



**STABILISASI TANAH EKSPANSIF DENGAN PENCAMPURAN $\text{Ca}(\text{OH})_2$
(STUDI KASUS TANAH EKSPANSIF DUSUN JATILUHUR, DESA
GLAGAH AGUNG, KECAMATAN PURWOHARJO,
KABUPATEN BANYUWANGI)**

SKRIPSI

Oleh
Celia Nindy Carisa
NIM 141910301091

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**STABILISASI TANAH EKSPANSIF DENGAN PENCAMPURAN Ca(OH)_2
(STUDI KASUS TANAH EKSPANSIF DUSUN JATILUHUR, DESA
GLAGAH AGUNG, KECAMATAN PURWOHARJO,
KABUPATEN BANYUWANGI)**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 (S1) Teknik
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

Celia Nindy Carisa

NIM 141910301091

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kepada Allah subhanahu wata'ala, atas segala nikmat hidup dan kesempatan mengenggam ilmu, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Stabilisasi Tanah Ekspansif dengan Pencampuran $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Studi Kasus Tanah Ekspansif Dusun Jatiluhur, Desa Glagah Agung, Kecamatan Purwoharjo, Kabupaten Banyuwangi)”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk mencapai gelar Sarjana Teknik. Dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini, penulis banyak dibantu, dibimbing, dan didukung oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang tua saya, bapak Eddy Sudarwanto dan ibu Siti Lestari yang selalu mendoakan, memberikan dukungan dan pengorbanan yang tak terhingga sampai dititik ini.
2. Dosen Pembimbing I, Bapak Farid Ma'ruf, S.T., M.T., Ph.D atas waktu dan bimbingan yang telah diberikan. Walaupun dengan proses yang panjang saya bersyukur dan bangga dapat dibimbing oleh bapak. Bapak memberikan banyak masukan yang sangat bermanfaat bagi saya yang harus banyak belajar.
3. Dosen Pembimbing II, terima kasih atas waktu dan bimbingan yang telah diberikan, telah sabar dengan menghadapi saya dengan banyaknya pertanyaan yang saya ajukan. Saya bersyukur dan bangga dapat menjadi salah satu anak yang dibimbing oleh bapak.
4. Adik saya, Mohammad Varel Hilmi Nabil yang selalu memberikan semangat dan motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini
5. Bapak dan Ibu guru TK, SD, SMP, dan SMA dengan sabar dan kasih sayangnya membimbing saya sampai dititik ini.
6. Almamater Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember, tempatku menuntut ilmu.

7. Teman – Teman dari Tim Geotek (Rendra, Ari, Diah, Ilham dan Mas Alex) yang senantiasa menemani, membantu dan saling bekerja sama dalam banyak hal hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
8. Bapak maupun Ibu Dosen dan Teknisi Laoratorium Teknik Sipil Universitas Jember beserta jajarannya yang banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman – Temanku keluarga besar CT (Januar, Ira, Anin, Maria, Yusriansyah, Rendra, Billy, Haris, Alvian, Handi, Pandu, Alam, Yustiti, Dwi) yang telah menjadi keluarga kedua selama di jember, memberikan *support* dan semangat juga motivasi.
10. Pengurus BEM 2016-2017 dan BEM 2017 yang banyak memberikan motivasi, semangat serta saran untuk menyelesaikan skripsi ini.
11. Teman-teman mahasiswa Teknik Sipil 2014 yang selalu memberikan semangat dan dukungan selama penyusunan penelitian ini.
12. Bapak Yoyok dan keluarga yang telah mendampingi dan memberikan dukungan hingga skripsi ini selesai
13. Masyarakat serta perangkat desa dan kecamatan dan desa Glagah Agung, kecamatan Purwoharjo yang telah memberikan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.

MOTTO

“Perubahan tidak akan datang jika kita menunggu orang lain atau lain waktu. Kita sendiri adalah orang yang kita tunggu – tunggu, kita adalah perubahan yang kita cari.”

(Barrack Obama)

“Konsentrasikan pikiranmu pada sesuatu yang kamu kerjakan, karena sinar matahari sekalipun tidak dapat membakar sesuatu sebelum difokuskan”

(Alexander Graham Bell)

“Dan apabila hamba-hamba-Ku bertanya kepadamu tentang Aku, maka (jawablah), bahwasannya Aku adalah dekat. Aku mengabulkan permohonan orang yang berdoa apabila ia memohon kepada-Ku. Maka hendaklah mereka itu memenuhi (segala perintah-Ku) dan hendaklah mereka beriman kepada-Ku, agar mereka selalu berada dalam kebenaran.”

(QS. *Al-Baqarah* : 186)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Celia Nindy Carisa

NIM : 141910301091

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Stabilisasi Tanah Ekspansif dengan Pencampuran Ca(OH)_2 (Studi Kasus Tanah Ekspansif Dusun Jatiluhur ,Desa Glagah Agung ,Kecamatan Purwoharjo ,Kabupaten Banyuwangi)”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab penuh atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 3 Maret 2018

Yang menyatakan

Celia Nindy Carisa

NIM. 141910301091

SKRIPSI

**STABILISASI TANAH EKSPANSIF DENGAN
PENCAMPURAN Ca(OH)_2
(Studi Kasus Tanah Ekspansif Dusun Jatiluhur, Desa Glagah
Agung, Kecamatan Purwoharjo, Kabupaten Banyuwangi)**

oleh

Celia Nindy Carisa

NIM 141910301091

Pembimbing,

Dosen Pembimbing I : M. Farid Ma'ruf, S.T., Ph.D

Dosen Pembimbing II : Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul “Stabilisasi Tanah Ekspansif dengan Pencampuran Ca(OH)_2 (Studi Kasus Tanah Ekspansif Dusun Jatiluhur ,Desa Glagah Agung ,Kecamatan Purwoharjo ,Kabupaten Banyuwangi : Celia Nindy Carisa, 141910301091)” telah di uji dan di sahkan pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 18 April 2018

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Pembimbing:

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

M. Farid Ma’ruf, S.T., Ph.D
NIP 19710804 199803 1 002

Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T.
NIP 19650622 199803 2 001

Tim Penguji:

Penguji 1,

Penguji 2,

Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T.
NIP 19700530 199803 2 001

Luthfi Amri W., S.T., M.T.
NIP 760017219

Mengesahkan,

Dekan,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M
NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

“Stabilisasi Tanah Ekspansif dengan Pencampuran Ca(OH)_2 (Studi Kasus Tanah Ekspansif Dusun Jatiluhur ,Desa Glagah Agung ,Kecamatan Purwoharjo ,Kabupaten Banyuwangi)”; Celia Nindy Carisa., 141910301091; 2018: 86 halaman; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tanah merupakan dasar dari sebuah bangunan yang nantinya akan menjadi pendukung bangunan di atasnya. Tanah memiliki karakteristik dan jenis yang berbeda-beda di tiap wilayah. Salah satu jenis tanah yang memerlukan penanganan khusus adalah tanah ekspansif. Tanah ekspansif adalah tanah yang mengalami perubahan volume secara fluktuatif akibat perubahan kadar air dalam tanah. Tanah ekspansif dapat mengembang pada saat kondisi lembab, dan akan menyusut pada saat kondisi kering. Akibatnya tanah ini dapat menyebabkan tekanan dan kerusakan parah pada struktur atasnya. Salah satu daerah yang diduga memiliki jenis tanah ekspansif adalah Desa Glagah Agung Kecamatan Purwoharjo, Kabupaten Banyuwangi. Mengatasi masalah tersebut perlu adanya penanganan khusus, salah satunya adalah stabilisasi. Stabilisasi menggunakan kapur merupakan alternatif yang digunakan dalam penelitian ini. Pemilihan kapur sebagai stabilisator dikarenakan sifatnya yang mudah menyerap air. seiring dengan kemudahan mereduksi air maka plastisitas dan potensi pengembangan ikut tereduksi. Hal ini diikuti dengan kemudahan pengerjaan dilapangan.

Pembuktian tanah ekspansif didapat dari hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menguji sifat fisis dan mekanis tanah, tanah yang diamati merupakan tanah lempung ekspansif dengan persen pengembangan primer 11,9 %. Hasil uji indeks tanah asli menunjukkan kadar air yang terkandung dalam tanah sebesar 37,44% dengan berat isi 1,66; berat jenis tanah 2,38; nilai indeks plastisitas sebesar 53,89 %; batas cair sebesar 90,86%; batas plastis sebesar 36,97%; fraksi lempung sebesar 47,5%, dan aktivitas sebesar 1,5%. Pada pengujian pemadatan didapatkan kadar air optimum sebesar 28% dan berat isi kering maksimum sebesar 1,33. Dari hasil tersebut tanah diidentifikasi dengan menggunakan metode USCS didapatkan jenis tanah CH / lempung tak organik

dengan plastisitas tinggi (fat clay) dan klasifikasi dengan metode AASHTO tanah termasuk kedalam tipe tanah A-7-6 yaitu tanah lempung. Dari hasil korelasi nilai batas atas *atterberg* terhadap kriteria beberapa peneliti terdahulu (Chen(1988), Raman (1967), Snethen et.al (1977)) dan SNI-03-6795-2002 menunjukkan bahwa tanah pada dusun Jatiluhur memiliki potensi mengembang yang tinggi.

Pengujian yang dilakukan untuk stabilisasi tanah dengan kapur didapatkan penurunan pada indeks tanah dan potensi pengembangan. Pada pengujian fisis didapatkan, semakin bertambahnya kapur mengakibatkan penurunan pada indeks plastisitas yang semula 53,98% menurun 14,54% pada kadar 4%; 11,58% pada kadar 6%; 8,17% pada kadar 8%; 6,39% pada kadar 10%; dan 4,89% pada kadar 12%. Tanah menjadi tidak plastis seiring dengan bertambahnya kadar kapur. Penurunan indeks plastisitas didukung dengan hasil pengujian gradasi butiran yang ditandai berkurangnya butiran fraksi lempung pada tanah yang dicampur dengan kapur menurut metode USCS dan metode AASHTO. Namun pada pengujian kepadatan tanah, kadar air optimum mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya kadar kapur dan berbanding terbalik dengan penurunan berat isi kering tanah. pencampuran tanah dengan kapur mengakibatkan penurunan kepadatan dengan penambahan kapur dibandingkan dengan tanah asli.

Pengaruh dari penambahan kapur dapat mengurangi potensi pengembangan dari tanah, dilihat dari pengujian yang telah dilakukan. Persen pengembangan primer tanah asli yang mulanya sebesar 11,9% berkurang menjadi 2,181% kadar kapur 4%, dan 0% pada kadar 6% hingga 10%. Hal ini menunjukkan bahwa stabilisasi tanah ekspansif dengan menggunakan kapur sangat baik untuk mengatasi kadar air yang berlebih, indeks plastisitas yang tinggi, potensi pengembangan besar dilihat dari hasil pengujian yang telah dilakukan.

SUMMARY

“Stabilization Ekspansive Soils with Mixing Ca(OH)_2 (Case Study of Expansive Land of Jatiluhur Hamlet, Glagah Agung Village, Purwoharjo Sub-District, Banyuwangi District); Celia Nindy Carisa., 141910301091; 2018: 86 pages; Department of Civil Engineering Faculty of Engineering University of Jember.

The land is the basis of a building that will become a supporter of buildings on it. The land has different types and characteristics in each region. One type of land that requires special handling is expansive soil. Expansive soil is a volatile soil that changes volumes due to changes in moisture content in the soil. Expansive soil may expand in times of damp conditions and will shrink in dry conditions. As a result, this soil can cause severe stress and damage to the upper structure. One of the areas that allegedly has an expansive type of land is Glagah Agung village Purwoharjo sub-district, Banyuwangi district. solve the problem requires special handling, one of which is stabilization. Stabilization using lime is an alternative used in this study. Selection of lime as a stabilizer is due to its easy to absorb water. follow with the ease of reducing the water then the plasticity and swelling potential reduced. This is followed by the workability on the field.

Evidence of expansive soil obtained from the results of research has been done by testing the physical and mechanical properties of the soil, the observed soil is expansive clay soil with a percentage of the primary swell of 11.9%. The result of indigenous soil index indicated that the water content contained in the soil was 37.44% with the content weight of 1.66; specific gravity type 2.38; value of plasticity index is 53.89%; value of liquid limit is 90.86%; plastic limit 36.97%; clay fraction 47.5%, and activity 1.5%. In the compaction test, the optimum moisture content was 28% and the maximum dry content weight was 1,33. The result, the soil was identified by using USCS method. It was found that the type of soil CH / non-organic clay with high plasticity (fat clay) and classification with AASHTO method its belongs to the soil type A-7-6 its mean clay. From the result of correlation of boundary value of atterberg limit to criteria

of some previous researcher (Chen (1988), Raman (1967), Snethen et.al (1977)) and SNI-03-6795-2002 show that the soil in Jatiluhur hamlet has high expansion potential.

Tests conducted for soil stabilization with lime were found to decrease in soil index and development potential. In the physical test, the increase of lime caused a decrease in the plasticity index which was 53.98% decreased 14.54% at 4% level; 11.58% at 6% level; 8.17% at 8% level; 6.39% at levels of 10%; and 4.89% at 12%. The soil becomes less plastic with the increase of lime content. The decrease in the plasticity index was supported by the results of grain testing marked by the reduction of clay fraction of the soil that mixed with lime according to USCS method and AASHTO method. However, in soil density testing, the optimum water content increased with the increase of lime content and inversely proportional to the decrease of dry matter soil weight. mixing of soil with lime leads to a decrease in density by the addition of lime compared to the original soil.

The effect of lime addition can reduce the swelling potential of the soil, judging by the tests that have been done. The original prime land swelling percentage is 11.9% was reduced to 2.181% by 4%, and 0% at 6% to 10%, respectively. This shows that the expansive soil stabilization using lime is very good to overcome the excess water content, high plasticity index, great swelling potential seen from the test results that have been done.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Stabilisasi Tanah Ekspansif dengan Pencampuran $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (Studi Kasus Tanah Ekspansif Dusun Jatiluhur ,Desa Glagah Agung ,Kecamatan Purwoharjo ,Kabupaten Banyuwangi)”, ini dapat terselesaikan. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari kendala-kendala yang ada namun berkat dukungan dan arahan dari berbagai pihak, akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Ir. Hernu Suyoso M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.
3. Dr. Anik Ratnaningsih S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.
4. M. Farid Ma'ruf, S.T., M.T.,Ph.D dan Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing.
5. Dr. Anik Ratnaningsih S.T., M.T. dan Luthfi Amri Wicaksono, S.T., M.T selaku dosen penguji.
6. Dosen dan seluruh staf karyawan Fakultas Teknik Universitas Jember.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat.

Jember, Maret 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERNYATAAN	vi
HALAMAN PEMBIMBING	vii
HALAMAN PENGESAHAN	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	xi
PRAKATA	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanah Lempung	5
2.2 Tanah Lempung Ekspansif	5
2.2.1 Identifikasi dan Klasifikasi Tanah Lempung Ekspansif.....	6
2.3 Pengukuran Kembang Susut Tanah	12
2.4 Stabilisasi Tanah	13
2.5 Kapur	15
2.6 Stabilisasi Tanah dengan Kapur	16
2.7 Metode untuk Meningkatkan Stabilisasi Tanah Ekspansif	17

2.8 Pengujian Laboratorium	17
2.8.1 Uji Sifat Fisis Tanah.....	18
2.8.2 Uji Sifat Mekanis Tanah.....	23
2.9 Matrik Penelitian	27

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Konsep Penelitian	29
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	29
3.3 Rancangan Penelitian	30
3.4 Penyusunan Metodologi.....	30
3.5 Langkah-Langkah Penelitian	31
3.5.1 Persiapan Penelitian	31
3.5.2 Persiapan dan Pengambilan Sampel	32
3.5.3 Pengujian di Laboratorium	34
3.5.4 Pembuatan Benda Uji	38
3.5.5 Pemeraman Benda Uji	40
3.5.6 Pengujian	40
3.5.7 Analisa Hasil.....	41
3.5.8 Kesimpulan	41
3.7 Tahapan Penelitian	42
3.8 Road Map Penelitian Terdahulu	45

BAB 4. HASIL DAN ANALISA

4.1 Pengujian Tanah Asli.....	58
4.1.1 Uji Indeks Tanah.....	58
4.1.2 Identifikasi Potensi Pengembangan dan Klasifikasi Tanah Ekspansif.....	59
4.2 Pengujian Campuran Tanah dengan Kapur	65
4.2.1 Pengujian Indeks Properties Tanah Campuran.....	66
4.2.2 Pengujian Kepadatan.....	73
4.2.3 Klasifikasi Tanah Campuran	75

4.2.4 Identifikasi Potensi Mengembang Tanah Campuran 79

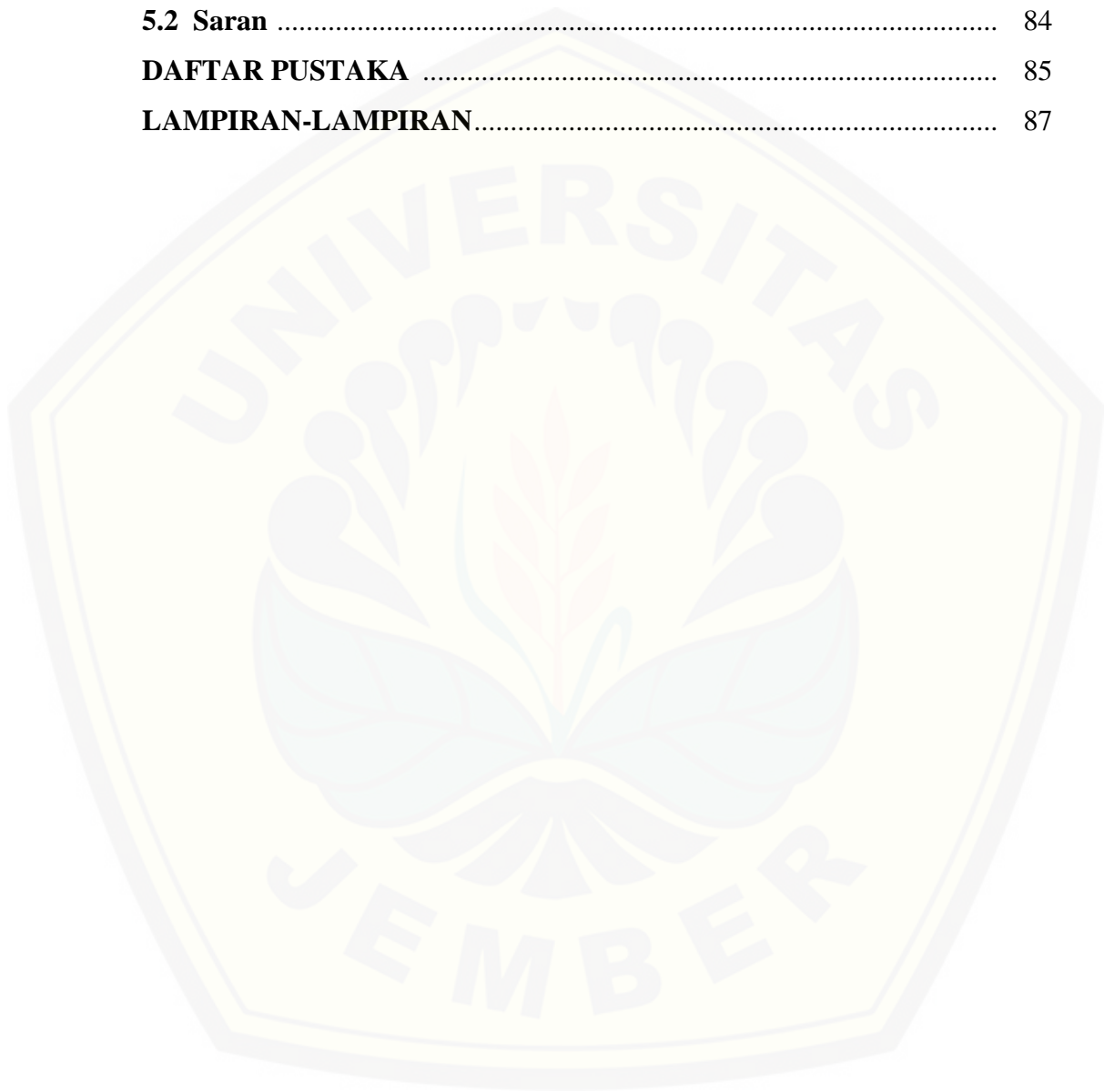
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan 83

5.2 Saran 84

DAFTAR PUSTAKA 85

LAMPIRAN-LAMPIRAN..... 87



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1	Grafik Klasifikasi Potensi Mengembang (Seed et al, 1962)..... 11
3.1	Peta lokasi penelitian Desa Glagah Agung, Kecamatan 28
3.2	Bagan Alir Metode Penelitian..... 42
4.1	Grafik distribusi butiran hasil uji analisa saringan dan hidrometer ... 60
4.2	Grafik plastisitas tanah asli 61
4.3	Grafik standard-proctor test tanah asli 64
4.4	Grafik Waktu - Pengembangan..... 65
4.5	Grafik perbandingan berat jenis tanah asli dan campuran kapur 67
4.6	Grafik perbandingan kadar air tanah asli dan campuran kapur..... 68
4.7	Grafik perbandingan batas plastis (PL) tanah asli dan campuran kapur 69
4.8	Grafik perbandingan batas cair (LL) tanah asli dan campuran kapur 70
4.9	Grafik perbandingan indeks plastisitas (IP) tanah asli dan campuran kapur 70
4.10	Grafik perbandingan kadar lempung tanah asli dan campuran kapur 72
4.11	Grafik perbandingan kadar air optimum (OMC) 73
4.12	Grafik perbandingan berat isi kering maksimum (γ_d -maks) 74
4.13	Diagram distribusi butiran..... 76
4.14	Klasifikasi tanah campuran menurut USCS..... 77
4.15	Klasifikasi tanah campuran menurut AASHTO 78
4.16	Grafik persentase pengembangan menurut Seed..... 80
4.17	Grafik persentase pengembangan tanah asli dan campuran..... 81

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1	Bagan Klasifikasi Tanah menurut <i>Unified</i> 8
2.2	Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO 9
2.3	Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah 9
2.4	Kriteria tanah ekspansif berdasarkan IP dan SI 10
2.5	Kalsifikasi tanah ekspansif menurut skempton (1953)..... 11
2.6	Klasifikasi tanah ekspansif (<i>SNI 03-2795-2002</i>) 12
2.7	Klasifikasi tanah ekspansif berdasarkan mineral (Seed et al, 1962).. 12
2.8	Potensi pengembangan (Chen, 1988) 13
2.9	Petunjuk awal untuk pemilihan metode stabilisasi (Hicks, 2002)..... 14
2.10	Penerapan stabilisasi tanah yang cocok 15
2.11	Ukuran – ukuran ayakan standart di Amerika 19
2.11	Klasifikasi indeks ekspansif..... 25
3.1	Time schedule penelitian 43
4.1	Indeks properties tanah asli..... 58
4.2	Identifikasi potensi mengembang menurut beberapa peneliti 62
4.3	Nilai uji properties tanah asli dan campuran..... 66
4.4	Distribusi Butiran Tanah Asli dan Campuran Kapur..... 71
4.5	Hasil Pengujian Pemadatan..... 73
4.6	Gradasi butiran tanah campuran 75
4.7	Klasifikasi tanah asli dan tanah campuran..... 79
4.8	Potensi pengembangan berdasarkan aktivitas 80
4.9	Persentase Pengembangan 81

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A.1.1 Tabel Indeks Plastisitas Tanah Asli	87
A.1.2 Tabel Berat Jenis Tanah Asli.....	88
A.1.3 Tabel Distribusi Butiran Tanah Asli.....	89
A.1.3 Grafik Didtribusi butiran tanah asli	90
A.1.4 Tabel Berat Isi Tanah Asli.....	91
A.1.5 Tabel Kadar Air Tanah Asli	91
A.1.6 Tabel Pengujian Kepadatan Tanah Asli	92
A.1.6 Grafik Kepadatan tanah Asli.....	93
A.1.7 Tabel Pengembangan Primer Tanah Asli.....	94
A.2.1 Tabel Indek Plastisitas Tanah Campuran	96
A.2.2 TABEL BERAT JENIS TANAH CAMPURAN.....	101
A.2.3 TABEL DISTRIBUSI BUTIRAN TANAH CAMPURAN	104
A.2.4 TABEL KADAR AIR TANAH CAMPURAN	110
A.2.5 TABEL BERAT ISI TANAH CAMPURAN	111
A.2.6 TABEL KEPADATAN TANAH CAMPURAN	113
A.2.7 TABEL PERSENTASE PENGEMBANGAN TANAH CAMPURAN.....	125
B DOKUMENTASI.....	130

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan dasar dari sebuah bangunan yang nantinya akan menjadi pendukung bangunan di atasnya. Berbagai jenis tanah terdapat di alam dengan karakter yang berbeda-beda dan tidak semua karakteristik tanah masuk dalam kriteria yang dibutuhkan untuk pekerjaan teknik sipil. Maka dari itu sangat penting untuk mengenali jenis – jenis tanah dan mengetahui cara mengatasi masalah – masalah yang mungkin timbul akibat perlakuan yang tidak sesuai. Salah satu jenis tanah yang memerlukan penanganan khusus adalah tanah ekspansif. Tanah ekspansif adalah tanah yang mengalami perubahan volume secara fluktuatif akibat perubahan kadar air dalam tanah. Hal ini, menimbulkan masalah dalam konstruksi karena perubahan volume yang berubah-ubah. Tanah jenis ini mempunyai sifat kembang – susut sangat tinggi dan tergantung pada mineral pembentuknya (Coduto, 1994). Tanah ekspansif dapat mengembang pada saat kondisi lembab, dan akan menyusut pada saat kondisi kering. Akibatnya tanah ini dapat menyebabkan tekanan dan kerusakan parah pada struktur atasnya.

Salah satu daerah yang diduga memiliki jenis tanah ekspansif adalah Desa Glagah Agung Kecamatan Purwoharjo, Kabupaten Banyuwangi. Setiap pergantian musim, konstruksi bangunan yang terletak di desa Glagah Agung Banyuwangi selalu mengalami kerusakan terutama pada struktur dari bangunan. Pada daerah tersebut, saat musim penghujan tanah akan mengembang dan mengakibatkan bangunan terangkat, sedangkan pada saat kemarau maka tanah akan menyusut dan mengakibatkan penurunan bangunan. Kerusakan yang telah terjadi mulai dari perbedaan penurunan pada lantai, dinding rumah dan pada bagian kolom rumah terjadi retakan, akses jalan bergelombang dan kerusakan yang terjadi dapat menimbulkan kerugian.

Tanah yang berda di Desa Glagah Agung ini dapat disebut tanah ekspansif berdasarkan percobaan pengujian laboratorium yang telah dilakukan sebelumnya di Laboratorium Mekanika Tanah, Universitas Jember pada tanah dengan lokasi

yang sama yaitu desa Glagah Agung, didapatkan hasil kadar air : 58,62%; Berat isi : $1,66 \text{ g/cm}^3$; Berat Jenis : 2,31; LL: 81,03% ; PL : 28,13%; IP : 52,90%; Analisa saringan basah dengan presentasi lempung 94,49%. Parameter klasifikasi tanah menggunakan sistem unified menunjukkan tanah termasuk CH (lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi), sedangkan identifikasi tanah lempung menggunakan parameter Chen dan Raman (1967) tanah dengan indeks plastisitas 52,90% termasuk tanah dengan potensi mengembang sangat tinggi. Maka tanah yang terletak di Desa Glagah Agung merupakan tanah ekspansif dengan potensi mengembang sangat tinggi.

Dalam menghadapi permasalahan yang terjadi maka perlu dilakukan *treatment* khusus untuk memperbaiki sifat tanah ekspansif ini. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat tanah ekspansif ini dengan stabilisasi tanah. Menurut Hardiyatmo (2010) proses stabilisasi tanah meliputi pencampuran tanah lain untuk memperoleh gradasi yang diinginkan, atau pencampuran tanah dengan bahan tambah buatan – pabrik, sehingga sifat – sifat tanah menjadi lebih baik.

Pada penelitian ini, stabilisasi tanah menggunakan campuran kapur padam (Ca(OH)_2) untuk mereduksi indeks plastisitas, kemudahan pekerjaan (*workability*), memperbaiki gradasi butiran, dan mereduksi potensi mengembang. Berdasarkan penelitian – penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, penggunaan kapur padam (Ca(OH)_2) sering digunakan untuk memperbaiki karakteristik tanah ekspansif. Seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Fitriadiawati dan Lusi (2017) pada tanah lempung dengan penambahan kapur. Keuntungan dari penggunaan bahan ini salah satunya mudah ditemukan di berbagai daerah, karena merupakan produk usaha kecil. Selain itu penggunaan kapur sangat menguntungkan pekerjaan perbaikan tanah dengan waktu penundaan yang lama, stabilisasi dengan kapur membuat material lebih kering dan mengurangi plastisitasnya. (Hardiyatmo, H.C. 2010)

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah yang akan dianalisa pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Bagaimana sifat-sifat fisis dan mekanis tanah asli Desa Glagah Agung Kabupaten Banyuwangi ?
- b. Bagaimana pengaruh penambahan material (Ca(OH)_2) sebagai stabiliator terhadap sifat-fisis dan mekanis tanah ?
- c. Bagaimana pengaruh penambahan material (Ca(OH)_2) sebagai stabiliator terhadap potensi pengembangan tanah ?

1.3 Tujuan

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Menganalisa sifat fisis dan mekanis tanah asli di Desa Glagah Agung Kabupaten Banyuwangi
- b. Menganalisa sifat fisis dan mekanis tanah campuran yang telah diberi kapur (Ca(OH)_2).
- c. Untuk mengetahui presentase kadar (Ca(OH)_2) yang ditambahkan sehingga didapatkan penurunan potensi pengembangan tanah terendah.

1.4 Manfaat

Penelitian stabilisasi tanah ekspansif dengan pencampuran Ca(OH)_2 ini diharapkan dapat memberikan informasi dan penyelesaian masalah bagi masyarakat khususnya masyarakat Desa Glagah Agung, Kecamatan Purwoharjo, Kabupaten Banyuwangi-Jawa Timur tentang penggunaan bahan tambah Ca(OH)_2 sebagai stabiliator tanah ekspansif.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penyusunan studi kasus ini penulis membatasi masalah atau ruang lingkup penulis pada hal – hal mengenai perbaikan tanah ekspansif sebagai berikut :

1. Analisa stabilisasi tanah ekspansif yang akan diteliti berkisar pada sifat fisis tanah asli Desa Glagah Agung Kabupaten Banyuwangi
2. Analisa yang akan diteliti berkisar pada pengaruh penambahan material kapur (Ca(OH)_2) sebagai stabilisator terhadap sifat fisis dan mekanis tanah campuran.
3. Analisa hanya berkisar pada komposisi campuran kapur (Ca(OH)_2) dengan tanah asli terhadap potensi pengembangan tanah.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan tanah yang memiliki partikel – partikel tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air (Grim, 1953). Karakteristik yang dimiliki tanah lempung salah satunya adalah ukuran butiran kurang dari 0,002 mm. Tanah lempung memiliki karakteristik daya tarik menarik dengan air, sehingga tanah lempung mudah menyerap air. Menurut Bowles, J.E (1984) Tanah lempung terdiri dari silikat aluminium dan/ atau besi dan magnesium. Mineral ini yang memiliki sifat daya tarik menarik terhadap air, terdapat banyak mineral yang diklasifikasikan sebagai mineral lempung, di antaranya : *montmorillonite*, *illite*, *kaolinite* dan *polygorskite* (Hardiyatmo, 1999).

2.2 Tanah Lempung Ekspansif

Tanah lempung ekspansif adalah tanah yang mengalami perubahan volume secara fluktuatif apabila terjadi perubahan kadar air dikarenakan mineral penyusun tanah tersebut. Mineralogi merupakan faktor utama untuk mengontrol ukuran, bentuk, sifat – sifat fisik, dan kimia dari partikel tanah (Mintchel, 1976). Menurut Braja M.Das (1995) Mineral lempung terdiri dari senyawa aluminium silikat yang terdiri dari satu atau dua unit dasar yaitu: (1) *silika tetrahedra* dan (2) *aluminium oktrahedra*. terdapat tiga jenis mineral penyusun lempung diantaranya kaolinite, illinite, monmorillonite.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan tanah lempung ekspansif kemungkinan besar mengandung mineral monmorillonite. Tanah ekspansif merupakan tanah yang mempunyai ukuran butiran yang kecil. Semakin kecil ukuran butir makin besar spesifik surfacenya ,makin dominan gaya tarik-menarik/tolak menolak anatar butiran dibanding dengan berat butiran. Tanah kembang-susut mempunyai ciri-ciri: tanah akan mengembang bila tanah menjadi basah (pada musim penghujan) dan menyusut apabila tanah menjadi kering (pada musim kemarau). Besarnya pengembangan dan penyusutan tanah tersebut biasanya tidak merata (tidak sama) dari satu titik ke titik yang lain. (Mochtar,

2012). Tanah lanau dan lempung mempunyai sifat yang kurang baik yaitu mempunyai kuat tekan rendah, kuat geser rendah setelah dikenai beban, kapilaritas tinggi, permeabilitas rendah dan kerapatan relatif rendah (Hermawan & M. Iqbal, 2013)

Menurut Bowles (1984) tanah lempung diperkirakan memiliki perubahan volume yang cukup besar (ekspansif) apabila indeks plastisitas $IP \geq 20$. Sedangkan untuk jenis tanah yang akan dipergunakan dalam pekerjaan teknik sipil memiliki beberapa kriteria, diantaranya haruslah mempunyai indeks plastisitas $<17\%$, karena tanah yang mempunyai indeks plastisitas $>17\%$ dapat mempengaruhi masalah teknis, sifat tanah ini mudah menyerap air dan menyebabkan kembang susut yang besar. Tanah dengan $IP > 17\%$ dikategorikan sebagai tanah lempung (Hardiyatmo, 1999).

2.2.1 Identifikasi dan Klasifikasi Tanah Lempung Ekspansif

Dalam mengidentifikasi jenis tanah lempung ekspansif maka diperlukan beberapa parameter untuk mempermudah mengklasifikasikan tanah yang akan diuji.

A. Klasifikasi Tanah menurut USCS

Klasifikasi tanah merupakan pengelompokan jenis tanah yang memiliki persamaan dalam bentuk maupun sifat. Di alam tanah dapat diklasifikasikan sebagai tanah kohesif dan tanah tidak kohesif atau tanah berbutir kasar dan tanah berbutir halus. Klasifikasi tanah dapat ditentukan dengan membandingkan banyaknya butiran (kerikil, pasir, lanau dan lempung) dan gradasi serta sifat plastis dari jenis tanah tersebut. Klasifikasi tanah sangat membantu perencana dalam memberikan pengarahannya melalui cara empiris yang tersedia dari hasil pengalaman yang lalu. Namun tidak mutlak, karena perilaku tanah sukar diduga. (Sudarmo & Purnomo, 1997).

Klasifikasi tanah berbutir halus dengan simbol CH, OL, CL, OH dan sebagainya didapat dengan cara menggambarkan nilai batas cair dan indeks plastisitas pada bagan plastisitas (*plasticity chart*). Sistem Klasifikasi tanah digunakan untuk menentukan dan mengidentifikasi tanah dengan cara yang

sistematis guna menentukan kesesuaiannya terhadap pemakaian tertentu yang didasarkan pada pengalaman terdahulu. (Bowles J. E, 1984). Dalam sistem klasifikasi tanah digunakan dua jenis sistem yaitu : (1) sistem klasifikasi tanah unified (Unfied Soil Classification), (2) sistem klasifikasi tanah AASTHO. Menurut Hardiyatmo, (1999) Prosedur untuk menentukan klasifikasi tanah dengan sistem Unified adalah sebagai berikut :

1. Tentukan tapakah tanah berupa butiran halus atau butiran kasar secara visual atau dengan cara menyaringnya dengan saringan no.200.
2. Jika tanah berupa butiran kasar :
 - a) Saringan tanah tersebut dan gambarkan grafik distribusi butiran.
 - b) Tentukan persen butiran yang lolos saringan no.4
 - c) Tentukan jumlah butiran yang lolos saringan no.200, bentuk grafik distribusi butiran dengan menghitung C_u dan C_c .
3. Jika tanah berbutir halus :

Mengerjakan uji batas-batas Atterberg dengan menyingkirkan butiran tanah yang tinggal dalam saringan no. 40.
4. Parameter untuk menentukan klasifikasi tanah dapat dilihat dari tabel Sistem Klasifikasi USCS. Berikut Tabel 2.1 bagan klasifikasi tanah unified .

Tabel 2.1 Bagan klasifikasi tanah unified

Divisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Jenis	Kriteria laboratorium		
Tanah berbutir kasar 50% atau lebih terahan saringan no. 200 (0,075 mm)	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar terahan saringan no. 4 (4,75 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir - kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kriteria untuk GW	
		Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir - kerikil, atau tidak mengandung butiran halus	GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir - kerikil, atau tidak mengandung butiran halus		
		Kerikil banyak kandungan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$, $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kriteria untuk SW
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil pasir-lempung	Batas-batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$	
	Pasir lebih dari 50 % fraksi kasar lolos saringan no. 4 (4,75 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol	
		Kerikil banyak kandungan butiran halus	SP	Pasir gradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus		Tidak memenuhi kriteria untuk SW Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol
			SM	Pasir berlanau, campuran pasir - lanau		
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir - lempung		
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no. 200 (0,075 mm)	Lanau dan lempung batas cair 50 % atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	<p>Diagram plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar. Batas Atterberg yang termasuk dalam daerah yang diarsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol</p>		
		CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus ("lean clays")			
		OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah			
	Lanau dan lempung batas cair > 50 %	MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatomae, lanau elastis			
		CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk ("fat clays")			
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi			
Tanah dengan kadar organik tinggi	P _t	Gambut ("peat") dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488			

Tabel 2.2 Klasifikasi tanah menurut AASHTO

Klasifikasi Umum		Tanah Granuler ¹					
Kelompok	A-1		A-3	A-2			
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	
Persen lolos saringan :							
No. 10	50 max		51 min				
No. 40	30 max	50 max					
No. 200	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	
Batas cair ^a				40 max	41 min	40 max	
Indek Plastisitas ^a	6 max		NP	10 max	10 max	11 min	
Fraksi tanah	Kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir lanau atau lempung			
Kondisi kuat dukung	Sangat baik hingga baik						
Klasifikasi Umum		Tanah Granuler	Tanah Mengandung Lanau-Lempung ²				
Kelompok	A-2		A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-2-7					A-7-5 ^b	A-7-6 ^c
Persen lolos saringan :							
No. 10							
No. 40							
No. 200	35 max		36 min	36 min	36 min	36 min	36 min
Batas cair ^a	41 min		40 max	41 min	40 max	40 max	41 min
Indek Plastisitas ^a	11 min		10 min	10 max	10 min	10 min	11 min
Fraksi tanah	Kerikil, pasir lanau/lempung		Lanau		Lempung		
Kondisi kuat dukung	Sangat baik hingga baik		Kurang baik hingga jelek				

Pada sistem tersebut menggunakan pengujian batas konsistensi untuk menentukan batas cair dan plastis, serta pengujian analisis ukuran butiran. Nilai indeks plastisitas dan macam tanahnya ditunjukkan pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Nilai indeks plastisitas dan macam tanah

Indeks Plastisitas	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non kohesif
<7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif
7 - 17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
>17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber : Hardiyatmo 1992

B. Identifikasi Tidak Langsung Tanah Lempung Ekspansif

1. Berdasarkan Indeks Plastisitas (IP) dan Indeks Susut (SI)

Menurut Chen dan Raman (1967) selain dengan susunan mineral lempung, untuk menentukan jenis tanah lempung ekspansif atau tidak, dapat diukur dengan data indeks plastisitas dan indeks susut tanah. berikut tabel 2.4 kriteria tanah ekspansif.

Tabel 2.4 Kriteria tanah ekspansif berdasarkan IP dan SI

Plasticity Index (%)	Shinkage Index (%)	Degree of Expansion
<12	<15	Low
12 - 23	15 - 30	Medium
23 - 30	30 - 40	High
>30	>40	Very High

Sumber : Chen & Raman (1967)

2. Tingkat Keaktifan

Pada umumnya, tanah dengan indeks plastisitas (PI) kurang dari 15% tidak akan memperlihatkan perilaku pengembangan. Untuk tanah dengan PI lebih besar dari 15%, kadar lempung dan batas konsistensinya harus diuji. (Departemen PU. 2010).

Menurut Skempton (1953) klasifikasi tanah berdasarkan aktivitas (A_c) terdapat pada Tabel 2.5 dengan rumus aktivitas yang dapat dihitung dari persamaan 2.1 sebagai berikut :

$$A_c = \frac{PI}{C-10} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan ;

- A_c = Tingkat Keaktifan
- PI = Indeks Plastisitas (%)
- CF = Presentasi Fraksi Lempung lolos saringan 0,002 mm (%)

Tabel 2.5 Kalsifikasi tanah ekspansif menurut Skempton

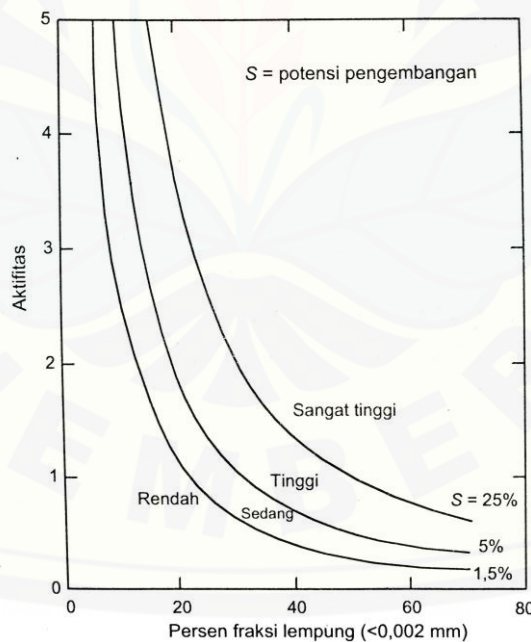
Tingkat Keaktifan	Potensi Pengembangan
< 0,75	Tidak Aktif
0,75 - 1,25	Normal
> 1,25	Aktif

Sumber : Skempton (1953)

Untuk menghitung aktivitas pengembangan dapat dihitung menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Seed, et al (1962). Dalam bentuk analitis dan grafis pada gambar 2.1 dan untuk menghitung aktivitas berikut persamaan 2.2:

$$A_c = \frac{PI}{C-n} \dots\dots\dots (2.2)$$

- Dengan; PI = Indeks Plastisitas
- C = Presentase lempung lolos saringan 0,002 mm
- n = Berharga 5 atau 10 (n. Tanah asli = 5 n. remolded = 10)



Gambar 2.1 Grafik Klasifikasi Potensi Mengembang (Seed et al, 1962)

3. Batas Cair & Batas Plastis

Potensi pengembangan tanah dapat diperkirakan dengan pengujian batas cair, batas plastis dan uji hisap tanah. Berikut klasifikasi tanah ekspansif terdapat pada tabel 2.6 dibawah ini.

Tabel 2.6 Klasifikasi tanah ekspansif

Tingkat Pengembangan	Batas Cair	Indeks Plastis	Uji Hisap Asli (Kn/M ²)
Tinggi	>60	> 35	> 4
Sedang	50 – 60	25 - 35	1,5 - 4
Rendah	< 50	< 25	< 1,5

Sumber : SNI 03-2795-2002

4. Berdasarkan Jenis Mineral

Seed et al (1962) mengelompokkan besaran aktivitas berdasarkan jenis mineral seperti terlihat pada tabel 2.7

Tabel 2.7 Klasifikasi tanah ekspansif berdasarkan mineral (Seed et al, 1962)

Mineral	Aktivitas
Kaolinite	0,33 - 0,46
Illite	0,99
Montmorillonite (Ca)	1,5
Montmorillonite (Na)	7,2

Sumber : Seed et al. (1962)

2.3 Pengukuran Kembang-Susut Tanah

Tanah lempung akan mengalami perubahan volume (kembang susut) ketika ada perubahan kadar air. Menurut Hardiyatmo (1999) derajat pengembangan bergantung pada beberapa faktor, seperti : tipe dan jumlah mineral yang ada pada tanah, luas spesifik lempung, susunan tanah, konsentrasi garam dalam air pori, valensi kation, sementasi, adanya bahan – bahan organik, kadar air awal dan sebagainya.

Permasalahan pada lempung ekspansif adalah kembang susut tanah yang besar sehingga dapat membahayakan konstruksi bangunan. Retretak akibat susut tanah bagian dari makrostruktur tanah dan merupakan zona – zona lemah yang secara signifikan mereduksi kekuatan massa tanah secara keseluruhan, sehingga dapat mempengaruhi stabilitas lereng lempung dan kapasitas dukung pondasi (Hardiyatmo, 1999). Untuk memprediksi sifat kembang susut tanah, dapat dilakukan uji pengembangan di laboratorium, korelasi dengan klasifikasi dan sifat – sifat indeks tanah. Hal ini telah dilakukan oleh chen (1988) mengenai potensi pengembangan pada tabel 2.8 berikut ini.

Tabel 2.8 Potensi pengembangan

Potensi Pengembangan	Persen Lolos Saringan no.200	Batas Cair (LL)	N-SPT	Kemungkinan Ekspansi (%)	Tekanan Pengembangan (kPa)
Sangat Tinggi	>95	>60	>10	>10	>1000
Tinggi	60 - 95	40 - 60	20 -30	3 - 10	250 - 1000
Sedang	30 - 60	30 - 40	10 -20	1 - 5	150 - 250
Rendah	<60	<30	<10	<1	50

Sumber : Chen 1988

2.4 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah usaha untuk memperbaiki sifat-sifat tanah yang ada, sehingga didapatkan sifat-sifat tanah yang memenuhi syarat-syarat teknis untuk lokasi konstruksi bangunan. Tujuan lain dari stabilisasi tanah ini yaitu untuk memperbaiki kondisi tanah tersebut, kemudian mengambil tindakan yang tepat terhadap masalah-masalah yang dihadapi. Menurut Hardiyatmo, HC. (2010) sifat – sifat teknis tanah adalah kekuatan tekstur, kemudahan-dikerjakan (*workability*), dan plastisitas. Selain itu potensi pengembang sangat diperhatikan untuk mengatasi permasalahan tanah dengan jenis tanah ekspansif. Dalam memenuhi sifat – sifat teknis tanah maka dibutuhkan perbaikan tanah sebagai tindakan lanjut dari mengatasi permasalahan yang terjadi. Salah satu metode perbaikan tanah adalah stabilisasi.

Metode stabilisasi yang banyak digunakan adalah stabilisasi mekanis dan stabilisasi kimiawi. Stabilisasi mekanis yaitu menambah kekuatan dan kuat dukung tanah dengan cara perbaikan struktur dan perbaikan sifat – sifat mekanis tanah. Sedangkan stabilisasi kimiawi yaitu menambah kekuatan dan kuat dukung tanah dengan mengurangi atau menghilangkan sifat-sifat teknis tanah yang kurang menguntungkan dengan cara mencampur tanah dengan bahan kimia seperti semen, kapur atau pozzolan (Harnein, 2007)

Beberapa petunjuk cara pemilihan bahan tambah untuk stabilisasi tanah diusulkan oleh Hardiyatmo H.C. (2010) yaitu metode pertama adalah metode Hicks (2002) dalam Alaska Departemen of Transportation and Public Facilities Research & Technology Transfer. Dalam metode ini menggunakan distribusi ukuran dan batas – batas Atterberg sebagai dasar pemilihan bahan stabilisator seperti ditunjukkan pada tabel 2.9.

Tabel 2.9 Petunjuk awal untuk pemilihan metode stabilisasi (Hicks, 2002)

Material lolos saringan no. 200	>25% lolos saringan no. 200 (0,075mm)			<25% lolos saringan no. 200 (0,075mm)		
Indeks plastisitas PI (%)	≤10	10-20	≥20	≤6 (PI x persen lolos saringan no.200 ≤60)	≤ 10	≥ 10
Bentuk stabilisasi :						
Semen dan campuran pengikat	Cocok	Ragu	Tak Cocok	Cocok	Cocok	Cocok
Kapur	Ragu	Cocok	Cocok	Tak Cocok	Ragu	Cocok
Aspal (bitumen)	Ragu	Ragu	Tak Cocok	Cocok	Cocok	Ragu
Aspal/semen dicampur	Cocok	Ragu	Tak Cocok	Cocok	Cocok	Ragu
Granuler	Cocok	Tak Cocok	Tak Cocok	Cocok	Cocok	Ragu
Lain-lain campuran	Tak Cocok	Cocok	Cocok	Tak Cocok	Ragu	Cocok

Sumber : Hicks (2002)

Metode kedua yaitu metode Ingles dan Metcalf (1972). Pada metode ini digunakan distribusi ukuran butiran tanah, seperti ditunjukkan pada tabel 2.10.

jika dibandingkan stabilisasi yang lain kapur sangat cocok untuk material lempung dibandingkan material granuler. Namun batasan masih belum terperinci karena hanya bergantung pada ukuran butiran saja.

Tabel 2.10 Penerapan stabilisasi tanah yang cocok

Tipe Tanah	Lempung Halus	Lempung kasar	Lanau halus	Lanau kasar	Pasir halus	Pasir kasar
Ukuran butiran tanah (mm)	<0,0006	0,0006 - 0,002	0,002 - 0,01	0,01 - 0,06	0,06 - 0,4	0,4 - 2,0
Stabilitas volume tanah	Sangat buruk	Sedang	Sedang	Baik	Sangat baik	Sangat baik
Tipe stabilisasi	Kapur					
	Semen					
	Aspal					
	Polimerik-organik					
	Mekanis					
	Termal					
		= Efisiensi maksimum		= Efektif, tapi pengendalian mutu sulit		

Sumber : Ingles dan Metcalf (1972)

Selain itu pemilihan bahan stabilisator harus mempertimbangkan beberapa faktor seperti : ketersediaan material, kondisi lingkungan, ke-ekonomisan dan lain-lain.

2.5 Kapur

Penggunaan kapur untuk bahan campuran untuk konstruksi bangunan telah banyak digunakan di Indonesia. Kapur dihasilkan dari pembakaran Kalsium Karbonat (CaCO_3) atau batu kapur alam (*natural limestone*) dengan pemanasan 980°C karbon dioksidanya dilepaskan sehingga tinggal kapurnya saja (CaO). Kalsium oksida yang diperoleh dari proses pembakaran tersebut dikenal dengan *quick lime*. Kapur dari hasil pembakaran ini bila ditambah air akan mengembang dan retak-retak. Banyaknya panas yang keluar selama proses ini akan menghasilkan kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).

Proses ini disebut *slaking* adapun hasilnya disebut *slaked lime* atau *hydrated*. Kapur tohor atau *quick lime* (CaO) yaitu hasil langsung dari pembakaran batuan kapur yang berbentuk oksida-oksida dari kalsium atau

magnesium. Jenis kapur yang paling baik digunakan dalam stabilisasi tanah adalah kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dan kalsium oksida (CaO) (Rohman, 2015).

SNI 03-4147-1996 dalam kapur dibagi menjadi 4 tipe, yaitu :

- 1) Kapur Tipe I, yaitu kapur yang mengandung kalsium hidrat tinggi; dengan kadar magnesium oksida maksimal 4 %
- 2) Kapur Tipe II, yaitu kapur magnesium atau dolomite yang mengandung magnesium oksida lebih dari 4 % dan maksimum 36 % dari berat.
- 3) Kapur Tohor (CaO), yaitu pembakaran hasil pembakaran batu kapur.
- 4) Kapur Padam yaitu kapur hasil dari pemataman kapur tohor dengan air, sehingga terbentuk hidrat $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Kalsium hidroksida $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (*slaked lime*) paling banyak digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah dan disarankan berupa bubuk. Ini sangat penting untuk mengurangi masalah yang timbul yaitu menghindari iritasi kulit bagi pekerja konstruksi selain itu untuk menghindari panas yang berlebihan apabila menggunakan kapur tohor.

2.6 Stabilisasi Tanah dengan Kapur

Stabilisasi tanah dengan kapur merupakan perbaikan tanah dengan mencampur bahan tambah kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Stabilisasi kapur lebih cocok dengan tanah lempung dan kurang cocok untuk tanah granuler (Hardiyatmo, 2010). Stabilisasi tanah dengan kapur memiliki kelebihan dari segi waktu. Waktu ikatan yang lebih lama sehingga menguntungkan apabila ada penundaan pekerjaan yang sedikit lebih lama setelah pencampuran tanah dengan kapur. Pencampuran tanah dan kapur ini mengakibatkan reaksi antara silika tanah, kapur, air dan alumina yang membentuk macam – macam campuran sementasi. (Hardiyatmo. 2010)

Penggunaan kapur bertujuan untuk mengurangi partikel berukuran lempung ($<0,002$). Selain itu, pencampuran kapur dengan tanah diharapkan dapat mengurangi plastisitas tanah, menghasilkan kekuatan tanah yang lebih baik dari sebelumnya, mengurangi potensi pengembangan, dan menambah keawetan.

Menurut Rollings dan Rollings (1996) mekanisme reaksi tanah –kapur adalah sebagai berikut : penambahan kapur ke dalam tanah, memberikan ion-ion

kalsium yang berlimpah (ion-ion Ca^+ dan Mg^{2+}). Ion-ion Ca^+ ini cenderung menggantikan kation-kation pada umumnya seperti sodium (Na^+) atau potasium (K^+) yang berada pada partikel lempung. Proses ini disebut pertukaran kation (cation exchange). Penggantian sodium dan potasium dengan kalsium akan mereduksi indeks plastisitas partikel lempung secara signifikan. Penambahan kapur memberikan kenaikan pH tanah, juga menambah kapasitas pertukaran kation. Akibatnya, walaupun tanah memiliki kalsium yang tinggi, stabilisasi tanah dengan kapur tetap akan mereduksi plastisitas tanah. reduksi plastisitas tanah, umumnya akan diikuti dengan reduksi potensi kembang susut tanah, reduksi kemudahan kehilangan kekuatan oleh perubahan kadar air, dan reduksi kelengketan. (Hardiyatmo, 2010).

2.7 Metode untuk Meningkatkan Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah yang digunakan pada penelitian ini merupakan stabilisasi kimiawi yaitu stabilisasi dengan bahan tambah. Tujuan dari satabilisasi adalah mengurangi potensi pengembangan dan penambahan kekuatan tanah. untuk mengoptimalkan proses stabilisasi maka diperlukan waktu pemeraman agar bahan yang digunakan sebagai stabiliator dapat bereaksi.

Proses pemeraman pada campuran kapur sangat penting terutama dalam menjaga temperatur agar kadar air tidak berubah. Pada penelitian ini menggunakan variasi waktu 24 jam untuk mereaksikan tanah dengan kapur guna memperbaiki sifat – sifat tanah yang tidak masuk ke dalam kriteria tanah untuk dilakukan suatu pembangunan diatasnya.

2.8 Pengujian Laboratorium

Pengujian laboratorium dilakukan dengan tujuan melakukan penyelidikan tanah untuk mendefinikasan sifat – sifat fisik tanah dan kepekaannya terhadap volume bila terjadi perubahan kadar air. pengujian ini dibagi menjadi 2 tahap yaitu pengujian sifat fisis tanah dan pengujian sifat mekanis tanah. pengujian sifat fisis tanah bertujuan untuk menentukan jenis tanah sedangkan pengujian sifat mekanis tanah untuk menentukan kadar air optimum, berat kering maksimum, dan

potensi mengembang tanah. pengujian sifat fisis terdiri dari pengujian kadar air, berat jenis tanah, berat isi tanah, analisa ukuran butiran, batas – batas atterberg.

2.8.1 Uji Sifat Fisis

A. Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan untuk menentukan konsistensi relatif atau indeks kecairan (SNI 1965:2008). Kadar air merupakan perbandingan massa air dengan massa padat tanah. kadar air berhubungan dengan batas cair dan batas plastis. Pada pengujian kadar Kadar air ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana: W_w = berat air (weight of water)
 W_s = berat butir tanah (weight of soil)

B. Analisis Saringan

Analisis saringan adalah penentuan variasi ukuran partikel-partikel yang ada pada tanah. ada dua cara untuk mendapatkan gradasi ukuran – ukuran partikel tanah, yaitu : (1) Analisa ayakan, (2) Analisis hidrometer (Braja, M.Das., 1995).

Analisa ayakan adalah mengayak satu set ayakan dengan ukuran lubang ayakan yang berbeda setiap ayakan. analisa ayakan ini digunakan untuk analisis tanah berbutir kasar (*granuler*).

Tabel 2.3 Ukuran – ukuran ayakan standart di Amerika

Ayakan No.	Lubang (mm)
4	4,750
6	3,350
8	2,360
10	2,000
16	1,180
20	0,850
30	0,600
40	0,425
50	0,300
60	0,250
80	0,180
100	0,150
140	0,106
170	0,088
200	0,075
270	0,053

Analisa hidrometer dilakukan untuk mendapatkan sedimentasi dari butiran-butiran tanah dalam air. analisis hidrometer digunakan untuk tanah berbutir halus.

C. Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah adalah pengujian tanah untuk menentukan angka perbandingan antara berat isi butir tanah dan berat isi air suling pada temperatur dan volume yang sama. (SNI 1964:2008)

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_s}{V_w \cdot \gamma_w} \dots \dots \dots (2.2)$$

dengan:

G_s = berat jenis tanah (*specific gravity*)

γ_s = berat volume butiran

γ_w = berat volume air

V_w = volume air

D. Berat Isi / Berat Volume Tanah

Tujuan penentuan berat isi tanah adalah untuk menyeragamkan dan mendapatkan nilai berat isi tanah halus dengan cetakan benda uji. Rumus-rumus yang digunakan, sebagai berikut

1) Berat isi dihitung dengan rumus :

$$\gamma = (B_2 - B_1) / V \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

G = berat isi tanah (kN/m)

B_1 = berat cetakan uji (kN)

B_2 = berat cetakan dan benda uji (kN)

V = volume tanah (m)

2) berat isi kering dihitung dengan rumus :

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{(1+W_c)} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

γ_d = berat isi kering (kN/m³)

W_c = kadar air (%), dihitung sesuai dengan metode pengujian kadar air tanah (SNI-1965-1990 F)

E. Atterberg Limit

Pengujian Atterberg Limit bertujuan untuk digunakan menjelaskan konsistensi tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi. Berdasarkan atas kandungan air dalam tanah, tanah dapat dipisahkan ke dalam empat keadaan dasar, yaitu : padat, semi padat, plastis, dan cair. Dalam menentukan konsistensi tanah dilakukan pengujian yaitu, pengujian Batas Plastis (Plastis Limit), Batas Cair (Liquid Limit), Batas Susut (Shrinkage Limit).

1. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair adalah kadar air, ketika sifat tanah pada batas dari keadaan cair menjadi plastis. Pendekatan yang digunakan untuk menentukan batas cair, dapat digunakan data jumlah pukulan dan kadar air yang dihitung dengan persamaan:

$$LL = Wc \left[\frac{N}{25} \right]^{0,121} \dots\dots\dots (2.5)$$

dengan:

LL = batas cair

Wc = kadar air pada saat tanah menutup

N = jumlah pukulan pada kadar air Wc

2. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis adalah batas terendah kadar air, ketika kondisi tanah masih dalam keadaan plastis. Dalam menentukan batas plastis ini dilakukan dengan percobaan menggiling butir tanah menjadi bulat pipih dengan diameter 3 mm sampai menjadi retak-retak dan selanjutnya diselidiki kadar airnya. Adapun persamaan yang dapat dipakai menurut (Das & Puri, 1989) :

$$PL = \frac{\gamma_w}{\gamma_d} \times 100\% \dots\dots\dots (2.6)$$

3. Indeks Plastisitas (IP)

Indeks plastisitas adalah selisih antara antara batas cair dan batas plastis tanah. penentuan indeks platisitas tanah ini didapatkan dari selisih nilai batas cair dan batas plastis. Berikut rumus indeks plastisitas tanah yang tertera pada persamaan 2.7 :

$$IP = LL - PL \dots\dots\dots (2.7)$$

dengan :

IP = indek plastisitas

LL = batas cair

PL = batas plastis

F. Angka Pori (*Void Ratio*)

$$e = \frac{V_s}{V_v} \dots\dots\dots (2.6)$$

dengan:

e = angka pori

V_v = volume pori

V_s = volume butir padat

G. Porositas (*Porosity*)

$$Y_p = \frac{V_v}{V} \times 100\% \dots\dots\dots (2.7)$$

atau;

$$N_p = \frac{e}{1+e} \dots\dots\dots (2.8)$$

dengan:

n_p = porositas

V = volume massa tanah

e = angka pori

H. Derajat Kejenuhan (*Degree of Saturation*)

Derajat kejenuhan (S) dari massa tanah didefinisikan sebagai perbandingan antara volume air dengan volume pori. Umumnya derajat kejenuhan ini dinyatakan dalam persen. Derajat kejenuhan berkisar antara 0 sampai 1. Bila S = 0 berarti tanah kering, bila S = 1 berarti tanah jenuh dan bila 0 < S < 1 berarti tanah basah.

$$S = \frac{V_w}{V_v} \times 100\% \dots\dots\dots (2.9)$$

dengan:

- S = derajat kejenuhan
 V_w = volume air
 V_v = Volume void

2.8.2 Uji Sifat Mekanis

A. Pemadatan Tanah

Pemadatan merupakan usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energi mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel. (Bowles, 1991). Proctor (1993) telah mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering tanah padat. Untuk berbagai jenis tanah umumnya, terdapat satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai berat volume kering maksimumnya. Berat volume kering setelah pemadatan bergantung pada jenis tanah, kadar air, dan usaha yang diberikan oleh alat penumbuknya karakteristik kepadatan tanah dapat dinilai dari pengujian standar laboratorium yang disebut Proctor.

Hardiyatmo, (1999) untuk menentukan hubungan kadar air dan berat volume, dan untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan kepadatan, maka umumnya dilakukan uji pemadatan. Pengujian pemadatan akan menghasilkan kadar air optimum dalam tanah dan berat kering maksimum

Hubungan berat volume kering (γ_d) dengan berat volume basah (γ_b) dan kadar air (w), dinyatakan dalam Persamaan 2.10 :

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1+w} \dots\dots\dots (2.10)$$

Menurut Bowles (1991) tujuan pemadatan adalah untuk memperbaiki sifat – sifat teknis tanah. beberapa keuntungan yang didapatkan adalah :

1. Berkurangnya penurunan permukaan tanah (subsidence), yaitu gerakan vertikal di dalam masa tanah itu sendiri akibat berkurangnya angka pori
2. Bertambahnya kekuatan tanah
3. Berkurangnya penyusutan – berkurangnya volume akibat berkurangnya kadar air dari nilai patokan pada saat pengeringan

B. Uji Potensi Mengembang (Swelling Potential Test)

Uji pengembangan dilakukan menggunakan alat konsolidasi. Pengujian yang dilakukan yaitu mengukur besar pengembangan hingga proses pengembangan selesai. Uji potensi pengembangan ini menggunakan pengujian konsolidasi (*consolidation swell test*). Dengan mengacu pada SNI 6424:2008 berisikan tiga prosedur pengujian yaitu metode A, metode B, dan metode C. Metode tersebut bertujuan untuk mengetahui (a) nilai pengembangan bebas, (b) persentase pengangkatan, (c) tekanan pengembangan. pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode A dengan tujuan mendapatkan besarnya nilai pengembangan bebas

Pada prosedur A yang tercantum dalam SNI 6424:2008 perhitungan pengembangan bebas pada tekanan penyeimbang σ_{se} terhadap angka pori awal, e_0 dihitung menggunakan rumus 2.11 :

$$\frac{\Delta h}{h_0} \times 100 = \frac{e_{sc} - e_0}{1 + e_0} \times 100 = \left(\frac{\gamma_{do}}{\gamma_{dsc}} - 1 \right) \times 100\% \dots \dots \dots (2.11)$$

dengan :

Δh : perubahan tinggi contoh uji

h_0 : tinggi awal contoh benda uji

e_{sc} : angka pori setelah terjadi pengembangan pada tekanan penyeimbang σ_{sc}

γ_{do} : berat isi kering pada e_0

γ_{dse} : berat isi kering pada e_{se}

Sedangkan untuk menghitung persentase pengangkatan pada tekanan vertikal σ sampai dengan tekanan pengembangan σ_{sp} terhadap e_0 atau tekanan awal σ_{vo} adalah sebagai berikut :

$$\frac{\Delta h}{h_0} \times 100 = \frac{e - e_0}{1 + e_0} \times 100 = \left(\frac{\gamma_{do}}{\gamma_d} - 1 \right) \times 100\% \dots \dots \dots (2.12)$$

dengan :

e : adalah angka pori pada tekanan vertikal

γ_d : berat isi kering pada pada angka pori

Bila berat spesifik tidak ditentukan, hasil pengujian dapat diplotkan ke dalam hubungan antara berat isi kering γ_d vs log tekanan σ

Uji pengembangan konsolidasi untuk menentukan ekspansif indeks umumnya dilakukan pada cincin besi berbentuk silinder (benda uji terkekang secara lateral). Benda uji dengan kepadatan dan kadar air awal tertentu dibebani dengan tekanan terbagi rata tertentu dilakukan pembacaan deformasi awal (D_1), dan kemudian direndam air dan dibiarkan mengembang. Setelah terendam air, contoh tanah ekspansif akan mengembang secara vertikal. Perubahan tinggi dibagi tinggi awal dan dikalikan 100% adalah potensi pengembangan atau regangan pengembangannya. Pada wal pengujian ketika benda uji terendam, benda uji belum jenuh air. saat mengembang secara berangsur – angsur, benda uji bertambah kadar airnya dan derajat kejenuhan bertambah. Setelah pengembangan vertikal telah konstan atau berhenti, benda uji dalam kondisi sudah jenuh maka dilakukan pembacaan tinggi benda uji (D_2). (Hardiyatmo, 2010)

Tabel 2.4 Klasifikasi potensi pengembembangan berdasarkan ASTM D-4829

Expansion Index (EI)	Potential Expansion
0-20	Very Low
21-50	Low
51-90	Medium
91-130	High
>130	Very High

Setelah pengembangan selesai indeks ekspansif dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$EI = \frac{1000 \times \Delta H}{H_i} = (10)x (\% \text{ pengembangan primer}) \dots\dots\dots (2.11)$$

Dengan,

ΔH = Perubahan tinggi benda Uji = $D_2 - D_1$ (mm)

H_i = Tinggi benda uji awal (mm)

Identifikasi potensi kembang susut tanah juga dapat dilakukan dengan menerapkan rumus *Modified Free Swell Index*. Perumusan ini ditemukan dari hasil penelitian oleh Sivapullah, Sitharam dan Rao (1987) untuk menentukan potensi kembang tanah lempung. Tanah kering seberat 10 gram ditumbuk dengan butiran lolos saringan no.40, ke dalam tabung gelas ukur yang diisi air murni dengan volume 100 cm^3 , dan diamati volume saat keseimbangan telah terjadi selama 24 jam kemudian dilakukan pengukuran terhadap volume.

$$\text{Modified free swell index} = \frac{V - V_s}{V_s} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :

V = Volume tanah setelah mengembang

V_s = Volume butiran tanah = $\frac{W_s}{G_s \cdot \gamma_w}$

W_s = Berat tanah oven

G_s = Berat jenis tanah

γ_w = Berat jenis air

Potensi kembang tanah diklasifikasikan berdasarkan hasil index seperti ditunjukkan pada tabel 2.5

Tabel 2.5 Klasifikasi indeks ekspansif

Modified free swell index	Swelling potential
<2,5	Negligible
2,5 s/d 10	Moderate
10 s/d 20	High
>20	Very high

2.9 Matrik Penelitian

No	Judul	Latar Belakang	Rumusan Masalah	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	STABILISASI TANAH EKSPANSIF DENGAN PENCAMPURAN Ca(OH)_2 (Studi Kasus Tanah Ekspansif Dusun Jatiluhur, Desa Glagah Agung, Kecamatan Purwoharjo, Kabupaten Banyuwangi- Jawa Timur)	<p>1. Tanah ekspansif adalah tanah yang mengalami perubahan volume akibat perubahan kadar air dalam tanah. Hal ini, menimbulkan masalah dalam konstruksi karena perubahan volume yang berubah-ubah.</p> <p>2. Dalam menghadapi permasalahan yang terjadi maka perlu dilakukan <i>treatment</i> khusus untuk</p>	<p>1. Bagaimana sifat-sifat fisis tanah asli Desa Glagah Agung Kabupaten Banyuwangi ?</p> <p>2. Bagaimana pengaruh penambahan material Ca(OH)_2 sebagai stabiliator terhadap sifat-fisis tanah ?</p> <p>3. Bagaimana pengaruh penambahan material Ca(OH)_2 sebagai stabiliator</p>	<p>1. Studi Literatur</p> <p>2. Pengambilan Sampel Tanah dan Bahan Stabiliator</p> <p>3. Uji Labororium</p> <p>a. Uji Sifat Fisis Tanah</p> <ul style="list-style-type: none"> - Uji Kadar Air - Uji Berat Jenis tanah - Uji Berat Volume Tanah - Uji Atteberg - Uji Analisa Saringan Basah <p>b. Uji Sifat Mekanis</p> <ul style="list-style-type: none"> - Standard Proctor - Free Swelling 	<p>1. Menganalisa sifat fisis tanah asli di Desa Glagah Agung Kabupaten Banyuwangi</p> <p>2. Menganalisa sifat fisis tanah campuran yang telah diberi batu kapur Ca(OH)_2.</p> <p>3. Untuk mengetahui sifat mekanis tanah asli dan campuran tanah asli dengan batu kapur Ca(OH)_2.</p>

		<p>memperbaiki sifat tanah ekspansif ini. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat tanah ekspansif ini dengan stabilisasi tanah.</p> <p>3. stabilisasi tanah menggunakan campuran kapur padam ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) untuk mereduksi potensi mengembang dan memperkuat tanah.</p>	<p>terhadap potensi pengembangan ?</p>		<p>4. Untuk mengetahui presentase kadar ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) yang ditambahkan sehingga didapatkan penurunan potensi pengembangan tanah</p>
--	--	--	--	--	---

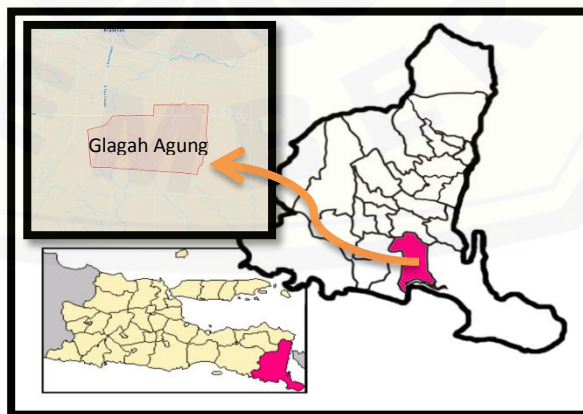
BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Konsep Penelitian

Konsep Penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini menggunakan metode eksperimen. Menurut Zulnaidi (2007: 17) mengungkapkan bahwa metode eksperimen adalah prosedur penelitian yang dilakukan untuk mengungkapkan sebab akibat dua variabel atau lebih, dengan mengendalikan pengaruh variabel lain. Pengambilan data dilakukan dengan pengambilan sampel terlebih dahulu yang terletak di Dusun Jatilihur, Desa Glagah Agung, Kecamatan Purwoharjo, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur. Kemudian dilakukan pengujian laboratorium yaitu berupa eksperimen. Eksperimen dari penelitian ini adalah campuran tanah dan kapur dengan perbedaan kadar kapur yang berbeda. Perbedaan kadar kapur berfungsi untuk menentukan jumlah campuran yang sesuai dan menghasilkan indeks plastisitas (PI) yang rendah namun tidak mengurangi kekuatan tanah.

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel dilakukan sejak tanggal 6 Juli 2017 sampai selesai. Penelitian diawali dengan kegiatan survei tanah. Pengambilan sampel tanah terletak di Dusun Jatilihur, Desa Glagah Agung, Kecamatan Purwoharjo, Kabupaten Banyuwangi - Jawa Timur. Sampel diambil pada lokasi perkebunan masyarakat sekitar.



Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian Desa Glagah Agung, Kecamatan Purwoharjo, Kabupaten Banyuwangi- Jawa Timur

Pengujian tanah dilakukan di laboratorium Geologi dan Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Jember terletak di Jl. Slamet Riyadi No.62 – Jember.

3.3 Rancangan Penelitian

Subjek Penelitian terkait dengan pengaruh penambahan bahan campuran kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) terhadap perilaku tanah ekspansif. Pada penelitian ini aspek yang dikaji adalah : (1) komposisi campuran kapur dan tanah yang tepat, (2) penelitian sifat fisik dan mekanik dari tanah ekspansif, (3) Perbandingan persentase kembang susut tanah, Metode perancangan campuran ditujukan pada (Rolling dan Rolling, 1996. dalam Hardiyatmo, 2010) :

1. Tujuan yang akan dicapai : reduksi indeks plastisitas (PI), perubahan tekstur tanah , reduksi pengembangan, kenaikan kekuatan jangka panjang.
2. Keawetan atau daya tahan (durability) : kemampuan untuk memelihara sifat – sifatnya pada waktu yang dibutuhkan.
3. Ekonomis : Kadar kapur minimum tercapainya tujuan dan memelihara keawetan yang dibutuhkan

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua perlakuan, yaitu pada tanah ekspansif tanpa bahan campuran kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), serta tanah ekspansif telah diberi bahan campuran kapur dengan variasi 4%,6%,8%,10%,12%. Penelitian terdiri dari pekerjaan persiapan, pekerjaan uji laboratorium, dan analisa data terhadap hasil pengujian laboratorium.

3.4 Penyusunan Metodologi

Dalam penyusunan metodologi penelitian ini menggunakan data – data sebagai berikut :

1. Data Primer, data ini diperoleh secara langsung dari penyelidikan lapangan dan laboratorium
2. Data Sekunder, data ini diperoleh dari studi literatur sebagai pendukung dan pelengkap data primer. Berupa kondisi lapangan saat pengambilan sampel, ketentuan-ketentuan dari standard pengukuran, hasil percobaan-percobaan sebelumnya dan buku-buku literatur lainnya.

3.5 Langkah – langkah Penelitian

Berikut langkah – langkah penelitian dimulai dari persiapan, pengujian, hingga analisa data.

3.5.1 Persiapan Penelitian

Pada persiapan penelitian terbagi menjadi 2 tahapan yaitu survei lokasi dan persiapan alat. Berikut penjelasan mengenai tahapan persiapan penelitian :

A. Survei Lokasi

Survei lokasi dilakukan untuk melihat kondisi asli tanah ekspansif di daerah asal dan melihat kondisi bangunan sekitar yang terkena dampak dari tanah ekspansif. Survei lokasi berada di Dusun Jatilihur, Desa Glagah Agung, Kecamatan Purwoharjo, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur

B. Persiapan Alat

Peneliti mempersiapkan peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian, mulai dari penelitian tahap awal hingga penelitian tahap akhir. Persiapan alat dilakukan di laboratorium dan di lapangan.

1. Persiapan Alat Lapangan

Persiapan alat lapangan berupa peralatan yang digunakan untuk mengambil sampel tanah asli berupa tabung contoh (*samples tubes*), cangkul, dan karung untuk wadah tanah.

2. Perisapan Alat Laboratorium

Peneliti mempersiapkan peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian, mulai dari penelitian tahap awal hingga penelitian tahap akhir. Persiapan alat dilakukan di laboratorium dan di lapangan.

a) Pengujian Sifat Fisik

Persiapan alat untuk pengujian sifat fisik dibutuhkan untuk mempermudah pada saat pengujian dan melengkapi bahan agar tidak terjadi kesalahan pada saat pengujia. Alat yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

1. Alat uji pemeriksaan kadar air adalah oven, timbangan, spatula, dan cawan.

2. Alat uji berat jenis tanah (Specific Gravity) adalah picnometer, timbangan, saringan, *shieve shaker*, oven, *spraiyer*, *hot plate*, corong, dan termometer.
3. Alat uji berat isi adalah cawan, timbangan, spatula, dan jangka sorong.
4. Alat uji *atterberg* adalah alat batas cair, alat pembuat alur (*grooving tool*), timbangan, plat kaca, spatula, cawan, *spraiyer*, dan oven.
5. Alat Uji Analisa Saringan Basah adalah timbangan, saringan, *shieve shaker*, oven,
6. Alat Uji Analisa Hydrometer adalah hidrometer, tabung gelas ukuran kapasitas 1000 ml, termometer, pengaduk mekanis dan mangkuk pengurai, saringan, timbangan, tabung gelas ukur, batang pengaduk gelas, pengukur waktu, oven.

b) Pengujian Sifat Mekanis

Berikut beberapa alat yang dipersiapkan untuk pengujian sifat mekanis tanah :

1. Alat uji kepadatan (*compaction test*) adalah mold, alat penumbuk, alat pengeluar benda uji (*extruder*), timbangan, cawan, spatula, saringan, oven, bak pencampur, dan sendok pengaduk.
2. Alat uji swelling (*oedometer test*) adalah konsolidometer, batu pori, cincin pencetak, pengeluar benda uji (*extruder*), timbangan, jangka sorong.

3.5.2 Persiapan dan Pengambilan Sampel

A. Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah untuk penelitian dilakukan dengan cara pengambilan sampel tanah terganggu (*disturbed soil*) dan tanah tidak terganggu (*undisturbed soil*).

1. Sampel tanah terganggu (*disturbed*)

adalah pengambilan sampel tanah tanpa memperdulikan perlindungan struktur tanah asli. tanah *disturbed* ini digunakan untuk pengujian Proctor, UCS, swelling. Pengambilan sampel tanah terganggu dilakukan dengan pengambilan tanah pada permukaan dengan menggunakan cangkul dengan kedalaman minimal 30 cm dari permukaan tanah, kemudian dimasukkan kedalam tempat yang tertutup (karung atau plastik) sehingga kadar air tidak berubah. Contoh tanah tidak asli ini dapat dipakai untuk penyelidikan yang memerlukan contoh tanah asli (*undisturbed samples*), seperti ukuran butir (*grain size*), batas-batas konsistensi, dan pemadatan tanah.

2. Sampel tanah tak terganggu (*undisturbed*)

adalah pengambilan sampel tanah dengan memperhatikan perlindungan struktur tanah asli seperti kadar air, susunan kimia tanah, dan pori – pori pada tanah. Contoh yang benar-benar asli tidaklah mungkin diperoleh, tetapi dengan teknik pelaksanaan sebagaimana mestinya dan cara pengamatan yang tepat, maka kerusakan terhadap contoh tanah bisa diminimalisir. Contoh tanah asli dapat diambil dengan memakai tabung contoh (*samples tubes*).

Sampel tanah berupa tanah *undisturbed* yang diambil pada kedalaman 30 cm dari permukaan tanah untuk pengujian sifat fisik, dan pengujian sifat mekanis sesuai dengan (SKBI 3.3.30. 1987/UDC.624.131.43 (02)). Sampel *disturb soil* diambil dengan menggunakan bor tangan. Prosedur pengambilan tanah sebagai berikut:

- a) Bor dimasukkan kedalam tanah dengan memutar stang bor setiap kedalaman 60 cm dari permukaan stang ditarik keatas. Dilakukan kembali sebanyak tiga sampai empat kali hingga mencapai \pm dua (2) meter.
- b) Pada saat mencapai kedalaman dua meter maka tanah *disturbed* dapat diambil. Diperlukan tabung dengan ukuran diameter 6,8 cm dan panjang 40 cm. Pengambilan tanah dilakukan dengan menekan tabung secara perlahan – lahan hingga tabung terisi sedalam 40 cm.
- c) Stang bor kemudian diputar dengan arah terbalik agar sampel tanah dapat terangkat keatas.

- d) Setelah tabung diangkat keluar, dilepas kepala tabung. Tanah dilapisi dengan kantong plastik untuk menjaga kadar air tanah.

B. Pengambilan Bahan Stabilitor

Pada pengujian ini, kapur yang digunakan adalah kapur tohor CaO yang telah diolah menjadi kapur padam Ca(OH)_2 dan berbentuk bubuk kapur. Penggunaan kapur bubuk ini memudahkan pada saat pencampuran dan tidak menimbulkan panas yang berlebihan. Kapur didapatkan dari lokasi terdekat yaitu kapur produksi Grenden, Kecamatan Puger, Kabupaten Jember.

3.5.3 Pengujian Laboratorium

Setelah persiapan alat dan pengambilan sampel, maka dilakukan uji laboratorium. pengujian sampel tanah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Jember. berikut tahapan pengujian tanah.

A. Uji Tanah Asli

Sebelum melakukan penelitian perbaikan tanah ekspansif, terlebih dahulu dilakukan identifikasi terhadap tanah yang akan diteliti. Pengujian yang akan dilakukan, terlebih dahulu dilakukan pengujian tanah asli yang meliputi uji tanah ekspansif, uji sifat fisis dan mekanis. Hasil pengujian tanah asli akan dibandingkan dengan tanah yang telah dicampur stabilitor.

Uji tanah ekspansif merupakan pengujian yang bertujuan mengidentifikasi tingkat potensi kembang tanah asli tanpa adanya pengaruh pencampuran bahan apapun.

B. Pengujian Sifat Fisis

Pengujian sifat fisis tanah bertujuan mengetahui sifat-sifat tanah berdasarkan beberapa parameter fisik. Parameter yang dicari pada penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Pengujian kadar air tanah untuk menentukan jumlah kandungan air pada tanah sesuai dengan SNI 1965-2008. Tahapan yang dilakukan dalam pengujian kadar air adalah :
 - a. Tanah asli dalam keadaan *undisturbed* ditimbang dalam sebuah cawan
 - b. Dilakukan proses pengeringan menggunakan oven selama ± 24 jam dalam suhu $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
 - c. Setelah selesai di oven, tanah ditimbang kembali untuk didapatkan jumlah kadar air.
2. Pengujian berat isi tanah/ berat volume tanah untuk menyeragamkan dan mendapatkan nilai berat isi tanah halus dengan cetakan benda uji, pengujian ini sesuai dengan SNI 03-3637-1994. Pengujian berat volume menggunakan sampel tanah asli yang didapat dari kegiatan pengeboran dengan langkah-langkah sebagai berikut :
 - a. Mengukur dimensi dan menimbang berat silinder ring
 - b. Tanah hasil boring yang telah dikeluarkan dari tabung dimasukkan kedalam silinder ring kemudian diratakan dan ditimbang
 - c. Tanah pada silinder ring dikeluarkan dengan menggunakan ekstruder.

Berat isi tanah didapat dengan membandingkan berat tanah yang masuk kedalam silinder dan volume dari silinder tersebut.
3. Pengujian berat jenis tanah untuk menentukan perbandingan antara berat isi butir tanah dan berat isi air pada temperatur dan volume yang sama, pengujian ini sesuai dengan SNI 1964-2008. Berat jenis tanah didapat dengan membandingkan antara berat isi butir tanah dengan berat isi air suling. Benda uji berupa tanah lolos saringan no.40 (0,425 mm) yang telah di oven selama ± 24 jam dalam suhu $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Pengujian dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu :
 - a. Tanah dimasukkan kedalam picnometer dengan berat minimal 25 gr.
 - b. Mencampur tanah dengan air suling hingga tanah menjadi homogen dan tidak mengendap.
 - c. Memanaskan benda uji pada hot plate hingga mendidih..

- d. Benda uji didiamkan hingga suhu menjadi normal dan diukur suhunya.
 - e. Menambahkan air hingga leher picnometer dan ditutup.
 - f. Picnometer ditimbang kemudian dibersihkan.
 - g. Menimbang picnometer berisi air suling.
4. Pengujian analisa saringan basah untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran baik agregat halus maupun agregat kasar, pengujian ini sesuai dengan SNI 03-1968-1990. Analisa saringan basah ini bertujuan untuk memisahkan lumpur dengan pasir. Tahapan pengujian analisa saringan adalah sebagai berikut :
- a. Timbang sampel tanah kering sebanyak 500 gr
 - b. Ayak dengan sieve shaker dan dialiri air dengan urutan saringan $\frac{3}{4}$ "', $\frac{1}{2}$ "', $\frac{3}{8}$ "', no.4, 8, 10, 16, 30, 40, 50, 100 dan 200. Hasil saringan dianalisa untuk mendapatkan gradasi dan jenis tanah.
5. Pengujian atterberg *limit* untuk mengetahui batas cair (*Liquid Limit* / LL) dan batas plastis (*Plastis Limit* / PL) pada tanah, pengujian ini sesuai dengan SNI 03-1990 dan SNI 1966-2008.
- a) *Liquid Limits*
- Pengujian *liquid limit* atau batas cair dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :
1. Menyiapkan tanah lolos saringan no.40 sebanyak ± 100 gr untuk 5 benda uji.
 2. Benda uji diletakkan diatas alas kaca dan diberi air secara bertahap.
 3. Benda uji diletakan dalam mangkuk *cassagrande*, digrooving (pisah) lalu diputar dengan kecepatan 2 putaran perdetik
 4. Putaran alat dihentikan saat posisi tanah menempel pada grooving tool dan tingginya sejajar.
 5. Tanah yang telah di uji dengan *cassagrande* dihitung kadar airnya.
- b) *Plasticity Limits*

Pengujian *plasticity limit* atau batas plastis dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Bahan yang digunakan adalah sisa dari benda uji liquid limit.
2. Dengan sisa tersebut dibuat bola bola tanah kemudian digulung diatas alas kaca hingga membentuk silinder dengan diameter 3mm sepanjang 10 cm.
3. Tanah yang telah digulung hingga terlihat retakan – retakan kemudian ditimbang dalam cawan dan kemudian di oven untuk mendapatkan nilai kadar air.

C. Pengujian Sifat Mekanis

Pengujian sifat mekanis ini menggunakan 2 pengujian yaitu pengujian kepadatan dan pengujian potensi mengembang. Berikut penjelasan tahapan pengujian.

1. Pengujian kepadatan (*compaction test*) untuk mengetahui kadar air optimum dengan perbandingan massa air dan massa kering tanah, pengujian ini sesuai dengan SNI 1742-2008. Standard proctor test dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :
 - a) Tanah dicampur dengan air dengan kadar yang berbeda beda.
 - b) Tanah yang telah dicampur air dimasukkan kedalam silinder.
 - c) Kemudian tanah dipadatkan dengan cara ditumbuk menggunakan penumbuk khusus sebanyak 25 kali dengan tiga tahapan lapisan.
2. Pengujian Potensi Mengembang (*Swelling Test*)

Pengujian ini memerlukan tanah lempung ekspansif dalam kering seberat 10 gram ditumbuk dengan butiran lolos saringan no.40, ke dalam tabung gelas ukur yang diisi air murni dengan volume 100 cm^3 , dan diamati volume saat keseimbangan telah terjadi selama 24 jam kemudian dilakukan pengukuran terhadap volume. Pada pengujian akan didapatkan persentase pengembangan tanah ekspansif.

Prosedur pengujian terdapat dalam SNI 6424:2008. terdapat tiga cara untuk menghitung tingkat pengembangan tanah. Penelitian ini menggunakan prosedur B untuk mengukur : pengembangan bebas, persentase pengangkatan untuk tekanan vertikal dan tekanan pengembangan. Pada prosedur ini badan uji diberi tekanan vertikal, σ_1 , yang lebih besar dari tekanan penyeimbang, σ_{se} sebelum air dimasukkan ke dalam konsolidometer. Besarnya tekanan vertikal biasanya sama dengan besarnya tekanan lapangan (overburden pressure) atau sebesar beban struktural. Selanjutnya benda uji digenangi air yang mengakibatkan benda uji mengembang. Besarnya pengembangan atau penurunan pada tekanan tertentu, harus dibaca setelah arloji pembacaan menunjukkan deformasi yang konstan. Berikut prosedur pengujian potensi pengembangan:

- 1) Menyiapkan benda uji, benda uji dibuat dengan menggunakan pemadatan di laboratorium. Pemadatan dilakukan terhadap tanah asli maupun tanah campuran.
- 2) Cetak benda uji menggunakan cetakan konsolidometer. Ratakan bagian atas dan bawah benda uji menggunakan spatula.
- 3) Selanjutnya persiapkan benda uji dan masukkan ke dalam alat.
- 4) Beri tekanan penyeimbang selama 5 menit, untuk selanjutnya beri tekanan vertikal dan lakukan pembacaan.
- 5) Genangi benda uji dengan air suling. Lakukan pembacaan pengembangan selama 24 jam atau sampai kecepatan pengembangannya kurang dari 0,005 mm jam.

3.5.4 Pembuatan Benda Uji

1. Pencampuran Tanah Asli dengan Stabilisator Kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)

Stabilisasi tanah secara kimiawi dilakukan dengan mencampur tanah dengan bahan aditif yang berfungsi sebagai stabilisator. Tanah ekspansif dicampur dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dengan proporsi kadar 4%,6%,8%,10%,12% dari berat sampel tanah kering. Variasi proporsi ini bertujuan untuk mengetahui proporsi yang menghasilkan potensi pengembangan tanah yang kecil dan daya dukung tanah optimal.

2. Metode Pencampuran

Kapur padam (Ca(OH)_2) dicampur dengan tanah lempung ekspansif. Kemudian campuran tersebut diaduk hingga kapur tersebar pada bagian tanah. Kemudian disiram dengan air untuk mereduksi debu yang berterbangan dan meminimalkan bahaya panas yang timbul.

3. Prosedur Perancangan Stabilisasi Tanah Benda Uji

Menurut SNI 03-3437-1994 Langkah – langkah perancangan stabilisasi tanah – kapur sebagai berikut :

1. Lakukan serangkaian uji laboratorium dari tanah yang akan distabilisasi yaitu pengujian untuk menentukan klasifikasi tanah, uji pemadatan, dan uji kuat tekan bebas.
2. Buatlah campuran tanah-kapur sesuai komposisi yang direncanakan. Sebelum dicetak menjadi benda uji, campuran, dimasukkan dalam kantong plastik.
3. Dari uji distribusi butiran dan batas-batas Atterberg (LL, PL, SL, PI), tentukan klasifikasi campuran tanah-kapur.
4. Laksanakan pemeraman benda uji dengan cara dibungkus plastik dan disimpan dalam tempat tertutup dengan suhu ruang yang konstan
5. Lakukan uji pemadatan standar pada campuran tanah-kapur dan tentukan kadar air optimum dan berat volume kering maksimumnya.

SNI 1744-1989-F, mensyaratkan

- Jika kadar air tanah yang akan distabilisasi lebih besar dari 50%, maka digunakan kapur dengan tipe kapur tohor (CaO)
- Untuk uji perbaikan lapis pondasi, maka jika tanahnya kohesif digunakan uji kuat tekan bebas, dan jika tanahnya granuler (berbutir) digunakan uji CBR.

3.5.5 Pemeraman Benda Uji

Tanah yang telah dicampur dengan material stabilisator diperam 24 jam dengan cara didiamkan dalam sebuah box tertutup dengan suhu ruangan yang tetap. Hal ini bertujuan untuk menjaga kadar air yang ada tanah terjaga. Pemeraman ini dilakukan untuk melihat reaksi yang terjadi pada tanah campuran terhadap potensi kembang susut tanah. pemilihan pemeraman selang waktu tujuh hari untuk memperoleh hasil reaksi yang optimal.

3.5.6 Pengujian

Setelah pemeraman barulah dilakukan pengujian sifat fisik dan mekanik dengan serangkaian pengujian seperti pada tanah asli. Pengujian dilakukan pada benda uji berumur satu hari dan tujuh hari dengan tujuan mengetahui perbedaan pengaruh waktu terhadap pencampuran bahan stabilisator.

a) Uji Pemadatan Tanah (*Compaction Test*)

Metode pelaksanaan uji pemadatan ini sama dengan metode pelaksanaan uji pemadatan pada sampel tanah asli. Namun, dengan sampel yang telah dibuat dari hasil pencampuran tanah lempung ekspansif. Tujuan dari pemadatan untuk mengetahui kadar air optimum dan berat kering maksimum dari tiap kadar masing – masing campuran tanah dengan kapur padam.

Benda uji pemadatan ini merupakan gambaran dari pemadatan yang dilakukan pada saat dilapangan. setelah proses pemadatan ini, selanjutnya benda uji akan digunakan untuk pengujian fisis dari tanah campuran, pengujian potensi mengembang, dan pengujian kuat tekan bebas.

b) Uji Potensi Mengembang

Pengujian ini memerlukan tanah lempung ekspansif yang telah dicampur dengan kadar kapur yang berbeda dalam kering seberat 10 gram ditumbuk dengan butiran lolos saringan no.40, ke dalam tabung gelas ukur yang diisi air murni dengan volume 100 cm^3 , dan diamati volume saat keseimbangan telah terjadi selama 24 jam kemudian dilakukan pengukuran terhadap volume.

Pada pengujian ini didapatkan potensi mengembang yang berbeda pada tiap kadar dan nilai persentase pengembangan yang terjadi.

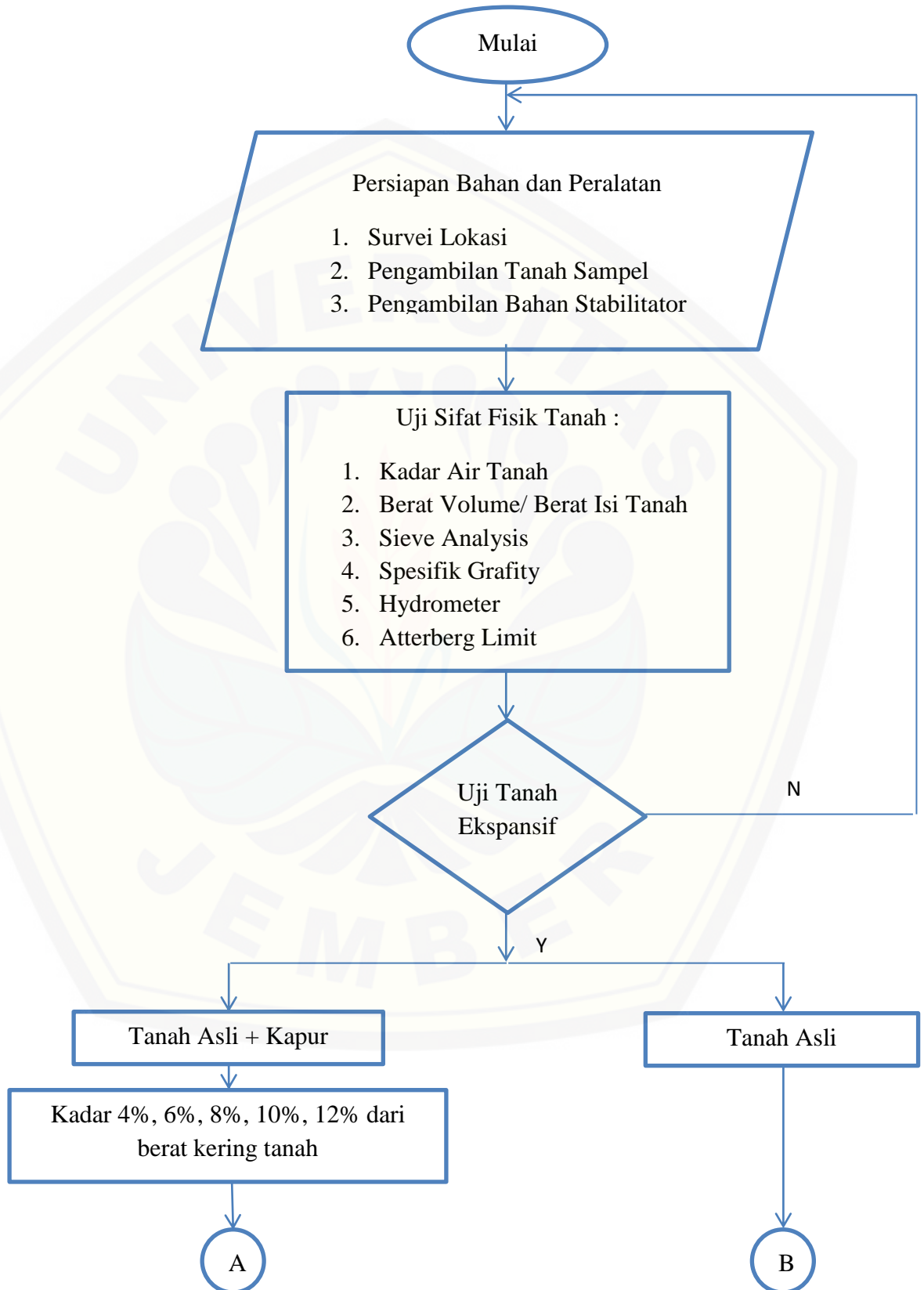
3.5.7 Analisa Hasil

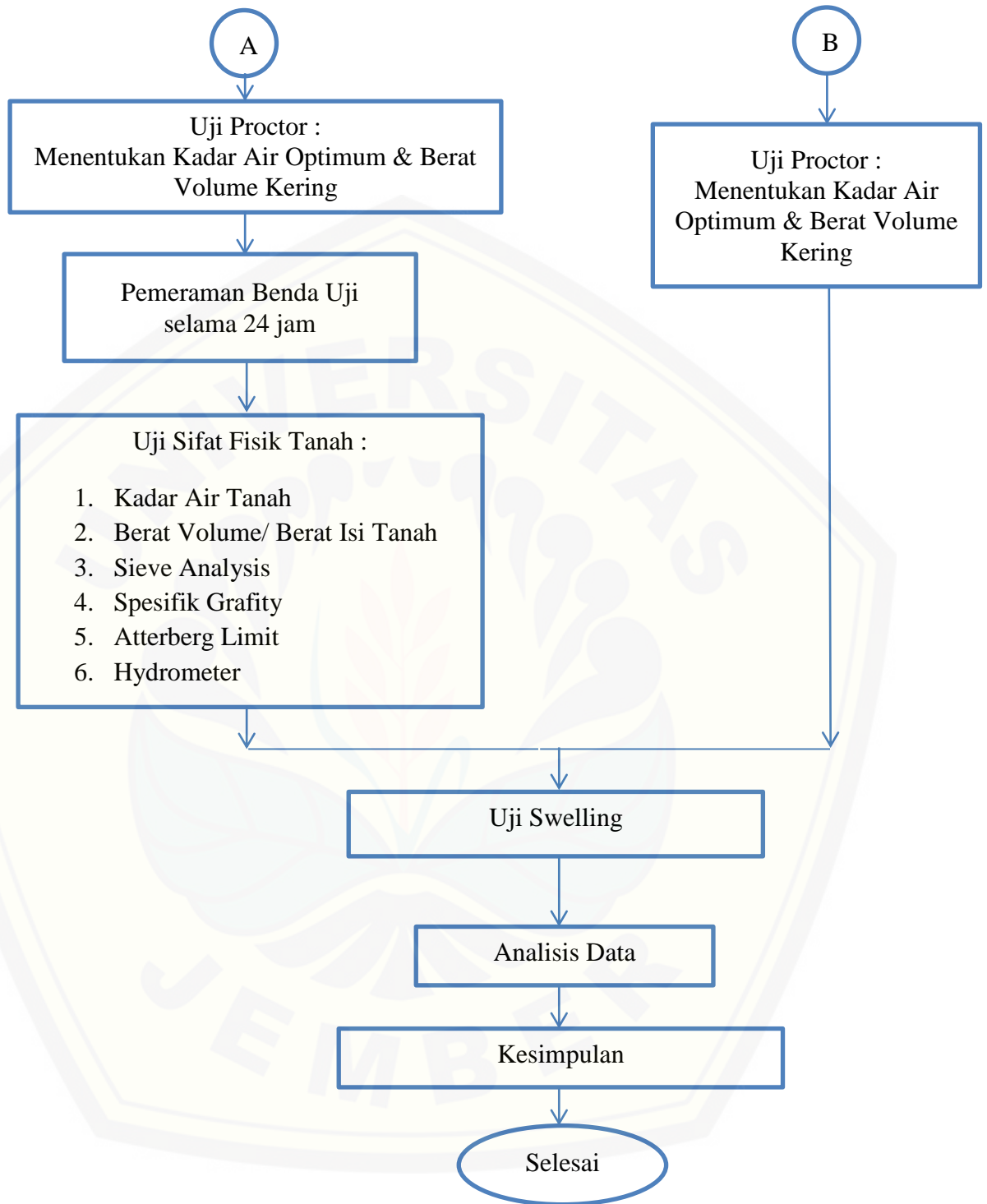
Dilakukan analisa terhadap hasil pengujian untuk mendapatkan perubahan perilaku tanah seiring penambahan Ca(OH)_2 . Pada analisa data maka data yang didapatkan adalah indeks properties ,kadar air optimum (OMC), berat kering tanah maksimum, potensi mengembang tanah dari tanah asli dan tanah campuran kapur. Selanjutnya untuk data akan diolah untuk menentukan potensi pengembangan tanah dan perhitungan daya dukung tanah sebelum dan setelah pencampuran.

3.5.8 Kesimpulan

Penarikan dari hasil penelitian adalah berupa persentase kadar kapur yang paling optimal dalam memperbaiki potensi pengembangan tanah ekspansif yang menghasilkan daya dukung tanah yang lebih baik.

3.6 Tahap Penelitian





Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

3.7 Road Map Penelitian Terdahulu

No	Tahun	Penulis	Judul	Latar Belakang	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	1990	<ul style="list-style-type: none"> - Jacques Locat - Marc-André Bérubé - Marc Choquette - (Groupe de recherche en géologie de l'ingénieur, Département de géologie, Université Laval, Sainte-Foy(Québec), Canada) 	Laboratory investigations on the lime stabilization of sensitive clays: shear strength development	Penelitian ini membahas tentang pengaruh penambahan kapur terhadap mekanisme difusi-dispersi selama stabilisasi dengan kapur tohor, dan kemungkinan untuk menstabilkan tanah yang mengandung kadar air yang tinggi.	Pengujian dilakukan pada 4 jenis tanah yang berbeda untuk mengetahui reaksi pada tiap jenis tanah. Kadar kapur yang digunakan bervariasi yaitu sebesar 0% ; 0,5%; 4%; 10%. Selain itu, penggunaan waktu peram yang berbeda juga dilakukan pada pengujian ini. Berikut pengujian yang dilakukan untuk	<ul style="list-style-type: none"> a. Semua tanah yang diuji mencapai tingkat kekuatan yang signifikan bila cukup waktu atau kapur tohor. b. Tanah dengan kadar air tinggi dapat berhasil distabilkan dengan kapur tohor. Dalam kasus ini, waktu merupakan faktor penting. c. Semakin baik

				<p>mengetahui reaksi yang terjadi :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pengujian untuk investigasi mineralogi yang terkandung setelah proses pencampuran dengan menggunakan scanning electron microscopy (SEM). 2. Penelitian selanjutnya adalah pengujian sifat fisis dengan menambahkan kadar air yang memiliki prosentase yang berbeda untuk mengetahui reaksi dari tiap 	<p>pencampurannya, semakin baik dispersi kapur tohor. Dengan jarak rata-rata yang lebih pendek antara partikel kapur dan partikel mineral reaktif, diperlukan reaksi yang lebih lengkap.</p> <p>d. Hubungan antara kekuatan geser dan kandungan air, pada kandungan kapur tohor, mengikuti hukum kekuatan.</p> <p>e. Model konseptual fisik dan mekanik telah diusulkan yang</p>
--	--	--	--	--	--

				<p>pencampuran.</p> <p>3. Pengujian yang lain adalah pengujian kuat geser dari tanah campuran kapur yang memiliki variasi yang berbeda, waktu pemeraman yang berbeda, dan jenis tanah yang berbeda.</p>	<p>menggambarkan pengembangan proses sementasi melalui reaksi pozzolanic antara partikel kapur dan mineral.</p> <p>f. Pekerjaan diperlukan pada stabilisasi kapur skala lapangan, dan akibat pembekuan dan pencairan, pembasahan dan pengeringan, dan permintaan dinamis pada perilaku jangka panjang yang distabilkan tanah.</p>
--	--	--	--	---	---

2.	2007	<p>- John Tri Hatmoko - Yohanes Lulie (Teknik Sipil Universitas Atma Jaya)</p>	<p>Kuat Tekan Bebas Lempung Ekspansif Yang Distabilisasi Dengan Abu Ampas Tebu Dan Kapur</p>	<p>Penelitian ini membahas tentang stabilisasi lempung ekspansif menggunakan abu ampas tebu dan kapur. Dengan kadar 0%; 2,5%; 5%; 7,5%; 10%; 12,5%; 15% terhadap berat kering tanah asli. Pada penelitian ini dilakukan pengujian sifat fisis dan mekanis. dengan pengujian mekanis kuat tekan bebas tanah dan pemadatan. Untuk</p>	<p>Metodologi dan prosedur yaitu :</p> <p>1. Pengujian awal meliputi: pengujian minerologi dan kimia tanah, pengujian analisis saringan dan pengujian indeks properties.</p> <p>a. Pengujian analisis saringan digunakan standar ASTM D421-58 dan D422-63,</p> <p>b. Pengujian indeks prerties menggunakan standar ASTM D</p>	<p>a. Potensi pengembangan turun dari 12% pada tanah asli menjadi 1,12% pada tanah dengan kadar kapur 10%. Tekanan pengembangan turun dari 340 kPa pada tanah asli menjadi 105 kPa pada tanah dengan kadar kapur 10%.</p> <p>b. Dengan bertambahnya kadar kapur, kepadatan maksimum meningkat dan dicapai nilai</p>
----	------	--	---	---	---	---

			<p>mengetahui reaksi optimal dari campuran maka dilakukan pemeraman.</p>	<p>423-66, D 424-74, dan D 427-74.</p> <p>c. Pengujian defraksi sinar X untuk mengetahui mineral-mineral penyusun tanah lempung</p> <p>2. Penelitian lanjutan dengan menambah kapur dan abu ampas tebu yang kemudian diuji sifat-sifat mekaniknya.</p> <p>a. pengujian indeks properties tanah dan kapur dilakukan dengan</p>	<p>maksimum pada kadar kapur 4%.</p> <p>c. Dengan meningkatnya kadar abu ampas tebu kepadatan maksimum terus meningkat.</p> <p>d. Kuat tekan bebas tanah yang dicampur dengan kapur selalu naik dengan naiknya kadar kapur di dalam tanah serta lamanya pemeraman.</p> <p>e. Semakin lama masa pemeraman semakin besar kuat tekan bebas.</p>
--	--	--	--	---	--

					<p>penambahan kapur pada tanah asli yang diharapkan untuk menurunkan indeks plastisitas tanah.</p> <p>b. Pengujian kepadatan standar menggunakan standard AASTHO T99-70, atau ASTM D698-70.</p> <p>c. Pengujian tekan bebas dilakukan dengan komposisi Tanah + Kapur + Abu ampas tebu,</p>	
--	--	--	--	--	--	--

					seperti pada pengujian pemadatan.	
3.	2009	- Ninik Ariyani - Ana Yuni Teknik Sipil UKRIM Yogyakarta	Pengaruh Penambahan Kapur Pada Tanah Lempung Ekspansif Dari Dusun Brodorejo Klaten	Pada penelitian ini dilakukan pengujian tanah ekspansif yang terletak di dusun brodorejo klaten dengan ditambahkan kapur dengan kadar 2%, 5%, 8%, 10%. Pada masing – masing kadar kapur akan diuji sifat fisis dan mekanis tanah. pengujian sifat mekanis yang akan dilakukan terdiri dari pengujian proctor	Cara penelitian dengan melakukan uji standar Proctor pada campuran tanah dan kapur dengan penambahan kapur sebanyak 0 %, 5 %, 8 %, dan 10 % terhadap berat kering tanah. Pada masing-masing campuran tersebut dilakukan pemeraman selama 3, 7, dan 14 hari. Untuk mendapatkan kepadatan kering tanah maksimum (MDD) dan	1. Tanah dari Dusun Bodrorejo, Kecamatan Trucuk, Kabupaten Klaten menurut klasifikasi USCS tergolong tanah lempung an organik plastisitas tinggi dengan indeks plastisitas 36,80% dan mempunyai potensial pengembangan yang tinggi. 2. Penambahan kapur menurunkan nilai

			<p>dan pengujian kuat tekan bebas.</p>	<p>kadar air optimum dilakukan uji standar Proctor sebanyak 6 kali dengan kadar air yang bervariasi.</p> <p>Uji tekan bebas dilakukan pada campuran tanah dan kapur dengan kondisi kadar air tanah optimum yang diperoleh pada uji standar Proctor.</p>	<p>indeks plastisitas tanah.</p> <p>3. Penambahan prosentase kapur dan variasi waktu pemeraman dapat memperbaiki gradasi butiran tanah yang ditunjukkan dengan semakin menurunnya nilai prosentase lolos saringan No. 200 yaitu dari tanah asli sebesar 81,81% berubah menjadi 33,98% pada penambahan kapur 8% dan 14 hari pemeraman.</p>
--	--	--	--	---	---

						<p>4. Penambahan kapur cenderung menurunkan nilai MDD, hal ini disebabkan oleh pengaruh <i>specific gravity</i> (Gs) kapur yang relatif lebih ringan dibandingkan dengan Gs tanah lempung.</p> <p>5. Penambahan kapur pada tanah lempung tidak selamanya menaikkan nilai kuat tekan bebas tanah (q_u).</p> <p>6. Kapur ternyata menurunkan lekatan</p>
--	--	--	--	--	--	---

						antara butiran tanah sehingga tanah akan mudah pecah ketika diberi tekanan vertikal, tetapi kemungkinan terjadi friksitas pada tanah atau timbulnya sudut gesek internal (ϕ) pada tanah.
4.	2017	- Riota Abeng Ranggaesa - Yulvi Zaika - Suroso Teknik Sipil, Universitas Brawijaya	Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Kekuatan Dan Pengembangan (<i>Swelling</i>) Pada Tanah Lempung Ekspansif Bojonegoro	Penelitian ini membahas tentang pengaruh dari penambahan kapur terhadap kekuatan dan potensi mengembang tanah lempung ekspansif bojonegoro. Dengan	Langkah – langkah pengujian pada penelitian adalah sebagai berikut : 1. Tanah lempung yang sudah diambil dari Kecamatan Ngasem,	1. Tanah lempung ekspansif Bojonegoro merupakan tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, potensi mengembang sangat tinggi dan memiliki

			<p>kadar kapur 6%, 8%, 9%, 10% dari berat kering tanah. pada penelitian ini pengujian yang dilakukan adalah pengujian sifat fisis tanah dan pengujian CBR, Uji Triaxial, dan Swelling Test.</p>	<p>Kabupaten Bojonegoro dihancurkan dan dikeringkan terlebih dahulu.</p> <p>2. Kemudian disaring dengan saringan no. 4 (4,75 mm).</p> <p>3. Timbang tanah yang sudah disaring dengan berat 4,5 kg dan campur dengan air kemudian dipadatkan untuk mengetahui kadar air optimum (OMC) pada</p>	<p>nilai aktifitas yang aktif.</p> <p>2. Nilai batas cair dan indeks plastisitas mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kadar kapur, sedangkan nilai batas plastis dan nilai batas susut mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya kadar kapur. Kenaikan nilai CBR <i>soaked</i> dan <i>unsoaked</i> tertinggi terjadi pada penambahan</p>
--	--	--	---	---	--

				<p>tanah asli.</p> <p>4. Lakukan uji <i>California Bearing Ratio</i> (CBR), <i>Swelling</i>, dan Triaxial pada tanah asli.</p> <p>5. Tambahkan 6%, 8%, 9% dan 10% kapur dari berat kering pada tanah dengan menggunakan 3 sampel tanah, kemudian timbang dengan berat 4,5 kg dan dicampur dengan air kemudian</p>	<p>prosentase kapur 8% dan semakin banyak kadar kapur yang ditambahkan maka semakin kecil <i>swelling</i> yang terjadi. Jadi, prosentase penambahan kapur yang optimum untuk stabilisasi tanah lempung ekspansif Bojonegoro adalah 8%.</p> <p>3. Hubungan tegangan dan regangan menunjukkan bahwa pada penambahan prosentase kadar kapur 8% tanah</p>
--	--	--	--	---	---

					<p>dipadatkan untuk mengetahui kadar air optimum (OMC) pada tanah tersebut.</p> <p>6. Lakukan uji <i>California California Bearing Ratio (CBR), Swelling,</i> dan Triaxial pada tanah tersebut sesuai dengan kadar kapur yang ditambahkan .</p>	<p>tersebut menjadi tidak terlalu getas maupun tidak terlalu lembek.</p>
--	--	--	--	--	---	--

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh pada studi ini :

1. Pada penelitian yang telah dilakukan dengan menguji sifat fisis dan mekanis tanah, tanah yang diamati merupakan tanah lempung ekspansif dengan persen pengembangan primer 1,15 %. Hasil uji indeks tanah asli menunjukkan kadar air yang terkandung dalam tanah sebesar 37,44% dengan berat isi 1,66; berat jenis tanah 2,38; nilai indeks plastisitas sebesar 53,89 %; batas cair sebesar 90,86%; batas plastis sebesar 36,97%; fraksi lempung sebesar 47,5%, dan aktivitas sebesar 1,5%. Pada pengujian pemadatan didapatkan kadar air optimum sebesar 28% dan berat isi kering maksimum sebesar 1,33. Dari hasil tersebut tanah diidentifikasi dengan menggunakan metode USCS didapatkan jenis tanah CH / lempung tak organik dengan plastisitas tinggi (fat clay) dan klasifikasi dengan metode AASHTO tanah termasuk kedalam kelompok tanah A-7-6 yaitu tanah lempung.
2. Pencampuran kapur menunjukkan penurunan pada indeks tanah dan potensi pengembangan. Pada pengujian fisis didapatkan, semakin bertambahnya kapur mengakibatkan penurunan pada indeks plastisitas yang semula 53,98% menurun 14,54% pada kadar 4%; 11,58% pada kadar 6%; 8,17% pada kadar 8%; 6,39% pada kadar 10%; dan 4,89% pada kadar 12%. Tanah menjadi tidak plastis seiring dengan bertambahnya kadar kapur. Penurunan indeks plastisitas didukung dengan hasil pengujian gradasi butiran yang ditandai berkurangnya butiran fraksi lempung pada tanah yang dicampur dengan kapur menurut metode USCS dan metode AASHTO. Hal ini dilihat dari kadar lempung yang semula 47,5% turun hingga 0,4%. Namun pada pengujian kepadatan tanah, kadar air optimum mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya kadar kapur dan berbanding terbalik dengan penurunan berat isi kering tanah. pencampuran tanah dengan kapur mengakibatkan penurunan kepadatan dengan penambahan kapur dibandingkan dengan tanah asli.

3. Pengaruh dari penambahan kapur dapat mengurangi potensi pengembangan dari tanah, dilihat dari pengujian yang telah dilakukan. Persen pengembangan primer tanah asli yang mulanya sebesar 1,15% berkurang menjadi 0,064% kadar kapur 4%, dan 0% pada kadar 6% hingga 12%.

5.2 Saran :

1. Kontrol yang ketat pada setiap pengujian untuk meminimalisir kesalahan atau penyimpangan yang muncul dalam memberikan kesimpulan yang diperoleh.
2. Konsistensi sangat berpengaruh terhadap pengujian yang dilakukan. Terutama pada saat penggunaan alat. Penggunaan alat yang bersih dan dalam kondisi kering sangat membantu untuk menjaga hasil pengujian tetap konsisten.
3. Perlu diteliti lebih lanjut pengaruh kapur terhadap tanah ekspansif di desa Glagah Agung, Kabupaten Banyuwangi ini, mengenai potensi pengembangan sekunder untuk mengetahui besar tekanan yang diperoleh bangunan agar terhindar dari gaya angkat tanah yang menyebabkan kerusakan pada bangunan di atasnya.
4. Perlu diteliti lebih lanjut mengenai kekuatan tanah yang dihasilkan pada tiap campuran.
5. Perlu dilakukan pengujian susunan kimia kapur dan uji mineral tanah untuk mengetahui reaksi anatara kapur dan tanah dan pengaruhnya terhadap potensi pengembangan.
6. Perlu dilakukan pengujian potensi pengembangan dengan metode yang lain untuk menentukan indeks ekspansif tanah yang diuji.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyani, Ninik & Ana, Yuni. 2009. *Pengaruh Penambahan Kapur Pada Tanah Lempung Ekspansif Dari Dusun Bodrorejo Klaten*. Yogyakarta
- Bowles J.E., 1989. *Sifat fisis dan Geoteknik Tanah (Mekanika Tanah)*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Coduto, Donald P. 1994. *Foundation Design Principles and Practice*. USA.
- Das, Braja .M (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jakarta : Erlangga.
- Hardiyatmo, Hary Christadi. 2010. *Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, Hary Christadi. 1999. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Jawad, I.T., M. Raihan T., Zaid H.M. and Tanveer A.K. 2014. *Soil Stabilization Using Lime: Advantages, Disadvantages and Proposing a Potential Alternative*. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology. ISSN: 2040-7459; e-ISSN: 2040-7467
- Kinuthia, J.M., S. Wild, G.I. Jones, 1999. *Effect of Monovalent and Divalent Metal Sulphates on Consistency and Compaction of Lime-Stabilised Kaolinite*. Applied Clay Science 27–45. Elsevier Science
- Locat, J., Marc-André B. and Marc C. 1990. *Laboratory Investigations on The Lime Stabilization of Sensitive Clays: Shear Strength Development*. Canadian Geotechnical Journal, 27: 294-304
- Mallela, J., P. Harold Von Quintus, K.L. Smith and E. Consultants, 2004. *Consideration of Limestabilized Layers in Mechanistic-empirical Pavement Design*. The National Lime Association, Arlington, Virginia, USA.
- Ranggaesa, Riota. dkk. 2017. *Pengaruh Penambahan Kapur Terhadap Kekuatan Dan Pengembangan (Swelling) Pada Tanah Lempung Ekspansif Bojonegoro*. Malang.

- Rollings, M.P. & Rollings JR, R.S., 1996. *Geotechnical Material in Construction*. Washington DC : McGraw-Hill New York.
- SNI 03-3437 (1994), *Tata Cara Pembuatan Rencana Stabilisasi Tanah Dengan Kapur Untuk Jalan*. Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Bina Marga.
- SNI 03-1966-1990. *Metode Pengujian Batas Plastis Tanah*. Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI 03-3637-1994. *Metode Pengujian Berat Isi Tanah Berbutir Halus Dengan Cetakan Benda Uji*. Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI 1966:2008. *Cara Uji Penentuan Batas Plastis Dan Indeks Plastisitas Tanah*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1965:2008. *Cara Uji Penentuan Kadar Air Untuk Tanah Dan Batuan Di Laboratorium*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 3423:2008. *Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1967:2008. *Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 03-3638-1994. *Metode Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Kohesif*. Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI 1742:2008. *Cara Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah Dalam*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 1964:2008. *Cara Uji Berat Jenis Tanah*. Badan Standardisasi Nasional.

LAMPIRAN

A. DATA PENGUJIAN

Berikut hasil data pengujian indeks properties tanah dan klasifikasi jenis tanah.

A.1 Data Pengujian Tanah Asli

A.1.1 Tabel Indeks Plastisitas Tanah Asli

BATAS CAIR

Kedalaman		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
No. Contoh		1	2	3	4	5	6
Jumlah Pukulan		51	46	34	30	26	20
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	23,16	27,26	25,97	21,85	27,31	28,25
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	16,39	19,03	18,08	15,83	18,55	18,59
Berat Air	gr	6,77	8,23	7,89	6,02	8,76	9,66
Berat Cawan	gr	8,09	8,97	8,68	8,82	8,91	8,53
Berat Kering	gr	8,3	10,06	9,4	7,01	9,64	10,06
Kadar Air	%	81,57	81,81	83,94	85,88	90,87	96,02

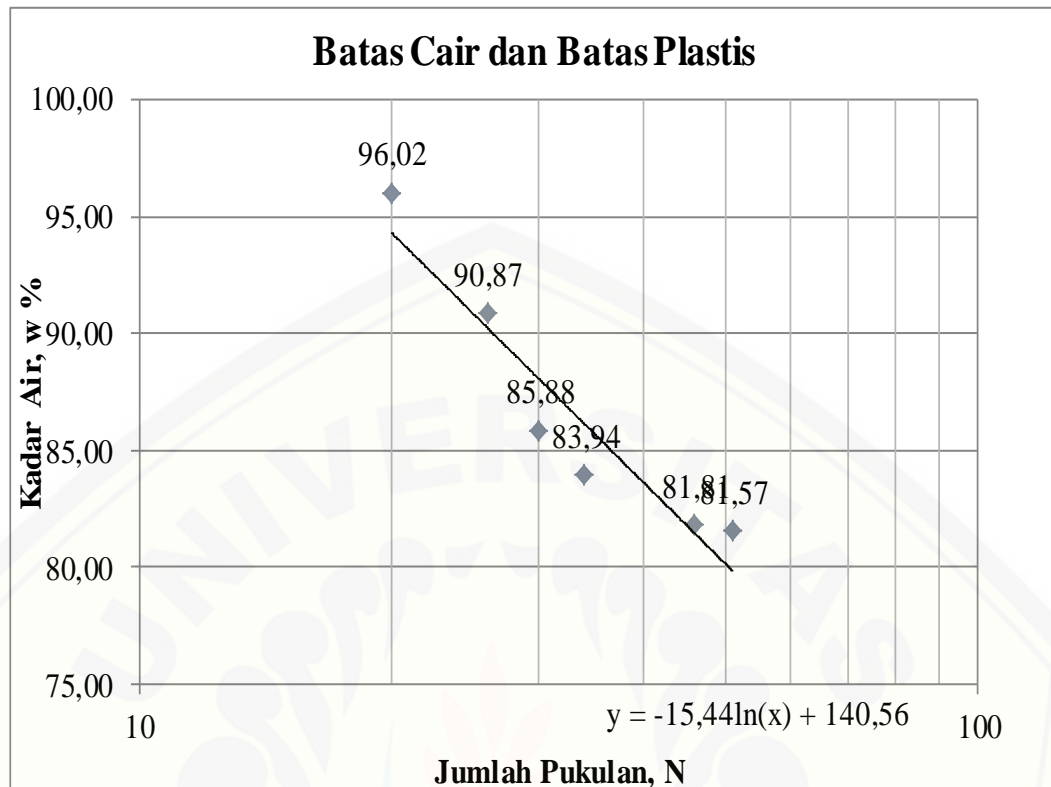
BATAS PLASTIS

Kedalaman		0	0
No. Contoh		1	2
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	11,29	11,19
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	10,62	10,58
Berat Air	gr	0,67	0,61
Berat Cawan	gr	8,85	8,89
Berat Kering	gr	1,77	1,69
Kadar Air	%	37,85	36,09
Rata-Rata	%	36,97	

SAMPLE

0%

BATAS CAIR (LL)			BATAS PLASTIS (PL)	
No.	JUMLAH PUKULAN	KADAR AIR	No.	KADAR AIR
1	51	81,57	1	37,85
2	46	81,81		
3	34	83,94		
4	30	85,88	2	36,09
5	26	90,87		
6	20	96,02		
		86,68	RATA-RATA	36,97
Batas Cair (LL)		Batas Plastis (PL)	Index Plastis	
90,86		36,97	53,89	



Gambar 1. Grafik indeks plastisitas tanah asli

A.1.2 Tabel Berat Jenis Tanah Asli

No Contoh	1	2	3
No picnometer	3	4	10
Berat Picnometer (W1) gr	60,98	65,35	71,02
Berat Picnometer +tanah (W2)	92,79	97,18	103,32
Berat Tanah $W_t = W_2 - W_1$	31,81	31,83	32,3
Berat Picnometer+air+tanah (W3) gr	188,43	184,76	185,88
Berat Picnometer+air (W4)	165,96	162,62	163,76
Berat Picnometer +air (W4') gr	170,04	166,24	167,14
Faktor Koreksi	0,9974	0,9974	0,9984
Suhu (C)	30	30	30
Specific Grafity (w2-W1)	2,37	2,39	2,38
Rata-rata specific Grafity	2,38		

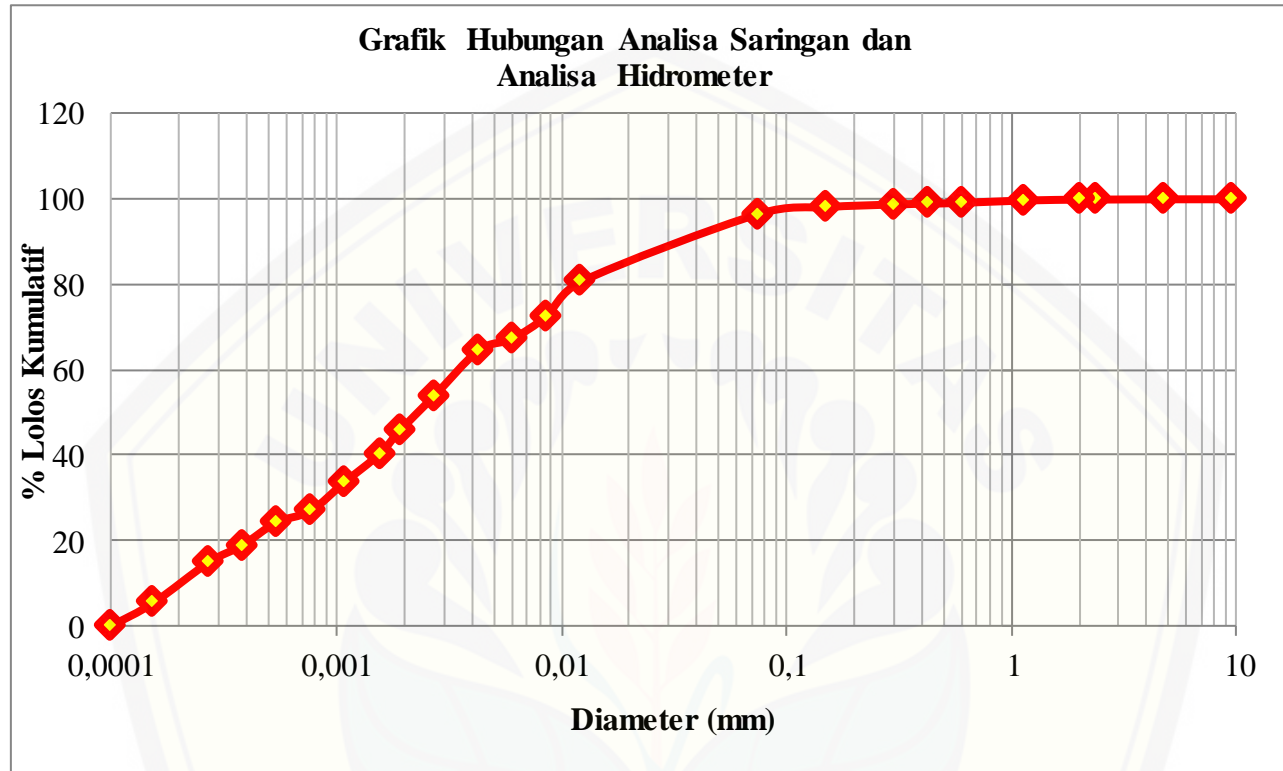
A.1.3 Tabel Distribusi Butiran Tanah Asli

SIEVE ANALYSIS

Sieve No	Sieve Opening (mm)	WT. Sieve (gr)	WT. Sieve + Soil (gr)	WT. Soil Retained (gr)	Persen Retined (%)	Kumulatif Persen Retained (%)	Persen Finer (%)
3/4.		606	606	0	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,700	444	444	0	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,525	421	421	0	0,00	0,0	100,0
4	4,750	480	480	0	0,00	0,0	100,0
8	2,360	439	439,34	0,34	0,07	0,1	99,9
10	2,000	437	437,08	0,08	0,02	0,1	99,9
16	1,130	425	426,02	1,02	0,20	0,3	99,7
30	0,600	384	386,76	2,76	0,55	0,8	99,2
40	0,425	286	286,95	0,95	0,19	1,0	99,0
50	0,300	285	285,94	0,94	0,19	1,2	99
100	0,150	398	401,13	3,13	0,63	1,8	98,2
200	0,075	336	344,06	8,06	1,62	3,5	96,5
pan		454	935,72	481,72	96,54	100,0	0
Total				499	100,00		

ANALISIS HIDROMETER

ELAPSED TIME		TEMP.	HYDROMETER READING	CORRECTION READING	MENISCUS CORRECTION	L. COEFFICIENT	L/t	K COEFFICIENT	DIAMETRE	N	N*
(t)	(t)	(T)	(Ra)	(Rc)	(R)	(L)	(L/t)	(K)	(D)	(N) %	(N') %
0,25	15	30	30	29,9670	1	12,7450	0,8497	0,0133	0,0123	83,624	80,728
0,5	30	30	27	26,9703	1	12,5950	0,4198	0,0133	0,0086	75,261	72,655
1	60	30	25	24,9725	1	12,2950	0,2049	0,0133	0,0060	69,686	67,273
2	120	30	24	23,9736	1	12,4850	0,1040	0,0133	0,0043	66,899	64,582
5	300	30	20	19,9780	1	12,4750	0,0416	0,0133	0,0027	55,749	53,819
10	600	30	17	16,9813	1	12,3950	0,0207	0,0133	0,0019	47,387	45,746
15	900	30	15	14,9835	1	12,3850	0,0138	0,0133	0,0016	41,812	40,364
30	1800	30	12,5	12,4863	1	11,9950	0,0067	0,0133	0,0011	34,843	33,637
1	3600	30	10	9,9890	1	11,8950	0,0033	0,0133	0,0008	27,875	26,909
2	7200	30	9	8,9901	1	11,8450	0,0016	0,0133	0,0005	25,087	24,218
4	14400	30	7	6,9923	1	11,7950	0,0008	0,0133	0,0004	19,512	18,837
8	28800	30	5,5	5,4940	1	11,7850	0,0004	0,0133	0,0003	15,331	14,800
24	86400	30	2	1,9978	1	11,5250	0,0001	0,0133	0,0002	5,575	5,382



Gambar.2 Distribusi butiran tanah asli

A.1.4 Tabel Berat Isi Tanah Asli

BERAT ISI TANAH							
No. Contoh	Kedalaman	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin(gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin	Berat Isi	Rata-rata
1	2,5	63,45	169,89	106,44	63,44	1,68	1,66
2		63,45	169,11	105,66	63,44	1,67	
3		63,45	167,08	103,63	63,44	1,63	

A.1.5 Tabel Kadar Air Tanah Asli

KADAR AIR

Kedalaman			
Nomor Cawan	A'	15	I2
Berat Cawan + Tanah Basa gr	30,34	29,86	29,8
Berat Cawan + Tanah Kerir gr	23,25	22,80	22,68
Berat Air gr	7,09	7,06	7,12
Berat Cawan gr	3,96	3,85	3,94
Berat Kering gr	19,29	18,95	18,74
Kadar Air %	36,75	37,26	37,99
Rata-Rata %	37,33		

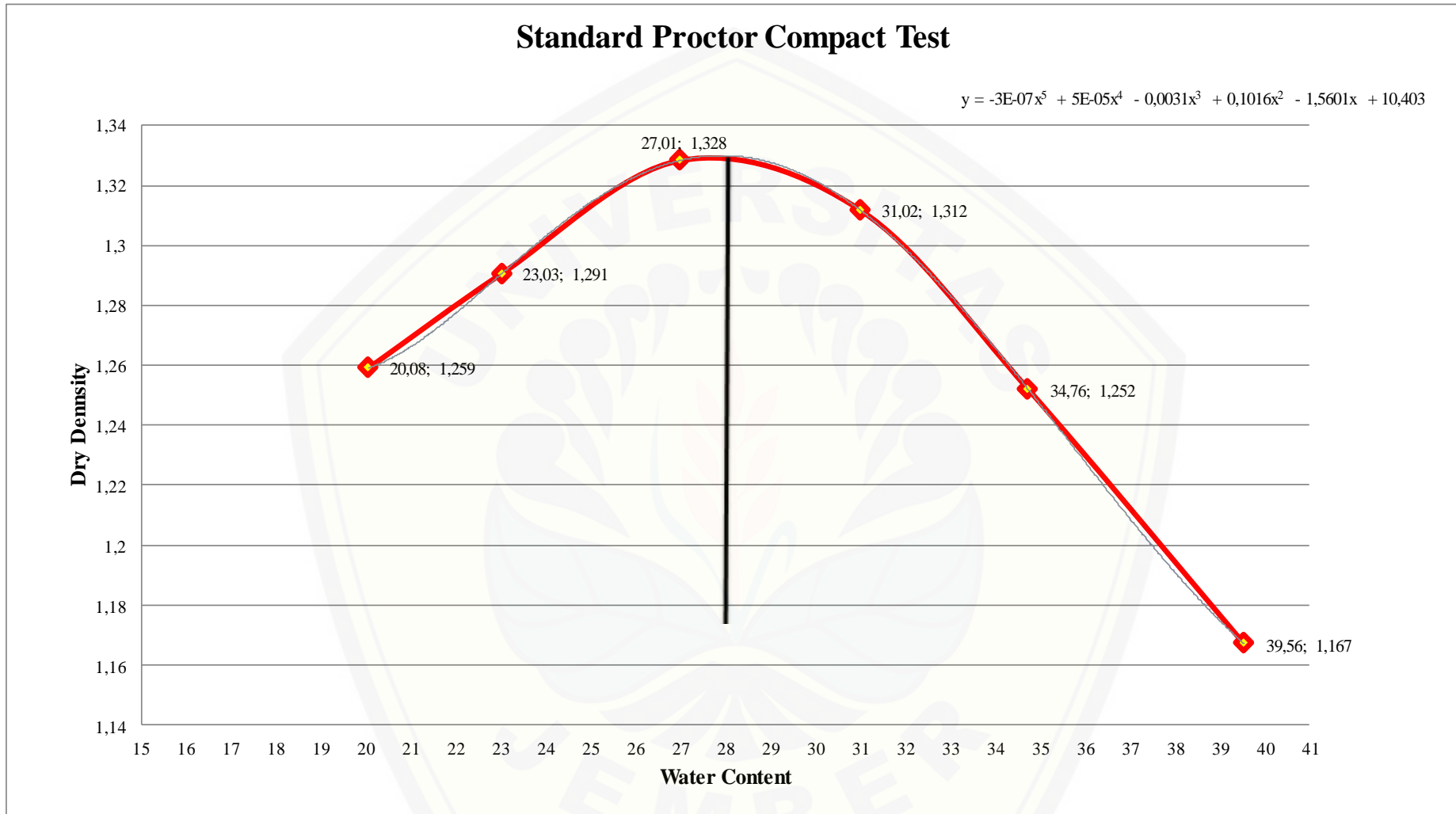
A.1.6 Tabel Pengujian Kepadatan Tanah Asli

DENSITY

Penambahan Air		200	300	400	500	600	700
Berat Mold + Tanah Padat	gr	5960	6025	6110	6137	6110	6060
Berat Mold	gr	4665	4665	4665	4665	4665	4665
Berat Tanah Padat	gr	1295	1360	1445	1472	1445	1395
Kadar Air	%	20,08	23,03	27,01	31,02	34,76	39,56
Berat Isi Basah	gr/cm ³	1,512	1,588	1,687	1,719	1,687	1,629
Berat Isi Kering	gr/cm ³	1,259	1,291	1,328	1,312	1,252	1,167
e %		0,8679	0,8224	0,7706	0,8786	0,8786	1,0153
n %		0,4646	0,4513	0,4352	0,4677	0,4677	0,5038
zero air Void	gr/cm ⁴	1,6110	1,5378	1,4492	1,3697	1,3029	1,2261

WATER CONTENT

Penambahan Air	cc	200		300		400		500		600		700	
No. Contoh		2	A	D5	1SC2	E	3	W	O	W	O	PL	K3
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	31,66	44,11	45,07	37,14	35,27	31,79	32,42	34,486	36,06	38,66	47,14	47,38
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	27,83	38,22	39,09	31,79	29,73	26,77	25,92	27,88	27,59	29,91	36,32	36,27
Berat Air	gr	3,83	5,89	5,98	5,35	5,54	5,02	6,5	6,606	8,47	8,75	10,82	11,11
Berat Cawan	gr	8,99	8,51	12,73	8,91	8,87	8,49	5,62	5,87	3,97	3,91	8,77	8,39
Berat Kering	gr	18,84	29,71	26,36	22,88	20,86	18,28	20,3	22,01	23,62	26	27,55	27,88
Kadar Air	%	20,33	19,82	22,69	23,38	26,56	27,46	32,02	30,01	35,86	33,65	39,27	39,85
Rata-rata kadar air		20,08		23,03		27,01		31,02		34,76		39,56	



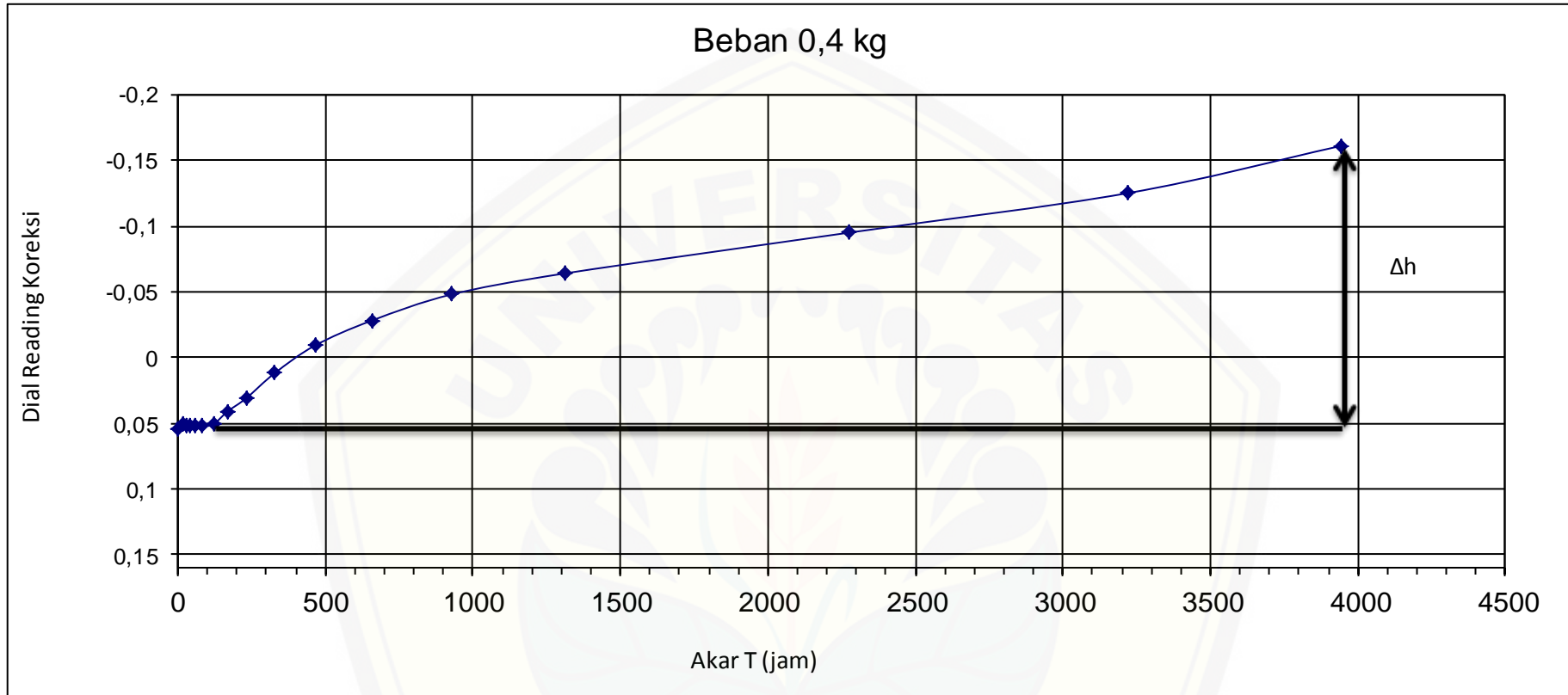
Gambar 4. Grafik Kepadatan Tanah Asli

A.1.7 Tabel Pengembangan Primer Tanah Asli

Kadar Air dan Berat Isi	Sebelum	Sesudah	Angka Pori dan Derajat Kejenuhan	Sebelum	Sesudah
B. Tanah Basah dan Cincin	67,5	74,91	Tinggi Contoh (H)	1,4	1,561
B. Cincin	18,7	18,7	Angka Pori (eo)	0,63	0,82
B. Contoh Basah	48,8	56,21	Kadar Air	16,94	34,70
B. Contoh Kering	41,73	41,73	Derajat Kejenuhan	63,82	100,78
B. Air	7,07	14,48	Berat Jenis	2,3800	
Kadar Air	16,94	34,70	C1		
Berat Isi	1,706	1,762	C2		

t (menit)	akar t (jam)	0,413	Dial Reading terkoreksi
0	0	5	0,05
0,1	18,9737	5,1	0,051
0,2	26,8328	5,2	0,052
0,5	42,4264	5,2	0,052
1	60	5,2	0,052
2	84,8528	5,2	0,052
4	120	5,1	0,051
8	169,706	4,1	0,041
15	232,379	3,1	0,031
30	328,634	1,2	0,012
60	464,758	-0,9	-0,009
120	657,267	-2,8	-0,028
240	929,516	-4,8	-0,048
480	1314,53	-6,4	-0,064
1440	2276,84	-9,5	-0,095
2880	3219,94	-12,5	-0,125
4320	3943,6	-16,1	-0,161

h1	14
Δh	0,212
Swelling	1,514286
EI	15,14286



A.2 DATA PENGUJIAN TANAH CAMPURAN KAPUR

A.2.1 TABEL INDEK PLASTISITAS TANAH CAMPURAN

1. Tanah Campuran Kapur 4%

BATAS CAIR

Kedalaman							
No. Contoh		1	7	8	b'	g'	h'
Jumlah Pukulan		60	40	33	27	22	20
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	17,91	16	16,1	11,18	13,84	15,83
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	14,95	13,69	13,67	8,69	10,96	12,24
Berat Air	gr	2,96	2,31	2,43	2,49	2,88	3,59
Berat Cawan	gr	8,69	9,03	8,86	3,96	5,67	5,73
Berat Kering	gr	6,26	4,66	4,81	4,73	5,29	6,51
Kadar Air	%	47,28	49,57	50,52	52,64	54,44	55,15

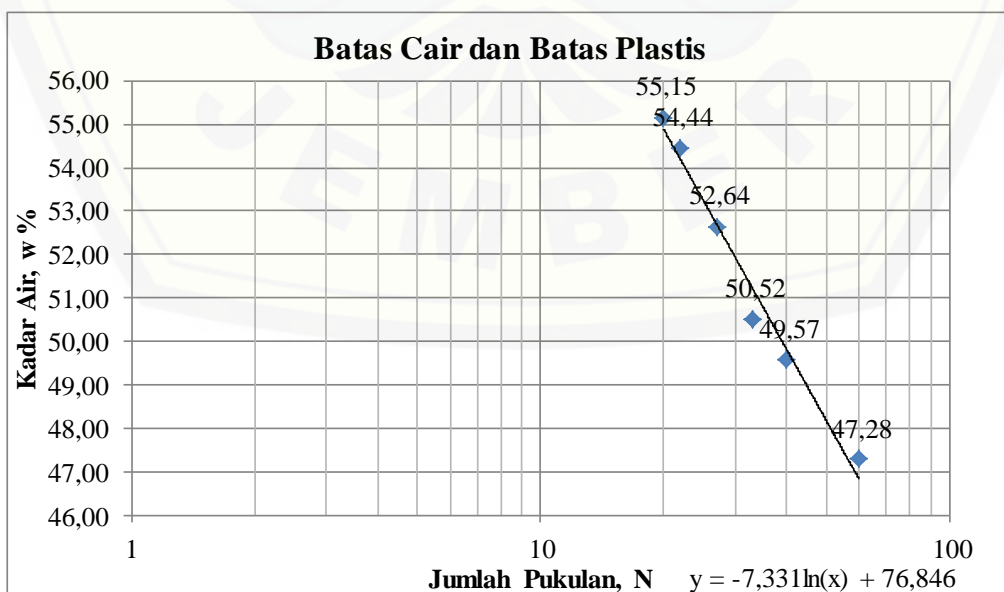
BATAS PLASTIS

Kedalaman			
No. Contoh		10	IV LL
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	10,87	11,6
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	10,12	10,8
Berat Air	gr	0,75	0,8
Berat Cawan	gr	8,23	8,68
Berat Kering	gr	1,89	2,12
Kadar Air	%	39,68	37,74
Rata-Rata	%	38,71	

SAMPLE

4%

Batas Cair (LL)	Batas Plastis (PL)	Index Plastis
53,25	38,71	14,54



Gambar 5. Grafik Indeks Plastisitas Tanah Campuran Kapur 4%

2. Tanah Campuran Kapur 6%

BATAS CAIR

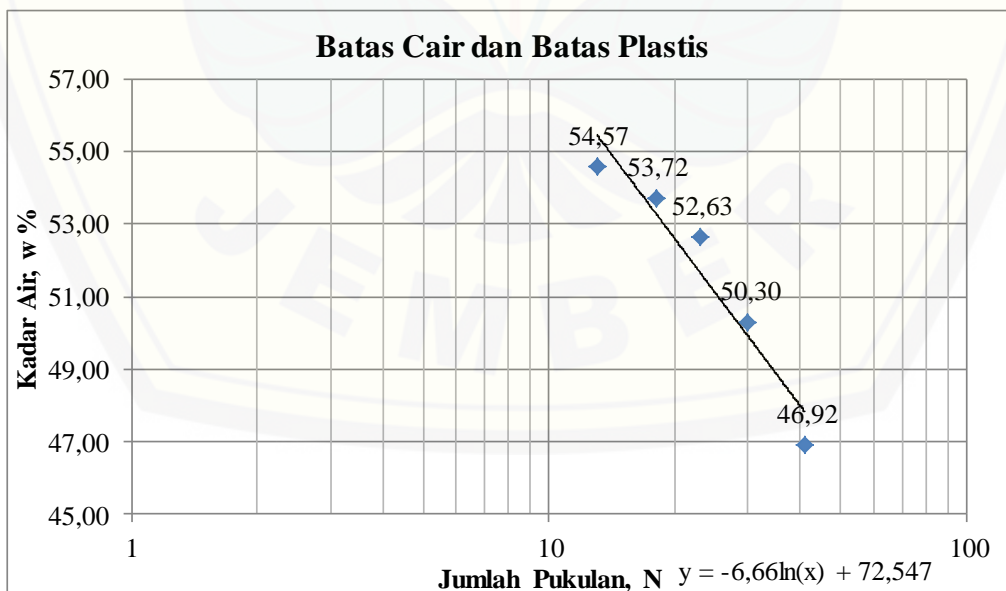
Kedalaman					
No. Contoh	CBR5	o	b	9	P12
Jumlah Pukulan	41	30	23	18	13
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	13,96	13,97	13,23	13,43
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	12,36	12,29	11,73	11,84
Berat Air	gr	1,6	1,68	1,5	1,59
Berat Cawan	gr	8,95	8,95	8,88	8,88
Berat Kering	gr	3,41	3,34	2,85	2,96
Kadar Air	%	46,92	50,30	52,63	53,72

BATAS PLASTIS

Kedalaman		0	0
No. Contoh		G'	H'
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	7,45	8,36
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	6,95	7,61
Berat Air	gr	0,5	0,75
Berat Cawan	gr	5,68	5,72
Berat Kering	gr	1,27	1,89
Kadar Air	%	39,37	39,68
Rata-Rata	%	39,53	

SAMPLE 6%

Batas Cair (LL)	Batas Plastis (PL)	Index Plastis
51,11	39,53	11,58



Gambar 7. Grafik Indeks Plastisitas Tanah Campuran Kapur 6%

3. Tanah Campuran Kapur 8%

BATAS CAIR

Kedalaman						
No. Contoh	E	F	G	H	I	J
Jumlah Pukulan	50	35	27	23	17	12
Berat Cawan + Tanah Basah	gr 11,67	10,79	10,96	13	11,13	12,46
Berat Cawan + Tanah Kering	gr 9,3	9,18	8,61	10,51	9,2	9,44
Berat Air	gr 2,37	1,61	2,35	2,49	1,93	3,02
Berat Cawan	gr 4,02	5,78	3,96	5,7	5,55	3,92
Berat Kering	gr 5,28	3,4	4,65	4,81	3,65	5,52
Kadar Air	% 44,89	47,35	50,54	51,77	52,88	54,71

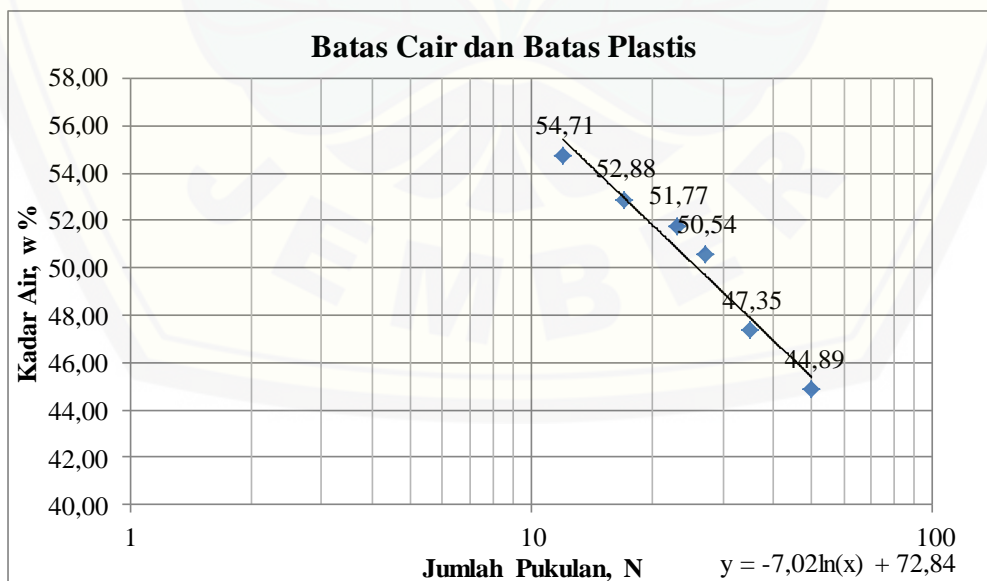
BATAS PLASTIS

Kedalaman		0	0
No. Contoh		PI 1	PI 2
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	10,5	10,66
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	10,03	10,12
Berat Air	gr	0,47	0,54
Berat Cawan	gr	8,91	8,84
Berat Kering	gr	1,12	1,28
Kadar Air	%	41,96	42,19
Rata-Rata	%	42,08	

SAMPLE

8%

Batas Cair (LL)	Batas Plastis (PL)	Index Plastis
50,24	42,08	8,17



Gambar 8. Grafik Indeks Plastisitas Tanah Campuran Kapur 8%

4. Tanah Campuran Kapur 10%

BATAS CAIR

Kedalaman						
No. Contoh		B	C	D	E	F
Jumlah Pukulan		32	28	22	17	14
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	13,49	11,5	11,53	12,31	14,45
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	10,47	9,6	9,52	9,38	11,29
Berat Air	gr	3,02	1,9	2,01	2,93	3,16
Berat Cawan	gr	3,94	5,78	5,66	3,94	5,5
Berat Kering	gr	6,53	3,82	3,86	5,44	5,79
Kadar Air	%	46,25	49,74	52,07	53,86	54,58

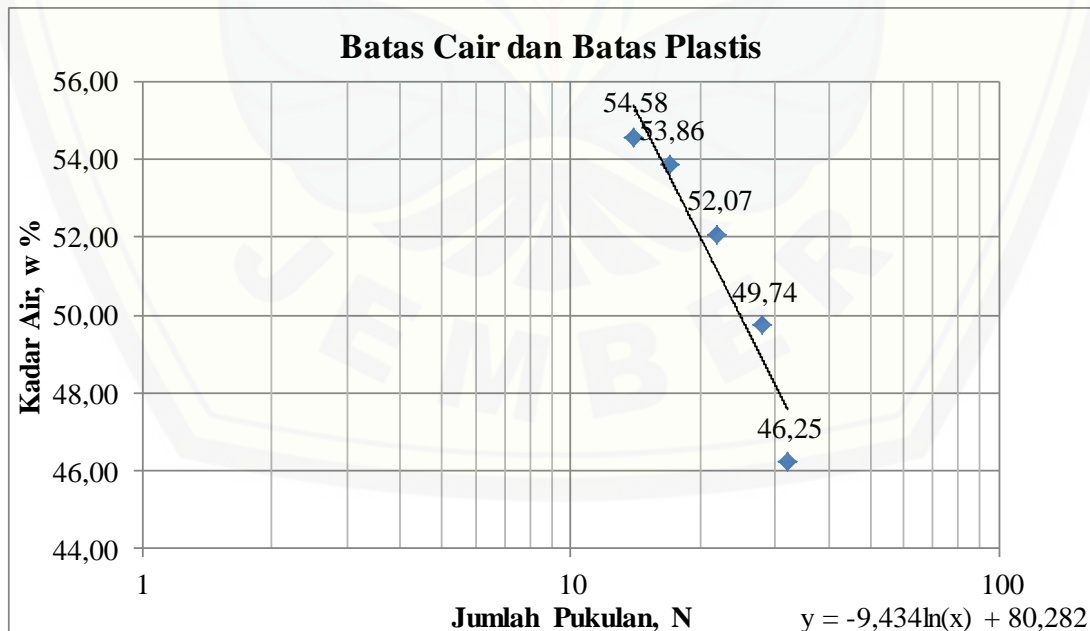
BATAS PLASTIS

Kedalaman		0	0
No. Contoh		G'	H'
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	8,87	8,39
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	7,89	7,59
Berat Air	gr	0,98	0,8
Berat Cawan	gr	5,67	5,73
Berat Kering	gr	2,22	1,86
Kadar Air	%	44,14	43,01
Rata-Rata	%	43,58	

SAMPLE

10%

Batas Cair (LL)	Batas Plastis (PL)	Index Plastis
49,96	43,58	6,39



Gambar 9. Grafik Indeks Plastisitas Tanah Campuran Kapur 10%

5. Tanah Campuran Kapur 12%

BATAS CAIR

Kedalaman						
No. Contoh	A	B	C	D	E	F
Jumlah Pukulan	45	40	29	22	20	15
Berat Cawan + Tanah Basah	gr 12,7	10,93	13,56	13,24	14,54	14,89
Berat Cawan + Tanah Kering	gr 10,78	9,46	11,19	10,96	11,87	11,97
Berat Air	gr 1,92	1,47	2,37	2,28	2,67	2,92
Berat Cawan	gr 6,62	6,34	6,26	6,36	6,65	6,4
Berat Kering	gr 4,16	3,12	4,93	4,6	5,22	5,57
Kadar Air	% 46,15	47,12	48,07	49,57	51,15	52,42

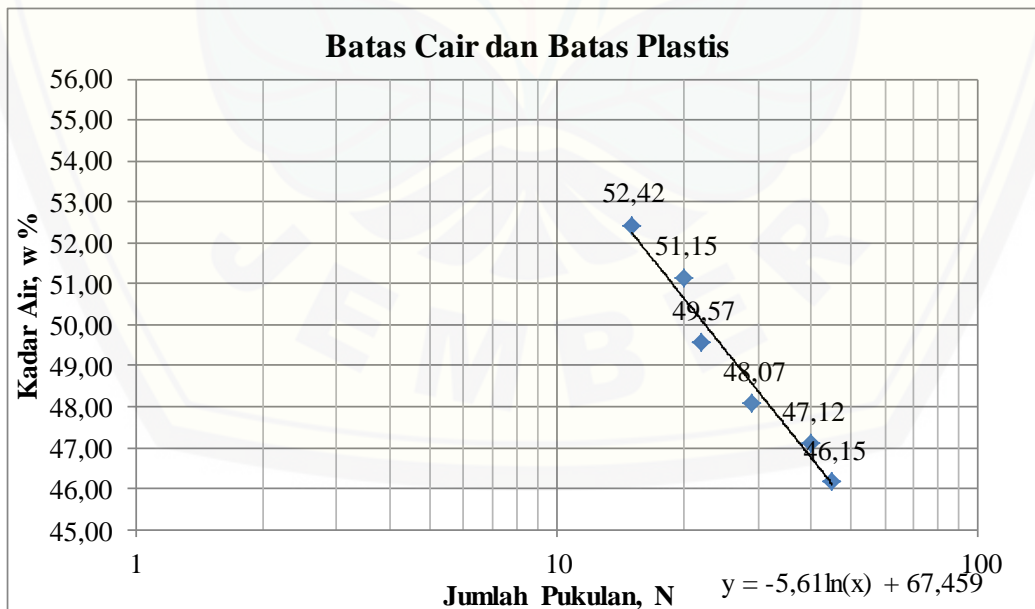
BATAS PLASTIS

Kedalaman		0	0
No. Contoh		G	H
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	15,54	10,76
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	14,64	9,95
Berat Air	gr	0,9	0,81
Berat Cawan	gr	12,64	8,11
Berat Kering	gr	2	1,84
Kadar Air	%	45,00	44,02
Rata-Rata	%	44,51	

SAMPLE

12%

Batas Cair (LL)	Batas Plastis (PL)	Index Plastis
49,40	44,51	4,89



Gambar 10. Grafik Indeks Plastisitas Tanah Campuran Kapur 12%

A.2.2 TABEL BERAT JENIS TANAH CAMPURAN

1. Tanah Campuran Kapur 4%

BERAT JENIS

No Contoh	1	2	3
No picnometer	10	13	17
Berat Picnometer (W1) gr	71,02	60,69	66,44
Berat Picnometer +tanah (W2)	102,34	92,02	97,68
Berat Tanah $W_t = W_2 - W_1$	31,32	31,33	31,24
Berat Picnometer+air+tanah (W3) gr	185,29	181,12	185,21
Berat Picnometer+air (W4)	167,62	163,55	167,5
Berat Picnometer +air (W4') gr	167,18	163,12	167,23
Faktor Koreksi	0,9974	0,9974	0,9984
Suhu (C)	30	30	30
Spesific Grafity (w2-W1)	2,37	2,35	2,36
Rata-rata spesific Grafity	2,36		

2. Tanah Campuran Kapur 6%

BERAT JENIS

No Contoh	1	2	3
No picnometer	10	13	17
Berat Picnometer (W1) gr	71,02	60,69	68,58
Berat Picnometer +tanah (W2)	102	91,63	99,49
Berat Tanah $W_t = W_2 - W_1$	30,98	30,94	30,91
Berat Picnometer+air+tanah (W3) gr	185	180,83	183,33
Berat Picnometer+air (W4)	167,62	163,55	165,85
Berat Picnometer +air (W4') gr	167,18	163,12	165,58
Faktor Koreksi	0,9974	0,9974	0,9984
Suhu (C)	30	30	30
Spesific Grafity (w2-W1)	2,35	2,34	2,35
Rata-rata spesific Grafity	2,35		

3. Tanah Campuran Kapur 8%

BERAT JENIS

No Contoh	1	2	3
No picnometer	A	B	C
Berat Picnometer (W1) gr	55,65	50,27	55,65
Berat Picnometer +tanah (W2)	83,99	77,13	83,99
Berat Tanah $W_t = W_2 - W_1$	28,34	26,86	28,34
Berat Picnometer+air+tanah (W3) gr	171,63	162,23	171,63
Berat Picnometer+air (W4)	155,81	147,31	155,81
Berat Picnometer +air (W4') gr	155,40	146,93	155,40
Faktor Koreksi	0,9974	0,9974	0,9974
Suhu (C)	30	30	30
Spesific Grafity (w2-W1)	2,34	2,32	2,34
Rata-rata spesific Grafity	2,33		

4. Tanah Campuran Kapur 10%

BERAT JENIS

No Contoh	1	2	3
No picnometer	10	13	17
Berat Picnometer (W1) gr	71,02	60,69	68,58
Berat Picnometer +tanah (W2)	101,51	91,09	99,04
Berat Tanah $W_t = W_2 - W_1$	30,49	30,4	30,46
Berat Picnometer+air+tanah (W3) gr	184,51	180,47	182,72
Berat Picnometer+air (W4)	167,62	163,55	165,85
Berat Picnometer +air (W4') gr	167,18	163,12	165,42
Faktor Koreksi	0,9974	0,9974	0,9974
Suhu (C)	32	32	32
Spesific Grafity (w2-W1)	2,32	2,33	2,31
Rata-rata spesific Grafity	2,32		

5. Tanah Campuran Kapur 12%

BERAT JENIS

No Contoh	13	10	17
No picnometer	A	B	C
Berat Picnometer (W1) gr	60,69	71,02	66,44
Berat Picnometer +tanah (W2)	90,86	101,26	96,96
Berat Tanah $W_t = W_2 - W_1$	30,17	30,24	30,52
Berat Picnometer+air+tanah (W3) gr	180,19	184,32	184,54
Berat Picnometer+air (W4)	163,55	167,62	167,5
Berat Picnometer +air (W4') gr	163,12	167,18	167,23
Faktor Koreksi	0,9974	0,9974	0,9984
Suhu (C)	32	32	32
Spesific Grafity ($w_2 - W_1$)	2,30	2,31	2,31
Rata-rata spesific Grafity	2,31		

A.2.3 TABEL DISTRIBUSI BUTIRAN TANAH CAMPURAN

1. Tanah Campuran Kapur 4%

SIEVE ANALYSIS							
Sieve No	Sieve Opening (mm)	WT. Sieve (gr)	WT. Sieve + Soil (gr)	WT. Soil Retained (gr)	Persen Retined (%)	Kumulatif Persen Retained (%)	Persen Finer (%)
3/4.		606	606	0	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,700	444	444	0	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,525	421	421	0	0,00	0,0	100,0
4	4,750	480	480	0,14	0,03	0,0	100,0
8	2,360	439	449,19	10,19	2,04	2,1	97,9
10	2,000	437	441,07	4,07	0,81	2,9	97,1
16	1,130	425	443,86	18,86	3,77	6,7	93,3
30	0,600	384	433,4	49,4	9,88	16,5	83,5
40	0,425	286	327,94	41,94	8,39	24,9	75,1
50	0,300	285	298,49	13,49	2,70	27,6	72
100	0,150	398	427,36	29,36	5,87	33,5	66,5
200	0,075	336	371,89	35,89	7,18	40,7	59,3
pan		454	750,8	296,8	59,36	100,0	0
S U M				500	100,00		

ELAPSED TIME		TEMP.	HYDROMETE R READING	CORRECTION READING	MENISCUS CORRECTION	L. COEFFICIENT	L/t	K COEFFICIENT	DIAMETRE	N	N*
(t)	(t)	(T)	(Ra)	(Rc)	(R)	(L)	(L/t)	(K)	(D)	(N) %	(N') %
0,25	15	30	12,5	12,4863	1	12,7450	0,8497	0,0133	0,0123	34,843	20,673
0,5	30	30	9,9	9,8891	1	12,5950	0,4198	0,0133	0,0086	27,596	16,373
1	60	30	8,7	8,6904	1	12,2950	0,2049	0,0133	0,0060	24,251	14,389
2	120	30	6	5,9934	1	12,4850	0,1040	0,0133	0,0043	16,725	9,923
5	300	30	4,8	4,7947	1	12,4750	0,0416	0,0133	0,0027	13,380	7,938
10	600	30	4,5	4,4951	1	12,3950	0,0207	0,0133	0,0019	12,544	7,442
15	900	30	4,3	4,2953	1	12,3850	0,0138	0,0133	0,0016	11,986	7,112
30	1800	30	2,8	2,7969	1	11,9950	0,0067	0,0133	0,0011	7,805	4,631
1	3600	30	2,1	2,0977	1	11,8950	0,0033	0,0133	0,0008	5,854	3,473
2	7200	30	2	1,9978	1	11,8450	0,0016	0,0133	0,0005	5,575	3,308
4	14400	30	1,3	1,2986	1	11,7950	0,0008	0,0133	0,0004	3,624	2,150
8	28800	30	1	0,9989	1	11,7850	0,0004	0,0133	0,0003	2,787	1,654
24	86400	30	0,9	0,8990	1	11,5250	0,0001	0,0133	0,0002	2,509	1,488

2. Tanah Campuran Kapur 6%

SIEVE ANALYSIS							
Sieve No	Sieve Opening (mm)	WT. Sieve (gr)	WT. Sieve + Soil (gr)	WT. Soil Retained (gr)	Persen Retined (%)	Kumulatif Persen Retained (%)	Persen Finer (%)
3/4.		606	606	0	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,700	444	444	0	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,525	421	421	0	0,00	0,0	100,0
4	4,750	480	480	0	0,00	0,0	100,0
8	2,360	439	454,46	15,46	3,09	3,1	96,9
10	2,000	437	466,49	29,49	5,90	9,0	91,0
16	1,130	425	487,26	62,26	12,45	21,4	78,6
30	0,600	384	497,31	113,31	22,66	44,1	55,9
40	0,425	286	319,25	33,25	6,65	50,8	49,2
50	0,300	285	324,2	39,2	7,84	58,6	41
100	0,150	398	457,85	59,85	11,97	70,6	29,4
200	0,075	336	390,72	54,72	10,94	81,5	18,5
pan		454	546,46	92,46	18,49	100,0	0
S U M				500	100,00		

ANALISIS HIDROMETER											
ELAPSED TIME		TEMP.	HYDROMETE R READING	CORRECTION READING	MENISCUS CORRECTION	L. COEFFICIENT	L/t	K COEFFICIENT	DIAMETRE	N	N*
(t)	(t)	(T)	(Ra)	(Rc)	(R)	(L)	(L/t)	(K)	(D)	(N) %	(N') %
0,25	15	30	13	12,9857	1	12,7450	0,8497	0,0133	0,0123	36,237	6,701
0,5	30	30	11,2	11,1877	1	12,5950	0,4198	0,0133	0,0086	31,220	5,773
1	60	30	11	10,9879	1	12,2950	0,2049	0,0133	0,0060	30,662	5,670
2	120	30	9,8	9,7892	1	12,4850	0,1040	0,0133	0,0043	27,317	5,051
5	300	30	7,5	7,4918	1	12,4750	0,0416	0,0133	0,0027	20,906	3,866
10	600	30	5,9	5,8935	1	12,3950	0,0207	0,0133	0,0019	16,446	3,041
15	900	30	4,5	4,4951	1	12,3850	0,0138	0,0133	0,0016	12,544	2,320
30	1800	30	3,5	3,4962	1	11,9950	0,0067	0,0133	0,0011	9,756	1,804
1	3600	30	3	2,9967	1	11,8950	0,0033	0,0133	0,0008	8,362	1,546
2	7200	30	2	1,9978	1	11,8450	0,0016	0,0133	0,0005	5,575	1,031
4	14400	30	1	0,9989	1	11,7950	0,0008	0,0133	0,0004	2,787	0,515
8	28800	30	0,3	0,2997	1	11,7850	0,0004	0,0133	0,0003	0,836	0,155
24	86400	30	0,1	0,0999	1	11,5250	0,0001	0,0133	0,0002	0,279	0,052

3. Tanah Campuran Kapur 8%

SIEVE ANALYSIS							
Sieve No	Sieve Opening (mm)	WT. Sieve (gr)	WT. Sieve + Soil (gr)	WT. Soil Retained (gr)	Persen Retined (%)	Kumulatif Persen Retained (%)	Persen Finer (%)
3/4.		606	606	0	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,700	444	444	0	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,525	421	421	0	0,00	0,0	100,0
4	4,750	480	480	0	0,00	0,0	100,0
8	2,360	439	439,34	93,52	18,70	18,7	81,3
10	2,000	437	437,08	66,18	13,24	31,9	68,1
16	1,130	425	426,02	76,26	15,25	47,2	52,8
30	0,600	384	386,76	100,9	20,18	67,4	32,6
40	0,425	286	286,95	34,16	6,83	74,2	25,8
50	0,300	285	285,94	31,32	6,26	80,5	20
100	0,150	398	401,13	25,54	5,11	85,6	14,4
200	0,075	336	344,06	19,89	3,98	89,6	10,4
pan		454	935,72	52,23	10,45	100,0	0
SUM				500	100,00		

ANALISIS HIDROMETER											
ELAPSED TIME		TEMP.	HYDROMETE R READING	CORRECTION READING	MENISCUS CORRECTION	L. COEFFICIENT	L/t	K COEFFICIENT	DIAMETRE	N	N*
(t)	(t)	(T)	(Ra)	(Rc)	(R)	(L)	(L/t)	(K)	(D)	(N) %	(N') %
0,25	15	30	4,9	4,8946	1	12,7450	0,8497	0,0133	0,0123	13,659	1,427
0,5	30	30	4,3	4,2953	1	12,5950	0,4198	0,0133	0,0086	11,986	1,252
1	60	30	2,2	2,1976	1	12,2950	0,2049	0,0133	0,0060	6,132	0,641
2	120	30	1,5	1,4984	1	12,4850	0,1040	0,0133	0,0043	4,181	0,437
5	300	30	1,3	1,2986	1	12,4750	0,0416	0,0133	0,0027	3,624	0,379
10	600	30	1,3	1,2986	1	12,3950	0,0207	0,0133	0,0019	3,624	0,379
15	900	30	1,2	1,1987	1	12,3850	0,0138	0,0133	0,0016	3,345	0,349
30	1800	30	1,1	1,0988	1	11,9950	0,0067	0,0133	0,0011	3,066	0,320
1	3600	30	1	0,9989	1	11,8950	0,0033	0,0133	0,0008	2,787	0,291
2	7200	30	0,5	0,4995	1	11,8450	0,0016	0,0133	0,0005	1,394	0,146
4	14400	30	0,4	0,3996	1	11,7950	0,0008	0,0133	0,0004	1,115	0,116
8	28800	30	0,3	0,2997	1	11,7850	0,0004	0,0133	0,0003	0,836	0,087
24	86400	30	0,1	0,0999	1	11,5250	0,0001	0,0133	0,0002	0,279	0,029

4. Tanah Campuran Kapur 10%

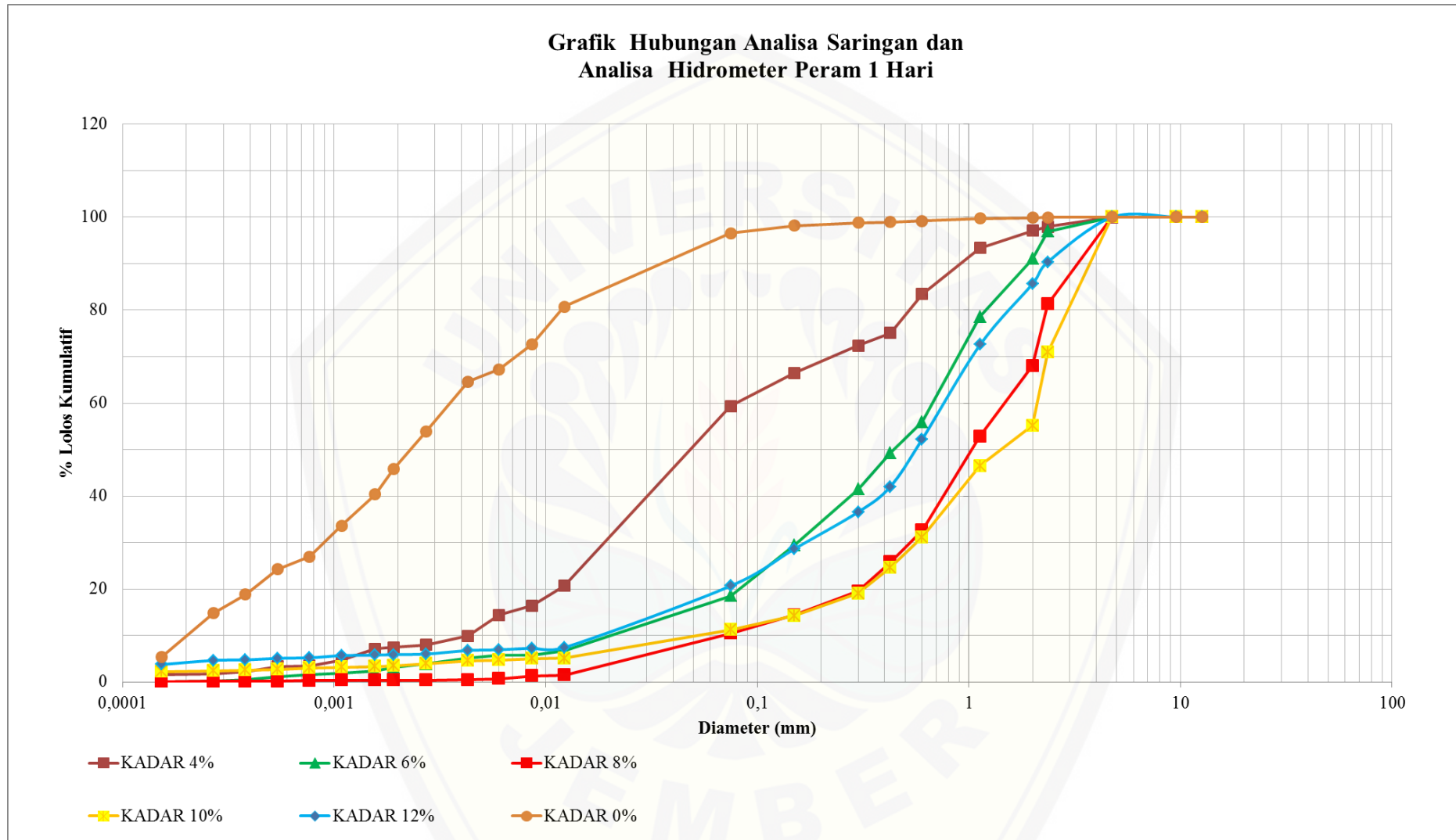
SIEVE ANALYSIS							
Sieve No	Sieve Opening (mm)	WT. Sieve (gr)	WT. Sieve + Soil (gr)	WT. Soil Retained (gr)	Persen Retined (%)	Kumulatif Persen Retained (%)	Persen Finer (%)
3/4.		606	606	0	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,700	444	444	0	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,525	421	421	0	0,00	0,0	100,0
4	4,750	480	480	0	0,00	0,0	100,0
8	2,360	439	439,34	145,64	29,13	29,1	70,9
10	2,000	437	437,08	88,44	17,69	46,8	53,2
16	1,130	425	426,02	23,49	4,70	51,5	48,5
30	0,600	384	386,76	86,86	17,37	68,9	31,1
40	0,425	286	286,95	32,46	6,49	75,4	24,6
50	0,300	285	285,94	27,78	5,56	80,9	19
100	0,150	398	401,13	24,01	4,80	85,7	14,3
200	0,075	336	344,06	15,33	3,07	88,8	11,2
pan		454	935,72	55,99	11,20	100,0	0
SUM				500	100,00		

ANALISIS HIDROMETER											
ELAPSED TIME		TEMP.	HYDROMETER READING	CORRECTION READING	MENISCUS CORRECTION	L. COEFFICIENT	L/t	K COEFFICIENT	DIAMETRE	N	N*
(t)	(t)	(T)	(Ra)	(Rc)	(R)	(L)	(L/t)	(K)	(D)	(N) %	(N') %
0,25	15	30	16,2	16,1822	1	12,7450	0,8497	0,0133	0,0123	45,157	5,057
0,5	30	30	16	15,9824	1	12,5950	0,4198	0,0133	0,0086	44,599	4,994
1	60	30	15	14,9835	1	12,2950	0,2049	0,0133	0,0060	41,812	4,682
2	120	30	14,5	14,4841	1	12,4850	0,1040	0,0133	0,0043	40,418	4,526
5	300	30	12,5	12,4863	1	12,4750	0,0416	0,0133	0,0027	34,843	3,902
10	600	30	11	10,9879	1	12,3950	0,0207	0,0133	0,0019	30,662	3,434
15	900	30	10,5	10,4885	1	12,3850	0,0138	0,0133	0,0016	29,268	3,277
30	1800	30	10,2	10,1888	1	11,9950	0,0067	0,0133	0,0011	28,432	3,184
1	3600	30	9,5	9,4896	1	11,8950	0,0033	0,0133	0,0008	26,481	2,965
2	7200	30	8,5	8,4907	1	11,8450	0,0016	0,0133	0,0005	23,693	2,653
4	14400	30	8	7,9912	1	11,7950	0,0008	0,0133	0,0004	22,300	2,497
8	28800	30	7,5	7,4918	1	11,7850	0,0004	0,0133	0,0003	20,906	2,341
24	86400	30	7	6,9923	1	11,5250	0,0001	0,0133	0,0002	19,512	2,185

5. Tanah Campuran Kapur 12%

SIEVE ANALYSIS							
Sieve No	Sieve Opening (mm)	WT. Sieve (gr)	WT. Sieve + Soil (gr)	WT. Soil Retained (gr)	Persen Retined (%)	Kumulatif Persen Retained (%)	Persen Finer (%)
3/4.		606	606	0	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,700	444	444	0	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,525	421	421	0	0,00	0,0	100,0
4	4,750	480	480	0	0,00	0,0	100,0
8	2,360	439	487,21	48,21	9,64	9,6	90,4
10	2,000	437	460,38	23,38	4,68	14,3	85,7
16	1,130	425	490,58	65,58	13,12	27,4	72,6
30	0,600	384	486,14	102,14	20,43	47,9	52,1
40	0,425	286	336,6	50,6	10,12	58,0	42,0
50	0,300	285	312,27	27,27	5,45	63,4	37
100	0,150	398	437,62	39,62	7,92	71,4	28,6
200	0,075	336	375,85	39,85	7,97	79,3	20,7
pan		454	557,35	103,35	20,67	100,0	0
SUM				500	100,00		

ANALISIS HIDROMETER											
ELAPSED TIME		TEMP.	HYDROMETE R READING	CORRECTION READING	MENISCUS CORRECTION	L. COEFFICIENT	L/t	K COEFFICIENT	DIAMETRE	N	N*
(t)	(t)	(T)	(Ra)	(Rc)	(R)	(L)	(L/t)	(K)	(D)	(N) %	(N') %
0,25	15	30	6,3	6,2931	1	12,7450	0,8497	0,0133	0,0123	17,561	3,630
0,5	30	30	6,1	6,0933	1	12,5950	0,4198	0,0133	0,0086	17,003	3,515
1	60	30	5,5	5,4940	1	12,2950	0,2049	0,0133	0,0060	15,331	3,169
2	120	30	5,2	5,1943	1	12,4850	0,1040	0,0133	0,0043	14,495	2,996
5	300	30	3,9	3,8957	1	12,4750	0,0416	0,0133	0,0027	10,871	2,247
10	600	30	3,7	3,6959	1	12,3950	0,0207	0,0133	0,0019	10,314	2,132
15	900	30	3,5	3,4962	1	12,3850	0,0138	0,0133	0,0016	9,756	2,017
30	1800	30	3,3	3,2964	1	11,9950	0,0067	0,0133	0,0011	9,199	1,901
1	3600	30	2,5	2,4973	1	11,8950	0,0033	0,0133	0,0008	6,969	1,440
2	7200	30	2,3	2,2975	1	11,8450	0,0016	0,0133	0,0005	6,411	1,325
4	14400	30	1,7	1,6981	1	11,7950	0,0008	0,0133	0,0004	4,739	0,979
8	28800	30	1,5	1,4984	1	11,7850	0,0004	0,0133	0,0003	4,181	0,864
24	86400	30	0,3	0,2997	1	11,5250	0,0001	0,0133	0,0002	0,836	0,173



Gambar 11. Grafik Distribusi Butiran Tanah Campur

A.2.4 TABEL KADAR AIR TANAH CAMPURAN

1. Tanah Campuran Kapur 4%

KADAR AIR

Kedalaman				
Nomor Cawan		A	B	C
Berat Cawan + Tanah Basa	gr	53,83	62,89	57,39
Berat Cawan + Tanah Kerir	gr	41,51	49,30	44,33
Berat Air	gr	12,32	13,59	13,06
Berat Cawan	gr	8,12	12,69	8,96
Berat Kering	gr	33,39	36,61	35,37
Kadar Air	%	36,90	37,12	36,92
Rata-Rata	%	36,98		

2. Tanah Campuran Kapur 6%

KADAR AIR

Kedalaman				
Nomor Cawan		A	B	C
Berat Cawan + Tanah Basa	gr	51,71	50,42	56,69
Berat Cawan + Tanah Kerir	gr	39,57	38,63	43,20
Berat Air	gr	12,14	11,79	13,49
Berat Cawan	gr	6,37	6,41	6,51
Berat Kering	gr	33,20	32,22	36,69
Kadar Air	%	36,57	36,59	36,77
Rata-Rata	%	36,64		

3. Tanah Campuran Kapur 8%

KADAR AIR

Kedalaman				
Nomor Cawan		A	B	C
Berat Cawan + Tanah Basa	gr	43,94	45,46	43,89
Berat Cawan + Tanah Kerir	gr	33,38	34,84	33,23
Berat Air	gr	10,56	10,62	10,66
Berat Cawan	gr	4,01	5,73	3,96
Berat Kering	gr	29,37	29,11	29,27
Kadar Air	%	35,96	36,48	36,42
Rata-Rata	%	36,29		

4. Tanah Campuran Kapur 10%

KADAR AIR

Kedalaman				
Nomor Cawan		A	B	C
Berat Cawan + Tanah Basa	gr	43,69	36,10	39,91
Berat Cawan + Tanah Kerir	gr	34,55	28,89	31,68
Berat Air	gr	9,14	7,21	8,23
Berat Cawan	gr	8,95	8,85	8,92
Berat Kering	gr	25,60	20,04	22,76
Kadar Air	%	35,70	35,98	36,16
Rata-Rata	%	35,95		

5. Tanah Campuran Kapur 12%

KADAR AIR

Kedalaman				
Nomor Cawan		A	B	C
Berat Cawan + Tanah Basa	gr	32,99	34,77	40,06
Berat Cawan + Tanah Kerir	gr	26,38	28,07	32,84
Berat Air	gr	6,61	6,70	7,22
Berat Cawan	gr	8,09	8,90	12,64
Berat Kering	gr	18,29	19,17	20,20
Kadar Air	%	36,14	34,95	35,74
Rata-Rata	%	35,61		

A.2.4 TABEL BERAT ISI TANAH CAMPURAN

1. Tanah Campuran Kapur 4%

BERAT ISI TANAH

No. Contoh	Kedalaman	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin(gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin	Berat Isi	Rata-rata
1	2,5	55,15	154,79	99,64	60,71	1,64	1,64
2		55,15	154,53	99,38	60,71	1,64	
3		55,15	155,08	99,93	60,71	1,65	

2. Tanah Campuran Kapur 6%

BERAT ISI TANAH							
No. Contoh	Kedalaman	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin(gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin	Berat Isi	Rata-rata
1	2,5	55,15	154,31	99,16	60,71	1,63	1,63
2		55,15	153,96	98,81	60,71	1,63	
3		55,15	154,16	99,01	60,71	1,63	

3. Tanah Campuran Kapur 8%

BERAT ISI TANAH							
No. Contoh	Kedalaman	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin(gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin	Berat Isi	Rata-rata
1	2,5	55,15	153,56	98,41	60,71	1,62	1,62
2		55,15	153,62	98,47	60,71	1,62	
3		55,15	153,35	98,2	60,71	1,62	

4. Tanah Campuran Kapur 10%

BERAT ISI TANAH							
No. Contoh	Kedalaman	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin(gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin	Berat Isi	Rata-rata
1	2,5	55,15	152,36	97,21	60,71	1,60	1,61
2		55,15	152,96	97,81	60,71	1,61	
3		55,15	152,76	97,61	60,71	1,61	

5. Tanah Campuran Kapur 12 %

BERAT ISI TANAH							
No. Contoh	Kedalaman	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin(gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin	Berat Isi	Rata-rata
1	2,5	63,14	163,81	100,67	63,21	1,59	1,60
2		63,14	164,5	101,36	63,21	1,60	
3		63,14	163,9	100,76	63,21	1,59	

A.2.4 TABEL KEPADATAN TANAH CAMPURAN

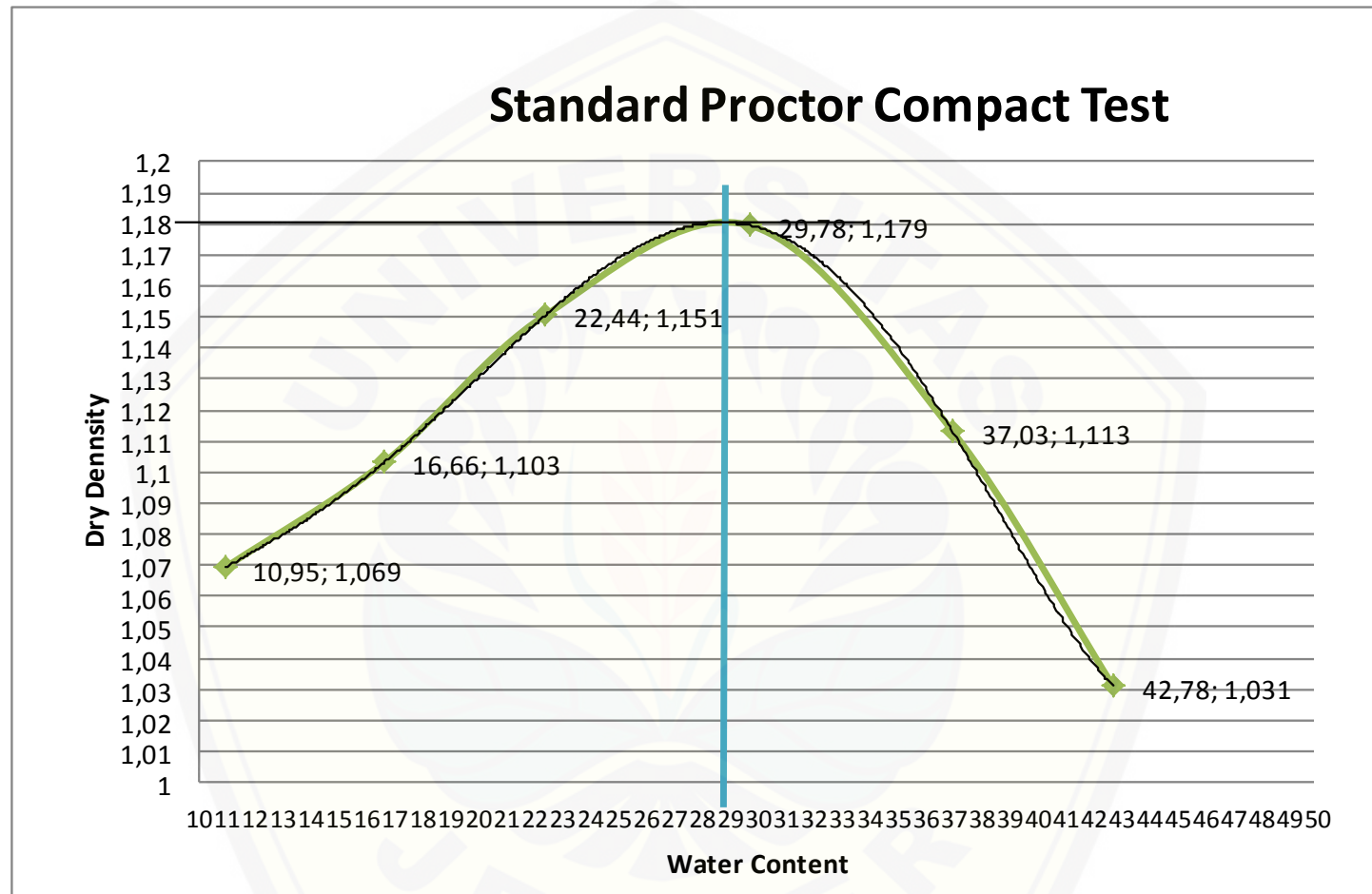
1. Tanah Campuran Kapur 4%

DENSITY

Penambahan Air		300	450	600	750	900	1050
Berat Mold + Tanah Padat	gr	5805	5900	6015	6130	6125	6075
Berat Mold	gr	4685	4685	4685	4685	4685	4685
Berat Tanah Padat	gr	1120	1215	1330	1445	1440	1390
Kadar Air	%	10,95	16,66	22,44	29,78	37,03	42,78
Berat Isi Basah	gr/cm ³	1,186	1,287	1,409	1,531	1,525	1,472
Berat Isi Kering	gr/cm ³	1,069	1,103	1,151	1,179	1,113	1,031
e %		1,1799	1,1128	1,0258	1,0258	1,0940	1,2603
n %		0,5413	0,5267	0,5064	0,5064	0,5224	0,5576
zero air Void	gr/cm ⁴	1,8753	1,6940	1,5429	1,3860	1,2594	1,1744

WATER CONTENT

Penambahan Air	cc	300		450		600		750		900		1050	
No. Contoh		A	B	C	D	F	G	A'	B'	C'	D'	E'	F'
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	59,6	58,64	41,74	48,52	37,15	38,07	58,4	62,36	48,78	59,92	46,81	59,36
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	54,65	54,06	37,08	42,88	31,91	32,78	47,09	50,1	38,11	46,02	35,36	44,26
Berat Air	gr	4,95	4,58	4,66	5,64	5,24	5,29	11,31	12,26	10,67	13,9	11,45	15,1
Berat Cawan	gr	8,98	12,67	9,18	8,94	8,71	9,05	9	9,04	8,98	8,89	8,87	8,59
Berat Kering	gr	45,67	41,39	27,9	33,94	23,2	23,73	38,09	41,06	29,13	37,13	26,49	35,67
Kadar Air	%	10,84	11,07	16,70	16,62	22,59	22,29	29,69	29,86	36,63	37,44	43,22	42,33
Rata-rata kadar air		10,95		16,66		22,44		29,78		37,03		42,78	



Gambar 12. Grafik Standar Proctor Tanah Campuran Kapur 4%

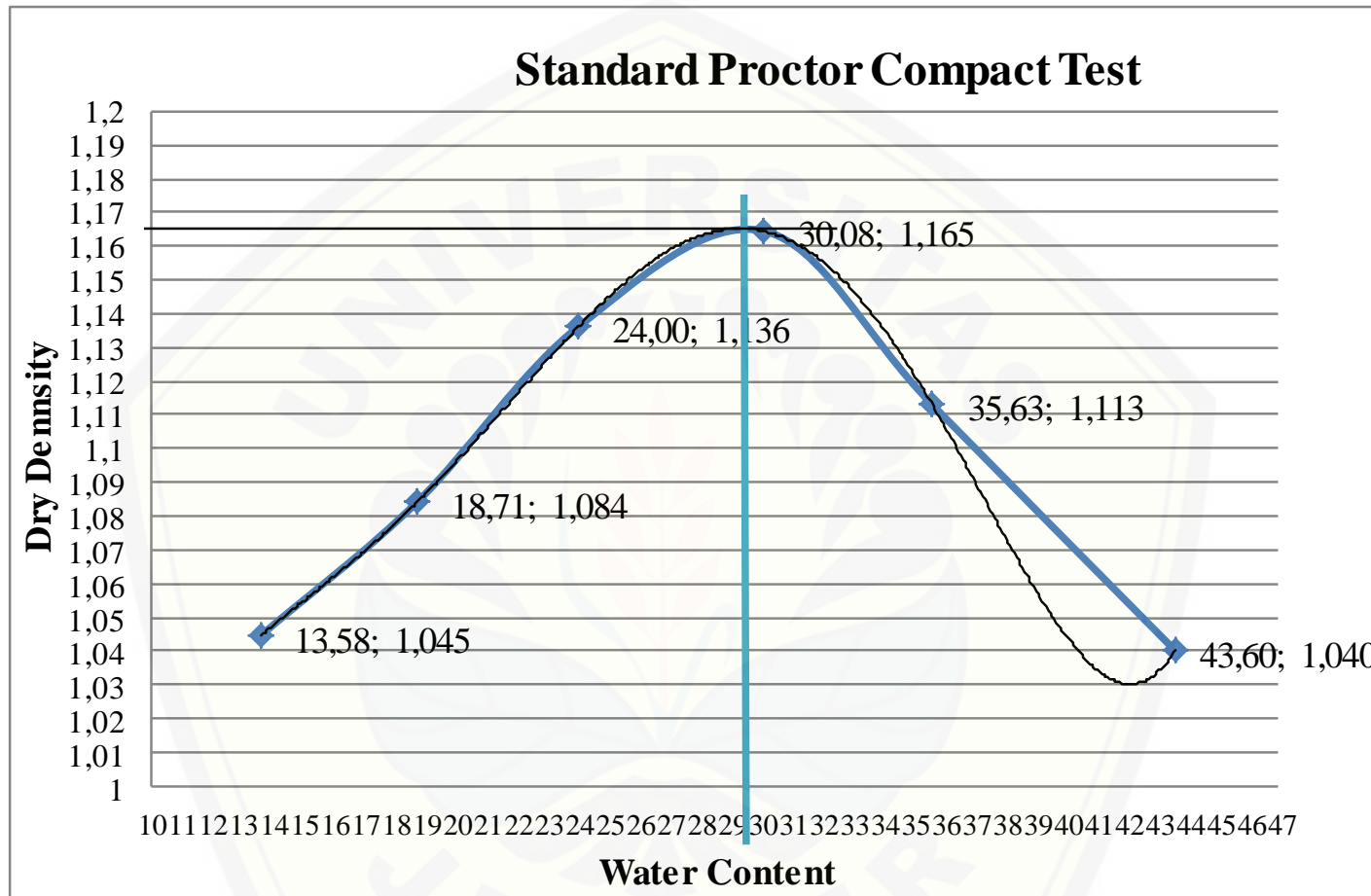
2. Tanah Campuran Kapur 6%

DENSITY

Penambahan Air		300	450	600	750	900	1050
Berat Mold + Tanah Padat	gr	5800	5895	6010	6110	6105	6090
Berat Mold	gr	4680	4680	4680	4680	4680	4680
Berat Tanah Padat	gr	1120	1215	1330	1430	1425	1410
Kadar Air	%	13,58	18,71	24,00	30,08	35,63	43,60
Berat Isi Basah	gr/cm ³	1,186	1,287	1,409	1,515	1,509	1,494
Berat Isi Kering	gr/cm ³	1,045	1,084	1,136	1,165	1,113	1,040
e %		1,2220	1,1409	1,0430	1,0430	1,0855	1,2315
n %		0,5500	0,5329	0,5105	0,5105	0,5205	0,5519
zero air Void	gr/cm ⁴	1,7816	1,6323	1,5025	1,3768	1,2791	1,1607

WATER CONTENT

Penambahan Air	cc	300		450		600		750		900		1050	
No. Contoh		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	44,28	46,74	42,68	46,1	30,6	30,37	41,04	39,18	42,84	44,84	53,8	53,46
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	39,83	41,84	36,97	39,86	25,9	25,73	33,09	31,58	33,16	34,82	39,4	39,26
Berat Air	gr	4,45	4,9	5,71	6,24	4,7	4,64	7,95	7,6	9,68	10,02	14,4	14,2
Berat Cawan	gr	6,38	6,46	6,52	6,44	6,29	6,43	6,63	6,34	6,28	6,39	6,65	6,41
Berat Kering	gr	33,45	35,38	30,45	33,42	19,61	19,3	26,46	25,24	26,88	28,43	32,75	32,85
Kadar Air	%	13,30	13,85	18,75	18,67	23,97	24,04	30,05	30,11	36,01	35,24	43,97	43,23
Rata-rata kadar air		13,58		18,71		24,00		30,08		35,63		43,60	



Gambar 13. Grafik Standar Proctor Tanah Campuran Kapur 6%

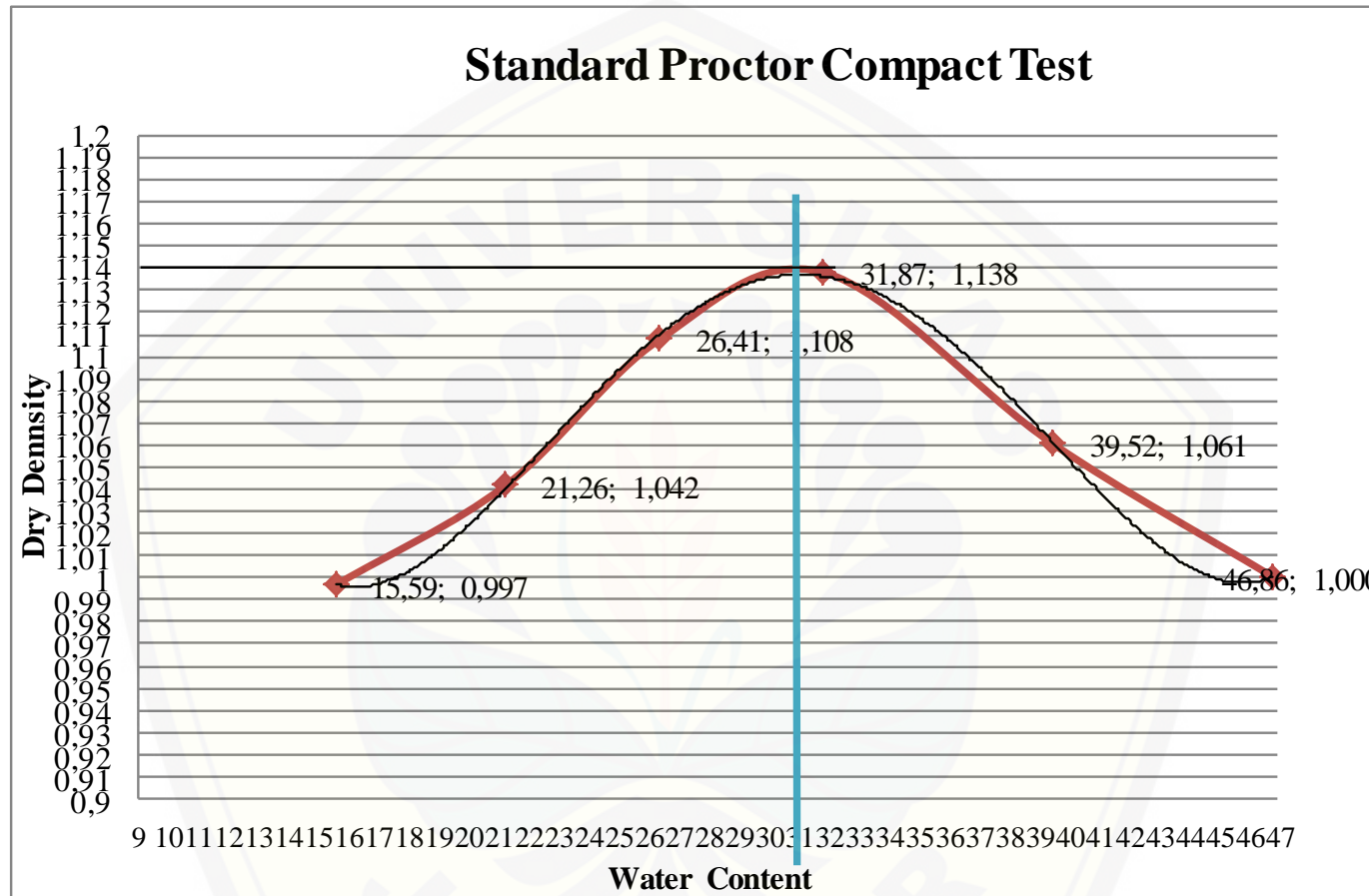
3. Tanah Campuran Kapur 8%

DENSITY

Penambahan Air		300	450	600	750	900	1050
Berat Mold + Tanah Padat	gr	5795	5900	6030	6125	6105	6095
Berat Mold	gr	4705	4705	4705	4705	4705	4705
Berat Tanah Padat	gr	1090	1195	1325	1420	1400	1390
Kadar Air	%	15,59	21,26	26,41	31,87	39,52	46,86
Berat Isi Basah	gr/cm ³	1,152	1,263	1,400	1,501	1,480	1,469
Berat Isi Kering	gr/cm ³	0,997	1,042	1,108	1,138	1,061	1,000
e %		1,3097	1,2100	1,0779	1,0779	1,1705	1,3012
n %		0,5670	0,5475	0,5187	0,5187	0,5393	0,5654
zero air Void	gr/cm ⁴	1,7096	1,5586	1,4427	1,3373	1,2133	1,1140

WATER CONTENT

Penambahan Air	cc	300		450		600		750		900		1050	
No. Contoh		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	55,26	60,14	72,14	56,44	74,84	54,02	54,35	43,65	55	60,55	66,85	73,15
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	48,69	52,87	60,73	47,6	60,55	44,05	42,72	34,68	41,08	45,33	47,6	51,85
Berat Air	gr	6,57	7,27	11,41	8,84	14,29	9,97	11,63	8,97	13,92	15,22	19,25	21,3
Berat Cawan	gr	6,36	6,44	6,51	6,42	6,26	6,42	6,55	6,29	6,27	6,35	6,58	6,33
Berat Kering	gr	42,33	46,43	54,22	41,18	54,29	37,63	36,17	28,39	34,81	38,98	41,02	45,52
Kadar Air	%	15,52	15,66	21,04	21,47	26,32	26,49	32,15	31,60	39,99	39,05	46,93	46,79
Rata-rata kadar air		15,59		21,26		26,41		31,87		39,52		46,86	



Gambar 14. Grafik Standar Proctor Tanah Campuran Kapur 8%

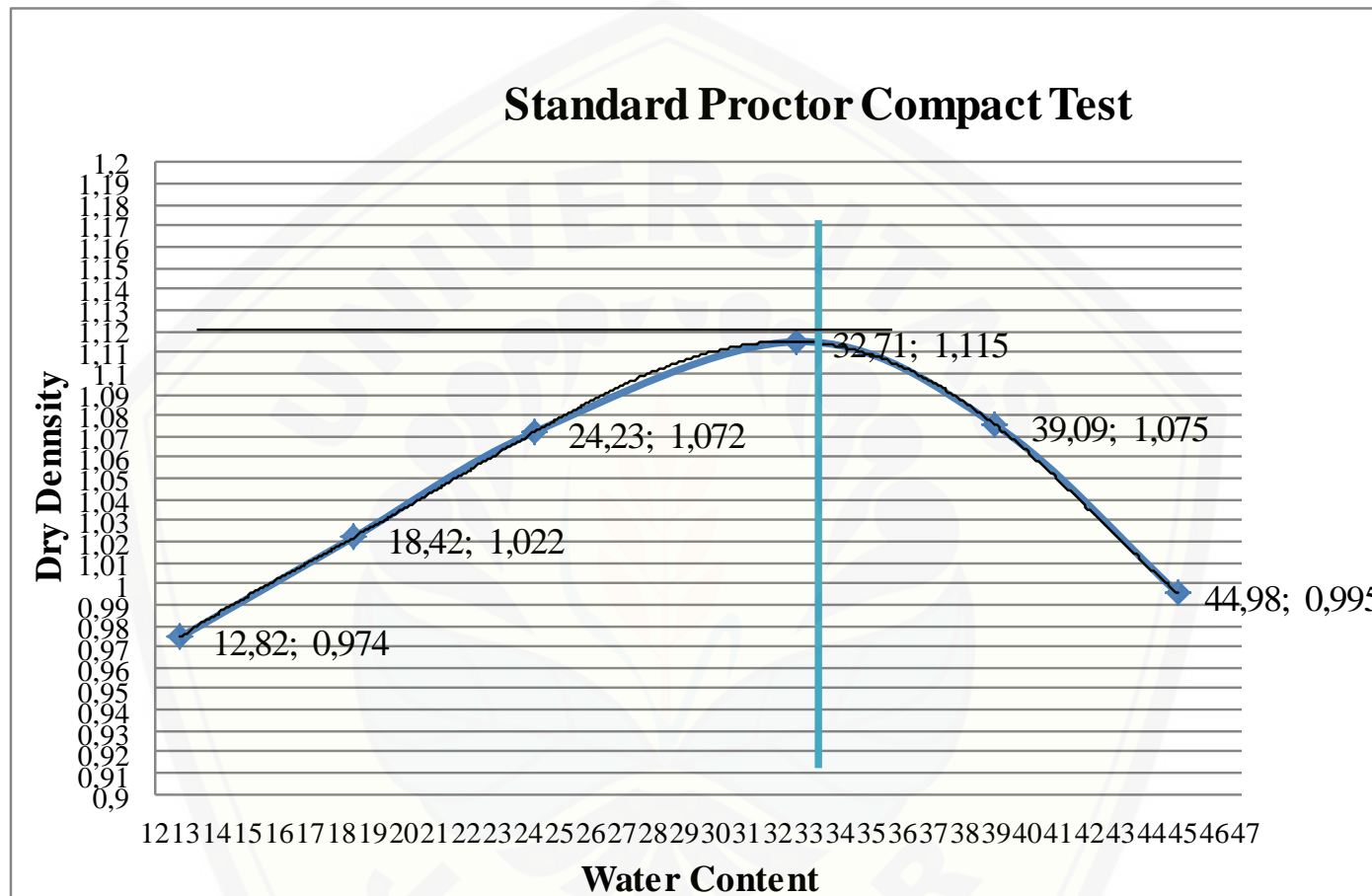
4. Tanah Campuran Kapur 10%

DENSITY

Penambahan Air		300	450	600	750	900	1050
Berat Mold + Tanah Padat	gr	5745	5850	5965	6105	6120	6070
Berat Mold	gr	4705	4705	4705	4705	4705	4705
Berat Tanah Padat	gr	1040	1145	1260	1400	1415	1365
Kadar Air	%	12,82	18,42	24,23	32,71	39,09	44,98
Berat Isi Basah	gr/cm ³	1,099	1,210	1,332	1,480	1,496	1,443
Berat Isi Kering	gr/cm ³	0,974	1,022	1,072	1,115	1,075	0,995
e %		1,3518	1,2422	1,1376	1,1376	1,1310	1,3026
n %		0,5748	0,5540	0,5322	0,5322	0,5307	0,5657
zero air Void	gr/cm ⁴	1,7882	1,6254	1,4850	1,3190	1,2167	1,1353

WATER CONTENT

Penambahan Air	cc	300		450		600		750		900		1050	
No. Contoh		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	59,69	48,36	58,63	69,27	50,44	49,98	48,63	51,18	73,02	80,88	72,76	98,7
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	53,74	43,51	50,73	59,24	41,79	41,51	38,32	40,04	54,97	59,16	52,25	70,03
Berat Air	gr	5,95	4,85	7,9	10,03	8,65	8,47	10,31	11,14	18,05	21,72	20,51	28,67
Berat Cawan	gr	6,35	6,44	6,49	6,41	6,25	6,41	6,53	6,27	6,25	6,35	6,6	6,35
Berat Kering	gr	47,39	37,07	44,24	52,83	35,54	35,1	31,79	33,77	48,72	52,81	45,65	63,68
Kadar Air	%	12,56	13,08	17,86	18,99	24,34	24,13	32,43	32,99	37,05	41,13	44,93	45,02
Rata-rata kadar air		12,82		18,42		24,23		32,71		39,09		44,98	



Gambar 15. Grafik Standar Proctor Tanah Campuran Kapur 10%

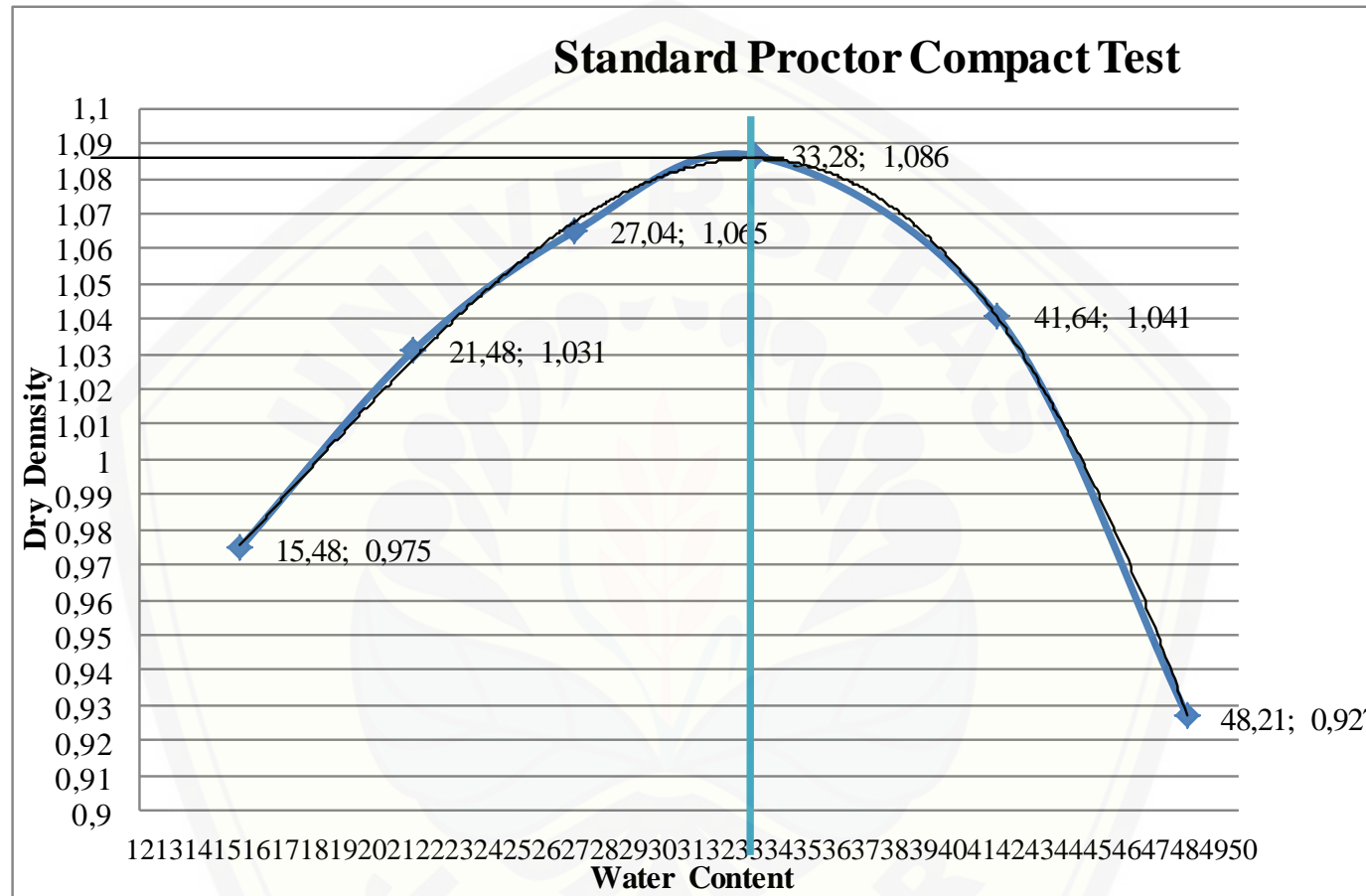
5. Tanah Campuran Kapur 12%

DENSITY

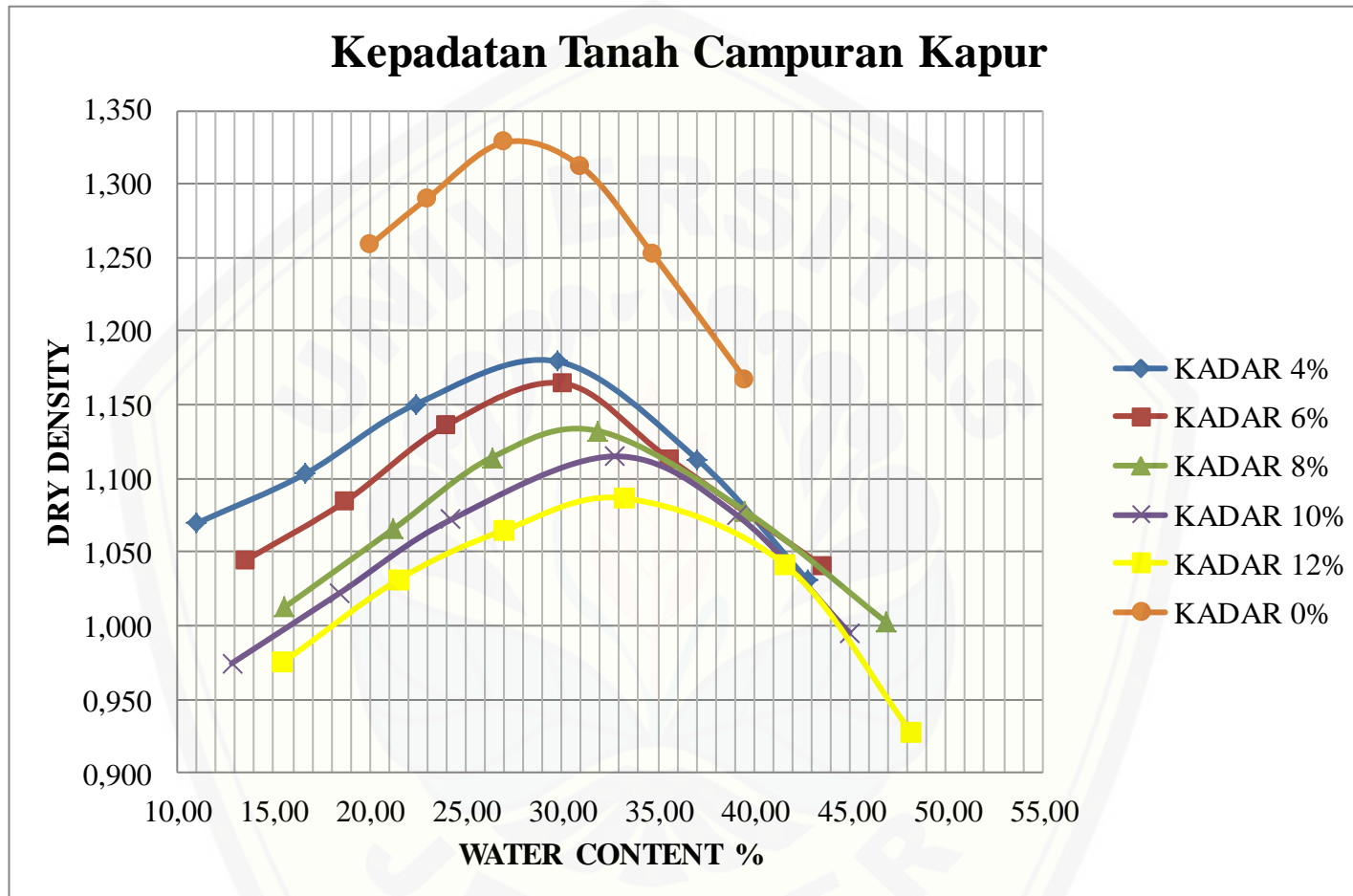
Penambahan Air		300	450	600	750	900	1050
Berat Mold + Tanah Padat	gr	5775	5895	5990	6080	6105	6010
Berat Mold	gr	4710	4710	4710	4710	4710	4710
Berat Tanah Padat	gr	1065	1185	1280	1370	1395	1300
Kadar Air	%	15,48	21,48	27,04	33,28	41,64	48,21
Berat Isi Basah	gr/cm ³	1,126	1,252	1,353	1,448	1,474	1,374
Berat Isi Kering	gr/cm ³	0,975	1,031	1,065	1,086	1,041	0,927
e %		1,3406	1,2129	1,1424	1,1424	1,1917	1,4610
n %		0,5728	0,5481	0,5332	0,5332	0,5437	0,5937
zero air Void	gr/cm ⁴	1,7017	1,5440	1,4219	1,3060	1,1775	1,0929

WATER CONTENT

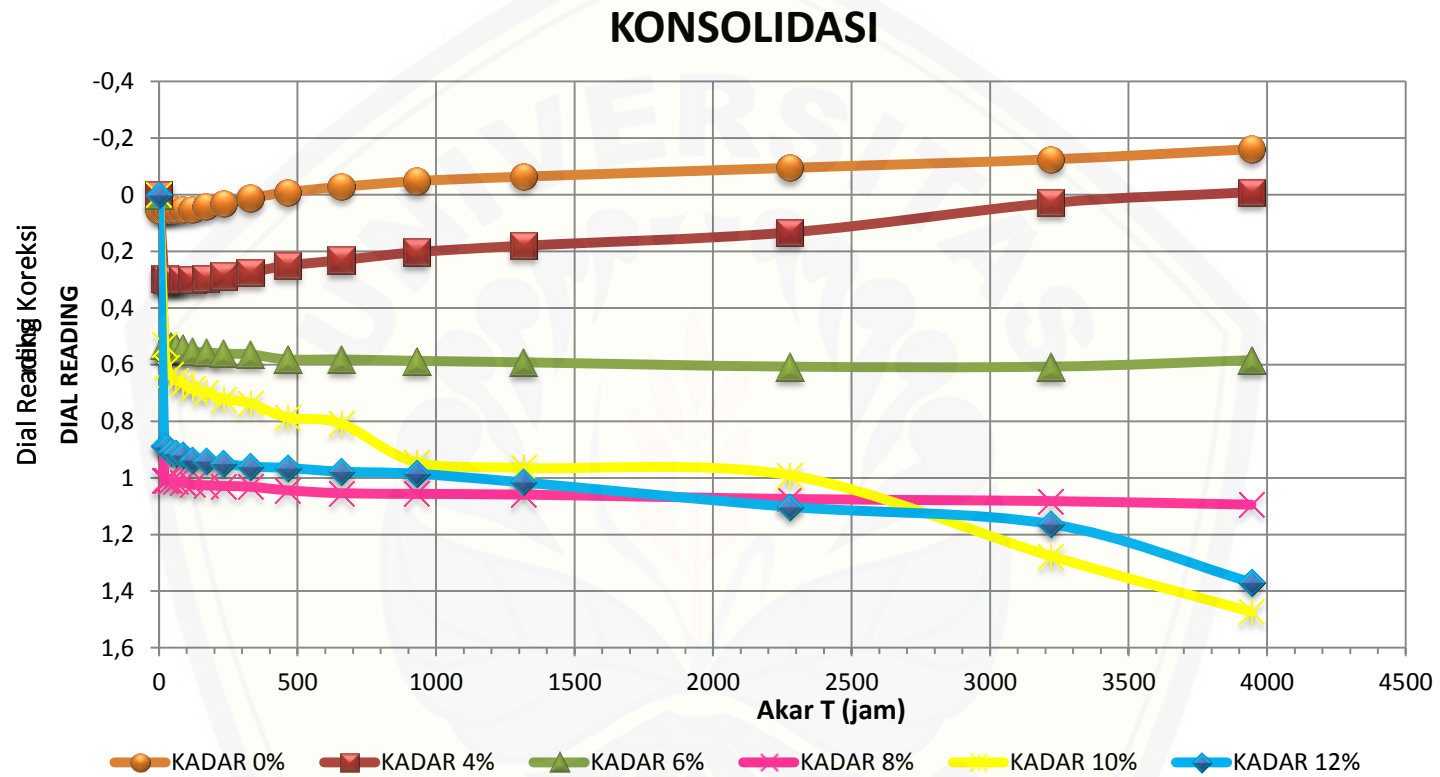
Penambahan Air	cc	300		450		600		750		900		1050	
No. Contoh		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Berat Cawan + Tanah Basah	gr	61,05	71,79	43,66	55,47	62,65	48,21	71,56	64,79	62,38	69,01	90,16	91,16
Berat Cawan + Tanah Kering	gr	54,2	63,27	37,54	47,14	51,18	39,9	56,07	50,74	46,14	52,86	63,57	65,74
Berat Air	gr	6,85	8,52	6,12	8,33	11,47	8,31	15,49	14,05	16,24	16,15	26,59	25,42
Berat Cawan	gr	9,02	9,31	9,01	8,4	9,06	8,94	9,07	8,92	8,29	12,85	9,07	12,37
Berat Kering	gr	45,18	53,96	28,53	38,74	42,12	30,96	47	41,82	37,85	40,01	54,5	53,37
Kadar Air	%	15,16	15,79	21,45	21,50	27,23	26,84	32,96	33,60	42,91	40,36	48,79	47,63
Rata-rata kadar air		15,48		21,48		27,04		33,28		41,64		48,21	



Gambar 16. Grafik Standar Proctor Tanah Campuran Kapur 12%



Gambar 17. Grafik Perbandingan Standar Proctor Tanah Campuran Kapur

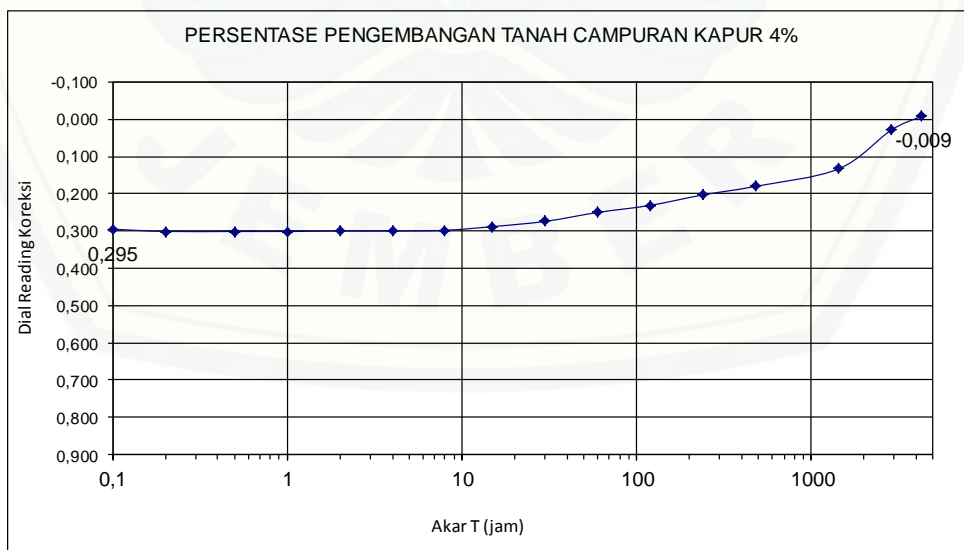


Gambar 18. Grafik Perbandingan Konsolidasi Tanah Campuran Kapur

A.2.7 TABEL PEMBACAAN DIAL TANAH CAMPURAN

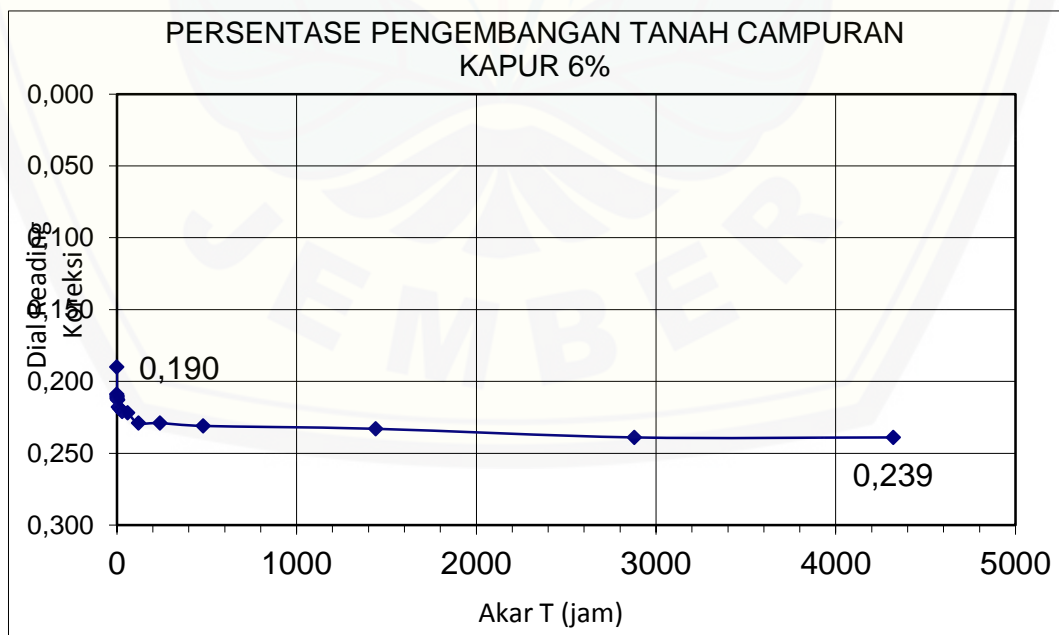
1. Tanah Campuran Kapur 4%

Waktu (T) (menit)	Dial Reading (μm)	Dial Reading terkoreksi (mm)
0	29,000	0,290
0,1	29,500	0,295
0,2	30,100	0,301
0,5	30,100	0,301
1	30,100	0,301
2	30,000	0,300
4	30,000	0,300
8	29,800	0,298
15	28,800	0,288
30	27,400	0,274
60	25,000	0,250
120	23,100	0,231
240	20,300	0,203
480	18,000	0,180
1440	13,300	0,133
2880	2,900	0,029
4320	-0,900	-0,009



2. Tanah Campuran Kapur 6%

Waktu (T) (menit)	Dial Reading (μm)	Dial Reading terkoreksi (mm)
0	19,000	0,190
0,1	20,900	0,209
0,2	21,000	0,210
0,5	21,100	0,211
1	21,200	0,212
2	21,300	0,213
4	21,800	0,218
8	21,900	0,219
15	22,100	0,221
30	22,200	0,222
60	22,900	0,229
120	22,900	0,229
240	23,100	0,231
480	23,300	0,233
1440	23,900	0,239
2880	23,900	0,239
4320	23,000	0,230



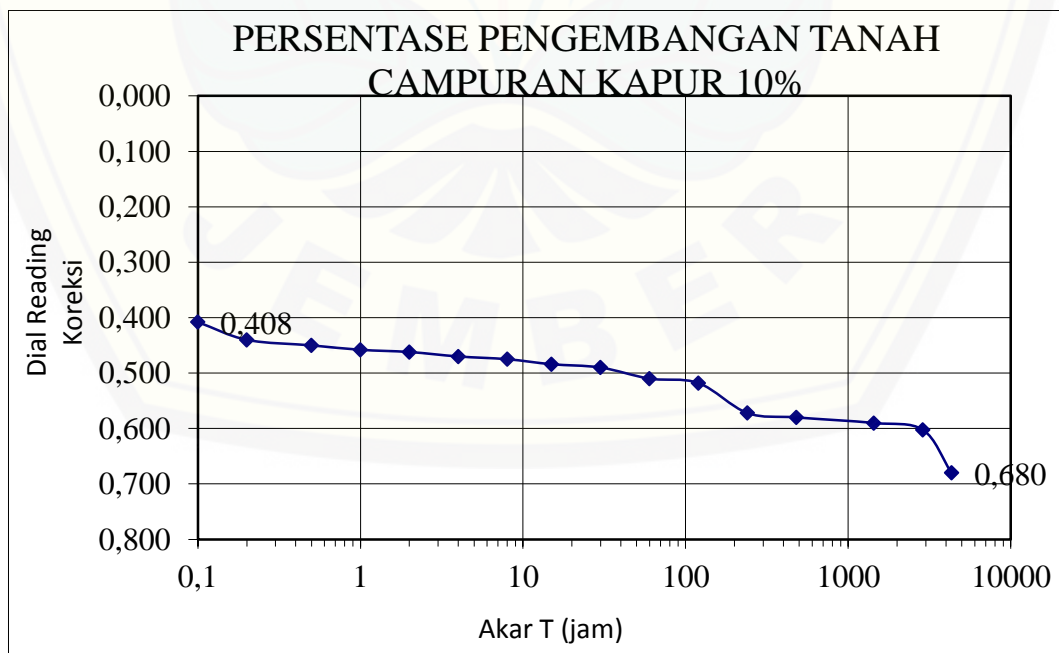
3. Tanah Campuran Kapur 8%

Waktu (T) (menit)	Dial Reading (μm)	Dial Reading terkoreksi (mm)
0	39,000	0,390
0,1	39,700	0,397
0,2	39,700	0,397
0,5	39,800	0,398
1	39,900	0,399
2	40,000	0,400
4	40,300	0,403
8	40,400	0,404
15	40,500	0,405
30	40,600	0,406
60	41,100	0,411
120	41,500	0,415
240	41,600	0,416
480	41,700	0,417
1440	42,300	0,423
2880	42,600	0,426
4320	43,100	0,431



4. Tanah Campuran Kapur 10%

Waktu (T) (menit)	Dial Reading (μm)	Dial Reading terkoreksi (mm)
0	31,800	0,318
0,1	40,800	0,408
0,2	44,000	0,440
0,5	45,000	0,450
1	45,800	0,458
2	46,200	0,462
4	47,000	0,470
8	47,500	0,475
15	48,400	0,484
30	49,000	0,490
60	51,000	0,510
120	51,800	0,518
240	57,200	0,572
480	58,000	0,580
1440	59,000	0,590
2880	60,250	0,603
4320	68,000	0,680



5. Tanah Campuran Kapur 12%

Waktu (T) (menit)	Dial Reading (μm)	Dial Reading terkoreksi (mm)
0	34,800	0,348
0,1	35,000	0,350
0,2	35,100	0,351
0,5	35,800	0,358
1	36,000	0,360
2	36,200	0,362
4	36,900	0,369
8	37,000	0,370
15	37,400	0,374
30	37,800	0,378
60	38,000	0,380
120	38,500	0,385
240	38,800	0,388
480	40,000	0,400
1440	43,400	0,434
2880	45,800	0,458
4320	53,900	0,539



B. DOKUMENTASI

B.1 PENGAMBILAN SAMPEL



B.2 PENGUJIAN LABORATORIUM

B.2.1 KADAR AIR



B.2.2 BERAT ISI



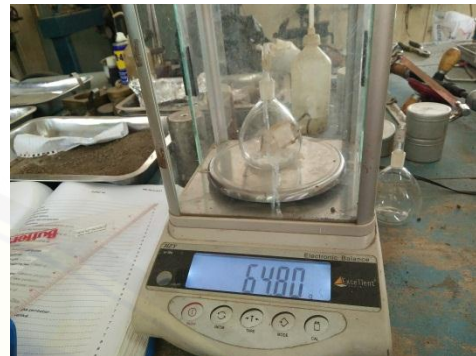
B.2.3 ANALISA SARINGAN



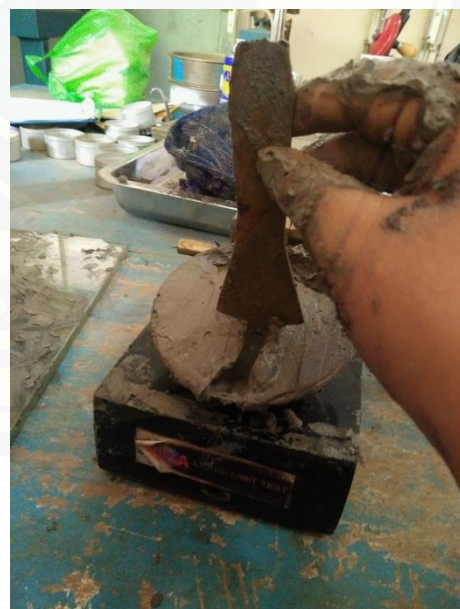
B.2.4 HIDROMETER



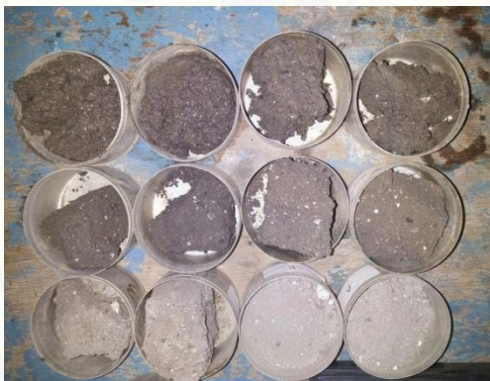
B.2.5 BERAT JENIS



B.2.6 BATAS KONSISTENSI



B.2.6 KEPADATAN TANAH



B.2.7 POTENSI PENGEMBANGAN (Oedometer Test)

