

SKRIPSI

STUDI PENELITIAN PEMANFAATAN TANAH LEMPUNG LAPINDO SEBAGAI BAHAN KONSTRUKSI TIMBUNAN



Disusun Oleh :

IRWAN FOEH

(07.21.056)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2013**

1942

INTERNAL SECURITY ACT 1950
EXTERNAL SECURITY ACT 1950
INTERNAL SECURITY ACT 1950

1950 (100)
1950 (100)
1950 (100)

INTERNAL SECURITY ACT 1950
EXTERNAL SECURITY ACT 1950

1950 (100)

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : IRWAN FOEH

NIM : 07.21.056

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul:

STUDI PENELITIAN PEMANFAATAN TANAH LEMPUNG LAPINDO SEBAGAI BAHAN KONSTRUKSI TIMBUNAN

Adalah asli karya saya sendiri dan bukan merupakan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur hasil karya orang lain, kecuali yang disebut dari sumber asli dan tercantum dalam daftar pustaka.

Malang, Maret 2013

-Yang membuat pernyataan



IRWAN FOEH

ABSTRAKSI

Irwan Foeh, (2013), "*Studi Penelitian Pemanfaatan Tanah Lempung Lapindo Sebagai Bahan Konstruksi Timbunan*", Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang, Dosen Pembimbing I : Ir. A. Agus Santosa., MT, Dosen Pembimbing II : Eri Adrian Yudianto., ST.,MT.

Tanah lempung pada umumnya juga mempunyai beberapa sifat diantaranya yaitu sifat kembang susut. Sifat kembang susut pada tanah ekspansif mempunyai kembang susut yang sangat besar. Melihat dari sifat tanah lempung maka dicoba untuk melakukan stabilitas tanah, stabilitas dengan mencampur tanah asli dengan prosentase semen. Untuk itu perlu penelitian guna mengetahui sifat fisik dan sifat mekanis dari tanah tersebut agar bisa dimanfaatkan sebagai bahan timbunan. Untuk itu penelitian dikaji dengan judul "Pemanfaatan Tanah Lempung Lapindo Sebagai Bahan Konstruksi timbunan".

Penelitian ini difokuskan pada tanah Lempung Lapindo yang dicampur dengan semen dengan prosentase 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15% dengan waktu pemeraman 0, 4, 7, 14 hari untuk CBR laboratorium.

Dari penelitian yang dilakukan, didapatkan nilai PI sebesar 35,61% pada pengujian tanah asli ($PI > 32\%$) yang berarti tanah lempung ekspansif. (1) dengan adanya penambahan semen 2.5% - 5% berpengaruh pada nilai PI yang mengakibatkan nilai PI semakin menurun. Dari grafik dengan adanya prosentase penambahan semen 5% diperoleh nilai PI sebesar 22.56% terjadi penurunan nilai PI. hal ini disebabkan semen mudah menyerap air sehingga menyebabkan nilai keplastisan tanah menurun. Sedangkan pada prosentase penambahan semen 7.5% diperoleh nilai PI sebesar 23.43% menunjukkan nilai PI peningkatan akibat dari berkurangnya penyerapan pada campuran semen dengan Lempung Lapindo. (2) Diperoleh nilai optimum semen untuk γ_d optimum besar sebesar 1.705 pada prosentase semen 8.5%. (3) Dengan adanya kadar semen optimum maka terjadi pengaruh terhadap nilai CBR desain dan kuat geser. Dari grafik dapat dilihat akibat adanya kadar semen optimum terjadi peningkatan nilai CBR desain dari pemeraman 0 - 14 hari mengalami kenaikan nilai CBR desain dan pada kuat tekan bebas (Unconfined) didapat nilai q_u sebesar 1.353.

Kata Kunci : Tanah Lempung Lapindo, Kadar semen Optimum, Plastic Index (PI)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan Berkat dan Rahmat-Nya, sehingga Penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul :” **STUDI PENELITIAN PEMANFAATAN TANAH LEMPUNG LAPINDO SEBAGAI BAHAN KONSTRUKSI TIMBUNAN**” yang merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil pada Program Studi Teknik Sipil-S1 di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang.

Sehubungan dengan hal tersebut dalam kesempatan ini saya menyampaikan rasa hormat dan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT., selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITN Malang.
3. Bapak Ir. H. Hirijanto, MT selaku Ketua program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang.
4. Ibu Lila Ayu Ratna Winanda, ST, MT. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil S-1.
5. Bapak Ir. Togi H. Nainggolan, MS, selaku Koordinator Bidang Penelitian dan sebagai Dosen Penguji I
6. Bapak Ir. Eding Iskak Imananto, MT dan Bapak Ir. Bambang Wedyantadji, MT. sebagai Dosen Penguji.

7. Bapak Eri Adrian Yudianto, ST, MT dan Bapak Ir. A. Agus Santosa., MT sebagai Dosen Pembimbing Skripsi
8. Kedua orang tua dan semua keluarga yang telah turut membantu memberikan dukungan biaya, doa dan semangat.
9. Rekan-rekan Teknik Sipil S-1 seangkatan yang telah turut membantu baik secara langsung maupun tidak langsung, dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Dengan segala kerendahan hati saya menyadari bahwa dalam penyusunan laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan, akhir kata semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Maret 2013

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
ABSTRAKSI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
 Bab I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Hipotesa Penelitian	4
 Bab II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pengertian Tanah	5
2.2. Mekanisme Kembang Susut Tanah Lempung	6
2.3 Identifikasi Tanah Lempung	8

2.4. Metode Perbaikan Tanah Lempung	9
2.4.1. Perbaikan Tanah Lempung Secara Mekanis.....	10
2.4.2. Perbaikan Tanah Lempung Secara Kimia	10
2.4.3. Beberapa Penelitian Terdahulu Mengenai Stabilisasi Tanah	12
2.5. Timbunan	14
2.5.1. Defenisi	14
2.5.2. Syarat – syarat Konstruksi Timbunan	15

Bab III. METODE PENELITIAN

3.1 Studi Pustaka	16
3.2 Bahan dan Alat	16
3.2.1 Bahan Timbunan	16
3.2.2. Peralatan	17
3.2.3. Pengujian Fisik Dan Teknis	19
3.3 Populasi	23
3.4 Hipotesis Penelitian	24
3.5. Bagan Alir	25
3.6. Pelaksanaan Penelitian	26
3.6.1. Pemeriksaan Batas – batas Konsistensi (Plastic Index) ..	26
3.6.1.1. Pemeriksaan Batas Cair (Plastic Index)	26
3.6.1.2. Pemeriksaan Batas Plastis (Plastic Limit)	31
3.6.2. Pemeriksaan Jenis Tanah (Specific Gravity Test)	34
3.6.3. Kepadatan Standar (Compaction Test)	38

3.6.4. Pemeriksaan Kuat Tekan Bebas (Unconfined Test)	46
3.6.5. Pemeriksaan CBR Laboratorium	50

Bab IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Tanah Lempung Normal	58
4.1.1. Pemeriksaan Plasticity Index (PI)	58
4.1.2. Pemeriksaan Berat Jenis	59
4.1.3. Pemeriksaan Kepdatan Standar	59
4.1.4. Pemeriksaan CBR Laboratorium	60
4.2. Hasil Pengujian Tanah Asli	61
4.3. Hasil Pengujian Campuran Tanah Asli + Semen	61
4.3.1. Pemeriksaan Plasticity Index (PI)	65
4.3.2. Pemeriksaan Berat Jenis	65
4.3.3. Pemeriksaan Pemadatan Standar	66
4.3.4. Pemeriksaan CBR Laboratorium	68
4.3.5. Pemeriksaan Kuat Tekan Bebas (Unconfined Test)	70
4.4. Resume Hasil Pembahasan	72
4.5. Perbandingan Tanah Lempung Normal Dengan Tanah Lempung Lapindo	74

Bab V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan	76
5.2. Saran	77

Daftar Pustaka	78
-----------------------------	----

Lampiran

Daftar Tabel

Tabel 2.1. Karakteristik fisik dan mekanik mineral lempung Monmorillite, Illite, dan kaolinite.....	8
Tabel 2.2. Identifikasi Tanah Ekspansif	13
Tabel 2.3. Hasil Pengujian Bahan Kimia.....	13
Tabel 2.4. Hasil Analisa Logam Pada Materi	15
Tabel 3.1. Standar Pengujian Dan Pengambilan Benda Uji.....	22
Tabel 3.2. Populasi Benda Uji Penelitian.....	23
Tabel 3.3. Pencampuran Tanah + Portland Cement Type I Kondisi Optimum	23
Tabel 3.4. Typical Specific Gravity of Soil Solids	38
Tabel 3.5. Tabel CBR Test.....	39
Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Tanah Lempung Normal	59
Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan <i>Plasticity Index</i> (PI)	61
Tabel 4.3. Hasil Pemeriksaan Plasticity Index (PI) Variasi Semen	61
Tabel 4.4. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Variasi Semen	65
Tabel 4.5. Hasil Pemeriksaan Pemadatan Standar	67
Tabel 4.6. Hasil Pemeriksaan CBR Variasi Semen	69
Tabel 4.7. Hasil Pemeriksaan Keruntuhan Geser	71
Tabel 4.8. Hasil Perbandingan Tanah Lempung Normal Dengan Tanah Lempung Lapindo	75

Daftar Gambar

Gambar 3.1. Alat Pemeriksaan Batas Cair (Cassagrande)	27
Gambar 3.2. Grafik Batas Kosistensi (Plastic Index)	30
Gambar 3.3. Alat pemeriksaan Batas Plastis (Plastic Limit)	31
Gambar 3.4. Alat Specific Gravity Test	35
Gambar 3.5. Alat Compaction Test	42
Gambar 3.6. Grafik Compaction Test	45
Gambar 3.7. Alat Unconfined Test	47
Gambar 3.8. Grafik Unconfined Test	50
Gambar 3.9. Alat California Bearing Test	52
Gambar 3.10. Grafik California Bearing Test	56
Gambar 4.1. Grafik Plasticity Index (PI)	58
Gambar 4.2. Grafik Kepadatan Standar (Compaction Test)	59
Gambar 4.3. Grafik CBR	60
Gambar 4.4. Grafik Hubungan Antara Prosentase Penambahan Semen Dengan Nilai Batas Cair	62
Gambar 4.5. Grafik Hubungan Antara Prosentase Penambahan Semen Dengan Nilai Batas Plastis	63
Gambar 4.6. Grafik Hubungan Antara Prosentase Penambahan Semen Dengan Nilai Indeks Plastisitas	64
Gambar 4.7. Grafik Berat Jenis Dengan Prosentase Penambahan Semen	65

Daftar Isi

Gambar 1.1. Alir Perencanaan Bisnis (Business Plan) 27

Gambar 2.1. Grafik Bisnis Kestansi (Wahid, Induk) 30

Gambar 2.2. Alir perencanaan bisnis (Wahid, Induk) 31

Gambar 2.3. Alir spesifik tentang 32

Gambar 2.4. Alir Comparison Test 34

Gambar 2.5. Grafik Comparison Test 35

Gambar 2.6. Alir Comparison Test 36

Gambar 2.7. Alir Comparison Test 37

Gambar 2.8. Grafik Comparison Test 38

Gambar 2.9. Alir Comparison Test 39

Gambar 2.10. Grafik Comparison Test 40

Gambar 2.11. Grafik Comparison Test 41

Gambar 2.12. Grafik Comparison Test 42

Gambar 2.13. Grafik Comparison Test 43

Gambar 2.14. Grafik Comparison Test 44

Gambar 2.15. Grafik Comparison Test 45

Gambar 2.16. Grafik Comparison Test 46

Gambar 2.17. Grafik Comparison Test 47

Gambar 2.18. Grafik Comparison Test 48

Gambar 2.19. Grafik Comparison Test 49

Gambar 2.20. Grafik Comparison Test 50

Gambar 2.21. Grafik Comparison Test 51

Gambar 2.22. Grafik Comparison Test 52

Gambar 2.23. Grafik Comparison Test 53

Gambar 2.24. Grafik Comparison Test 54

Gambar 2.25. Grafik Comparison Test 55

Gambar 2.26. Grafik Comparison Test 56

Gambar 2.27. Grafik Comparison Test 57

Gambar 2.28. Grafik Comparison Test 58

Gambar 2.29. Grafik Comparison Test 59

Gambar 2.30. Grafik Comparison Test 60

Gambar 2.31. Grafik Comparison Test 61

Gambar 2.32. Grafik Comparison Test 62

Gambar 2.33. Grafik Comparison Test 63

Gambar 2.34. Grafik Comparison Test 64

Gambar 2.35. Grafik Comparison Test 65

Gambar 2.36. Grafik Comparison Test 66

Gambar 2.37. Grafik Comparison Test 67

Gambar 2.38. Grafik Comparison Test 68

Gambar 2.39. Grafik Comparison Test 69

Gambar 2.40. Grafik Comparison Test 70

Gambar 2.41. Grafik Comparison Test 71

Gambar 2.42. Grafik Comparison Test 72

Gambar 2.43. Grafik Comparison Test 73

Gambar 2.44. Grafik Comparison Test 74

Gambar 2.45. Grafik Comparison Test 75

Gambar 2.46. Grafik Comparison Test 76

Gambar 2.47. Grafik Comparison Test 77

Gambar 2.48. Grafik Comparison Test 78

Gambar 2.49. Grafik Comparison Test 79

Gambar 2.50. Grafik Comparison Test 80

Gambar 2.51. Grafik Comparison Test 81

Gambar 2.52. Grafik Comparison Test 82

Gambar 2.53. Grafik Comparison Test 83

Gambar 2.54. Grafik Comparison Test 84

Gambar 2.55. Grafik Comparison Test 85

Gambar 2.56. Grafik Comparison Test 86

Gambar 2.57. Grafik Comparison Test 87

Gambar 2.58. Grafik Comparison Test 88

Gambar 2.59. Grafik Comparison Test 89

Gambar 2.60. Grafik Comparison Test 90

Gambar 2.61. Grafik Comparison Test 91

Gambar 2.62. Grafik Comparison Test 92

Gambar 2.63. Grafik Comparison Test 93

Gambar 2.64. Grafik Comparison Test 94

Gambar 2.65. Grafik Comparison Test 95

Gambar 2.66. Grafik Comparison Test 96

Gambar 2.67. Grafik Comparison Test 97

Gambar 2.68. Grafik Comparison Test 98

Gambar 2.69. Grafik Comparison Test 99

Gambar 2.70. Grafik Comparison Test 100

Gambar 4.8. Grafik Variasi Semen Terhadap Berat Isi Kering (γ_d)67

Gambar 4.9. Grafik CBR Rata – rata Dengan Waktu Pemeraman (hari)69

Gambar 4.10. Grafik Kuat Tekan Bebas (Unconfined Compression Strenght) 71



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Dewasa ini, banyak dilakukan penelitian oleh Pemerintah Daerah Sidoarjo sendiri dan beberapa pihak yang melihat hasil dari kandungan lumpur yang dianggap oleh banyak kalangan pada awalnya sebagai limbah ternyata mulai mengeksplorasi pemanfaatan limbah tersebut untuk berbagai hal. Salah satu contohnya adalah dengan menggunakannya sebagai bahan bangunan yang memenuhi standar.

Penelitian ini dilakukan sebagai solusi pemanfaatan yang lebih efektif dari lumpur Lapindo tersebut. Lumpur tersebut akan diolah menjadi produk bahan konstruksi bangunan yang berupa timbunan. Selain itu, bahan konstruksi timbunan sangat memungkinkan menjadi industri rumah tangga yang kelak diharapkan menambah pendapatan masyarakat daerah dan mengentaskan jumlah pengangguran.

Tanah lempung Lapindo dikelompokkan sebagai tanah berbutir halus (diameter $< 0,075$ mm. Tanah yang berbutir halus (khususnya lempung) memiliki sifat plastisitas yang tinggi, dimana sifat ini diperlukan sebagai pengikat butiran tanah. Oleh karena itu, tanah lempung dapat dipakai sebagai bahan tambahan dalam timbunan tanah yang biasanya menggunakan bahan campuran berbutir kasar dan halus. Berdasarkan uraian diatas maka dicoba diadakan penelitian

mengenai pemanfaatan tanah lempung Lapindo sebagai bahan konstruksi timbunan.

1.2. Identifikasi Masalah

Di lapangan saat ini, bahan konstruksi timbunan yang digunakan tanah lempung biasa banyak dijumpai di setiap daerah. Akan tetapi dengan terjadinya bencana lumpur Lapindo di Porong Kota Sidoarjo, memunculkan banyak sekali permasalahan. Satu diantaranya adalah jumlah lumpur yang terus menerus bertambah jumlahnya tanpa diketahui kapan akan segera berakhir. Untuk itu penelitian ini dimaksudkan untuk memperkecil permasalahan yang ditimbulkan dengan cara memanfaatkan se-efektif mungkin lempung Lapindo tersebut menjadi bahan bangunan dengan melakukan penelitian sifat – sifat fisik dari lempung Lapindo dengan lempung biasa guna mendapatkan data – data perbandingan kuat tekan, kuat geser, CBR, plastisitas dan konsistensi.

1.3. Rumusan Masalah

Masalah penelitian yang akan diteliti adalah :

- 1 Apakah penambahan semen dengan variasi 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15% berpengaruh terhadap keplastisan (plastic Index) tanah lempung Lapindo ?
- 2 Berapa kadar semen optimum campuran semen dengan lempung Lapindo berdasarkan nilai pemadatan berat volume tanah kering (γ_d) ?

- 3 Apakah terdapat pengaruh pada kadar semen optimum terhadap nilai kuat geser CBR desain ?

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui :

- 1 penambahan semen dengan variasi 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15% berpengaruh terhadap keplastisan (plastic Index) tanah lempung Lapindo.
- 2 Berapa kadar semen optimum campuran semen dengan lempung Lapindo berdasarkan nilai pemadatan berat volume tanah kering (γ_d).
- 3 Apakah terdapat pengaruh pada kadar semen optimum terhadap nilai kuat geser CBR desain.

1.5. Manfaat penelitian

Manfaat yang akan diperoleh adalah sebagai panduan bagi para pengguna bahan konstruksi khususnya tanah lempung Lapindo sebagai bahan timbunan. Azas manfaat yang lebih luas adalah mampu mengoptimalkan dan mendorong pemanfaatan sumber alam tanah lempung Lapindo terbaharukan (*renewable resources*) di Indonesia untuk aplikasi bahan konstruksi teknik selain bahan lempung yang biasanya dipakai untuk membuat batu bata. Sehingga tercipta diversifikasi produk bahan konstruksi teknik yang ramah lingkungan.

1.6. Hipotesa Penelitian

Hipotesa terdiri dari dua macam, yaitu :

- a. Hipotesa Nol (H_0), yaitu hipotesa yang menyatakan tidak adanya hubungan antara dua variable atau lebih.
- b. Hipotesa Alternatif (H_a), yaitu hipotesa yang menyatakan adanya hubungan antara dua variable atau lebih.

Agar dapat memberikan arah penelitian ini digunakan Hipotesis Alternatif (H_a), yaitu : “ Bagaimana pengaruh penggunaan Lumpur Lapindo terhadap nilai kekuatan tekan, penyusutan, dan daya serap air ”. Hipotesis statistiknya adalah :

$$H_0 : \mu_{A0} = \mu_{A1} = \mu_{A2} = \mu_{A4}$$

$$H_a : \mu_{A0} \neq \mu_{A1} \neq \mu_{A2} \neq \mu_{A3}$$

- μ : Varian pengaruh variasi komposisi campuran lempung Lapindo dan lempung normal.
- H_0 : Hipotesis yang menyatakan tidak terdapat pengaruh variasi komposisi campuran lempung Lapindo dan lempung normal.
- H_a : Hipotesis yang menyatakan terdapat pengaruh variasi komposisi campuran lempung Lapindo dan lempung normal.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Tanah.

Dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral padat yang tidak tersedimentasi (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan – bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang – ruang kosong di antara partikel – partikel padat tersebut.

Tanah dalam bidang mekanika tanah dipakai untuk mencakup semua bahan seperti lempung, pasir, kerikil, dan batu – batu besar. Dari sudut pandang teknis tanah yang digolongkan kedalam 4 macam pokok yaitu : batu kerikil (Gravel), pasir (Sand), lanau (silt), dan lempung (clay).

- a. Tanah liat / lempung (*clay*) adalah tanah yang ukuran partikelnya lebih kecil dari 0.005 mm (ukuran sieve yang paling kecil untuk fineaggregate adalah 150 mm), sulit diremukan saat kering, terasa licin dan plastis. Tanah liat memiliki berat jenis sekitar (*specific gravity*) sekitar 2,63 sampai 2,67.
- b. Tanah lanau (*silt*) adalah tanah yang partikelnya terlihat jelas, berbutir lepas kering, terasa kasar dan agak plastis. Serta berdimensi antara 0,005 mm sampai 0.06 mm. Tanah lanau mempunyai berat jenis (*specific gravity*) sekitar 2,65 sampai 2,70.

- c. Pasir (*sand*) adalah tanah yang partikelnya terlihat, berbutir lepas saat kering, tersasa kasar dan sama sekali tidak plastis. Berdimensi antara 0.06 mm sampai 2,0 mm. pasir memiliki berat jenis sekitar 2,67 hingga 2,90.
- d. Kerikil (*gravel*) adalah partikel tanah yang berdimensi antara 2,0 hingga 60 mm, berbutir lepas saat kering dan sama sekali tidak plastis.

Golongan batu kerikil dan pasir terkenal sebagai tanah berbutir kasar atau bahan tidak kohesif, sedangkan golongan lanau dan lempung dikenal sebagai kelas bahan – bahan yang berbutir halus atau bahan – bahan yang bersifat kohesif. Pada golongan ini terdiri dari pecahan – pecahan dengan berbagai bentuk ukuran, batu kerikil biasanya terdiri dari pecahan – pecahan dengan batu akan tetapi kadang – kadang mungkin terdiri dari satu macam zat mineral tertentu seperti kwartz, sedangkan butir – butir pasir selalu terdiri dari satu macam zat mineral terutama kwartz.

2.2. Mekanisme Kembang Susut Tanah Lempung.

Yang disebut sebagai penyusutan tanah lempung adalah jika kadar air dalam tanah menurun di iringi dengan kenaikan tegangan efektif yang sangat ajam antara butiran tanah, sehingga volume tanah akan menurun atau menyusut.

Ada dua hal yang menyebabkan terjadinya pengembangan tanah, antara lain :

1. Sebab mekanis

Pengembangan tanah secara mekanis adalah pengembangan tanah yang disebabkan adanya kebalikan dari peristiwa kapiler. Bila kadar air dalam tanah menjadi jenuh maka tegangan kapiler dalam tanah akan mengecil dan

tegangan air pori dapat sama dengan tegangan hidrostatik biasa dan tanah dengan sendirinya cenderung untuk mengembang kembali pada volume semula.

2. Sebab Fisika – Kimia

Pengembangan tanah secara fisika – kimia adalah pengembangan tanah yang disebabkan karena masuknya air ke dalam partikel – partikel mineral tanah lempung jenis Montmorillonite, pada saat kadar air dalam tanah menjadi tinggi jarak antara unit lapisan struktur dasar tanah akan mengembang. Pengembangan antar lapisan struktur ini terjadi karena air yang masuk ke dalam partikel tanah akan menghasilkan tekanan yang melampaui batas tegangan pengikat antar unit tersebut. Tekanan yang masuk tersebut disebabkan oleh tegangan osmotik yang terjadi karena adanya perbedaan konsentrasi larutan yang ada pada permukaan partikel dalam tanah dengan konsentrasi larutan disekitarnya. Besarnya kembang susut dari tanah lempung tidak sama satu sama lain karena semakin banyak tanah lempung mengandung Montmorillonite maka tanah lempung tersebut akan mengalami kembang susut yang besar. Oleh karena itu untuk mengurangi kembang susut dari suatu tanah adalah dengan menambah jumlah kation-kation yang ada dalam tanah asli dengan mencampur senyawa berupa garam atau senyawa karbon yang mengandung ion positif seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^{2+} , K^{2+} , semakin banyak kation yang ada biasanya mengakibatkan makin kecil nilai kembang susut tanah tersebut.

2.3. Identifikasi Tanah Lempung

Cara mengidentifikasi tanah lempung adalah dengan melihat langsung dari gejala yang ada dilapangan, apabila terjadi keretakan pada permukaan tanah akibat dari peristiwa kembang susut yang sangat cepat, maka tanah lempung tersebut merupakan tanah lempung dengan kembang susut yang besar atau lempung ekspansif an apabila tanah tersebut terlihat sebaliknya maka tanah terebut merupakan tanah lempung dengan kembang susut yang sangat kecil atau lempung non ekspansif. Selain itu dapat dilakukan melalui percobaan di laboratorium dengan menggunakan metode Plasticity Index.

Plastic Index adalah suatu kondisi dimana tanah akan bersifat sebagai bahan yang plastis dalam kadar air yang berkisar antara LL dan PL (Joseph E. Bowles, Johan K. Hainim ; 39).

Tabel 2.1. Identifikasi Tanah Ekspansif (Paulus Rahardjo, 1996)

Parameter	Plastic Index
Tidak Ekspansif	< 32
Masalah Ekspansif	> 32

Semua tanah lempung ekspansif umumnya mempunyai harga Plasticity Index yang sangat besar. Makin besar nilai PI maka makin banyak jumlah air yang cenderung di hisap sehingga semakin besar pula perubahan volume yang terjadi.

2.4. Metode Perbaikan Tanah Lempung (Stabilisasi Tanah).

Kondisi tanah di setiap tempat tentulah berbeda-beda. Tanah sebagai pendukung tanah di atasnya harus memenuhi persyaratan kualitas, maka perlu dilakukan perbaikan secara mekanis dengan cara meningkatkan nilai properties tanah dengan memperbaiki sifat-sifat fisik tanah atau dengan menambahkan bahan tambah tertentu sehingga tanah dapat mencapai persyaratan teknis yang diinginkan. Salah satu usaha memperbaiki sifat-sifat tanah ini disebut stabilisasi. Stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan beberapa metode, diantaranya dengan stabilisasi mekanis yaitu dengan pengaturan gradasi butiran tanah, kemudian dilakukan proses pemadatan atau dengan melakukan stabilisasi kimia yaitu dengan cara penambahan bahan kimia. Bahan aditif yang dipakai adalah bahan yang mengandung CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , dan unsur-unsur lain yang mengandung atom-atom bermuatan positif. Unsur-unsur tersebut jika tercampur air membentuk kation-kation yang dapat mengikat partikel tanah, sehingga memberikan pengaruh yang menguntungkan, terutama peningkatan properties sifat fisik tanah dan juga sifat mekanisnya.

Pada dasarnya dalam memperbaiki sifat tanah asli dapat dilakukan dengan menambahkan atau melakukan sesuatu terhadap tanah tersebut sehingga sifat dan perilaku tanah tersebut menjadi lebih baik dan memenuhi syarat.

Ada dua cara metode yang dapat dilakukan, antara lain :

1. Cara mekanis (Stabilisasi Mekanis).
2. Cara Kimiawi (Stabilisasi Kimia).

2.4.1. Perbaikan Tanah Lempung Secara Mekanis.

Perbaikan tanah lempung secara mekanis baik digunakan pada tanah asli yang mempunyai sifat kembang susut tidak terlalu besar. Pekerjaan yang harus dilakukan pada stabilisasi mekanis ialah :

1. Mencampur tanah dasar dengan tanah yang baik (tidak mengembang). Hal ini dapat dilakukan dengan mencampur pasir atau lanau dengan jumlah sedemikian rupa sehingga kembang susut tanah asli berkurang banyak.
2. Memadatkan tanah dasar. Pemadatan adalah suatu proses dimana material tanah dipadatkan dengan cara memperkecil volume ruang kosong dari tanah yang mulanya ditempati udara dan memperkokoh susunan matrik tanah tersebut.
3. Mencegah perubahan kadar air dengan menutup permukaan atau lapisan dibawah permukaan tanah lempung dengan lapisan/bangunan kedap air. Dengan demikian kadar air dalam tanah diharapkan tidak banyak berubah sepanjang tahun dan kembang susut dalam tanah diharapkan menjadi kecil.

2.4.2. Perbaikan Tanah Lempung Secara Kimia.

Perbaikan tanah lempung secara kimia ialah dengan cara mencampurkan tanah asli dengan bahan – bahan kimia seperti kapur, garam, semen dan aspal.

Yang umum dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Pencampuran dengan kapur/Lime Stabilization.

Kapur dapat berfungsi sebagai penetralisir dari sifat mengembang tanah, disamping itu kapur dapat menyebabkan terjadi proses sementasi antara butiran tanah sehingga terbentuk gumpalan partikel yang lebih besar,

sebagai akibatnya plastisitas tanah berkurang dan kekuatan tanah akan naik.

2. Pencampuran dengan garam/Salt Stabilization.

Pencampuran dengan garam dapat dilakukan untuk memperbaiki tanah, seperti garam dapur (NaCl) dapat digunakan karena mengandung kation Na.

3. Pencampuran dengan semen/Cement Stabilization.

Semen dapat pula memperbaiki tanah karena dapat memberikan tambahan kation – kation, selain itu semen juga dapat mengikat butiran – butiran tanah sehingga menjadi lebih kaku, butiran membesar dan plastisitas menurun.

4. Pencampuran dengan aspal/Bituminous Stabilization.

Bahan aspal berfungsi untuk menutup pori – pori di dalam tanah sehingga kedap air, hal ini membuat peristiwa pengembangan tidak dapat berlangsung dengan sendirinya karena aspal mempunyai kemampuan mengikat partikel – partikel tanah menjadi butiran besar.

5. Pencampuran dengan semen dan kapur.

Kapur adalah senyawa kimia dengan unsure poka Ca dimana mengandung senyawa garam atau senyawa karbon yang dapat menetralsir nilai kembang susut suatu tanah melalui ion positif seperti Ca^{2+} sehingga nilai kembang susut menjadi kecil.

2.4.3. Beberapa Penelitian Terdahulu Mengenai Stabilisasi Tanah

- a) Gotot Setyo Budi(2003) didalam penelitian “Pengaruh Fly Ash Terhadap Sifat Pengembangan Tanah Ekspansif”, menyimpulkan bahwa penambahan fly ash cenderung menurunkan specific gravity (Gs) tanah, menurunkan sifat plastisitas tanah, memperbaiki gradasi butiran tanah,pada kandungan fly ash 25% dan curing 28 hari dapat menurunkan swell pressure tanah ekspansif dari sekitar $2,0 \text{ kg/cm}^2$ menjadi sekitar $1,0 \text{ kg/cm}^2$.
- b) Akmad Marzuko (2008) didalam penelitian “Pengaruh Tanah Berbutir Halus yang Distabilisasi Menggunakan Lumpur Lapindo dan Kapur Karbit Terhadap Kepadatan dan Kuat Dukungnya”, menyimpulkan bahwa lumpur Lapindo mengandung unsure SO_2 dan kapur karbit mengandung unsure CaO , sehingga lumpur Lapindo dan kapur karbit sangat mungkin dipakai untuk bahan stabilisasi tanah berbutir halus. Penambahan Lumpur Lapindo 15% dan kapur karbit 6% dengan waktu pemeraman 14 hari mampu meningkatkan nilai CBR Langsung(Unsoaked) tanah dari daerah Ceper, Klaten, Jawa Tengah dari 4,70% menjadi 68,45% dan nilai kuat dukung tanah (q_u) dari $0,886 \text{ kg/cm}^2$ menjadi $4,164 \text{ kg/cm}^2$.

Tabel 2.2. Hasil Pengujian Bahan Kimia Beberapa hasil pengujian

Parameter	Hasil uji maks	Baku Mutu (PP Nomor 18/1999)
Arsen	0,045 Mg/L	5 Mg/L
Barium	1,066 Mg/L	100 Mg/L
Boron	5,097 Mg/L	500 Mg/L
Timbal	0,05 Mg/L	5 Mg/L
Raksa	0,004 Mg/L	0,2 Mg/L
Sianida bebas	0,02 Mg/L	20 Mg/L
Trichlorophenol	0,017 Mg/L	2 Mg/L (2,4,5 Trichlorophenol) 400 Mg/L (2,4,4 Trichlorophenol)

Tabel 2.3. Hasil Analisa Logam Pada Materi

Parameter	Satuan	Kep.Menkes no.907/2002	Lumpur Lapindo	Air Lumpur Lapindo	Sedimen Sungai Porong	Air Sungai Porong
Kromium (Cr)	mg/L	0,5	nd	nd	Nd	nd
Kadmium (Cd)	mg/L	0,003	0,3063	0,0314	0,2571	0,0271
Tembaga (Cu)	mg/L	1	0,4379	0,008	0,4919	0,0144
Timbal (Pb)	mg/L	0,05	7,2876	0,8776	3,1018	0,6949

*) Sumber : http://www.Wikipedia/Banjir_lumpur_panas_Sidoarjo_file.htm

Berdasarkan kajian singkat yang dilakukan oleh Imananto, E.I. (2008), Lumpur Lapindo memiliki specific gravity (Gs) 2,52 dan index plastisitas (PI) sebesar 25,55% dan dari pengujian 500 gram Lumpur Lapindo berat kering mengandung 8,22% kerikil, 19,24% pasir, 72,54% lempung.

Berikut ini rekomendasi dari penelitian sebelumnya yang terkait dengan lumpur Lapindo :

1. Kajian LAPI ITB menunjukkan hasil stabilisasi material semburan yang memiliki kandungan silica cukup tinggi dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembangunan prasarana pemukiman, transportasi dan irigasi.
2. *Pengaruh penggunaan campuran sement type I dan limbah karbit guna meningkatkan stabilitas tanah ekspansif.* Oleh Wawan Setio Nugroho (2009) Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil ITN Malang diperoleh kesimpulan : setelah melakukan serangkaian pengujian di laboratorium dan analisis hipotesa dengan teknik statistic, dari hasil penambahan semen optimum (PC Opt). dan limbah karbit (lika) dengan variasi 0%;2.%;5%;7,5%; dan 10%. (persentase variasi terhadap berat kering tanah asli) pada tanah lempung ekspansif (TA). Dengan penambahan lika untuk semua hasil pengujian fisik maupun mekanis dari campuran TA + PC Opt. ternyata dapat menurunkan nilai stabilitas dari campuran tersebut.

2.5. Timbunan

2.5.1. Defenisi

Timbunan yang akan digunakan sebagai lapis penopang (capping laye) untuk meningkatkan daya dukung tanah dasar, ugandigunakan di daerah saluran air dan lokasi serupa dimana bahan yang plastis sulit dipadatkan dengan baik. Timbunan pilihan dapat juga digunakan untuk stabilitas lereng atau pekerjaan pelebaran jika diperlukan lereng lebih curam karena keterbatasan ruangan, dan

untuk pekerjaan timbunan lainya dimana kekuatan timbunan adalah faktor yang kritis.

2.5.2. Syarat – syarat Kontruksi Timbunan

Timbunan tanah atau glanular pilihan harus diutamakan pada ketebalan lapisan 20cm dengan metode sesuai persyaratan kepadatan untuk memperoleh hasil yang di inginkan, maka harus dipadatkan dengan kepadatan sekurang-kurangnya 97 % (standard proctor) sesuai SNI 03-3832-1992.

Tabel 2.4. Sepsifikassi lapisan tanah dasar

Jenis Material	Standar Pengujian Minimum	
	P1	CBR
Tanah laterit	≤ 4	≥ 20
Pasir	≤ 10	≥ 50
Sirtu	≤ 10	≥ 50



and of the...
 ...
 ...
 ...
 ...
 ...

No.	Description	Amount
1
2
3

M. L. K.
 BERRUCATKAR
 17th MAR 1950

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Studi Pustaka

Studi pustaka yang dilakukan yaitu dengan mendalami materi yang tercantum di Bab II dan kepustakaan yang meliputi berbagai buku teks, antara lain : Wahyudi H. (1996), "*Karakteristik Fisik Dan Mekanik Mineral Lempung Montmorilite, Illite, Dan Kaolinite*" ,Triyono. (2010) "*Pengaruh Penambahan Limbah Karbit Pada Karakteristik Tanah Lempung Lapindo Sebagai Bahan Timbunan*" Tugas Akhir, Teknik Sipil, ITN Malang, dan masih banyak buku teks lain yang dipakai dalam penelitian ini dapat dilihat di daftar pustaka, peraturan, tata cara dan Standart Nasional Indonesia (SNI), AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*) dan ASTM (*American Society for Testing and Materials*).

3.2. Bahan dan Alat

3.2.1. Bahan Timbunan

Studi Eksperimen, dilakukan di Laboratorium untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan untuk dianalisa secara statistik untuk menguji hipotesa kesimpulan akhir. Langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan:

- a. Tanah asli (lempung Lapindo) + *portland cement type I* dengan variasi 0%; 2,5%; 5%; 7,5%; 10%; 12,5%; dan 15% (terhadap berat kering tanah

asli) diuji secara fisik dan teknis untuk mendapatkan kadar semen optimum.

b. Tanah lempung Lapindo + *portland cement type I* kadar optimum di uji CBR yang sebelumnya telah dilakukan pemeraman terhadap benda uji dengan variasi 0, 4, 7, dan 14 hari untuk mendapatkan komposisi campuran yang optimum.

1) **Bahan Yang Digunakan Dalam Penelitian**

- a) Tanah lempung Lapindo yang diambil di dalam kolam Penampungan.
- b) *Portland Cement Type I* diperoleh dari toko bangunan.
- c) Air PDAM.

2) **Standar Pengujian dan Pengambilan Benda Uji**

Pengambilan tanah lempung Lapindo dilakukan secara langsung (disturbed).

3.2.2. Peralatan.

Peralatan yang harus disediakan untuk penelitian terdiri dari beberapa macam :

a. **Volumetric test (berat jenis)**

Dalam pengujian berat jenis alat yang harus digunakan adalah:

- 1. Labu ukur 100 ml (piknometer)
- 2. Thermometer 50°C
- 3. Air suling
- 4. Botol air suling

5. Cawan perendam
6. Saringan No. 4
7. Timbangan ketelitian 0,01
8. Desicator
9. Pompa vacuum
10. Hot plate
11. Oven (110 ± 5) °C

b. Aterberg Test (LL , PL , PI)

Dalam pengujian berat jenis alat yang harus digunakan adalah:

1. Cawan alat Cassagrande.
2. 115 mm untuk mencampur tanah dengan air. Cawan porselen ,
3. Spatula dengan panjang 75 mm dan lebar 20 mm
4. Alat batas cair (Liquid Limit Test Set)
5. Grooving tool
6. Oven dengan suhu 110°C

c. Compaction Test

Dalam pengujian compaction Test alat yang harus digunakan adalah :

1. Mold pemadatan ϕ 4 "
2. Mold pemadatan ϕ 6 "
3. Palu pemadatan standar
4. Palu pemadatan modified
5. extruder mold
6. Pisau pemotong

7. Palu karet
8. Kantong plastik
9. Sendok
10. Cangkir
11. Pan
12. Gelas ukur 1000 ml

d. **CBR Test**

Dalam CBR Test alat yang harus digunakan sebagai berikut :

1. Cetakan (mould).
2. Ganjal (spacer disk).
3. Penumbuk (rammer)
4. Alat pengukur pemuaian (apparatus for measuring expansion)
5. Arloji pengukur (indicators).
6. Piring beban(surcharge weight).
7. Batang penekan(penetration piston).
8. Mesin pembebanan(loading device).
9. Bak perendaman (soaking tank).
10. Alat pengering (drying oven).

3.2.3. Pengujian Fisik dan Teknis

a. **Fisik (PL , PI, LL)**

Pengujian konsistensi atau pengujian batas Atterberg terdiri atas pengujian batas cair, batas plastis dan batas susut. Batas cair dan batas susut di gunakan untuk menghitung indeks plastis.

Pengujian konsistensi diuraikan secara rinci dalam SNI-03-1967-1990 atau AASHTOT 89 (Batas Cair), S NI 03-1966-1990 atau AASHTO T 90 (Batas Plastis) dan SNI 03-3422-1994 atau AASHTO T 92 (Batas Susut). Sifat - sifat teknis tanah sangat di pengaruhi oleh air dimana hasil ketiga pengujian konsistensi, yang dinyatakan sebagai kadar air,di gunakan untuk membedakan berbagai tingkat keadaan tanah. Batas cair merupakan kadar air dimana tanah berubah dari keadaan cair menjadi keadaan plastis, batas plastis merupakan batas antara keadaan plastis dengan keadaan semi padat, sedangkan batas susut menjadi batas antara keadaan semi-padat dengan keadaan padat, atau kadar air dimana penyusutan volume tanah mulai berhenti. Indeks plastis merupakan perbedaan antara batas cair dengan batas plastis, yaitu kadar air dimana tanah dalam keadaan plastis.

Tanah dengan batas cair tinggi biasanya terdiri atas lempung yang mempunyai sifat-sifat teknis jelek. Tanah dengan indeks plastis rendah menunjukkan bahwa tanah tersebut adalah tanah berbutir yang kohesi atau plastisitasnya rendah atau tidak ada. Batas cair bersama – sama dengan indeks plastis sampai tingkat tertentu digunakan untuk menilai mutu bahan perkerasan, yaitu dalam rangka menghindari penggunaan bahan granular yang mengandung terlalu banyak bahan halus kohesif plastis.

b. Teknis (Kepadatan).

Pengujian pemadatan, dirancang untuk membantu pemadatan tanah di lapangan, yaitu agar dapat diperoleh sifat - sifat tanah yang terbaik. Diketahui bahwa kekuatan atau tahanan geser tanah akan meningkat sejalan dengan peningkatan kepadatan. Pengujian pemadatan dapat dibagi menjadi dua, yaitu pengujian pemadatan "ringan" atau "standard" serta pengujian pemadatan "berat" atau "modified". Pengujian pemadatan "ringan" diuraikan dalam (SNI 03-17 42-1989 atau AASHTOT 99) dilakukan di laboratorium dengan menggunakan daya pemadatan tertentu yang dianggap mirip dengan daya pemadatan oleh mesin pemadat yang umum digunakan di lapangan.

Diketahui bahwa makin besar daya pemadatan makin besar pula kepadatan yang diperoleh. Oleh karena itu, pengujian pemadatan "berat" diuraikan dalam (SNI 03- 1743-1989 atau AASHTOT 180) dikembangkan untuk mendapatkan kepadatan yang lebih besar. Sudah tentu, untuk mendapatkan berat isi kering yang sesuai dengan pemadatan berat diperlukan mesin pemadat yang lebih berat daripada mesin pemadat untuk mendapatkan berat isi kering hasil pemadatan ringan.

Salah satu faktor penting dalam pemadatan tanah adalah kepadatan yang dikehendaki dapat diperoleh apabila tanah mempunyai kandungan air tertentu. Dalam hal tersebut, air dapat berfungsi sebagai pelumas. Namun demikian air yang terlalu banyak akan mengakibatkan butir-butir tanah cenderung terpisah sehingga kepadatan yang diinginkan sulit diperoleh.

Oleh karena itu, pengujian pemadatan di laboratorium tidak semata-mata ditujukan untuk menetapkan kepadatan yang harus dicapai di lapangan, tetapi juga untuk menetapkan air yang dikandung oleh tanah yang dipadatkan.

Dengan kepadatan tertentu (disebut kepadatan kering maksimum) dan kadar air tertentu (disebut kadar air optimum), maka pemadatan di lapangan akan dapat dilakukan dengan mudah (*best condition practicable*). Pemadatan di lapangan perlu disertai dengan pengujian pemadatan dan apabila kepadatan yang dicapai lebih rendah daripada yang disyaratkan maka upaya pemadatan perlu ditambah.

Tabel 3.1. Standar Pengujian dan Pengambilan Benda Uji

No.	Jenis Pengujian	Standar Pengujian	Pengambilan Benda Uji
1.	<i>Volumetri Test</i> a. Berat Jenis	PB-0108-76	Disturbed, lolos saringan no.4
2.	<i>Atterberg Test</i> a. Berat Cair b. Batas Plastis Batas susut	P8-0109-76 PB-0110-76	Disturbed, lolos saringan no.40 Disturbed, lolos saringan no.40
3.	<i>Compaction Test</i>	PB-0111-76	Disturbed, lolos saringan no.4
4.	<i>CBR Test</i>	PB-0113-76	Disturbed, lolos saringan no.4
6.	<i>Triaxial Test (UU)</i>	ASTM D-2850-03a	Undisturbed, lolos saringan no.4

Untuk pengujian *unconfined compressive test* terhadap campuran tanah lempung Lapindo + semen, benda uji yang berupa *undisturbed soil* dibuat di laboratorium dengan menggunakan kadar air optimum dari hasil *Compaction Test*.

3.3. Populasi

Populasi adalah seluruh obyek yang akan diteliti termasuk benda uji yang ada secara keseluruhan dalam penelitian ini. Populasi benda uji ditabelkan pada

Tabel 3.2

Tabel 3.2. Populasi Benda Uji Penelitian

Pemeriksaan Tanah

No	KLP	Jumlah benda uji	Pemeriksaan
1	A	3	Plastic Indek (PI)

Penentuan Kadar Semen Optimum

No	KLP	Jumlah Benda Uji	Kadar Semen	Pemeriksaan	
1	B	3	2,5 %	atterberg test	Compaction
2	C	3	5 %	atterberg test	Compaction
3	D	3	7,5 %	atterberg test	Compaction
4	E	3	10 %	atterberg test	Compaction
5	F	3	12,5 %	atterberg test	Compaction
6	G	3	15 %	atterberg test	Compaction

Tabel 3.3. Pencampuran Tanah +Portland Cement Type I Kondisi Optimum

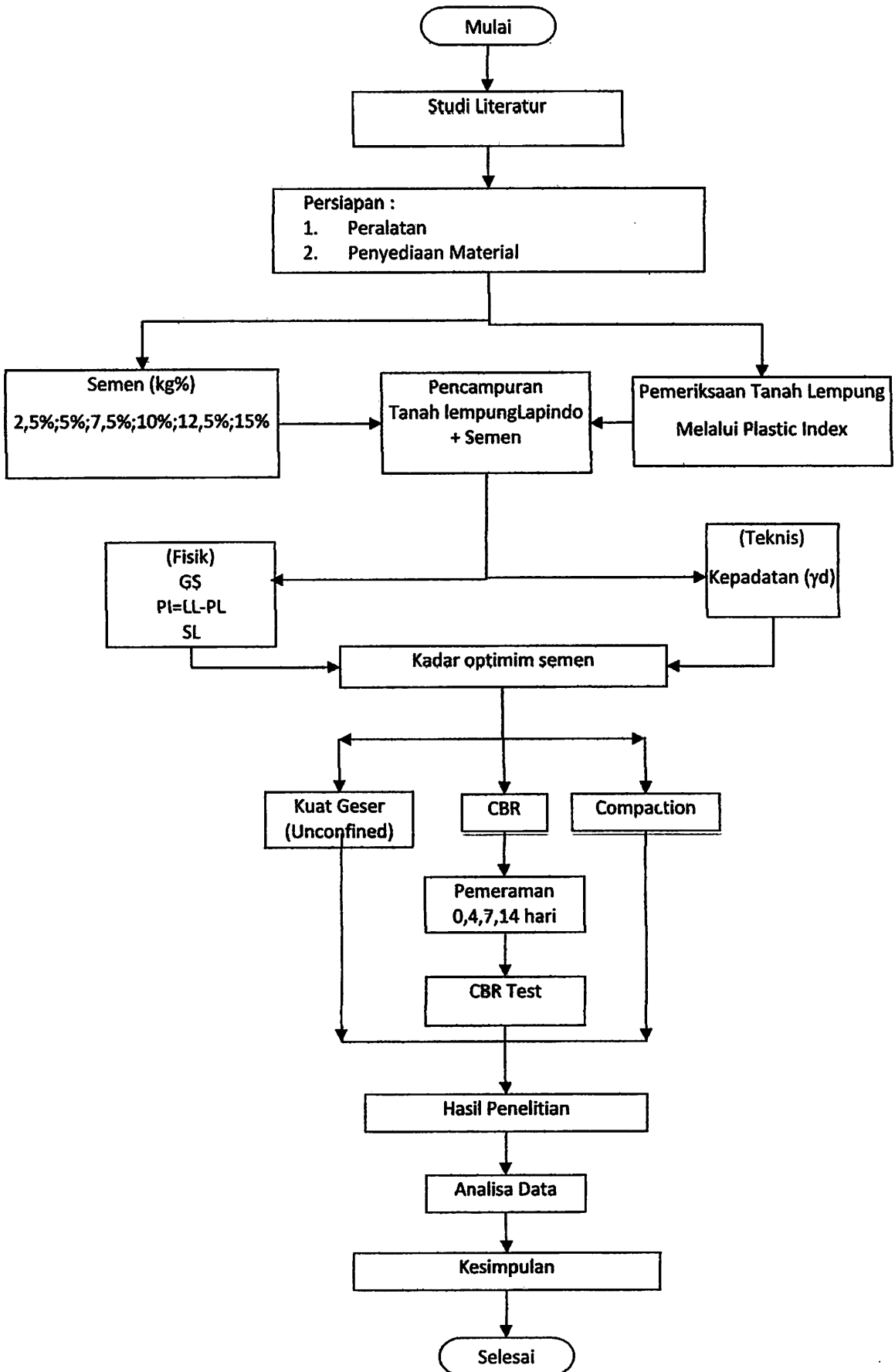
No	KLP	Waktu Pemeraman	Jumlah Benda Uji	Pengujian		
				CBR	Compaction	Kuat Geser
1	H	0	1	24,13	1.705	1.375
	H ₁	4	1	25,61	Tidak ada	Tidak ada
	H ₂	7	1	35,28	Tidak ada	Tidak ada
	H ₃	14	1	45,11	Tidak ada	Tidak ada

3.4.Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini terdiri dari tiga tahapan, yaitu :

1. Terdapat perubahan keplastisitas (Plastic Index) tanah lempung Lapindo pada penambahan semen Portland dengan variasi 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15%.
2. Terdapat perubahan nilai – nilai berat jenis tanah, pemadatan (Compaction), Kuat Geser (Unconfined).
3. Terdapat pengaruh nilai CBR pada pemerananan 0, 4, 7, 14 hari.

3.5. Bagan Alir



3.6. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Intitut Teknologi Nasional Malang adapun langkah – langkah penelitian secara garis besar adalah sebagai berikut :

3.6.1. Pemeriksaan Batas – Batas Konsistensi (Plastic Index)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui batas cair dan batas plastis dari tanah asli maupun tanah campuran.

3.6.1.1. Pemeriksaan Batas Cair (Liquid Limit Test)

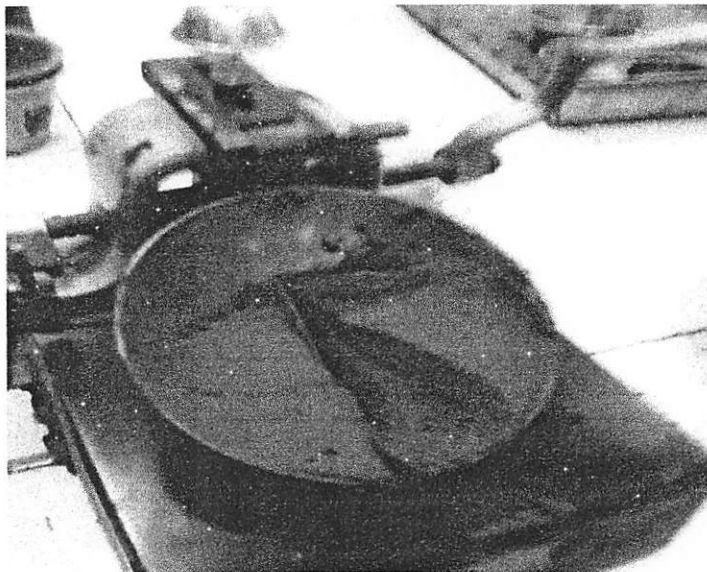
Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar suatu tanah pada keadaan batas cair. Batas cair adalah kadar air minimum dimana tanah masih dapat mengalir di bawah beratnya atau kadar air tanah pada batas dimana suatu tanah berubah dari keadaan cair menjadi keadaan plastis.

Batas cair ditentukan dari pengujian Cassagrande. Kadar air dari batas cair ini di definisikan pada waktu tanah menutup celah sepanjang 1,25 cm pada dasar cawan (mangkuk) setelah 25 kali pukulan.

1) Peralatan

- a. Alat batas cair standar
- b. Alat pembuat alur (Groving Tool)
- c. Sendok dempul
- d. Plat kaca 45 x 45 x 0,9
- e. Neraca dengan ketelitian 0,01 gr
- f. Cawan kadar air minimal 4 buah

- g. Spatula dengan panjang 12,5 cm
- h. Botol tempat air suling
- i. Air suling
- j. Oven yang dilengkapi dengan pengukur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$.



Gambar 3.1. Alat Pemeriksaan Batas Cair (Cawan Cassagrande).

2) Benda Uji

Benda uji disiapkan sesuai dengan cara mempersiapkan contoh AASHTO T-87-72/ASTM D-421-49 atau langsung sebagai berikut :

- a. Jenis-jenis tanah yang tidak mengandung batu, dan hampir semua butirannya lebih halus dari saringan 0,42 mm (no. 40). Dalam hal ini benda uji tidak perlu

dikeringkan dan tidak perlu saringan 0,42 mm (no. 40).

- b. Jenis-jenis tanah yang mengandung batu atau mengandung banyak butiran yang lebih kasar dari saringan 0,42 mm (no. 40).
- c. Keringkan contoh benda uji yang lolos saringan nomor 40.

3) Pelaksanaan

- a. Letakkan 100 gr benda uji yang sudah dipersiapkan dalam plat kaca pengaduk
- b. Dengan menggunakan spatula, aduklah benda uji tersebut dengan menambah air suling sedikit demi sedikit sampai homogen.
- c. Setelah contoh menjadi campur dan merata, ambil sebagian benda uji ini dan letakkan diatas mangkok batas cair, ratakan permukannya sedemikian hingga sejajar dengan alat, bagian yang paling tebal harus sama dengan 1 cm.
- d. Buatlah alur dengan jalan membagi dua benda uji dengan mangkok itu, dengan alat pembuat alur (Grooving Tool) melalui garis tengah pemegang mangkok dan sentris. Pada waktu membuat alur posisi alat pembuat alur harus tegak lurus permukaan mangkok.
- e. Putarlah alat sedemikian hingga mangkok naik atau jatuh dengan kecepatan dua putaran perdetik. Perputaran ini dilakukan terus sampai dasar alur benda uji bersinggungan sepanjang kira-kira 1,25 cm dan catat jumlah ketukan pada saat persinggungan.
- f. Ulangi pekerjaan c sampai dengan e beberapa kali sampai diperoleh jumlah ketukan yang sama, hal ini dimaksudkan untuk meyakinkan apakah pengadukan contoh sudah merata kadar airnya. Jika ternyata pada tiga kali

percobaan diperoleh jumlah pukulan lebih kurang sama, maka ambillah benda uji langsung dari mangkok pada alur, kemudian masukkan kedalam cawan yang telah diperiksa maka periksalah kadar airnya.

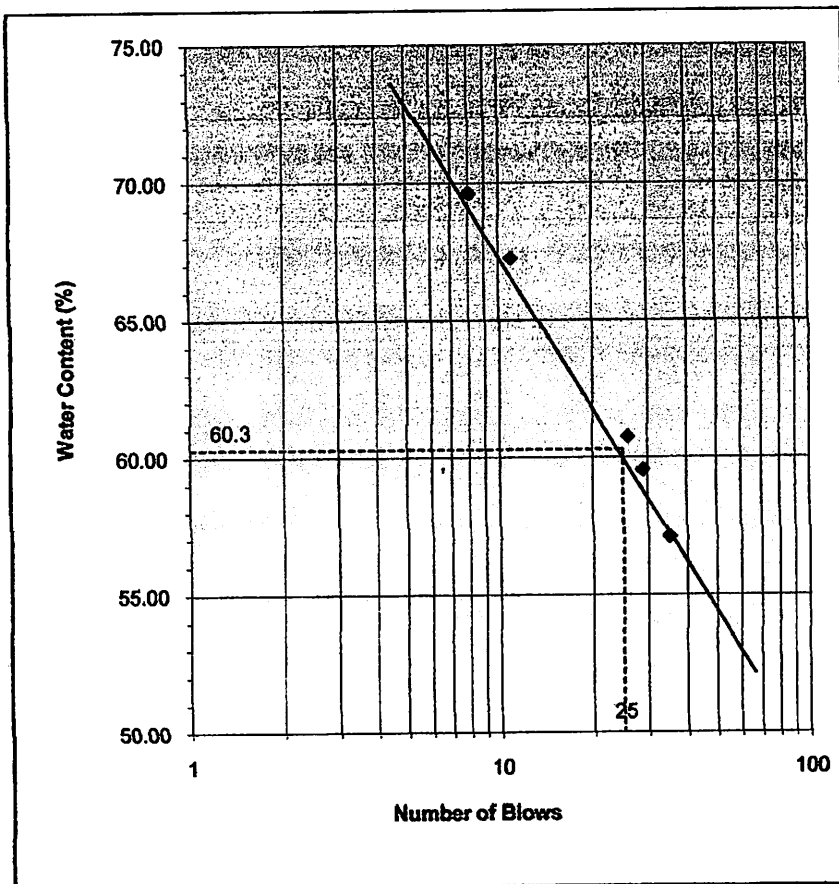
- g. Kembalikan benda uji ke atas kaca pengaduk, dan kemudian bersihkan mangkok alat batas cair. Benda uji diaduk kembali dengan mengubah kadar airnya. Kemudian ulangilah (b) sampai (f) minimal 3 kali berturut-turut dengan variasi kadar air yang berbeda, sehingga akan diperoleh perbedaan jumlah pukulan sebesar 8-10.

4) Perhitungan

Hasil-hasil yang diperoleh berupa jumlah pukulan dan kadar air yang bersangkutan kemudian digambar dalam bentuk grafik, dengan cara :

- a. Buatlah titik-titik yang menyatakan hubungan jumlah ketukan (sumbu mendatar dengan skala logaritma) dengan kadar air (sumbu tegak dengan skala biasa).
- b. Buatlah garis lurus melalui titik-titik perpotongan tersebut, jika ternyata titik-titik yang diperoleh tidak terletak pada suatu garis lurus, maka buatlah garis lurus pada titik berat titik-titik tersebut.
- c. Tentukan besarnya kadar air pada jumlah ketukan 25, dengan cara menarik garis lurus vertikal dari titik 25 (pada sumbu mendatar) sampai menyentuh kurva grafik, kemudian tarik garis ke sumbu tegak. Nilai kadar air inilah merupakan batas cair atau liquid limit dari benda uji tersebut.

- d. Untuk menggambar grafik Liquid Limid dan Plastic Limid Determination, maka kita harus mencari dahulu harga PI (Plasticity Index (PI) = LL- L).
- e. Harga LL dan PI tersebut di atas diplotkan ke dalam grafik Liquid Limit dan Plastic Limit determination, maka dapatlah diklasifikasikan tanah yang diselidiki.



Gambar 3.2. Grafik Batas konsistensi (Plastic Index)

3.6.1.2. Pemeriksaan Batas Plastis (Plastic Limit Test) (AASHTO T – 90 – 74) (ASTM D – 424 – 74)

Batas plastis ialah kadar minimum dimana suatu tanah masih dalam keadaan plastis. Jadi, pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air minimum dimana suatu tanah pada keadaan batas plastis. (Plastis = tanah masih dapat digulung sampai diameter $\pm 3,1$ mm atau $1/8$ inchi).

1) Peralatan

- a. Plat kaca 45 x 45 x 0,9 cm.
- b. Sendok dempul panjang 12,5 cm.
- c. Batang pembanding dengan diameter 3 mm panjang 10 cm.
- d. Neraca dengan ketelitian 0,01 gr.
- e. Cawan untuk menentukan kadar air dua buah.
- f. Botol tempat air suling.
- g. Air suling.
- h. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$.



Gambar 3.3. Alat Pemeriksaan Batas Plastis (Plastic Limit)

2) Benda Uji

Benda uji harus dipersiapkan sebagai berikut :

- a. Saringlah bahan yang akan diperiksa dengan saringan No. 4. Jika ternyata bahan tersebut terdiri dari butiran yang tertahan pada saringan No. 4, maka pemeriksaan berat jenis harus dilakukan menurut pemeriksaan “Berat jenis dan penyerapan agregat kasar” (AASHTO T-85/ASTM C-127-68). Jika bahan yang akan diperiksa mengandung campuran butiran yang tertahan dan yang lewat saringan No.4 tersebut maka berat jenis butiran yang tertahan pada saringan No.4 diperiksa, menurut cara AASHTO T-85/ASTM C-127-68, sedang yang melalui saringan No. 4 diperiksa dalam pemeriksaan “Berat Jenis Tanah” (AASHTO T-85/ASTM C-127-68). Berat jenis tanah adalah harga rata – rata dari kedua cara pemerksaan d atas. Untuk pemeriksaan berat jenis tanah yang akan dipakai sebagai pembantu untuk pemeriksaan hydrometer, maka contoh tanah harus dipilih melalui saringan No.10 atau No. 40.
- b. Peroleh contoh dengan pemisah contoh atau cara perempat dari bahan lewat saringan No. 4 atau No. 10. Benda uji dalam keadaan kering oven tidak boleh kurang dari 10 gram untuk botol ukur dan 50 gram untuk picnometer.
- c. Keringkan benda uji pada temperature 105° - 110° C dan di =inginkan sesudah itu dalam desikator. Atau benda uji dalam keadaan tidak dikeringkan.

3) Pelaksanaan

- a. Letakkan benda uji di atas plat kaca, kemudian diaduk sehingga kadar air merata.

- b. Setelah kadar air cukup merata, buatlah bola-bola tanah dari benda uji itu digeleng-geleng seberat 8 gr di atas plat kaca. Penggelengan dilakukan dengan telapak tangan dengan kecepatan 89 s/d 90 gelengan per menit.
- c. Penggelengan dilakukan terus sampai benda uji membentuk batang dengan diameter 3 mm. Kalau pada waktu penggelengan itu ternyata sebelum benda uji mencapai 3 mm sudah retak, maka contoh tanah perlu dibiarkan beberapa saat di udara terbuka agar kadar airnya berkurang sedikit.
- d. Pengaduk dan penggelengan dikurangi terus sampai retak-retak itu terjadi tepat pada saat gelengan mempunyai diameter 3 mm.
- e. Periksa kadar air tanah pada (d) dilakukan ganda pada benda uji untuk perbedaan kadar air 5 % (maksimal).

4) Perhitungan

Tentukan kadar air rata-rata pada (4c) sebagai harga batas plastis Kadar air pada batas plastis (Plastic Limit water content) :

$$W_p = \frac{W_1 + W_2 + W_3}{3} \times 100\%$$

$$W_p = \frac{28,85 + 31,08 + 31,15}{3} \times 100\%$$

$$= 30,69 \%$$

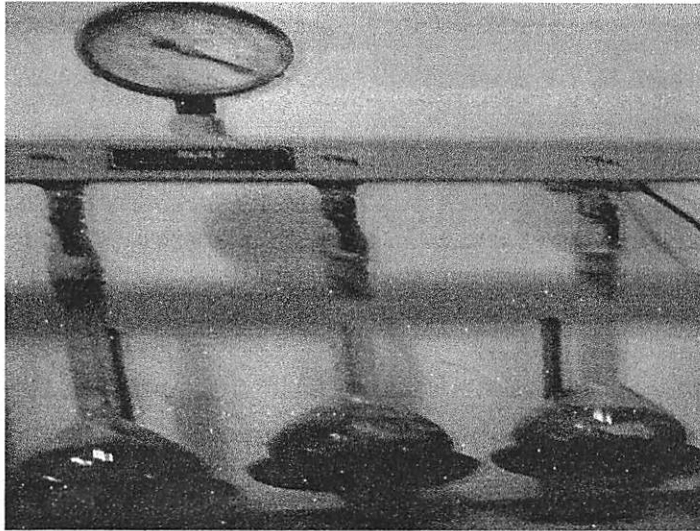
Hitungan di atas merupakan salah satu contoh perhitungan batas plastis hitungan slengkapnya tertera pada bab IV.

3.6.2. Pemeriksaan Jenis Tanah (Specific Gravity Test)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis tanah yang mempunyai butiran lewat saringan No. 4 dengan picnometer. Berat jenis tanah adalah perbandingan antara berat butir tanah dan berat air suling dengan sisi yang sama pada suhu tertentu.

1) Peralatan

- a. Picnometer dengan kapasitas minimum 100 ml atau botol ukuran dengan kapasitas minimum 50 ml.
- b. Desikator.
- c. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai 110°C.
- d. Neraca dengan ketelitian 0,01 gram.
- e. Termometer dengan ukuran 0° – 50°C dengan ketelitian pembacaan 1°C.
- f. Saringan No. 4, No. 10, No. 40, dan penadahnya.
- g. Botol berisi air suling.
- h. Bak perendam.
- i. Pompa hampa udara (Vacuum 1 – 1,5 PK) atau tungku listrik (kookplaat).



Gambar 3.4. Alat Spesific Gravity Test

2) Benda Uji

Benda uji harus dipersiapkan sebagai berikut :

- a. Saringlah bahan yang akan diperiksa dengan saringan No. 4. Jika ternyata bahan tersebut terdiri dari butiran yang tertahan pada saringan No. 4, maka pemeriksaan berat jenis harus dilakukan menurut pemeriksaan “Berat jenis dan penyerapan agregat kasar“ (AASHTO T-85-74/ASTM C-127-68). Jika bahan yang akan diperiksa mengandung campuran butiran yang tertahan dan yang lewat saringan No. 4 tersebut maka berat jenis butiran yang tertahan pada saringan No. 4 diperiksa, menurut cara AASHTO T-85-74/ASTM C-127-68, sedang yang melalui saringan No. 4 diperiksa dalam pemeriksaan “Berat Jenis Tanah“ (AASHTO T-85-74/ASTM C-127-68). Berat jenis tanah adalah harga rata-rata dari kedua cara pemeriksaan di atas. Untuk pemeriksaan berat jenis tanah yang akan dipakai sebagai pembantu untuk pemeriksaan

hidrometer, maka contoh tanah harus dipilih melalui saringan No. 10 atau No. 40.

- b. Peroleh contoh dengan pemisah contoh atau cara perempat dari bahan lewat saringan No. 4 atau No. 10. Benda uji dalam keadaan kering oven tidak boleh kurang dari 10 gram untuk botol ukur dan 50 gram untuk picnometer.
- c. Keringkan benda uji pada temperatur $105^{\circ} - 110^{\circ} \text{ C}$ dan dinginkan sesudah itu dalam desikator. Atau benda uji dalam keadaan tidak dikeringkan.

3) Pelaksanaan

- a. Cuci picnometer dengan air suling dan keringkan. Timbang picnometer dengan tutupnya, dengan ketelitian 0,01 gram (w_1).
- b. Masukkan benda uji ke dalam picnometer dan timbang beserta tutupnya dengan ketelitian 0,01 gram (w_2).
- c. Tambahkan air suling sehingga picnometer terisi dua pertiga tinggi picnometer untuk bahan yang mengandung lempung diamkan benda uji terendam paling sedikit 24 jam.
- d. Didihkan isi picnometer dengan hati-hati selama minimal 10 menit, dan miringkan botol sekali-kali untuk membantu mempercepat pengeluaran udara yang terserap.
- e. Dalam hal mempergunakan pompa vacuum tekanan udara di dalam picnometer atau botol ukur tidak boleh dibawah 100 mm Hg. Kemudian isilah picnometer dengan air suling dan biarkan picnometer beserta isinya untuk mencapai suhu konstan di dalam bejana air atau dalam kamar. Sesudah suhu konstan

tambahkan air suling seperlunya sampai tanda batas luarnya dan timbang dengan ketelitian 0,01 gram (w_3). Ukur suhu dari isi picnometer dengan penelitian 1°C .

f. Bila isi picnometer belum diketahui maka tentunya isinya sebagai berikut, Kosongkan picnometer dan bersihkan. Isi picnometer dengan air suling yang suhunya sama dengan suhu pada $^\circ\text{C}$ dengan ketelitian 1°C dan pasang tutupnya. Keringkan bagian luarnya dan timbang dengan ketelitian 0,01 gram dan dikoreksi terhadap suhu, lihat catatannya (W_4).

g. Pemeriksaan dilakukan ganda.

4) Perhitungan

a. Hitung berat jenis dengan rumus di bawah ini :

$$\begin{aligned} G_s &= \frac{w_2 - w_1}{(w_4 - w_1) (w_3 - w_2)} \\ &= \frac{288.09 - 173.67}{(672.08 - 173.67) (742.08 - 742.08)} \end{aligned}$$

$$G_s = 2,572$$

Dimana :

w_1 = berat picnometer (gram)

w_2 = berat picnometer dan bahan kering (gram)

w_3 = berat picnometer, bahan, dan air (gram)

w_4 = berat picnometer dan air (gram)

Hitungan di atas merupakan salah satu contoh perhitungan Specific Gravity hitungan selengkapnya tertera pada Bab IV.

b. Ambil harga rata-rata pemeriksaan tersebut.

Tabel 3.4. Typical Specific Gravity of Soil Solids

Type of soil	Specific Gravity (SG)
Quartz Sand	2,60 – 2,65
Silty Sand	2,65 – 2,67
Inorganic Clay	2,70 – 2,85
Illite Clay	2,64 – 2,84
Kaolinitic Clay	2,60 – 2,68
Montmorillonite Clay	2,20 – 2,74
Chlorite Clay	2,60 – 2,90
Muscovite Clay	2,70 – 3,10
Pulp Fiber	1,54
Organic Soil	- variable

3.6.3. Kepadatan Standar (Compaction Test)

Pemadatan tanah adalah suatu proses dimana pori-pori tanah dikurangi dan udara dikeluarkan secara mekanis. Suatu pemadatan tanah adalah juga merupakan suatu usaha (energi) yang dilakukan pada massa tanah. Suatu pemadatan (Compactive Effort = CE) yang dilakukan tersebut adalah merupakan fungsi dari variabel-variabel berikut :

$$CE = \frac{W.H.L.B}{V}$$

CE = Compactive Effort (ft.lb / ft³)

W = berat hammer atau rammer (lb)

- H = tinggi jatuh (inch)
- L = jumlah lapisan (layer)
- B = jumlah pukulan per layer
- V = volume tanah (ft³)

Pemadatan yang dilaksanakan di laboratorium pada umumnya terdiri dari dua macam (kelompok), yaitu :

1. Standart Proctor – AASHTO T.99 (ASTM D.698)
2. Modified Proctor – AASHTO T.180 (ASTM D.1557)

Tabel 3.5. Tabel CBR Test

Test Identification	AASHTO T.99 (ASTM D.698)		AASHTO T.180 (ASTM D.1557)	
	4"	6"	4"	6"
Diameter mold (inch)	4"	6"	4"	6"
Berat hammer (lb)	5,5	5,5	10	10
Tinggi jatuh (inch)	12	12	18	18
Jumlah lapisan (layer)	3	3	5	5
Jumlah pukulan per layer	25	56	25	56
CE (ft.lb/ft ³)	12,375	12,375	56,250	56,250
Ukuran butiran maksimum lolos	No. 4 (3/4")	No. 4 (3/4")	No. 4 (3/4")	No. 4 (3/4")

Hasil dari suatu kepadatan tanah bergantung pada kadar airnya. Untuk membuat suatu hubungan tersebut, dibuat beberapa contoh tanah (4 sampai 6 sampel) dengan kadar air yang berbeda-beda (dengan perbedaan sekitar 4%).

1) Maksud

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah dengan memadatkan di dalam cetakan dengan menggunakan alat

penumbuk 2,5 kg, dan tinggi jatuh 30 cm (12"). Pemeriksaan kepadatan dapat dilakukan dengan 4 cara :

- Cara A : cetakan diameter 102 mm (4").bahan saringan 4,75 mm (no. 4)
- Cara B : cetakan diameter 125 mm (6").bahan saringan 4,75 mm (no. 4)
- Cara C : cetakan diameter 102 mm (4").bahan saringan 19,00 mm (3/4")
- Cara D : cetakan diameter 125 mm (6").bahan saringan 19,00 mm (3/4")

Bila tidak ditentukan cara yang harus dilakukan, maka ditetapkan cara A atau cara D.

2) Peralatan

- a. Cetakan diameter 102 mm (4"), kapasitas $0,000943 \pm 0,000008 \text{ m}^3$ ($0,0333\text{K} \pm 0,0003 \text{ cu.ft}$) dengan diameter dalam $101,6 \pm 0,40$ ($4,000'' \pm 0,016''$) tinggi $116,43 \pm 0,1270 \text{ mm}$ ($4,584'' \pm 0,005''$).
- b. Cetakan diameter 152 mm (6"), kapasitas $0,002124 \pm 0,000021 \text{ m}^3$ ($0,07500 \pm 0,00075 \text{ cu.ft}$) dengan diameter dalam $152,4 \pm 0,660 \text{ mm}$ ($6,000'' \pm 0,024''$) tinggi $116,43 \pm 0,1270 \text{ mm}$ ($4,584'' \pm 0,005''$).

Cetakan harus dari logam yang mempunyai dinding teguh dan dibuat sesuai dengan ukuran di atas. Cetakan harus dilengkapi dengan leher sambung, dibuat dengan bahan yang sama dengan tinggi lebih kurang 60 mm ($2 \frac{3}{8}''$) yang dipasang kuat-kuat dan dapat dilepaskan. Cetakan-cetakan yang telah diperlukan beberapa lama sehingga tidak memenuhi

syarat toleransi di atas, masih dapat diperlukan bila toleransi tersebut tidak dilampaui lebih dari 50%.

- c. Alat tumbuk tangan dari logam yang mempunyai permukaan tumbuk rata, diameter $50,8 + 0,127$ mm ($2,000'' \pm 0,005''$) berat $2,495 \pm 0,009$ kg ($5,50 \pm 0,02$ lb) dilengkapi dengan selubung yang bisa mengatur tinggi jatuh secara bebas setinggi $304,8 \pm 1,524$ mm ($12,00'' \pm 0,006$). Selubung harus sedikitnya mempunyai 2 - 4 buah lubang udara yang berdiameter tidak lebih dari 9,5 mm ($3/8''$), dengan poros tegak lurus satu sama lain berjarak 19 mm dari kedua ujung. Selubung harus cukup longgar sehingga batang penumbuk bisa jatuh bebas tidak terganggu. Dapat juga dipergunakan alat tumbuk mekanik dari logam yang dilengkapi pengontrol tinggi jatuh bebas secara merata di atas permukaan. Alat penumbuk harus mempunyai permukaan tumbuk yang rata-rata berdiameter $50,8 \pm 0,127$ mm ($2,000 \pm 0,05''$) dan berat $2,495 \pm 0,009$ kg ($5,30 \pm 0,02$ lbs).
- d. Alat pengeluar contoh.
- e. Timbangan kapasitas 11,5 kg dengan ketelitian 5 gram.
- f. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi sampai $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$.
- g. Alat perata dari besi (straight egde) sepanjang 25 cm, salah satu sisi memanjang harus tajam dan sisi lain datar (0,01% dari panjang)

- h. Saringan 50 mm (2"), 19mm (3/4"), dan 4,75 mm (no.4).
- i. Talam alat pengaduk dan sendok.



Gambar 3.5. Alat Compaction Test

3) Benda Uji

- a. Bila contoh tanah yang diterima dari lapangan masih dalam keadaan lembab (clump), keringkan contoh tersebut menjadi gembur. Pengeringan contoh tersebut menjadi gembur. Pengeringan dapat dilakukan di udara atau dengan alat pengering lainnya dengan suhu tidak lebih dari 60°C.
- b. Tanah yang sudah gembur disaring dengan saringan 4.75 mm (no.4) untuk cara A dan B, serta untuk saringan 19 mm (3/4") untuk cara C dan D.
- c. Jumlah contoh yang sesuai untuk cara pemeriksaan adalah 5 contoh masing – masing sebanyak 2 kg.

- d. 3 contoh dengan kadar air kira – kira dibawah optimum.
- e. 3 contoh dengan kadar air dari benda uji masing – masing antara 1-3%

4) Pelaksanaan Standart Proctor.

- a. Timbang cetakan diameter 102 mm (4 “) dan keping alas (B_1 gram).
- b. Cetakan leher dan keping alas dipasang menjadi satu dan tempatkan pada landasan yang kokoh.
- c. Ambil salah satu contoh diaduk dan dipadatkan didalam cetakan dengan cara sebagai berikut :

Jumlah seluruh tanah yang diratakan setelah leher dilepas tidak dari 0,5 cm.
Pemadatan dilakukan dengan alat penumbuk standart 2,5 kg (5,5 lb) dengan tinggi jatuh 30,5 cm (12”). Tanah dipadatkan dalam 25 tumbukan.
- d. Potong kelebihan tanah dari bagian keliling leher dengan pisau dan lepaskan leher sambung. Pergunakan alat untuk meratakan kelebihan tanah sehingga betul-betul rata dengan permukaan cetakan.
- e. Timbang cetakan berisi benda uji beserta keping alas dengan ketelitian 5 gram (b_2 gram)
- f. Keluarkan benda uji tersebut dari cetakan dengan mempergunakan alat pengeluar benda uji (extruder) dan potong sebagian dari benda uji pada keseluruhan tingginya pemeriksaan kadar air. Tentukan kadar air (w) dari benda uji.

5) Perhitungan

a. Dari percobaan tersebut dibuat grafik yang menggambarkan hubungan antara kepadatan kering (γ_{dry}) dan kadar air (w), sehingga dari grafik tersebut dapat diperoleh kepadatan kering maksimum ($\gamma_{dry\ max}$) pada kadar air optimum (w_{opt}). Dengan demikian dapat diperoleh petunjuk bahwa suatu tanah yang dipadatkan dengan kadar air lebih dari w_{opt} akan menghasilkan nilai kepadatan kering yang lebih kecil dari $\gamma_{dry\ max}$.

b. Hitung berat isi tanah basah dengan mempergunakan rumus sebagai berikut :

$$\gamma = \frac{B_1 - B_2}{V} \text{ (gram/cm}^3\text{)}$$

$$\gamma = \text{berat isi basah (gram/ cm}^3\text{)}$$

$$B_1 = \text{berat cetakan dan keping alas (gram)}$$

$$B_2 = \text{berat cetakan, keping alas dan benda uji (gram)}$$

$$V = \text{isi cetakan (cm}^3\text{)}$$

Contoh :

$$\gamma = \frac{1462 - 1776}{936.9} \text{ (gram / cm}^3\text{)}$$

$$\gamma = 1.56 \text{ gram/cm}^3$$

c. Hitung berat isi kering dengan rumus :

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + \frac{W}{100}} \text{ (gram/cm}^3\text{)}$$

γ_d = berat isi kering (gram/ cm³)

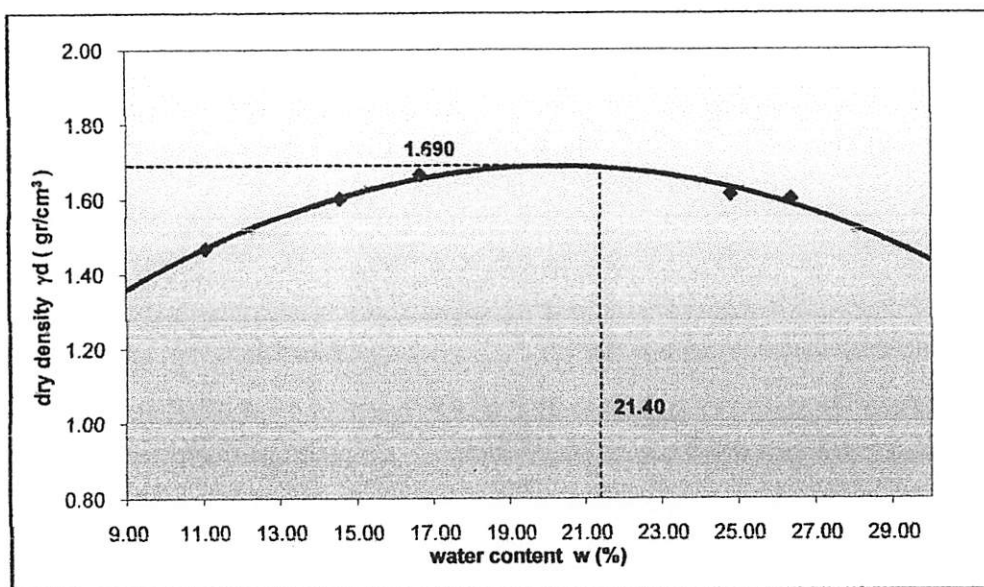
W = kadar air (%)

Contoh :

$$\gamma_d = \frac{1.56}{1 + \frac{16,77}{100}} \text{ (gram/cm}^3\text{)}$$

$$\gamma_d = 1,389 \text{ gram/cm}^3$$

Hitungan diatas merupakan salah satu dari contoh perhitungan compaction test, hitungan selengkapnya tertera pada Bab IV.



Gambar 3.6. Grafik Compaction Test

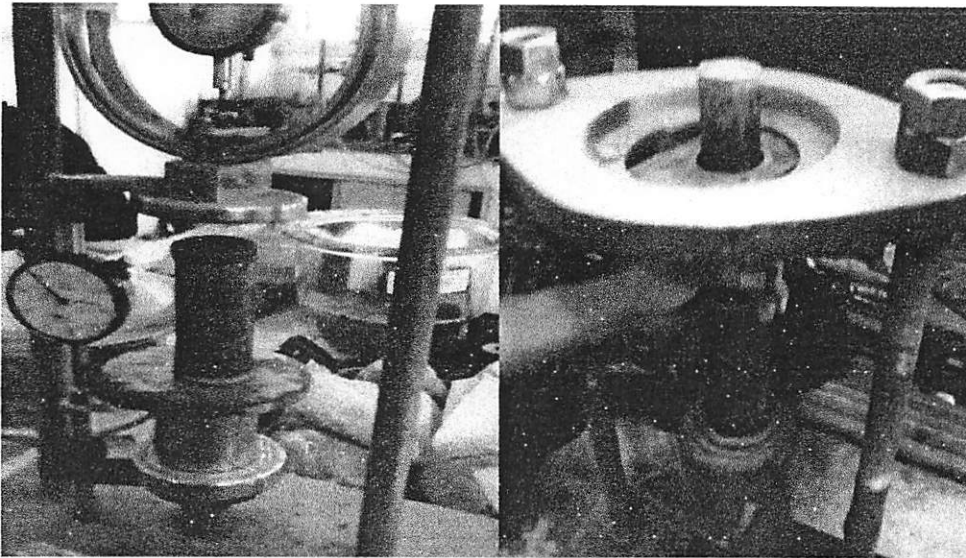
3.6.4. Pemeriksaan Kuat Tekan Bebas (Unconfined Test Compressive Strength) (AASHTO T – 208 – 70) (ASTM – 2166 -66)

1) Maksud

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan besarnya kekuatan tekan bebas contoh tanah dan batuan yang bersifat kohesif dalam keadaan asli atau buatan (remolded). Yang dimaksud dengan kekuatan tekan bebas ialah besarnya aksial persatuan luas per saat benda uji mengalami keruntuhan atau saat regangan aksialnya mencapai 20 %.

2) Peralatan

- Mesin tekan bebas (Unconfined Compressive Machine).
- Alat untuk mengeluarkan contoh (extruder)
- Cetakan benda uji berbentuk silinder dengan tinggi 2 kali diameter.
- Pisau tipis dan talam.
- Neraca dengan ketelitian 0,1 gram.
- Pisau kawat.
- Stopwatch.



Gambar 3.7. Alat Unconfined Test

3) Benda Uji

- Benda uji yang digunakan berbentuk silinder.
- Benda uji mempunyai diameter minimal 3,3 cm dan tingginya 2 kali diameter. Biasanya dipergunakan benda uji dengan diameter 6 cm dan tinggi 13,6 cm.
- Untuk benda uji berdiameter 3,3 cm dan besar butir maksimum yang terkandung dalam benda uji harus 0,1 diameter benda uji. Untuk benda uji berdiameter 6,8 cm, besar butir maksimum yang terkandung dalam benda uji harus $1/6$ diameter benda uji. Jika setelah pemeriksaan ternyata dijumpai butir yang daripada ketentuan tersebut hal ini dicantumkan dalam laporan.
- Menyiapkan benda uji :

- a. Benda uji asli dari tabung contoh. Contoh dikeluarkan dari tabung dengan pisau kawat dan diratakan dengan pisau. Alat cetak yang berisi benda uji didirikan dengan ujung yang sudah dibentuk di atas alas yang rata, kemudian ujung sebelah atas diratakan dengan pisau. Keluarkan benda uji dari alat cetak.
- b. Benda uji buatan. Bisa dipersiapkan dari benda uji bekas atau dari contoh lain yang tidak asli. Dalam hal ini, menggunakan benda uji bekas menyiapkan benda uji asli dari tabung contoh, benda uji tersebut dimasukkan dalam kantong plastik, kemudian diremas dengan jari sampai merata. Pekerjaan tersebut harus dilakukan dengan hati-hati untuk mencegah udara masuk, memperoleh kepadatan yang merata dan penguapan air. Padatkan benda uji tersebut pada cetakan. Apabila menggunakan benda uji contoh asli lain, benda uji dapat disiapkan dengan kadar dan kepadatan yang ditentukan lebih dahulu. Jika dikehendaki benda uji tersebut dapat dijenuhkan lebih dahulu sebelum diperiksa.

4) Pelaksanaan

- a. Pemeriksaan tekan bebas dengan cara mengontrol regangan.
- b. Timbang benda uji dengan ketelitian 0,1 gram. Letakkan benda uji pada mesin tekan bebas secara sentris atau mesin diatur sehingga plat atas menyentuh permukaan benda uji.
- c. Atur jarum arloji tegangan pada angka nol. Atur kedudukan arloji regangan dan arloji pada angka nol.

- d. Pembacaan beban dilakukan pada regangan-regangan 0,5 % ; 1% ; 2% dan seterusnya dengan kecepatan regangan sebesar 0,5 – 2% per menit. Biasanya diambil 1% per menit.
- e. Percobaan ini dilakukan terus sampai benda uji mengalami keruntuhan. Keruntuhan ini dapat dilihat dari makin kecilnya beban walaupun regangan makin besar.
- f. Jika regangan telah mencapai 20% tetapi benda uji belum runtuh, maka pekerjaan dihentikan.

5) Perhitungan

- a. Besar regangan aksial dihitung dengan rumus :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\%$$

$$\varepsilon = \frac{7,00}{7,10} \times 100\%$$

$$\varepsilon = 0,986 \%$$

Dimana : ε = regangan aksial (%)

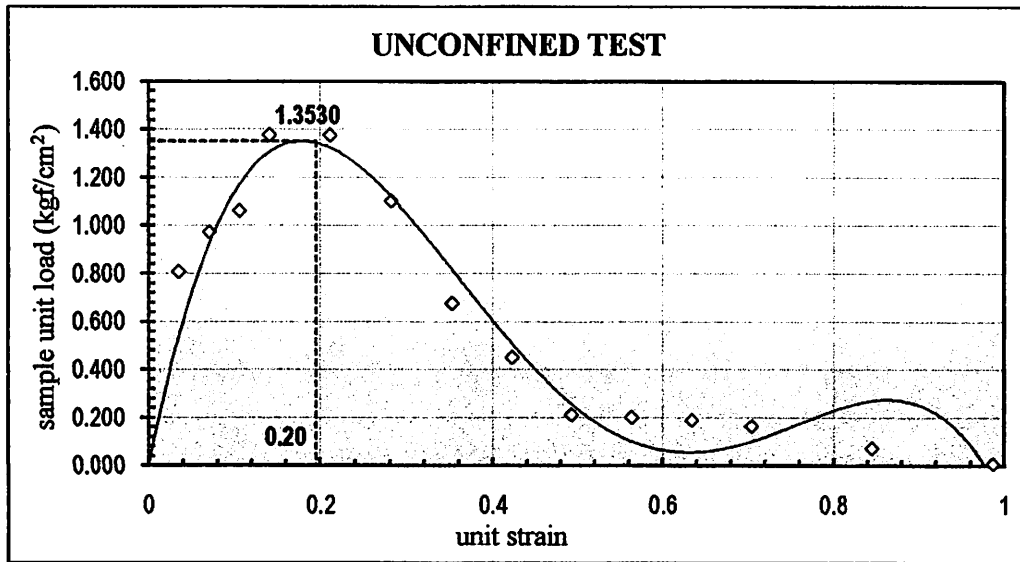
ΔL = perubahan panjang benda uji (cm)

L_0 = panjang benda uji semula (cm)

Hitungan diatas merupakan salah satu dari contoh perhitungan Unconfined test, hitungan selengkapnya tertera pada Bab IV.

- b. Gambarkan grafik hubungan antara regangan dan tegangan, tegangan sebagai

ordinat dan regangan sebagai absis dan tentukan harga maksimum dari tegangan.



Gambar 3.8. Grafik Unconfined Test

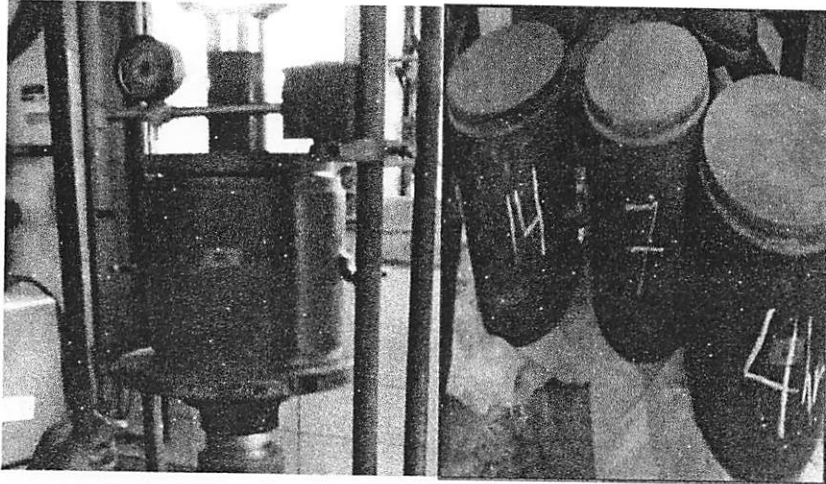
3.6.5. Pemeriksaan CBR Laboratorium.

1) Maksud

Metoda pengujian CBR dimaksudkan untuk mendapatkan daya dukung relatif (CBR) tanah dan tanah agregat untuk desain perkerasan. Bahan yang akan diuji terlebih dahulu dipadatkan pada kadar optimum di dalam cetakan diameter 152 mm (6 in) dengan menggunakan penumbuk yang beratnya 2,49 kg (5,5 lb) dan mempunyai tinggi jatuh 305 mm (18 in). Pengujian CBR berguna untuk mengevaluasi tanah dasar serta bahan untuk lapis pondasi bawah dan lapis pondasi atas yang mengandung sedikit butir yang tetahan saringan 19 mm (¾ in).

2) Peralatan

- a. Mesin pembebanan (loading device) mesin pembebanan merupakan mesin penekan yang mampu menghasilkan beban yang makin 4,45 kg (10 lbs) dengan kecepatan penetrasi 1,27 mm (0,05 in) per menit.
- b. Cetakan logam berbentuk silinder dengan diameter dalam $152,4 \pm 0,66$ mm ($6 \pm 0,026$ in) dengan tinggi $177,8 \pm 0,66$ mm ($7 \pm 0,005$ in).cetakan harus dilengkapi dengan leher sambung dengan 51mm (2 in) dan keping lubang tidak lebih dari 1,59mm (1/16 in).
- c. Piringan pemisah dari logam (spacer disk) dengan diameter $150,8 \pm 0,8$ mm ($5,9375 \pm 0,03125$ in) dan tebal $61,4 \pm 0,1$ mm ($2,416 \pm 0,005$ in).
- d. Alat penumbuk sesuai dengan cara pemeriksaan pemadatan.
- e. Alat pengukur pengembangan (swell) terdiri dari keping pengembangan yang berlubang–lubang batang pengatur tripod logam dan arloji penunjuk.
- f. Keping beban dengan berat 2,27kg (5lb) diameter 149,2 (5 7/8 in) dengan lubang tengah diameter 54,0mm (2 1/8 in).
- g. Torak penetrasi dari logam berdiameter 49,5mm (1,95 in) luas 1935 mm^2



Gambar 3.9. Alat California Bearing Test

3) Benda Uji

Benda uji dipersiapkan menurut cara pemeriksaan kepadatan standart :

- a. Ambil contoh ± 5 kg untuk tanah atau $\pm 5,5$, kg untuk tanah ditambah dengan agregat.
- b. Campur bahan tersebut dengan air (kadar air optimum pemadatan) atau kadar air lain yang dikehendaki.
- c. Pasang cetakan pada keping alas timbang, masukkan piringan pemisah (spacerdisk) diatas keping alas dan pasang kertas saring diatasnya.
- d. Padatkan sesuai dengan cara B atau D (pemadatan). Untuk benda uji non random periksa dahulu kadar airnya sebelum dipadatkan sedangkan untuk benda uji non rendam pemeriksaan kadar air dilaksanakan setelah benda

- e. Buka sambungan dan ratakan dengan alat perata, tambal lubang-lubang yang mungkin terjadi pada permukaan. Keluarkan piringan pemisah.
- f. Untuk pemeriksaan CBR non rendam.

Untuk CBR rendam sebagai berikut :

- Pasang keping pengemban diatas permukaan uji.
- Pasang keping pemberat (4,5) kg.
- Rendam cetakan beserta beban didalam air sehingga air dapat meresap dari atas maupun bawah.
- Pasang standar bersama arloji pengukur pengembangan.
- Catat pembacaan pertama dan biarkan benda uji selama 96 jam.
Permukaan air $\pm 2,5$ cm diatas benda uji.
- Keluarkan cetakan pada bak air dan miringkan selama 15 menit.
- Ambil beban dari keping alas.

4) Pelaksanaan

- a. Letakkan keling pemberat di atas permukaan uji.
- b. Untuk benda uji rendam, beban disamakan dengan pada saat perendaman pertama. Letakkan keping pemberat untuk mencegah pengembangan permukaan benda uji.
- c. Atur torak penetrasi sehingga arloji beban menunjukkan beban permukaan sebesar 4,5 kg. Pembebanan permulaan ini diperlukan untuk menjamin benda sentuh yang sempurna antara torak dan permukaan

benda uji.

- d. Berikan pembebanan dengan teratur sehingga kecepatan penetrasi mendekati kecepatan 1,27 mm / menit atau (0,05 in) permenit. Catat sesuai tabel pemeriksaan CBR.
- e. Catat beban maksimum bila pembebanan maksimum terjadi sebelum terjadi penetrasi 12,5 mm.
- f. Keluarkan benda uji dan tentukan kadar air dari lapisan atas benda uji setebal 25,4 mm.
- g. Bila diperlukan kadar air rata-rata maka ambil contoh dari lapisan kedalaman.

5) Perhitungan

- a. Pengembangan (swell) ialah perbandingan antara perubahan tinggi selama perendaman terhadap tinggi benda uji semula, dinyatakan dalam prosen.
- b. Ubah satuan pembebanan dari kg menjadi lb dan gambarkan grafik beban terhadap penetrasi. Pada beberapa keadaan, permulaan dari kurva beban cekung akibat ketidakteraturan permukaan, atau sebab-sebab lain. Dalam keadaan ini, titik nolnya harus dikoreksi.
- c. Dengan menggunakan harga beban yang dikoreksi pada penetrasi beban standar (masing-masing 70,31 kg / cm² (1000 psi) dan 105,47 kg / cm² (1500 psi) dikalikan 100 harga CBR diambil harga penetrasi 2,54 mm (0,1 in). Umumnya harga CBR diambil pada penetrasi 0,1 in. Bila harga

yang didapat pada penetrasi 0,2 ternyata lebih besar, maka percobaan tersebut harus diulang. Dan apabila percobaan ulangan ini masih tetap menghasilkan nilai CBR 1,2 in > 0,1 in, maka diambil harga CBR pada penetrasi 0,2 in. Bila beban maksimum dicapai pada penetrasi sebelum 0,2 in, maka harga CBR diambil dari beban maksimum dengan beban standar yang sesuai.

- d. Nilai CBR pada masing- masing benda uji dapat dihitung :

$$CBR_{0,1} = \frac{\text{Beban benda uji saat piston menembus } 0,1''}{3 \times 1000} \times 100\%$$

$$CBR_{0,2} = \frac{\text{Beban benda uji saat piston menembus } 0,2''}{3 \times 1500} \times 100\%$$

Jika harga standart unit load pada penetrasi 0,1 in = 1000 psi, maka harga standart unit load pada penetrasi 0,3 in; 0,4 in; 0,5 in adalah masing-masing 1900; 2300; dan 2600 psi.

Beban (load) didapat dari hasil pembacaan dial penetrasi yang kemudian diubah dengan grafik calibration proving ring. Test unit load (psi) = Tegangan

(σ)

$$\sigma = \frac{M \times LRC}{A}$$

A = luas piston = 3 inch

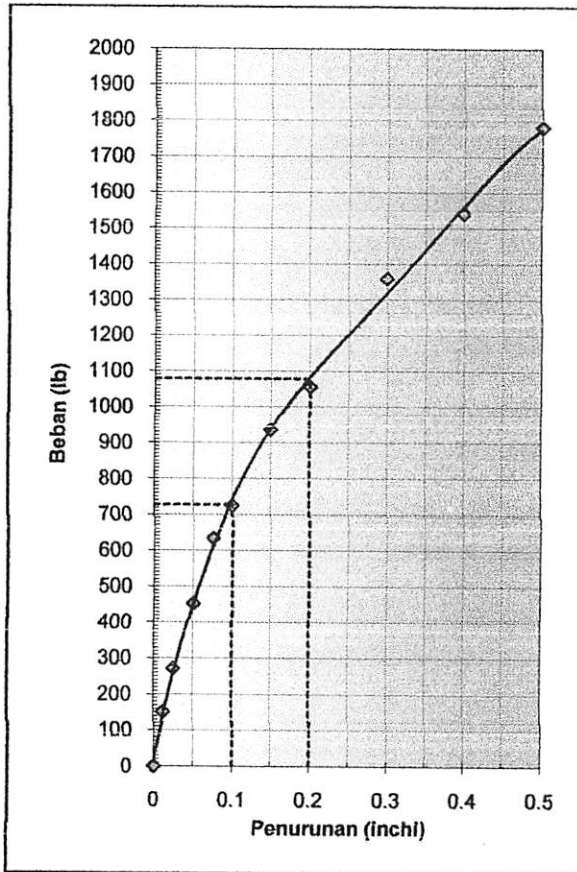
M = pembacaan dial

LRC = faktor kalibrasi = 24 lbs

e. CBR Grafik :

- Hubungan antara pembebanan dengan penetrasi. Koreksi letak titik nol jika permulaan dari kurva yang terjadi berbentuk cekung.
- Hubungan berat isi kering (γ_d) dengan water content (w).
- Hubungan berat isi kering (γ_d) dan nilai CBR dibandingkan dengan 90 % γ_d maks dan optimum moisture content (OMC). Dari grafik ini dapat ditentukan CBR desain untuk contoh tanah tersebut.

Contoh :



Gambar 4.10. Grafik California Bearing Test

$$CBR_{0,1''} = \frac{728}{3 \times 1000} \times 100\%$$

$$= 24.27\%$$

$$CBR_{0,1''} = \frac{1080}{3 \times 1500} \times 100\%$$

$$= 24.00\%$$

Hitungan diatas merupakan salah satu dari contoh perhitungan California Bearing Ratio Test, hitungan selengkapnya tertera pada Bab IV.



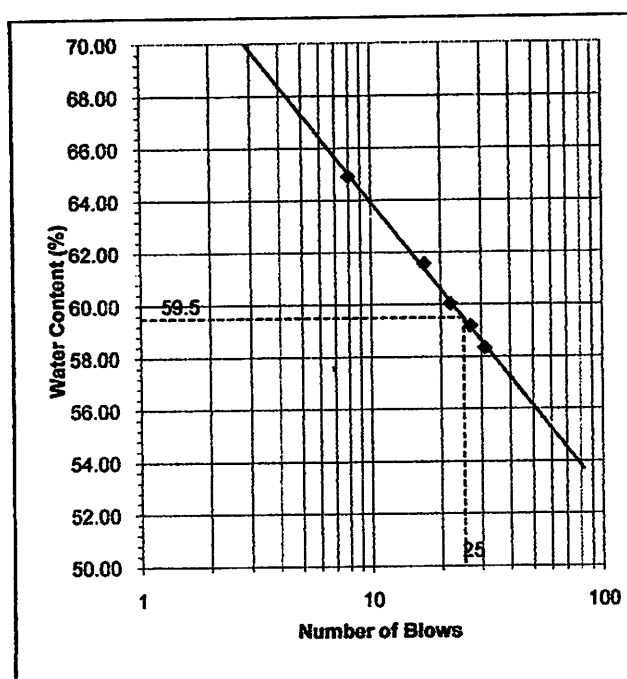
BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil pengujian Tanah Lempung Normal

Dari hasil Pemeriksaan di laboratorium mekanika tanah ITN untuk identifikasi terhadap contoh tanah yang diambil dari Desa Slamparejo Jabung - Malang, maka diperoleh data – data sebagai berikut :

4.1.1. Pemeriksaan Plasticity Index (PI)



Gambar 4.1. Grafik *Plasticity Index* (PI)

Dari Percobaan didapat :

Liquid Limit = 59.50 %

Plastic Limit = 51.49 %

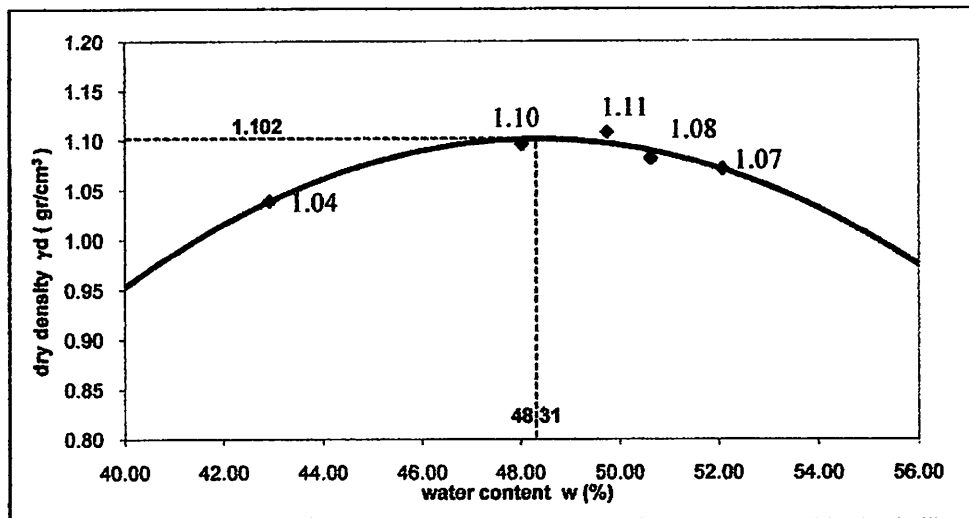
Plastic Index = 8.01 %

4.1.2. Pemeriksaan Berat Jenis

Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Berat Jenis Tanah Lempung Normal

Kode		P-1	P-2	P-3
Nomor Botol		1	2	3
Berat Botol + Tanah (W_2)	gr	253.22	229.09	257.93
Berat Botol (W_1)	gr	168.76	153.00	176.28
Berat Tanah ($W_2 - W_1$)	gr	84.46	76.09	81.65
Suhu (T)	°C	25	25	25
Berat Botol + Air pada T (W_4)	gr	666.37	651.28	674.16
$W_2 - W_1 + W_4$	gr	750.83	727.37	755.81
Berat Botol + Air + Tanah (W_3)	gr	716.42	696.38	722.88
Faktor Koreksi Suhu		0.9986	0.9986	0.9986
Isi Tanah ($W_2 - W_1$) + ($W_4 - W_3$)	cm ³	34.41	30.99	32.93
Berat Jenis Tanah		2.451	2.452	2.476
Rata-rata		2.460		

4.1.3. Pemeriksaan Kepadatan Standar (Compaction Test)

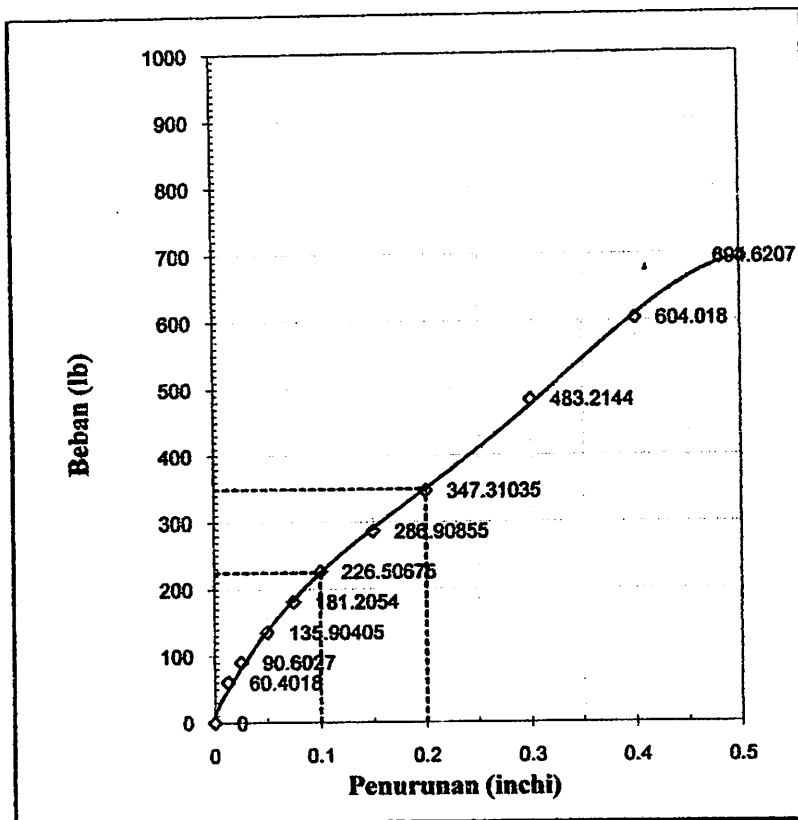


Gambar 4.2. Grafik Kepadatan Standar (compaction Test)

Kesimpulan : Kepadatan kering (dry density) = 1,102 gr/cm^3 dan kadar air (w)

optimum = 48,31%

4.1.4. Pemeriksaan California Bearing Ratio Test Laboratorium.



Gambar 4.3. Grafik California Bearing Test

KADAR AIR	5T	3	15
Tanah basah+cawan (gr)	47.57	48.88	42.00
Tanah kering+cawan (gr)	38.56	39.24	34.51
Berat cawan (gr)	16.30	15.79	15.44
Berat air (gr)	9.01	9.64	7.49
Berat tanah kering (gr)	22.26	23.45	19.07
Kadar air (%)	40.48	41.11	39.28
Rata-rata	40.29 %		

$$CBR_{0,1} = \frac{225}{3 \times 1000} \times 100 \%$$

$$= 7.50 \%$$

$$CBR_{0,2} = \frac{350}{3 \times 1500} \times 100 \%$$

$$= 7.78 \%$$

Rata - rata = 7.64 %

4.2. Hasil Pegujian Tanah Asli Lempung Lapindo

Dari hasil Pemeriksaan *Plasticity Index* (PI) di laboratorium mekanika tanah ITN untuk identifikasi terhadap contoh tanah yang diambil dari Kawasan Lumpur Lapindo Sidoarjo, maka diperoleh data – data sebagai berikut :

Tabel 4.2. Hasil pemeriksaan *Plasticity Index* (PI)

No.	Sifat – sifat teknis	Satuan	Benda Uji
1	Batas Cair (LL)	%	66.30
2	Batas Plastis (PL)	%	30.69
3	<i>Plasticity Index</i> (PI)	%	35.61

Dengan nilai plasticity Index (PI) sebesar 35.69 % membuktikan bahwa contoh tanah asli yang di uji termasuk kedalam kriteria tanah ekspansif. Hal ini dapat dilihat pada tabel 2.5. yang menyatakan bahwa tanah dengan Plasticity Index (PI) > 32 memiliki masalah ekspansif.

4.3. Hasil Pengujian Campuran Tanah Asli + Semen

4.3.1. *Pemeriksaan Plasticity Index* (PI)

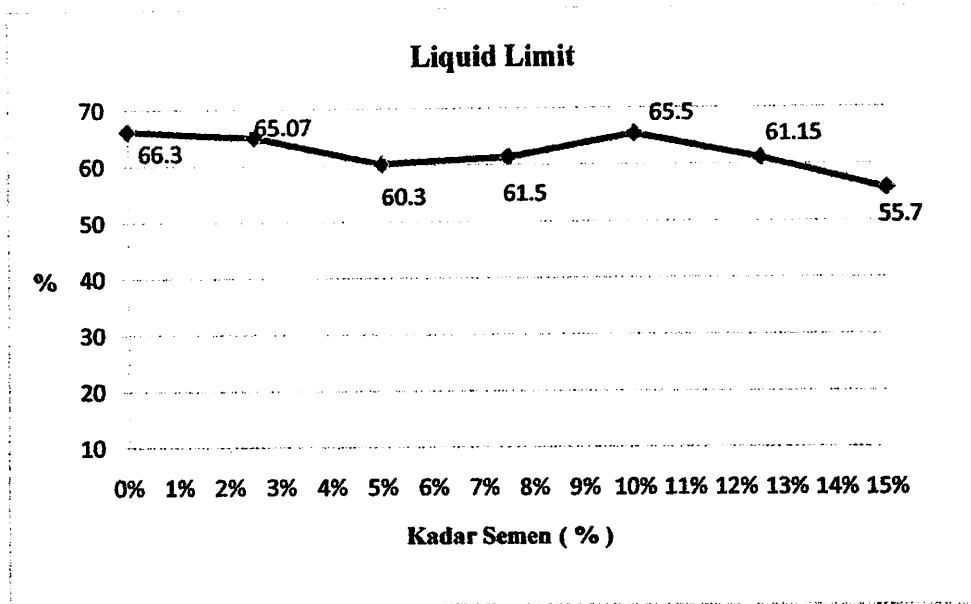
Indeks plastisitas merupakan selisih antara batas cair dan batas plastis.

Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.3. Hasil Pemeriksaan *Plasticity Index* (PI) + Semen

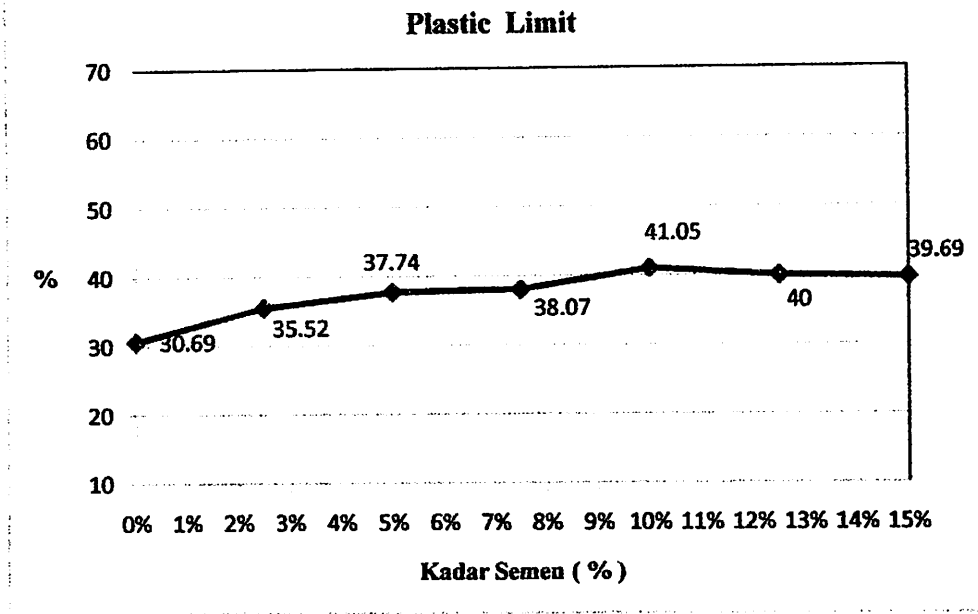
No	Pengujian	Satuan	Variasi Campuran Semen						
			0%	2.5 %	5%	7.5%	10%	12.5%	15%
1	Batas Cair (LL)	%	66.30	65.07	60.30	61.50	65.50	61.15	55.70
2	Batas Plastis (PL)	%	30.69	35.52	37.74	38.07	41.05	40	39.69
3	<i>Plasticity Index</i> (PI)	%	35.61	29.55	22.56	23.43	24.45	21.15	16.01

Dari table di atas dapat dibuat grafik antara plasticity index dengan penambahan prosentase semen :



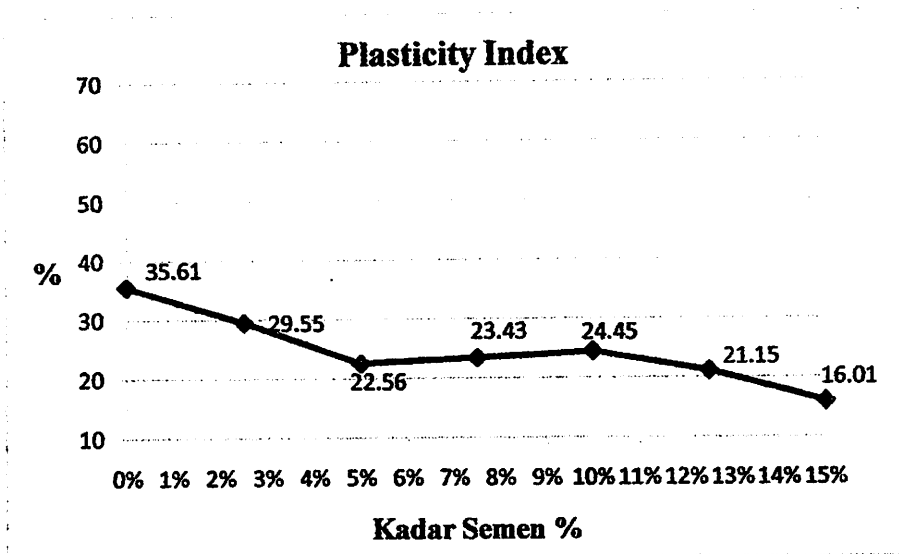
Gambar 4.4. Hubungan antara prosentase penambahan semen dengan nilai batas cair

Dari grafik batas cair (LL) pada kondisi penambahan semen 0% nilai LL-nya sebesar 66.3% sedangkan pada penambahan semen 2.5% dengan nilai LL sebesar 65.07% pada prosentase semen 5% nilai LL sebesar 60.03%, pada prosentase semen 7.5% mengalami kenaikan dengan nilai 61.5%. kemudian pada prosentase 10% mengalami kenaikan batas cair dengan nilai 65%, pada prosentase semen 12.5% mengalami penurunan dengan nilai 61.15%, dan seterusnya terjadi penurunan pada prosentase semen 15% dengan nilai 55.7%. grafik menurun akibat campuran semen dengan tanah Lempung Lapindo yang mudah menyerap air mengakibatkan kadar air semakin menyusut akibat penyerapan diakibatkan penambahan prosentase semen.



Gambar 4.5. Hubungan antara prosentase penambahan semen dengan nilai batas plastis

Pada grafik batas plastis (PL) semula dari 0% dengan nilai PL sebesar 30.69% sampai 7.5% nilai PL terus mengalami kenaikan dan mengalami batas plastis optimum pada prosentase semen 10% dengan nilai 41.05%, hal ini disebabkan oleh pengikatan antara semen dan tanah lempung Lapindo. Tapi setelah prosentase semen 12.5% mengalami penurunan dengan nilai 40.00%, dan seterusnya terjadi pada prosentase semen 15% dengan nilai 39.69%, hal ini disebabkan oleh memudarnya atau memisahkannya pengikatan semen dan tanah Lempung Lapindo.



Gambar 4.6. Hubungan antara prosentase penambahan semen dengan nilai Indeks plastisitas

Indekx plastisitas (PI) adalah batas cair dikurangi batas plastis ($PI = LL - PL$). Nilai PI sangat tergantung oleh nilai batas cair dan batas plastis. Penambahan prosentase semen dapat menurunkan batas cair dan menaikkan batas plastis, maka indeks plastisitasnya akan menurun. Penurunan tersebut dapat dilihat pada gambar 4.3 di atas.

Nilai indeks plastisitas sangat menentukan klasifikasi potensi pengembangan tanah. Semakin besar nilai indeks plastisitas campuran tanah lempung dan semen, semakin besar pula potensi pengembangan tanah tersebut.

Semakin menurun nilai indeks plastisitas campuran tanah lempung dan semen, potensi pengembangan semakin berkurang. Penurunan sifat plastisitas tanah terjadi pada penambahan kadar semen optimum pada 5%.

4.3.2. Pemeriksaan Berat Jenis

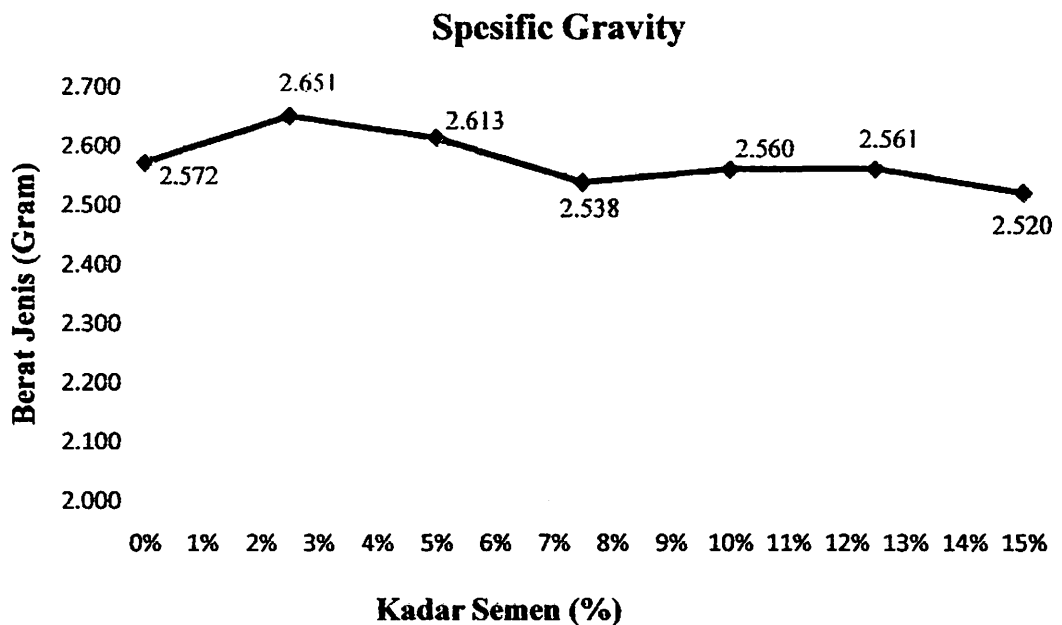
Hasil pengujian berat jenis pada campuran tanah asli dengan *Semen* dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.4. Hasil pemeriksaan berat jenis variasi semen

No.	Sifat-sifat Teknis	Satuan	Variasi Semen (%)						
			0 *)	2.5	5	7.5	10	12.5	15
1.	Berat Jenis (SG)	---	2,572	2.651	2.613	2.538	2.560	2.561	2.520

*) : tanah asli

Dari data tabel di atas dapat di buat tabel antar BJ dengan penambahan prosentase karbit:



Gambar 4.7. Grafik Berat Jenis dengan Prosentase Penambahan Semen.

Dari grafik diperoleh berat jenis pada penambahan prosentase semen 0 % nilai berat jenisnya sebesar 2.572 dan pada penambahan semen 2.5 % nilai berat jenisnya sebesar 2.651 berarti terjadi kenaikan sebesar 0.079. Pada prosentase

semen 5% dengan nilai Berat Jenis sebesar 2.613 dengan penurunan sebesar 0.038, hal yang sama terjadi Pada prosentase 7,5% nilai Berat Jenis sebesar 2.538, dengan penurunan berat jenis sebesar 0,075. Pada prosentase 10% nilai berat jenis sebesar 2.560. Terjadi kenaikan sebesar 0,022, kemudian pada prosentase semen 12,5% dengan nilai berat jenis sebesar 2.561, Sedangkan pada penambahan prosentase semen 15% nilai Bj sebesar 2.520, maka terjadi penurunan dan nilai berat jenis sebelumnya sebesar 0.041. hal ini disebabkan oleh memudar atau memisahkannya pengikatan antara semen dengan tanah Lempung Lapindo.

4.3.3. Pemeriksaan Pemadatan Standar

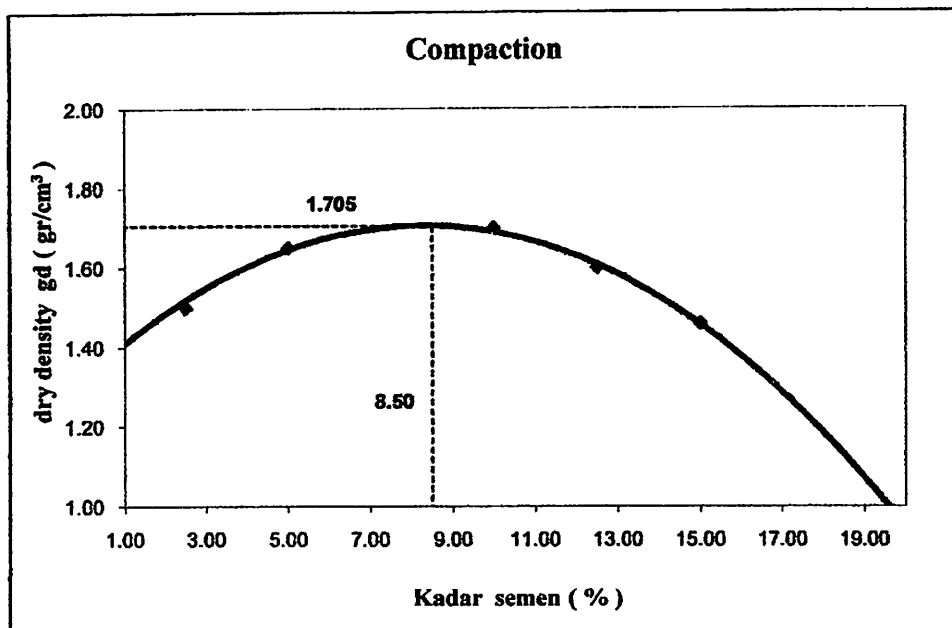
Karakteristik pemadatan standar berupa parameter kadar air optimum dan berat isi kering maksimum dari tanah asli yang dicampur dengan *semen* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.5. Hasil pemeriksaan pemadatan standar

No.	Variasi Semen (%)	Kadar air Optimum (%)	Berat Isi Kering (g/cm ³)
1.	0*)	16.77	1.38
2.	2.5	18.89	1.50
3.	5	20.01	1.64
4.	7.5	21.31	1.40
5.	10	21.40	1.69
6	12,5	23.15	1.57
7	15	24.03	1.45

*) : tanah asli

Prosentase *Semen* optimum yang akan digunakan dalam campuran CBR didapat dan hasil pemeriksaan pada Tabel 4.4. Dengan cara membuat grafik regresi yang menyatakan korelasi antar variasi *semen* terhadap berat isi kering campuran. Grafik dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.8. Grafik Variasi Semen terhadap Berat Isi Kering (γ_d).

Dari gambar grafik di atas dapat dilihat pada penambahan prosentase semen 0% nilai γ_d sebesar 1.38gr/cm^3 setelah ditambahkan variasi semen 2.5% nilai γ_d menjadi sebesar 1.50 gr/cm^3 maka terjadi kenaikan, hal ini terjadi pula pada prosentase penambahan semen 5% dengan nilai γ_d sebesar 1.64gr/cm^3 . Pada prosentase kadar sebesar 7.5% dengan nilai γ_d sebesar 1.40 gr/cm^3 mengalami penurunan, sedangkan pada persentase semen 10% dengan nilai γ_d sebesar 1.69gr/cm , mengalami kenaikan dari penambahan prosentase semen 7.5%, hal ini terjadi juga pada penambahan prosentase semen 12.5% dengan nilai γ_d sebesar

1.57gr/cm dan prosentase semen 15 % dengan nilai γ_d sebesar 1.45 gr/cm. maka dari grafik diperoleh γ_d optimum diambil dan titik puncak dengan nilai γ_d optimum yaitu 1.705 gr/cm terdapat pada prosentase semen 8.5%. Hal ini disebabkan pada prosentase penambahan semen 8.5 % terjadi pengikatan semen dan tanah lempung Lapindo secara optimal mengakibatkan berat isi kering tanah jadi optimum.

4.3.4. Pemeriksaan CBR Laboratorium.

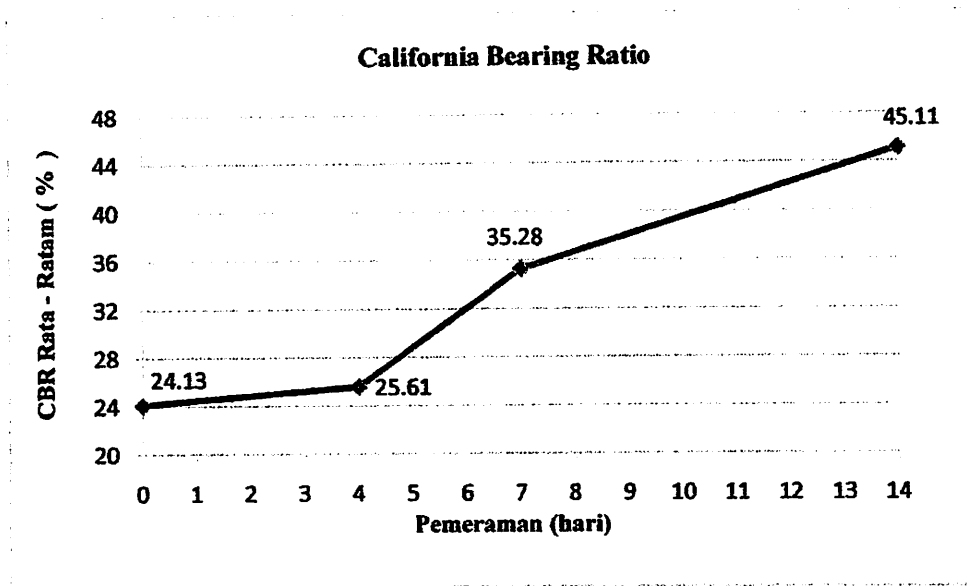
Hasil pemeriksaan CBR Laboratorium dapat dilihat pada Tabel 4.5. Untuk mendapatkan CBR Desain, diambil dari kadar karbit optimum hasil pengujian kepadatan standart diplotkan pada hasil pengujian CBR, dengan variasi pemeraman 0, 4, 7, 14 hari.

Tabel 4.6. Hasil Pemeriksaan CBR campuran tanah asli + semen

Benda uji: 1

No.	Campuran	Pemeraman (hari)	CBR (%)
			56 pk
1.	TA + semen (optimum)	0	24.13
2.	TA + semen (optimum)	4	25.61
3.	TA + semen (optimum)	7	35.28
4.	TA + semen (optimum)	14	45.11

Dari tabel di atas dapat di buat grafik antara nilai waktu pemeraman (hari) sebagai berikut:



Gambar 4.9. Grafik CBR Rata-rata dengan Waktu Pemeraman (hari).

Dari grafik dapat dilihat bahwa pada nilai CBR rata-rata cenderung mengalami penurunan pada pemeraman 0 hari sebesar 24.13 % dan pada kondisi pemeraman 4 hari nilai CBR rata-rata sebesar 25.61 % ini menunjukkan terjadi kenaikan sebesar 1.48% dari nilai CBR rata-rata pemeraman 0 hari. pada pemeraman 7 hari nilai CBR rata-rata sebesar 35.28%. Sedangkan Antara pemeraman 4 hari dan pemeraman 7 hari nilai CBR desain terjadi kenaikan sebesar 9.67 %. seterusnya hal tersebut sama terjadi pada pemeraman 14 hari nilai CBR rata-rata sebesar 45.11 %. Hal ini disebabkan campuran semen yang mengandung alumina yang dapat mengikat tanah sehingga butiran-butiran tanah

menjadi lebih kaku dan waktu proses pemeraman pada tempat kedap udara mengakibatkan tanah semakin kering dan padat.

Terlihat dan grafik dan awal 0 hari pemeraman hingga 14 hari pemeraman tentu mengalami kenaikan. Dari grafik didapat persamaan :

$$y = -0.16x^2 + 1.126x + 17.54 \text{ dan nilai } R^2 = 0.932.$$

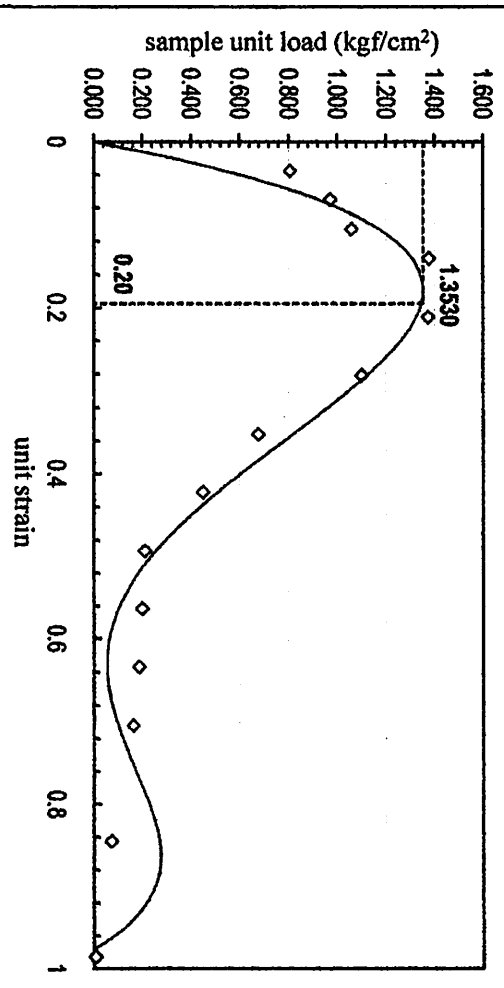
4.3.5. Pemeriksaan Kuat Tekan Bebas (Unconfined Compression Strength)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan besarnya kekuatan tekan bebas contoh tanah dan batuan yang bersifat kohesif dalam keadaan asli atau buatan (remolded). Yang dimaksud dengan kekuatan tekan bebas ialah besarnya aksial persatuan luas per saat benda uji mengalami keruntuhan atau saat regangan aksialnya mencapai 20 %.

Tabel 4.7. Hasil pemeriksaan Keruntuhan Geser

deformation dial reading	load dial (units)	AL col 1. 10^{-2}	unit strain AL/L ₀	area CF 1 - col 4	corrected area A'	total load on sample	sample unit load
1	2	3	4	5	6	7	8
25.00	6.0	0.25	0.035	0.965	10.554	8.520	0.807
50.00	7.5	0.50	0.070	0.930	10.954	10.650	0.972
75.00	8.5	0.75	0.106	0.894	11.386	12.070	1.060
100.00	11.5	1.00	0.141	0.859	11.852	16.330	1.378
150.00	12.5	1.50	0.211	0.789	12.910	17.750	1.375
200.00	11.0	2.00	0.282	0.718	14.176	15.620	1.102
250.00	7.5	2.50	0.352	0.648	15.717	10.650	0.678
300.00	5.6	3.00	0.423	0.577	17.634	7.952.	0.451
350.00	3.0	3.50	0.493	0.507	20.083	4.260	0.212
400.00	3.3	4.00	0.563	0.437	23.322	4.686	0.201
450.00	3.7	4.50	0.634	0.366	27.807	5.254	0.189
500.00	4.0	5.00	0.704	0.296	34.428	5.680	0.165
600.00	3.4	6.00	0.845	0.155	65.726	4.828	0.073
700.00	3.8	7.00	0.986	0.014	722.983	5.396	0.007
800.00							
900.00							
1000.00							
1100.00							
1200.00							
1300.00							
1400.00							
1500.00							

UNCONFINED TEST



Gambar 4.10. Grafik Kual Tekan Bebas (Unconfined Compression Strength)

Dari hasil prosentase rata – rata kadar optimum semen maka didapat nilai qu sebesar 1.353.

4.4. Resume Hasil Pembahasan

1. Dari nilai PI untuk penambahan semen 0% atau tanah murni lempung lapindo sebesar 35.61% menyatakan bahwa tanah dengan *plasticity Index* (PI) > 32 memiliki masalah ekspansif.
 - a. Setelah adanya penambahan semen 2.5% - 5% mengalami penurunan nilai PI. nilai PI untuk prosentase semen 2.5% sebesar 29.55% maka terjadi penurunan sebesar 1.14% hal ini terjadi juga pada prosentase 5% yang mengalami penurunan. Sedangkan pada prosentase 7.5% mengalami kenaikan.
 - b. Pada grafik batas plastis (PL) dari semula penambahan semen 0% dengan nilai PL sebesar 30.69% , nilai PL untuk prosentase semen 2.5% - 7.5% terus naik dan mengalami batas plastis optimum pada prosentase semen 10% dengan nilai PL sebesar 41.05%, tetapi setelah prosentase semen 10% mengalami penurunan pada prosentase 12.5% dengan nilai PL sebesar 40.00% dan seterusnya terjadi pada prosentase 15% dengan nilai 39.69%. kemudian dari grafik batas cair LL pada kondisi semen 0% nilai LL sebesar 66.30% sedangkan pada penambahan semen 2.5% dengan nilai LL sebesar 65.07%, dan pada prosentase 5% dengan nilai LL sebesar 60.03%. grafik menurun akibat penambahan semen dengan tanah

lempung lapindo yang mudah menyerap air mengakibatkan kadar air semakin menyusut.

- c. Dari grafik diperoleh berat jenis pada penambahan prosentase semen 0 % nilai berat jenisnya sebesar 2.572 dan pada penambahan semen 2.5 % nilai berat jenisnya sebesar 2.642 berarti terjadi kenaikan sebesar 0.07. Hal yang sama terjadi Pada prosentase semen 5% dengan nilai Berat Jenis sebesar 2.656 dengan kenaikan sebesar 0.014, Pada prosentase 7,5% nilai Berat Jenis sebesar 2.674, pada prosentase ini terjadi kenaikan berat jenis sebesar 0,018. Pada prosentase 10% nilai berat jenis sebesar 2.701. Terjadi kenaikan sebesar 0,027, kemudian pada prosentase semen 12,5% dengan nilai berat jenis optimum sebesar 2.755, Hal ini disebabkan oleh terjadinya pengikatan semen dengan tanah lempung Lapindo. Sedangkan pada penambahan prosentase semen 15% nilai Bj sebesar 2.514, maka terjadi penurunan dan nilai berat jenis sebelumnya sebesar 0.241. hal ini disebabkan oleh memudar atau memisahkannya pengikatan antara semen dengan tanah Lempung Lapindo.
2. Dari gambar grafik prosentase semen optimum terdapat pada prosentase penambahan semen 8.5% dengan nilai berat jenis kering (γ_d) optimum 1.705gr/cm^3 . Hal ini disebabkan penambahan semen 8.5% terjadi pengikatan semen dan tanah lapindo secara optimal.

3. Dari grafik dapat dilihat bahwa pada nilai CBR rata-rata cenderung mengalami penurunan pada pemeraman 0 hari sebesar 24.13 % dan pada kondisi pemeraman 4 hari nilai CBR rata-rata sebesar 25.61 % ini menunjukkan terjadi kenaikan sebesar 1.48% dari nilai CBR rata-rata pemeraman 0 hari. pada pemeraman 7 hari nilai CBR rata-rata sebesar 35.28%. Sedangkan Antara pemeraman 4 hari dan pemeraman 7 hari nilai CBR desain terjadi kenaikan sebesar 9.67 %. seterusnya hal tersebut sama terjadi pada pemeraman 14 hari nilai CBR rata-rata sebesar 45.11 %. Hal ini disebabkan campuran semen yang mengandung alumina yang dapat mengikat tanah sehingga butiran-butiran tanah menjadi lebih kaku dan waktu proses pemeraman pada tempat kedap udara mengakibatkan tanah semakin kering dan padat. Terlihat dan grafik dan awal 0 hari pemeraman hingga 14 hari.

4. Dari grafik Unconfined Test dapat dijelaskan bahwa prosentase rata – rata kadar optimum semen maka didapat nilai q_u sebesar 1.353

4.5. Perbandingan Tanah Lempung Normal Dengan Tanah Lempung Lapindo.

Dari hasil pemeriksaan dan pembahasan di atas, maka dapat dibuat table perbandingan antara Lempung normal dan Lempung Lapindo.

Dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 4.8. Hasil Perbandingan Tanah Lempung Normal, Tanah Lempung Lapindo dan Tanah Lempung Lapindo + semen Optimum.

No	Pemeriksaan	Tanah Lempung Normal	Tanah Lempung Lapindo	Tanah Lempung Lapindo + semen Optimum
1	Batas Cair (LL)	59.50 %	66.30 %	63.02 %
2	Batas Plastis (PL)	51.49 %	30.69 %	39.05 %
3	<i>Plasticity Index</i> (PI)	8.01 %	35.61 %	23.45 %
4	Compaction Test	1.102 gram/cm ³	1.389 gram/cm ³	1.705 gram/cm ³
5	CBR	7.64 %	-	24.13 %
6	Spesific Gravity (GS)	2.460	2.572	2.687

Dari tabel hasil perbandingan di atas dapat dilihat perbedaan antara tanah lempung normal dengan tanah lempung lapindo, campuran semen pada kadar optimum yang dapat berpengaruh pada nilai PI, CBR dan nilai berat jenis.



BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Sesuai dengan tujuan penelitian ini yaitu untuk mendapatkan efektifitas kekuatan bahan tanah lempung lapindo sebagai bahan pembuatan timbunan dibanding timbunan dari tanah lempung normal, maka dilakukan serangkaian uji Plastis Index, Berat Jenis, Kepadatan, Kuat Tekan Bebas dan pengujian CBR Laboratorium dengan waktu pemeraman 0, 4, 7, dan 14 hari.

Berdasarkan data – data yang diperoleh dari serangkaian pengujian tersebut dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Dengan adanya penambahan semen dengan variasi prosentase 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5%, 15%. Berpengaruh pada Plastic Index (PI) pada tanah lempung lapindo dilihat dari grafik nilai PI dari prosentase penambahan variasi semen 2.5% - 5% mengalami penurunan nilai PI dari semula nilai PI untuk penambahan semen 0% sebesar 35.61% setelah adanya penambahan semen 2.5% nilai PI sebesar 32.58% terjadi penurunan sebesar 3.03% begitu juga dengan nilai PI pada prosentase 5% mengalami penurunan. Hal ini disebabkan semen mengandung zat penetralisir yang mengakibatkan nilai keplastisitan tanah menjadi turun. Sedangkan pada

prosentase semen 10% mengalami kenaikan akibat berkurangnya penetralisir pada kandungan semen.

- b. Dari grafik Compaction Test Diperoleh kadar semen optimum pada prosentase semen 8.5% dengan γ_d optimum sebesar 1.705gr/cm^3 .
- c. Dilihat dari grafik CBR laboratorium, kadar semen optimum mempengaruhi nilai CBR cenderung naik. Berpengaruh pula kadar semen optimum pada kuat tekan bebas (Unconfined Test) dengan nilai q_u sebesar 1.353kgf/cm^2 .

5.2. Saran

Karena adanya keterbatasan dalam pelaksanaan penelitian dan pembahasan penulis menyarankan beberapa hal yang perlu diteliti guna menyempurnakan penelitian ini. Diantaranya:

- a. Perlu dilakukan sampel yang banyak.
- b. Dilakukan penelitian pada tanah lempung lapindo dengan menambah variasi semen.
- c. Dilakukan penelitian pada tanah lempung lapindo dengan variasi bahan material lain.

Daftar Pustaka :

- Budi G.S. (2003), ***“Pengaruh Fly Ash Terhadap Sifat Pengembangan Tanah Ekspansif”***
- Bowles J.E. (1983) ***“Analisa Dan Desain Pondasi”*** Penerbit Erlangga Jilid 1, Edisi ke 3
- Bowles J.E. (1983) ***“Analisa Dan Desain Pondasi”*** Penerbit Erlangga Jilid 2.
- Heru S. (2000), ***“Penelitian Tentang Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Sebagai Lapisan Pondasi Atas Menggunakan Cbt (Cement-Treated Bases) Pada Jalan Desa Brayu Blandong Temu Ireng Kecamatan Dawar Blandang Mojokerto”*** Tugas Akhir , Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya Malang
- http://www.Wikipedia/Banjir_lumpur_panas_Sidoarjo_file.htm
- Imananto E.I. (2003), ***“Pengaruh Penambahan Limbah (Karbit, Asbes, Keramik) Terhadap Stabilitas Tanah Ekspansif”*** LP2M ITN Malang
- Imananto E.I. (2004), ***“Pengaruh Penambahan Limbah Kertas Padat Terhadap Stabilitas Tanah Ekspansif”*** LP2M ITN Malang
- Imananto E.I. (2005), ***“Pengaruh Penambahan Campuran Semen dengan Kapur Terhadap Stabilitas Tanah Ekspansif”*** LP2M ITN Malang
- Marzuko A. (2008), ***“Pengaruh Tanah Berbutir Halus Yang Distabilisasi Menggunakan Lumpur Lapindo Dan Kapur Karbit Terhadap Kepadatan Dan Kuat Dukungnya”***
- Triyono. (2010) ***“Pengaruh Penambahan Limbah Karbit Pada Karakteristik Tanah Lempung Lapindo Sebagai Bahan Timbunan”*** Tugas Akhir, Teknik Sipil, ITN Malang
- Wahyudi H. (1996), ***“Karakteristik Fisik Dan Mekanik Mineral Lempung Montmorilite, Illite, Dan Kaolinite”***
- Yudianto E.A. (2007), ***“Studi Penelitian Stabilitas Tanah Ekspansif Dengan Menggunakan Semen Dan Dolosit”*** LP2M ITN Malang



FORM REVISI / PERBAIKAN
BIDANG RESEARCH GEOTEKNIK

Nama : IRWAN POEH
 NIM : 07.21.056
 Hari / tanggal : _____ / _____

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

cek $\sigma_s \rightarrow$ variasi ✓
 skr² alat uji yg proportional ✓
 tabel 4.8 \rightarrow Uplage

Inklusi	Longing Abnormal	Longing Grind	Longing Grind + 8,5% stone.
---------	------------------	---------------	--------------------------------

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikutkan Yudisium.

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 18 - 03 2013
 Dosen Penguji

Malang, 21 - 02 - 2013
 Dosen Penguji



FORM REVISI / PERBAIKAN
BIDANG _____

Nama : IRWAN FOEH
NIM : 0721056
Hari / tanggal : KEMIS / _____

Perbaiki materi Skripsi meliputi :

Perbaiki Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikutkan Yudisium.

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2013
Dosen Penguji

Malang, 21 - 2 - 2013
Dosen Penguji

Bambang Widyantadji



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL. BENDUNGAN SIGURA - GURA NO. 2
MALANG

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Irwan Foeh
NIM : 0721056
Jurusan : Teknik Sipil (S-1)
Dosen Pembimbing : Eri Andrian Yudianto, ST.,MT

No.	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
1	26/7/2012	Rumusan mata kuliah - Hal. 9 ganti gambar - Uraikan hal. 10-11. uraian sedikit.	
2	2/8/2012	Halaman 11 betulkan - Nomer grafik dan tabel	
3	17/12/2012	Betulkan seperti apa yg saya tulis di dalam	
4	3/12/2012	- Belajar II - CSR dan Compact - Dimsun lagi & bud yg. rapi	
5	9/1/2013	Gambar alat-alat lab. Bab. II - Rumus yg salah - Kaban air opt. ke opt.	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL. BENDUNGAN SIGURA – GURA NO. 2
MALANG

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Irwan Foeh
NIM : 0721056
Jurusan : Teknik Sipil (S-1)
Dosen Pembimbing : Eri Andrian Yudianto, ST.,MT

No.	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
6	11/1/2013	Betulkan coretan saya di dalam	
7	16/1/2013	Banyak salah di BAB III dan IV Betulkan.	
8	17/1/2013	Bab IV Grafik samakan ukuran huruf di terbergit samakan di "z"	
9	18/1/2013	Buat grafik terbergit sama skala! Perikan pembuatan grafik semua nya.	
10	22/1/2013	Bab V. Betulkan format!	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL. BENDUNGAN SIGURA – GURA NO. 2
MALANG

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Irwan Foeh
NIM : 0721056
Jurusan : Teknik Sipil (S-1)
Dosen Pembimbing : Eri Andrian Yudianto, ST.,MT

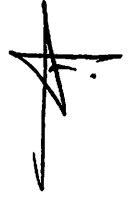

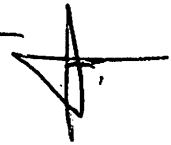
No.	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
11	25/1/2013	Kumpulkan i-jilid skripsi. data-data, dll.	
12	29/1/2013	Perbaiki tulisan Format betulkan, rata kiri-kanan Lampiran betul!	
13	1/2/2013	Ace bisa dijilid	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL. BENDUNGAN SIGURA – GURA NO. 2
MALANG

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Irwan Foeh
NIM : 0721056
Jurusan : Teknik Sipil (S-1)
Dosen Pembimbing : Ir. A. Agus Santosa, MT

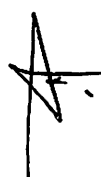


No.	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
1	16/10-12	- Tem: ok. betulkan ketikan yg mlh. - Buat grafik masip ² hal penelitian di lab. - Lajuth	 
2.	31/10-12	- Gbr grafik / tabel 4.1. 4.2 lempari keterangan awal vertikal & horizontal - Gbr grafik 4.2. —" - No. hal. betulkan	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL. BENDUNGAN SIGURA – GURA NO. 2
MALANG

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Irwan Foeh
NIM : 0721056
Jurusan : Teknik Sipil (S-1)
Dosen Pembimbing : Ir. A. Agus Santosa, MT

No.	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
3	17-11-12	- Sempurnakan kesimpulan dan saran sesuai catatan	
4	20-11-12	- Lakukan kesimpulan apakah efektif & efisien lumpur/lumpur lapindo dipakai sebagai bahan timbunan.	
5	7-12-12	- Apa bisa seminar hasil	

LAMPPIRAN DATA

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG



**LABORATORIUM MEKANIK TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

NATURAL DENSITY 0% PC

LOKASI : Porong - sidoarjo
DIKERJAKAN : Lab. Mektan ITN Malang
JENIS TANAH : Tanah Lapindo
KEDALAMAN :-

PEMERIKSAAN KADAR AIR

Nomor cawan		99	98	4	
Berat cawan + tanah basah	(gr)	18.03	19.48	16.28	
Berat cawan + tanah kering	(gr)	16.86	17.87	14.85	
Berat cawan	(gr)	12.94	12.69	10.26	
Berat air	(gr)	1.17	1.61	1.43	
Berat tanah kering	(gr)	3.92	5.18	4.59	
Kadar air (w)	(%)	29.85	31.08	31.15	
Kadar air rata-rata	(%)	30.69			

[Handwritten signature]



**LABORATORIUM MEKANIK TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

NATURAL DENSITY 2.5% PC

LOKASI : Porong - sidoarjo
DIKERJAKAN : Lab. Mektan ITN Malang
JENIS TANAH : Tanah Lapindo
KEDALAMAN :-

PEMERIKSAAN KADAR AIR

Nomor cawan		L6	L7	L8	
Berat cawan + tanah basah	(gr)	12.05	13.41	12.93	
Berat cawan + tanah kering	(gr)	11.54	12.64	12.21	
Berat cawan	(gr)	10.08	10.64	10.18	
Berat air	(gr)	0.51	0.77	0.72	
Berat tanah kering	(gr)	1.46	2.00	2.03	
Kadar air (w)	(%)	34.93	38.50	35.47	
Kadar air rata-rata	(%)	36.30			



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

NATURAL DENSITY 5% PC

LOKASI : Porong - sidoarjo
DIKERJAKAN : Lab. Mektan ITN Malang
JENIS TANAH : Tanah Lapindo

PEMERIKSAAN KADAR AIR

Nomor cawan		L4	L14	B	
Berat cawan + tanah basah	(gr)	11.74	12.64	13.15	
Berat cawan + tanah kering	(gr)	11.25	12.06	12.45	
Berat cawan	(gr)	9.95	10.65	10.87	
Berat air	(gr)	0.49	0.58	0.70	
Berat tanah kering	(gr)	1.30	1.41	1.58	
Kadar air (w)	(%)	37.69	41.13	44.30	
Kadar air rata-rata	(%)	41.04			

[Handwritten signature]



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

NATURAL DENSITY 7.5% PC

LOKASI : Porong - sidoarjo
DIKERJAKAN : Lab. Mektan ITN Malang
JENIS TANAH : Tanah Lapindo

PEMERIKSAAN KADAR AIR

Nomor cawan		L4	L14	B	
Berat cawan + tanah basah	(gr)	11.50	12.32	12.37	
Berat cawan + tanah kering	(gr)	11.09	11.86	11.97	
Berat cawan	(gr)	9.95	10.65	10.87	
Berat air	(gr)	0.41	0.46	0.40	
Berat tanah kering	(gr)	1.14	1.21	1.10	
Kadar air (w)	(%)	35.96	38.02	36.36	
Kadar air rata-rata	(%)	36.78			

[Handwritten signature]



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

NATURAL DENSITY 10% PC

LOKASI : Porong - sidoarjo
DIKERJAKAN : Lab. Mektan ITN Malang
JENIS TANAH : Tanah Lapindo

PEMERIKSAAN KADAR AIR

Nomor cawan		L4	L7	4	
Berat cawan + tanah basah	(gr)	12.65	12.46	12.06	
Berat cawan + tanah kering	(gr)	12.07	11.86	11.52	
Berat cawan	(gr)	10.58	10.41	10.21	
Berat air	(gr)	0.58	0.60	0.54	
Berat tanah kering	(gr)	1.49	1.45	1.31	
Kadar air (w)	(%)	38.93	41.38	41.22	
Kadar air rata-rata	(%)	40.51			

[Handwritten signature]



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

NATURAL DENSITY 12.5% PC

LOKASI : Porong - sidoarjo
DIKERJAKAN : Lab. Mektan ITN Malang
JENIS TANAH : Tanah Lapindo

PEMERIKSAAN KADAR AIR

Nomor cawan		L17	L8	V	
Berat cawan + tanah basah	(gr)	14.05	12.71	12.16	
Berat cawan + tanah kering	(gr)	13.10	12.00	11.61	
Berat cawan	(gr)	10.45	10.20	10.18	
Berat air	(gr)	0.95	0.71	0.55	
Berat tanah kering	(gr)	2.65	1.80	1.43	
Kadar air (w)	(%)	35.85	39.44	38.46	
Kadar air rata-rata	(%)	37.92			



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

NATURAL DENSITY 15% PC

LOKASI : Porong - Sidoarjo
DIKERJAKAN : Lab. Mektan ITN Malang
JENIS TANAH : Tanah Lapindo

PEMERIKSAAN KADAR AIR

Nomor cawan		L2	L4	L10	
Berat cawan + tanah basah	(gr)	12.25	12.13	11.62	
Berat cawan + tanah kering	(gr)	11.80	11.96	11.10	
Berat cawan	(gr)	10.50	10.57	10.38	
Berat air	(gr)	0.45	0.17	0.52	
Berat tanah kering	(gr)	1.30	1.39	0.72	
Kadar air (w)	(%)	34.62	12.23	72.22	
Kadar air rata-rata	(%)	39.69			



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

PEMERIKSAAN BERAT JENIS (0% PC)

LOKASI : Porong - Sidoarjo

DIKERJAKAN : Lab. Mektan ITN Malang

JENIS TANAH : Tanah Lempung Lapindo

Kode		TR - 1	TR - 2	TR - 3
Nomor Botol		1	2	3
Berat Botol + Tanah (W_2)	gr	288.09	262.29	276.23
Berat Botol (W_1)	gr	173.67	167.38	169.50
Berat Tanah ($W_2 - W_1$)	gr	114.42	94.91	106.73
Suhu (T)	°C	25	25	25
Berat Botol + Air pada T (W_4)	gr	672.08	665.49	667.71
$W_2 - W_1 + W_4$	gr	786.50	760.40	774.44
Berat Botol + Air + Tanah (W_3)	gr	742.08	724.44	732.53
Faktor Koreksi Suhu		0.9986	0.9986	0.9986
Isi Tanah ($W_2 - W_1$) + ($W_4 - W_3$)	cm ³	44.42	35.96	41.91
Berat Jenis Tanah		2.572	2.636	2.543
Rata-rata		2.584		



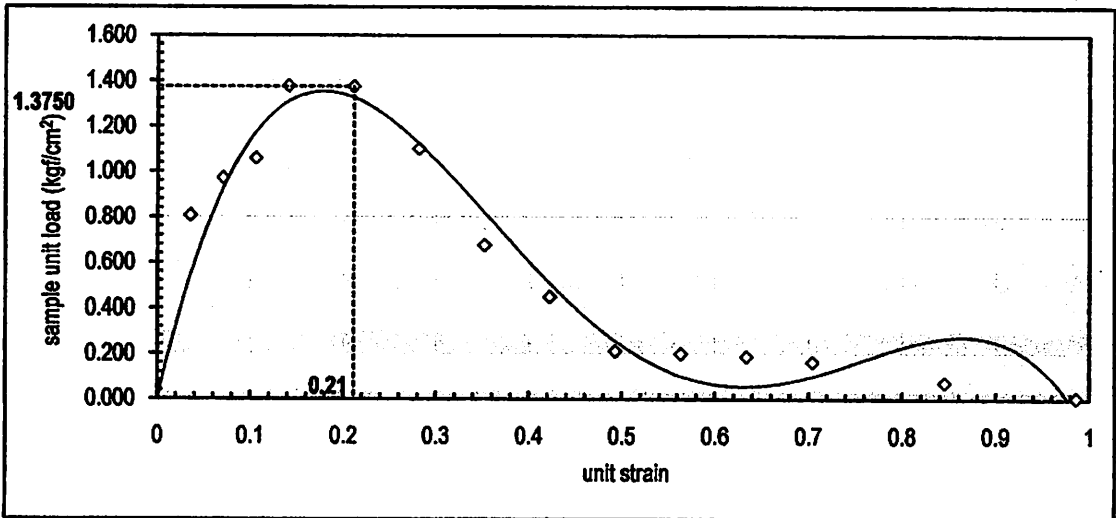
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

UNCONFINED COMPRESSION TEST

Location	: Site PT. POP Paring Lahung Muara Teweh Kalteng	Site	:
Sample type	: Undisturbed	Code	: BH-5/UDS-1
Depth	: 3.50~4.00 m	Sample No.	: U2
Sample Data	: Area (A_0) = 10.18 cm ²	Height (L_0)	= 7.10 cm
	w = 45.31 %	γ_d	= 1.17 gr/cm ³
Machine Data	: LRC = 1.42 kgf	Diameter	= 3.60 cm

deformation dial reading	load dial (units)	ΔL col 1. 10^{-2}	unit strain $\Delta L / L_0$	area CF 1 - col 4	corrected area A'	total load on sample	sample unit load
1	2	3	4	5	6	7	8
25.00	6.0	0.25	0.035	0.965	10.554	8.520	0.807
50.00	7.5	0.50	0.070	0.930	10.954	10.650	0.972
75.00	8.5	0.75	0.106	0.894	11.386	12.070	1.060
100.00	11.5	1.00	0.141	0.859	11.852	16.330	1.378
150.00	12.5	1.50	0.211	0.789	12.910	17.750	1.375
200.00	11.0	2.00	0.282	0.718	14.176	15.620	1.102
250.00	7.5	2.50	0.352	0.648	15.717	10.650	0.678
300.00	5.6	3.00	0.423	0.577	17.634	7.952	0.451
350.00	3.0	3.50	0.493	0.507	20.083	4.260	0.212
400.00	3.3	4.00	0.563	0.437	23.322	4.686	0.201
450.00	3.7	4.50	0.634	0.366	27.807	5.254	0.189
500.00	4.0	5.00	0.704	0.296	34.428	5.680	0.165
600.00	3.4	6.00	0.845	0.155	65.726	4.828	0.073
700.00	3.8	7.00	0.986	0.014	722.983	5.396	0.007
800.00							
900.00							
1000.00							
1100.00							
1200.00							
1300.00							
1400.00							
1500.00							
1600.00							
1700.00							



Dari test didapat $q_u = 1.375 \text{ kgf/cm}^2$

Handwritten signature



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

LOKASI

LAPINDO (LL + PC 0 %)

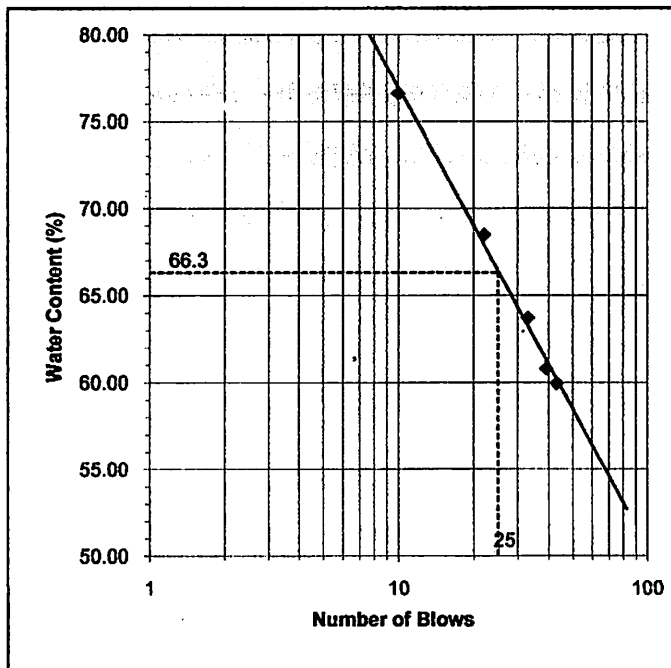
TEST OLEH : Lab. Mektan ITN Malang

LIQUID LIMIT TEST

1				2				3			
NO. OF BLOWS		10		NO. OF BLOWS		33		NO. OF BLOWS		22	
No. L15				No. A				No. 7			
WW =	24.63	DW =	18.40	WW =	23.65	DW =	18.50	WW =	30.84	DW =	22.58
DW =	18.40	TW =	10.27	DW =	18.50	TW =	10.42	DW =	22.58	TW =	10.52
Ww =	6.23	Ws =	8.13	Ww =	5.15	Ws =	8.08	Ww =	8.26	Ws =	12.06
w = 76.63 %				w = 63.74 %				w = 68.49 %			
4				5							
NO. OF BLOWS		39		NO. OF BLOWS		43					
No. 16				No. 2							
WW =	22.83	DW =	17.82	WW =	24.78	DW =	19.39				
DW =	17.82	TW =	9.58	DW =	19.39	TW =	10.40				
Ww =	5.01	Ws =	8.24	Ww =	5.39	Ws =	8.99				
w = 60.80 %				w = 59.96 %							

PLASTIC LIMIT TEST

1				2				3			
No. 99				No. 98				No. 4			
WW =	18.03	DW =	16.86	WW =	19.48	DW =	17.87	WW =	16.28	DW =	14.85
DW =	16.86	TW =	12.94	DW =	17.87	TW =	12.69	DW =	14.85	TW =	10.26
Ww =	1.17	Ws =	3.92	Ww =	1.61	Ws =	5.18	Ww =	1.43	Ws =	4.59
w = 29.85 %				w = 31.08 %				w = 31.15 %			



REMARKS :

WW = Wt of container + wet soil in gr.
 DW = Wt of container + dry soil in gr.
 TW = Wt of container in gr.

The limits is determined on the portion of the soil passing 0,4 mm sieve

Dari percobaan didapatkan :

LIQUID LIMIT = 66.30 %
 PLASTIC LIMIT = 30.69 %
 PLAST. INDEX = 35.61 %



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Gedung Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

LOKASI

LAPINDO (LL + PC 2.5 %)

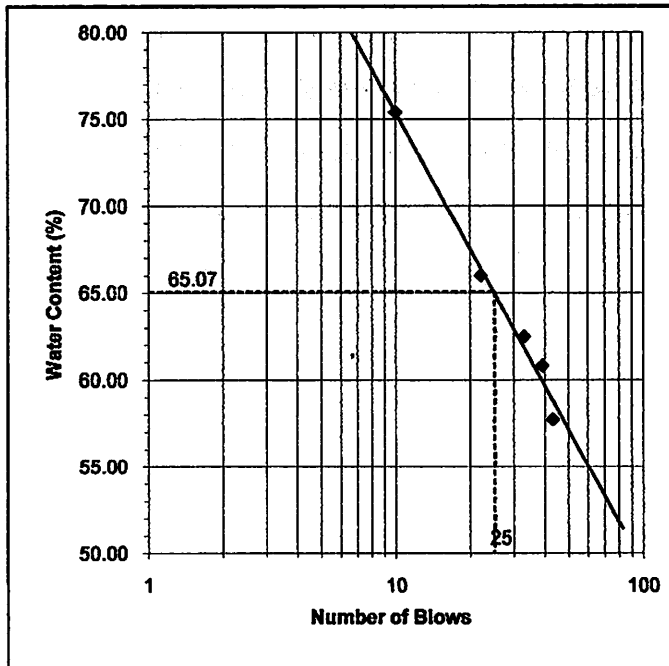
TEST OLEH : Lab. Mektan ITN Malang

LIQUID LIMIT TEST

1				2				3			
NO. OF BLOWS		10		NO. OF BLOWS		33		NO. OF BLOWS		22	
No. L15				No. A				No. 7			
WW =	24.53	DW =	18.40	WW =	23.55	DW =	18.50	WW =	30.54	DW =	22.58
DW =	18.40	TW =	10.27	DW =	18.50	TW =	10.42	DW =	22.58	TW =	10.52
Ww =	6.13	Ws =	8.13	Ww =	5.05	Ws =	8.08	Ww =	7.96	Ws =	12.06
w = 75.40 %				w = 62.50 %				w = 66.00 %			
4				5							
NO. OF BLOWS		39		NO. OF BLOWS		43					
No. 16				No. 2							
WW =	22.83	DW =	17.82	WW =	24.58	DW =	19.39				
DW =	17.82	TW =	9.58	DW =	19.39	TW =	10.40				
Ww =	5.01	Ws =	8.24	Ww =	5.19	Ws =	8.99				
w = 60.80 %				w = 57.73 %							

PLASTIC LIMIT TEST

1				2				3			
No. L6				No. L7				No. L10			
WW =	12.05	DW =	11.54	WW =	13.45	DW =	12.64	WW =	12.93	DW =	12.21
DW =	11.54	TW =	10.08	DW =	12.64	TW =	10.40	DW =	12.21	TW =	10.18
Ww =	0.51	Ws =	1.46	Ww =	0.81	Ws =	2.24	Ww =	0.72	Ws =	2.03
w = 34.93 %				w = 36.16 %				w = 35.47 %			



REMARKS :

WW = Wt of container + wet soil in gr.
 DW = Wt of container + dry soil in gr.
 TW = Wt of container in gr.

The limits is determined on the portion of the soil passing 0,4 mm sieve

Dari percobaan didapatkan :

LIQUID LIMIT = 65.07 %
 PLASTIC LIMIT = 35.52 %
 PLAST. INDEX = 29.55 %



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

LOKASI LAPINDO (LL + PC 5 %)

NO. SAMPEL : TB-1 :-

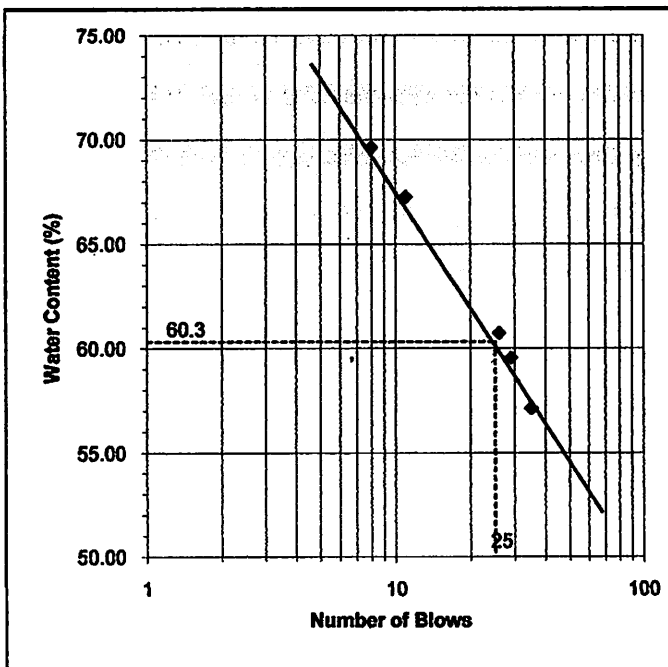
TEST OLEH : Lab. Mektan ITN Malang

LIQUID LIMIT TEST

1			2			3		
NO. OF BLOWS 8			NO. OF BLOWS 26			NO. OF BLOWS 11		
No. L2			No. L10			No. L16		
WW =	17.77	DW = 14.79	WW =	18.15	DW = 15.21	WW =	18.11	DW = 15.03
DW =	14.79	TW = 10.51	DW =	15.21	TW = 10.37	DW =	15.03	TW = 10.45
Ww =	2.98	Ws = 4.28	Ww =	2.94	Ws = 4.84	Ww =	3.08	Ws = 4.58
w = 69.63 %			w = 60.74 %			w = 67.25 %		
4			5					
NO. OF BLOWS 35			NO. OF BLOWS 29					
No. L3			No. L13					
WW =	19.01	DW = 15.92	WW =	16.75	DW = 14.38			
DW =	15.92	TW = 10.51	DW =	14.38	TW = 10.40			
Ww =	3.09	Ws = 5.41	Ww =	2.37	Ws = 3.98			
w = 57.12 %			w = 59.55 %					

PLASTIC LIMIT TEST

1			2			3		
No. L4			No. L14			No. B		
WW =	11.75	DW = 11.37	WW =	12.64	DW = 12.05	WW =	13.15	DW = 12.45
DW =	11.37	TW = 9.95	DW =	12.05	TW = 10.65	DW =	12.45	TW = 10.87
Ww =	0.38	Ws = 1.42	Ww =	0.59	Ws = 1.40	Ww =	0.70	Ws = 1.58
w = 26.76 %			w = 42.14 %			w = 44.30 %		



REMARKS :

WW = Wt of container + wet soil in gr.
 DW = Wt of container + dry soil in gr.
 TW = Wt of container in gr.

The limits is determined on the portion of the soil passing 0,4 mm sieve

Dari percobaan didapatkan :

LIQUID LIMIT = 60.30 %
 PLASTIC LIMIT = 37.74 %
 PLAST. INDEX = 22.56 %



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

LOKASI LAPINDO (LL + PC 7.5 %)

NO. SAMPEL : TB-1 :-

TEST OLEH : Lab. Mektan ITN Malang

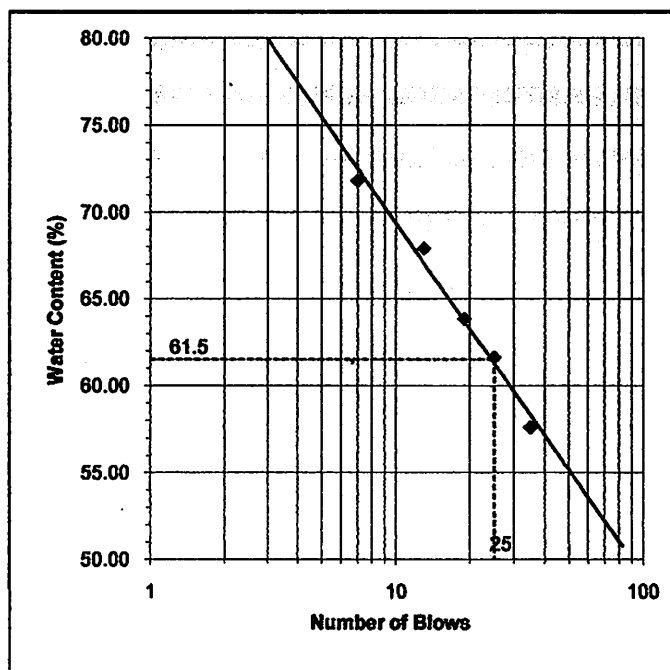
LIQUID LIMIT TEST

1		2		3	
NO. OF BLOWS 7		NO. OF BLOWS 19		NO. OF BLOWS 13	
No. L2		No. L10		No. L16	
WW = 18.74	DW = 15.30	WW = 20.12	DW = 16.32	WW = 19.45	DW = 15.81
DW = 15.30	TW = 10.51	DW = 16.32	TW = 10.37	DW = 15.81	TW = 10.45
Ww = 3.44	Ws = 4.79	Ww = 3.80	Ws = 5.95	Ww = 3.64	Ws = 5.36
w = 71.82 %		w = 63.87 %		w = 67.91 %	

4		5	
NO. OF BLOWS 25		NO. OF BLOWS 35	
No. L3		No. L13	
WW = 19.82	DW = 16.27	WW = 22.71	DW = 18.21
DW = 16.27	TW = 10.51	DW = 18.21	TW = 10.40
Ww = 3.55	Ws = 5.76	Ww = 4.50	Ws = 7.81
w = 61.63 %		w = 57.62 %	

PLASTIC LIMIT TEST

1		2		3	
No. L4		No. L14		No. B	
WW = 11.53	DW = 11.08	WW = 12.32	DW = 11.86	WW = 12.37	DW = 11.97
DW = 11.08	TW = 9.95	DW = 11.86	TW = 10.65	DW = 11.97	TW = 10.87
Ww = 0.45	Ws = 1.13	Ww = 0.46	Ws = 1.21	Ww = 0.40	Ws = 1.10
w = 39.82 %		w = 38.02 %		w = 36.36 %	



REMARKS :

WW = Wt of container + wet soil in gr.
 DW = Wt of container + dry soil in gr.
 TW = Wt of container in gr.

The limits is determined on the portion of the soil passing 0,4 mm sieve

Dari percobaan didapatkan :

LIQUID LIMIT = 61.50 %
 PLASTIC LIMIT = 38.07 %
 PLAST. INDEX = 23.43 %



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bunderungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

LOKASI LAPINDO (LL + PC 10 %)

NO. SAMPEL : TB-1 :-

TEST OLEH : Lab. Mektan ITN Malang

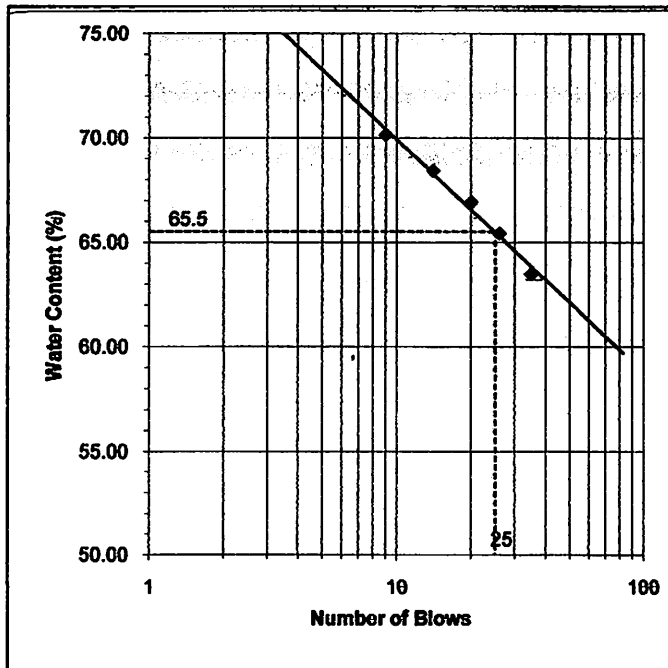
LIQUID LIMIT TEST

1			2			3		
NO. OF BLOWS 9			NO. OF BLOWS 20			NO. OF BLOWS 14		
No. VI			No. L6			No. L17		
WW = 21.25	DW = 16.69		WW = 18.71	DW = 15.25		WW = 19.60	DW = 15.87	
DW = 16.69	TW = 10.19		DW = 15.25	TW = 10.08		DW = 15.87	TW = 10.42	
Ww = 4.56	Ws = 6.50		Ww = 3.46	Ws = 5.17		Ww = 3.73	Ws = 5.45	
w = 70.15 %			w = 66.92 %			w = 68.44 %		

4			5		
NO. OF BLOWS 26			NO. OF BLOWS 35		
No. L9			No. L8		
WW = 20.82	DW = 16.58		WW = 17.96	DW = 14.95	
DW = 16.58	TW = 10.10		DW = 14.95	TW = 10.21	
Ww = 4.24	Ws = 6.48		Ww = 3.01	Ws = 4.74	
w = 65.43 %			w = 63.50 %		

PLASTIC LIMIT TEST

1			2			3		
No. L4			No. L7			No. B		
WW = 12.66	DW = 12.06		WW = 12.46	DW = 11.86		WW = 12.06	DW = 11.52	
DW = 12.06	TW = 10.58		DW = 11.86	TW = 10.41		DW = 11.52	TW = 10.21	
Ww = 0.60	Ws = 1.48		Ww = 0.60	Ws = 1.45		Ww = 0.54	Ws = 1.31	
w = 40.54 %			w = 41.38 %			w = 41.22 %		



REMARKS :

WW = Wt of container + wet soil in gr.
 DW = Wt of container + dry soil in gr.
 TW = Wt of container in gr.

The limits is determined on the portion of the soil passing 0,4 mm sieve

Dari percobaan didapatkan :

LIQUID LIMIT = 65.50 %
 PLASTIC LIMIT = 41.05 %
 PLAST. INDEX = 24.45 %



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Gedung Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

LOKASI LAPINDO (LL + PC 12.5 %)

NO. SAMPEL : TB-1 :-

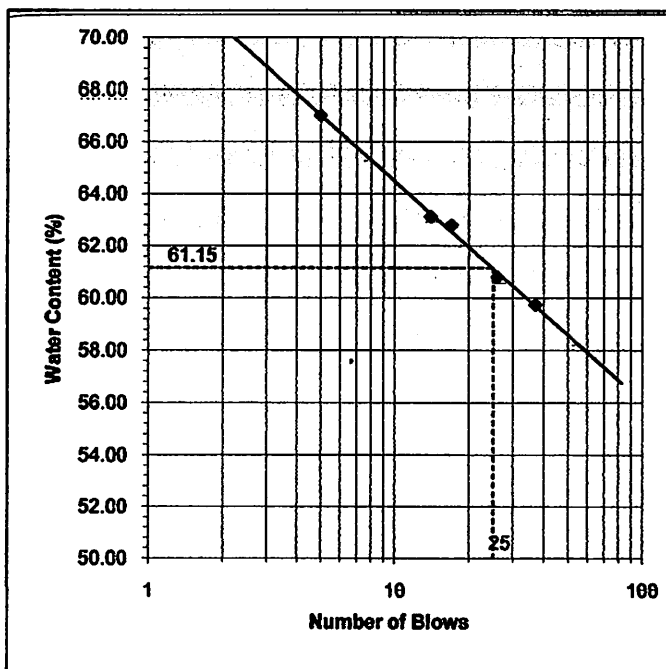
TEST OLEH : Lab. Mektan ITN Malang

LIQUID LIMIT TEST

1				2				3			
NO. OF BLOWS		5		NO. OF BLOWS		14		NO. OF BLOWS		17	
		No. L12				No. B				No. L14	
WW =	16.99	DW =	14.35	WW =	18.07	DW =	15.28	WW =	16.80	DW =	14.42
DW =	14.35	TW =	10.41	DW =	15.28	TW =	10.86	DW =	14.42	TW =	10.63
Ww =	2.64	Ws =	3.94	Ww =	2.79	Ws =	4.42	Ww =	2.38	Ws =	3.79
w = 67.01 %				w = 63.12 %				w = 62.80 %			
4				5							
NO. OF BLOWS		26		NO. OF BLOWS		37					
		No. L4				No. L7					
WW =	15.08	DW =	13.14	WW =	16.63	DW =	14.30				
DW =	13.14	TW =	9.95	DW =	14.30	TW =	10.40				
Ww =	1.94	Ws =	3.19	Ww =	2.33	Ws =	3.90				
w = 60.82 %				w = 59.74 %							

PLASTIC LIMIT TEST

1				2				3			
		No. L17				No. LB				No. B	
WW =	14.23	DW =	13.10	WW =	12.70	DW =	12.00	WW =	12.16	DW =	11.61
DW =	13.10	TW =	10.45	DW =	12.00	TW =	10.20	DW =	11.61	TW =	10.18
Ww =	1.13	Ws =	2.65	Ww =	0.70	Ws =	1.80	Ww =	0.55	Ws =	1.43
w = 42.64 %				w = 38.89 %				w = 38.46 %			



REMARKS :

WW = Wt of container + wet soil in gr.
 DW = Wt of container + dry soil in gr.
 TW = Wt of container in gr.

The limits is determined on the portion of the soil passing 0,4 mm sieve

Dari percobaan didapatkan :

LIQUID LIMIT = 61.15 %
 PLASTIC LIMIT = 40.00 %
 PLAST. INDEX = 21.15 %



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

LOKASI LAPINDO (LL + PC 15 %)

NO. SAMPEL : TB-1 :-

TEST OLEH : Lab. Mektan ITN Malang

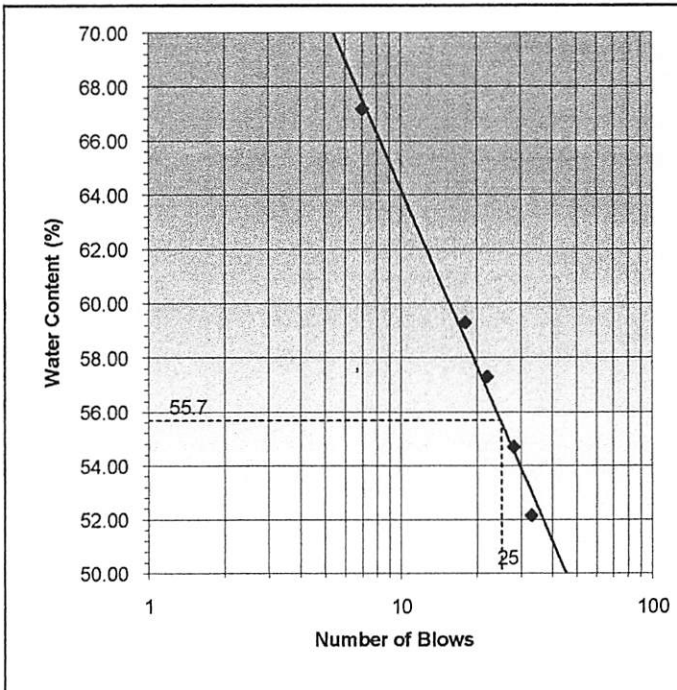
LIQUID LIMIT TEST

1		2		3	
NO. OF BLOWS 7		NO. OF BLOWS 18		NO. OF BLOWS 22	
No. L6		No. L13		No. L9	
WW = 25.33	DW = 19.21	WW = 25.62	DW = 19.97	WW = 26.91	DW = 20.79
DW = 19.21	TW = 10.10	DW = 19.97	TW = 10.44	DW = 20.79	TW = 10.11
Ww = 6.12	Ws = 9.11	Ww = 5.65	Ws = 9.53	Ww = 6.12	Ws = 10.68
w = 67.18 %		w = 59.29 %		w = 57.30 %	

4		5	
NO. OF BLOWS 28		NO. OF BLOWS 33	
No. VI		No. 4	
WW = 27.50	DW = 21.38	WW = 23.79	DW = 19.18
DW = 21.38	TW = 10.19	DW = 19.18	TW = 10.34
Ww = 6.12	Ws = 11.19	Ww = 4.61	Ws = 8.84
w = 54.69 %		w = 52.15 %	

PLASTIC LIMIT TEST

1		2		3	
No. L2		No. L4		No. L10	
WW = 12.25	DW = 11.80	WW = 12.13	DW = 11.96	WW = 11.62	DW = 11.10
DW = 11.80	TW = 10.50	DW = 11.96	TW = 10.57	DW = 11.10	TW = 10.38
Ww = 0.45	Ws = 1.30	Ww = 0.17	Ws = 1.39	Ww = 0.52	Ws = 0.72
w = 34.62 %		w = 12.23 %		w = 72.22 %	



REMARKS :

WW = Wt of container + wet soil in gr.
 DW = Wt of container + dry soil in gr.
 TW = Wt of container in gr.

The limits is determined on the portion of the soil passing 0,4 mm sieve

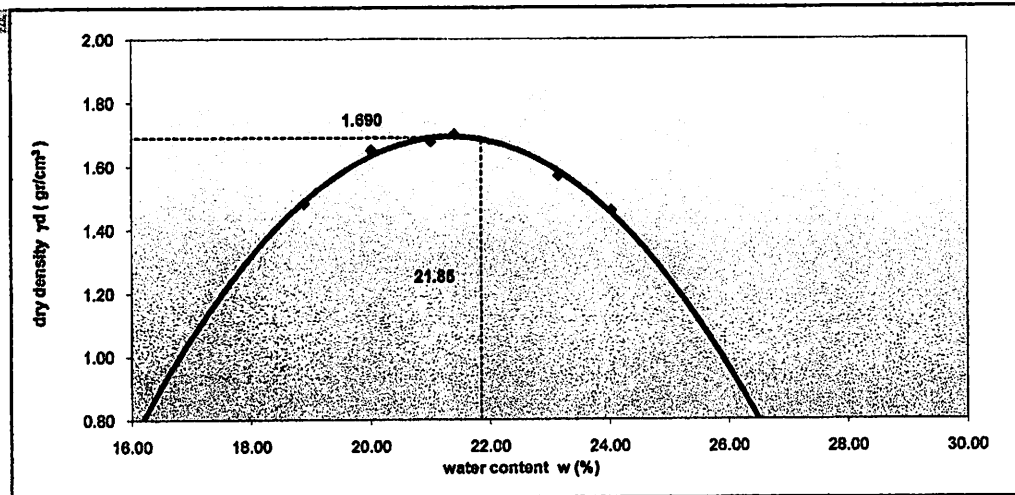
Dari percobaan didapatkan :

LIQUID LIMIT = 55.70 %
 PLASTIC LIMIT = 39.69 %
 PLAST. INDEX = 16.01 %



COMPACTION TEST (STANDART)

	2.50%	5%	7.50%	10%	12.50%	15%
Mean value (%)	18.89	20.01	21.01	21.40	23.15	24.03
Dry Density γ_d in g/cm^3	1.48	1.65	1.68	1.70	1.57	1.48



Kesimpulan : Kepadatan kering (dry density) = 1,7 gr/cm^3 dan kadar air (w) optimum = 21.85%



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

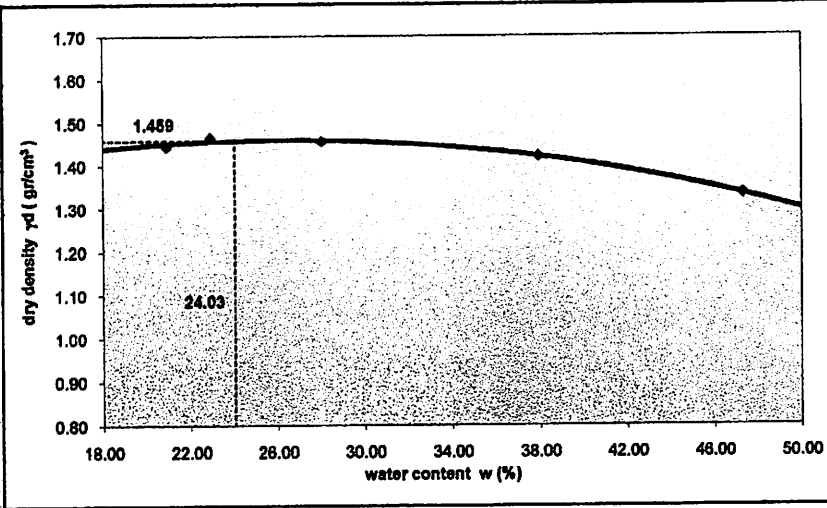
COMPACTION TEST 15% PC

Penambahan air	0 ml	50 ml	100 ml	150 ml	200 ml
Determination no.					
Wt. (soil + mold) in g	3412.5	3484.5	3523	3612.3	3616.3
Wt. of wet soil in g	1636	1688	1747	1836	1840
Wet Density γ_w in g/cm^3	1.75	1.80	1.86	1.96	1.96
Measurement of Water Content	WW = 30.59 DW = 27.87 DW = 27.87 TW = 16.35 Ww = 2.72 Ws = 12.52 w = 21.73 %	WW = 32.22 DW = 29.05 DW = 29.05 TW = 15.85 Ww = 3.17 Ws = 13.40 w = 23.66 %	WW = 23.51 DW = 21.76 DW = 21.76 TW = 15.35 Ww = 1.75 Ws = 6.41 w = 27.30 %	WW = 32.59 DW = 27.86 DW = 27.86 TW = 15.49 Ww = 4.73 Ws = 12.37 w = 38.24 %	WW = 31.03 DW = 26.25 DW = 26.25 TW = 16.05 Ww = 4.78 Ws = 10.20 w = 46.86 %
	WW = 43.86 DW = 39.32 DW = 39.32 TW = 16.74 Ww = 4.54 Ws = 22.58 w = 20.11 %	WW = 36.92 DW = 32.89 DW = 32.89 TW = 14.72 Ww = 4.03 Ws = 18.17 w = 22.18 %	WW = 39.78 DW = 34.39 DW = 34.39 TW = 15.85 Ww = 5.39 Ws = 18.74 w = 28.76 %	WW = 38.00 DW = 32.39 DW = 32.39 TW = 17.49 Ww = 5.61 Ws = 14.90 w = 37.65 %	WW = 32.03 DW = 26.51 DW = 26.51 TW = 14.95 Ww = 5.52 Ws = 11.56 w = 47.75 %
	Mean value (%)	20.92	22.92	28.03	37.94
Dry Density γ_d in g/cm^3	1.44	1.47	1.46	1.42	1.33

LOCATION
Lapindo
DATE
03-May-12
SAMPLE NO.
LL + 15% Semen
TESTED BY
Lab. Mekanika Tanah ITN Malang

	Mold	Rammer
weight	1778 g	weight 2.50 kg
inside dia.	10.1 cm	
height	11.7 cm	height of 30.00 cm
capacity	936.9 cm^3	no. of blows 25 x

Layers : 3
The condition of sample at the beginning of the test :
water content : 24.03 %
specific gravity : 1.233



Kesimpulan : Kepadatan kering (dry density) = 1,459 gr/cm^3 dan kadar air (w) optimum = 24,03%



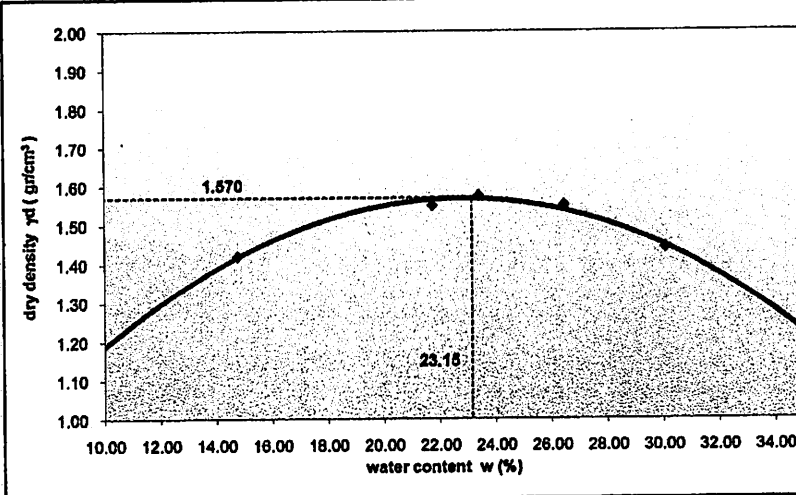
COMPACTION TEST 12.5% PC

Penambahan air	0 ml	50 ml	150 ml	200 ml	100 ml	
Determination no.			3	4	5	
Wt. (soil + mold) In g	3304	3543.5	3598.5	3612	3531.5	
Wt. of wet soil In g	1528	1787	1820	1836	1755	
Wet Density γ_w In g/cm ³	1.63	1.89	1.94	1.98	1.87	
Measurement of Water Content	WW= 40.02 DW = 36.85 DW = 36.85 TW = 14.69 Ww = 3.17 Ws = 22.16 w = 14.31 %	WW= 35.23 DW = 31.35 DW = 31.35 TW = 14.38 Ww = 3.88 Ws = 16.97 w = 22.86 %	WW= 29.60 DW = 26.89 DW = 26.89 TW = 15.35 Ww = 2.71 Ws = 11.54 w = 23.48 %	WW= 38.33 DW = 33.51 DW = 33.51 TW = 14.95 Ww = 4.82 Ws = 18.58 w = 25.97 %	WW= 32.43 DW = 28.64 DW = 28.64 TW = 15.95 Ww = 3.79 Ws = 12.69 w = 29.87 %	
	WW= 41.56 DW = 38.28 DW = 38.28 TW = 16.74 Ww = 3.28 Ws = 21.54 w = 15.23 %	WW= 30.55 DW = 27.56 DW = 27.56 TW = 13.08 Ww = 2.99 Ws = 14.50 w = 20.62 %	WW= 33.65 DW = 30.19 DW = 30.19 TW = 15.35 Ww = 3.46 Ws = 14.84 w = 23.32 %	WW= 33.89 DW = 30.04 DW = 30.04 TW = 15.75 Ww = 3.85 Ws = 14.29 w = 26.94 %	WW= 35.91 DW = 30.99 DW = 30.99 TW = 14.74 Ww = 4.92 Ws = 16.25 w = 30.28 %	
Mean value (%)	14.77	21.74	23.40	26.46	30.07	
Dry Density γ_d In g/cm ³	1.42	1.55	1.57	1.55	1.44	

LOCATION	Lapindo
DATE	03-May-12
SAMPLE NO	LL + 12.5% Semen
TESTED BY	Lab. Mekanika Tanah ITN Malang

	Mold	Rammer
weight	1776 g	weight 2.50 kg
inside dia.	10.1 cm	height of drop
height	11.7 cm	30.00 cm
capacity	936.9 cm ³	no. of blows 25 x

Layers	: 3
The condition of sample at the beginning of the test :	
water content	: 23.15 %
specific gravity	: 1.604



Kesimpulan : Kepadatan kering (dry density) = 1,570 gr/cm³ dan kadar air (w) optimum = 23.15%



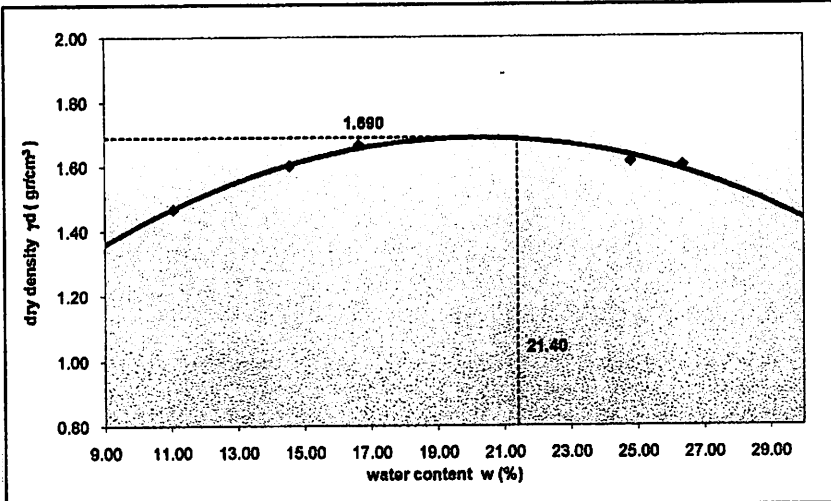
COMPACTION TEST 10% PC

Penambahan air	0 ml	50 ml	100 ml	150 ml	200 ml
Determination no.	2	3	4	5	
Wt. (soil + mold) in g	3304	3495.5	3598	3682.1	3672.5
Wt. of wet soil in g	1528	1719	1820	1886	1896
Wet Density γ_w in g/cm^3	1.63	1.83	1.94	2.01	2.02
Measurement of Water Content	WW= 33.91 DW = 31.99 DW = 31.99 TW = 14.74 Ww = 1.92 Ws = 17.25 w = 11.13 %	WW= 41.17 DW = 37.37 DW = 37.37 TW = 14.50 Ww = 3.80 Ws = 22.87 w = 16.62 %	WW= 35.66 DW = 32.44 DW = 32.44 TW = 14.41 Ww = 3.22 Ws = 18.03 w = 17.86 %	WW= 35.94 DW = 31.68 DW = 31.68 TW = 14.21 Ww = 4.26 Ws = 17.47 w = 24.38 %	WW= 42.39 DW = 36.97 DW = 36.97 TW = 15.78 Ww = 5.42 Ws = 21.19 w = 25.58 %
	WW= 36.73 DW = 34.84 DW = 34.84 TW = 15.65 Ww = 2.09 Ws = 18.99 w = 11.01 %	WW= 40.93 DW = 38.14 DW = 38.14 TW = 15.83 Ww = 2.79 Ws = 22.31 w = 12.51 %	WW= 32.18 DW = 29.97 DW = 29.97 TW = 15.65 Ww = 2.21 Ws = 14.32 w = 15.43 %	WW= 32.23 DW = 28.71 DW = 28.71 TW = 14.75 Ww = 3.52 Ws = 13.96 w = 25.21 %	WW= 33.08 DW = 29.14 DW = 29.14 TW = 14.70 Ww = 3.92 Ws = 14.44 w = 27.15 %
Mean value (%)	11.07	14.56	16.65	24.80	28.36
Dry Density γ_d in g/cm^3	1.47	1.60	1.67	1.61	1.60

LOCATION	Lapindo
DATE	03-May-12
SAMPLE NO.	LL + 10% Semen
TESTED BY	Lab. Mekanika Tanah ITN Malang

	Mold	Rammer
weight	1776 g	weight 2.50 kg
inside dia.	10.1 cm	height of drop 30.00 cm
height	11.7 cm	no. of blows 25 x
capacity	936.9 cm^3	

Layers	: 3
The condition of sample at the beginning of the test :	
water content	: 21.40 %
specific gravity	: 1.393



Kesimpulan : Kepadatan kering (dry density) = 1,69 gr/cm^3 dan kadar air (w) optimum = 21,40%



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

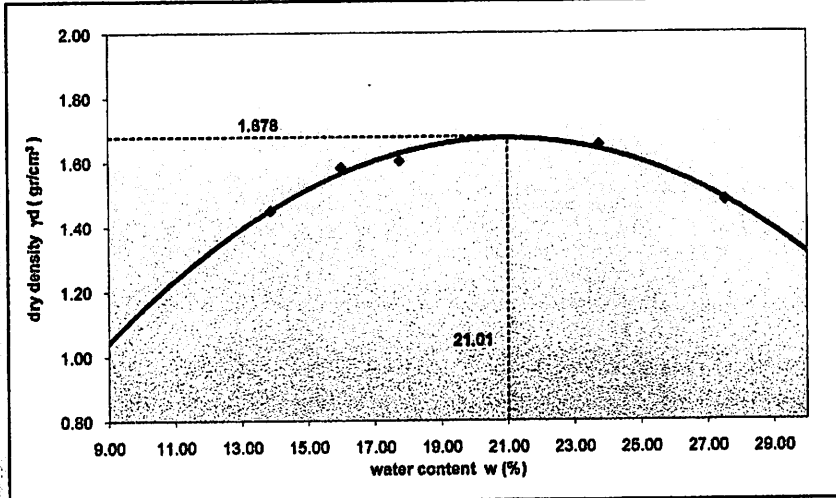
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

COMPACTION TEST 7.5% PC

Penambahan air	0 ml	50 ml	100 ml	200 ml	150 ml	
Determination no.	2	3	4	5	6	
Wt. (soil + mold) in g	3324.5	3497.6	3545.5	3692.6	3543.5	
Wt. of wet soil in g	1548	1721	1769	1916	1767	
Wet Density γ_w in g/cm ³	1.65	1.84	1.89	2.05	1.89	
Measurement of Water Content	WW = 35.30 DW = 32.07 DW = 32.07 TW = 10.37 Ww = 3.23 Ws = 21.70 w = 14.88 %	WW = 32.15 DW = 28.98 DW = 28.98 TW = 10.72 Ww = 3.17 Ws = 18.26 w = 17.36 %	WW = 27.92 DW = 25.29 DW = 25.29 TW = 10.20 Ww = 2.63 Ws = 15.09 w = 17.43 %	WW = 35.05 DW = 30.53 DW = 30.53 TW = 10.74 Ww = 4.52 Ws = 19.79 w = 22.84 %	WW = 33.23 DW = 28.47 DW = 28.47 TW = 10.39 Ww = 4.76 Ws = 18.08 w = 26.33 %	
	WW = 38.61 DW = 35.34 DW = 35.34 TW = 10.72 Ww = 3.17 Ws = 24.82 w = 12.88 %	WW = 33.92 DW = 30.92 DW = 30.92 TW = 10.45 Ww = 3.00 Ws = 20.47 w = 14.66 %	WW = 39.34 DW = 34.85 DW = 34.85 TW = 10.05 Ww = 4.49 Ws = 24.80 w = 18.10 %	WW = 37.39 DW = 31.99 DW = 31.99 TW = 10.11 Ww = 5.40 Ws = 21.88 w = 24.68 %	WW = 36.00 DW = 30.35 DW = 30.35 TW = 10.70 Ww = 5.65 Ws = 19.65 w = 28.75 %	
Mean value (%)	13.88	16.01	17.77	23.76	27.54	
Dry Density γ_d in g/cm ³	1.45	1.58	1.60	1.65	1.48	

LOCATION
Ds. Stamparejo Jabung
DATE
03-May-12
SAMPLE NO.
LL + 7.5% Semen
TESTED BY
Lab. Mekanika Tanah ITN Malang

Mold	Rammer
weight 1776 g	weight 2.50 kg
inside dia. 10.1 cm	height of drop 30.00 cm
height 11.7 cm	no. of blows 25 x
capacity 936.9 cm ³	
Layers : 3	
The condition of sample at the beginning of the test :	
water content	: 21.01 %
specific gravity	: 1.264



Kesimpulan : Kepadatan kering (dry density) = 1,678 gr/cm³ dan kadar air (w) optimum = 21.01%



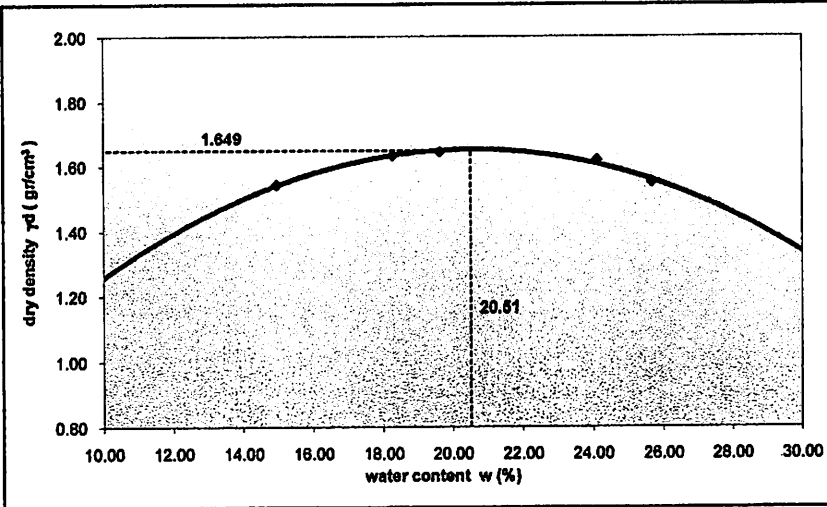
COMPACTION TEST 5% PC

Penambahan air	0 ml	50 ml	150 ml	200 ml	100 ml	
Determination no.		2	3	4	5	
Wt. (soil + mold) in g	3438.7	3585.5	3618.3	3658.3	3601.8	
Wt. of wet soil in g	1662	1809	1842	1882	1825	
Wet Density γ_w in g/cm^3	1.77	1.93	1.97	2.01	1.95	
Measurement of Water Content	WW= 38.30 DW = 34.64 DW = 34.64 TW = 10.37 Ww = 3.66 Ws = 24.27 w = 15.08 %	WW= 33.15 DW = 29.59 DW = 29.59 TW = 10.72 Ww = 3.56 Ws = 18.87 w = 18.87 %	WW= 35.74 DW = 31.48 DW = 31.48 TW = 10.20 Ww = 4.28 Ws = 21.28 w = 20.02 %	WW= 30.99 DW = 27.10 DW = 27.10 TW = 10.74 Ww = 3.89 Ws = 16.36 w = 23.78 %	WW= 31.42 DW = 27.06 DW = 27.06 TW = 10.39 Ww = 4.36 Ws = 16.67 w = 26.15 %	
	WW= 39.59 DW = 35.86 DW = 35.86 TW = 10.72 Ww = 3.73 Ws = 25.14 w = 14.84 %	WW= 38.39 DW = 34.19 DW = 34.19 TW = 10.45 Ww = 4.20 Ws = 23.74 w = 17.69 %	WW= 43.01 DW = 37.69 DW = 37.69 TW = 10.05 Ww = 5.32 Ws = 27.64 w = 19.25 %	WW= 36.76 DW = 31.52 DW = 31.52 TW = 10.11 Ww = 5.24 Ws = 21.41 w = 24.47 %	WW= 34.94 DW = 30.06 DW = 30.06 TW = 10.70 Ww = 4.88 Ws = 19.36 w = 25.21 %	
Mean value (%)	14.96	18.28	19.63	24.13	25.68	
Dry Density γ_d in g/cm^3	1.54	1.63	1.64	1.62	1.55	

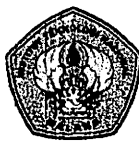
LOCATION
Lapindo
DATE
03-May-12
SAMPLE NO.
LL + 5% Semen
TESTED BY
Lab. Mekanika Tanah ITN Malang

	Mold	Rammer
weight	1776 g	weight 2.50 kg
inside dia.	10.1 cm	
height	11.7 cm	height of drop 30.00 cm
capacity	936.9 cm^3	no. of blows 25 x

Layers	: 3
The condition of sample at the beginning of the test :	
water content	: 20.51 %
specific gravity	: 1.278



Kesimpulan : Kepadatan kering (dry density) = 1,649 gr/cm^3 dan kadar air (w) optimum = 21,51%



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

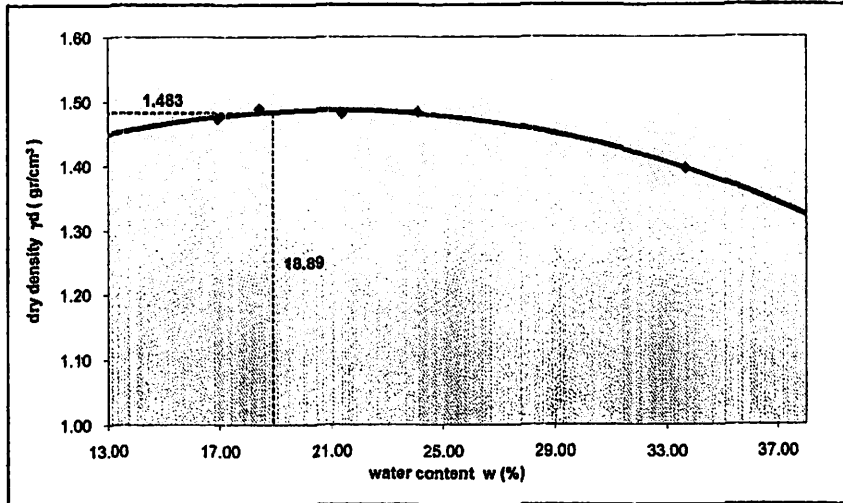
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

COMPACTION TEST (STANDART) 2.5% PC

Penambahan air	0 ml	50 ml	100 ml	150 ml	200 ml	
Determination no.	1	2	3	4	5	
WL (soil + mold) in g	3391.5	3428.5	3461.7	3501.5	3525	
WL of wet soil in g	1615	1652	1685	1725	1749	
Wet Density γ_w in g/cm^3	1.72	1.76	1.80	1.84	1.87	
Measurement of Water Content	WW = 29.96 DW = 27.73 DW = 27.73 TW = 14.22 Ww = 2.23 Ws = 13.51 w = 16.51 %	WW = 39.74 DW = 35.99 DW = 35.99 TW = 14.69 Ww = 3.75 Ws = 21.30 w = 17.61 %	WW = 39.19 DW = 35.18 DW = 35.18 TW = 16.07 Ww = 4.01 Ws = 19.11 w = 20.98 %	WW = 25.66 DW = 23.58 DW = 23.58 TW = 14.64 Ww = 2.08 Ws = 8.94 w = 23.27 %	WW = 36.41 DW = 31.40 DW = 31.40 TW = 16.66 Ww = 5.01 Ws = 14.74 w = 33.99 %	
	WW = 31.36 DW = 28.99 DW = 28.99 TW = 15.35 Ww = 2.37 Ws = 13.64 w = 17.38 %	WW = 33.00 DW = 29.98 DW = 29.98 TW = 14.28 Ww = 3.02 Ws = 15.70 w = 19.24 %	WW = 39.57 DW = 35.49 DW = 35.49 TW = 16.74 Ww = 4.08 Ws = 18.75 w = 21.76 %	WW = 30.55 DW = 27.48 DW = 27.48 TW = 15.08 Ww = 3.09 Ws = 12.40 w = 24.92 %	WW = 40.55 DW = 34.01 DW = 34.01 TW = 14.38 Ww = 6.54 Ws = 19.63 w = 33.32 %	
	Mean value (%)	16.94	18.42	21.37	24.09	33.65
Dry Density γ_d in g/cm^3	1.47	1.49	1.48	1.48	1.40	

LOCATION
Lapindo
DATE
03-May-12
SAMPLE NO.
LL + 2.5% semen
TESTED BY
Lab. Mekanika Tanah ITN Malang

Mold	Rammer
weight 1776 g	weight 2.50 kg
inside dia. 10.1 cm	height of 30.00 cm
height 11.7 cm	height of drop
capacity 936.9 cm^3	no. of blows 25 x
Layers : 3	
The condition of sample at the beginning of the test :	
water content : 18.89 %	
specific gravity : 1.228	



Kesimpulan : Kepadatan kering (dry density) = 1,483 gr/cm^3 dan kadar air (w) optimum = 18.89%



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

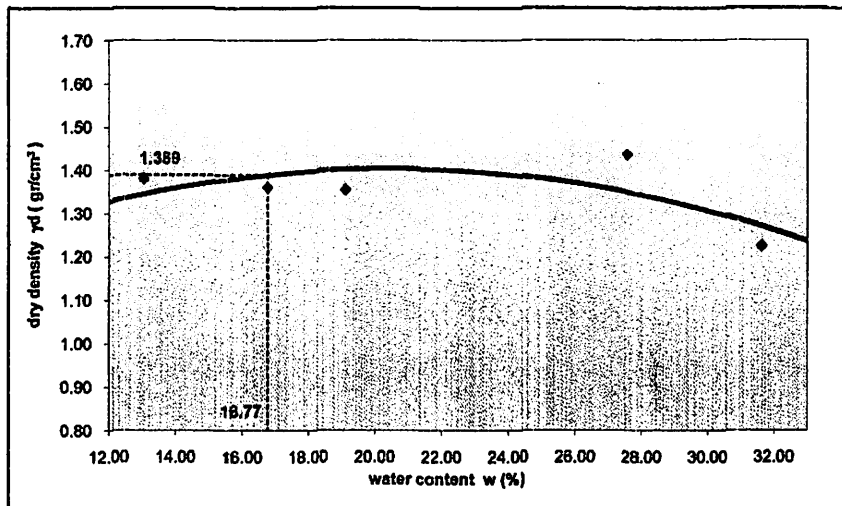
COMPACTION TEST (STANDART) 0%

Penambahan air	0 ml	50 ml	100 ml	150 ml	300 ml
Determination no.	1	2	3	4	5
Wt. (soil + mold) in g	3265.5	3238	3285	3288	3492.5
Wt. of wet soil in g	1489	1462	1509	1512	1718
Wet Density γ_w in g/cm^3	1.59	1.56	1.61	1.61	1.83
Measurement of Water Content	WW= 38.00 DW = 33.45 DW = 33.45 TW = 10.37 Ww = 4.55 Ws = 23.08 w = 19.71 %	WW= 39.46 DW = 35.89 DW = 35.89 TW = 10.72 Ww = 3.57 Ws = 25.17 w = 14.18 %	WW= 37.03 DW = 33.45 DW = 38.45 TW = 10.20 Ww = 3.58 Ws = 23.25 w = 15.40 %	WW= 42.79 DW = 37.18 DW = 37.18 TW = 10.74 Ww = 5.61 Ws = 26.44 w = 21.22 %	WW= 44.44 DW = 37.15 DW = 37.15 TW = 10.39 Ww = 7.29 Ws = 26.76 w = 27.24 %
	WW= 35.50 DW = 32.49 DW = 32.49 TW = 10.72 Ww = 3.01 Ws = 21.77 w = 13.83 %	WW= 35.82 DW = 33.12 DW = 33.12 TW = 10.45 Ww = 2.70 Ws = 22.87 w = 11.91 %	WW= 44.35 DW = 33.25 DW = 33.25 TW = 10.05 Ww = 11.10 Ws = 23.20 w = 47.84 %	WW= 39.96 DW = 35.62 DW = 35.62 TW = 10.11 Ww = 4.34 Ws = 25.51 w = 17.01 %	WW= 45.04 DW = 37.55 DW = 37.55 TW = 10.70 Ww = 7.49 Ws = 26.85 w = 27.90 %
	Mean value (%)	16.77	13.05	31.62	19.12
Dry Density γ_d in g/cm^3	1.36	1.38	1.22	1.35	1.44

LOCATION
Lapindo
DATE
03-May-12
SAMPLE NO.
LL 100% + 0% semen
TESTED BY
Lab. Mekanika Tanah ITN Malang

	Mold	Rammer
weight	1776 g	weight 2.50 kg
inside dia.	10.1 cm	height of 30.00 cm
height	11.7 cm	drop
capacity	936.9 cm^3	no. of blows 25 x

Layers	: 3
The condition of sample at the beginning of the test :	
water content	: 16.77 %
specific gravity	: 1.16



Kesimpulan : Kepadatan kering (dry density) = 1,369 gr/cm^3 dan kadar air (w) optimum = 16,77%



PEMERIKSAAN CBR

0 hari

Pekerjaan : penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan : Lab. Mektan ITN Malang

Malang 2012

Tanggal : 20 juli

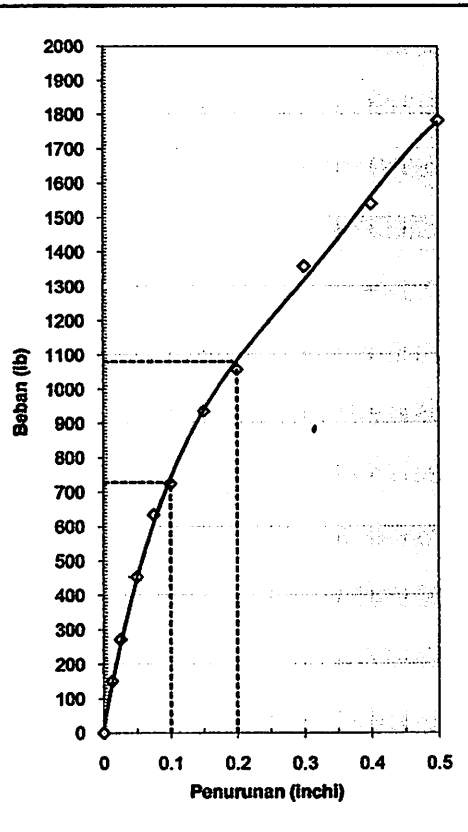
Jenis : Tanah Lapindo + 8.5%PC

Waktu (menit)	Penurunan (inchi)	Pembacaan Arloji	B e b a n (lb)
0	0	0	0
1/4	0.0125	5.00	151.00
1/2	0.025	9.00	271.81
1	0.05	15.00	453.01
1 1/2	0.075	21.00	634.22
2	0.10	24.00	724.82
3	0.15	31.00	936.23
4	0.20	35.00	1057.03
6	0.30	45.00	1359.04
8	0.40	51.00	1540.25
10	0.50	59.00	1781.85

	satuan	Sesudah
Berat tanah + mold	gram	9539.5
Berat mold	gram	4196.5
Berat tanah basah	gram	5343
Isi mold	cm ³	3252.56
Berat isi basah	gr/cm ³	1.64
Berat isi kering	gr/cm ³	1.520

56 PUKULAN x 3 lapis

KADAR AIR	20	14	C13
Tanah basah+cawan (gr)	48.52	39.63	61.87
Tanah kering+cawan (gr)	46.56	37.24	58.51
Berat cawan (gr)	14.41	14.66	14.26
Berat air (gr)	1.96	2.39	3.36
Berat tanah kering (gr)	32.15	22.58	44.25
Kadar air (%)	6.10	10.58	7.59
Rata-rata	8.09 %		



CBR	Harga CBR (%)	
	0,1"	0,2"
	$\frac{728}{3 \times 1000} \times 100$ = 24.27 %	$\frac{1080}{3 \times 1500} \times 100$ = 24.00 %
Rata-rata	= 24.13 %	



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

PEMERIKSAAN CBR
(4 hari)

Pekerjaan : penelitian Tugas Akhir
 Malang 2012

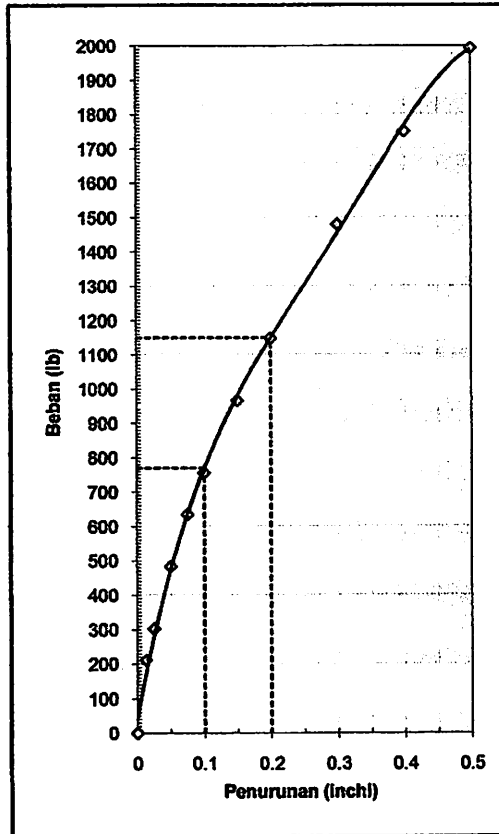
Dikerjakan : Lab. Mektan ITN Malang
 Tanggal : 20 juli

Jenis : Tanah lapindo + 8.5%PC

Waktu (menit)	Penurunan (inchi)	Pembacaan Arloji	Beban (lb)
0	0	0	0
1/4	0.0125	7.00	211.41
1/2	0.025	10.00	302.01
1	0.05	16.00	483.21
1 1/2	0.075	21.00	634.22
2	0.10	25.00	755.02
3	0.15	32.00	966.43
4	0.20	38.00	1147.63
6	0.30	49.00	1479.84
8	0.40	58.00	1751.65
10	0.50	66.00	1993.26

	satuan	Sesudah
Berat tanah + mold	gram	9591.5
Berat mold	gram	4196.5
Berat tanah basah	gram	5395
Isi mold	cm ³	3252.56
Berat isi basah	gr/cm ³	1.66
Berat isi kering	gr/cm ³	1.570

56 PUKULAN x 3 lapis



KADAR AIR	17	3	7
Tanah basah+cawan (gr)	35.18	40.02	51.52
Tanah kering+cawan (gr)	34.23	38.72	49.22
Berat cawan (gr)	15.50	14.18	14.55
Berat air (gr)	0.95	1.30	2.30
Berat tanah kering (gr)	18.73	24.54	34.67
Kadar air (%)	5.07	5.30	6.63
Rata-rata	5.67 %		

CBR	Harga CBR (%)	
	0,1"	0,2"
	$\frac{770}{3 \times 1000} \times 100$	$\frac{1150}{3 \times 1500} \times 100$
	= 25.67 %	= 25.56 %
Rata-rata	= 25.61 %	

[Handwritten signature]



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

PEMERIKSAAN CBR
(7 hari)

Pekerjaan : penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan : Lab. Mektan ITN Malang

Tanggal : 20 juli

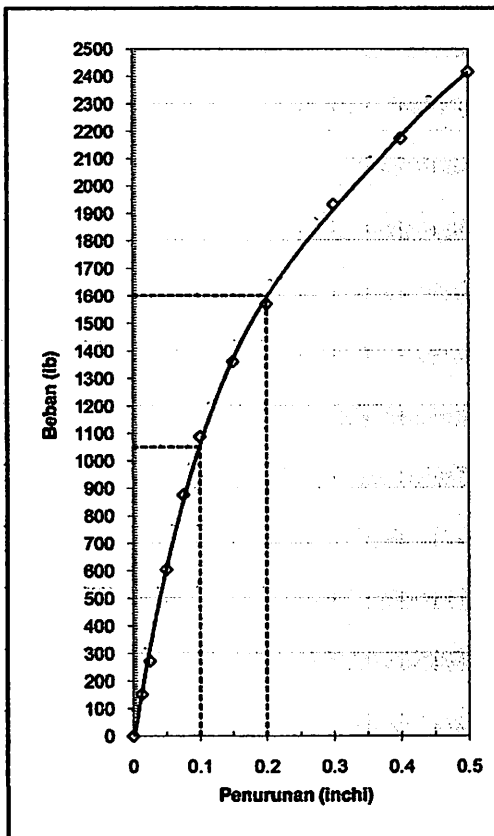
Malang 2012

Jenis : Tanah Lempung lapindo 8.5%PC

Waktu (menit)	Penurunan (inchi)	Pembacaan Arloji	B e b a n (lb)
0	0	0	0
1/4	0.0125	5.00	151.00
1/2	0.025	9.00	271.81
1	0.05	20.00	604.02
1 1/2	0.075	29.00	875.83
2	0.10	36.00	1087.23
3	0.15	45.00	1359.04
4	0.20	52.00	1570.45
6	0.30	64.00	1932.86
8	0.40	72.00	2174.46
10	0.50	80.00	2416.07

	satuan	Sesudah
Berat tanah + mold	gram	9508
Berat mold	gram	4196.5
Berat tanah basah	gram	5311.5
Isi mold	cm ³	3252.56
Berat isi basah	gr/cm ³	1.63
Berat isi kering	gr/cm ³	1.241

56 PUKULAN x 3 lapis



KADAR AIR	7	3	4
Tanah basah+cawan (gr)	53.94	47.44	42.84
Tanah kering+cawan (gr)	48.56	38.24	34.68
Berat cawan (gr)	14.53	14.13	14.61
Berat air (gr)	5.38	9.20	8.16
Berat tanah kering (gr)	34.03	24.11	20.07
Kadar air (%)	15.81	38.16	40.66
Rata-rata	31.54 %		

CBR	Harga CBR (%)	
	0,1"	0,2"
	$\frac{1050}{3 \times 1000} \times 100$ = 35.00 %	$\frac{1600}{3 \times 1500} \times 100$ = 35.56 %
Rata-rata	= 35.28 %	

[Handwritten signature]



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

**PEMERIKSAAN CBR
(14 hari)**

Pekerjaan : penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan : Lab. Mektan ITN Malang

Tanggal : 20 juli

Malang 2012

Jenis : Tanah Lempung lapindo 8.5%PC

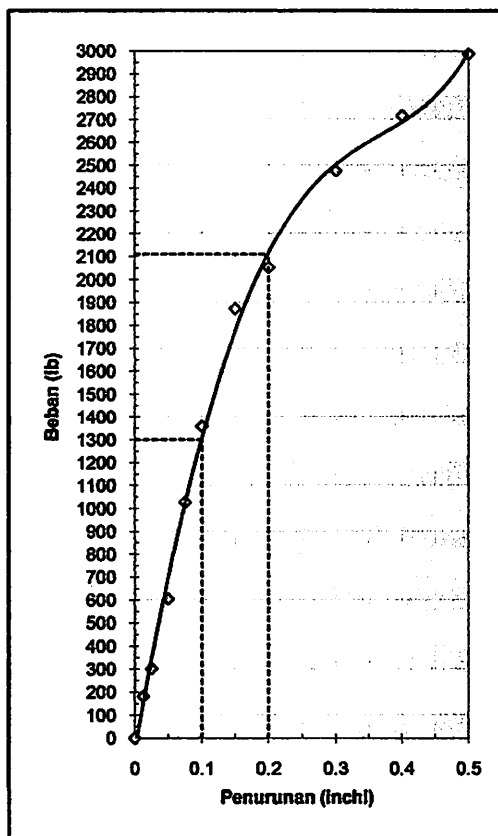
Waktu (menit)	Penurunan (inchi)	Pembacaan Arloji	B e b a n (lb)
0	0	0	0
1/4	0.0125	6.00	181.21
1/2	0.025	10.00	302.01
1	0.05	20.00	604.02
1 1/2	0.075	34.00	1026.83
2	0.10	45.00	1359.04
3	0.15	62.00	1872.46
4	0.20	68.00	2053.66
6	0.30	82.00	2476.47
8	0.40	90.00	2718.08
10	0.50	99.00	2989.89

	satuan	Sesudah
Berat tanah + mold	gram	9484.5
Berat mold	gram	4196.5
Berat tanah basah	gram	5288
Isi mold	cm ³	3252.56
Berat isi basah	gr/cm ³	1.63
Berat isi kering	gr/cm ³	1.275

56 PUKULAN x 3 lapis

KADAR AIR	20	14	c13
Tanah basah+cawan (gr)	38.24	56.65	46.58
Tanah kering+cawan (gr)	32.23	48.72	39.22
Berat cawan (gr)	12.96	14.06	13.36
Berat air (gr)	6.0	7.93	7.36
Berat tanah kering (gr)	19.27	34.66	25.86
Kadar air (%)	31.19	22.88	28.46
Rata-rata	27.51 %		

CBR	Harga CBR (%)	
	0,1"	0,2"
	$\frac{1300}{3 \times 1000} \times 100$ = 43.33 %	$\frac{2110}{3 \times 1500} \times 100$ = 46.89 %
Rata-rata	= 45.11 %	





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

PEMERIKSAAN CBR

Pekerjaan : penelitian Tugas Akhir

Dikerjakan : Lab. Mektan ITN Malang

Tanggal : 3 Mei 2012

Malang 2012

Jenis : Tanah Urug Biasa Slamparejo

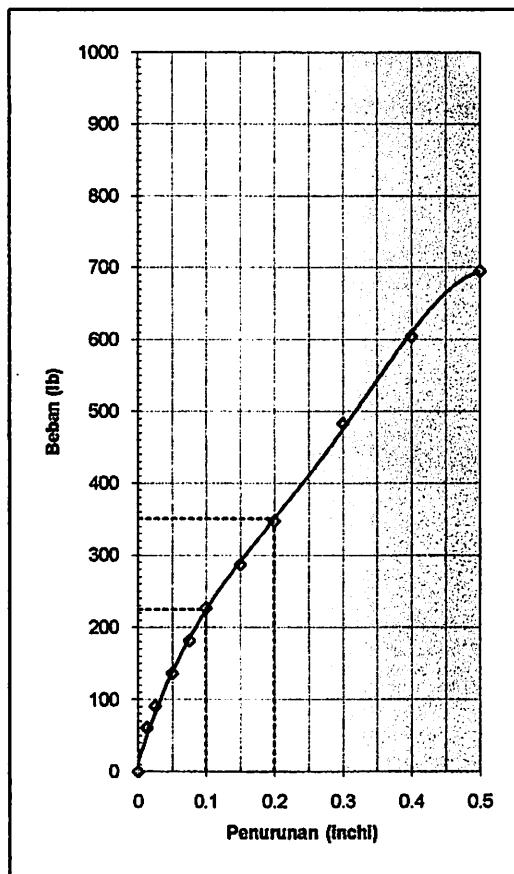
Waktu (menit)	Penurunan (inchi)	Pembacaan Arloji	B e b a n (lb)
0	0	0	0
1/4	0.0125	2.00	60.40
1/2	0.025	3.00	90.60
1	0.05	4.50	135.90
1 1/2	0.075	6.00	181.21
2	0.10	7.50	226.51
3	0.15	9.50	286.91
4	0.20	11.50	347.31
6	0.30	16.00	483.21
8	0.40	20.00	604.02
10	0.50	23.00	694.62

	satuan	Sesudah
Berat tanah + mold	gram	8838.5
Berat mold	gram	4196.5
Berat tanah basah	gram	4642
Isi mold	cm ³	3252.56
Berat isi basah	gr/cm ³	1.43
Berat isi kering	gr/cm ³	1.017

56 PUKULAN x 3 lapis

KADAR AIR	5T	3	15
Tanah basah+cawan (gr)	47.57	48.88	42.00
Tanah kering+cawan (gr)	38.56	39.24	34.51
Berat cawan (gr)	16.30	15.79	15.44
Berat air (gr)	9.01	9.64	7.49
Berat tanah kering (gr)	22.26	23.45	19.07
Kadar air (%)	40.48	41.11	39.28
Rata-rata	40.29 %		

	Harga CBR (%)	
	0,1"	0,2"
CBR	$\frac{225}{3 \times 1000} \times 100 = 7.50 \%$	$\frac{350}{3 \times 1500} \times 100 = 7.78 \%$
Rata-rata	= 7.64 %	





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

LOKASI : Ds. Slamparejo Jabung

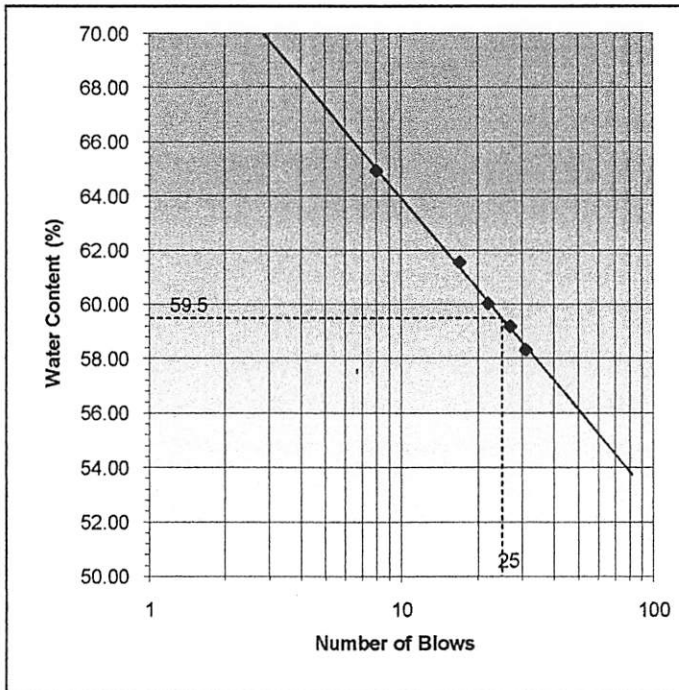
TEST OLEH : Lab. Mektan ITN Malang

LIQUID LIMIT TEST

1				2				3			
NO. OF BLOWS		8		NO. OF BLOWS		22		NO. OF BLOWS		17	
No. 16		No. VI		No. B2		No. B2		No. B2		No. B2	
WW =	18.11	DW =	15.11	WW =	18.02	DW =	15.15	WW =	19.06	DW =	15.84
DW =	15.11	TW =	10.49	DW =	15.15	TW =	10.37	DW =	15.84	TW =	10.61
Ww =	3.00	Ws =	4.62	Ww =	2.87	Ws =	4.78	Ww =	3.22	Ws =	5.23
w = 64.94 %				w = 60.04 %				w = 61.57 %			
4				5							
NO. OF BLOWS		31		NO. OF BLOWS		27					
No. V		No. 4		No. 4		No. 4					
WW =	19.69	DW =	16.26	WW =	18.34	DW =	15.41				
DW =	16.26	TW =	10.38	DW =	15.41	TW =	10.46				
Ww =	3.43	Ws =	5.88	Ww =	2.93	Ws =	4.95				
w = 58.33 %				w = 59.19 %							

PLASTIC LIMIT TEST

1				2				3			
No. 18		No. B		No. B		No. I		No. I		No. I	
WW =	18.15	DW =	15.52	WW =	14.86	DW =	13.58	WW =	13.15	DW =	12.27
DW =	15.52	TW =	10.25	DW =	13.58	TW =	11.17	DW =	12.27	TW =	10.56
Ww =	2.63	Ws =	5.27	Ww =	1.28	Ws =	2.41	Ww =	0.88	Ws =	1.71
w = 49.91 %				w = 53.11 %				w = 51.46 %			



REMARKS :

WW = Wt of container + wet soil in gr.
 DW = Wt of container + dry soil in gr.
 TW = Wt of container in gr.

The limits is determined on the portion of the soil passing 0,4 mm sieve

Dari percobaan didapatkan :

LIQUID LIMIT = 59.50 %
 PLASTIC LIMIT = 51.49 %
 PLAST. INDEX = 8.01 %



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

PEMERIKSAAN BERAT JENIS

LOKASI : Ds. Slamparejo Jabung

DIKERJAKAN : Lab. Mektan ITN Malang

JENIS TANAH : Tanah asli

Kode		P-1	P-2	P-3
Nomor Botol		1	2	3
Berat Botol + Tanah (W_2)	gr	253.22	229.09	257.93
Berat Botol (W_1)	gr	168.76	153.00	176.28
Berat Tanah ($W_2 - W_1$)	gr	84.46	76.09	81.65
Suhu (T)	°C	25	25	25
Berat Botol + Air pada T (W_4)	gr	666.37	651.28	674.16
$W_2 - W_1 + W_4$	gr	750.83	727.37	755.81
Berat Botol + Air + Tanah (W_3)	gr	716.42	696.38	722.88
Faktor Koreksi Suhu		0.9986	0.9986	0.9986
Isi Tanah ($W_2 - W_1$) + ($W_4 - W_3$)	cm ³	34.41	30.99	32.93
Berat Jenis Tanah		2.451	2.452	2.476
Rata-rata		2.460		



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

NATURAL DENSITY

LOKASI : Ds. Slamparejo Jabung
DIKERJAKAN : Lab. Mektan ITN Malang
JENIS TANAH : Tanah Blasa

PEMERIKSAAN KADAR AIR

Nomor cawan		I	11	6	
Berat cawan + tanah basah	(gr)	30.81	28.03	28.35	
Berat cawan + tanah kering	(gr)	22.91	21.00	21.50	
Berat cawan	(gr)	10.72	10.72	10.47	
Berat air	(gr)	7.90	7.03	6.85	
Berat tanah kering	(gr)	12.19	10.28	11.03	
Kadar air (w)	(%)	64.81	68.39	62.10	
Kadar air rata-rata	(%)	65.10			



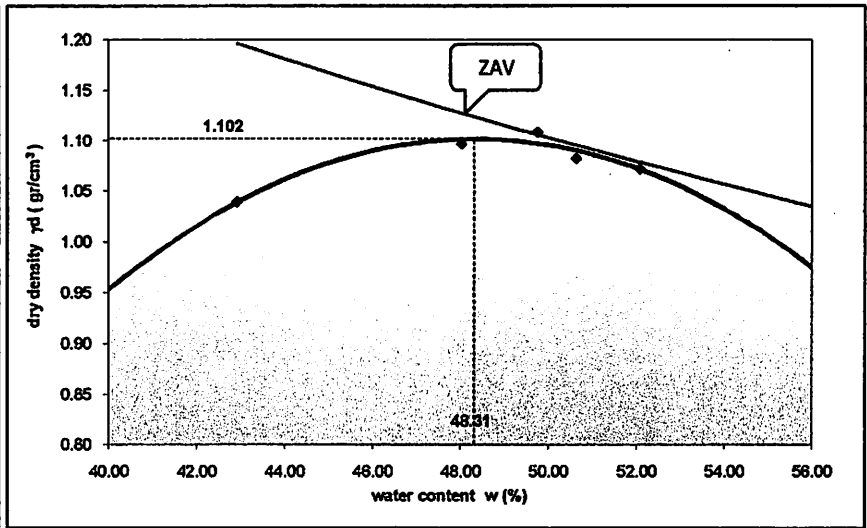
COMPACTION TEST (STANDART)

Penambahan air	0 ml	50 ml	100 ml	150 ml	75 ml
Determination no.	1	2	3	4	5
Wt. (soil + mold) in g	3188	3297	3303,5	3303	3331,5
Wt. of wet soil in g	1392	1521	1527	1527	1555
Wet Density γ_w in g/cm^3	1.49	1.62	1.63	1.63	1.66
Measurement of Water Content	WW= 26.33 DW = 21.45 DW = 21.45 TW = 10.37 Ww = 4.88 Ws = 11.08 w = 44.04 %	WW= 31.71 DW = 24.89 DW = 24.89 TW = 10.72 Ww = 6.82 Ws = 14.17 w = 48.13 %	WW= 31.74 DW = 24.45 DW = 24.45 TW = 10.20 Ww = 7.29 Ws = 14.25 w = 51.16 %	WW= 27.58 DW = 21.80 DW = 21.80 TW = 10.74 Ww = 5.78 Ws = 11.06 w = 52.26 %	WW= 31.41 DW = 24.40 DW = 24.40 TW = 10.39 Ww = 7.01 Ws = 14.01 w = 50.04 %
	WW= 24.02 DW = 20.10 DW = 20.10 TW = 10.72 Ww = 3.92 Ws = 9.38 w = 41.79 %	WW= 33.63 DW = 26.12 DW = 26.12 TW = 10.45 Ww = 7.51 Ws = 15.67 w = 47.93 %	WW= 29.19 DW = 22.80 DW = 22.80 TW = 10.05 Ww = 6.39 Ws = 12.75 w = 50.12 %	WW= 33.67 DW = 25.62 DW = 25.62 TW = 10.11 Ww = 8.05 Ws = 15.51 w = 51.90 %	WW= 31.13 DW = 24.37 DW = 24.37 TW = 10.70 Ww = 6.76 Ws = 13.67 w = 49.45 %
Mean value (%)	42.92	48.03	50.64	52.08	49.74
Dry Density γ_d in g/cm^3	1.04	1.10	1.08	1.07	1.11

LOCATION
Ds. Stamparejo Jabung
DATE
3-May-12
SAMPLE NO
Tanah Urug Biasa
TESTED BY
Lab. Mekanika Tanah ITN Malang

Mold		Rammer	
weight	1776 g	weight	2.50 kg
inside dia.	10.1 cm	height of drop	30.00 cm
height	11.7 cm	no. of blows	25 x
capacity	936.9 cm^3		

Layers	: 3
The condition of sample at the beginning of the test :	
water content	: 42.92 %
specific gravity	: 2.46



Kesimpulan : Kepadatan kering (dry density) = $1,102 \text{ gr/cm}^3$ dan kadar air (w) optimum = 48,31%

[Signature]



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

PEMERIKSAAN BERAT JENIS (0% PC)

LOKASI : Porong - Sidoarjo

DIKERJAKAN : Lab. Mektan ITN Malang

JENIS TANAH : Tanah Lempung Lapindo

Kode		TR - 1	TR - 2	TR - 3
Nomor Botol		1	2	3
Berat Botol + Tanah (W_2)	gr	288.09	262.29	276.23
Berat Botol (W_1)	gr	173.67	167.38	169.50
Berat Tanah ($W_2 - W_1$)	gr	114.42	94.91	106.73
Suhu (T)	°C	25	25	25
Berat Botol + Air pada T (W_4)	gr	672.08	665.49	667.71
$W_2 - W_1 + W_4$	gr	786.50	760.40	774.44
Berat Botol + Air + Tanah (W_3)	gr	742.08	724.44	732.53
Faktor Koreksi Suhu		0.9986	0.9986	0.9986
Isi Tanah ($W_2 - W_1$) + ($W_4 - W_3$)	cm ³	44.42	35.96	41.91
Berat Jenis Tanah		2.572	2.636	2.543
Rata-rata		2.584		



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

PEMERIKSAAN BERAT JENIS (2.5% PC)

LOKASI : Porong_Sidoarjo
DIKERJAKAN : Lab. Mektan ITN Malang
JENIS TANAH : Tanah Lempung Lapindo

Kode		TR-2	TR - I
Nomor Botol		1	2
Berat Botol + Tanah (W_2)	gr	253.97	254.39
Berat Botol (W_1)	gr	167.42	173.74
Berat Tanah ($W_2 - W_1$)	gr	86.55	80.65
Suhu (T)	°C	25	25
Berat Botol + Air pada T (W_4)	gr	665.28	671.62
$W_2 - W_1 + W_4$	gr	751.83	752.27
Berat Botol + Air + Tanah (W_3)	gr	718.82	722.27
Faktor Koreksi Suhu		0.9986	0.9986
Isi Tanah ($W_2 - W_1$) + ($W_4 - W_3$)	cm ³	33.01	30.00
Berat Jenis Tanah		2.618	2.685
Rata-rata		2.651	



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

PEMERIKSAAN BERAT JENIS (5% PC)

LOKASI : Porong_Sidoarjo
DIKERJAKAN : Lab. Mektan ITN Malang
JENIS TANAH : Tanah Lempung Lapindo

Kode		TR -3	TR -4
Nomor Botol		1	2
Berat Botol + Tanah (W_2)	gr	253.56	233.62
Berat Botol (W_1)	gr	169.47	136.03
Berat Tanah ($W_2 - W_1$)	gr	84.09	97.59
Suhu (T)	°C	25	25
Berat Botol + Air pada T (W_4)	gr	667.36	636.63
$W_2 - W_1 + W_4$	gr	751.45	734.22
Berat Botol + Air + Tanah (W_3)	gr	719.47	696.75
Faktor Koreksi Suhu		0.9986	0.9986
Isi Tanah ($W_2 - W_1$) + ($W_4 - W_3$)	cm ³	31.98	37.47
Berat Jenis Tanah		2.626	2.601
Rata-rata		2.613	



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

I. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

PEMERIKSAAN BERAT JENIS (7.5% PC)

LOKASI : Porong_Sidoarjo
DIKERJAKAN : Lab. Mektan ITN Malang
JENIS TANAH : Tanah Lempung Lapindo

Kode		TR - II	TR - I
Nomor Botol		1	2
Berat Botol + Tanah (W_2)	gr	249.00	253.59
Berat Botol (W_1)	gr	167.35	173.65
Berat Tanah ($W_2 - W_1$)	gr	81.65	79.94
Suhu (T)	°C	25	25
Berat Botol + Air pada T (W_4)	gr	665.28	671.62
$W_2 - W_1 + W_4$	gr	746.93	751.56
Berat Botol + Air + Tanah (W_3)	gr	714.54	720.36
Faktor Koreksi Suhu		0.9986	0.9986
Isi Tanah ($W_2 - W_1$) + ($W_4 - W_3$)	cm ³	32.39	31.20
Berat Jenis Tanah		2.517	2.559
Rata-rata		2.538	



**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang

PEMERIKSAAN BERAT JENIS (10% PC)

LOKASI : Porong_Sidoarjo
DIKERJAKAN : Lab. Mektan ITN Malang
JENIS TANAH : Tanah Lempung Lapindo

Kode		TR - III		TR - IV	
		1	2	1	2
Nomor Botol					
Berat Botol + Tanah (W_2)	gr	268.83		216.65	
Berat Botol (W_1)	gr	169.47		136.03	
Berat Tanah ($W_2 - W_1$)	gr	99.36		80.62	
Suhu (T)	°C	25		25	
Berat Botol + Air pada T (W_4)	gr	667.36		636.63	
$W_2 - W_1 + W_4$	gr	766.72		717.25	
Berat Botol + Air + Tanah (W_3)	gr	727.75		685.97	
Faktor Koreksi Suhu		0.9986		0.9986	
Isi Tanah ($W_2 - W_1$) + ($W_4 - W_3$)	cm ³	38.97		31.28	
Berat Jenis Tanah		2.546		2.574	
Rata-rata		2.560			

[Handwritten signature]



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

PEMERIKSAAN BERAT JENIS (12.5% PC)

LOKASI : Porong_Sidoarjo
DIKERJAKAN : Lab. Mektan ITN Malang
JENIS TANAH : Tanah Lempung Lapindo

Kode		TR - I	TR - II
Nomor Botol		1	2
Berat Botol + Tanah (W_2)	gr	250.23	235.15
Berat Botol (W_1)	gr	173.65	167.35
Berat Tanah ($W_2 - W_1$)	gr	76.58	67.80
Suhu (T)	°C	25	25
Berat Botol + Air pada T (W_4)	gr	671.62	665.28
$W_2 - W_1 + W_4$	gr	748.20	733.08
Berat Botol + Air + Tanah (W_3)	gr	718.52	706.49
Faktor Koreksi Suhu		0.9986	0.9986
Isi Tanah ($W_2 - W_1$) + ($W_4 - W_3$)	cm ³	29.68	26.59
Berat Jenis Tanah		2.577	2.546
Rata-rata		2.561	

[Handwritten signature]



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

PEMERIKSAAN BERAT JENIS (15% PC)

LOKASI
DIKERJAKAN
JENIS TANAH

Porong_Sidoarjo
: Lab. Mektan ITN Malang
: Tanah Lempung Lapindo

Kode		TR - III	TR - IV
Nomor Botol		1	2
Berat Botol + Tanah (W_2)	gr	248.20	228.67
Berat Botol (W_1)	gr	169.42	136.03
Berat Tanah ($W_2 - W_1$)	gr	78.78	92.64
Suhu (T)	°C	25	25
Berat Botol + Air pada T (W_4)	gr	667.36	636.63
$W_2 - W_1 + W_4$	gr	746.14	729.27
Berat Botol + Air + Tanah (W_3)	gr	715.15	692.28
Faktor Koreksi Suhu		0.9986	0.9986
Isi Tanah ($W_2 - W_1$) + ($W_4 - W_3$)	cm ³	30.99	36.99
Berat Jenis Tanah		2.539	2.501
Rata-rata		2.520	

[Handwritten signature]



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jalan ndungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 Psw. 256 Malang 65145

PEMERIKSAAN BERAT JENIS (8,5% PC)

LOKASI : Porong - Sidoarjo

DIKERJAKAN : Lab. Mektan ITN Malang

JENIS TANAH : Tanah Lempung Lapindo

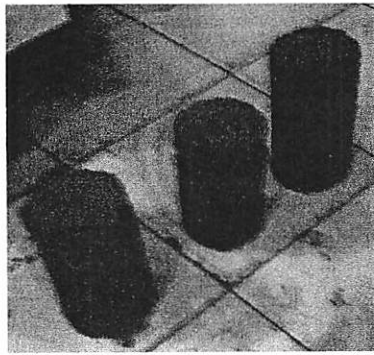
Kode		TR - 1	TR - 2
Nomor Botol		1	2
Berat Botol + Tanah (W_2)	gr	251.54	247.72
Berat Botol (W_1)	gr	173.65	167.35
Berat Tanah ($W_2 - W_1$)	gr	77.89	80.37
Suhu (T)	°C	25	25
Berat Botol + Air pada T (W_4)	gr	671.62	665.28
$W_2 - W_1 + W_4$	gr	749.51	745.65
Berat Botol + Air + Tanah (W_3)	gr	718.33	713.47
Faktor Koreksi Suhu		0.9986	0.9986
Isi Tanah ($W_2 - W_1$) + ($W_4 - W_3$)	cm ³	31.18	32.18
Berat Jenis Tanah		2.495	2.494
Rata-rata		2.494	

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

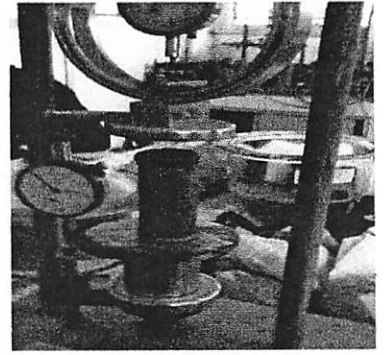
LAMPYRAN DOKUMENTASI



Pengambilan sample unconfined



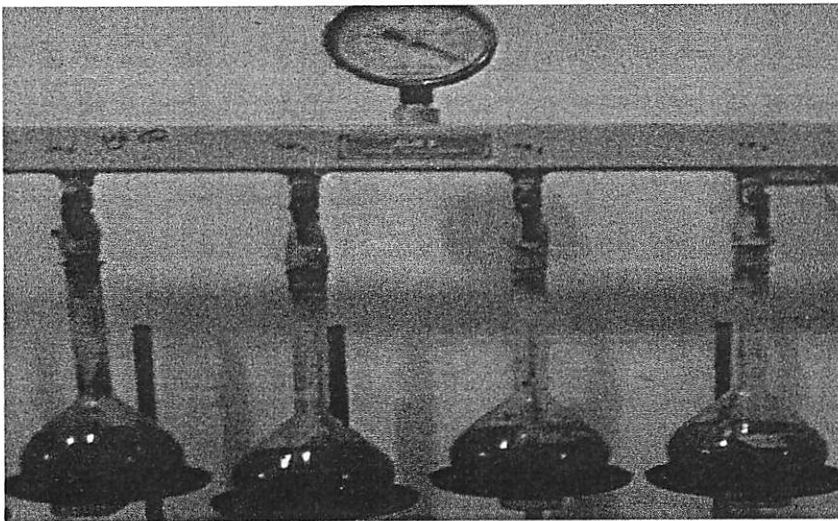
Sample Unconfined



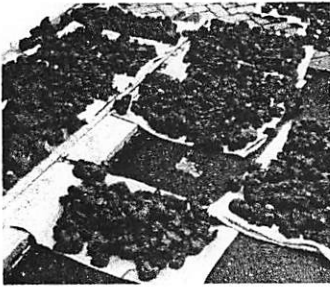
Unconfined Test



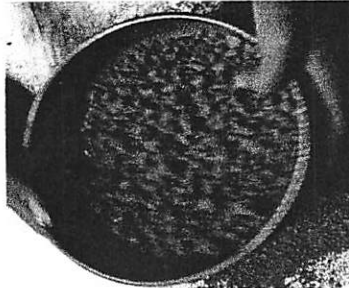
Pelaksanaan dan alat pengujian Test PI, LL, PL



Pelaksanaan pengujian berat jenis



Pelaksanaan pengeringan Tanah asli lapindo



pengayakan no. 4



pembutan sample CBR



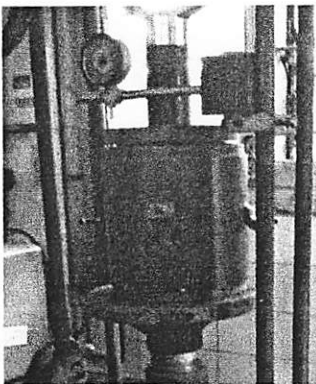
Pelaksanaan Compaction Test



Analisa timbangan CBR



Pemeraman CBR



Pelaksanaan CBR Test



Pengambilan Sample Kadar air CBR



analisa Timbangan Sample kadar air