075	35,5	277,2787
0,1	46,5	363,196
0,125	54,5	425,6813
0,15	60	468,64
0,175	65	507,6933
0,2	68,9	538,1549

CBR TEST Unsoaked

<i>Penetration</i>	<i>Dial Reading</i>	<i>Load (psi)</i>
0	0	0
0,025	13,9	108,5683
0,05	32	249,9413
0,075	44	343,6693
0,1	50	390,5333
0,125	55,4	432,7109
0,15	59,5	464,7347
0,175	63	492,072
0,2	65,9	514,7229

SAMPLE No: 3
Mold No. 1r
Can No. a3

<i>Wt. Can</i>	18,63	<i>gr</i>
<i>Wt. Can+Sw</i>	222,09	<i>gr</i>
<i>Wt. Can+Sd</i>	170,36	<i>gr</i>
<i>Wt. Water</i>	51,73	<i>gr</i>
<i>Wt. Dry Soil</i>	151,73	<i>gr</i>
<i>Water Cont.</i>	34,09%	

Mold no. 1r

<i>Mold Volume</i>	2100,844	<i>cu cm</i>
<i>Wt. soil+mold</i>	7905	<i>gr</i>
<i>Wt. mold</i>	3992	<i>gr</i>
<i>Wt. soil</i>	3913	<i>gr</i>
<i>wet density</i>	1,862584752	<i>gr/cm3</i>
<i>dry density</i>	1,389019878	<i>gr/cm3</i>

CBR TEST		Unsoaked	
<i>Penetration</i>	<i>Dial Reading</i>	<i>Load (psi)</i>	
0	0	0	
0,025	16,5	128,876	
0,05	27	210,888	
0,075	35,9	280,4029	
0,1	42,3	330,3912	
0,125	47	367,1013	
0,15	51	398,344	
0,175	54,3	424,1192	
0,2	57,5	449,1133	

CBR TEST		Soaked	
<i>Penetration</i>	<i>Dial Reading</i>	<i>Load (psi)</i>	
0	0	0	
0,025	2,5	19,52667	
0,05	5,3	41,39653	
0,075	8,6	67,17173	
0,1	11,3	88,26053	
0,125	13,4	104,6629	
0,15	14,7	114,8168	
0,175	16	124,9707	
0,2	17	132,7813	

SAMPLE No: 4
Mold No. 11
Can No. 7

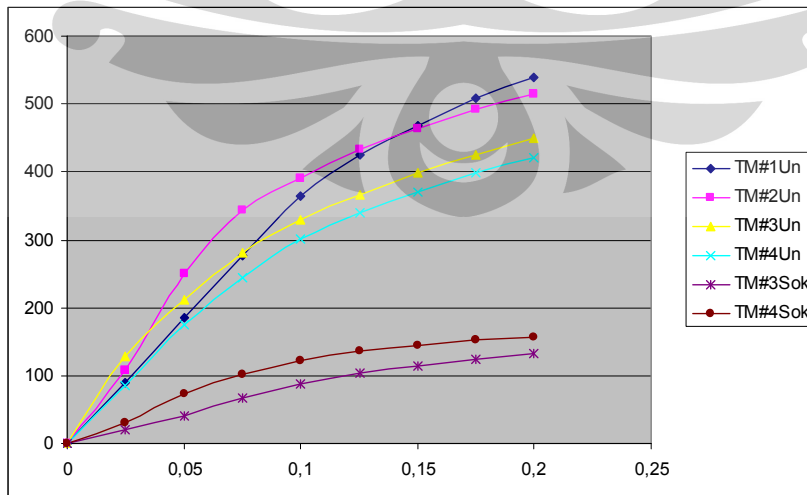
<i>Wt. Can</i>	19,48	<i>gr</i>
<i>Wt. Can+Sw</i>	226,5	<i>gr</i>
<i>Wt. Can+Sd</i>	173,34	<i>gr</i>
<i>Wt. Water</i>	53,16	<i>gr</i>
<i>Wt. Dry Soil</i>	153,86	<i>gr</i>
<i>Water Cont.</i>	34,55%	

Mold no. 11

<i>Mold Volume</i>	2094,843	<i>cu cm</i>
<i>Wt. soil+mold</i>	7795	<i>gr</i>
<i>Wt. mold</i>	3880	<i>gr</i>
<i>Wt. soil</i>	3915	<i>gr</i>
<i>wet density</i>	1,868875138	<i>gr/cm3</i>
<i>dry density</i>	1,388972702	<i>gr/cm3</i>

CBR TEST		Unsoaked	
<i>Penetration</i>	<i>Dial Reading</i>	<i>Load (psi)</i>	
0	0	0	
0,025	10,9	85,13627	
0,05	22,5	175,74	
0,075	31,3	244,4739	
0,1	38,5	300,7107	
0,125	43,5	339,764	
0,15	47,5	371,0067	
0,175	51	398,344	
0,2	54	421,776	

CBR TEST		Soaked	
<i>Penetration</i>	<i>Dial Reading</i>	<i>Load (psi)</i>	
0	0	0	
0,025	4	31,24267	
0,05	9,5	74,20133	
0,075	13	101,5387	
0,1	15,5	121,0653	
0,125	17,5	136,6867	
0,15	18,5	144,4973	
0,175	19,5	152,308	
0,2	20	156,2133	



Lampiran 4 : Pengolahan Data DCP

DCP Tanah Merah:

Soil Type: Tanah Merah Unsoaked

Upper mold: 4 Water Cont: 35,77% CBR reading 0,2"= 74,8 CBR= 38,94919
 Bottom mold: 5 Water Cont: 35,88% CBR reading 0,2"= 73,5 CBR= 38,27227

initial reading 12,8 cm= 128 mm

No. of Blows	Reading		penurunan		mm/blows	average DCPI	Laboratory CBR
	cm	mm					
0	12,8	128	0	0			
1	13,5	135	7	-7	7		
2	14	140	12	-12	5		
3	15,3	153	25	-25	13		
4	15,5	155	27	-27	2		
5	15,8	158	30	-30	3		
6	16,5	165	37	-37	7		
7	17	170	42	-42	5		
8	17,6	176	48	-48	6		
9	18,1	181	53	-53	5		
10	18,7	187	59	-59	6		
11	19,4	194	66	-66	7		
12	20	200	72	-72	6		
13	20,7	207	79	-79	7		
14	21,3	213	85	-85	6		
15	22	220	92	-92	7		
16	22,8	228	100	-100	8		
17	23,7	237	109	-109	9		
18	24,6	246	118	-118	9	6,5555556	38,94919111
19	25,4	254	126	-126	8		
20	26,7	267	139	-139	13		
21	27	270	142	-142	3		
22	27,9	279	151	-151	9		
23	28,9	289	161	-161	10		
24	29,6	296	168	-168	7		
25	30,1	301	173	-173	5		
26	31	310	182	-182	9		
27	31,6	316	188	-188	6		
28	32	320	192	-192	4		
29	32,7	327	199	-199	7		
30	33,5	335	207	-207	8	7,4166667	38,27226667

Soil Type: Tanah Merah Soaked

Upper mold: 16 Water Cont: 37,70% CBR reading 0,2"= 28,5 CBR= 14,84027
 Bottom mold: 21 Water Cont: 37,31% CBR reading 0,2"= 24,9 CBR= 12,96571

init.reading 13,7 cm= 137 mm

No. of Blows	Reading		penurunan		mm/blows	average	Laboratory
	cm	mm					
0	13,7	137	0	0			
1	15	150	13	-13	13		
2	16	160	23	-23	10		
3	16,9	169	32	-32	9		
4	17,8	178	41	-41	9		
5	19,5	195	58	-58	17		
6	20,2	202	65	-65	7		
7	21,6	216	79	-79	14		
8	22,5	225	88	-88	9		
9	23	230	93	-93	5		
10	24,1	241	104	-104	11		
11	25	250	113	-113	9		
12	25,6	256	119	-119	6	9,916667	14,8402667
13	27,6	276	139	-139	20		
14	28,2	282	145	-145	6		
15	28,7	287	150	-150	5		
16	29,2	292	155	-155	5		
17	30	300	163	-163	8		
18	30,8	308	171	-171	8		
19	31,7	317	180	-180	9		
20	32,7	327	190	-190	10		
21	33,7	337	200	-200	10		
22	35	350	213	-213	13	9,4	12,9657067

DCP Tanah Merah + 5% Kaolin:

Soil Type: Tanah Merah+5%Kaolin Unsoaked

Upper mold: 11 Water Cont: 33,50% CBR reading 0,2"= 94,5 CBR= 49,2072
 Bottom mold: 6 Water Cont: 33,60% CBR reading 0,2"= 94,8 CBR= 49,36341

init.reading 12,5 cm= 125 mm

No. of Blows	Reading		penurunan		mm/blows	average DCPI	Laboratory CBR
	cm	mm					
0	12,5	125	0	0			
1	13,2	132	7	-7	7		
2	13,7	137	12	-12	5		
3	14,3	143	18	-18	6		
4	15,3	153	28	-28	10		
5	15,5	155	30	-30	2		
6	15,7	157	32	-32	2		
7	16,5	165	40	-40	8		
8	17	170	45	-45	5		
9	17,7	177	52	-52	7		
10	17,8	178	53	-53	1		
11	18,5	185	60	-60	7		
12	18,7	187	62	-62	2		
13	19,1	191	66	-66	4		
14	19,7	197	72	-72	6		
15	20,5	205	80	-80	8		
16	21	210	85	-85	5		
17	21,6	216	91	-91	6		
18	22,1	221	96	-96	5		
19	22,7	227	102	-102	6		
20	23,5	235	110	-110	8		
21	24,2	242	117	-117	7	5,571429	49,2072
22	25	250	125	-125	8		
23	25,5	255	130	-130	5		
24	26,2	262	137	-137	7		
25	26,8	268	143	-143	6		
26	27,3	273	148	-148	5		
27	28	280	155	-155	7		
28	28,5	285	160	-160	5		
29	29	290	165	-165	5		
30	29,7	297	172	-172	7		
31	30,1	301	176	-176	4		
32	30,7	307	182	-182	6		
33	31,2	312	187	-187	5		
34	31,7	317	192	-192	5		
35	32,4	324	199	-199	7		
36	32,8	328	203	-203	4		
37	33,5	335	210	-210	7	5,8125	49,36341333

Soil Type: Tanah Merah+5%Kaolin Soaked

Upper mold: 17 Water Cont: 35,95% CBR reading 0,2"= 28 CBR= 14,57991
 Bottom mold: 1r Water Cont: 35,70% CBR reading 0,2"= 29 CBR= 15,10062

init.reading 13,5 cm= 135 mm

No. of Blows	Reading		penurunan		mm/blows	average	Laboratory
	cm	mm				DCPI	CBR
0	13,5	135	0	0			
1	14,9	149	14	-14	14		
2	15,8	158	23	-23	9		
3	16,7	167	32	-32	9		
4	17,6	176	41	-41	9		
5	18	180	45	-45	4		
6	18,5	185	50	-50	5		
7	19,1	191	56	-56	6		
8	19,9	199	64	-64	8		
9	20,7	207	72	-72	8		
10	21,7	217	82	-82	10		
11	22,6	226	91	-91	9		
12	23,7	237	102	-102	11	8,5	14,579911
13	25,8	258	123	-123	21		
14	26,6	266	131	-131	8		
15	27	270	135	-135	4		
16	27,5	275	140	-140	5		
17	28,5	285	150	-150	10		
18	29	290	155	-155	5		
19	29,8	298	163	-163	8		
20	30,4	304	169	-169	6		
21	31,4	314	179	-179	10		
22	32	320	185	-185	6		
23	32,7	327	192	-192	7		
24	33,7	337	202	-202	10		
25	34,5	345	210	-210	8		
26	35,4	354	219	-219	9	8,357142857	15,100622

DCP Tanah Merah + 10% Kaolin:

DCP Soil Type: Tanah Merah+10%Kaolin Unsoaked

Upper mold: 5 Water Cont: 33,44% CBR reading 0,2"= 96 CBR= 49,98827
 Bottom mold: 1 Water Cont: 33,53% CBR reading 0,2"= 91,5 CBR= 47,64507

initial reading= 12,5 cm= 125 mm

No. of Blows	Reading		penurunan		mm/blows	average DCPI	Laboratory CBR
	cm	mm					
0	12,5	125	0	0			
1	13	130	5	-5	5		
2	13,7	137	12	-12	7		
3	14	140	15	-15	3		
4	14,8	148	23	-23	8		
5	15,2	152	27	-27	4		
6	16	160	35	-35	8		
7	16,5	165	40	-40	5		
8	17	170	45	-45	5		
9	17,5	175	50	-50	5		
10	17,8	178	53	-53	3		
11	18,25	182,5	57,5	-57,5	4,5		
12	18,7	187	62	-62	4,5		
13	19,5	195	70	-70	8		
14	19,7	197	72	-72	2		
15	20,5	205	80	-80	8		
16	21	210	85	-85	5		
17	21,6	216	91	-91	6		
18	22,5	225	100	-100	9		
19	23,2	232	107	-107	7		
20	23,9	239	114	-114	7		
21	24,5	245	120	-120	6	5,714286	49,9882667
22	25	250	125	-125	5		
23	25,7	257	132	-132	7		
24	26,2	262	137	-137	5		
25	26,9	269	144	-144	7		
26	27,5	275	150	-150	6		
27	27,8	278	153	-153	3		
28	28,4	284	159	-159	6		
29	28,8	288	163	-163	4		
30	29,5	295	170	-170	7		
31	29,9	299	174	-174	4		
32	30,2	302	177	-177	3	5,181818	47,6450667

DCP Soil Type: Merah+10%Kaolin Soaked

Upper mold: 6 Water Cont: 34,73% CBR reading 0,2"= 28,4 CBR= 14,7882
 Bottom mold: 5 Water Cont: 34,64% CBR reading 0,2"= 27,9 CBR= 14,52784

initial reading= 12,7 cm= 127 mm

No. of Blows	Reading		penurunan		mm/blows	average	
	cm	mm				DCPI	Laboratory CBR
0	12,7	127	0	0			
1	13,7	137	10	-10	10		
2	14,6	146	19	-19	9		
3	15,1	151	24	-24	5		
4	16	160	33	-33	9		
5	16,7	167	40	-40	7		
6	17	170	43	-43	3		
7	17,8	178	51	-51	8		
8	18,6	186	59	-59	8		
9	19,4	194	67	-67	8		
10	20,3	203	76	-76	9		
11	21,3	213	86	-86	10		
12	22,5	225	98	-98	12		
13	23,5	235	108	-108	10	8,307692	14,788196
14	24,8	248	121	-121	13		
15	25,8	258	131	-131	10		
16	26,6	266	139	-139	8		
17	27,4	274	147	-147	8		
18	28	280	153	-153	6		
19	28,9	289	162	-162	9		
20	29,8	298	171	-171	9		
21	30,7	307	180	-180	9		
22	31,6	316	189	-189	9		
23	32,8	328	201	-201	12		
24	33,9	339	212	-212	11	9,454545	14,52784

DCP Tanah Merah + 20% Kaolin:

DCP Soil Type: Tanah Merah+20%Kaolin Unsoaked

Upper mold: 1r Water Cont: 32,49% CBR reading 0,2"= 87,5 CBR= 45,56222
 Bottom mold: 5 Water Cont: 32,73% CBR reading 0,2"= 86 CBR= 44,78116

initial reading= 12,5 cm= 125 mm

No. of Blows	Reading		penurunan		mm/blows	average	
	cm	mm				DCPI	Laboratory CBR
0	12,5	125	0	0			
1	12,9	129	4	-4	4		
2	13,4	134	9	-9	5		
3	14	140	15	-15	6		
4	14,6	146	21	-21	6		
5	15,2	152	27	-27	6		
6	15,7	157	32	-32	5		
7	16,4	164	39	-39	7		
8	16,8	168	43	-43	4		
9	17,5	175	50	-50	7		
10	18	180	55	-55	5		
11	18,6	186	61	-61	6		
12	19	190	65	-65	4		
13	19,5	195	70	-70	5		
14	20,2	202	77	-77	7		
15	21	210	85	-85	8		
16	21,7	217	92	-92	7		
17	22,6	226	101	-101	9		
18	23,4	234	109	-109	8		
19	24,3	243	118	-118	9	6,2105263	45,5622222
20	25	250	125	-125	7		
21	25,8	258	133	-133	8		
22	26,5	265	140	-140	7		
23	27,2	272	147	-147	7		
24	27,9	279	154	-154	7		
25	28,5	285	160	-160	6		
26	29,3	293	168	-168	8		
27	29,7	297	172	-172	4		
28	30,2	302	177	-177	5		
29	30,8	308	183	-183	6		
30	31,5	315	190	-190	7	6,5454545	44,7811556

DCP Soil Type: Tanah Merah+20%Kaolin Soaked

Upper mold: 2 Water Cont: 30,95% CBR reading 0,2"= 13 CBR= 6,769244
 Bottom mold: 14 Water Cont: 30,70% CBR reading 0,2"= 10 CBR= 5,207111

initial reading= 16 cm= 160 mm

No. of Blows	Reading		penurunan		mm/blows	average DCPI	Laboratory CBR
	cm	mm					
0	16	160	0	0			
1	17,8	178	18	-18	18		
2	19	190	30	-30	12		
3	20	200	40	-40	10		
4	21	210	50	-50	10		
5	22	220	60	-60	10		
6	23,2	232	72	-72	12		
7	24,5	245	85	-85	13		
8	26	260	100	-100	15		
9	27,4	274	114	-114	14	12,66667	6,769244444
10	28,6	286	126	-126	12		
11	29,9	299	139	-139	13		
12	31,5	315	155	-155	16		
13	33,1	331	171	-171	16		
14	35,1	351	191	-191	20	15,4	5,207111111



DCP Tanah Merah + 30% Kaolin:

Soil Type: Tanah Merah+30%Kaolin Unsoaked

Upper mold: 14 Water Cont: 33,35% CBR reading 0,2"= 68,9 CBR= 35,877
 Bottom mold: 2 Water Cont: 33,53% CBR reading 0,2"= 65,9 CBR= 34,31486

init.reading = 12,7 cm= 127 mm

No. of Blows	Reading		penurunan		mm/blows	average DCPI	Laboratory CBR
	cm	mm					
0	12,7	127	0	0			
1	13,4	134	7	-7	7		
2	14	140	13	-13	6		
3	14,7	147	20	-20	7		
4	15,4	154	27	-27	7		
5	16	160	33	-33	6		
6	16,6	166	39	-39	6		
7	17	170	43	-43	4		
8	17,6	176	49	-49	6		
9	17,8	178	51	-51	2		
10	18,9	189	62	-62	11		
11	19,6	196	69	-69	7		
12	20,3	203	76	-76	7		
13	21,1	211	84	-84	8		
14	21,8	218	91	-91	7		
15	22,9	229	102	-102	11		
16	23,8	238	111	-111	9	6,9375	35,87699556
17	25	250	123	-123	12		
18	26	260	133	-133	10		
19	27	270	143	-143	10		
20	27,7	277	150	-150	7		
21	28,5	285	158	-158	8		
22	29,5	295	168	-168	10		
23	30	300	173	-173	5		
24	30,8	308	181	-181	8		
25	31,6	316	189	-189	8		
26	32,7	327	200	-200	11		
27	34	340	213	-213	13		
28	34,5	345	218	-218	5	8,916667	34,31486222

Soil Type: Tanah Merah+30%Kaolin Soaked

Upper mold: 11 Water Cont: 34,55% CBR reading 0,2"= 20 CBR= 10,41422
 Bottom mold: 1r Water Cont: 34,09% CBR reading 0,2"= 17 CBR= 8,852089

init.reading = 14,6 cm= 146 mm

No. of Blows	Reading		penurunan		mm/blows	average DCPI	Laboratory CBR
	cm	mm					
0	14,6	146	0	0			
1	15,7	157	11	-11	11		
2	16,7	167	21	-21	10		
3	17,9	179	33	-33	12		
4	19	190	44	-44	11		
5	19,3	193	47	-47	3		
6	19,8	198	52	-52	5		
7	21	210	64	-64	12		
8	22	220	74	-74	10		
9	23,2	232	86	-86	12		
10	24,5	245	99	-99	13		
11	25,8	258	112	-112	13	10,181818	10,4142222
12	26,9	269	123	-123	11		
13	27,8	278	132	-132	9		
14	28,8	288	142	-142	10		
15	29,7	297	151	-151	9		
16	30,7	307	161	-161	10		
17	31,7	317	171	-171	10		
18	32,9	329	183	-183	12		
19	34,2	342	196	-196	13		
20	35,7	357	211	-211	15	11	8,8520889

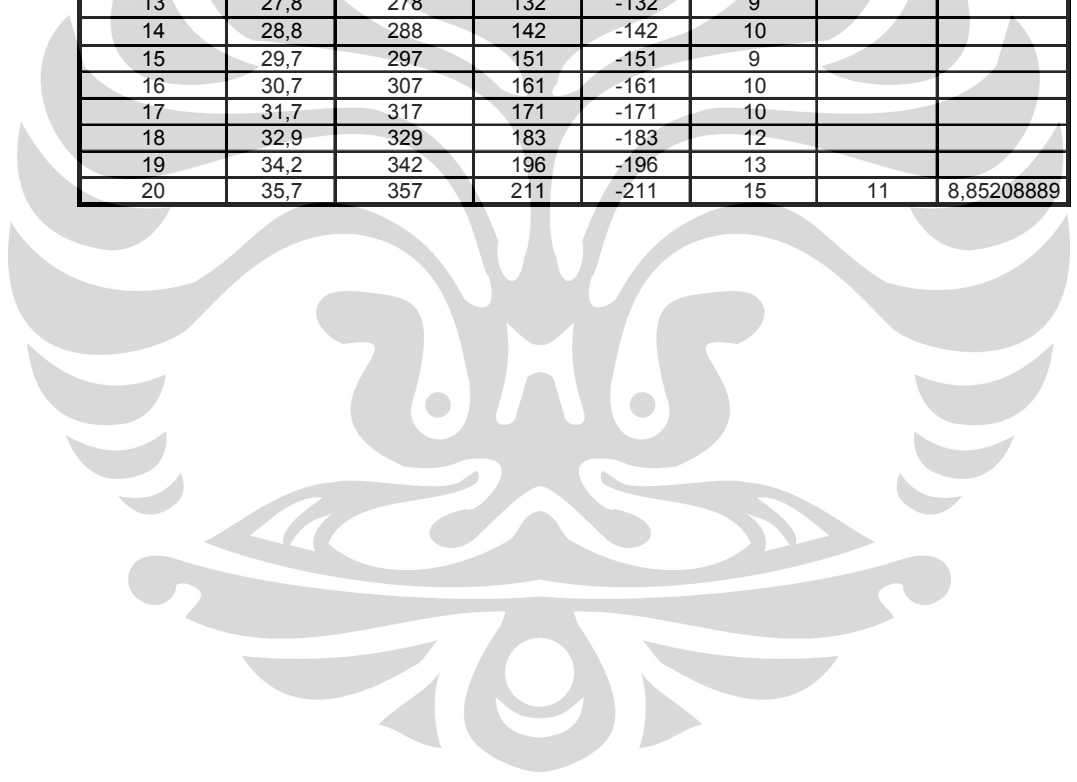


Foto Hasil Uji SEM Tanah Merah Depok:

