

**PENGARUH VARIASI WAKTU PEMERAMAN TERHADAP NILAI
UJI TEKAN BEBAS PADA TANAH LEMPUNG DAN LANAU
YANG DISTABILISASI MENGGUNAKAN SEMEN PADA
KONDISI TANPA RENDAMAN (*UNSOAKED*)**

(Skripsi)

Oleh :

MUTIA ANDRIANI



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

PENGARUH VARIASI WAKTU PEMERAMAN TERHADAP NILAI UJI TEKAN BEBAS PADA TANAH LEMPUNG DAN LANAU YANG DISTABILISASI MENGGUNAKAN SEMEN PADA KONDISI TANPA RENDAMAN (*UNSOAKED*)

Oleh

MUTIA ANDRIANI

Pada umumnya, pemeliharaan tanah dengan semen dicampur dengan kadar semen rendah dengan ataupun tanpa kekuatan yang ditargetkan sangat tergantung pada fungsinya. Sementara itu stabilisasi tanah dengan prosentase semen cukup tinggi harus dengan target kekuatan tertentu. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah Mengetahui pengaruh variasi kadar campuran semen dan mencari kadar semen yang ideal dalam pencampuran semen. Sampel tanah yang di uji pada penelitian ini yaitu tanah lempung di daerah Belimbing Sari, Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur dan jenis tanah lanau di daerah Desa Yosomulyo, Kecamatan Metro Timur, Kota Metro. Alat yang digunakan untuk uji analisis saringan, uji berat jenis, uji kadar air, uji batas-batas *atterberg*, uji pemadatan, uji kuat tekan bebas dan peralatan lainnya yang ada di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung yang di sesuaikan dengan standar ASTM D-2216. Hasil penelitian yang dilakukan terhadap tanah lempung dengan campuran semen dengan kadar 12% dan waktu pemeraman 28 hari sebesar $0,84\text{kg/cm}^2$. nilai kuat tekan bebas tertinggi dari penelitian yang dilakukan terhadap tanah lanau dengan campuran semen dengan kadar 12% dan waktu pemeraman 28 hari sebesar $1,13\text{ kg/cm}^2$. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin banyak kadar semen yang dicampurkan pada tanah lempung dan lanau akan menjadikan nilai tekan kuat bebas tinggi. Disarankan Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan persentase campuran antara tanah lempung dan semen serta tanah lanau dan semen yang lebih rinci agar didapat perbandingan yang lebih baik.

Kata kunci : Nilai uji tekan bebas, tanah lempung, tanah lanau, semen

ABSTRACT

THE INFLUENCES OF CURING TIME VARIATION TO UNCONFINED COMPRESSION STRENGTH TEST RESULT OF CLAY AND SILT SOILS DESTABILIZED BY USING CEMENT IN UNSOAKED CONDITION

By

MUTIA ANDRIANI

Soil treatment with cement is commonly mixed with low level degree of cement or without any targeted strength value with its function. Soil stabilization with high percentage of cement should target a particular strength value. The objective of this research was to find out the influences of cement mixture degree variation and to find out the ideal cement mixture degree in cement mixtures. Soil sample to test in this research came from clay soil from Belimbing Sari region of Jabung sub district in East Lampung district and silt soil from Yosomulyo village of East Metro sub district in Metro district. Instruments used for testing were screening analysis test, special gravity test, water content test, Atterberg limits test, compression test, unconfined compression strength test, and other instruments in Soil Mechanic Laboratory of Civil Engineering Department in Faculty of Engineering of Lampung University, which were adjusted with standard of ASTM D-2216. The results of clay soil testing showed ideal result of 12% cement mixture with clay soil, curing time in 28 days produced highest unconfined compression strength value of 0.84 kg/cm^2 . The results of silt soil testing showed ideal result of 12% cement mixture with clay soil, curing time in 28 days produced highest unconfined compression strength value of 1.13 kg/cm^2 . The conclusion was that the higher the cement mixture degrees with clay or silt soils, they would produce higher unconfined compression strength values. The researcher recommends further researches to use more detailed percentages of cement degree with clay or silt soils to obtain better comparisons.

Keywords: unconfined compression strength values, clay soil, silt soil, cement

**PENGARUH VARIASI WAKTU PEMERAMAN TERHADAP NILAI UJI
TEKAN BEBAS PADA TANAH LEMPUNG DAN LANAU YANG
DISTABILISASI MENGGUNAKAN SEMEN PADA KONDISI TANPA
RENDAMAN (*UNSOAKED*)**

Oleh

MUTIA ANDRIANI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Skripsi

: **PENGARUH VARIASI WAKTU PEMERAMAN
TERHADAP NILAI UJI TEKAN BEBAS PADA TANAH
LEMPUNG DAN LANAU YANG DISTABILISASI
MENGUNAKAN SEMEN PADA KONDISI TANPA
RENDAMAN (*UNSOAKED*)**

Nama Mahasiswa

: **MUTIA ANDRIANI**

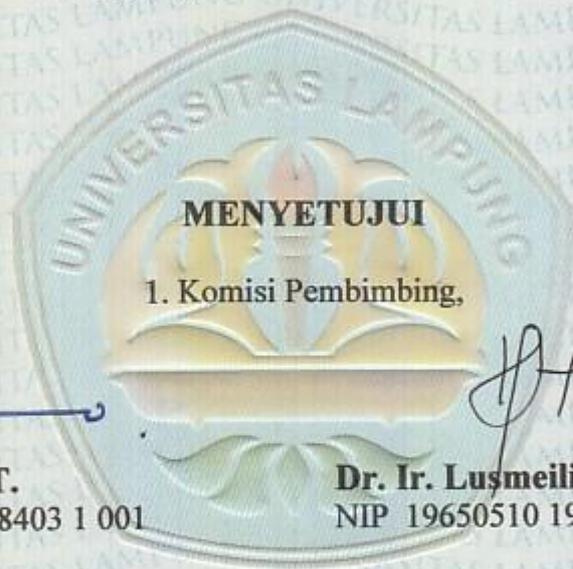
No. Pokok Mahasiswa : **1015011062**

Jurusan

: **Teknik Sipil**

Fakultas

: **Teknik**



Ir. Setyanto, M.T.

NIP 19550830 198403 1 001

Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.

NIP 19650510 199303 2 008

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Gatot Eko Susilo'.

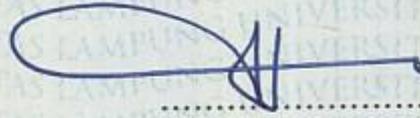
Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIP 19700915 199503 1 006

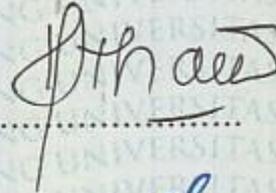
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

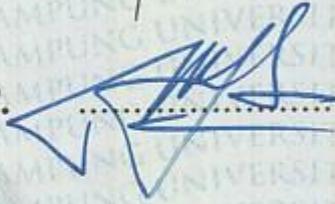
Ketua : **Ir. Setyanto, M.T.**



Sekretaris : **Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.**

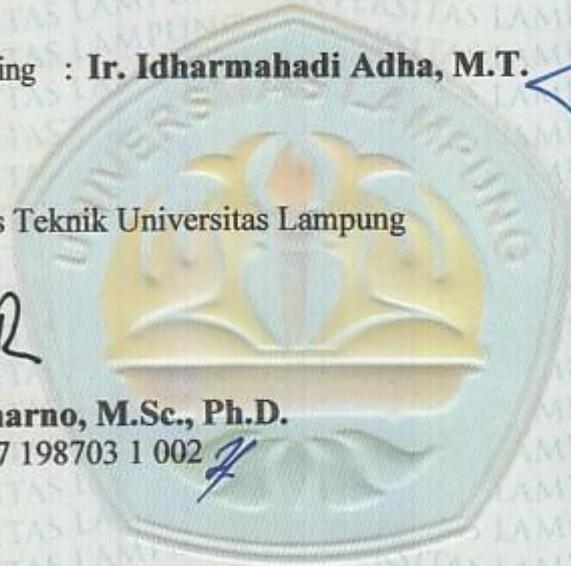
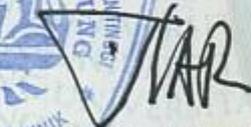


Penguji
Bukan Pembimbing : **Ir. Idharmahadi Adha, M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung

Prof. Dr. Suharno, M.Sc., Ph.D.
NIP 19620717 198703 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **24 Oktober 2016**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini berjudul "*Pengaruh Variasi Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Uji Tekan Bebas Pada Tanah Lempung Dan Lanau Yang Distabilisasi Menggunakan Semen Pada Kondisi Tanpa Rendaman (Unsoaked)*" tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang dituliskan atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis dicudalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pula, bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Oktober 2016



Mutia Andriani

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 11 Maret 1992. Penulis merupakan putri dari pasangan Bapak Eka Putranta dan Ibu Suliyanti, anak Kedua dari tiga bersaudara.

Dengan rahmat Allah SWT penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-kanak Tunas Mekar Indonesia pada tahun 1998, Sekolah Dasar Kartika Jaya II-5 Bandar Lampung pada tahun 2004, Sekolah Menengah Pertama Negeri 25 Bandar Lampung pada tahun 2007 dan Sekolah Menengah Atas Negeri 7 Bandar Lampung tahun 2010. Terakhir Penulis tercatat sebagai mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan Sipil Universitas Lampung melalui SNMPTN pada tahun 2010.

Pada tahun 2014, penulis melakukan Kerja Praktek pada Proyek Pelaksanaan Preservasi dan Peningkatan Kapasitas Jalan dan Jembatan Nasional Bandar Lampung Bypass. Pada tahun 2015 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tirta Kencana, Kecamatan Tulang Bawang Tengah, Kabupaten Tulang Bawang Barat selama 40 hari, pada tahun yang sama penulis mengambil skripsi dengan judul Pengaruh Variasi Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Uji Tekan Bebas Pada Tanah Lempung Dan Lanau Yang Distabilisasi Menggunakan Semen Pada Kondisi Tanpa Rendaman (*Unsoaked*).

Saat menjadi mahasiswa penulis aktif dalam mengikuti organisasi kampus, organisasi yang diikuti adalah Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) pada tahun 2012-2013.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

*Dengan kerendahan hati dan puji syukur atas kehadiran Allah SWT
kupersembahkan skripsiku ini kepada:*

*Kedua orang tuaku Ibu Suliyanti dan Bapak Eka Putranta yang telah
mendoakan, mendidik dan mendukung serta memberi dorongan kepadaku
untuk mencapai keberhasilan*

*Almarhumah Kakakku Annisa Sartika, Adikku Mochamad Renaldi yang turut
memeberikan dorongan semangat dan motivasi*

*Sahabat-sahabatku Oktaviana Zahratul Putri, Muhammad Miranda Firdaus, Emi
Eliza, Safira Maulidina, Karina Apriliani Puspa Zulmi yang telah
menemaniku dan memberi kenangan terindah selama perjalanan hidupku*

*Keluargaku yang turut mendoakan, memotivasi, serta memberikan dukungan
kepadaku untuk mencapai keberhasilan*

Dan kepada dosen yang telah membimbingku selama menjalankan perkuliahan

MOTTO HIDUP

“Be what you want to be not what others want.”

(Mutia Andriani)

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(QS. Al-Insyirah : 5)

*“Tuntutlah ilmu disaat kamu miskin, ia akan menjadi hartamu. Disaat kamu kaya,
ia akan menjadi perhiasanmu.”*

(Luqman Al-Hakim)

SANWACANA



Assalamu'alaikumWr.Wb.

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul ***"Pengaruh Variasi Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Uji Tekan Bebas Pada Tanah Lempung dan Lanau yang Distabilisasi Menggunakan Semen Pada Kondisi Tanpa Rendaman (Unsoaked)"*** adalah merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang tulus dan sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Suharno, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
2. Gatot Eko S, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

3. Ir. Setyanto, M.T., selaku Dosen Pembimbing I skripsi yang telah memberikan kesediaan waktunya untuk sumbangan pemikiran, serta saran dan kritiknya demi kesempurnaan Skripsi.
4. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan pengarahan, motifasi, nasihat dan wejangan hidup.
5. Ir. Idharmahadi Adha, M.T., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran pemikiran dalam penulisan skripsi serta pengarahan dalam penulisan skripsi ini.
6. Ir. Muhammad Jafri., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
8. Orang tua terkasih ibu dan bapak, Suliyanti dan Eka Putranta yang sangat sabar dan pengertian dalam memberikan dukungan, nasehat dan motivasi dalam menyelesaikan perkuliahan di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
9. Almarhumah Kakakku Annisa Sartika, Adikku Mochamad Renaldi yang turut memberikan dorongan semangat dan motivasi.
10. Keluarga besar yang telah membantu dalam memberikan dukungan materi, motivasi, serta nasehat hidup sampai saat ini.
11. Sahabat tercinta Oktaviani Zahratul Putri, Muhammad Miranda Firdaus, Dina Farida Utami, Irma Ervita Sella, Laila Cahya, Emi Eliza, Safira Maulidina,

Karina Apriliani Puspa Zulmi, Alward Farabi, Abdil Hafizh Arrofiq, Alhadi Pratama Bintang, M. Tahta Dinata, Galang Abdul Ghandi, Aria Febriatama, Hadyan Arifin Bustam, Putra Andrean, Amoria Andayana, Feby Aristia Putri yang telah berbagi cerita suka dan duka bersama selama menjalani perkuliahan.

12. Teman istimewa sebelas anggota angkatan 2014 yang telah banyak membantu, mendukung serta memberikan dorongan motivasi.
13. Saudara – saudara Teknik Sipil Universitas Lampung angkatan 2010 yang selama beberapa tahun ini bersama serta berbagi memori, pengalaman dan membuat kesan yang tak terlupakan.
14. Semua pihak yang telah membantu tanpa pamrih yang tidak dapat disebutkan secara keseluruhan satu per satu, serta seluruh pejuang Teknik Sipil, semoga kita semua berhasil menggapai impian. Aamiin.

Semogaskripsiiniidapatbermanfaatbagisemuapihakyang memerlukanhususnyabagipenulispribadi. Selain itu, penulis berharap dan berdoa semoga semua pihak yang telah memberikan bantuan dan semangat kepada penulis, mendapatkan ridho dari Allah SWT. Aamiin.

Wassalaamu'alaikumWr.Wb.

Bandar Lampung, Oktober 2016

Penulis

Mutia Andriani

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR NOTASI	v
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian ..	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Manfaat Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tanah.....	6
1. Pengertian Tanah	6
2. Klasifikasi Tanah.....	8
B. Tanah Lempung	15
1. Definisi Tanah Lempung.....	15
2. Sifat Tanah Lempung	16
3. Jenis Mineral Lempung.....	16
C. Tanah Lanau	17
1. Definisi Tanah Lanau	17
2. Sifat Tanah Lanau	18
3. Jenis Tanah Lanau.....	18
D. Semen	19
1. Definisi Semen	19
2. Jenis-Jenis Semen	20
E. Stabilisasi Tanah	21
F. Uji Kuat Tekan Bebas	22
G. Tinjauan Penelitian Terdahulu.....	23
III. METODE PENELITIAN	
A. Sampel Tanah.....	26
B. Perlatan	28
C. Benda Uji.....	28
D. Metode Pencampuran Sampel Tanah Dengan Semen.....	29

E. Pelaksanaan Pengujian	30
1. Uji Kadar Air	30
2. Uji Analisis Saringan	31
3. Uji Batas <i>Atterberg</i>	32
4. Uji Berat Jenis	35
5. Uji Pemadatan Tanah	36
6. Uji Kuat Tekan Bebas	39
F. Urutan Prosedur Penelitian	40

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Uji Sifat Fisik Tanah	43
1. Hasil Pengujian Analisis Saringan	44
2. Hasil Pengujian Berat Jenis	45
3. Hasil Pengujian Kadar Air	45
4. Hasil Pengujian Batas <i>Atterberg</i>	45
5. Hasil Pengujian Pemadatan Tanah	46
B. Klasifikasi Tanah	48
1. Klasifikasi Sistem <i>Unified Soil Classification System (USCS)</i>	48
a. Tanah Lempung	48
b. Tanah Lanau	49
C. Hasil Pengujian Tekan Bebas	49
1. Hasil Pengujian Tekan Bebas Pada Tanah Tanpa Campuran	49
2. Hasil Pengujian Tekan Bebas Pada Variasi Pemeraman Tanah Lempung dan Lanau yang Distabilisasi Semen	50
a. Hasil Pengujian Tekan Bebas pada Variasi Pemeraman Tanah Lempung Distabilisasi Semen	50
b. Hasil Pengujian Tekan Bebas pada Variasi Pemeraman Tanah Lempung Distabilisasi Semen	52
3. Analisis Pengaruh Variasi Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Tekan Bebas Tanah Lempung dan Lanau yang Distabilisasi Semen	54
4. Analisis Perbandingan Hasil Pengujian Tekan Bebas pada Variasi Pemeraman Tanah Lempung dan Lanau Distabilisi Semen	56
5. Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu	60

V. PENUTUP

A. Simpulan	62
B. Saran	63

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
II. 1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tekstur Oleh Departemen Pertaniain Amerika Serikat (Sumber: Das,1993).....	15
III. 2. Tanah Lempung dari Desa Belimbing Sari, Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur	27
III. 3. Tanah Lanau dari Desa Yosomulyo, Kecamatan Metro Timur, Kota Metro	27
III. 4. Sampel Semen Portland	28
III. 5. Diagram Alir Penelitian.....	42
IV. 6. Grafik Hasil Analisa Saringan Tanah Lempung	44
IV. 7. Grafik Hasil Analisa Saringan Tanah Lanau	44
IV. 8. Grafik Hubungan Nilai OCM dan Kadar Semen	46
IV. 9. Grafik Hubugnan Nilai Berat Volume Kering dan Kadar Semen	47
IV.10. Hubungan Nilai q_u dan Waktu Pemeraman Tanah Lempung	55
IV.11. Hubungan Nilai q_u dan Waktu Pemeraman Tanah Lanau	55

IV.12. Hubungan Nilai q_u dan Waktu Pemeraman 7 Hari Tanah Lempung	
dan Tanah Lanau Distabilisasi Semen	57
IV.13. Hubungan Nilai q_u dan Waktu Pemeraman 14 Hari Tanah Lempung	
dan Tanah Lanau Distabilisasi Semen	58
IV.14. Hubungan Nilai q_u dan Waktu Pemeraman 28 Hari Tanah Lempung	
dan Tanah Lanau Distabilisasi Semen	59

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
I. 1.	Sistem Klasifikasi Tanah <i>Unified system</i>	10
II. 2.	Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem <i>Unified</i>	11
II. 3.	Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem AASHTO	13
II. 4.	Komposisi kimia tipikal semen <i>Portland</i> biasa	21
II. 5.	Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung + Campuran Semen Syananta (2016)	23
II. 6.	Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Lanau + Campuran Semen Syananta (2016)	24
III.7.	Kode Pada Mold Untuk Masing-Masing Kadar Kapur dan Waktu Pemeraman.....	41
IV. 8.	Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Lempung dan Lanau	43
IV. 9.	Hasil Uji Pematatan <i>Modified Proctor</i>	46
IV.10.	Hasil Uji Tekan Bebas (UCS) Tanah Tanpa Campuran	50
IV.11.	Hasil Uji Tekan Bebas (UCS) Pemeraman 7 Hari Tanah Lempung Distabilisasi Semen	50
IV.12.	Hasil Uji Tekan Bebas (UCS) Pemeraman 14 Hari Tanah Lempung Distabilisasi Semen	51

IV.13. Hasil Uji Tekan Bebas (UCS) Pemeraman 28 Hari Tanah Lempung Distabilisasi Semen	52
IV.14. Hasil Uji Tekan Bebas (UCS) Pemeraman 7 Hari Tanah Lanau Distabilisasi Semen	53
IV.15. Hasil Uji Tekan Bebas (UCS) Pemeraman 14 Hari Tanah Lanau Distabilisasi Semen	53
IV.16. Hasil Uji Tekan Bebas (UCS) Pemeraman 28 Hari Tanah Lanau Distabilisasi Semen	54
IV.17. Hasil Nilai qu Uji Tekan Bebas (UCS) Tanah Lempung	55
IV.18. Hasil Nilai qu Uji Tekan Bebas (UCS) Tanah Lanau	55
IV.19. Perbandingan Hasil Nilai qu Uji Tekan Bebas (UCS) Tanah Lempung dan Tanah Lanau Pemeraman 7 Hari	57
IV.20. Perbandingan Hasil Nilai qu Uji Tekan Bebas (UCS) Tanah Lempung dan Tanah Lanau Pemeraman 14 Hari.....	58
IV.21. Perbandingan Hasil Nilai qu Uji Tekan Bebas (UCS) Tanah Lempung dan Tanah Lanau Pemeraman 28 Hari	60

DAFTAR NOTASI

	= Kadar Air
G _s	= Berat Jenis
LL	= Batas Cair
PI	= Indeks Plastisitas
PL	= Batas Plastis
q	= Persentase Berat Tanah yang Lolos Saringan
W _w	= Berat Air
W _c	= Berat <i>Container</i>
W _{cs}	= Berat <i>Container</i> + Sampel Tanah Sebelum dioven
W _{ds}	= Berat <i>Container</i> + Sampel Tanah Setelah dioven
W _n	= Kadar Air Pada Ketukan ke-n
W ₁	= Berat <i>Picnometer</i>
W ₂	= Berat <i>Picnometer</i> + Tanah Kering
W ₃	= Berat <i>Picnometer</i> + Tanah Kering + Air
W ₄	= Berat <i>Picnometer</i> + Air
W _{ci}	= Berat Saringan
W _{bi}	= Berat Saringan + Tanah Tertahan
W _{ai}	= Berat Tanah Tertahan
f _c '	= Kuat Tekan yang Dipersyaratkan
SD	= Standar Deviasi

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada umumnya kerusakan pada struktur ataupun konstruksi jalan biasanya disebabkan oleh tanah dasar yang mempunyai kemampuan kembang susut yang cukup tinggi atau yang sering disebut tanah ekspansif. Tanah ekspansif mempunyai sifat yang berbeda dari tanah pada umumnya seperti nilai plastisitas yang cukup tinggi, potensi kembang susut dan kemampuan atau perubahan volume yang cukup besar. Tanah mempunyai kekuatan geser yang rendah. Untuk mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh tanah ekspansif, maka banyak dilakukan suatu studi penelitian untuk stabilisasi tanah baik yang sudah dilakukan sebelumnya maupun yang telah dilakukan saat ini. Stabilisasi tanah ekspansif yang murah dan efektif adalah dengan menambahkan bahan kimia tertentu, dengan penambahan bahan kimia dapat mengikat mineral lempung menjadi padat, sehingga mengurangi kembang susut tanah lempung ekspansif. Stabilisasi tanah terhadap geser maupun tekan adalah suatu usaha yang selalu dilakukan untuk meningkatkan ketahanan tanah terhadap tegangan tekan maupun tegangan geser.

Tanah lempung merupakan tanah yang bersifat kohesif dan sangat lunak jika memiliki kadar air yang tinggi. Untuk mengatasi masalah tersebut, tanah

lempung dengan plastisitas yang cukup tinggi perlu distabilisasi. Stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan 3 (tiga) cara, yaitu: stabilisasi mekanis (*compaction*), stabilisasi fisis (perbaikan gradasi tanah) dan stabilisasi kimiawi (dengan penambahan *stabilizing agents*). *Stabilizing agents* yang umumnya digunakan adalah semen, kapur, dan *fly ash*.

Stabilisasi atau perawatan tanah dengan semen sudah digunakan di dalam praktek perkerasan jalan, fondasi bawah dan fondasi jalan sejak tahun 1915, sebab semen sangat efektif untuk meningkatkan sifatsifat fisik maupun mekanik berbagai macam tanah, termasuk tanah pasir, lempung maupun lanau. Pada umumnya, perawatan tanah dengan semen dicampur dengan kadar semen rendah dengan ataupun tanpa kekuatan yang ditargetkan sangat tergantung pada fungsinya. Sementara itu stabilisasi tanah dengan prosentase semen cukup tinggi harus dengan target kekuatan tertentu.

Ketahanan tanah yang distabilisasi dengan semen adalah sesuatu yang menarik untuk diteliti, terutama pada perubahan kadar air (pengeringan dan pembasahan). Pengujian ketahanan ini memerlukan jangka waktu yang *relative* lama, pada umumnya diperlukan pengujian kuat tekan bebas dengan waktu peram sekitar 7 hari. Dengan melihat secara teliti hubungan antara kekuatan dan ketahanan, ketahanan tanah akan dapat diperkirakan sampai kapan tanah tersebut bisa bertahan. Namun demikian, pendekatan ini akan menimbulkan masalah pada stabilisasi tanah dengan semen pada target kekuatan yang rendah, sebab hal ini tidak akan menjamin ketahanan tanah tersebut. Selama ini, pengaruh kadar air terhadap ketahanan tanah lempung tersementasi tiruan tidak secara langsung diperhatikan.

Menurut Islah Habibi (2010), Percobaan *unconfined* baik campuran pasir dan semen maupun pasir dan kapur setelah pemeraman menunjukkan kenaikan nilai q_u , semakin lama waktu pemeraman semakin besar nilai kenaikan nilai q_u nya yang ditandai dengan masa pemeraman 14 hari adalah yang terbaik.

Menurut John Tri Hatmoko (2012), tanah lempung yang memiliki kembang susut tinggi (ekspansif); kadar air optimum diperoleh sebesar 18% dengan kepadatan maksimum 16,4 kN/m²; kuat tekan bebas meningkat dengan meningkatnya kadar semen; penurunan kuat tekan bebas tidak tergantung pada kadar semen, melainkan tergantung pada rasio semen-air. Penurunan kuat tekan bebas, yang berkisar antara 16% sampai dengan 18%, menurun dengan meningkatnya rasio semen-air.

Berdasarkan latar belakang di atas maka peneliti akan melakukan penelitian tentang pengaruh variasi waktu pemeraman terhadap nilai uji tekan bebas pada tanah lempung dan lanau yang distabilisasi menggunakan semen pada kondisi tanpa rendaman.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui sifat-sifat fisis tanah lempung dan tanah lanau.
2. Mengetahui peningkatan nilai daya dukung tanah lempung berplastisitas tinggi dan tanah lanau berplastisitas rendah yang telah dicampur semen dengan melakukan uji kuat tekan bebas.
3. Mengetahui pengaruh variasi kadar campuran semen dan mencari kadar semen yang ideal dalam pencampuran semen.

4. Mengetahui pengaruh variasi waktu pemeraman tanah yang telah distabilisasi menggunakan semen.

C. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada beberapa masalah, yaitu :

1. Sampel tanah yang digunakan merupakan tanah lanau yang diambil dari Desa Yoso Mulyo, Kecamatan Metro Timur, Kota Metro, Lampung, dan tanah lempung yang berasal dari desa Blimbing Sari, Kecamatan Jabung, Lampung Timur, Lampung.
2. Bahan pencampur yang digunakan adalah semen
3. Pengujian sifat fisik tanah asli yang dilakukan adalah :
 - a. Pengujian kadar air
 - b. Pengujian berat volume
 - c. Pengujian berat jenis
 - d. Pengujian batas cair dan plastis
 - e. Pengujian analisis saringan
 - f. Pengujian pematatan tanah
4. Pengujian sifat fisik tanah campuran yang dilakukan adalah :
 - a. Pengujian kadar air
 - b. Pengujian berat volume
 - c. Pengujian berat jenis
 - d. Pengujian batas cair dan plastis

5. Pengujian sifat mekanik tanah yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan bebas pada tanah lempung dan lanau yang distabilisasi dengan semen.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui sebaik mana manfaat penggunaan semen untuk meningkatkan daya dukung tanah, sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam pemecahan masalah stabilisasi tanah di lapangan.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan kepada ilmu pengetahuan tentang sifat – sifat fisik dan mekanik tanah lempung dan tanah lanau.
3. Sebagai bahan untuk penelitian lanjutan dalam bidang teknologi material.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanah

1. Pengertian Tanah

Tanah adalah kumpulan dari bagian-bagian padat yang tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) dan rongga-rongga diantara bagian-bagian tersebut berisi udara dan air. (Verhoef, 1994). Menurut Craig (1991), tanah adalah akumulasi mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relatif lemp, yang terletak diatas batuan dasar. Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap diantara partikel-partikel. Ruang diantara partikel-partikel dapat berisi air, udara ataupun keduanya (Hardiyatmo, 2002).

Tanah merupakan kumpulan butir-butir mineral alam yang tidak melekat atau melekat tidak erat, sehingga sangat mudah untuk dilepaskan. Tanah terdiri atas butir-butir diantaranya berupa pori-pori. Ruang pori-pori dapat terisi udara dan atau air. Tanah juga dapat mengandung bahan-bahan organik sisa atau pelapukan tumbuhan atau hewan (Santosa dkk)

Tanah didefinisikan oleh Das (1995) sebagai material yang terdiri dari agregat mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. Sedangkan pengertian tanah menurut Bowles (1984), tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut:

- a. Berangkal (*boulders*) adalah potongan batuan yang besar, biasanya lebih besar dari 250 sampai 300 mm dan untuk ukuran 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (*cobbles/pebbles*).
- b. Kerikil (*gravel*) adalah partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
- c. Pasir (*sand*) adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, yang berkisar dari kasar dengan ukuran 3 mm sampai 5 mm sampai bahan halus yang berukuran < 1 mm.
- d. Lanau (*silt*) adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm sampai 0,0074 mm.
- e. Lempung (*clay*) adalah partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm yang merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.
- f. Koloid (*colloids*) adalah partikel mineral yang diam dan berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

Tanah terjadi sebagai produk pecahan dari batuan yang mengalami pelapukan mekanis atau kimiawi. Pelapukan mekanis terjadi apabila

batuan berubah menjadi fragmen yang lebih kecil tanpa terjadinya suatu perubahan kimiawi dengan faktor-faktor yang mempengaruhi, yaitu pengaruh iklim, eksfoliasi, erosi oleh angin dan hujan, abrasi, serta kegiatan organik. Sedangkan pelapukan kimiawi meliputi perubahan mineral batuan menjadi senyawa mineral yang baru dengan proses yang terjadi antara lain seperti oksidasi, larutan (*solution*), pelarut (*leaching*).

2. Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok dan subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi ini menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi namun tidak ada yang benar-benar memberikan penjelasan yang tegas mengenai kemungkinan pemakainya (Das, 1995).

Sistem klasifikasi tanah dimaksudkan untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisik tanah serta mengelompokkannya sesuai dengan perilaku umum dari tanah tersebut. Tanah-tanah yang dikelompokkan dalam urutan berdasarkan suatu kondisi fisik tertentu. Tujuan klasifikasi tanah adalah untuk menentukan kesesuaian terhadap pemakaian tertentu, serta untuk menginformasikan tentang keadaan tanah dari suatu daerah kepada daerah lainnya dalam bentuk berupa data dasar. Klasifikasi tanah juga berguna untuk studi yang lebih terperinci mengenai keadaan tanah tersebut serta kebutuhan akan pengujian untuk menentukan sifat teknis tanah seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi, dan sebagainya (Bowles, 1989).

Menurut Verhoef (1994), tanah dapat dibagi dalam tiga kelompok:

- a. Tanah berbutir kasar (pasir, kerikil)
- b. Tanah berbutir halus (lanau, lempung)
- c. Tanah campuran

Perbedaan antara pasir/kerikil dan lanau/lempung dapat diketahui dari sifat-sifat material tersebut. Lanau/lempung seringkali terbukti kohesif (saling mengikat) sedangkan material yang berbutir (pasir, kerikil) adalah tidak kohesif (tidak saling mengikat). Struktur dari tanah yang tidak berkohesi ditentukan oleh cara penumpukan butir (kerangka butiran). Struktur dari tanah yang berkohesi ditentukan oleh konfigurasi bagian-bagian kecil dan ikatan diantara bagian-bagian kecil ini. Tanah dapat diklasifikasikan secara umum sebagai tanah tidak kohesif dan tanah kohesif, atau tanah berbutir kasar dan berbutir halus (Bowles, 1984). Namun klasifikasi ini terlalu umum sehingga memungkinkan terjadinya identifikasi yang sama untuk tanah-tanah yang hampir sama sifatnya.

Ada beberapa macam sistem klasifikasi tanah, antara lain:

- a. Klasifikasi Tanah Berdasarkan *Unified System*

Sistem klasifikasi tanah ini yang paling banyak dipakai untuk pekerjaan teknik fondasi seperti bendungan, bangunan dan konstruksi yang sejenis. Sistem ini biasa digunakan untuk desain lapangan udara dan untuk spesifikasi pekerjaan tanah untuk jalan. Klasifikasi berdasarkan *Unified system* (Das, 1988), tanah dikelompokkan menjadi:

- 1) Tanah berbutir kasar (*Coarse-grained-soil*) yaitu tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50% berat total contoh tanahnya lolos dari saringan No.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal G atau S. G adalah untuk kerikil (*gravel*) dan S untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir. Selain itu juga dinyatakan gradasi tanah dengan simbol W untuk tanah bergradasi baik dan P untuk tanah bergradasi buruk.
- 2) Tanah berbutir halus (*fine-grained-soil*) yaitu tanah dimana lebih dari 50% berat total contoh tanahnya lolos dari saringan No.200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau (*silt*) anorganik, C untuk lempung (*clay*) anorganik, dan O untuk lanau organik dan lempung organik. Simbol PT digunakan untuk tanah gambut (*peat*), *muck*, dan tanah-tanah lain dengan kadar organik yang tinggi. Plastisitas dinyatakan dengan L untuk plastisitas rendah dan H untuk plastisitas tinggi.

Tabel 1. Sistem klasifikasi tanah *Unified system*

Jenis Tanah	Prefiks	Subkelompok	Sufiks
Kerikil	G	Gradasi baik	W
		Gradasi buruk	P
Pasir	S	Berlanau	M
		Berlempung	C
Lanau	M		
Lempung	C	$w_l < 50$ persen	L
Organik	O	$w_l > 50$ persen	H
Gambut	Pt		

(Sumber : Bowles, 1991)

Tabel 2. Klasifikasi tanah berdasarkan sistem *Unified*

Divisi Utama		Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi
Tanah berbutir kasar 50% butiran tertahan saringan No. 200	Kerikil 50% fraksi kasar tertahan saringan No. 4	Kerikil bersih (hanya kerikil)	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
			GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		Kerikil dengan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung
	Pasir 50% fraksi kasar lolos saringan No. 4	Pasir bersih (hanya pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
			SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus
		Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung
	Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan lempung batas cair 50%	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung
			CL	Lempungan organik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berlanau, lempung "kurus" (<i>lean clays</i>)
			OL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah
		Lanau dan lempung batas cair 50%	MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis
CH			Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clays</i>)	
OH			Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi	
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi		PT	<i>Peat</i> (gambut), <i>muck</i> , dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488

Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus; Kurang dari 5% lolos saringan no.200: GM, GP, SW, SP. Lebih dari 12% lolos saringan no.200 : GM, GC, SM, SC. 5% - 12% lolos saringan No.200 : Batas klasifikasi yang mempunyai simbol dobel

Kriteria Klasifikasi

$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$

$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3

Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW

Batas-batas *Atterberg* di bawah garis A atau $PI < 4$

Batas-batas *Atterberg* di bawah garis A atau $PI > 7$

Bila batas *Atterberg* berada di daerah sirdaridia gramplastisitas, maka dipakaidobel simbol

Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW

Batas-batas *Atterberg* di bawah garis A atau $PI < 4$

Batas-batas *Atterberg* di bawah garis A atau $PI > 7$

Bila batas *Atterberg* berada di daerah sirdaridia gramplastisitas, maka dipakaidobel simbol

$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$

$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3

Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW

Diagram Plastisitas:
Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas *Atterberg* yang termasuk dalam daerah yang diarsir berarti batas klasifikasinya menggunakan dua simbol.

Garis A : $PI = 0.73 (LL-20)$

Sumber : Hary Christady, 1996.

b. Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO awalnya membagi tanah kedalam 8 kelompok, A-1 sampai A-8 termasuk subkelompok. Sistem yang direvisi (*Proc. 25 th Annual Meeting of Highway Research Board, 1945*) mempertahankan delapan kelompok dasar tanah tadi tapi menambahkan dua subkelompok dalam A-1, empat kelompok dalam A-2, dan dua subkelompok dalam A-7. Kelompok A-8 tidak diperlihatkan tetapi merupakan gambut atau rawang yang ditentukan berdasarkan klasifikasi visual. Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompoknya yang dihitung dengan rumus-rumus empiris. Pengujian yang dilakukan hanya analisis saringan dan batas-batas *Atterberg* (Bowles, 1984).

Pada Tabel 3. merupakan sistem klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO Tanah A-1 sampai A-3 adalah tanah berbutir (granular) dengan tidak lebih dari 35 persen bahan lolos saringan No.200. Bahan khas dalam kelompok A-1 adalah campuran bergradasi baik dari kerikil, pasir kasar, pasir halus, dan suatu bahan pengikat (binder) yang mempunyai plastisitas sangat kecil atau tidak sama sekali (Ip 6). Kelompok A-3 terdiri dari campuran pasir halus, bergradasi buruk, dengan sebagian kecil pasir kasar dan kerikil, fraksi lanau yang merupakan bahan tidak plastis lolos saringan No.200. Kelompok A-2 juga merupakan bahan berbutir tetapi dengan jumlah bahan yang lolos saringan No.200 yang cukup banyak (tidak lebih dari 35 persen). Bahan ini terletak di antara bahan dalam kelompok A-1 dan A-3 dan

bahan lanau –lempung dari kelompok A-4 sampai A-7. Kelompok A-4 sampai A-7 adalah tanah berbutir halus dengan lebih dari 35 persen bahan lolos saringan No.200.

Tabel 3. Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Klasifikasi umum	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
Klasifikasi kelompok	A-1		A-3	A-2			
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Maks 50 Maks 30 Maks 15	Maks 50 Maks 25	Min 51 Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 6		NP	Maks 40 Maks 10	Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 41
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik						
Klasifikasi umum	Tanah berbutir (Lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
Klasifikasi kelompok	A-4		A-5		A-6		A-7
Analisis ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Min 36		Min 36		Min 36		Min 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 40 Maks 10		Maks 41 Maks 10		Maks 40 Maks 11		Min 41 Min 11
Tipe material yang paling dominan	Tanah berlanau				Tanah Berlempung		
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek						

Sumber : Das (1995).

c. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tekstur dan Ukuran Butiran

Sistem klasifikasi ini didasarkan pada keadaan permukaan tanah yang bersangkutan, sehingga dipengaruhi oleh ukuran butiran tanah dalam tanah. Klasifikasi ini sangat sederhana didasarkan pada distribusi ukuran tanah saja. Pada klasifikasi ini tanah dibagi menjadi kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*), dan lempung (*clay*) (Das, 1993).

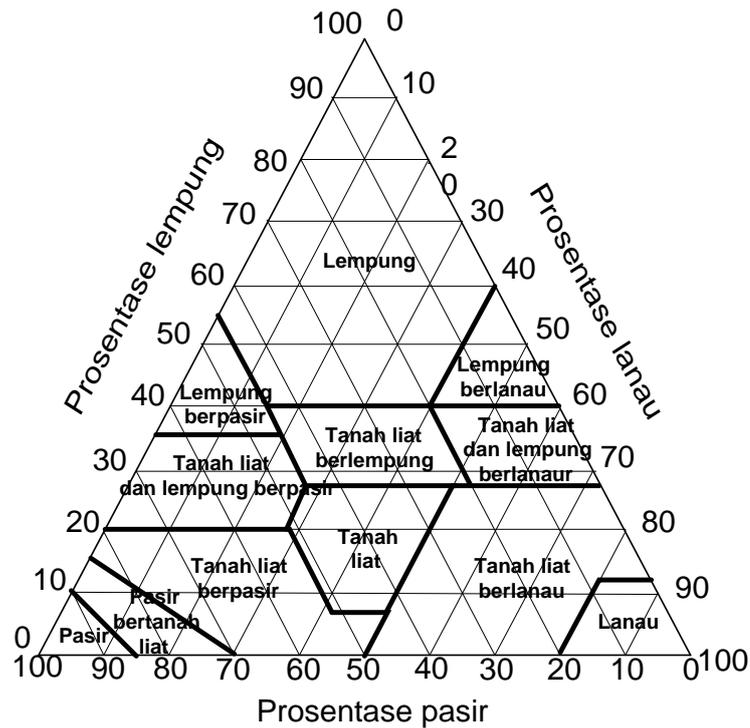
Sistem klasifikasi tanah berdasarkan tekstur dikembangkan oleh Departemen Pertanian Amerika dan klasifikasi internasional yang dikembangkan oleh *Atterberg*. Tekstur tanah dipengaruhi oleh ukuran tiap-tiap butir yang ada dalam tanah. Pada umumnya tanah asli merupakan campuran dari butir-butir yang mempunyai ukuran yang berbeda-beda. Sistem ini relatif sederhana karena hanya didasarkan pada sistem distribusi ukuran butiran tanah yang membagi tanah dalam beberapa kelompok, yaitu:

Pasir : Butiran dengan diameter 2,0 – 0,05 mm.

Lanau : Butiran dengan diameter 0,005 – 0,002 mm.

Lempung : Butiran dengan diameter lebih kecil dari 0,02 mm.

Tanah butir halus dikelompokkan menjadi 2, yaitu butir halus yang sifat plastisnya rendah ($WL < 50\%$), dan yang sifat plastisnya tinggi ($WL > 50\%$). Tanah butir kasar juga dibagi menjadi 2 bagian yaitu kelompok kerikil jika butir kasarnya fraksi kerikilnya lebih besar dari fraksi pasir (G). Keduanya adalah pasir, jika fraksi pasirnya lebih besar dari fraksi kerikil (S).



Gambar 1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tekstur oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (sumber: Das, 1993)

B. Tanah Lempung

1. Definisi Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan tanah dengan ukuran mikrokonis sampai dengan sub mikrokonis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, bersifat plastis pada kadar air sedang, sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak. (Terzaghi dan Peck, 1987).

Sedangkan menurut DAS (1988), tanah lempung merupakan tanah yang terdiri dari partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat plastis apabila dalam kondisi basah.

2. Sifat Tanah Lempung

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung adalah sebagai berikut (Hardiyatmo, 1999) :

- a. Ukuran butir halus, yaitu kurang dari 0,002 mm.
- b. Permeabilitas rendah.
- c. Kenaikan air kapiler tinggi.
- d. Bersifat sangat kohesif.
- e. Kadar kembang susut tinggi.
- f. Proses konsolidasi lambat.

3. Jenis Mineral Lempung

Berdasarkan ukurannya butirannya, tanah lempung merupakan golongan partikel yang berukuran antara 0,002 mm sampai 0,005 mm yang terdiri dari mineral-mineral lempung yang berukuran kurang dari 2 μm . Jenis mineral lempung yang biasanya terdapat pada tanah lempung adalah:

a. *Wpotlinite*

Wpotlinite merupakan anggota kelompok *Wpotlinite serpentin*, yaitu *hidrus alumino silikat* dengan rumus kimia $\text{Al}_2 \text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$. Kekokohan sifat struktur dari partikel *Wpotlinite* menyebabkan sifat-sifat plastisitas dan daya pengembangan atau menyusut *Wpotlinite* menjadi rendah.

b. *Illite*

Illite dengan rumus kimia $\text{K}_y\text{Al}_2(\text{Fe}_2\text{Mg}_2\text{Mg}_3) (\text{Si}_{4y}\text{Al}_y)\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ adalah mineral bermika yang sering dikenal sebagai mika tanah dan merupakan mika yang berukuran lempung. Istilah *illite* dipakai untuk

tanah berbutir halus, sedangkan tanah berbutir kasar disebut *mika hidrus*.

c. *Montmorilonite*

Mineral ini memiliki potensi plastisitas dan mengembang atau menyusut yang tinggi sehingga bersifat plastis pada keadaan basah dan keras pada keadaan kering. Rumus kimia *montmorilonite* adalah $\text{Al}_2\text{Mg}(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

C. Tanah Lanau

1. Definisi Tanah Lanau

Tanah lanau biasanya terbentuk dari pecahnya kristal kuarsa berukuran pasir. Beberapa pustaka berbahasa Indonesia menyebut objek ini sebagai debu. Lanau dapat membentuk endapan yang mengapung di permukaan air maupun yang tenggelam. Pemecahan secara alami melibatkan pelapukan batuan dan regolit secara kimiawi maupun pelapukan secara fisik melalui embun beku (*frost haloclasty*). Proses utama melibatkan abrasi, baik padat (oleh gletser), cair (pengendapan sungai), maupun oleh angin. Di wilayah wilayah setengah kering produksi lanau biasanya cukup tinggi. Lanau yang terbentuk secara glasial dalam bahas Inggris terkadang disebut *rock flour* atau *stone dust*. Secara komposisi mineral, lanau tersusun dari kuarsa felspar. Sifat fisik tanah lanau umumnya terletak diantara sifat tanah lempung dan pasir.

Tanah lanau didefinisikan sebagai golongan partikel yang berukuran antara 0,002 mm sampai dengan 0,005 mm. Disini tanah diklasifikasikan

sebagai lanau hanya berdasarkan pada ukurannya saja. Belum tentu tanah dengan ukuran partikel lanau tersebut juga mengandung mineral-mineral lanau (*clay mineral*). Pada kenyataannya, ukuran lempung dan lanau sering kali tumpang tindih, karena keduanya memiliki bangunan kimiawi yang berbeda. Lanau tepung batu yang mempunyai karakteristik tidak berkohesi dan tidak plastis, sifat teknis lanau lempung batu cenderung mempunyai sifat pasir halus.

2. Sifat Tanah Lanau

Secara umum tanah lanau mempunyai sifat yang kurang baik yaitu mempunyai kuat geser rendah setelah dikenai beban, kapasitas tinggi, permeabilitas rendah dan kerapatan relatif rendah dan sulit dipadatkan (Terzaghi, 1987).

3. Jenis Tanah Lanau

Adapun jenis-jenis tanah lanau, yaitu :

- a. Lanau anorganik (*inorganic slit*) merupakan tanah berbutir halus dengan plastisitas kecil atau sama sekali tidak ada. Jenis yang plastisitasnya paling kecil biasanya mengandung butiran kuarsa sedimen, yang kadang-kadang disebut tepung batuan (*rockflour*), sedangkan yang sangat plastis mengandung partikel berwujud serpihan dan dikenal sebagai lanau plastis
- b. Lanau organik merupakan tanah agak plastis, berbutir halus dengan campuran partikel-partikel bahan organik terpisah secara halus. Warna tanah bervariasi dari abu-abu terang ke abu-abu sangat gelap, disamping itu mungkin mengandung H^2S , CO^2 , serta berbagai gas

lain hasil peluruhan tumbuhan yang akan memberikan bau khas pada tanah. Permeabilitas lanau organik sangat rendah sedangkan kompresibilitasnya sangat tinggi.

Suatu tanah dapat digolongkan sebagai tanah lanau jika memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. Mengandung 30% pasir, 40% butiran-butiran ukuran lanau, dan 30% butiran-butiran ukuran lempung.
- b. Butiran yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm) berdasarkan ASTM standar dan berukuran 0,002 mm.
- c. Suatu bahan yang hampir seluruhnya terdiri dari pasir, tetapi ada yang mengandung sejumlah lempung.

D. Semen

1. Definisi Semen

Semen merupakan bahan stabilisasi yang baik karena kemampuannya mengikat fragmen-fragmen mineral menjadi suatu kesatuan yang kompak. Fungsi semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Semen dikelompokkan ke dalam 2 (dua) jenis yaitu semen hidrolis dan *non*-hidrolis. Semen hidrolis adalah suatu bahan pengikat yang mengeras jika bereaksi dengan air serta menghasilkan produk yang tahan air, sedangkan semen non-hidrolis adalah semen yang tidak dapat stabil dalam air.

Sifat pengikatan semen ditentukan oleh susunan kimia yang dikandungnya. Bahan utama yang dikandung semen adalah semen (CaO), silikat (SiO₂), alumina (Al₂O₃), ferro oksida (Fe₂O₃), magnesit (MgO), serta oksida lain dalam jumlah kecil (Lea and Desch, 1940).

2. Jenis-jenis semen :

- a. Semen abu atau semen *portland* adalah bubuk/*bulk* berwarna abu kebiruan-biruan, dibentuk dari bahan utama batu semen berkadar kalsium tinggi yang diolah dalam tanur yang bersuhu dan bertekanan tinggi. Semen ini biasa digunakan sebagai perekat untuk memplester. Semen ini berdasarkan prosentase kandungan penyusunnya terdiri dari 5 (lima) tipe, yaitu tipe I sampai tipe V.
- b. Semen putih (*gray cement*) adalah semen yang lebih murni dari abu dan digunakan untuk pekerjaan penyelesaian (*finishing*) seperti sebagai *filler* atau pengisi. Semen jenis ini dibuat dari bahan utama kalsit (*calcite*) *limestone* murni
- c. *Oil well cement* atau semen sumur minyak adalah semen khusus yang digunakan dalam proses pengeboran minyak bumi atau gas alam, baik di darat maupun di lepas pantai.
- d. *Mixed & fly ash cement* adalah campuran semen dengan *pozzolan* buatan (*fly ash*). *Pozzolan* buatan (*fly ash*) merupakan hasil sampingan dari pembakaran batubara yang mengandung *amorphous* silika, aluminium oksida, besi oksida dan oksida lainnya dalam berbagai variasi jumlah. Semen ini digunakan sebagai campuran untuk membuat beton sehingga menjadi lebih keras.

Tabel 4. Komposisi kimia tipikal semen *Portland* biasa

Nama Kimia	Rumus Kimia	Notasi	Berat (%)
<i>Tricalcium silicate</i>	3CaO.SiO ₂	C ₃ S	50
<i>Dicalcium silicate</i>	2CaO.SiO ₂	C ₂ S	25
<i>Tricalcium aluminate</i>	3CaO.Al ₂ O ₃	C ₃ A	12
<i>Tetracalcium aluminoferrite</i>	4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃	C ₄ AF	8
<i>Calcium sulfate dihydrate</i>	CaSO ₄ .2H ₂ O	CSH ₂	3,5

E. Stabilisasi Tanah

Menurut Brooks (2009), Stabilisasi tanah adalah usaha untuk memperbaiki daya dukung (mutu) tanah yang tidak baik dan meningkatkan daya dukung (mutu) tanah yang sudah tergolong baik. Tujuan dari stabilisasi tanah adalah untuk meningkatkan kemampuan daya dukung tanah dalam menahan beban serta untuk meningkatkan kestabilan tanah. Usaha stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan pemadatan, mencampur dengan tanah lain, serta menambahkan bahan pencampur kimiawi. Stabilisator yang sering digunakan yakni semen, kapur, abu sekam padi, abu cangkak sawit, abu ampas tebu, *fly ash*, bitumen dan bahan-bahan lainnya. Kelebihan stabilisasi dengan menggunakan bahan tambahan (*admixtures*) adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan kekuatan tanah.
2. Mengurangi deformasi.
3. Menjaga stabilitas volume.
4. Mengurangi permeabilitas.
5. Meningkatkan durabilitas.

F. Uji Kuat Tekan Bebas

Menurut Das (1995), pada material tanah, parameter yang perlu ditinjau adalah kekuatan geser tanahnya. Pengetahuan mengenai kekuatan geser diperlukan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang berkaitan dengan stabilisasi tanah. Salah satu pengujian yang digunakan untuk mengetahui parameter kuat geser tanah adalah uji kuat tekan bebas. Yang dimaksud dengan kekuatan tekan bebas adalah besarnya beban aksial persatuan luas pada saat benda uji mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial mencapai 20 %. Percobaan kuat tekan bebas di laboratorium dilakukan pada sampel tanah dalam keadaan asli maupun buatan (*remoulded*). Tekanan aksial yang terjadi pada tanah dapat ditulis dalam persamaan berikut :

$$= \frac{P}{A}$$

dengan : P = *beban* yang bekerja

A = luas penampang tanah

Sedangkan untuk kuat geser tanahnya dapat dituliskan dalam persamaan berikut :

$$C_u = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} = \frac{\sigma_1}{2} = \frac{q_u}{2}$$

dengan : C_u = kekuatan geser undrained (undrained shear strength)

$$\sigma_3 = 0$$

q_u = unconfined compressive strength.

G. Tinjauan Penelitian Terdahulu

Penelitian laboratorium yang menjadi bahan pertimbangan dan acuan pada penelitian ini dipilih, dikarenakan adanya kesamaan bahan dan sampel tanah yang digunakan, akan tetapi metode penelitian dan variasi campuran berbeda. Penelitian yang menjadi tinjauan penulis dalam penelitian ini antara lain oleh Syananta (2016) tentang Pengaruh Variasi Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Uji Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lempung dan Lanau Yang Distabilisasi Menggunakan Semen.

- a. Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung dan Tanah Lanau + Campuran Semen. Hasil uji kuat tekan bebas dari penelitian yang dilakukan oleh Syananta (2016) adalah sebagai berikut.

Tabel 5. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung + Campuran Semen Syananta (2016)

Variasi Campuran	Nilai Kuat Tekan Bebas kg/cm ²
Tanah Lempung Asli	0,3245
Tanah Lempung + 3% Semen + 7 Hari Pemeraman	0,3537
Tanah Lempung + 3% Semen + 14 Hari Pemeraman	0,3946
Tanah Lempung + 3% Semen + 28 Hari Pemeraman	0,4445
Tanah Lempung + 6% Semen + 7 Hari Pemeraman	0,4262
Tanah Lempung + 6% Semen + 14 Hari Pemeraman	0,4720
Tanah Lempung + 6% Semen + 28 Hari Pemeraman	0,5325
Tanah Lempung + 9% Semen + 7 Hari Pemeraman	0,5001
Tanah Lempung + 9% Semen + 14 Hari Pemeraman	0,5682

Lanjutan Tabel 5,

Variasi Campuran	Nilai Kuat Tekan Bebas kg/cm²
Tanah Lempung + 9% Semen + 28 Hari Pemeraman	0,5881
Tanah Lempung + 12% Semen + 7 Hari Pemeraman	0,5418
Tanah lempung + 12% Semen + 14 Hari Pemeraman	0,5927
Tanah Lempung + 12% Semen + 28 Hari Pemeraman	0,6159

Berdasarkan Tabel 5. nilai kuat tekan bebas terendah yang didapat pada penelitian terdahulu terdapat terhadap tanah lempung terdapat pada campuran 3% dan waktu pemeraman selama 7 hari, yaitu 0,3537 kg/cm². Sedangkan hasil nilai kuat tekan bebas tertinggi yang didapat pada penelitian terdahulu terhadap tanah lempung terdapat pada campuran semen dengan kadar 12% dan waktu pemeraman selama 28 hari, yaitu sebesar 0,6159 kg/cm².

Tabel 6. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Bebas Tanah Lanau + Campuran Semen Syananta (2016)

Variasi Campuran	Nilai Kuat Tekan Bebas kg/cm²
Tanah Lanau Asli	0,31
Tanah Lanau + 3% Semen + 7 Hari Pemeraman	0,32
Tanah Lanau + 3% Semen + 14 Hari Pemeraman	0,39
Tanah Lanau + 3% Semen + 28 Hari Pemeraman	0,44
Tanah Lanau + 6% Semen + 7 Hari Pemeraman	0,41
Tanah Lanau + 6% Semen + 14 Hari Pemeraman	0,42

Lanjutan Tabel 6,

Variasi Campuran	Nilai Kuat Tekan Bebas kg/cm²
Tanah Lanau + 6% Semen + 28 Hari Pemeraman	0,52
Tanah Lanau + 9% Semen + 7 Hari Pemeraman	0,50
Tanah Lanau + 9% Semen + 14 Hari Pemeraman	0,55
Tanah Lanau + 9% Semen + 28 Hari Pemeraman	0,55
Tanah Lanau + 12% Semen + 7 Hari Pemeraman	0,54
Tanah Lanau + 12% Semen + 14 Hari Pemeraman	0,58
Tanah Lanau + 12% Semen + 28 Hari Pemeraman	0,60

Berdasarkan Tabel 6, nilai kuat tekan bebas terendah yang didapat pada penelitian terdahulu terdapat terhadap tanah lanau terdapat pada campuran 3% dan waktu pemeraman selama 7 hari, yaitu 0,35 kg/cm². Sedangkan hasil nilai kuat tekan bebas tertinggi yang didapat pada penelitian terdahulu terhadap tanah lanau terdapat pada campuran semen dengan kadar 12% dan waktu pemeraman selama 28 hari, yaitu sebesar 0,60 kg/cm².

III. METODE PENELITIAN

A. Sampel Tanah

Sampel tanah yang akan diuji adalah jenis tanah lempung berplastisitas tinggi yang diambil dari Desa Belimbing Sari, Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur dan tanah lanau dari Desa Yosomulyo, Kecamatan Metro Timur, Kota Metro. Sampel tanah yang akan diambil adalah sampel tanah terganggu (*disturbed soil*). Sampel tanah yang diambil merupakan sampel tanah yang mewakili tanah di lokasi pengambilan sampel. Pengambilan sampel tanah disana dikarenakan sudah ada peneliti yang menggunakan tanah tersebut dan tanah lempung di daerah tersebut memiliki plastisitas tinggi dan akan dilakukan pengujian dengan campuran yang berbeda untuk mengetahui uji tekan bebas pada tanah tersebut.

Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara penggalian dan dimasukkan kedalam karung semen atau pembungkus lainnya. Kemudian tanah dibawa ke laboratorium teknik sipil untuk diteliti. Sampel tanah tersebut digunakan untuk pengujian kadar air, analisis saringan, batas-batas *atterberg*, berat jenis, uji pemadatan dan uji kuat tekan bebas.



Gambar 2. Tanah Lempung dari Desa Desa Belimbing Sari, Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur



Gambar 3. Tanah lanau dari Desa Yosomulyo, Kecamatan Metro Timur, Kota Metro

B. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat untuk uji analisis saringan, uji berat jenis, uji kadar air, uji batas-batas *atterberg*, uji pemadatan, uji kuat tekan bebas dan peralatan lainnya yang ada di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung yang di sesuaikan dengan standar ASTM D-2216.

C. Benda Uji

1. Sampel tanah yang di uji pada penelitian ini yaitu tanah lempung di daerah Desa Belimbing Sari, Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur dan jenis tanah lanau di daerah Desa Yosomulyo, Kecamatan Metro Timur, Kota Metro.
2. *Stabilizing agent* yaitu semen.



Gambar 4. Sampel semen portland

D. Metode Pencampuran Sampel Tanah dengan Semen

1. Tanah sampel yang di ambil dari lokasi pengambilan terlebih dahulu di keringkan secara alami dengan cara di hampar dibawah sinar matahari.
2. Tanah yang telah kering di ayak menggunakan saringan no.4 (4,75 mm)
3. Tanah yang telah di ayak, di timbang sesuai dengan yang dibutuhkan.
4. Semen dicampur dengan tanah yang telah ditumbuk (butir aslinya tidak pecah) dan lolos saringan no. 4 (4,75 mm). Kadar campuran semen yaitu 1880 mg tanah dicampur 129 mg semen untuk kadar 6 % , 18 mg tanah dicampur 180 mg semen untuk kadar 9 % , dan 1760 mg tanah di campur 240 mg semen untuk 12 % .
5. Tanah yang telah di campur dengan semen, ditambahkan air sesuai dengan OCM.
6. Mold besar yang akan digunakan sebelumnya dilumuri dengan oli kemudian mold di kencangkan di alat modified proctor.
7. Campuran tanah dan semen di masukkan ke dalam mold untuk dipadatkan hingga mencapai kepadatan optimum.
8. Sampel yang telah di padatkan menggunakan alat modified proctor lalu di timbang.
9. Setelah ditimbang sampel kemudian dikeluarkan dari mold besar.
10. Setelah mencapai kepadatan maksimum, tanah di cetak kembali menggunakan mold kecil sesuai dengan alat UCS.
11. tanah yang sudah dicampur dengan semen lalu diperam dengan variasi waktu pemeraman selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari untuk pengujian kuat tekan bebas.

E. Pelaksanaan Pengujian

Pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Pengujian yang dilakukan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu pengujian untuk tanah asli dan tanah campuran, adapun pengujian-pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

Pengujian Sampel Tanah Asli dan tanah yang telah dicampur semen.

1. Pengujian Analisis Saringan
2. Pengujian Berat Jenis
3. Pengujian Kadar Air
4. Pengujian Batas *Atterberg*
5. Pengujian Pemadatan Tanah
6. Pengujian Kuat Tekan Bebas

Pada pengujian tanah campuran, setiap sampel tanah dicampur dengan semen yang memiliki kadar sebesar 6 %, 9 % dan 12 % dari berat sampel dan juga dilakukan pemeraman dengan variasi waktu selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari sebelum dilakukan pengujian kuat tekan bebas.

Berikut prosedur pelaksanaan pengujian sampel tanah yang akan dilakukan

1. Uji Kadar Air

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah yaitu perbandingan antara berat air dengan berat tanah kering. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-2216. Adapun cara kerja pengujian ini berdasarkan ASTM D- 2216, yaitu :

- a. Menimbang cawan yang akan digunakan dan memasukkan benda uji kedalam cawan dan menimbangnya.

- b. Memasukkan cawan yang berisi sampel ke dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam.
- c. Menimbang cawan berisi tanah yang sudah di oven dan menghitung prosentase kadar air.

Perhitungan :

$$1) \text{ Berat air (} W_w \text{)} = W_{cs} - W_{ds}$$

$$2) \text{ Berat tanah kering (} W_s \text{)} = W_{ds} - W_c$$

$$3) \text{ Kadar air (}) = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

Dimana :

W_c = Berat cawan yang akan digunakan

W_{cs} = Berat benda uji + cawan

W_{ds} = Berat cawan yang berisi tanah yang sudah di oven

2. Uji Analisis Saringan

Analisis saringan adalah mengayak atau menggetarkan contoh tanah melalui satu set ayakan di mana lubang-lubang ayakan tersebut makin kecil secara berurutan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui prosentase ukuran butir sampel tanah yang dipakai. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-422, AASHTO T88 (Bowles, 1991).

Langkah Kerja :

- a. Mengambil sampel tanah sebanyak 500 gram, memeriksa kadar airnya.
- b. Meletakkan susunan saringan diatas mesin penggetar dan memasukkan sampel tanah pada susunan yang paling atas kemudian menutup rapat.
- c. Mengencangkan penjepit mesin dan menghidupkan mesin penggetar selama kira-kira 15 menit.

- d. Menimbang masing-masing saringan beserta sampel tanah yang tertahan di atasnya.

Perhitungan :

- a. Berat masing-masing saringan (W_{ci})
- b. Berat masing-masing saringan beserta sampel tanah yang tertahan di atas saringan (W_{bi})
- c. Berat tanah yang tertahan (W_{ai}) = $W_{bi} - W_{ci}$
- d. Jumlah seluruh berat tanah yang tertahan di atas saringan (W_{ai} W_{tot})
- e. Persentase berat tanah yang tertahan di atas masing-masing saringan (P_i)

$$P_i = \left[\frac{W_{bi} - W_{ci}}{W_{total}} \right] \times 100\%$$

- f. Persentase berat tanah yang lolos masing-masing saringan (q) :

$$q_i = 100\% - p_i\%$$

$$q(1 + 1) = q_i - p(I + 1)$$

Dimana :

$i = 1$ (saringan yang dipakai dari saringan dengan diameter maksimum sampai saringan No. 200).

3. Uji Batas *Atterberg*

- a. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batas antara keadaan plastis dan keadaan cair. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-4318.

Adapun cara kerja berdasarkan ASTM D-4318, antara lain :

- 1) Mengayak sampel tanah yang sudah dihancurkan dengan menggunakan saringan No. 40.
- 2) Mengatur tinggi jatuh mangkuk *Casagrande* setinggi 10 mm.
- 3) Mengambil sampel tanah yang lolos saringan No. 40, kemudian diberi air sedikit demi sedikit dan aduk hingga merata, kemudian dimasukkan kedalam mangkuk *casagrande* dan meratakan permukaan adonan sehingga sejajar dengan alas.
- 4) Membuat alur tepat ditengah-tengah dengan membagi benda uji dalam mangkuk *cassagrande* tersebut dengan menggunakan *grooving tool*.
- 5) Memutar tuas pemutar sampai kedua sisi tanah bertemu sepanjang 13 mm sambil menghitung jumlah ketukan dengan jumlah ketukan harus berada diantara 10 – 40 kali.
- 6) Mengambil sebagian benda uji di bagian tengah mangkuk untuk pemeriksaan kadar air dan melakukan langkah kerja yang sama untuk benda uji dengan keadaan adonan benda uji yang berbeda sehingga diperoleh 4 macam benda uji dengan jumlah ketukan yang berbeda yaitu 2 buah dibawah 25 ketukan dan 2 buah di atas 25 ketukan

Perhitungan :

- 1) Menghitung kadar air masing-masing sampel tanah sesuai jumlah pukulan.

- 2) Membuat hubungan antara kadar air dan jumlah ketukan pada grafik semi logaritma, yaitu sumbu x sebagai jumlah pukulan dan sumbu y sebagai kadar air.
- 3) Menarik garis lurus dari keempat titik yang tergambar.
- 4) Menentukan nilai batas cair pada jumlah pukulan ke 25.

b. Batas Plastis (*Plastic limit*)

Tujuannya adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat. Nilai batas plastis adalah nilai dari kadar air rata-rata sampel. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-4318.

Adapun cara kerja berdasarkan ASTM D-4318 antara lain :

- 1) Mengayak sampel tanah yang telah dihancurkan dengan saringan No. 40.
- 2) Mengambil sampel tanah kira-kira sebesar ibu jari kemudian digulung-gulung di atas plat kaca hingga mencapai diameter 3 mm sampai retak-retak atau putus-putus.
- 3) Memasukkan benda uji ke dalam container kemudian ditimbang
- 4) Menentukan kadar air benda uji.

Perhitungan :

- 1) Nilai batas plastis (PL) adalah kadar air rata-rata dari ketiga benda uji.
- 2) Indeks Plastisitas (PI) adalah harga rata-rata dari ketiga sampel tanah yang diuji, dengan rumus :

$$PI = LL - PL$$

4. Uji Berat Jenis

Pengujian ini mencakup penentuan berat jenis (*specific gravity*) tanah dengan menggunakan botol piknometer. Tanah yang diuji harus lolos saringan No. 40. Uji berat jenis ini menggunakan standar ASTM D-854.

Adapun cara kerja berdasarkan ASTM D-854, antara lain :

- a. Menyiapkan benda uji secukupnya dan mengoven pada suhu 60°C sampai dapat digemburkan atau dengan pengeringan matahari.
- b. Mendinginkan tanah dengan Desikator lalu menyaring dengan saringan No. 40 dan apabila tanah menggumpal ditumbuk lebih dahulu.
- c. Mencuci labu ukur dengan air suling dan mengeringkannya.
- d. Menimbang labu tersebut dalam keadaan kosong.
- e. Mengambil sampel tanah.
- f. Memasukkan sampel tanah kedalam labu ukur dan menambahkan air suling sampai menyentuh garis batas labu ukur.
- g. Mengeluarkan gelembung-gelembung udara yang terperangkap di dalam butiran tanah dengan menggunakan pompa vakum.
- h. Mengeringkan bagian luar labu ukur, menimbang dan mencatat hasilnya dalam temperatur tertentu.

Perhitungan :

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)}$$

Dimana :

G_s = Berat jenis

W_1 = Berat *picnometer* (gram) 67

W_2 = Berat *picnomeeter* dan tanah kering (gram)

W_3 = Berat *picnometer*, tanah dan air (gram)

W_4 = Berat *picnometer* dan air bersih (gram)

5. Uji Pemadatan Tanah

Tujuannya adalah untuk menentukan kepadatan maksimum tanah dengan cara tumbukan yaitu dengan mengetahui hubungan antara kadar air dengan kepadatan tanah.

Adapun langkah kerja pengujian pemadatan tanah, antara lain :

a. Pencampuran

- 1) Mengambil tanah sebanyak 25kg dengan menggunakan karung goni lalu dijemur.
- 2) Setelah kering tanah yang masih menggumpal dihancurkan dengan tangan.
- 3) Butiran tanah yang telah terpisah diayak dengan saringan No. 4.
- 4) Butiran tanah yang lolos saringan No. 4 dipindahkan atas 10 bagian, masing-masing 2,5 kg, masukkan masing-masing bagian kedalam semen dan ikat rapat-rapat.
- 5) Mengambil sebagian butiran tanah yang mewakili sampel tanah untuk menentukan kadar air awal.
- 6) Mengambil tanah seberat 2,5 kg, menambahkan air sedikit demi sedikit sambil diaduk dengan tanah sampai merata. Bila tanah yang diaduk telah merata, dikepalkan dengan tangan. Bila tangan dibuka, tanah tidak hancur dan tidak lengket ditangan.
- 7) Setelah dapat campuran tanah, mencatat berapa cc air yang ditambahkan untuk setiap 2,5 kg tanah.

- 8) Penambahan air untuk setiap sampel tanah dalam semen dapat dihitung dengan rumus :

$$W_{wb} = \frac{W_b \cdot W}{1 + W_b}$$

W = Berat tanah

W_b = Kadar air yang dibutuhkan

Penambahan air : W_w = W_{wb} – W_{wa}

- 9) Sesuai perhitungan, lalu melakukan penambahan air setiap 2,5 kg sampel diatas pan dan mengaduknya sampai rata dengan sendok pengaduk.

b. Pematatan tanah

- 1) Menimbang *mold* standar beserta alas.
- 2) Memasang *collar* pada *mold* , lalu meletakkannya di atas papan.
- 3) Mengambil salah satu sampel yang telah ditambahkan air sesuai dengan penambahannya.
- 4) Tanah dibagi kedalam 3 lapisan. Lapisan pertama dimasukkan kedalam *mold* , ditumbuk 25 kali dengan alat pemukul seberat 2,5 kg serta tinggi jatuh alat pemukul sebesar 30,5 cm sampai merata. Dengan cara yang sama dilakukan pula untuk lapisan kedua dan ketiga, sehingga lapisan ketiga mengisi sebagian *collar* (berada sedikit diatas bagian *mold*).
- 5) Melepaskan *collar* dan meratakan permukaan tanah pada *mold* dengan menggunakan pisau pemotong.
- 6) Menimbang *mold* berikut alas dan tanah didalamnya.

- 7) Mengeluarkan tanah dari *mold* dengan extruder, ambil bagian tanah (alas dan bawah) dengan menggunakan 2 container untuk pemeriksaan kadar air (w).
- 8) Mengulangi langkah kerja b.2 sampai b.9 untuk sampel tanah lainnya.

Perhitungan :

a. Kadar air :

- 1) Berat cawan + berat tanah basah = W1 (gr)
- 2) Berat cawan + berat tanah kering = W2 (gr)
- 3) Berat air = W1 – W2 (gr)
- 4) Berat cawan = Wc (gr)
- 5) Berat tanah kering = W2 – Wc (gr)
- 6) Kadar air (w) = $\frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_c} \%$

b. Berat isi :

- 1) Berat *mold* = Wm (gr)
- 2) Berat *mold* + sampel = Wms (gr)
- 3) Berat tanah (W) = Wms – Wm (gr)
- 4) Volume *mold* = V (cm³)
- 5) Berat volume = W/V (gr/cm³)
- 6) Kadar air (w)
- 7) Berat volume kering (d)

$$d = \frac{\gamma}{1+w} \times 100\% \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

8) Berat volume *zero air void* (z)

$$z = \frac{G_s \times \gamma_w}{1 - G_s \times w} \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

6. Uji Kuat Tekan Bebas

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kekuatan tekan bebas (tanpa ada tekanan horizontal atau tekanan samping), dalam keadaan asli maupun buatan, dan juga untuk mengetahui derajat kepekaan tanah, *sensitivity* (ST). Dalam pengujian ini akan dilakukan dua sampel tanah yaitu tanah lempung dan tanah lanau yang akan dicampur dengan semen, dengan presentase campuran pada masing-masing tanah lempung dan lanau 6%, 9%, dan 12% dengan variasi pemeraman 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Hal ini dilakukan untuk memperoleh ketelitian dan keakuratan data dari masing-masing percobaan.

a. Bahan-bahan

- 1) Sampel tanah asli yang diambil dari tabung contoh
- 2) Air secukupnya

b. Peralatan

- 1) Alat *Unconfined Compression Test*
- 2) *Ring* silinder untuk mengambil contoh tanah.

c. Prosedur Pekerjaan

- 1) Mengeluarkan sampel tanah dari tabung contoh dan memasukkan cetakan dengan menekan pada sampel tanah, sehingga cetakan terisi penuh.
- 2) Meratakan kedua permukaan tanah pada tabung dengan pisau pemotong dan mengeluarkannya dengan *extruder*.

- 3) Menimbang sampel tanah yang akan digunakan untuk menentukan berat volume.
- 4) Meletakkan sampel tanah diatas plat penekan bawah.
- 5) Mengatur ketinggian plat atas dengan tepat menyentuh permukaan atas sampel tanah.
- 6) Mengatur dial beban dan dial deformasi pada posisi nol.
- 7) Menghidupkan mesin (cara *electrical*). Kecepatan regangan diambil $\frac{1}{2}$ - 2% per menit dari tinggi sampel tanah.
- 8) Mencatat hasil pembacaan dial pada regangan 0,5%, 1%, 2% dan seterusnya sampai tanah mengalami keruntuhan.
- 9) Menghentikan percobaan, jika regangan sudah mencapai 20%.

F. Urutan Prosedur Penelitian

Adapun urutan prosedur pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

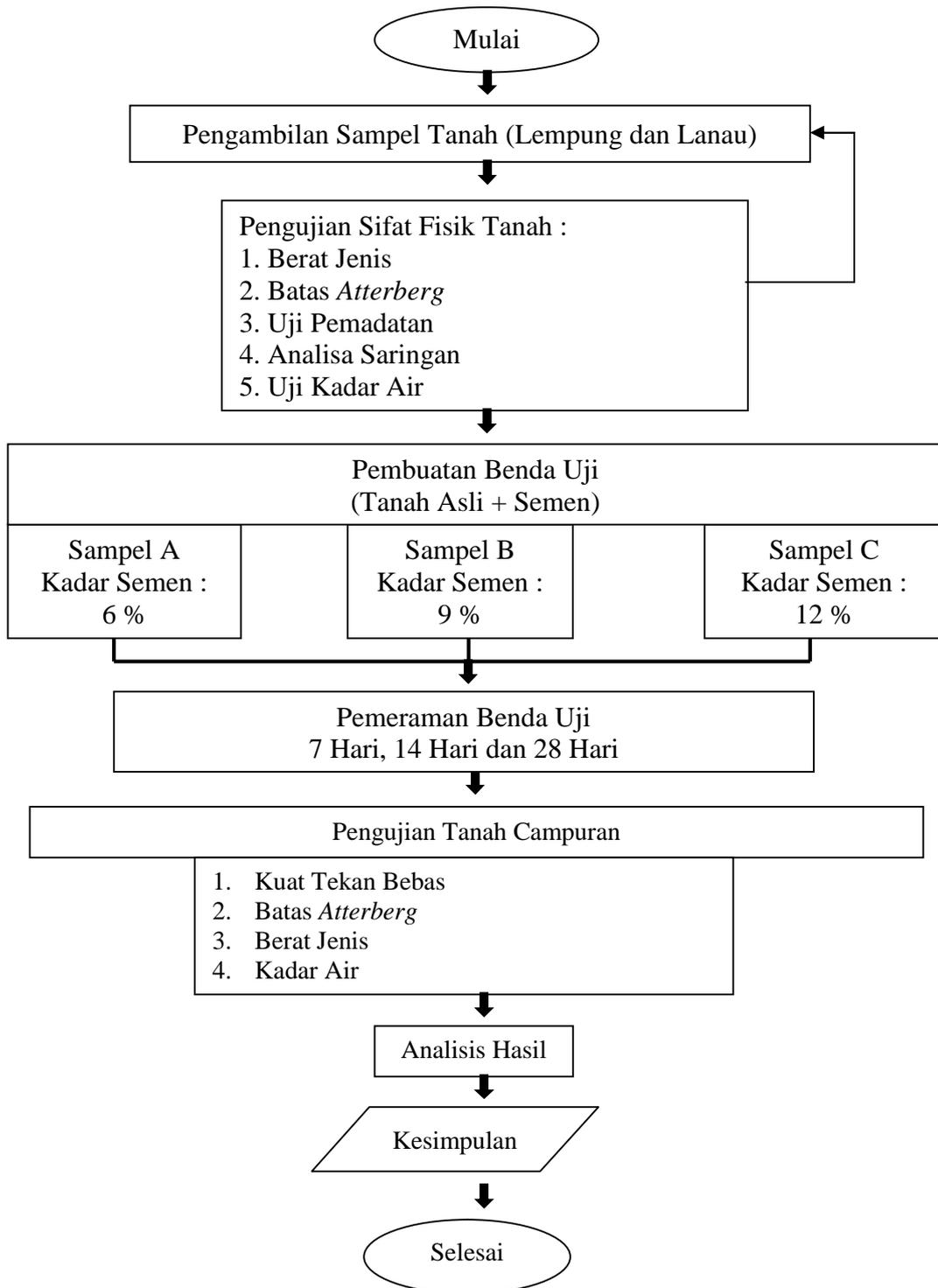
1. Dari hasil pengujian percobaan analisis saringan dan batas *atterberg* untuk tanah asli digunakan untuk mengklasifikasikan tanah berdasarkan klasifikasi tanah AASHTO.
2. Dari data hasil pengujian pemadatan tanah untuk sampel tanah asli dan tanah campuran, didapatkan grafik hubungan berat volume kering dan kadar air untuk mendapatkan nilai kadar air kondisi optimum pada pemadatan yang akan digunakan untuk membuat sampel pada uji kuat tekan bebas.

3. Bawa sampel yang akan distabilisasi untuk OMC menggunakan air bersih dan tercampur menyeluruh, lalu tempatkan material dalam kantong semen dan tutup selama 12-24 jam.
4. Melakukan pembuatan benda uji untuk pengujian kuat tekan bebas dengan mencampur tanah yang telah lolos saringan no. 4 dengan semen.
5. Variasi kadar semen yang ditentukan yaitu 6 %, 9 % dan 12 %. Untuk masing- masing campuran disiapkan sebanyak 3 sampel.
6. Tempatkan tanah yang dicampur dengan semen dalam kantong semen, serta dalam kondisi lepas dan peram selama 24 jam.
7. Setelah didiamkan selama 24 jam, material yang telah dicampur dengan semen dipadatkan dengan 3 lapisan untuk pengujian kuat tekan bebas.
8. Memberi kode/nama pada *mold* untuk masing-masing sampel yang telah dipadatkan. Kode pada mold untuk masing-masing sampel dapat dilihat pada tabel 7. dibawah ini :

Tabel 7. Kode pada mold untuk masing-masing kadar semen dan waktu pemeraman

Kadar Semen	Tanah Lempung			Tanah Lanau		
	Waktu Pemeraman			Waktu Pemeraman		
	7 hari	14 hari	28 hari	7 hari	14 hari	28 hari
6 %	1A	2A	3A	1D	2D	3D
9 %	1B	2B	3B	1E	2E	3E
12 %	1C	2C	3C	1F	2F	3F

9. Melakukan pemeraman selama 7 hari, 14 hari dan 28 hari untuk mengetahui nilai pengembangan pada tanah campuran. Melakukan pengujian kuat tekan bebas, batas *atterberg* dan berat jenis untuk tanah campuran dengan masing-masing variasi kadar semen dan variasi pemeraman.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

V. PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Tanah lempung yang digunakan sebagai sampel penelitian berasal dari Desa Belimbing Sari, Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur termasuk dalam kategori tanah berbutir halus. Bila hasil uji tersebut dimasukkan dalam klasifikasi USCS, maka material tanah yang digunakan termasuk klasifikasi tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi.
2. Tanah lanau yang digunakan sebagai sampel penelitian berasal dari Desa Yosomulyo, Kecamatan Metro Timur, Kota Metro termasuk dalam kategori tanah dengan plastisitas tinggi (*high plasticity*). Bila hasil uji tersebut dimasukkan dalam klasifikasi USCS, maka material tanah yang digunakan termasuk klasifikasi tanah lanau anorganik dengan plastisitas rendah.
3. Hasil pengujian kuat tekan bebas yang dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung dapat dilihat kenaikan nilai kuat tekan bebas tanah pada masing-masing tanah setiap dilakukan penambahan campuran semen. Dengan

demikian dapat disimpulkan bahwa semen efektif meningkatkan nilai kuat tekan bebas tanah.

4. Hasil pengujian kuat tekan bebas yang dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, semakin lama waktu pemeraman yang dilakukan semakin tinggi pula nilai kuat tekan bebasnya, baik pada tanah lempung, maupun pada tanah lanau.
5. Hasil Pengujian nilai kuat tekan bebas tertinggi dari penelitian yang dilakukan terhadap tanah lempung dengan campuran semen dengan kadar 12% dan waktu pemeraman 28 hari sebesar $0,84 \text{ kg/cm}^2$. Nilai kuat tekan bebas tanah lanau dengan campuran semen dengan kadar 12% dan waktu pemeraman 28 hari sebesar $1,13 \text{ kg/cm}^2$.

B. Saran

1. Diperlukan ketelitian yang lebih baik lagi pada proses pencampuran bahan *additive* dan tanah untuk memperoleh hasil yang lebih baik.
2. Setelah pengambilan sampel tanah di lokasi, sebaiknya segera dilakukan pemodelannya agar kadar air tidak berkurang.
3. Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan persentase campuran antara tanah lempung dan semen serta tanah lanau dan semen yang lebih rinci agar didapat perbandingan yang lebih baik.
4. Untuk penelitian ke depannya disarankan untuk menambah variasi sampel campuran antara semen dengan jenis tanah yang lainnya agar mendapatkan

formula yang lebih lengkap untuk jenis tanah dengan sifat fisik dan mekanis yang berbeda.

5. Agar lebih teliti pada saat pembuatan sampel dan pada saat pembacaan dial supaya didapat hasil yang lebih maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, Lusmeilia. 2014. *Kuat Geser Tanah*. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Bowles, J. 1984. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Edisi Kedua. Erlangga. Jakarta.
- Das, B. M. 1995. *Mekanika Tanah. (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jilid II. Erlangga. Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 1992. *Mekanika Tanah I*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- LD. Wesley, 1977, *Mekanika Tanah*, Erlangga – Jakarta.
- Schoeder, 1972. *Pengertian Tanah Menurut Ahli*
- Syananta, Dindha Amalia. 2016. *Pengaruh Variasi Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Uji Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lempung Dan Lanau Yang Distabilisasi Menggunakan Semen*. Universitas Lampung. Lampung
- Terzaghi, K., dan Peck, R.B. 1987. *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Universitas Lampung. 2012. *Format Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.