



UNIVERSITAS INDONESIA

**STABILISASI TANAH RESIDUAL DEPOK DENGAN KAPUR
SEBAGAI LAPISAN PERKERASAN**

SKRIPSI

**TEODORE IGNATIUS MINAROY
0405010655**

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
JULI 2011**

1061/FT.01/SKRIP/07/2011



UNIVERSITAS INDONESIA

**STABILISASI TANAH RESIDUAL DEPOK DENGAN KAPUR
SEBAGAI LAPISAN PERKERASAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**TEODORE IGNATIUS MINAROY
0405010655**

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
JULI 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

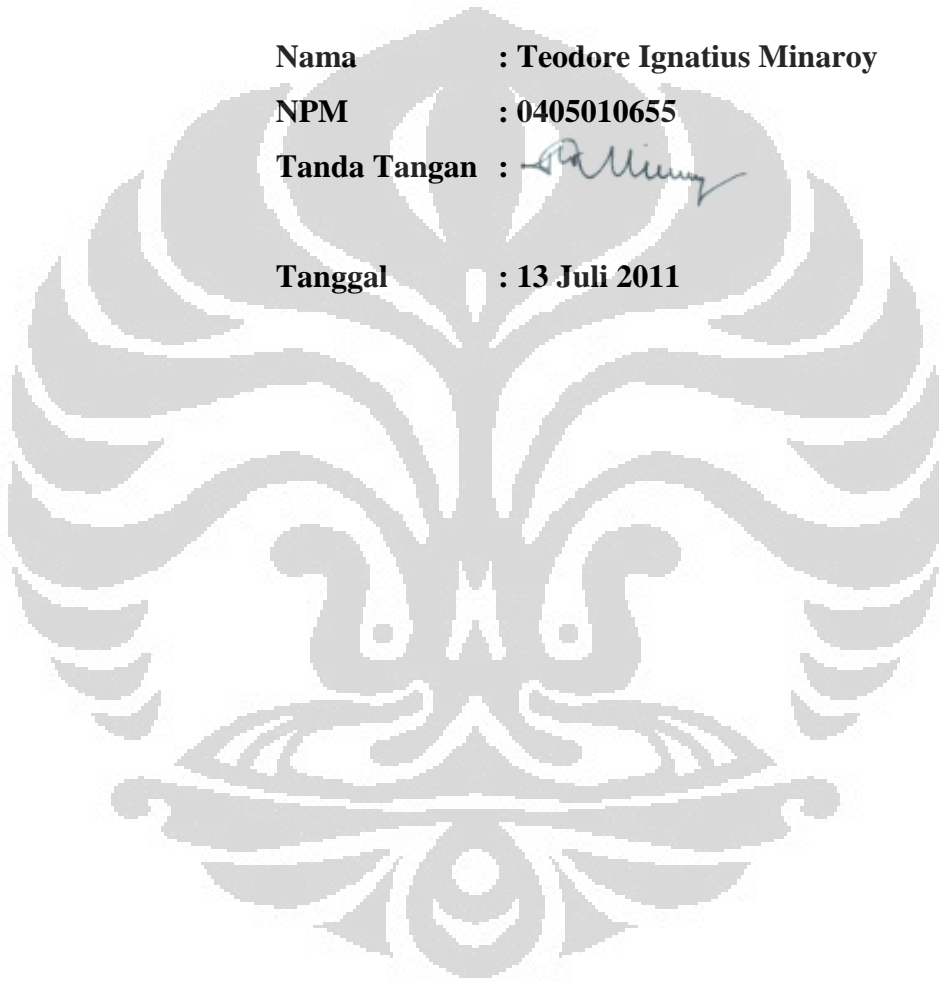
**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Theodore Ignatius Minaroy

NPM : 0405010655

Tanda Tangan : 

Tanggal : 13 Juli 2011





HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Theodore Ignatius Minaroy
NPM : 0405010655
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Stabilisasi Tanah Residual Depok dengan Kapur
sebagai Lapisan Perkerasan

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

DEWAN PENGUJI

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

Penguji : Prof. Dr. Ir. Tommy Ilyas, M.Eng ()

Penguji : Dr. Ir. Wiwik Rahayu, DEA ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 13 Juli 2011

KATA PENGANTAR

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

- (1) Bapak Dr. Ir. Damrizal Damoerin, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan Penulis dalam penyusunan seminar skripsi ini.
- (2) Orang tua dan keluarga Penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
- (3) Para pejuang kuliah enam tahun: Adi, Aji, Bima, Eka, Fandhy, Khairunissa, Ririan, Servolus.
- (4) Adi Tri Wibowo, rekan seperjuangan dalam menghadapi cobaan hidup.
- (5) Hastomi al Furqoni yang dengan tulus selalu membantu dalam segala hal.
- (6) Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini: Akmal, Anggraeni, Bagaskara, Eko, Evan, Ihsanul, Mehdi, Nintyo, Sarah, Teguh, Fira, Pringga, Ucik, Yunita, Anto, Pak Narto, Pak Wardoyo.
- (7) Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

Depok, 13 Juli 2011

Penulis

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

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

Nama : Theodore Ignatius Minaroy

NPM : 0405010655

Program Studi : Sarjana S1 Reguler

Departemen : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Skripsi

demikian 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 :

STABILISASI TANAH RESIDUAL DEPOK DENGAN KAPUR SEBAGAI
LAPISAN PERKERASAN

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 : 13 Juli 2011

Yang menyatakan



(Theodore Ignatius Minaroy)

ABSTRAK

Nama : Theodore Ignatius Minaroy
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Stabilisasi Tanah Residual Depok dengan Kapur sebagai Lapisan Perkerasan

Jalan merupakan salah satu fasilitas umum yang sangat penting. Untuk itu, sebuah jalan harus dibangun sebaik mungkin dan sekuat mungkin, tanpa mengabaikan faktor efisiensi. Selain kuat, jalan juga harus tetap bersifat ekonomis. Kita harus bisa menghasilkan jalan bermutu tinggi dengan biaya serendah mungkin. Salah satu cara untuk menekan biaya adalah dengan mengganti material sirtu yang dipakai sebagai perkerasan lapisan menjadi tanah setempat yang telah distabilkan dengan kapur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat dari tanah residual Depok jika distabilkan dengan kapur, serta berapa banyak kapur yang dibutuhkan untuk mencapai kekuatan optimum tanah tersebut.

Kata kunci:

Stabilisasi tanah, tanah residual, kapur

ABSTRACT

Name : Theodore Ignatius Minaroy
Study Program : Civil Engineering
Title : Stabilization of Depok Residual Soil with Lime as Pavement Layers

Road is one of the most important public facility. So, a road has to be built as good and as strong as possible, without neglecting efficiency. Beside has a strength, a road still has to be economic too. We have to build a road with highest standard with a lowest budget. We can change the sub-base material with a residual soil which has been stabilized with lime. This research will find out the behavior of residual soil in Depok if we add it with lime, and how much lime we have to add to reach the optimum strength of that soil.

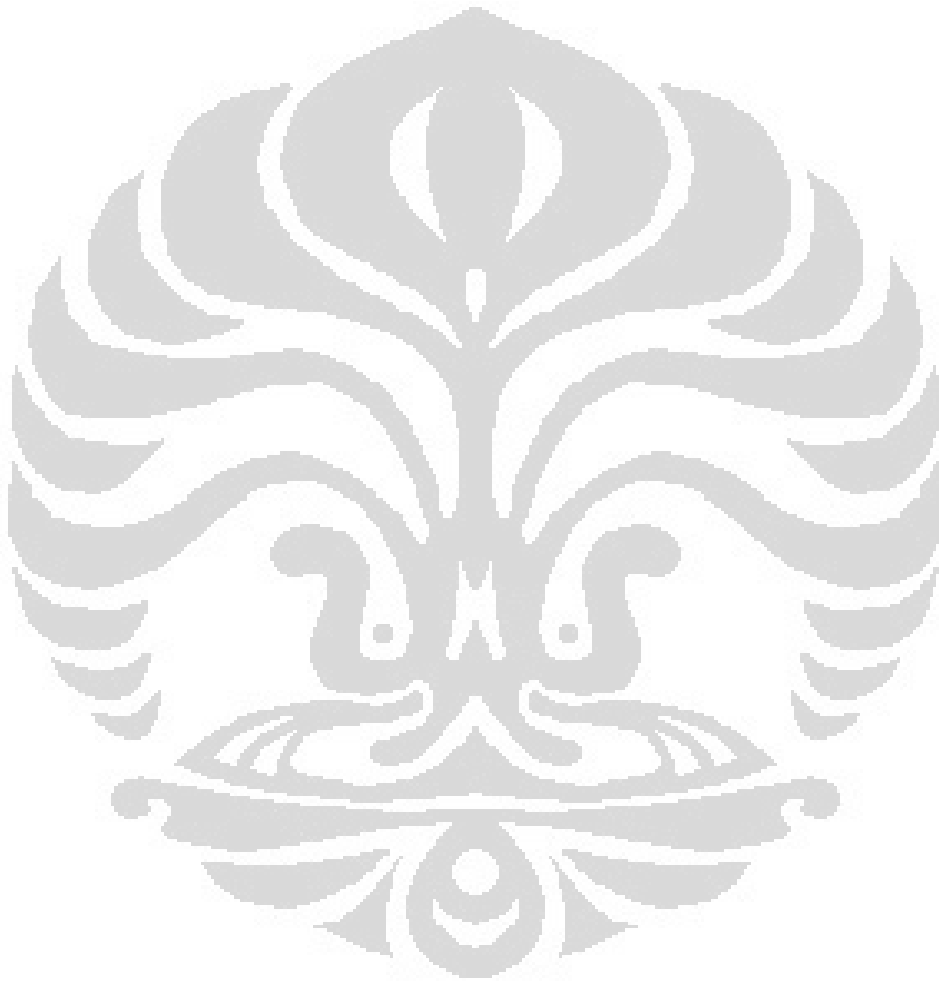
Key word:

Soil stabilization, residual soil, lime

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
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 LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. TUJUAN PENELITIAN	3
1.3. RUANG LINGKUP MASALAH	3
1.4. METODOLOGI PENELITIAN	4
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. TANAH RESIDUAL	6
2.2. STABILISASI TANAH	7
2.3. PERKERASAN JALAN	9
2.4. LAPISAN PONDASI BAWAH (SUB-BASE)	9
2.5. KAPUR	10
2.6. PEMADATAN TANAH	11
2.7. CALIFORNIA BEARING RATIO	14
BAB 3 METODE PENELITIAN	18
3.1. KEGIATAN PENELITIAN	18
3.2. PERSIAPAN MATERIAL	19
3.3. PENGUJIAN TANAH ASLI	20
3.4. PENCAMPURAN TANAH DENGAN KAPUR	21
BAB 4 HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA	23
4.1. HASIL PENGUJIAN AWAL	23
4.1.1. Atterberg Limit	24
4.1.2. Specific Gravity	27
4.1.3. Compaction	28

4.1.4. California Bearing Ratio	30
4.2. HASIL PENGUJIAN TANAH YANG TELAH DISTABILISASI DENGAN 10% KAPUR	33
4.2.1. Hasil dan Analisa Uji California Bearing Ratio	33
4.2.2. Hasil dan Analisa Uji Kuat Tekan Bebas	37
BAB 5 PENUTUP	40
5.1. KESIMPULAN	40
5.2. SARAN	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hasil Tes SEM Tanah Merah Depok	6
Gambar 2.2	Ilustrasi Efek Energi Pematatan	12
Gambar 2.3	Ilustrasi Jenis Tanah dalam Mempengaruhi Pematatan	13
Gambar 2.4	Perangkat Uji CBR Laboratorium	15
Gambar 2.5	Uji CBR Sampel Tanah Laboratorium	17
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 3.2	Pengambilan Contoh Tanah di Lapangan	20
Gambar 4.1	Liquid Limit terhadap Persentase Kadar Kapur	25
Gambar 4.2	Plastic Limit terhadap Persentase Kadar Kapur	26
Gambar 4.3	Indeks Plastisitas Setiap Persentase Kadar Kapur	26
Gambar 4.4	Shrinkage Limit terhadap Persentase Kadar Kapur	27
Gambar 4.5	Specific Gravity Setiap Persentase Kadar Kapur	28
Gambar 4.6	Kurva Pematatan Tanah Asli	29
Gambar 4.7	CBR Tanah Asli	32
Gambar 4.8	Pengaruh Lama Pemeraman terhadap Nilai CBR ($w_r = 31,1\%$)	34
Gambar 4.9	Rekapitulasi Pengaruh Lama Pemeraman terhadap Nilai CBR ($w_r = 31,1\%$)	36
Gambar 4.10	Nilai UCT Peram lalu Dipadatkan	37
Gambar 4.11	Nilai UCT Tumbuk lalu Peram	38
Gambar 4.12	Pengaruh Lama Pemeraman terhadap Nilai UCT	38

DAFTAR TABEL

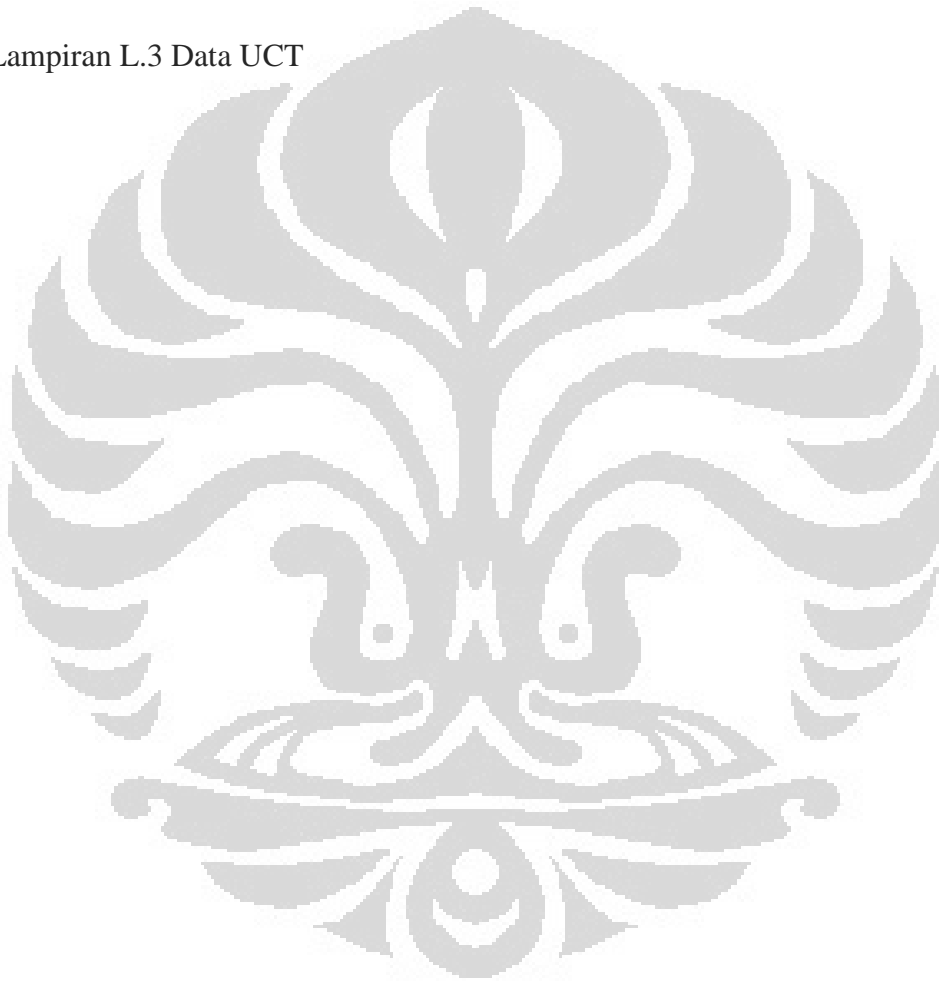
Tabel 2.1 Perbandingan Metode Pemadatan Standard dan Modified Proctor	14
Tabel 2.2 Standard Unit Load pada Harga Penetrasi ASTM D 1883-07	15
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan XRF Tanah Residual Depok	24
Tabel 4.2 Data Pemadatan Tanah Asli	29
Tabel 4.3 Data CBR Tanah Asli	31
Tabel 4.4 Nilai CBR Tanah Asli dan Tanah Asli + 10% Kapur dengan Variasi Lama Pemeraman	33
Tabel 4.5 Kadar Air Rencana dan Final	36
Tabel 4.6 Nilai UCT Tanah Asli + 10% Kapur dengan Variasi Lama Pemeraman	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran L.1 Hasil Pengujian XRF

Lampiran L.2 Data CBR

Lampiran L.3 Data UCT



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Kota Depok termasuk salah satu kota yang cukup pesat perkembangannya di Provinsi Jawa Barat. Kota yang memiliki luas wilayah sekitar 200,29 Km² dan berada pada koordinat 6°19'00'' – 6°28'00'' Lintang Selatan dan 106°43'00'' – 106°55'30'' Bujur Timur ini terletak sangat strategis. Diapit oleh Kota Jakarta dan Kota Bogor menyebabkan Kota Depok semakin tumbuh dengan pesat. Hal ini dapat dilihat dari semakin banyaknya pembangunan infrastruktur seperti hunian, pusat perbelanjaan, dan kawasan komersial lainnya.

Jumlah penduduk Kota Depok pada tahun 2010 mencapai 1.751.696 jiwa, sehingga tingkat kepadatannya adalah 8.746 jiwa/km², mengalami peningkatan sebesar 16% dalam waktu dua tahun, berdasarkan Badan Pusat Statistik Kota Depok (2008). Dengan semakin meningkatnya usaha pembangunan dan penambahan penduduk, maka pembangunan jalan pun harus ditingkatkan. Jalan raya sebagai salah satu sarana lalu lintas menjadi kebutuhan yang penting, dan sudah selayaknya Pemerintah Daerah Kota Depok memprioritaskan hal ini.

Kondisi jalan sangat berpengaruh terhadap kelancaran lalu lintas. Berdasarkan pengalaman Penulis yang bermukim di kawasan Cinere, salah satu kecamatan di Kota Depok, kondisi jalan di sana sangat rusak parah sepanjang sekitar 3 km sejak tahun 2008 yang lalu. Berawal dari proyek galian untuk penanaman kabel serat optik oleh PLN, ketika proyek itu telah selesai rupanya penutupan kembali lubang bekas galiannya dilakukan seadanya saja. Seperti yang kita semua ketahui, akhirnya lubang yang berada di pinggir jalan tersebut melebar semakin ke tengah jalan, dan akan semakin meluas seiring berjalannya waktu. Beberapa kali perbaikan telah dilakukan, tapi tetap saja ruas jalan tersebut kembali berlubang. Usaha perbaikan terakhir kalinya dilakukan pada bulan Juli 2010 yang lalu, tapi tetap saja pada bulan Oktober 2010 jalan tersebut kembali berlubang. Pada masa kampanye jelang Pilkada Kota Depok tahun 2010, Walikota Depok saat itu, DR. Ir. Nur Mahmudi Ismail, M.Sc bahkan sempat mencanangkan

program “betonisasi jalan” sebagai solusi untuk mengatasi masalah jalan berlubang ini. Sebenarnya tidak ada yang salah dengan jalan aspal. Lalu mengapa masalah ini dapat terjadi berulang kali, di berbagai tempat di wilayah Depok?

Ada banyak hal yang dapat menyebabkan suatu ruas jalan menjadi rusak. Beberapa di antaranya seperti tidak adanya drainase yang memadai di sepanjang ruas jalan tersebut; beban lalu lintas yang ada melebihi beban lalu lintas yang diperkirakan; sampai pengerjaan proyek jalan yang dilakukan secara asal-asalan. Selain itu, biaya untuk pembuatan jalan yang terbatas juga ikut menyebabkan penurunan kualitas dari jalan tersebut. Untuk menghindari hal tersebut diperlukan suatu perancangan jalan yang ekonomis, sesuai dengan kondisi tanah dan beban lalu lintas yang ada.

Kekuatan tanah dasar merupakan hal yang penting dalam struktur jalan karena kekuatan tanah dasar akan menentukan perkerasan jalan yang dibutuhkan. Pada kenyataannya, kondisi tanah asli sangat bervariasi dan tidak semua jenis tanah layak dijadikan sebagai tanah dasar jalan raya. Dengan kondisi tersebut dibutuhkan suatu upaya untuk memperbaiki sifat-sifat tanah asli agar sesuai dengan yang disyaratkan. Jika tanah asli yang ada sudah cukup baik, maka upaya tersebut dilakukan untuk meningkatkan mutu tanah tersebut.

Pada penelitian ini digunakan tanah residual Depok yang contohnya diambil di dekat Lapangan Voli GK, Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Contoh tanah ini akan ditingkatkan mutunya (distabilisasi) menggunakan kapur. Stabilisasi tanah residual dengan kapur ini diharapkan dapat menjadi alternatif penggunaan material yang biasanya menggunakan sirtu. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kelayakan stabilisasi tanah residual Depok menggunakan kapur sebagai lapisan perkerasan *sub-base*.

Lapis pondasi bawah (*sub-base*) sangat diperlukan sehubungan dengan terlalu lemahnya daya dukung tanah dasar terhadap beban roda-roda dan lapisan ini berfungsi untuk mendukung dan menyebarkan beban dari roda-roda tersebut. Untuk mengetahui kelayakan campuran tanah residual dengan kapur sebagai perkerasan lapisan pondasi bawah dilakukan uji *California Bearing Ratio* (CBR).

Pembahasan mengenai stabilisasi tanah ini sudah sangat sering dilakukan dan kerap menjadi topik skripsi. Mahasiswa terakhir yang membahas topik ini di

dalam skripsinya adalah Bagaskara Kusuma dan Fira Yolanda, keduanya mahasiswa teknik sipil Universitas Indonesia. Perbedaannya, Bagaskara mencampurkan kaolin ke dalam tanah uji, Fira memakai campuran semen, sementara Penulis akan mencampurkan kapur. Tanah uji yang dipakai sama-sama berasal dari Lapangan Voli GK Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

1.2. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

- Mengetahui karakteristik pemadatan tanah yang dicampur dengan kapur
- Mengetahui pengaruh penambahan kapur pada tanah residual terhadap kekuatan daya dukung tanah
- Mengetahui kelayakan tanah residual yang distabilkan dengan kapur sebagai lapisan pondasi bawah pada suatu perkerasan jalan
- Mengetahui banyaknya kadar kapur yang paling efektif untuk meningkatkan daya dukung tanah tersebut
- Mengetahui waktu pemeraman tanah yang paling efektif untuk meningkatkan daya dukung tanah tersebut

1.3. RUANG LINGKUP MASALAH

Contoh tanah pada penelitian ini diambil dari Lapangan Voli GK Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Contoh tanah yang diambil merupakan contoh tanah terganggu (*disturbed*) yang diambil dengan cara penggalian menggunakan sekop pada kedalaman di bawah 0,5 meter. Contoh tanah akan diuji batas-batas Atterberg-nya untuk mendapatkan indeks plastisitasnya, dan selanjutnya dicampur dengan kapur sebanyak 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Setelah mengetahui kadar kapur yang paling efektif, campuran tanah dan kapur tersebut akan dipadatkan menggunakan metode *Modified Proctor* dengan mold ukuran besar untuk mengetahui kadar air optimumnya. Kemudian, campuran tanah-kapur dengan kadar air optimum akan diuji kekuatannya melalui uji CBR, untuk mengetahui apakah campuran tersebut layak dipakai sebagai lapisan pondasi bawah berdasarkan aturan Standar Nasional Indonesia yang berlaku.

1.4. METODOLOGI PENELITIAN

Penulis melakukan penelitian di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Sebelumnya, contoh tanah yang akan diuji diambil di lokasi Lapangan Voli GK Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Contoh tanah yang diambil merupakan contoh tanah terganggu, diambil dengan cara digali menggunakan sekop pada mulai dari kedalaman 0,5 meter dari permukaan tanah.

Selain penelitian lapangan, Penulis juga melakukan studi literatur. Bahan-bahan studi literatur didapat dari buku prosedur praktikum yang terdapat di laboratorium serta buku-buku lain yang akan dicantumkan di daftar pustaka.

1.5. SISTEMATIKA PENULISAN

Penulis membagi skripsi ini menjadi beberapa bab sebagai berikut:

- **BAB 1: PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang permasalahan, tujuan penelitian, metodologi penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

- **BAB 2: TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tentang dasar-dasar teori yang mendukung dan menjadi acuan dalam penelitian ini. Studi pustaka yang digunakan berasal dari sumber-sumber seperti buku, laporan penelitian, bahan kuliah, dan materi lain yang berkaitan dengan penelitian ini.

- **BAB 3: METODE PENELITIAN**

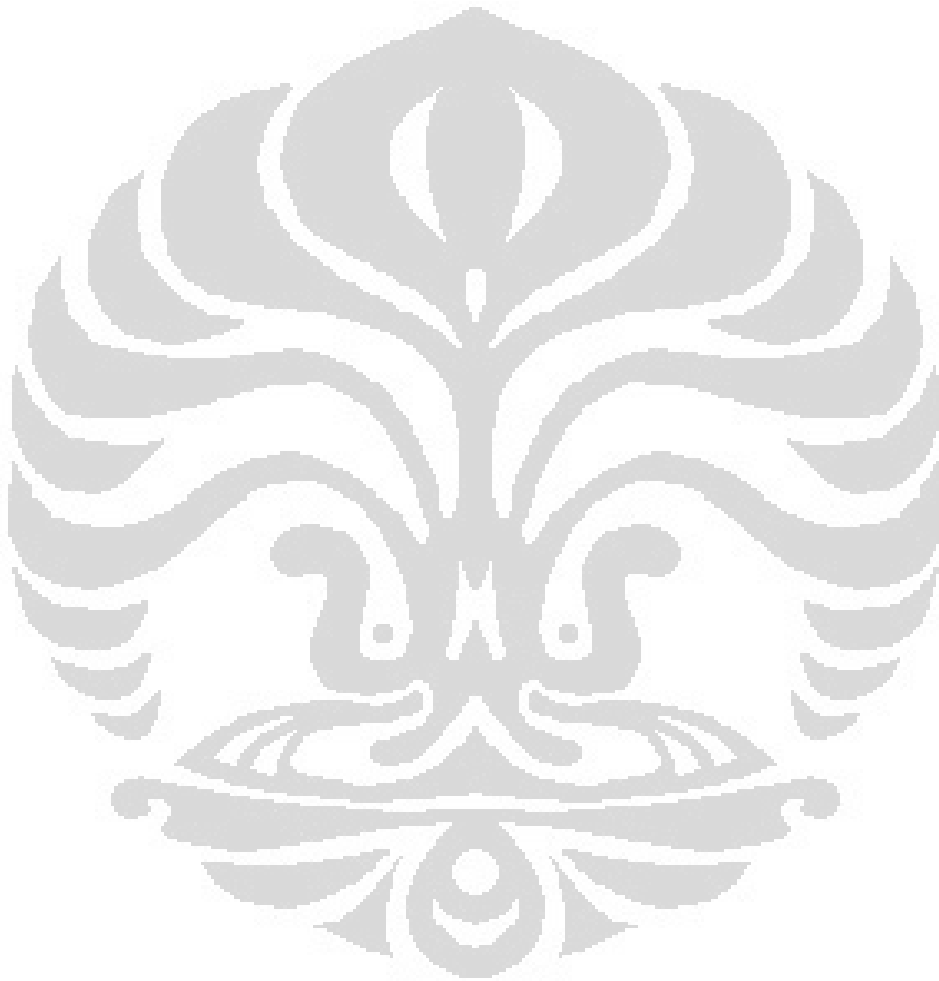
Bab ini berisi tentang bagaimana Penulis melakukan penelitian ini, mulai dari tahapan persiapan sampai ke prosedur penelitian yang akan dilakukan.

- **BAB 4: HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA**

Bab ini berisi tentang hasil pengujian yang telah dilakukan, serta analisa Penulis terhadap hasil pengujian tersebut.

- BAB 5: PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang didapat Penulis dari hasil penelitian dan saran yang mungkin akan berguna untuk penelitian lebih lanjut mengenai hal ini.

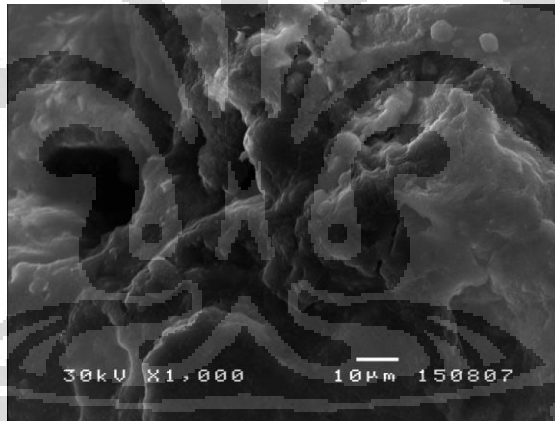


BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. TANAH RESIDUAL

Tanah adalah akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan antarpartikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan (R. F. Craig, 1986). Bila hasil dari pelapukan tersebut di atas tanah tetap berada pada tempat semula, maka tanah tersebut disebut tanah residual. Tanah residual merupakan tanah yang terbentuk dari batuan beku dan sedimen atau malihan yang mengalami kondisi pelapukan dan pencucian (*leaching*), sehingga memberikan tanah kandungan besi (Fe) dan silikon (Si). Karena kandungan tersebut maka tanah residual cenderung berwarna merah.



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

Tanah residual yang dipakai dalam penelitian ini adalah tanah residual Depok, yang merupakan tanah lempung (tanah merah). Tanah lempung merupakan partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi di dalam tanah yang kohesif (Bowles, 1989).

Tanah lempung merupakan tanah yang berukuran mikroskopis sampai dengan sub-mikroskopis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun

batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering dan bersifat plastis pada kadar air sedang. Pada kadar air lebih tinggi, lempung bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak (Das, 2006).

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung adalah sebagai berikut (Hardiyatmo, 1992):

1. Ukuran butir halus, kurang dari 0,002 mm
2. Permeabilitas rendah
3. Kenaikan air kapiler tinggi
4. Bersifat sangat kohesif
5. Kadar kembang susut yang tinggi
6. Proses konsolidasi lambat.

Tanah butiran halus khususnya tanah lempung akan banyak dipengaruhi air. Sifat pengembangan tanah lempung yang dipadatkan akan lebih besar pada lempung yang dipadatkan pada kering optimum daripada yang dipadatkan pada basah optimum. Lempung yang dipadatkan pada kering optimum relatif kekurangan air, oleh karena itu lempung ini mempunyai kecenderungan yang lebih besar untuk menyerap air, dan hasilnya adalah sifat yang mudah mengembang tersebut (Hardiyatmo, 1992).

2.2. STABILISASI TANAH

Stabilisasi tanah pada prinsipnya adalah untuk perbaikan mutu tanah yang kurang baik. Menurut Bowles (1986), cara untuk melakukan stabilisasi dapat terdiri dari salah satu tindakan sebagai berikut:

1. Menambah kerapatan tanah
2. Menambah material yang tidak aktif sehingga mempertinggi kohesi atau tahanan geser
3. Menambah material untuk menyebabkan perubahan-perubahan kimiawi dan fisik dari material tanah
4. Menurunkan muka air tanah
5. Mengganti tanah-tanah yang buruk

Sementara itu, menurut Ingles dan Metcalf (1972), stabilisasi dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu:

1. Cara mekanis

Perbaikan tanah dengan menggunakan cara mekanis yaitu perbaikan tanah tanpa penambahan bahan-bahan lainnya. Stabilisasi mekanis biasanya dilakukan dengan menggunakan peralatan mekanis seperti mesin gilas, penumbuk, peledak, tekanan statis, dan sebagainya. Tujuan stabilisasi ini adalah untuk mendapatkan tanah yang berdaya dukung baik dengan cara mengurangi volume pori sehingga menghasilkan kepadatan tanah yang maksimum. Metode ini biasanya digunakan pada tanah yang berbutir kasar dengan fraksi tanah yang lolos saringan nomor 200 ASTM paling banyak 25%.

2. Cara fisik

Perbaikan tanah dengan cara fisik ini yaitu dengan memanfaatkan perubahan-perubahan fisik yang terjadi seperti hidrasi, absorpsi/penyerapan air, pemanasan, pendinginan, dan menggunakan arus listrik.

3. Cara kimiawi

Perbaikan tanah dengan cara kimiawi adalah penambahan bahan stabilisasi yang dapat mengubah sifat-sifat kurang menguntungkan dari tanah. Metode stabilisasi ini biasanya digunakan untuk tanah yang berbutir halus. Pencampuran bahan kimia yang sering dilakukan adalah dengan menggunakan semen, kapur, abu batubara, dan sebagainya.

Metode stabilisasi yang paling sering dilakukan adalah metode stabilisasi mekanis dan kimiawi. Stabilisasi dengan semen cocok untuk tanah yang tidak kohesif, yaitu tanah berpasir dan kerikil yang mengandung sedikit tanah berbutir halus, sedangkan kapur dan *pozzolan* cocok untuk tanah kohesif (Soedarmo dan Purnomo, 1997). Kapur yang biasa digunakan dalam stabilisasi adalah kapur hidup (*quicklime*, CaO) dan kapur padam (*calcium hydroxide*, Ca(OH)₂) yang merupakan produk pembakaran batu kapur.

2.3. PERKERASAN JALAN

Perkerasan jalan adalah bagian dari lapisan material yang terdiri dari campuran agregat dan bahan ikat, yang dipilih dan dikerjakan menurut persyaratan tertentu dan berfungsi untuk menyebarkan beban roda kendaraan sehingga dapat ditahan oleh tanah dasar. Fungsi dari lapisan perkerasan jalan adalah untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya terus ke tanah dasar.

Berdasarkan jenis bahan dan konstruksinya, perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu perkerasan lentur, perkerasan kaku, dan perkerasan komposit.

2.3.1. Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur merupakan perkerasan yang menggunakan bahan pengikat berupa aspal dan konstruksinya terdiri dari beberapa lapisan bahan yang terletak di atas tanah dasar. Di atas tanah dasar berturut-turut akan disusun lapisan pondasi bawah (*sub-base course*), lapisan pondasi atas (*base course*), dan lapisan permukaan (*surface*).

2.3.2. Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku merupakan perkerasan jalan yang menggunakan bahan beton, biasanya terdiri atas plat beton sebagai lapis pondasi dan lapis pondasi bawah di atas tanah dasar, dengan atau tanpa tulangan. Beban lalu lintas akan dipikul oleh beton. Faktor yang paling penting untuk diperhatikan dalam perencanaan tebal perkerasan beton adalah kekuatan beton tersebut.

2.3.3. Perkerasan Komposit

Perkerasan komposit merupakan gabungan konstruksi perkerasan kaku dan perkerasan lentur di atasnya. Kedua jenis perkerasan ini bersama-sama memikul beban lalu lintas. Perkerasan komposit ini biasa digunakan sebagai landasan pesawat terbang.

2.4. LAPISAN PONDASI BAWAH (*SUB-BASE*)

Lapisan pondasi bawah adalah lapisan perkerasan yang terletak di atas lapisan tanah dasar dan di bawah lapisan pondasi atas. Lapisan pondasi bawah berfungsi sebagai:

- Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar
- Lapisan peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi
- Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan pondasi atas
- Lapisan pelindung lapisan tanah dasar dari beban roda-roda alat berat pada awal pelaksanaan pekerjaan
- Lapisan pelindung lapisan tanah dasar dari pengaruh cuaca, terutama hujan

Lapisan pondasi bawah biasanya terdiri dari material berbutir yang dipadatkan. Berbagai macam tipe tanah setempat yang relatif lebih baik daripada tanah dasar juga dapat digunakan sebagai bahan lapisan pondasi bawah. Jika ini dilakukan, biasanya tanah tersebut dicampur dengan kapur atau semen untuk meningkatkan kekuatan tanah tersebut sehingga memenuhi persyaratan kekuatan untuk dipakai sebagai lapisan pondasi bawah.

2.5. KAPUR

Kapur merupakan salah satu material yang cukup efektif untuk proses stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah dengan kapur sangat lazim digunakan dalam proyek-proyek konstruksi jalan dengan berbagai macam jenis tanah, mulai dari tanah lempung biasa sampai tanah ekspansif.

Kapur yang biasa digunakan dalam stabilisasi adalah kapur hidup CaO dan Ca(OH)_2 . Kapur yang digunakan dalam penelitian ini adalah kapur bubuk (CaO) yang dibeli di toko material. Kapur tersebut berasal dari batu kapur (CaCO_3) yang telah dibakar sampai dengan suhu 1000°C . Kapur hasil pembakaran apabila ditambahkan air akan mengembang dan retak-retak. Banyak panas yang keluar (seperti mendidih) selama proses ini, hasilnya adalah kalsium hidroksida Ca(OH)_2 .

Apabila kapur dengan mineral lempung atau mineral halus lainnya bereaksi, maka akan membentuk suatu gel yang kuat dan keras, yaitu kalsium silikat yang mengikat butir-butir atau partikel tanah (Ingles dan Metcalf, 1972).

2.6. 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 tanah
- Mengurangi penurunan (*settlement*) pada struktur
- Mengontrol perubahan volume yang tidak diinginkan
- Mereduksi konduktivitas hidrolik
- Meningkatkan kestabilan suatu lereng

Secara definisi pemadatan atau kompaksi ialah salah satu proses densifikasi di mana partikel tanah akan tersusun tanpa adanya aliran air keluar, yang mana diakibatkan dari diaplikasikannya energi mekanik, namun walau demikian tetap terjadi perubahan kadar air.

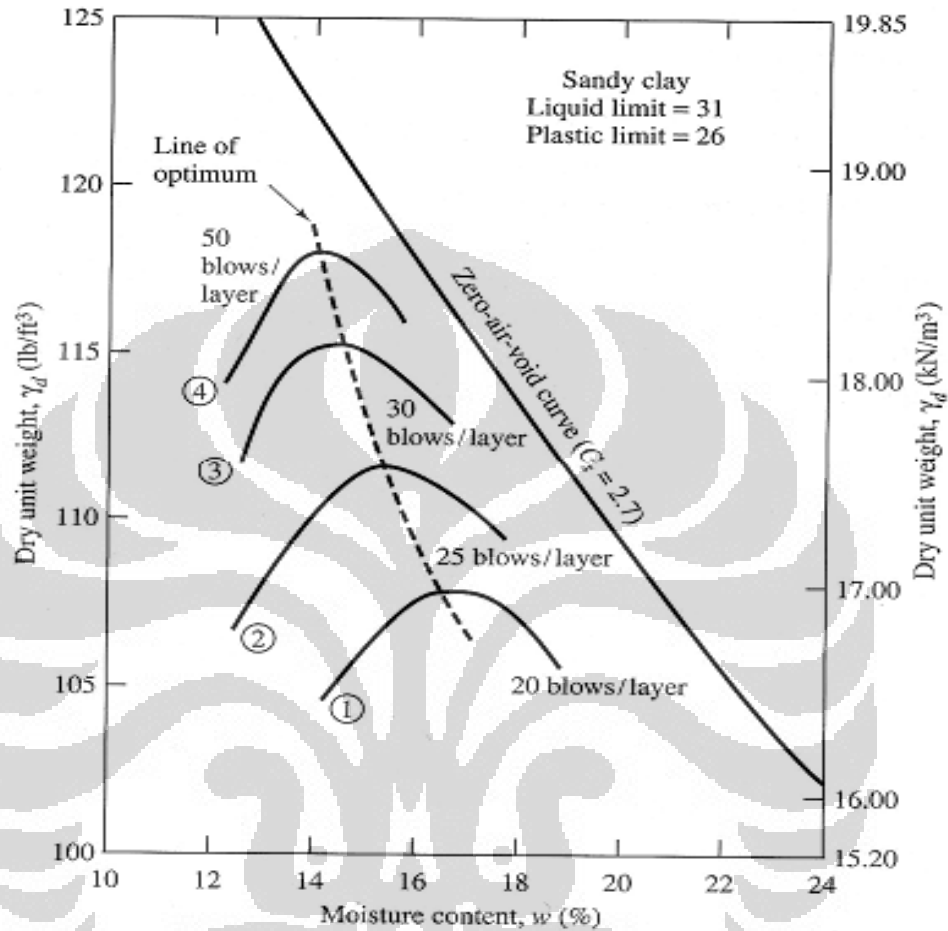
Dalam pemadatan tanah, ada 4 faktor yang mempengaruhi kontrol pemadatan, yaitu:

- 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, di mana semakin besar energi pemadatan yang diterima tanah maka efek densifikasinya akan semakin besar, sehingga nilai optimum kadar air akan

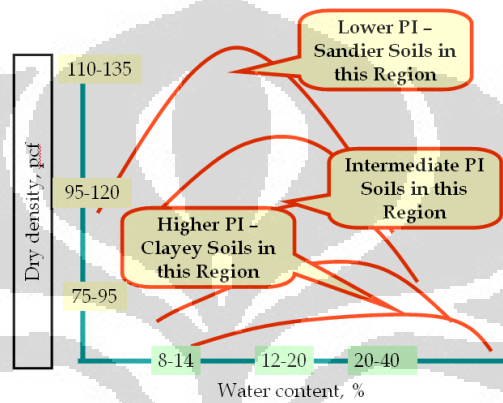
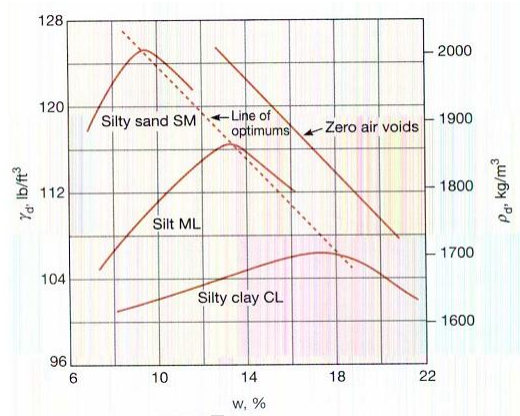
bergeser lebih kecil namun akan diperoleh nilai maksimum unit berat kering lebih besar.



Gambar 2.2 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 2.3 Ilustrasi Jenis Tanah dalam Mempengaruhi Pematatan

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

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

Tabel 2.1 Perbandingan Metode Pemadatan Standard dan Modified Proctor
(Sumber: Modul Praktikum Mekanika Tanah 1, Laboratorium Mekanika Tanah FTUI)

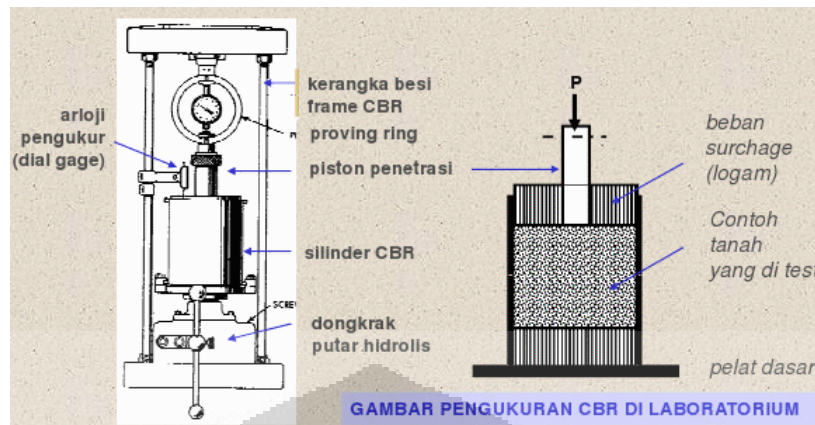
Test Identification	AASHTO T 99 ASTM D698 (<i>Standard Proctor</i>)		AASHTO T180 ASTM D 1557 (<i>Modified Proctor</i>)	
	4"	6"	4"	6"
Diameter Mould (inch)	4"	6"	4"	6"
Berat Hammer (lb)	5,5	5,5	10	10
Tinggi Jatuh Hammer (inch)	12	12	18	18
Jumlah Layer	3	3	5	5
Jumlah Pukulan Per Layer	25	56	25	56
C.E (lb/ft 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")

Uji pemadatan ini akan menghasilkan kurva yang merupakan hubungan antara kadar air dan berat jenis kering tanah. Kurva tersebut memperlihatkan nilai kadar air optimum untuk mencapai berat jenis kering terbesar atau kepadatan maksimum.

2.7. CALIFORNIA BEARING RATIO

Uji CBR telah dikembangkan sejak masa perang dunia ke-2 oleh insinyur militer Amerika. 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 2.4 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 2.2 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 Proving Ring*. Serta:

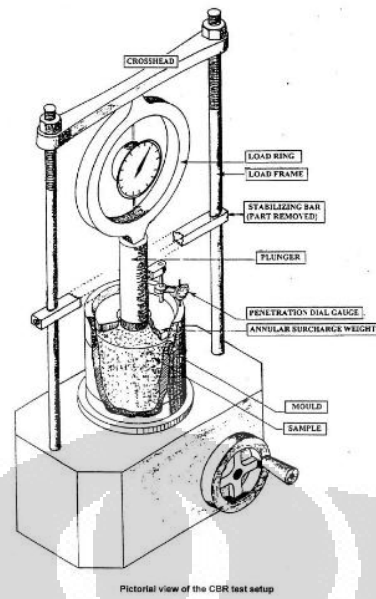
$$\text{Test Unit Load (psi) = tegangan } (\sigma)$$

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

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 ($\text{CBR} = f(W_c, \gamma_d)$). Dengan analogi yang dijelaskan Dr. Ir. Erizal, Magr., *Bahan Kuliah Rekayasa Perkerasan Jalan*, jika tanah lempung mengering (W_c mengecil) maka harga CBR naik. Sebaliknya kalau membasah (W_c membesar) maka harga CBR mengecil. Suatu tanah pasir yang renggang (tidak padat) maka CBR-nya kecil. Bila kemudian pasir tersebut dipadatkan, CBR-nya naik.

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. Untuk uji SBR soaked, perendaman dilakukan selama empat hari. Perendaman ini dilakukan untuk memodelkan kondisi hujan atau kondisi terburuk di lapangan seperti banjir, yang akan memberikan pengaruh penambahan air pada tanah sehingga dapat mengakibatkan terjadinya pengembangan (*swelling*) dan penurunan daya dukung tanah.

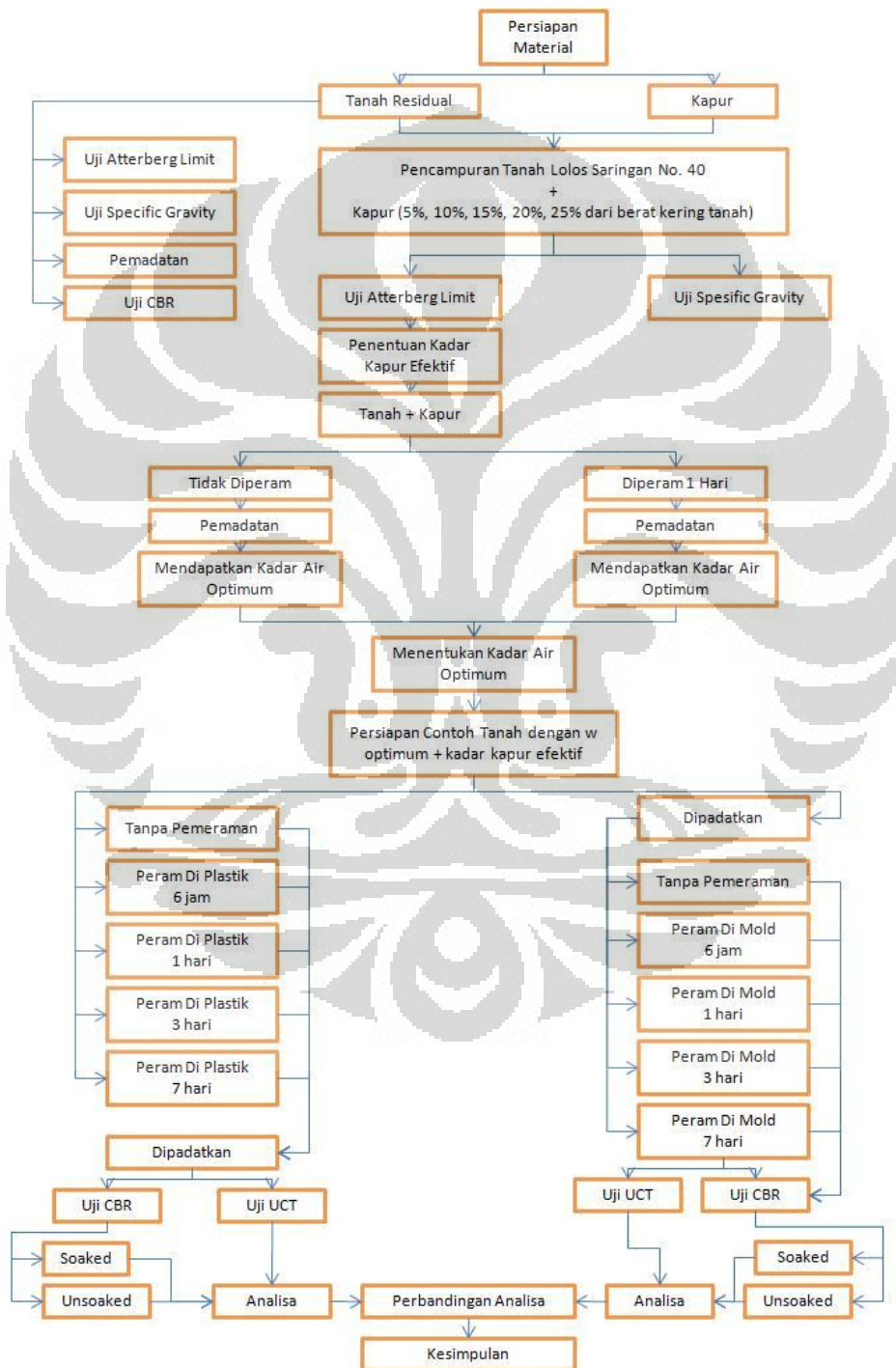


Gambar 2.5 Uji CBR Sampel Tanah Laboratorium

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

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1. KEGIATAN PENELITIAN



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Studi penelitian ini merupakan metode penelitian yang dilakukan di laboratorium. Penelitian yang menggunakan jenis material tanah residual Depok. Contoh tanah ini akan dicampur kapur untuk kemudian diketahui karakteristik daya dukungnya berdasarkan uji CBR. Pengujian CBR akan dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Penelitian karakteristik penambahan kapur pada tanah residual ini akan dilakukan pada kondisi 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% penambahan kapur dari berat kering tanah untuk mencari efek signifikansi dari penambahan kapur.

Tahapan dari penelitian ini dengan tahapan persiapan tanah, uji indeks properti tanah yang diperlukan, pemadatan tanah (*proctor test*), dan uji CBR. Tanah residual ini diambil sebagai dari lokasi di Depok, yaitu areal Lapangan Voli GK Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sedangkan material kapur bubuk dibeli di toko material. Tanah merah yang diambil disiapkan agar tercapai kondisi kering udara agar dapat dilakukan penyaringan serta pengaturan kadar air dan pemeraman untuk dilakukan pemadatan, di mana pemadatan digunakan metode proktor yang dimodifikasi agar tercapai nilai CBR yang tinggi. Sedangkan untuk sampel campuran tanah residual dengan kapur dilakukan dengan kondisi tanah residual kering udara dengan kadar air diketahui, hal ini agar kapur dapat tercampur dengan merata atau *homogen*. Dari kedua pencampuran tersebut maka persentase kadar air secara analitis akan berubah menjadi lebih kecil karena kapur 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 residual dengan kapur akan dicari kurva pematatannya, di mana sama halnya seperti perlakuan terhadap sampel tanah asli.

3.2. PERSIAPAN MATERIAL

Tahapan pertama dari kegiatan penelitian ini adalah persiapan material, yaitu pengambilan contoh tanah residual Depok di Lapangan Voli GK Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Contoh tanah yang diambil merupakan contoh tanah

terganggu (*disturbed*) yang diambil dengan cara penggalian menggunakan sekop pada kedalaman di bawah 0,5 meter dari permukaan tanah. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir “gangguan” yang mungkin terjadi pada contoh tanah, meskipun contoh tanah yang diambil merupakan contoh tanah terganggu.



Gambar 3.2 Pengambilan Contoh Tanah di Lapangan

3.3. PENGUJIAN TANAH ASLI

Setelah mendapatkan contoh tanah, tanah dijemur untuk mendapatkan kondisi kering udara. Setelah itu dilakukan pengujian-pengujian awal pada tanah asli, meliputi:

- Uji Atterberg Limit

Suatu hal yang penting pada tanah berbutir halus adalah plastisitasnya. Hal ini disebabkan adanya mineral lempung dalam tanah. Plastisitas adalah kemampuan tanah menyesuaikan perubahan bentuk pada volume konstan tanpa retak-retak atau remuk. Bergantung pada kadar air, tanah dapat berbentuk cair, plastis, semi-padat, atau padat. Kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu disebut konsistensi. Batas-

batas cair, plastis, dan susut tanah kita kenal dengan sebutan Batas Atterberg (*Atterberg Limit*).

Sebelum melakukan Uji Atterberg Limit, contoh tanah kering udara diayak terlebih dahulu sampai lolos saringan nomor 40 ASTM, lalu dicari kadar air awalnya. Setelah itu dilakukan tiga pengujian, yaitu uji *Liquid Limit*, *Plastic Limit*, dan *Shrinkage Limit*. Dari uji *Liquid Limit* dan *Plastic Limit* kita akan mendapatkan nilai Indeks Plastisitas.

- Uji Specific Gravity

Uji Specific Gravity juga menggunakan contoh tanah yang lolos saringan nomor 40 ASTM, tetapi dalam kondisi kering oven. Dari uji ini kita akan mendapatkan nilai Specific Gravity. Nilai Specific Gravity tanah didefinisikan sebagai perbandingan antara berat volume butiran padat dengan berat volume air pada temperature 4 °C.

- Uji Pematatan

Uji Pematatan yang dilakukan menggunakan metode Modified Proctor dengan mold besar. Dari uji ini kita akan mendapatkan nilai kadar air optimum dan berat kering maksimum dari kurva pematatan.

- Uji CBR

Uji CBR dilakukan dalam dua kondisi, yaitu kondisi tidak terendam (*unsoaked*) dan terendam (*soaked*).

3.4. PENCAMPURAN TANAH DENGAN KAPUR

Setelah melakukan pengujian-pengujian awal, tanah akan dicampur kapur dengan kadar 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Persentase kadar kapur tersebut merupakan persentase dari berat kering tanah. Kapur yang akan dipakai pun harus berada dalam kondisi benar-benar kering (kadar air 0%). Sebelum melakukan pengujian, Penulis mencari kadar air kapur dalam kondisi kering udara terlebih dahulu. Ternyata didapatkan kadar airnya sebesar 0,09037%. Meskipun hampir tidak ada perbedaan yang berarti antara kadar air kapur kering udara dengan kadar air kering oven, dalam penelitian Penulis tetap memakai kapur dalam kondisi kering oven untuk memastikan kadar airnya benar-benar 0%.

Pengujian pertama yang akan dilakukan adalah Uji Atterberg Limit. Tanah asli diayak sampai lolos saringan nomor 40 ASTM sampai mendapatkan kurang lebih 2,5 kilogram yang akan dibagi menjadi 5 contoh. Masing-masing contoh akan dicampur kapur dengan kadar 5% sampai dengan 25% seperti yang telah disebutkan sebelumnya.

Setelah mendapatkan nilai Indeks Plastisitas untuk masing-masing contoh, Penulis menentukan campuran tanah dengan kadar kapur berapa yang sekiranya paling efektif untuk dilakukan pemadatan. Kemudian akan melakukan pemadatan dengan kadar kapur tersebut saja berdasarkan alur yang telah dijelaskan sebelumnya.



BAB 4

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

4.1. HASIL PENGUJIAN AWAL

Sampel uji yang digunakan dalam penelitian adalah sampel uji tanah residual yang diambil di lokasi Lapangan sebelah Utara Gedung GK Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok. Sampel tanah tersebut diambil pada hari Sabtu dan Minggu, 21-22 Agustus 2010 yang lalu.

Tanah digali mulai dari kedalaman 0,5 m dari permukaan tanah untuk meminimalisir “kotoran” seperti akar, humus, sampah, dan lainnya. Setelah digali, tanah langsung diayak di tempat menggunakan ayakan besar dengan ukuran lubang setara dengan saringan nomor 4 ASTM, barulah hasil ayakannya dimasukkan ke dalam karung. Contoh tanah yang didapat merupakan contoh tanah terganggu sebanyak sebelas karung. Tanah yang belum lolos ayakan dipisahkan untuk dijemur selama satu hari, kemudian ditumbuk sehingga bisa lolos saringan nomor 4 ASTM.

Setelah itu, tanah yang sudah lolos saringan nomor 4 ASTM dihamparkan di loyang besar di dalam laboratorium untuk mendapatkan kondisi kering udara. Supaya kondisi keringnya merata, tanah tersebut diaduk secara berkala.

Setelah mempersiapkan contoh tanah untuk pengujian, Penulis melakukan beberapa pengujian awal untuk mengetahui data awal tanah residual tersebut, yaitu uji Atterberg Limit, uji Specific Gravity uji Compaction, dan uji California Bearing Ratio. Selain itu, dilakukan juga pemeriksaan XRF dengan membawa contoh tanah uji ke laboratorium di Salemba. Pemeriksaan XRF bertujuan untuk mengetahui komposisi kandungan kimia dalam contoh tanah uji, seperti yang terlihat pada tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan XRF Tanah Residual Depok
(Sumber: Hasil Uji XRF Lab. Salemba)

No.	Komponen	Komposisi Kimia (%) Kering
1.	SiO ₂	61.9309
2.	CaO	0.2929
3.	TiO ₂	3.2572
4.	V ₂ O ₃	0.1234
5.	MnO	0.9862
6.	Fe ₂ O ₃	31.224
7.	CuO	0.0477
8.	ZrO ₂	0.1045
9.	Ag ₂ O ₃	1.9348

Dari hasil analisa kimia, kandungan utama penyusun tanah residual Depok ini adalah SiO₂ dan Fe₂O₃.

4.1.1. Atterberg Limit

Untuk melakukan uji Atterberg Limit, Penulis menyiapkan tanah lolos saringan nomor 40 ASTM dengan kondisi kering udara sebanyak kurang lebih 3 kilogram. Tanah tersebut dicari kadar airnya, dan didapatkan kadar air sebesar 8,3%. Kadar air ini nantinya akan berguna untuk menentukan berat kapur yang harus ditambahkan untuk membuat campuran tanah-kapur.

Setelah mendapatkan kadar air, Penulis melakukan uji Atterberg Limit sebanyak 2 kali, dan hasil kedua percobaan tersebut dirata-rata. Dari uji Atterberg Limit didapat nilai Batas Cair sebesar Indeks Plastisitas sebesar 32,625. Nilai Indeks Plastisitas didapat dari perhitungan LL – PL, dengan LL adalah batas cair tanah dan PL adalah batas plastis tanah.

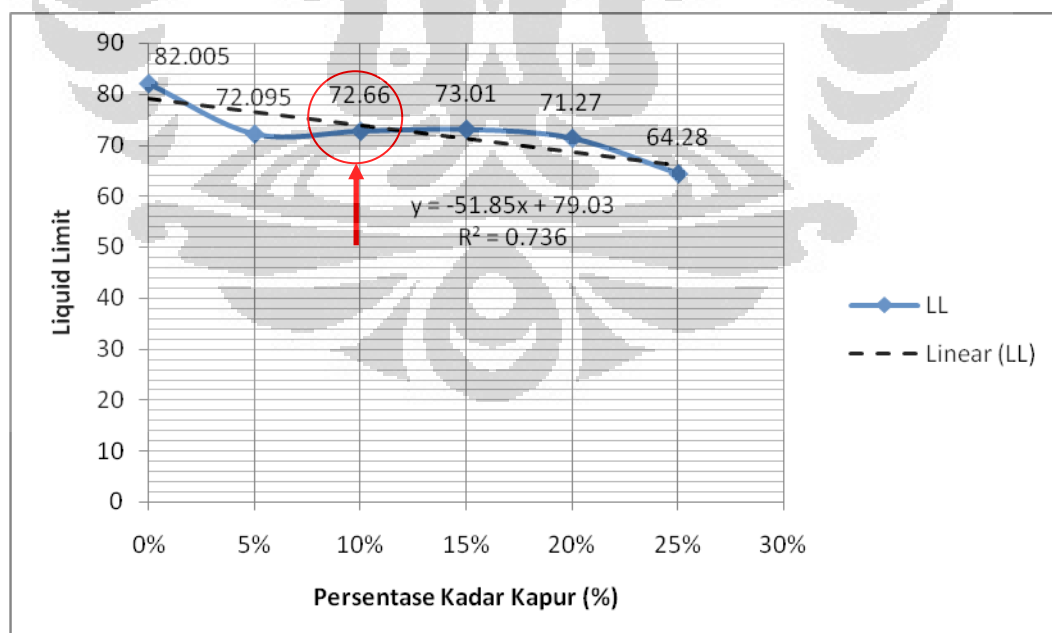
Setelah melakukan pengujian pada tanah asli, Penulis langsung melakukan pengujian dengan lima contoh tanah lainnya yang telah dicampur dengan kapur, masing-masing dengan kadar kapur sebesar 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Persentase kadar kapur ini diperoleh dari berat kering tanah. Untuk setiap sampel uji, disiapkan 500 gram tanah lolos saringan nomor 40 ASTM dengan kondisi

kering udara. Sebagai contoh untuk menyiapkan contoh campuran tanah dan kapur dengan kadar kapur 5%, perhitungannya adalah sebagai berikut.

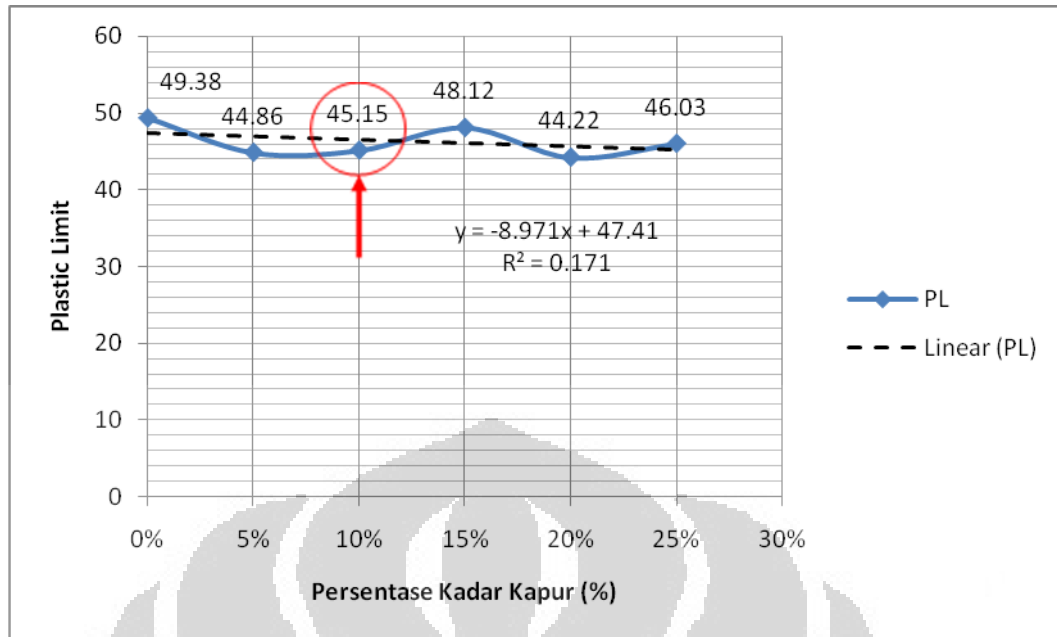
$$\begin{aligned}
 \text{berat tanah} &= 500 \text{ gram} \\
 \text{kadar air} &= 8,3\% \\
 \text{berat kering tanah} &= (500 \text{ gram} \times 100) : (8,3+100) \\
 &= 50000 \text{ gram} : 108,3 \\
 &= 461,68 \text{ gram} \\
 \text{berat kapur 5\%} &= 5\% \times 461,68 \text{ gram} \\
 &= 23,08402585 \text{ gram} \\
 &\approx 23,08 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Tanah dicampur dengan kapur, diaduk secara merata sampai sudah kelihatan homogen menjadi satu kesatuan campuran tanah-kapur, lalu kembali dimasukkan ke dalam plastik untuk menjaga kadar airnya.

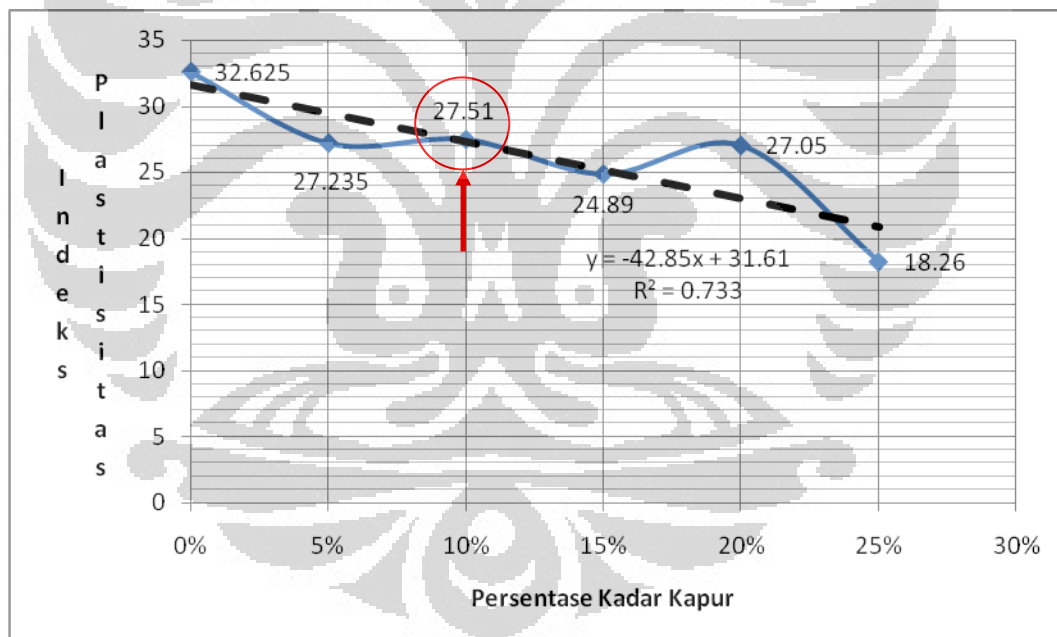
Masing-masing contoh tanah-kapur tersebut kembali diuji batas-batas Atterberg-nya. Setelah mendapatkan nilai LL, PL, dan PI untuk masing-masing contoh, nilai-nilai tersebut diplot ke dalam grafik untuk mengetahui bagaimana perilaku tanah jika dicampur dengan kapur.



Gambar 4.1 Liquid Limit terhadap Persentase Kadar Kapur



Gambar 4.2 Plastic Limit terhadap Persentase Kadar Kapur



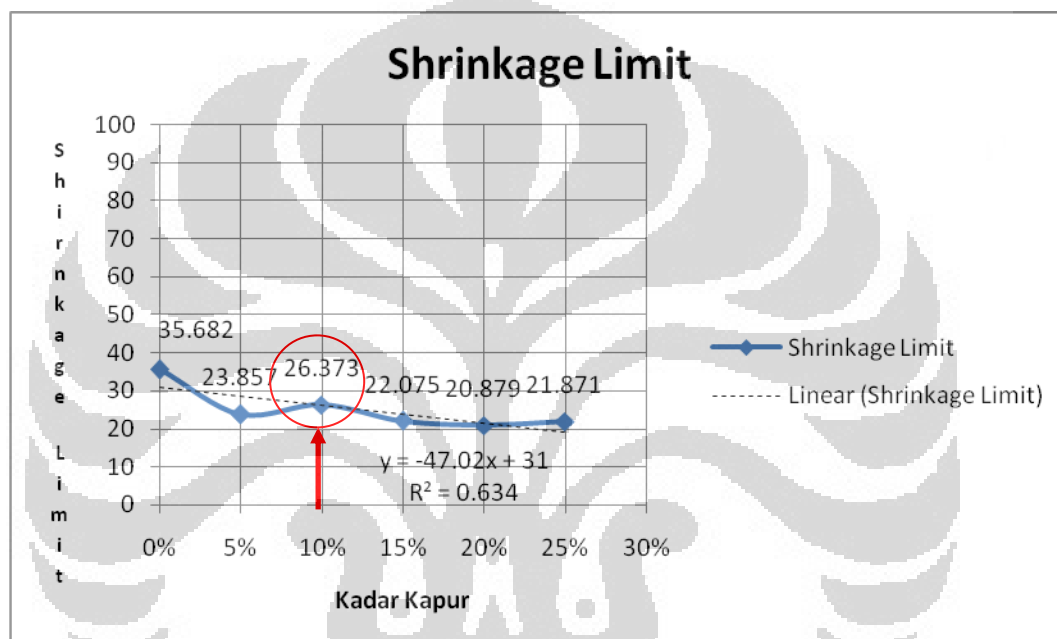
Gambar 4.3 Indeks Plastisitas Setiap Persentase Kadar Kapur

Dari grafik Indeks Plastisitas di atas terlihat bahwa tren nilai Indeks Plastisitas tanah akan menurun seiring bertambahnya kadar kapur. Hal ini menunjukkan bahwa tanah menjadi lebih berbutir, dan potensi pengembangannya (*swelling*) menjadi berkurang. Dengan begitu, penambahan kapur akan

meningkatkan mutu tanah dari segi kekuatannya. Sifat-sifat ini sangat cocok jika diterapkan untuk perkerasan jalan.

Dari grafik tersebut juga terlihat bahwa nilai Indeks Plastisitas tanah dengan kadar kapur 10%-lah yang paling mendekati trend line, sehingga nantinya kadar kapur 10% yang akan dipakai untuk pengujian karena dianggap paling efektif.

Selain melakukan uji Batas Cair dan Batas Plastis, Penulis juga melakukan uji Batas Susut.



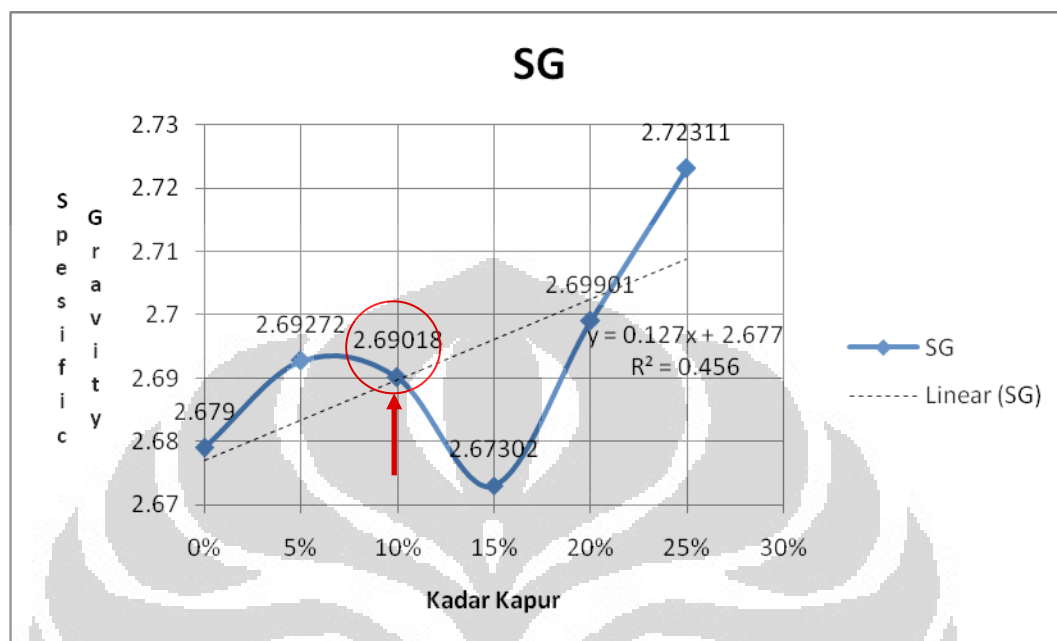
Gambar 4.4 Shrinkage Limit terhadap Persentase Kadar Kapur

4.1.2. Specific Gravity

Index properties berupa berat jenis (Gs) dari sampel uji didapat dengan uji specific gravity sesuai dengan ASTM D 854 – 58. Sama halnya dengan uji Atterberg Limit, untuk melakukan uji Spesific Gravity sampel yang digunakan adalah lolos saringan nomor 40 ASTM, hanya saja digunakan sampel kondisi tanah kering oven.

Uji Spesific Gravity memakai contoh tanah lolos saringan nomor 40 ASTM dengan kondisi kering oven sebanyak 100 gram. Dari uji Spesific Gravity sebanyak empat kali, didapatkan nilai Spesific Gravity tanah tersebut sebesar 2,679 dengan rentang nilai antara 2,651 – 2,703 (0,052).

Bersamaan dengan pengujian Atterberg Limit, dilakukan juga pengujian Specific Gravity untuk masing-masing penambahan kadar kapur.



Gambar 4.5 Specific Gravity Setiap Persentase Kadar Kapur

Dari grafik di atas terlihat bahwa seiring bertambahnya kadar kapur, nilai specific gravity juga cenderung bertambah, meskipun penambahannya tidak terlalu signifikan. Rentang nilai specific gravity terbesar dengan terkecil hanya 0.05 saja. Jika menarik garis *trend line*, akan kita dapatkan nilai SG yang paling mendekati *trend line* adalah campuran tanah dengan kadar kapur sebesar 10%, dengan nilai SG sebesar 2.69018.

Pengujian SG ini sangat rentan mengalami kesalahan. Faktor utama yang mungkin menyebabkan ketidakakuratan hasil adalah kurang telitnya pembacaan suhu sewaktu akan menimbang.

4.1.3. Compaction

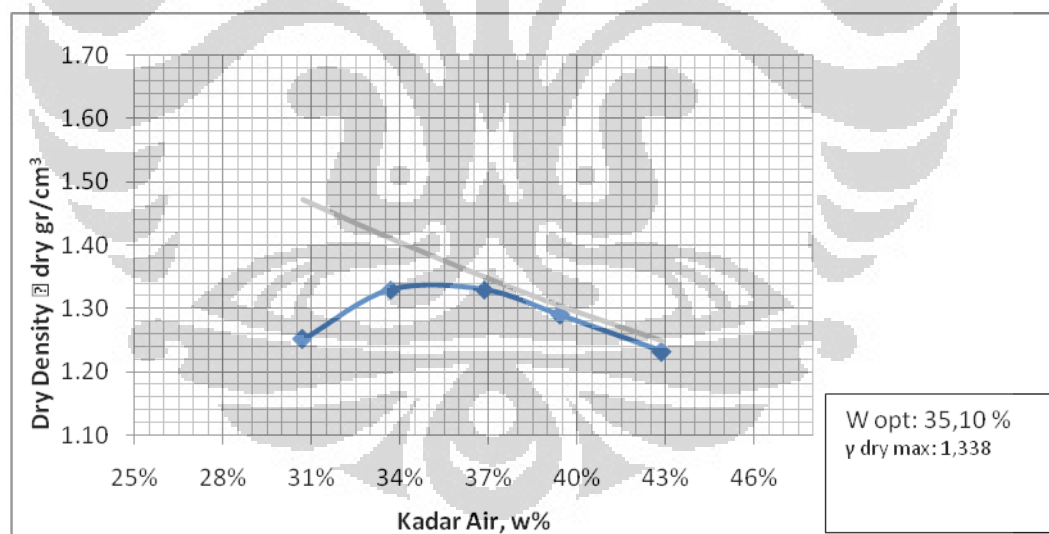
Uji Compaction menggunakan sampel tanah uji lolos saringan nomor 4 ASTM. Uji compaction yang dilakukan adalah dengan metode Modified Proctor dengan mold berdiameter besar. Hal ini dilakukan agar ada kesesuaian dengan uji California Bearing Ratio yang akan dilakukan kemudian.

Penulis melakukan pemadatan sebanyak lima titik, dengan kadar air target masing-masing 30%, 33%, 36%, 39%, dan 42%. Dari kelima titik tersebut akan didapatkan sebuah kurva pemadatan. Kurva pemadatan dibuat dengan cara menghubungkan nilai kadar air dan berat isi kering dari titik-titik tersebut.

Dari uji Compaction, didapatkan berat jenis kering maksimum sebesar 1,338 pada kadar air optimum 35,1%.

Tabel 4.2 Data Pemadatan Tanah Asli

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



Gambar 4.6 Kurva Pemadatan Tanah Asli

Setelah mendapatkan data kadar air optimum dan berat jenis kering maksimum tanah asli, dilakukan pengujian pemadatan sekali lagi untuk mengetahui kadar air optimum campuran tanah dengan kadar kapur 10%. Kapur bersifat menyerap air, dan campuran tanah-kapur cenderung menggumpal. Berdasarkan hal tersebut, dapat diprediksi kadar air optimum campuran tanah-

kapur akan lebih kecil daripada kadar air optimum tanah asli. Untuk itu, lima titik pengujian kadar air target “digeser” 3% ke kiri menjadi 27%, 30%, 33%, 36%, dan 39%.

Pengujian dilakukan dua kali. Yang pertama dilakukan pengujian biasa, yang kedua dilakukan pemeraman selama satu hari di plastik. Dari pengujian pertama didapatkan nilai kadar air optimum sebesar 30,3% dan berat jenis kering maksimum sebesar 1,3922. Sementara itu, dari hasil pengujian pemadatan dengan pemeraman satu hari didapatkan nilai kadar air optimum sebesar 31,1% dan berat jenis kering maksimum sebesar 1,415.

Sesuai prediksi, kadar air optimum campuran tanah dengan 10% kapur menurun dari 35,1% menjadi sekitar 30-31%. Hal tersebut disebabkan karena terjadinya reaksi penggumpalan, menyebabkan penyebaran air terhadap lapisan menjadi berkurang dan ruang pori antarbutiran semakin mengecil.

Berat jenis kering maksimum campuran tanah dengan 10% kapur mengalami kenaikan, disebabkan oleh kemampuan kapur menyerap air dari tanah. Karena menyerap air, kapur mengisi pori-pori tanah yang tadinya terisi air. Dengan begitu, berat tanah akan bertambah karena kapur lebih berat daripada air, sehingga berat jenisnya pun akan bertambah sesuai dengan perhitungan berat tanah dibagi dengan volume mold yang tidak berubah.

4.1.4. California Bearing Ratio

Berdasarkan uji Compaction dengan metode Modified Proctor, didapatkan kadar air optimum sampel uji tanah asli sebesar 35,1%. Nilai kadar air optimum tanah berdasarkan uji Compaction ini akan digunakan untuk pengujian selanjutnya yaitu uji California Bearing Ratio dengan metode Modified Proctor berdasarkan ASTM D 1883. Dengan menggunakan metode Modified Proctor, diharapkan nilai CBR yang didapatkan akan lebih besar.

Pengujian California Bearing Ratio ini dilakukan untuk dua kondisi, yaitu kondisi optimum sesuai dengan kadar air optimum yang telah ditentukan sebelumnya (kondisi tak terendam), dan kondisi kritis ketika tanah sudah mencapai tingkat jenuh akibat terendam air. Pada pengujian kali ini, contoh tanah yang akan diuji pada kondisi jenuh hanya direndam selama empat hari. Namun

pada saat pengujian campuran tanah dan kapur waktu perendaman perlu ditambah menjadi 8 hari untuk memastikan bahwa contoh tersebut sudah benar-benar jenuh.

Pada uji California Bearing Ratio untuk kondisi tak terendam dan didapatkan nilai CBR sebesar 50,71%. Setelah itu, dilakukan perendaman contoh tanah tersebut selama empat hari untuk mengetahui nilai CBR jika kondisinya terendam. Selama empat hari itu, dilakukan juga pencatatan *swelling* tanah, dan didapatkan kadar *swelling*-nya sebesar 2,27%. Setelah empat hari sampel direndam kemudian dilakukan uji California Bearing Ratio dan didapatkan nilai CBR sebesar 11,3% untuk kondisi terendam. Nilai CBR tersebut merupakan nilai pada pembacaan penetrasi 0,100 inchi, sesuai dengan ketentuan ASTM D 1883.

Tabel 4.3 Data CBR Tanah Asli

Penetration in	Dial Reading		Stress psi	
	1	2	1	2
0	0	0	0	0
0.025	31.5	5	246.550	39.135
0.05	46.9	9.4	367.086	73.5738
0.075	57	12.4	446.139	97.0548
0.1	64.8	14.5	507.189	113.491
0.125	71.4	16.4	558.847	128.362
0.15	76.8	18.2	601.113	142.451
0.175	80.7	19.9	631.638	155.757
0.2	89	21.5	696.603	168.280

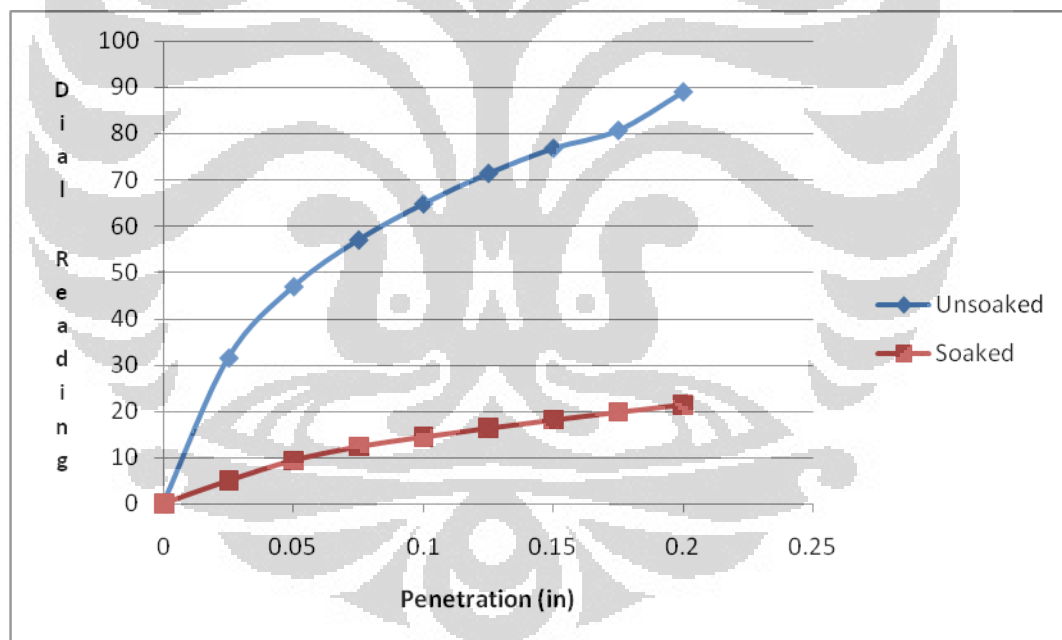
$$LRC = 23.481$$

Penetration in	CBR, %	
	1	2
0.1	50.7189	11.34915
0.2	46.4402	11.2187
0.3		

Dry density, γ_d gr/cm ³			
Sample No.		1	2
γ_{di}		1.338	
γ_{df}			

Water content, w %		
Sample No.	1	2
w _i	35.1	
w _f		

Waktu (jam)	Dial	Swelling (%)
0	0	0
1	11.4	0.251791304
2	17.1	0.377686957
24	67.9	1.499704348
48	87.2	1.925982609
72	98	2.164521739
96	103.1	2.277165217



Gambar 4.7 CBR Tanah Asli

4.2. HASIL PENGUJIAN TANAH YANG TELAH DISTABILISASI DENGAN 10% KAPUR

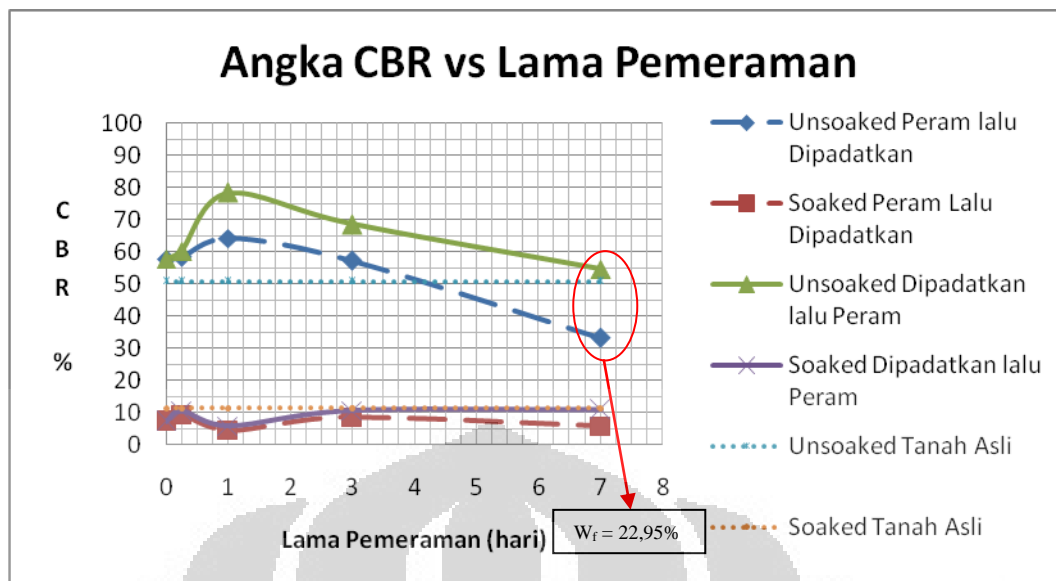
Setelah melakukan pengujian pada tanah asli, akan dilakukan pengujian terhadap tanah yang distabilisasi dengan kapur. Kadar kapur yang akan dipakai adalah 10% dari berat kering tanah, sesuai dengan hasil pengujian awal yang telah dijabarkan sebelumnya. Kadar air optimum yang dipakai adalah kadar air 31,1%. Campuran tanah dengan kapur tersebut akan diuji kekuatannya melalui uji California Bearing Ratio dan uji Kuat Tekan Bebas. Sesuai dengan alur penelitian yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, masing-masing sampel akan diperam selama 6 jam, 1 hari, 3 hari, dan 7 hari.

4.2.1. Hasil dan Analisa Uji California Bearing Ratio

Setelah ditetapkan kadar kapur target yaitu sebanyak 10%, hal yang dilakukan adalah melakukan pengujian CBR dengan variasi waktu pemeraman. Ada 9 variasi waktu pemeraman beserta nilai CBR-nya seperti yang terlihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Nilai CBR Tanah Asli dan Tanah Asli + 10% Kapur dengan Variasi Lama Pemeraman

Benda Uji	Nilai CBR Unsoaked	Nilai CBR Soaked
TANAH ASLI	50,71896	11,34915
Tanpa Pemeraman	57,76326	7,27911
Diperam 6 Jam Kemudian Dipadatkan	58,31115	9,47067
Diperam 1 Hari Kemudian Dipadatkan	64,25967	4,61793
Diperam 3 Hari Kemudian Dipadatkan	57,1371	8,6097
Diperam 7 Hari Kemudian Dipadatkan	33,26475	5,87025
Dipadatkan Kemudian Diperam 6 Jam	60,2679	10,56645
Dipadatkan Kemudian Diperam 1 Hari	78,27	5,87025
Dipadatkan Kemudian Diperam 3 Hari	68,48625	10,56645
Dipadatkan Kemudian Diperam 7 Hari	54,55419	10,80126



Gambar 4.8 Pengaruh Lama Pemeraman terhadap Nilai CBR ($w_f = 31,1\%$)

Gambar 4.8 menunjukkan pengaruh lamanya pemeraman terhadap nilai CBR. Pada grafik tersebut terdapat 4 buah kurva, yaitu kurva benda uji yang diperam terlebih dahulu baru kemudian dipadatkan dan kurva benda uji yang dipadatkan terlebih dahulu baru kemudian diperam, masing-masing untuk kondisi unsoaked dan soaked.

Terlihat bahwa untuk masing-masing kondisi, nilai CBR benda uji yang dipadatkan terlebih dahulu baru kemudian diperam di dalam mold selalu lebih tinggi daripada nilai CBR benda uji yang diperam terlebih dahulu di dalam plastik baru kemudian dipadatkan. Jika benda uji diperam terlebih dahulu di dalam plastik baru kemudian dipadatkan, campuran tanah dengan kapur tersebut akan menyebabkan penggumpalan. Ketika akan dipadatkan, butiran tanah telah menjadi lebih besar, dan tanah menjadi cenderung non-kohefif. Dengan demikian, kekuatan tanah akan menjadi kurang maksimal. Bahkan setelah pemeraman 3 hari nilai CBR tanah campuran tersebut menjadi lebih rendah daripada nilai campuran tanah asli. Tujuan pencampuran kapur untuk stabilisasi pun menjadi tidak tercapai, karena kekuatan tanah justru berkurang. Sebaliknya, jika benda uji dipadatkan terlebih dahulu baru kemudian diperam di dalam mold, campuran tanah dengan kapur tersebut telah memadat sebelum sempat terjadi penggumpalan. Rongga antarpartikel tanah juga telah memadat, sehingga

kekuatannya pun akan meningkat. Terlihat bahwa penambahan kekuatan tersebut mencapai puncaknya setelah diperam selama satu hari. Jika diperam lebih lama lagi sampai tujuh hari, nilai CBR-nya akan terus turun, meskipun nilai tersebut masih lebih tinggi jika dibandingkan nilai CBR tanah asli.

Setelah dilakukan pengujian CBR unsoaked, benda uji direndam selama delapan hari untuk mengetahui kekuatannya dalam kondisi jenuh air. Standard perendaman sebenarnya hanya empat hari, tapi jika benda uji hanya direndam selama empat hari, nilai CBR soaked-nya tidak berbeda jauh dengan CBR unsoaked. Setelah direndam selama delapan hari, benda uji kembali diuji kekuatan CBR-nya. Pada grafik terlihat bahwa nilai CBR soaked-nya relatif stabil di kisaran angka 10, justru lebih rendah daripada nilai CBR soaked tanah asli (11,34). Hasil ini berbeda dengan penelitian Fira Yolanda (2011) sebelumnya yang mendapatkan nilai CBR soaked tanah yang dicampur semen 10% lebih tinggi daripada nilai CBR tanah asli, bahkan juga lebih tinggi daripada nilai CBR unsoaked-nya.

Jika tanah dicampur dengan kapur, ketika terendam air tentunya kapur tersebut akan larut dalam air. Oleh karena itu, seharusnya tidak akan terjadi perbedaan kekuatan jika dibandingkan dengan kekuatan tanah asli yang terendam air. Hal tersebut terlihat dari nilai CBR soaked tanah asli yang sebesar 11 %, sementara nilai CBR soaked tanah dengan campuran 10% kapur yang berada di kisaran 10%.

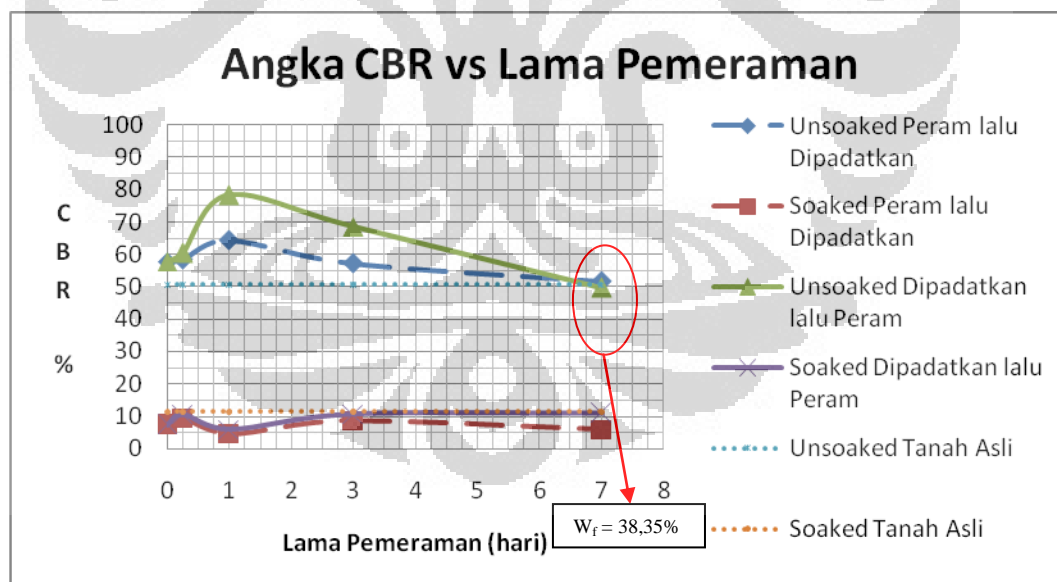
Pengujian ini telah dilakukan lebih dari dua kali, dan kesemuanya menunjukkan tren yang sama seperti yang terlihat pada Gambar 4.8. Grafik yang tergambar pada Gambar 4.8. merupakan hasil penelitian terakhir. Pada grafik tersebut terlihat bahwa nilai CBR peraman 7 hari di dalam plastik untuk tanah + kapur 10% jauh berada di bawah nilai CBR tanah asli. Ketika dicari kadar air saat penumbuhannya didapatkan kadar air sebesar 22,95841%, jauh di bawah kadar air optimum 31,1%. Wajar jika nilai CBR menurun drastis, karena jika tanah berada di kondisi keringnya, bahkan sangat jauh kering dari kondisi optimum (9% di bawah optimum), sudah pasti tanah akan berkurang juga kohesivitasnya. Hal tersebut menyebabkan ikatan antartanah menjadi lemah, tanah cenderung menjadi gembur, sehingga nilai CBR-nya juga akan menjadi rendah.

Sebagai perbandingan, pada pengujian sebelumnya nilai CBR peraman 7 hari didapat dari kondisi kadar air lebih basah daripada kadar air optimum, yaitu 38,3593%. Kadar air tersebut lebih basah sekitar 7% dari kadar air optimum campuran tanah dengan kapur 10%, atau lebih basah sekitar 3% dari kadar air optimum tanah asli tanpa campuran kapur. Kadar air final masing-masing sampel dapat dilihat dalam tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.5 Kadar Air Rencana dan Final

Lama Pemeraman	Kadar Air Rencana	Kadar Air Final
Tanpa Pemeraman	31,1%	30,09%
6 Jam	31,1%	30,88%
1 Hari	31,1%	30,86%
3 Hari	31,1%	30,13%
7 Hari	31,1%	38,35%

Jika nilai CBR peraman 7 hari tersebut kita masukkan ke dalam grafik pada gambar 4.8, akan menghasilkan grafik seperti di bawah ini.

Gambar 4.9 Rekapitulasi Pengaruh Lama Pemeraman terhadap Nilai CBR ($w_f = 31,1\%$)

Terlihat bahwa nilai CBR unsoaked campuran tanah dengan kapur 10% tidak lebih rendah dari nilai CBR unsoaked tanah asli. Akan tetapi, untuk mengetahui perilaku campuran tanah dengan kapur harus dilakukan penelitian

lanjutan yang lebih mendalam, mengingat kadar air peraman 7 hari pada grafik Gambar 4.12 juga masih terlalu basah.

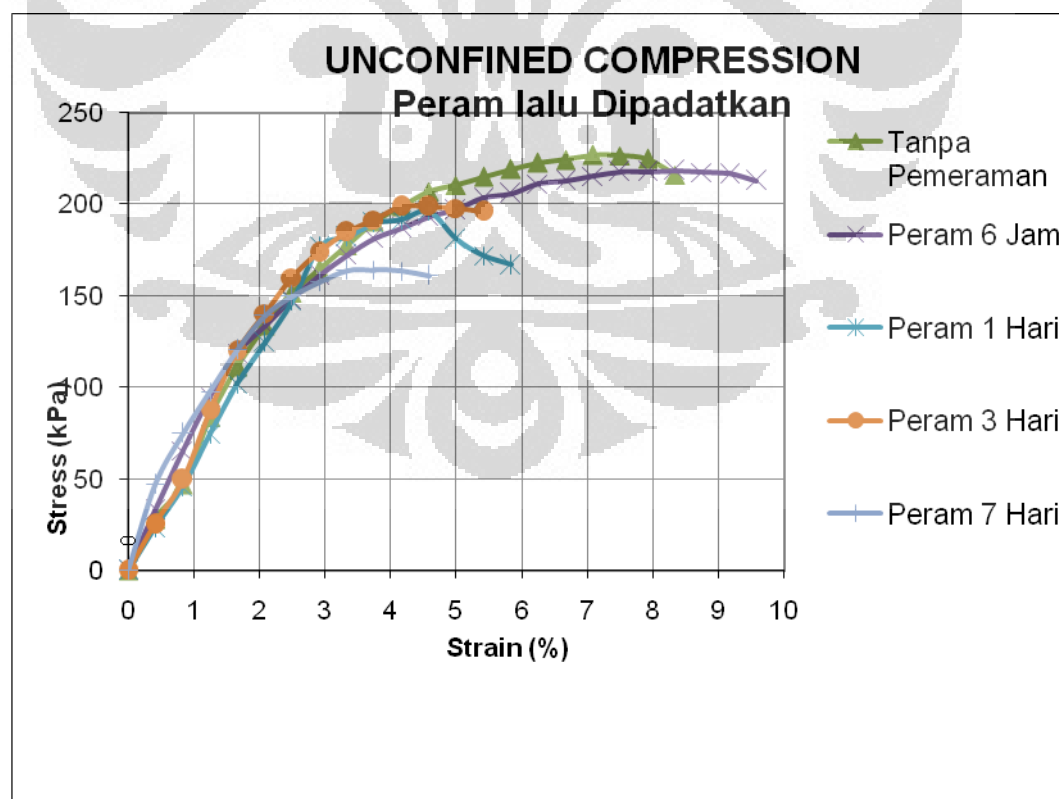
4.2.2. Hasil dan Analisa Uji Kuat Tekan Bebas

Pengujian kuat tekan bebas dikondisikan sama seperti pengujian CBR, tapi tanpa kondisi terendam. Sampel dicetak menggunakan mold yang telah dimodifikasi, dengan jumlah tumbukan sebanyak 24 tumbukan per lapis, untuk 5 lapisan.

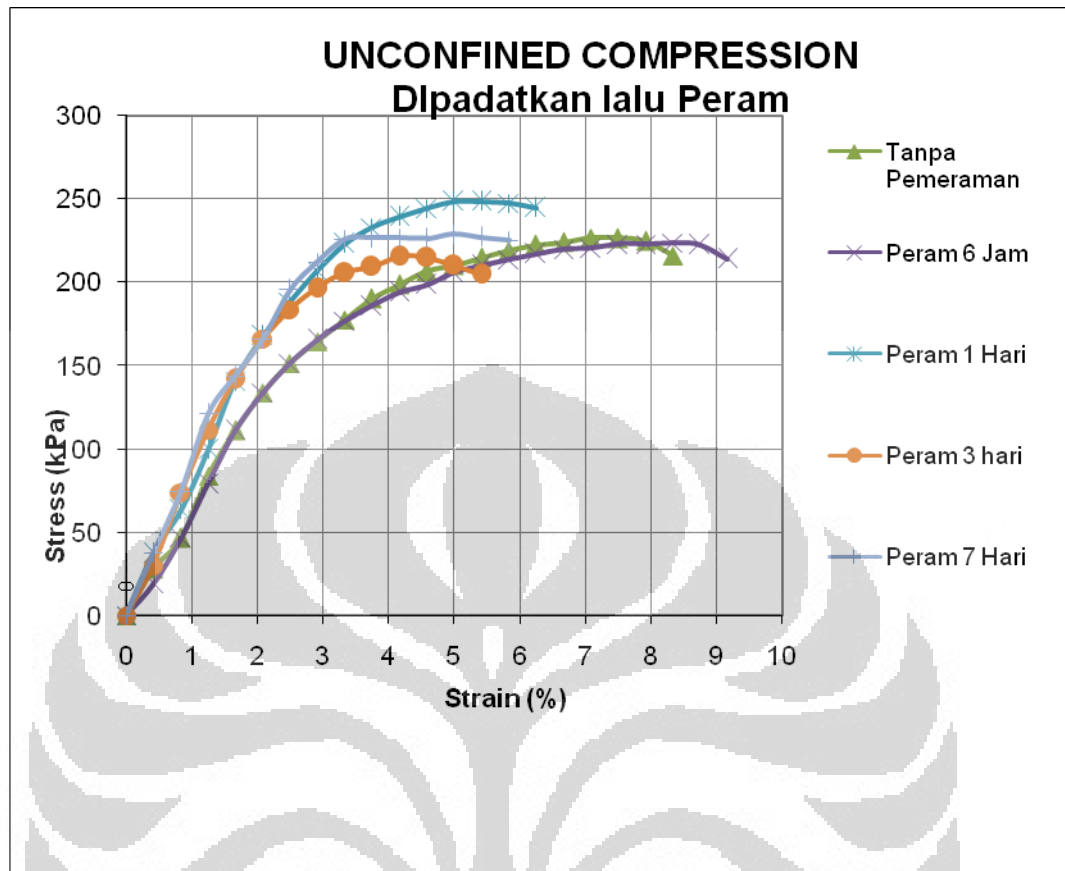
Berikut disajikan rekapitulasi nilai UCT masing-masing sampel dalam table 4.6.

Tabel 4.6 Nilai UCT Tanah Asli + 10% Kapur dengan Variasi Lama Pemeraman

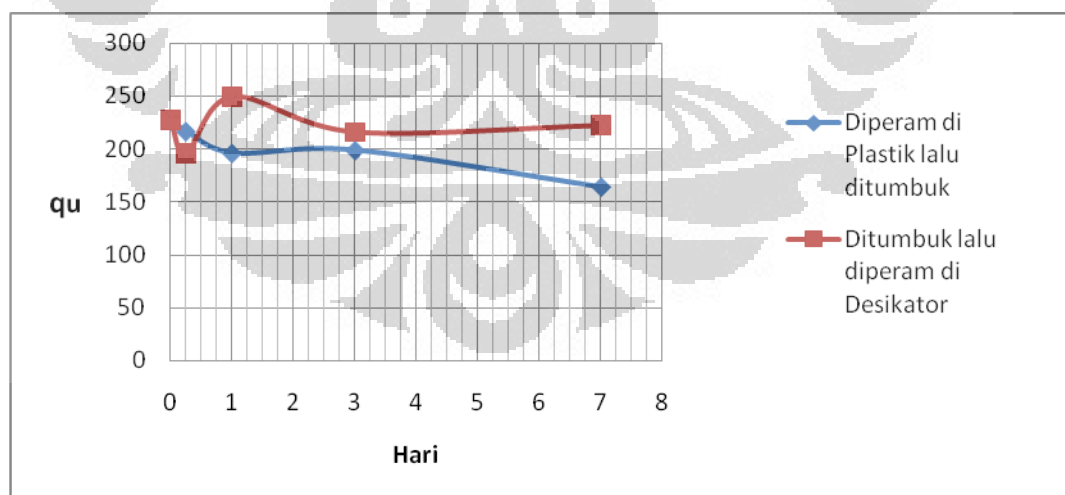
Lama pemeraman	nilai q_u (kPa)	
	Peram lalu Dipadatkan	Dipadatkan lalu Peram
Tanpa pemeraman	226.75	226.75
6 jam	216.71	195.82
1 hari	195.99	248.84
3 hari	198.69	215.81
7 hari	164.15	221.99



Gambar 4.10 Nilai UCT Peram lalu Dipadatkan



Gambar 4.11 Nilai UCT Dipadatkan lalu Peram



Gambar 4.12 Pengaruh Lama Pemeraman terhadap Nilai UCT

Sama seperti pada pengujian CBR, pada pengujian kuat tekan bebas ini kembali didapatkan nilai q_u yang lebih tinggi pada benda uji yang dipadatkan

terlebih dahulu baru kemudian diperam. Benda uji diperam dengan cara dibungkus rapat dengan plastik, lalu kemudian dimasukkan ke dalam desikator untuk mencegah menguapnya kadar air.

Dari grafik 4.10 terlihat bahwa nilai q_u tertinggi terjadi ketika benda uji diperam selama satu hari. Hasil ini sejalan dengan uji CBR yang mendapatkan nilai CBR tertinggi pada pemeraman satu hari juga.

Dari hasil-hasil tersebut dapat dianalisa bahwa pencampuran tanah dengan 10% kapur tidak terlalu efektif untuk masa pemeraman lebih dari satu hari. Mungkin pencampuran tanah dengan kapur memiliki fungsi penurunan kekuatan jika diperam terlalu lama, berbeda perilakunya jika tanah dicampur dengan semen. Perlu dikaji lebih lanjut, jika waktu pemeraman lebih dari tujuh hari, akan dicapai nilai asimtotisnya seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.8 dan 4.9.



BAB 5 PENUTUP

8.1. KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kadar kapur yang paling efektif untuk stabilisasi tanah residual Depok adalah 10% dari berat keringnya.
2. Pencampuran tanah dengan kapur akan menghasilkan campuran yang cenderung berbutir. Tanah dengan campuran kapur akan cenderung bersifat non-kohefif, sementara nilai CBR *unsoaked*-nya akan lebih tinggi jika dibandingkan dengan tanah asli tanpa campuran kapur.
3. Nilai CBR *unsoaked* campuran tanah-kapur yang dipadatkan terlebih dahulu baru diperam dalam mold lebih tinggi dibandingkan campuran tanah-kapur yang diperam terlebih dahulu dalam plastik baru dipadatkan. Hal ini dikarenakan jika tanah telah dicampur dengan kapur dan kadar air sesuai target lalu diperam dalam plastik, campuran tersebut akan menjadi berbutir dan sifat kohesifnya menjadi menurun. Jika campuran tersebut langsung dipadatkan lalu kemudian diperam dalam mold, campuran tersebut akan menjadi padat terlebih dahulu, sehingga ketika diuji kekuatan CBR-nya, nilai CBR yang diperoleh akan lebih tinggi. Hal yang sama juga berlaku untuk Uji Tekan Bebas (UCT) akan diperoleh nilai yang lebih tinggi jika campuran tanah-kapur dipadatkan terlebih dahulu kemudian diperam dalam desikator.
4. Nilai CBR *unsoaked* tanah asli sebesar 50,71%, sementara nilai CBR *unsoaked* tanah dengan campuran 10% kapur yang dipadatkan kemudian diperam selama satu hari sebesar 78,27%. Untuk kondisi *soaked*, nilai CBR campuran tanah dengan kapur relatif stabil di kisaran 10%, sementara nilai CBR tanah asli sebesar 11,34%.
5. Berdasarkan nilai CBR dan UCT, campuran tanah dengan 10% kapur akan mencapai nilai tertingginya apabila diperam selama satu hari.

6. Untuk campuran tanah dengan 10% kapur, nilai CBR *unsoaked* lebih besar daripada nilai CBR *soaked*-nya. Hal ini berbeda dengan penelitian sebelumnya oleh Fira Yolanda (2011) yang mendapatkan bahwa untuk campuran tanah dengan 10% semen, nilai CBR *unsoaked* justru lebih kecil daripada nilai CBR *soaked*-nya.

8.2. SARAN

Setelah melakukan penelitian dan mendapatkan kesimpulan, Penulis menyarankan beberapa hal untuk penelitian selanjutnya.

1. Untuk rendaman, sebaiknya lama rendaman dua kali lebih lama dibandingkan dengan lama rendaman untuk tanah asli (4 hari); karena jika hanya empat hari lamanya, campuran tanah dan kapur tersebut belum mencapai titik jenuh maksimumnya.
2. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat, sebaiknya variasi lama pemeraman ditambah.
3. Untuk menghindari kesalahan perhitungan kadar air, metode pencampuran dapat diperbaiki. Sebaiknya tanah yang dipakai adalah tanah kering oven, sehingga volume air yang ditambahkan untuk pencampuran sudah tidak berubah-ubah lagi, langsung ditambahkan sebesar kadar air optimum. Jadi tanah kering oven (kadar air 0%) dicampur dengan kapur sebanyak 10% dari berat kering tanahnya, lalu baru dicampur air sebanyak kadar air optimum yang telah didapatkan dari uji pepadatan, yaitu 31,1%.
4. Perlu diteliti lebih lanjut apakah jika lama pemeraman ditambah, grafik CBR akan menuju nilai asimtotisnya.

DAFTAR PUSTAKA

American Standard Test Method D 1883.

Bowles, Joseph. 1989. *Sifat-sifat fisis dan Geoteknis Tanah*. Terjemahan Johan K. Hainim Jakarta: Penerbit Erlangga

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

Craig, R. F. (1986). *Mekanika Tanah, Edisi Keempat* (Budi Susilo S., Penerjemah).

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

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

Hardiyatmo, H. C. (1992). *Mekanika Tanah I*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

Ingels, O. G. and Metcalf, J. B. (1972). *Soil Stabilization Principles and Practice*. Melbourne: Butterworths.

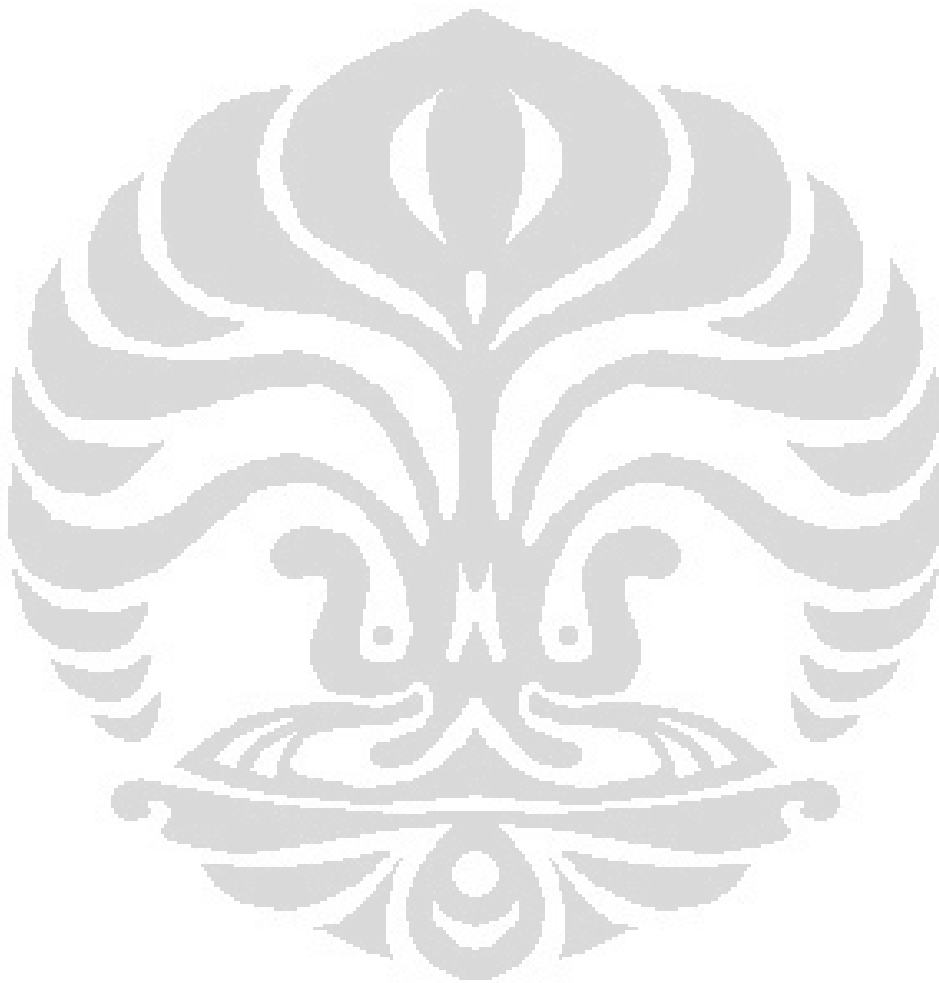
Liu, Lanbo. *Soil Mechanics and Foundation Lecture Notes*. University of Connecticut.

Soedarmo, G. D. dan Purnomo, S. J. E. (1997). *Mekanika Tanah I*. Jogjakarta: Penerbit Kanisius.

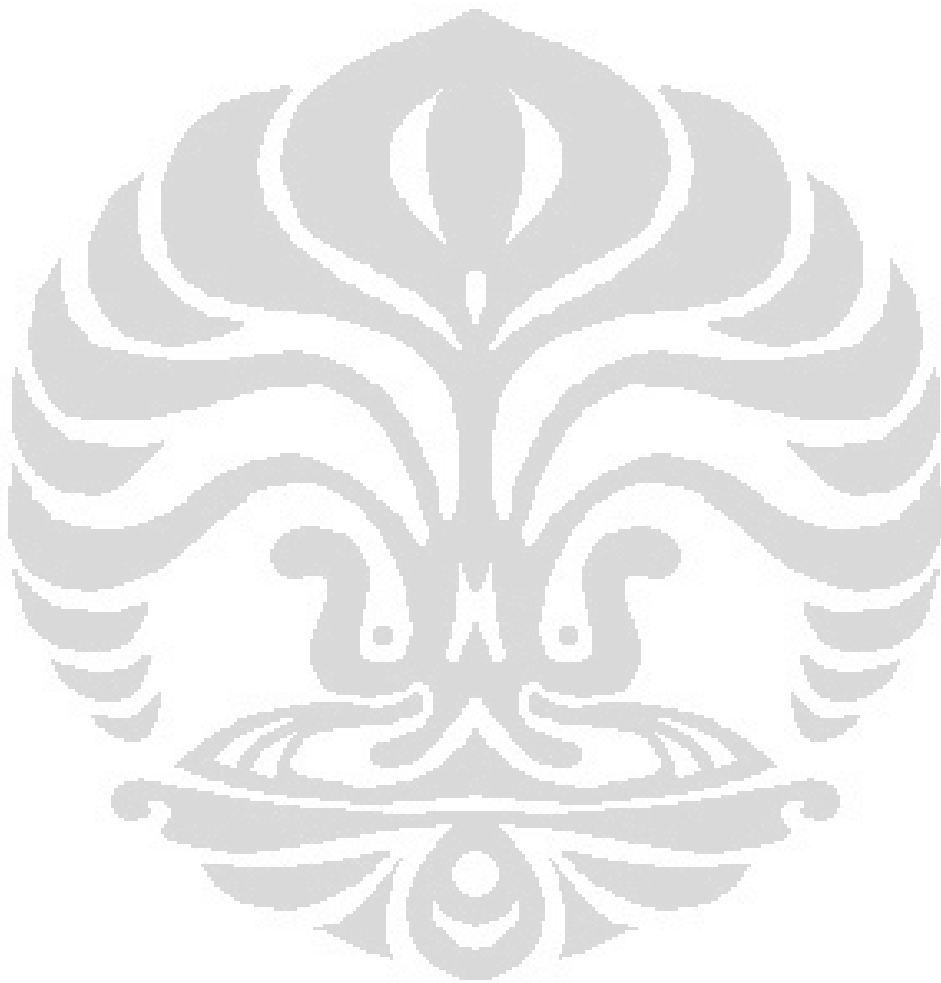
www.depok.go.id

www.geotechnicalinfo.com

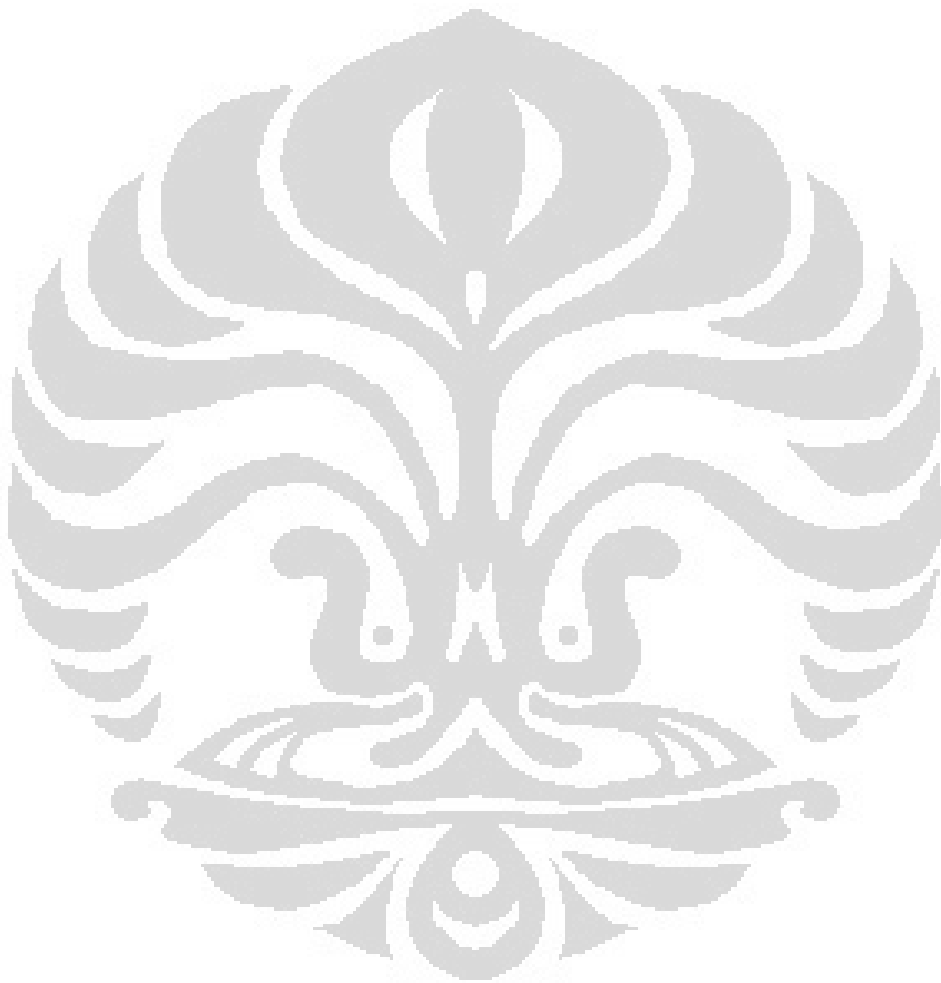
Yolanda, Fira (2011). *Stabilisasi Tanah Residual Depok dengan Semen pada Lapisan Perkerasan Sub-base.*



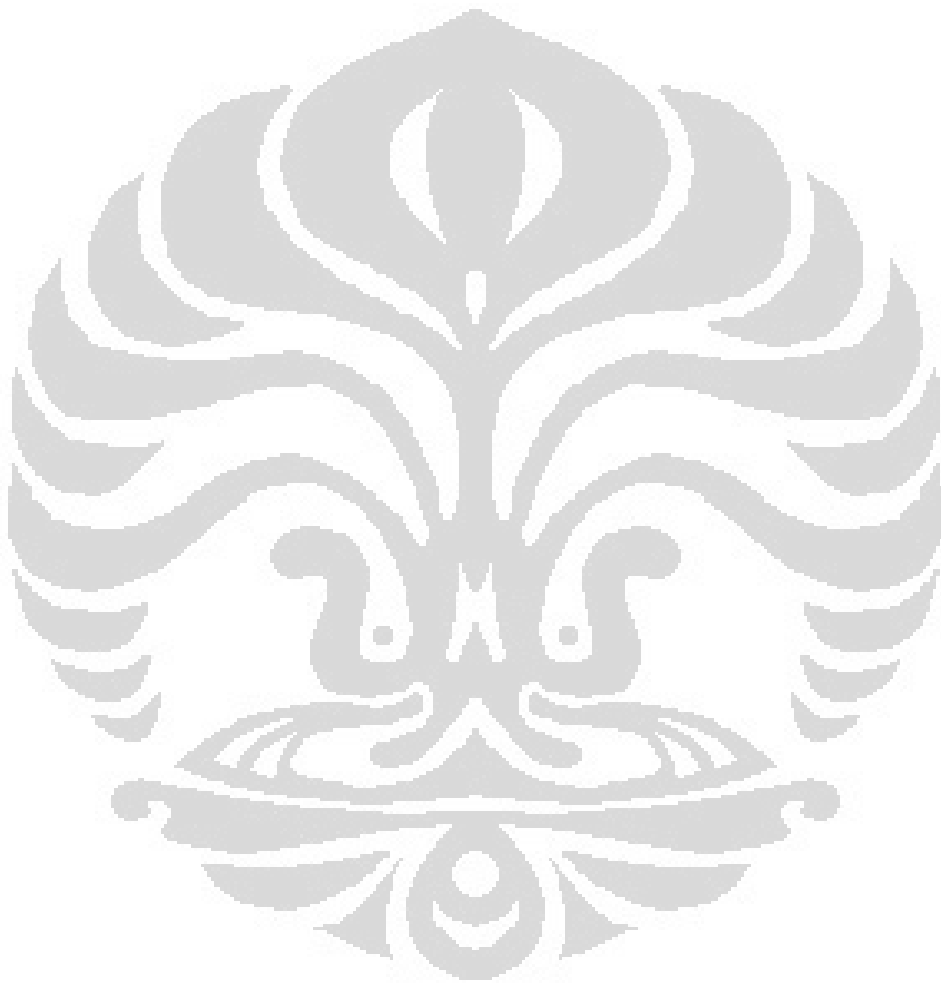
LAMPIRAN-LAMPIRAN



LAMPIRAN L.1
HASIL PENGUJIAN XRF



LAMPIRAN L.2
DATA CBR



LAMPIRAN L.3
DATA UCT

