

**STUDY ANALISIS PENURUNAN TANAH LEMPUNG LUNAK
DAN LEMPUNG ORGANIK MENGGUNAKAN PEMODELAN
MATRAS BETON BAMBU DENGAN TIANG
(SKRIPSI)**

Oleh

IKRATUL HERMAN



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

STUDI ANALISIS PENURUNAN TANAH LEMPUNG LUNAK DAN LEMPUNG ORGANIK MENGGUNAKAN PEMODELAN MATRAS BETON BAMBU DENGAN TIANG

Oleh

IKRATUL HERMAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya penurunan pada tanah lempung, dengan membandingkan penurunan tanah lempung lunak dari desa Belimbing Sari dan tanah lempung organik dari desa Beteng Sari, menggunakan perkuatan matras beton bambu dan tiang untuk menambah daya dukung tanahnya, karena pada tanah lempung apabila mendapat pembebanan maka akan mengalami penurunan yang signifikan, hal itu akan mempengaruhi daya dukung tanah tersebut, oleh karena itu dilakukan pengujian untuk mengetahui besarnya pengaruh menggunakan matras beton bambu dengan tiang terhadap penurunan .

Penelitian ini dilakukan dengan membuat pemodelan Boks uji penurunan tanah, dan melakukan pengujian penurunan tanah yang sudah diberi perkuatan menggunakan matras beton bambu dengan tiang pada tanah lempung lunak dari desa Belimbing Sari dan lempung organik dari desa Beteng Sari. Dengan menggunakan beban yang beragam mulai dari $0,2 \text{ kg/cm}^2$, $0,3 \text{ kg/cm}^2$, $0,4 \text{ kg/cm}^2$, $0,5 \text{ kg/cm}^2$. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian penurunan tanah untuk mencari nilai koefisien konsolidasi (Cv), koefisien kemampuan volume (Mv), indeks pemampatan (Cc) dan koefisien pemampatan (Av).

Berdasarkan hasil penelitian, pada uji boks, penurunan yang terjadi pada tanah lempung lebih rendah dari pengujian tanah asli, hal ini terjadi karena pada pengujian boks sudah diberi perkuatan tanah berupa matras beton bambu dengan tiang. Dari hal ini dapat disimpulkan bahwa daya dukung pada tanah lempung menjadi lebih baik setelah diberi perkuatan. Karena setelah diberi perkuatan, tanah lempung lebih cepat mencapai lapisan tanah yang stabil. Sehingga meminimalisir resiko kerusakan pada konstruksi di atasnya. Hal ini disebabkan karena rongga-rongga porinya terisi dengan partikel-partikel yang saling mengikat sehingga struktur tanahnya menjadi lebih padat dan mudah mampat. Sehingga apabila mendapat tekanan dari pembebanan maka penurunan tanah yang terjadi akan semakin berkurang.

Kata kunci : Tanah Lempung Lunak, Tanah Lempung Organik, Konsolidasi

ABSTRACT

STUDY OF BEHAVIOR DECREASE SOFT CLAY SOIL AND CLAY ORGANIC MODELING USING CONCRETE MATRAS BAMBOO WITH POLE

By

IKRATUL HERMAN

This study aims to determine the magnitude of the decline in clay, by comparing the reduction in soft clay soil of the village Belimbing Sari and organic clay from the village of Beteng Sari, using concrete reinforcement mats and bamboo poles to increase the carrying capacity of the land, because the clay when getting the imposition of the will experience a significant drop, it will affect the carrying capacity of the land, therefore it was examined to determine the influence of concrete using bamboo mat with a pole to a decline.

This research was conducted by making test Boks modeling land subsidence, and perform impairment testing ground that has been given concrete reinforcement using a bamboo mat with a pole on soft clay soil of the village Belimbing Sari and organic clay from the village of Beteng Sari. Using weights ranging from 0.2 kg / cm², 0.3 kg / cm², 0.4 kg / cm², 0.5 kg / cm². Testing was conducted on the impairment testing ground to seek consolidation coefficient (C_v), congestion coefficient of volume (M_v), compression index (C_c) and coefficient of compression (A_v).

Based on the research results, the test box, the decline in clay is lower than the original soil testing, this happens because the test soil reinforcement box has been given a concrete form bamboo mat with a pole. From this it can be concluded that the carrying capacity of the clay to get better after being given reinforcement. Because after being given a reinforcement, clay soil more rapidly reaching the stable ground. Thus minimizing the risk of damage to the construction thereon. This is because the pore cavities filled with particles that bind to each other so that the soil structure becomes more dense and easily compressible. So when it is under pressure from the imposition of land subsidence will be minor.

Keywords: Soft Clay Soil, Soil Organic Clays, Consolidation

**STUDY ANALISIS PENURUNAN TANAH LEMPUNG LUNAK
DAN LEMPUNG ORGANIK MENGGUNAKAN PEMODELAN
MATRAS BETON BAMBU DENGAN TIANG**

Oleh

IKRATUL HERMAN

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar

SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Lampung



JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

2016

Judul Skripsi : **STUDY ANALISIS PENURUNAN TANAH
LEMPUNG LUNAK DAN LEMPUNG ORGANIK
MENGUNAKAN PEMODELAN MATRAS BETON
BAMBU DENGAN TIANG**

Nama Mahasiswa : **IKRATUL HERMAN**

No. Pokok Mahasiswa : 1115011041

Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik



Iswan, S.T., M.T.
NIP 19720608 200501 1 001

Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.
NIP 19650510 199303 2 008

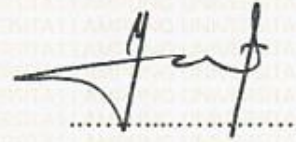
2. Ketua Jurusan

Dr. Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc.
NIP 19700915 199503 1 006

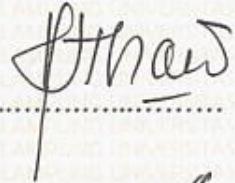
MENGESAHKAN

I. Tim Penguji

Ketua : Iswan, S.T., M.T.



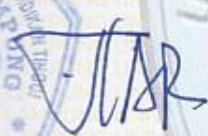
Sekretaris : Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.



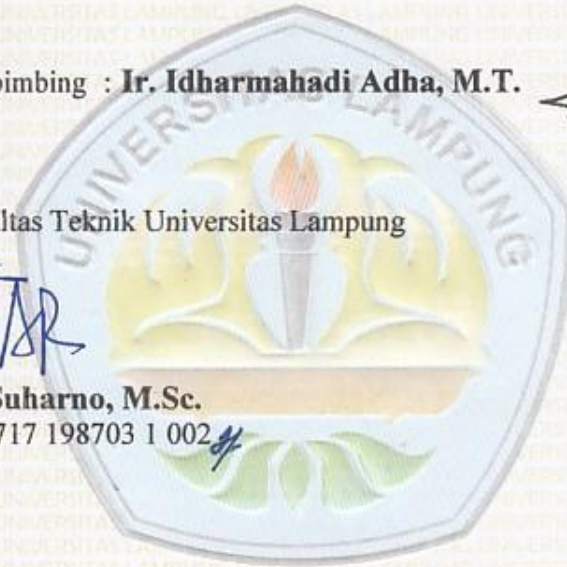
Penguji
Bukan Pembimbing : Ir. Idharmahadi Adha, M.T.



2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



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



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 18 Agustus 2016

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini 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 diacu dalam 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, Agustus 2016



Ikratul Herman

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Pariaman, Sumatra Barat, pada tanggal 19 April 1993, merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Suherman dan Ibu Nurmainar.

Penulis menempuh pendidikan dasar di MIN Gunung Pangilun, Padang yang diselesaikan pada tahun 2005.

Pendidikan tingkat pertama ditempuh di SMP 12 Padang yang diselesaikan pada tahun 2008. Kemudian melanjutkan pendidikan tingkat atas di MAN 2 Padang yang diselesaikan pada tahun 2011. Pada tahun 2011 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN.

Selama menjadi mahasiswa penulis menjadi pengurus HIMATEKS (Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil) UNILA periode tahun 2013-2014. Pada bidang akademik, penulis melaksanakan kerja praktek pada tahun 2015 di Proyek Rehabilitas Gedung Kuliah N dan B Fakultas Pertanian Universitas Lampung selama 3 bulan. Pada tahun 2015 penulis melakukan penelitian pada bidang konsentrasi tanah dengan judul “study analisis penurunan tanah lempung lunak dan lempung organik menggunakan pemodelan matras beton bambu dengan tiang” dibawah bimbingan Bapak Iswan, S.T.,M.T. dan Ibu Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A

Persembahan

*Dengan segala kerendahan hati,
ku persembahkan karya dari buah perjuanganku dan
doa ayahandaku tercinta Suherman dan
Ibundaiku tersayang Nurmainar
"Untuk seluruh yang terkasih"*

MOTTO

“Jangan Pernah Menyerah Sebelum Mencoba”

*“Raihlah ilmu, dan untuk meraih ilmu belajarlaha untuk tenang dan sabar”
(Khalifah ‘Umar)*

“Hidup adalah pengorbanan, karena hidup tidak akan mencapai kesuksesan tanpa suatu pengorbanan”

“Jika dunia ternyata jahat padamu, maka kau harus menghadapinya. Karena tidak akan ada yang menolongmu jika kau tidak berusaha”

“Jangan pernah menyerah pada nasib karena Allah tidak akan merubah nasib seseorang kecuali kita yang merubahnya sendiri”

*“Sesungguhnya dibalik kesukaran itu ada kemudahan”
(Al-Quran : Al-Insyirah)*

Kebahagiaan dan kesuksesan ku adalah ketika mereka orang yang kusayangi dan kucintai merasa bangga dan bahagia karena aku..

*“Barangsiapa bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhannya itu adalah untuk dirinya sendiri”
(QS Al-Ankabut [29]: 6)*

*“Jika kamu berbuat baik (berarti) kamu berbuat baik bagi dirimu sendiri, dan jika kamu berbuat jahat, maka kejahatan itu untuk dirimu sendiri”
(QS. Al-Isra': 7)*

*“Bermimpilah setinggi langit, jika engkau jatuh... engkau akan jatuh di antara bintang - bintang”
(Ir. Soekarno)*

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat ALLAH SubhanahuWata'ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya dan Rasulullah Muhammad SAW sebagai suritauladan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai dengan yang diharapkan.

Judul skripsi yang penulis buat adalah "*Study Analisis Penurunan Tanah Lempung Lunak dan Lempung Organik Menggunakan Pemodelan Matras Beton Bambu dengan Tiang*". Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak sekali kekurangan, hal ini disebabkan karena keterbatasan dan kekurangan yang sangat penulis sadari. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan sebagai motivasi agar penulis menjadi lebih baik. Namun terlepas dari keterbatasan tersebut, penulis mengharapakan skripsi ini akan bermanfaat bagi pembaca.

Terwujudnya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan saran dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Suharno, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.

2. Bapak Gatot eko Susilo selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Bapak Iswan, S.T., M.T., selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan gagasan, bimbingan, masukan dan saran dalam penulisan skripsi ini.
4. Ibu Dr. Ir. Lusmelia Afriani, D.E.A., selaku Pembimbing Pembantu yang telah memberikan bimbingan dan saran dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Idharmahadi Adha, M.T., selaku dosen penguji dan dosen Pembimbing Akademis yang telah memberikan koreksi dan saran demi kesempurnaan penulisan skripsi ini dan telah memberikan bimbingan, pengarahan, motivasi kepada penulis dalam menjalankan perkuliahan di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung atas ilmu bidang sipil yang telah diberikan selama perkuliahan.
7. Seluruh staf dan karyawan Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung, Udo Pardin, Mas Miswanto, Mas Yadi, Mas Bambang, Mas Budi, Andi, serta staf lainnya terimakasih atas bantuan ilmu dan Bimbingannya selama ini.
8. Ayahanda tercinta Suherman dan Ibunda tercinta Nurmainar untuk setiap tetes keringat, air mata pengorbanan dan selalu berusaha untuk keberhasilanku. Terima kasih atas doa dan kasih sayang yang tidak pernah hilang, telah menjadi tauladan, serta dorongannya selama pengerjaan skripsi ini, *and thanks for the gen.*

9. Adik-adik ku, Putri Widya Herman, Nadya Maharani, terima kasih untuk doa, senyum kasih sayang, dan dukungannya yang selalu menyemangati di setiap langkahku, kalian adalah segalanya bagi ku.
10. Keluarga besar Suherman dan Nurmainar terima kasih untuk dukungan selama ini.
11. Untuk sahabat ku Riyan , Nawawi, Yusuf , Tri subakti, Fikri, Septian, Jefri , Agung, Wendi, Apin, Very, Suhardi, Frans , Holong . Dan teman seangkatan 2011 yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Sembahan terima kasih atas semangat yang kalian berikan selama ini.
12. Untuk senior angkatan 2007, 2008, 2009, 2010, terima kasih atas ilmu dan pengalaman selama ini.
13. Adik – adik, sekaligus teman yang saya banggakan angkatan 2012, 2013, 2014, 2015, yang memberikan dukungan teknis dan moril selama penulis berada di almamater tercinta.
14. Untuk seluruh pegawai kampus Mas Roni dan Mas Yanto yang membantu baik spirit dan moril.
21. Serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini. Penulis berharap semoga Allah SWT membalas segala kebaikan dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, Agustus 2016
Penulis

Ikratul Herman

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR NOTASI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah.....	3
C. Lokasi.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tanah.....	6
1. Definisi Tanah.....	6
2. Sistem Klasifikasi Tanah.....	7
Sistem Klasifikasi Tanah USCS.....	8
B. Tanah Lempung.....	10
1. Sifat-Sifat Umum Mineral Lempung.....	10
2. Tanah Lempung Berlanau.....	16
3. Tanah Lempung Plastisitas Rendah.....	17
4. Tanah Lempung Berpasir.....	19
C. Konsolidasi (Consolidation Settlement).....	21
D. Matras Beton Bambu.....	23
E. Penurunan.....	26

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Pengambilan Sampel.....	28
B. Pelaksanaan Pengujian.....	29
C. Prosedur Pengujian Utama.....	41
D. Analisis Hasil Penelitian.....	48

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Uji Fisik	50
B. Klasifikasi Tanah	61
C. Analisa Hasil Pengujian Konsolidasi pada Boks Uji.....	63
1. Hasil pengujian konsolidasi	63
2. Analisa Hasil Penurunan T90 dengan Metode Akar waktu..	74

V. PENUTUP

A. Kesimpulan	110
B. Saran	112

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A (Hasil Pengujian Laboratorium)

LAMPIRAN B (Foto Alat Pengujian)

LAMPIRAN C (Surat-surat)

DAFTAR NOTASI

	=	Berat Volume
d	=	Berat Volume Kering
u	=	Berat Volume Maksimum
	=	Kadar Air
G _s	=	Berat Jenis
LL	=	Batas Cair
PI	=	Indeks Plastisitas
PL	=	Batas Plastis
q	=	Persentase Berat Tanah yang Lolos Saringan
W _{ai}	=	Berat Tanah Tertahan
W _{bi}	=	Berat Saringan + Tanah Tertahan
W _c	=	Berat <i>Container</i>
W _{ci}	=	Berat Saringan
W _{cs}	=	Berat <i>Container</i> + Sampel Tanah Sebelum dioven
W _{ds}	=	Berat <i>Container</i> + Sampel Tanah Setelah dioven
W _m	=	Berat <i>Mold</i>
W _{ms}	=	Berat <i>Mold</i> + Sampel
W _n	=	Kadar Air Pada Ketukan ke-n
W _s	=	Berat Sampel

W_w = Berat Air

W_1 = Berat *Picnometer*

W_2 = Berat *Picnometer* + Tanah Kering

W_3 = Berat *Picnometer* + Tanah Kering + Air

W_4 = Berat *Picnometer* + Air

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Sistem Klasifikasi Tanah Unified (Bowles, 1991).....	9
Tabel 2. Nilai indeks plastisitas dan sifat tanah (Hardiyatmo,2002).....	14
Tabel 3. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah Lempung dan Tanah Organik.	50
Tabel 4. Hasil Pengujian Berat Volume Tanah Asli	52
Tabel 5. Hasil Pengujian Analisa Saringan	54
Tabel 6. Hasil Pengujian Batas <i>Atterberg</i> Tanah asli.....	56
Tabel 7. Hasil Pengujian Hidrometer	57
Tabel 8. Hasil Penurunan Konsolidasi pada Uji Laboratorium	59
Tabel 9 Hasil Cv lab Lempung Lunak dan Lempung Organik	60
Tabel 10 Nilai CC dan Av tanah Lempung Lunak dan Lempung Organik .	61
Tabel 11. penurunan tanah terhadap beban 0,2 kg/cm ² pada tanah lempung lunak dan lempung organik	64
Tabel 12. penurunan tanah terhadap beban 0,3 pada tanah lempung lunak dan lempung organik.....	67
Tabel 13. penurunan tanah terhadap beban 0,4 pada tanah lempung lunak dan lempung organik	69
Tabel 14. Penurunan tanah terhadap beban 0,5 pada tanah lempung lunak dan lempung organik	71

Tabel 15. penurunan t90 pada beban 0,2 kg/cm ² pada tanah lempung lunak dan lempung organik	75
Tabel 16. penurunan t90 pada beban 0,3 kg/cm ² pada tanah lempung lunak dan lempung organik	77
Tabel 17. penurunan t90 pada beban 0,4 kg/cm ² pada tanah lempung lunak dan lempung organik	79
Tabel 18. penurunan t90 pada beban 0,5 kg/cm ² pada tanah lempung lunak dan lempung organik	81
Tabel 19. Perbandingan P terhadap Cv	85
Tabel 20. Perbandingan P terhadap Cv labor dengan boks tanah lempung ..	87
Tabel 21. Perbandingan P terhadap Cv labor dengan boks tanah organik	89
Tabel 22. Perbandingan P terhadap Mv	91
Tabel 23. Perbandingan P terhadap Mv labor dengan boks tanah lempung .	93
Tabel 24. Perbandingan P terhadap Mv labor dengan boks tanah organik ...	95
Tabel 25. Perbandingan P terhadap Cc	97
Tabel 26. Perbandingan P terhadap Cc labor dengan boks tanah Lempung .	99
Tabel 27. Perbandingan P terhadap Cc labor dengan boks tanah organik	101
Tabel 28. Perbandingan P terhadap Av	103
Tabel 29. Perbandingan P terhadap Av labor dengan boks tanah Lempung.	105
Tabel 30. Perbandingan P terhadap Av labor dengan boks tanah organik	106
Tabel 31. Perbandingan S Lempung Lunak dengan Lempung Organik	109

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Variasi indeks plastisitas dengan persen fraksi lempung (Hary Christady, 2006).....	14
Gambar 2. Batas Konsistensi	17
Gambar 3. Lokasi Pengambilan Sampel	28
Gambar 4. Pengambilan contoh tanah asli	29
Gambar 5. Pengambilan contoh tanah terganggu	30
Gambar 6. Pemodelan alat	42
Gambar 7. Posisi alat ukur dengan perkuatan tiang cerucuk	43
Gambar 8. Penetapan letak strain gage	43
Gambar 9. Memasukkan agregat pada bekisting matras beton.....	44
Gambar 10. Memasang tulangan bamboo pada ketebalan 3 cm dan 5 cm.	45
Gambar 11. Matras beton bamboo setelah dilakukan pengecoran	45
Gambar 12. Penjenuhan tanah lempung.	46
Gambar 13. Pemasangan tiang kayu pada boks uji desaint autocad.....	46
Gambar 14. Pemasangan tiang kayu.	47
Gambar 15. Pemasangan matras beton pada boks uji.....	47
Gambar 16. Pengujian penurunan tanah.	48
Gambar 17. Diagram alir penelitian.....	49

Gambar 18. Hasil grafik analisa saringan Belimbing Sari.....	55
Gambar 19. Hasil analisa saringan dan hidrometri tanah.	58
Gambar 20. Perbandingan Tekanan terhadap Penurunan Cv.....	80
Gambar 21. Perbandingan tekanan terhadap perubahan volume (Mv).....	83
Gambar 22. Perbandingan tekanan terhadap indeks pemampatan (Cc).....	85
Gambar 23. Perbandingan beban terhadap koefisien pemampatan	87
Gambar 24. Perbandingan Tegangan (Kpa) – Regangan (mm).....	89

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam pembangunan konstruksi sipil, tanah mempunyai peranan yang sangat penting. Dalam hal ini, tanah berfungsi sebagai penahan beban akibat konstruksi di atas tanah yang harus bisa memikul seluruh beban bangunan dan beban lainnya yang turut diperhitungkan, kemudian dapat meneruskannya ke dalam tanah sampai ke lapisan atau kedalaman tertentu. Sehingga kuat atau tidaknya bangunan/konstruksi itu juga dipengaruhi oleh kondisi tanah yang ada. Salah satu tanah yang biasa ditemukan pada suatu konstruksi yaitu jenis tanah lempung lunak dan lempung organik.

Sifat tanah akan berbeda beda tergantung dari jenis tanah, terbentuknya tanah itu sendiri, misalnya tanah lempung dan gambut memang agak berbeda tetapi sama-sama mempunyai ukuran butiran yang halus, mempunyai kandungan air yang tinggi. Kandungan air yang tinggi akan mempengaruhi kekuatan tanah dan kestabilan tanah jika mendapatkan beban. Pada umumnya kekuatan geser tanah sangat dipengaruhi oleh ada atau tidaknya tanah mengandung air. Air didalam pori-pori tanah sangat besar sumbangannya pada pelumasan antar butir-butir tanah. Pelumas antar butir dapat dimanfaatkan sebagai alat

untuk memadatkan butir-butir tanah bila diperlukan pemadatan tanah. Air tanah yang berlebihan (tanah jenuh) akan membuat ikatan butir-butir tanah berkurang yang mengakibatkan kekuatan geser tanah pada umumnya menurun, Terzaghi, K. Peck, R.B. (1965), Dunn (1980) .

Umumnya perbaikan tanah dilakukan pada tanah lempung lunak karena tanah lempung lunak memiliki sifat fisik dan mekanis yang khusus, diantara kadar air yang tinggi, angka pori yang besar, berat volume yang kecil, plastisitas indek yang besar, sehingga ini semua menyebabkan daya dukung tanah lempung lunak menjadi rendah dan pemampatan yang besar. Secara teknis tidak layak untuk konstruksi jalan dan bangunan tanpa pondasi dalam. Masalah yang mungkin sering terjadi adalah retak-retak bahkan runtuh, pada jalan terjadi penurunan yang tidak seragam bahkan amblas. Maka penelitian kali ini mencoba menganalisis perbaikan tanah lempung lunak dan lempung organik menggunakan matras beton bambu dengan tiang untuk mencoba apakah daya dukung tanah lempung lunak dan lempung organik akan naik dengan perbaikan tersebut.

Karena pada dasarnya jika tanah lempung tersebut dibangun konstruksi jalan, maka konstruksi jalan diatas tanah/subgrade akan cepat rusak. Agar tidak (cepat) bergelombang dan kemudian akan rusak bahkan sampai amblas, yang berpotensi menimbulkan komplain dari para pengguna jalan, maka sepatutnya dibawah lapis permukaan atau diatas pasir (*base coarse*), dipasang atau diletakan suatu struktur lapisan yang bersifat kuat, masif dan solid bahkan kokoh. Untuk mendapatkan kekuatan struktur lapisannya harus terbentuk dari material yang kokoh, maka dalam penelitian ini digunakan matras beton

bamboo dengan tiang sebagai material perkuatan tanah lempung lunak dari desa Belimbing Sari dan tanah lempung organik dari desa Beteng Sari.

Selain itu, matras beton bambu juga dimaksud guna menambah kekakuan lateral lapisan basecourse dibawahnya, dan sekaligus akan mampu mencegah naiknya butiran halus tanah ke lapisan permukaan akibat tekanan keatas dari air tanah.

Solidnya lapisan struktur akan mampu menyerap secara luas atas beban kerja, sekaligus menyebarkan tegangan pada tanah konstruksi dibawahnya secara lebih merata.

B. Batasan Masalah

Pada penelitian ini lingkup pembahasan dan masalah yang akan dianalisis dibatasi dengan pengujian pada tanah lempung lunak dan lempung organik sebelum dan sesudah dipasang matras beton bambu berdasarkan uji di lapangan dan di laboratorium. Adapun ruang lingkup dan batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Sampel tanah yang digunakan merupakan sampel tanah terganggu (*disturb*) pada jenis tanah lempung lunak di desa Belimbing Sari dan tanah lempung organik di desa Beteng Sari ,Kecamatan Jabung, Kabupaten Lampung Timur – Provinsi Lampung.
2. Pengujian-pengujian sampel tanah yang akan dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung antara lain, sebagai berikut :

- a. Pengujian pada tanah asli meliputi :
 1. Uji Kadar Air
 2. Uji Berat Volume
 3. Uji Berat Jenis
 4. Uji Analisa Saringan
 5. Uji Batas-Batas *Atterberg*
 6. Uji Konsolidasi
- b. Pengujian pada boks uji meliputi :
 1. Pengujian penurunan tanah

C. Lokasi

1. Pengujian sifat fisik tanah untuk menentukan karakteristik tanah lempung dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Pengujian sifat mekanik tanah untuk menentukan hubungan nilai konsolidasi tanah lempung dengan kuat tekan dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendesain matras beton dengan memanfaatkan bambu sebagai tulangan penguatnya, dan menguji apakah dapat menambah kekokohan pondasi yang di bangun di atas tanah berbutir halus, seperti tanah lempung karna salah satu kendala yang dialami oleh para perencana pondasi bangunan adalah masalah daya dukung

tanah lempung lunak yang sangat kecil sehingga memerlukan konstruksi bangunan yang sangat mahal.

2. Mengetahui pengaruh pembuatan matras beton bambu dengan tiang terhadap daya dukung tanah lempung lunak dan lempung organik.

E. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat antara lain :

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan dan juga informasi mengenai penggunaan matras beton dengan tulangan bambu sebagai alternatif pengganti tulangan baja pada struktur beton bertulang.
2. Sebagai bahan pertimbangan dibidang teknik sipil untuk penerapan di lapangan khususnya untuk perkuatan pondasi pada tanah yang berbutir halus.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanah

Tanah merupakan lapisan kerak bumi yang berada di lapisan paling atas, yang juga merupakan tabung reaksi alami yang menyangga seluruh kehidupan yang ada di bumi. Tanah mempunyai ciri khas dan sifat-sifat yang berbeda-beda antara tanah di suatu tempat dengan tempat yang lain. Sifat-sifat tanah itu meliputi fisika dan sifat kimia. Beberapa sifat fisika tanah antara lain tekstur, struktur dan kadar lengas tanah. Untuk sifat kimia menunjukkan sifat yang dipengaruhi oleh adanya unsur maupun senyawa yang terdapat di dalam tanah tersebut.

Adapun menurut para ahli teknik sipil, tanah dapat didefinisikan sebagai :

1. Tanah adalah kumpulan butiran (agregat) mineral alami yang bisa dipisahkan oleh suatu cara mekanik bila agregat dimaksud diaduk dalam air (Terzaghi, 1987).
2. Tanah adalah akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai/lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan (Craig, 1987)
3. Tanah adalah material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang terikat secara kimia satu dengan yang lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (partikel padat) disertai zat cair dan gas

yang mengisi ruang-ruang kosong diantara parikel-partikel padat tersebut (Das, 1995).

4. Secara umum tanah terdiri dari tiga bahan, yaitu butir tanahnya sendiri serta air dan udara yang terdapat dalam ruangan antar butir-butir tersebut (Wesley, 1997).

Sistem Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok- subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terinci (Das, 1995). Sistem klasifikasi tanah dibuat pada dasarnya untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisis tanah. Karena variasi sifat dan perilaku tanah yang begitu beragam, sistem klasifikasi secara umum mengelompokkan tanah ke dalam kategori yang umum dimana tanah memiliki kesamaan sifat fisis. Sistem klasifikasi bukan merupakan sistem identifikasi untuk menentukan sifat-sifat mekanis dan geoteknis tanah. Karenanya, klasifikasi tanah bukanlah satu-satunya cara yang digunakan sebagai dasar untuk perencanaan dan perancangan konstruksi.

Terdapat dua sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan untuk mengelompokkan tanah. Kedua sistem tersebut memperhitungkan distribusi ukuran butiran dan batas-batas *Atterberg*, sistem-sistem tersebut adalah Sistem *Unified Soil Classification System (USCS)* dan Sistem *AASHTO*

(*American Association Of State Highway and Transporting Official*). Tetapi pada penelitian ini penulis memakai system klasifikasi tanah *unified* (USCS).

- **Sistem Klasifikasi *Unified Soil Classification System* (USCS)**

Sistem ini pada awalnya diperkenalkan oleh Casagrande (1942) untuk dipergunakan pada pekerjaan pembuatan lapangan terbang (Das, 1995). Oleh Casagrande sistem ini pada garis besarnya membedakan tanah atas dua kelompok besar (Sukirman, 1992), yaitu :

- 1) Tanah berbutir kasar (*coarse-grained-soil*), kurang dari 50 % lolos saringan No. 200, yaitu tanah berkerikil dan berpasir. Simbol kelompok ini dimulai dari huruf awal G untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil dan S untuk Pasir (*Sand*) atau tanah berpasir.
- 2) Tanah berbutir halus (*fine-grained-soil*), lebih dari 50 % lolos saringan No. 200, yaitu tanah berlanau dan berlempung. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau anorganik, C untuk lempung anorganik, dan O untuk lanau organik dan lempung organik.

Klasifikasi sistem *Unified* secara visual di lapangan sebaiknya dilakukan pada setiap pengambilan contoh tanah. Hal ini berguna di samping untuk dapat menentukan pemeriksaan yang mungkin perlu ditambahkan, juga sebagai pelengkap klasifikasi yang dilakukan di laboratorium agar tidak terjadi kesalahan label.

Tabel 1. Sistem Klasifikasi *Unified Soil Classification System*

Divisi Utama		Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi
Tanah berbutir kasar 50% butiran tertahan saringan No. 200	Kerikil 50% fraksi kasar tertahan saringan No. 4	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	<p>Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus : Kurang dari 5% lolos saringan no.200; GM, GP, SW, S.P. Lebih dari 12% lolos saringan no.200 : GM, GC, SM, SC, 5% - 12% lolos saringan No.200 : Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol dobel</p>
		GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
		GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung	
		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 50% fraksi kasar lolos saringan No. 4	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	<p>Diagram Plastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas <i>Atterberg</i> yang termasuk dalam daerah yang di arsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.</p>
		SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	
		ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung	
		CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (<i>lean clays</i>)	
		OL	Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah	
		MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis	
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan lempung batas cair 50%	CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clays</i>)	
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi	
		ML	Lanau anorganik atau pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung	
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi	Lanau dan lempung batas cair 50%	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

Sumber : Hary Christady, 1996.

B. Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tidak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Selain itu, permeabilitas lempung sangat rendah (Terzaghi dan Peck, 1987).

Sifat khas yang dimiliki oleh tanah lempung adalah dalam keadaan kering akan bersifat keras, dan jika basah akan bersifat lunak plastis, dan kohesif, mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air. Sedangkan untuk jenis tanah lempung lunak mempunyai karakteristik yang khusus diantaranya daya dukung yang rendah, kemampatan yang tinggi, indeks plastisitas yang tinggi, kadar air yang relatif tinggi dan mempunyai gaya geser yang kecil. Kondisi tanah seperti itu akan menimbulkan masalah jika dibangun konstruksi di atasnya.

Tanah lempung terdiri dari berbagai golongan tekstur yang agak susah dicirikan secara umum. Sifat fisika tanah lempung umumnya terletak di antara sifat tanah pasir dan liat. Pengolahan tanah tidak terlampau berat, sifat merembeskan airnya sedang dan tidak terlalu melekat.

Warna tanah pada tanah lempung tidak dipengaruhi oleh unsur kimia yang terkandung di dalamnya, karena tidak adanya perbedaan yang dominan

dimana kesemuanya hanya dipengaruhi oleh unsur Natrium saja yang paling mendominasi. Semakin tinggi plastisitas, grafik yang dihasilkan pada masing-masing unsur kimia belum tentu sama. Hal ini disebabkan karena unsur-unsur warna tanah dipengaruhi oleh nilai Liquid Limit (LL) yang berbeda-beda.

Tanah lempung terdiri dari butir – butir yang sangat kecil (< 0.002 mm) dan menunjukkan sifat – sifat plastisitas dan kohesi. Kohesi menunjukkan kenyataan bahwa bagian – bagian itu melekat satu sama lainnya, sedangkan plastisitas adalah sifat yang memungkinkan bentuk bahan itu dirubah – rubah tanpa perubahan isi atau tanpa kembali ke bentuk aslinya, dan tanpa terjadi retakan – retakan atau terpecah – pecah (*L.D Wesley, 1977*).

Mineral lempung merupakan senyawa alumunium silikat yang kompleks yang terdiri dari satu atau dua unit dasar, yaitu *silica tetrahedral* dan alumunium *octahedral*. Silicon dan alumunium mungkin juga diganti sebagian dengan unsur lain yang disebut dengan substitusi isomorfis. Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung adalah sebagai berikut:

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

Tanah butiran halus khususnya tanah lempung akan banyak dipengaruhi oleh air. Sifat pengembangan tanah lempung yang dipadatkan akan lebih besar pada lempung yang dipadatkan pada kering optimum daripada yang dipadatkan pada basah optimum. Lempung yang dipadatkan pada kering optimum relatif kekurangan air, oleh karena itu lempung ini mempunyai kecenderungan yang lebih besar untuk meresap air sebagai hasilnya adalah sifat mudah mengembang (Hardiyatmo, 1999).

Partikel lempung dapat berbentuk seperti lembaran yang mempunyai permukaan khusus. Karena itu, tanah lempung mempunyai sifat sangat dipengaruhi oleh gaya-gaya permukaan. Umumnya, terdapat kira-kira 15 macam mineral yang diklasifikasikan sebagai mineral lempung. Beberapa mineral yang diklasifikasikan sebagai mineral lempung yakni : *montmorillonite*, *illite*, *kaolinite*, dan *polygorskite* (Hardiyatmo, 2006).

1. Sifat-Sifat Umum Mineral Lempung :

a. Hidrasi

Partikel mineral lempung biasanya bermuatan negatif sehingga partikel lempung hampir selalu mengalami hidrasi, yaitu dikelilingi oleh lapisan-lapisan molekul air dalam jumlah yang besar. Lapisan ini sering mempunyai tebal dua molekul dan disebut lapisan difusi, lapisan difusi ganda atau lapisan ganda adalah lapisan yang dapat menarik molekul air atau kation yang disekitarnya. Lapisan ini akan hilang pada temperature yang lebih tinggi dari

60° sampai 100° C dan akan mengurangi plastisitas alamiah, tetapi sebagian air juga dapat menghilang cukup dengan pengeringan udara saja.

b. Aktivitas (A)

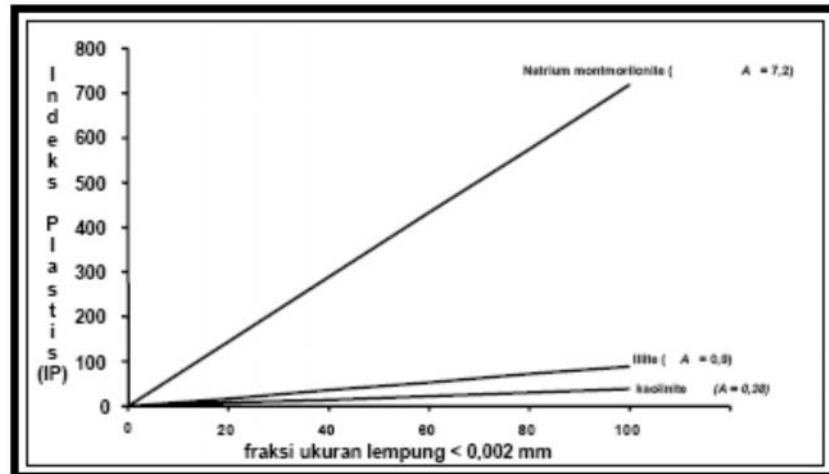
Mendefinisikan aktivitas tanah lempung sebagai perbandingan antara Indeks Plastisitas (PI) dengan presentase butiran yang lebih kecil dari 0,002 mm atau dapat pula dituliskan sebagai persamaan berikut:

$$A = \frac{PI}{\% \text{ berat fraksi berukuran lempung}}$$

Aktivitas digunakan sebagai indeks untuk mengidentifikasi kemampuan mengembang dari suatu tanah lempung. Ketebalan air mengelilingi butiran tanah lempung tergantung dari macam mineralnya. Jadi dapat disimpulkan plastisitas tanah lempung tergantung dari :

1. Sifat mineral lempung yang ada pada butiran
2. Jumlah mineral

Bila ukuran butiran semakin kecil, maka luas permukaan butiran akan semakin besar. Pada konsep *Atterberg*, jumlah air yang tertarik oleh permukaan partikel tanah akan bergantung pada jumlah partikel lempung yang ada di dalam tanah.



Gambar 1. Variasi indeks plastisitas dengan persen fraksi lempung (Hary Christady, 2006).

Gambar di atas mengklasifikasikan mineral lempung berdasarkan nilai aktivitasnya, yaitu :

1. *Montmorillonite* : Tanah lempung dengan nilai aktivitas (A) 7,2
2. *Illite*: Tanah lempung dengan nilai aktivitas (A) 0,9 dan <math>< 7,2</math>
3. *Kaolinite*: Tanah lempung dengan nilai aktivitas (A) 0,38 dan <math>< 0,9</math>
4. *Polygorskite*: Tanah lempung dengan nilai aktivitas (A) <math>< 0,38</math>

c. Flokulasi dan Disversi

Apabila mineral lempung terkontaminasi dengan substansi yang tidak mempunyai bentuk tertentu atau tidak berkrystal (*amorphous*) maka daya negatif netto, ion-ion H^+ di dalam air, gaya *Van der Walls*, dan partikel berukuran kecil akan bersama-sama tertarik dan bersinggungan atau bertabrakan di dalam larutan tanah dan air. Beberapa partikel yang tertarik akan membentuk flock (*flock*) yang berorientasi secara acak, atau struktur yang berukuran lebih besar akan turun dari larutan itu dengan cepatnya dan

membentuk sendimen yang sangat lepas. Flokulasi larutan dapat dinetralisir dengan menambahkan bahan-bahan yang mengandung asam (ion H⁺), sedangkan penambahan bahan-bahan alkali akan mempercepat flokulasi. Lempung yang baru saja berflokulasi dengan mudah tersebar kembali dalam larutan semula apabila digoncangkan, tetapi apabila telah lama terpisah penyebarannya menjadi lebih sukar karena adanya gejala, dimana kekuatan didapatkan dari lamanya waktu.

d. Pengaruh Zat Cair

Fase air yang berada di dalam struktur tanah lempung adalah air yang tidak murni secara kimiawi. Pada pengujian di laboratorium untuk batas *Atterberg*, ASTM menentukan bahwa air suling ditambahkan sesuai dengan keperluan. Pemakaian air suling yang relatif bebas ion dapat membuat hasil yang cukup berbeda dari apa yang didapatkan dari tanah di lapangan dengan air yang telah terkontaminasi. Air berfungsi sebagai penentu sifat plastisitas dari lempung. Satu molekul air memiliki muatan positif dan muatan negatif pada ujung yang berbeda (*dipolar*). Fenomena hanya terjadi pada air yang molekulnya dipolar dan tidak terjadi pada cairan yang tidak dipolar seperti karbon tetraklorida yang jika dicampur lempung tidak akan terjadi apapun.

e. Sifat Kembang Susut (*Swelling*)

Tanah-tanah yang banyak mengandung lempung mengalami perubahan volume ketika kadar air berubah. Perubahan itulah yang membahayakan

bangunan. Tingkat pengembangan secara umum bergantung pada beberapa faktor, yaitu :

- 1) Tipe dan jumlah mineral yang ada di dalam tanah.
- 2) Kadar air.
- 3) Susunan tanah.
- 4) Konsentrasi garam dalam air pori.
- 5) Sementasi.
- 6) Adanya bahan organik, dll.

Secara umum sifat kembang susut tanah lempung tergantung pada sifat plastisitasnya, semakin plastis mineral lempung semakin potensial untuk menyusut dan mengembang.

Tanah Lempung mempunyai beberapa jenis, antara lain :

2. Tanah Lempung Berlanau

Lanau adalah tanah atau butiran penyusun tanah/batuan yang berukuran di antara pasir dan lempung. Sebagian besar lanau tersusun dari butiran-butiran *quartz* yang sangat halus dan sejumlah partikel berbentuk lempengan-lempengan pipih yang merupakan pecahan dari mineral-mineral mika. Sifat-sifat yang dimiliki tanah lanau adalah sebagai berikut (Das, 1991). :

- a. Ukuran butir halus, antara 0,002 – 0,05 mm.
- b. Bersifat kohesif.
- c. Kenaikan air kapiler yang cukup tinggi, antara 0,76 – 7,6 m.
- d. Permeabilitas rendah.

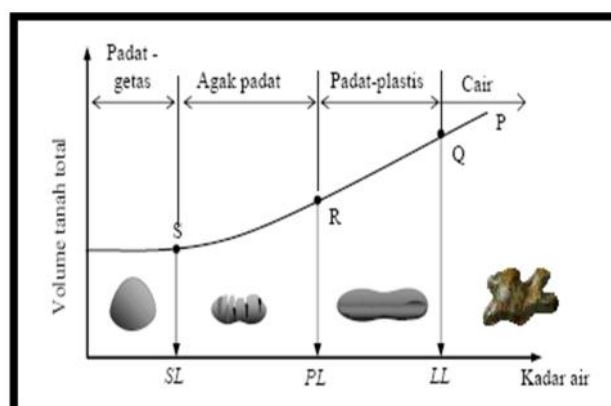
- e. Potensi kembang susut rendah sampai sedang.
- f. Proses penurunan lambat.

Lempung berlanau adalah tanah lempung yang mengandung lanau dengan material utamanya adalah lempung. Tanah lempung berlanau merupakan tanah yang memiliki sifat plastisitas sedang dengan Indeks Plastisitas 7-17 dan kohesif.

3. Tanah Lempung Plastisitas Rendah

Plastisitas merupakan kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak/remuk. Sifat dari plastisitas tanah lempung sangat dipengaruhi oleh besarnya kandungan air yang berada di dalamnya dan juga disebabkan adanya partikel mineral lempung dalam tanah.

Sifat dari plastisitas tanah lempung sangat dipengaruhi oleh besarnya kandungan air yang berada di dalamnya. Atas dasar air yang terkandung di dalamnya (konsistensinya) tanah dibedakan atau dipisahkan menjadi 4 keadaan dasar yaitu padat, semi padat, plastis, cair.



Gambar 2. Batas Konsistensi

Bila pada tanah yang berada pada kondisi cair (titik P) kemudian kadar airnya berkurang hingga titik Q, maka tanah menjadi lebih kaku dan tidak lagi mengalir seperti cairan. Kadar air pada titik Q ini disebut dengan batas cair (*liquid limit*) yang disimbolkan dengan LL. Bila tanah terus menjadi kering hingga titik R, tanah yang dibentuk mulai mengalami retak-retak yang mana kadar air pada batas ini disebut dengan batas plastis (*plastic limit*), PL. Rentang kadar air dimana tanah berada dalam kondisi plastis, antara titik Q dan R, disebut dengan indeks plastisitas (*plasticity index*), PI, yang dirumuskan :

$$PI = LL - PL$$

dengan,

LL = Batas Cair (*Liquid Limit*)

PL = Batas Plastis (*Liquid Plastic*)

Dari Nilai PI yang dihitung dengan persamaan diatas akan ditentukan berdasarkan (*Atterberg, 1911*). Adapun batasan mengenai indeks plastisitas tanah ditinjau dari; sifat, dan kohesi. Seperti pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Nilai *indeks* plastisitas dan sifat tanah (Hardiyatmo, 2002)

PI %	Sifat	Tanah Kohesi
0	Non Plastis	Non Kohesif
< 7	Plastisitas Rendah	Kohesi Sebagian
7 - 17	Plastisitas Sedang	Kohesif
> 17	Plastisitas Tinggi	Kohesif

Pada tabel diatas dapat dilihat bahwa lempung plastisitas rendah memiliki nilai *index* plastisitas (PI) < 7 % dan memiliki sifat kohesi sebagian yang disebabkan oleh mineral yang terkandung didalamnya.

Dalam sistem klasifikasi Unified (Das, 1995).

tanah lempung plastisitas rendah memiliki simbol kelompok CL yaitu Tanah berbutir halus 50% atau lebih, lolos ayakan No. 200 dan memiliki batas cair (LL) 50 %.

4. Tanah Lempung Berpasir

Pasir merupakan partikel penyusun tanah yang sebagian besar terdiri dari mineral *quartz* dan *feldspar*. Sifat-sifat yang dimiliki tanah pasir adalah sebagai berikut (Das, 1991).:

- a. Ukuran butiran antara 2 mm – 0,075 mm.
- b. Bersifat non kohesif.
- c. Kenaikan air kapiler yang rendah, antara 0,12 – 1,2 m.
- d. Memiliki nilai koefisien permeabilitas antara 1,0 – 0,001 cm/det.
- e. Proses penurunan sedang sampai cepat.

Klasifikasi tanah tergantung pada analisis ukuran butiran, distribusi ukuran butiran dan batas konsistensi tanah. Perubahan klasifikasi utama dengan penambahan ataupun pengurangan persentase yang lolos saringan no.4 atau no.200 adalah alasan diperlukannya mengikutsertakan deskripsi verbal beserta simbol-simbolnya, seperti pasir berlempung, lempung berlanau, lempung berpasir dan sebagainya.

Pada tanah lempung berpasir persentase didominasi oleh partikel lempung dan pasir walaupun terkadang juga terdapat sedikit kandungan kerikil ataupun lanau. Identifikasi tanah lempung berpasir dapat ditinjau dari ukuran butiran, distribusi ukuran butiran dan observasi secara visual. Sedangkan untuk batas konsistensi tanah digunakan sebagai data pendukung identifikasi karena batas konsistensi tanah lempung berpasir disuatu daerah dengan daerah lainnya akan berbeda tergantung jenis dan jumlah mineral lempung yang terkandung di dalamnya.

Suatu tanah dapat dikatakan lempung berpasir bila lebih dari 50% mengandung butiran lebih kecil dari 0,002 mm dan sebagian besar lainnya mengandung butiran antara 2 – 0,075 mm. Pada Sistem Klasifikasi *Unified* (ASTM D 2487-66T) tanah lempung berpasir digolongkan pada tanah dengan simbol CL yang artinya tanah lempung berpasir memiliki sifat kohesi sebagian karena nilai plastisitasnya rendah ($PI < 7$).

Untuk tanah urugan dan tanah pondasi, Sistem Klasifikasi *Unified* mengklasifikasikan tanah lempung berpasir sebagai (Sosrodarsono dan Nakazawa, 1988). :

- a. Stabil atau cocok untuk inti dan selimut kedap air.
- b. Memiliki koefisien permeabilitas.
- c. Efektif menggunakan penggilas kaki domba dan penggilas dengan ban bertekanan untuk pemadatan di lapangan.
- d. Berat volume kering 1,52-1,92 t/m³.
- e. Daya dukung tanah baik sampai buruk.

Penggunaan untuk saluran dan jalan, Sistem Klasifikasi *Unified* mengklasifikasikan tanah lempung berpasir sebagai (Sosrodarsono dan Nakazawa, 1988). :

- a. Cukup baik sampai baik sebagai pondasi jika tidak ada pembekuan.
- b. Tidak cocok sebagai lapisan tanah dasar untuk perkerasan jalan.
- c. Sedang sampai tinggi kemungkinan terjadi pembekuan.
- d. Memiliki tingkat kompresibilitas dan pengembangan yang sedang.
- e. Sifat drainase kedap air.
- f. Alat pemadatan lapangan yang cocok digunakan penggilas kaki domba dan penggilas dengan ban bertekanan.
- g. Berat volume kering antara $1,6 - 2 \text{ t/m}^3$.
- h. Memiliki nilai CBR lapangan antara 5-15 %.
- i. Koefisien reaksi permukaan bawah $2,8 - 5,5 \text{ kg/cm}^3$.

C. Konsolidasi (*Consolidation Settlement*)

Konsolidasi adalah suatu proses pengecilan volume secara perlahan-lahan pada tanah jenuh sempurna dengan permeabilitas rendah akibat pengaliran sebagian air pori. Proses tersebut berlangsung terus-menerus sampai kelebihan tekanan air pori yang disebabkan oleh kenaikan tegangan total benar-benar hilang.

Penambahan beban di atas suatu permukaan tanah dapat menyebabkan lapisan tanah dibawahnya mengalami pemampatan. Pemampatan tersebut disebabkan oleh adanya deformasi partikel tanah, relokasi partikel, keluarnya

air atau udara dari dalam pori, dan sebab–sebab lain. Beberapa atau semua faktor tersebut mempunyai hubungan dengan keadaan tanah yang bersangkutan. Secara umum, penurunan (*settlement*) pada tanah yang disebabkan oleh pembebanan dapat dibagi dalam dua kelompok besar, yaitu :

1. Penurunan konsolidasi (*consolidation settlement*), yang merupakan hasil dari perubahan volume tanah jenuh air sebagai akibat dari keluarnya air yang menempati pori–pori tanah.
2. Penurunan segera (*immediate settlement*), yang merupakan akibat dari deformasi elastis tanah kering, basah, dan jenuh air tanpa adanya perubahan kadar air.

Bilamana suatu lapisan tanah gambut yang mampu mampat (*compressible*) diberi penambahan tegangan, maka penurunan (*settlement*) akan terjadi dengan segera. Tanah gambut merupakan tanah yang mempunyai kandungan organik dan kadar air yang tinggi, yang terbentuk dari fragmen-fragmen material organik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan yang dalam proses pembusukan menjadi tanah, yang telah berubah sifatnya secara kimiawi dan telah menjadi fosil, dimana tanah gambut ini memiliki sifat yang tidak menguntungkan bagi konstruksi yaitu daya dukung yang rendah serta kompresibilitas yang tinggi.

Oleh karena itu harus dilakukan usaha perbaikan tanah agar tidak terjadi penurunan konsolidasi kembali saat konstruksi bangunan mulai dibangun bahkan setelah selesai dibangun di atasnya, sehingga resiko kerusakan struktur bangunan karena penurunan tanah yang terlalu besar dapat dihindari.

Usaha perbaikan tanah dilakukan untuk meningkatkan kuat geser tanah, mengurangi compressibility tanah dan mengurangi permeabilitas tanah (Stapelfeldt, 2006).

D. Matras Beton Bambu

Saat ini beton bertulang masih banyak digunakan di masyarakat sebagai struktur utama bangunan, baik bangunan gedung maupun bangunan prasarana lainnya. Tulangan yang digunakan umumnya berupa tulangan baja, yang ternyata harganya pun terus melambung seiring dengan peningkatan pembuatan beton bertulang. Ketersediaan bahan dasar pembuatan baja (bijih besi) juga semakin terbatas dan tidak mungkin diupayakan peningkatan produksinya karena termasuk sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui.

Kondisi demikian tentunya menuntut adanya alternatif material tulangan lain yang lebih murah dan dapat digunakan sebagai tulangan struktur beton bertulang.

Salah satu material memungkinkan untuk dijadikan sebagai tulangan adalah material bambu, dimana bambu dapat diperoleh cukup banyak dimasyarakat, harganya relatif murah dan mempunyai kekuatan tarik yang cukup memadai.

Bambu merupakan tanaman berumpun dan termasuk dalam famili gramineae dan terdapat hampir diseluruh dunia kecuali di Eropa. Jumlah yang ada di daerah Asia Selatan dan Asia Tenggara kira-kira 80% dari keseluruhan yang ada di dunia. Dari kurang lebih 1450 spesies bambu dalam 10 genus, sekitar

200 spesies dari 10 genus ditemukan di Asia Tenggara, sedangkan di Indonesia ditemukan sekitar 60 jenis, tetapi tidak semuanya merupakan tanaman asli Indonesia. Tanaman bambu Indonesia ditemukan di dataran rendah sampai pegunungan dengan ketinggian sekitar 300 m dpl. Pada umumnya ditemukan di tempat-tempat terbuka dan daerahnya bebas dari genangan air

Para ahli struktur telah meneliti kemungkinan penggunaan bambu sebagai tulangan seperti yang pernah dilakukan oleh Morisco (1996) yaitu dengan memanfaatkan bambu sebagai tulangan beton.

Bambu mempunyai kuat tarik cukup tinggi, yang mana setara dengan kuat tarik baja lunak. Kuat tarik bambu dapat mencapai 1280 kg/cm^2 . Pengujian yang dilakukan terhadap bambu dari spesies Bambu Blumcana berumur 3 tahun diperoleh kekuatan tarik bambu sejajar serat antara 200-300 MPa, kekuatan lentur rata-rata 84 MPa, modulus elastisitas 200.000 MPa.

Batang bambu pada umumnya berupa silinder cembung dengan diameter 1 cm hingga 25 cm dan mempunyai ketinggian bervariasi 1 m hingga 40 m. Diameter bambu berkurang sejalan dengan panjangnya, dari pangkal hingga ujung. Bambu yang cembung ini secara total dipisahkan pada buku-bukunya oleh diafragma transversal. Namun demikian, karena bambu mempunyai sifat higroskopis yang cukup besar, yaitu mempunyai kembang susut yang cukup besar. Penyusutan tersebut lebih lanjut akan mempengaruhi lekatan antar bambu dengan beton, sehingga pemakaian bambu tanpa perlakuan khusus sebagai tulangan beton sangat tidak dianjurkan. Para

peneliti mengusulkan usaha untuk mengatasi kelemahan di atas dengan cara antara lain, menggunakan bambu yang sudah tua usianya sehingga daya serap dan kelembabannya kecil, melapisi batang bambu dengan bahan kedap air seperti vernis, cat dan cairan aspal, tetapi harus dihindari licinnya permukaan bambu akibat pemakaian bahan-bahan tersebut, karena hal itu akan mengurangi daya lekat.

Faktor lain yang berpengaruh terhadap kekuatan bambu adalah berat jenis bambu. Berat jenis dinyatakan sebagai perbandingan antara berat kering tanur suatu benda terhadap berat suatu volume air yang sama dengan volume benda itu. Bambu yang mempunyai berat jenis besar berarti mempunyai jumlah zat dinding sel persatuan volume besar. Selanjutnya zat kayu ditentukan oleh beberapa faktor antara lain tebal dinding sel, besarnya sel dan jumlah sel berdinding tebal. Berdasarkan hasil penelitian Kumar dan Dobriyal, kekuatan bambu bagian luar lebih dari dua kali kekuatan bambu bagian dalam.

Penulis pernah melakukan penelitian dengan membuat tulangan dari bambu jenis ori, dimana bagian bambu yang dipakai adalah bagian kulit luarnya (kurang lebih 3 mm dari kulit luar). Tulangan bambu dibentuk seperti kabel yang terdiri dari tiga bilah. Bilah-bilah bambu sebanyak tiga buah ini kemudian dipilin hingga memiliki ukuran diameter 3 mm dan panjang 2,2 meter. Selanjutnya dipasangkan pada balok beton ukuran 15 x 20 x 220 cm.

Dari hasil pengujian yang dibandingkan dengan balok beton bertulangan baja mutu 240 MPa., ternyata diperoleh kapasitas lentur balok beton dengan

tulangan bambu yang berkisar 50%-60% dari kapasitas lentur balok beton dengan tulangan baja

E. Penurunan

Jika lapisan tanah dibebani, maka tanah akan mengalami penurunan (*settlement*). Penurunan yang terjadi dalam tanah disebabkan oleh berubahnya susunan tanah maupun oleh pengurangan rongga pori/air di dalam tanah tersebut. Jumlah dari penurunan sepanjang kedalaman lapisan merupakan penurunan total tanah. Penurunan akibat beban adalah jumlah total dari penurunan segera dan penurunan konsolidasi. Pada tanah berpasir yang sangat tembus air (*permeable*), air dapat mengalir dengan cepat sehingga pengaliran air pori keluar sebagai akibat dari kenaikan tekanan air pori dapat selesai dengan cepat. Keluarnya air dari dalam pori selalu disertai dengan berkurangnya volume tanah, berkurangnya volume tanah tersebut dapat menyebabkan penurunan lapis tanah itu karena air pori didalam tanah berpasir dapat mengalir keluar dengan cepat, maka penurunan segera dan penurunan konsolidasi terjadi secara bersamaan (Das, 1995).

Hal ini berbeda dengan lapis tanah lempung jenuh air yang *compressible* (mampu mampat). Koefisien rembesan lempung adalah sangat kecil dibandingkan dengan koefisi rembesan ijuk sehingga penambahan tekanan air pori yang disebabkan oleh pembebanan akan berkurang secara lambat dalam waktu yang sangat lama. Untuk tanah lempung perubahan volume yang di Sebabkan oleh keluarnya air dari dalam pori (yaitu konsolidasi) akan terjadi sesudah penurunan segera. Penurunan konsolidasi biasanya jauh lebih besar

dan lebih lambat serta lama dibandingkan dengan penurunan segera (Das, 1995).

Bilamana suatu lapisan tanah gambut yang mampu mampat (compressible) diberi penambahan tegangan, maka penurunan (settlement) akan terjadi dengan segera. Tanah gambut merupakan tanah yang mempunyai kandungan organik dan kadar air yang tinggi, yang terbentuk dari fragmen-fragmen material organik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan yang dalam proses pembusukan menjadi tanah, yang telah berubah sifatnya secara kimiawi dan telah menjadi fosil, dimana tanah lempung ini memiliki sifat yang tidak menguntungkan bagi konstruksi yaitu daya dukung yang rendah serta kompresibilitas yang tinggi.

Oleh karena itu harus dilakukan usaha perbaikan tanah agar tidak terjadi penurunan konsolidasi kembali saat konstruksi bangunan mulai dibangun bahkan setelah selesai dibangun di atasnya, sehingga resiko kerusakan struktur bangunan karena penurunan tanah yang terlalu besar dapat dihindari. Usaha perbaikan tanah dilakukan untuk meningkatkan kuat geser tanah, mengurangi compressibility tanah dan mengurangi permeabilitas tanah (Stapelfeldt, 2006).

III. METODE PENELITIAN

A. Pengambilan Sampel

Dalam penelitian ini, sampel tanah yang diambil berasal dari Desa Belimbing Sari dan Desa Beteng Sari kabupaten Lampung Timur – Provinsi Lampung, dengan titik koordinat lintang ($-5^{\circ} 71' 84,26''$) dan bujur ($105^{\circ} 39' 10,73''$).

Lokasi pengambilan sampel dipilih pada daerah sekitar persawahan yang jauh dari pemukiman penduduk. Dan tanah yang akan di uji berupa tanah lempung lunak dan lempung organik.



Gambar 3. Lokasi Pengambilan Sampel

Sampel tanah yang diambil meliputi tanah tidak terganggu (undisturb soil) yaitu tanah yang belum terjamah atau masih alami yang tidak terganggu oleh lingkungan luar dan tanah terganggu (disturb soil) yaitu tanah yang telah terjamah atau sudah tidak alami lagi yang telah terganggu oleh lingkungan luar. Pada pengambilan sampel tanah undisturb soil dilakukan dengan cara membersihkan dan mengupas permukaan tanah sedalam 30 cm, hal ini dilakukan agar membuang tanah-tanah yang mengandung humus dan akar-akar tanaman, setelah itu diletakkan tabung besi dengan diameter 4 inchi dan tinggi 50 cm, lalu ditekan perlahan lahan sampai seluruh tabung terisi dengan tanah, setelah itu tabung diangkat ke permukaan tanah dan dibagian ujung – ujungnya yang terbuka dilapisi dengan lilin lalu ditutupi dengan plastik, hal ini bertujuan untuk menjaga kadar air aslinya. Sampel ini akan digunakan untuk melakukan uji fisik tanah pada laboratorium.



Gambar 4 Pengambilan contoh tanah undisturb

Selanjutnya untuk pengambilan sampel tanah disturb soil dilakukan dengan cara penggalian menggunakan cangkul dan memasukannya kedalam karung, sampel ini akan digunakan sebagai bahan percobaan penurunan tanah pada pemodelan boks uji.



Gambar 5 Pengambilan contoh tanah disturb

B. Pelaksanaan Pengujian

Pelaksanaan pengujian yang dilakukan yaitu pengujian sifat fisik dan pengujian penurunan tanah lempung lunak dari desa Belimbing Sari dan tanah lempung organik desa Beteng Sari. Tahapan pengujian tersebut dilakukan di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

1. Pengujian Sifat Fisik Tanah

Pengujian-pengujian yang dilakukan antara lain :

- **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 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 :

- a. Berat air (W_w) $= W_{cs} - W_{ds}$
- b. Berat tanah kering (W_s) $= W_{ds} - W_c$
- c. 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*

- **Uji Analisa 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 presentase 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 diatas saringan (W_{bi})
- c. Berat tanah yang tertahan (W_{ai}) = $W_{bi} - W_{ci}$
- d. Jumlah seluruh berat tanah yang tertahan diatas 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)

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

$$q_{(i+1)} = q_i - p_{(i+1)}$$

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

- **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 cassagrande 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 logritma, 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 :

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:

$$PI = LL - PL$$

- **Berat Volume (*Unit Weight*)**

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat volume tanah basah dalam keadaan asli (*undisturbed sample*), yaitu perbandingan antara berat tanah dengan volume tanah. Pengujian berdasarkan ASTM D 2167.

Bahan-bahan: Sampel tanah

Peralatan:

- 1) Ring contoh.
- 2) Pisau.
- 3) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.

Perhitungan:

- 1) Berat ring (W_c).
- 2) Volume ring bagian dalam (V).
- 3) Berat ring dan tanah (W_{cs}).
- 4) Berat tanah (W) = $W_{cs} - W_c$.
- 5) Berat Volume (). $\gamma = \frac{W}{V}$ (gr/cm³ atau t/m³)

- **Uji Berat Jenis**

Pengujian ini mencakup penentuan berat jenis (*specific gravity*) tanah dengan menggunakan botol piknometer. Tanah yang diuji harus lolos saringan No. 40. Bila nilai berat jenis dan uji ini hendak digunakan dalam perhitungan untuk uji

hydrometer, maka tanah harus lolos saringan No. 200 (diameter = 0.074 mm).

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 :

$$GS = \frac{W2 - W1}{(W4 - W1) - (W3 - W2)}$$

Dimana :

Gs = Berat jenis

W1 = Berat picnometer (gram)

W2 = Berat picnometer dan tanah kering (gram)

W3 = Berat picnometer, tanah, dan air (gram)

W4 = Berat picnometer dan air bersih (gram)

- **Uji Pemadatan Tanah (*Proctor Modified*)**

Tujuannya adalah untuk menentukan kepadatan maksimum tanah dengan cara tumbukan yaitu dengan mengetahui hubungan antara kadar air dengan kepadatan tanah. Pengujian ini menggunakan standar ASTM D-1557.

Adapun langkah kerja pengujian pemadatan tanah, antara lain :

- a. Pencampuran

1. Mengambil tanah sebanyak 12,5 kg 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 5 bagian, masing-masing 2,5 kg, masukkan masing-masing bagian kedalam plastik 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. Setelah dapat campuran tanah, mencatat berapa cc air yang ditambahkan untuk setiap 2,5 kg tanah.

7. Penambahan air untuk setiap sampel tanah dalam plastik dapat dihitung dengan rumus :

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

W = Berat tanah

W_b = Kadar air yang dibutuhkan

Penambahan air : $W_w = W_{wb} - W_{wa}$

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

b. Pemadatan 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. Menggunakan modified proctor, tanah dibagi kedalam 5 bagian. Bagian pertama dimasukkan kedalam mold, ditumbuk 25 kali sampai merata. Dengan cara yang sama dilakukan pula untuk bagian kedua, ketiga, keempat dan kelima, sehingga bagian kelima 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 (atas dan bawah) dengan menggunakan 2 container untuk pemeriksaan kadar air (w).
8. Mengulangi langkah kerja b.2 sampai b.7 untuk sampel tanah lainnya, maka akan didapatkan 6 data pemadatan tanah.

Perhitungan :

Kadar air :

- a. Berat cawan + berat tanah basah = W1 (gr)
- b. Berat cawan + berat tanah kering = W2 (gr)
- c. Berat air = W1 - W2 (gr)
- d. Berat cawan = Wc (gr)
- e. Berat tanah kering = W2 - Wc (gr)
- f. Kadar air (w) = $\frac{W1 - W2}{W2 - Wc}$ (%)

Berat isi :

- a. Berat mold = Wm (gr)
- b. Berat mold + sampel = Wms (gr)
- c. Berat tanah (W) = Wms - Wm (gr)
- d. Volume mold = V (cm³)
- e. Berat volume = W/V (gr/cm³)
- f. Kadar air (w)
- g. Berat volume kering (d)

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

- h. Berat volume *zero air void* (z)

$$Z = \frac{G_s \gamma_w}{1 + G_s \cdot w} \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

- **Pengujian Hidrometri**

Tujuan pengujian analisis hidrometer adalah untuk mengetahui persentasi butiran tanah dan susunan butiran tanah (gradasi) dari suatu jenis tanah yang lolos saringan No. 200 ($\varnothing 0,075$ mm).

Bahan-bahan:

- 1) 50 gram sampel tanah
- 2) Air suling
- 3) Campuran Calgon

Peralatan yang diperlukan:

- 1) Silinder pengendap
- 2) Oven
- 3) Gelas ukur

Perhitungan:

$$= \frac{X_s - X_w}{18y} \times D^2$$

$$D = \sqrt{\frac{30y}{(G_s - 1)X_w}} \times \sqrt{\frac{L(cm)}{t(menit)}}$$

Dimana: = Kecepatan mengendap

s = Berat volume partikel tanah

w = Berat volume air

= Kekentalan air

D = Diameter partikel tanah

G_s = Berat jenis

K = fungsi dari G_s yang tergantung temperatur uji

t = waktu pengendapan

- **Pengujian Konsolidasi**

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat pemampatan (perubahan volume) suatu jenis tanah pada saat menerima beban tertentu. Pengujian berdasarkan ASTM D 2435-96.

Bahan-bahan:

- 1) Sampel tanah asli (*undisturbed sample*) yang diambil melalui tabung contoh atau sumur percobaan.
- 2) Air bersih secukupnya.

Peralatan yang digunakan:

- 1) Frame alat konsolidasi dan Consolidometer
- 2) Cincin (cetakan) benda uji.
- 3) *Extruder*
- 4) Batu pori dan bola baja
- 5) Piringan (plat penekan)
- 6) *Stopwatch*
- 7) Dial deformasi
- 8) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 9) Pisau pemotong dan Oven

C. Prosedur Pengujian Utama

1. Pembuatan Boks Uji Penurunan Tanah

Keutamaan pada penelitian tentang penurunan tanah ini adalah pada pembuatan alat uji dilaboratorium yaitu alat uji penurunan tanah berupa :

Kotak Baja yang dilengkapi Kaca, kotak ini dibuat berbentuk persegi empat dengan ukuran 80 cm x 90 cm x 100 cm bahan yang diperlukan pada pembuatan alat ini adalah:

- Kaca setebal 12 mm
- Plat baja setebal 5 mm dan 1 mm
- Besi hollow tebal dengan dimensi penampang 40 x 20 mm
- Baja U dengan tebal 5 mm

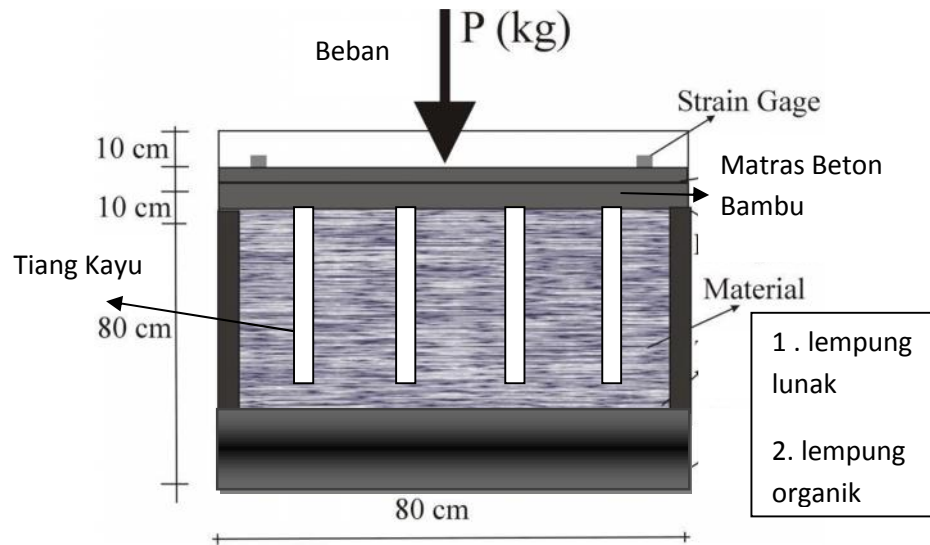
Tahapan pembuatan alat pengukuran penurunan tanah adalah:

1. Penggambaran alat pengukuran penurunan tanah dengan autocad.
2. Pembuatan alat tersebut sesuai gambar,

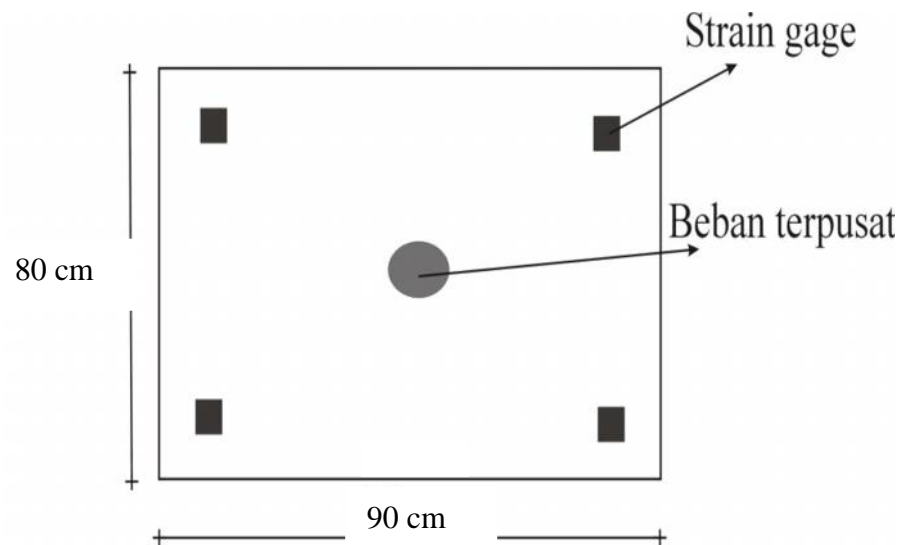


Gambar 6 Bentuk pemodelan alat

Berikut adalah rencana penempatan beban terpusat vertikal dan alat untuk mengukur penurunan secara vertical (*vertical settlement*) yang sudah direncanakan dan di *design*.



Gambar 7. Posisi alat ukur dengan perkuatan tiang cerucuk



Gambar 8. Penetapan letak strain gage

2. Membuat Pemodelan Matras Beton Bambu

Matras beton yang digunakan pada penelitian ini memiliki ketebalan berkisar 8 cm, mutu beton yang dipakai adalah K-225 kg/cm^2 , sedangkan tulangan yang akan digunakan adalah anyaman kulit bambu dengan ketebalan berkisar 0,5 cm.

Pada pembuatan matras beton pertama dibuat bekisting cetakan untuk matras beton dengan ukuran ± 80 cm x 90 cm x 8 cm, lalu membuat campuran agregat sesuai dengan mutu yang telah di tentukan dan dilakukan uji slump test di lab struktur agar tercapai beton dengan mutu K-225. Setelah itu menuangkan agregat kedalam cetakan matras beton sampai tinggi 3 cm.



Gambar 9. memasukan agregat pada bekisting matras beton

Setelah itu memasang tulangan anyaman bamboo diatasnya, setelah anyaman bamboo dipasang di tuangkan lagi agregat kedalam cetakan sampai tinggi 5 cm. Kemudian dipasang kembali tulangan bamboo yang kedua diatasnya, jadi dalam penelitian ini tulangan bamboo yang digunakan pada matras berjumlah 2 lapis yaitu pada ketinggian 3 cm dan pada ketinggian 5 cm.



Gambar 10. pemasangan tulangan bamboo pada ketebalan 3 cm dan 5 cm lalu setelah itu di tuangkan lagi agregat sampai tinggi 8 cm sesuai dengan tinggi matras beton rencana. Dan beton dibiarkan dulu sampai 21 hari agar tercapai kuat optimal matras beton.



Gambar 11. matras beton bamboo setelah dilakukan pengecoran

3. Menguji Matras Beton Bambu Pada Tanah Lempung Lunak dan Lempung Organik

Penelitian ini dilakukan dengan menguji penurunan tanah pada tanah lempung lunak dan lempung organik dari desa Belimbing Sari dan desa

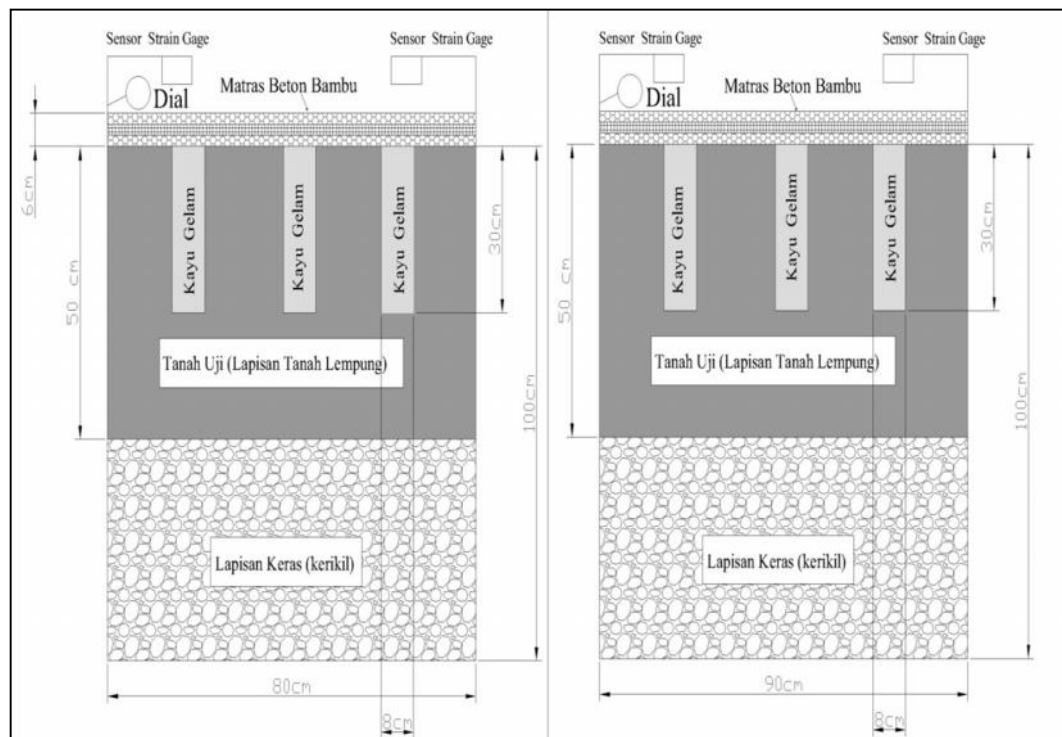
Beteng Sari dengan menggunakan matras beton bambu dan tiang kayu gelam sebagai perkuatannya. Urutan pengerjaannya sebagai berikut :

1. Tanah di masukkan kedalam Box Pengujian dan dilakukan penjenuhan.



Gambar 12. penjenuhan tanah lempung

2. Pemasangan tiang kayu gelam dengan diameter 8 cm pada tanah yang akan di uji dengan jarak 24 - 26 cm dengan desain seperti gambar



Gambar 13. design pemasangan tiang kayu pada boks uji

3. Melakukan pemasangan tiang kayu sesuai dengan rancangan



Gambar 14. pemasangan tiang kayu

4. Pemasangan Matras beton bambu yang sudah dicor kedalam pemodelan boks uji.



Gambar 15. pemasangan matras beton pada boks uji

5. Melakukan Pembebanan yang dilakukan dengan beban bertahap yaitu :
 $0,2 \text{ kg/cm}^2$; $0,3 \text{ kg/cm}^2$; $0,4 \text{ kg/cm}^2$; $0,5 \text{ kg/cm}^2$. Melakukan Pengukuran penurunan Matras Bambu dengan alat strain gage.

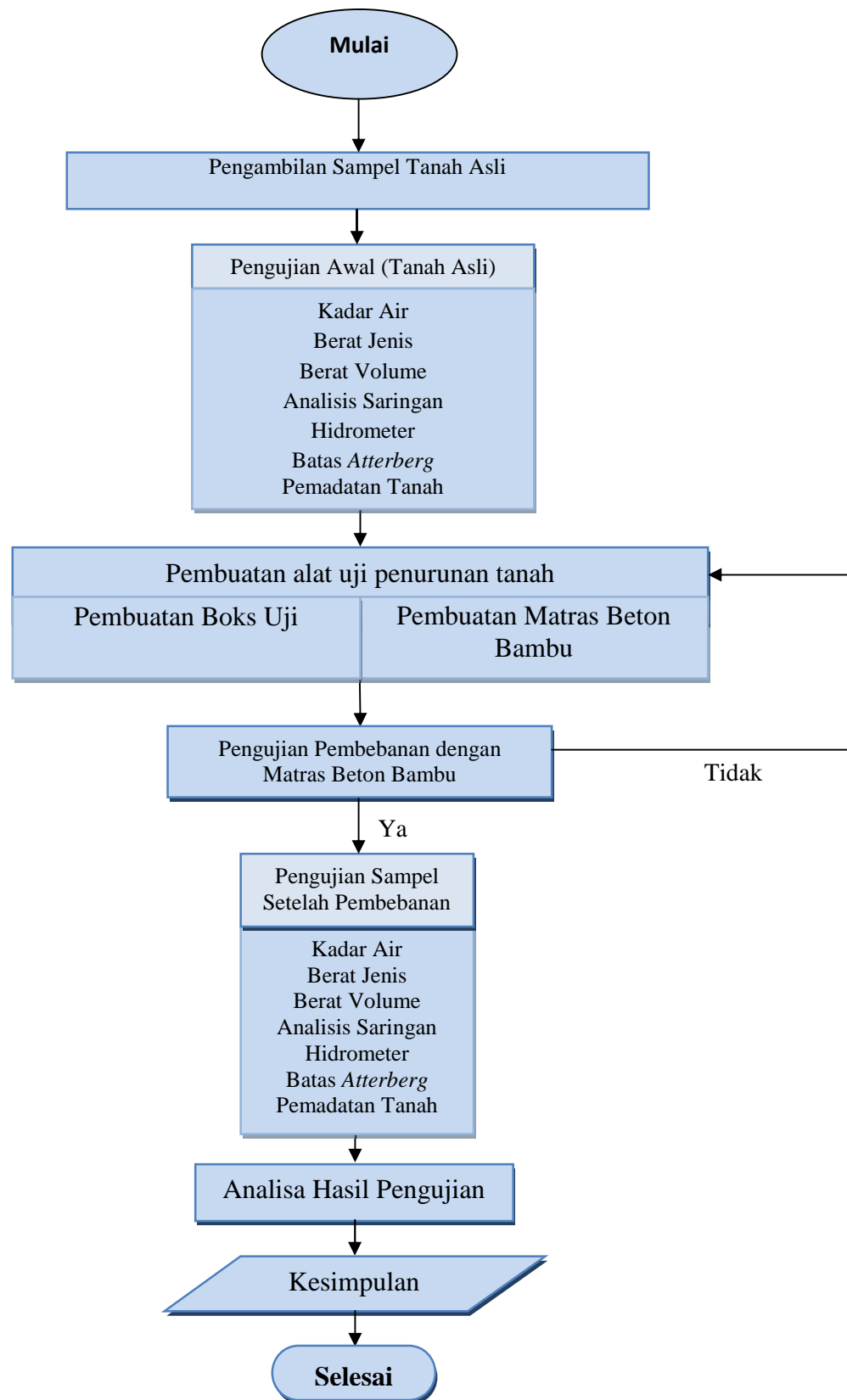


Gambar 16. pengujian penurunan tanah

6. Mencatat hasil penurunan dan membuat perbandingan penurunan antara tanah lempung lunak dan tanah lempung organik. Lalu disimpulkan dalam bentuk tabel dan grafik.

D. Analisis Hasil Penelitian

Data-data yang diperoleh dari hasil penelitian di laboratorium diolah menurut klasifikasi data dengan menggunakan persamaan-persamaan dan rumus-rumus yang berlaku. Hasil dari pengolahan data tersebut diuraikan dalam bentuk tabel dan grafik. Kemudian dianalisa dan dibandingkan hasil dengan penelitian terahulu.



Gambar 17. Diagram Alir Penelitian.

V. PENUTUP

A. Simpulan

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

1. Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa perkuatan tanah dengan menggunakan matras beton bambu dengan tiang mampu mengurangi penurunan yang terjadi di tanah lempung lunak dan lempung organik.
2. Dari hasil penelitian diketahui bahwa daya dukung tanah lempung lunak dan lempung organik akan meningkat apabila diberi perkuatan berupa matras beton bambu dengan tiang, hal ini berarti matras beton bamboo dengan tiang dapat digunakan sebagai solusi perkuatan tanah yang berbutir halus, khususnya tanah lempung.
3. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa nilai koefisien konsolidasi (C_v) pada tanah lempung organik lebih tinggi dibanding tanah lempung lunak. Hal ini disebabkan karena tanah lempung organik mempunyai sifat permeabilitas yang tinggi sehingga akan lebih mudah di tembus oleh air yang menyebabkan tanah cepat mengalami penurunan. Selain sifat permeabilitasnya yang tinggi berat jenis dari tanah lempung lunak itu sendiri lebih besar dari pada tanah lempung organik. Hal ini dapat dilihat

pada pembebanan 20 kPa yaitu sebesar 0.00107 dibandingkan tanah lempung lunak sebesar 0.00046. Nilai koefisien konsolidasi (C_v) pada tanah lempung organik pada pembebanan 30 kPa yaitu sebesar 0.00059 dan tanah lempung lunak sebesar 0.00038. Nilai koefisien konsolidasi (C_v) pada tanah lempung organik pada pembebanan 40 kPa yaitu sebesar 0.00052 dan tanah lempung lunak sebesar 0.00037. Nilai koefisien konsolidasi (C_v) pada tanah lempung organik pada pembebanan 50 kPa yaitu sebesar 0.0078 dibandingkan tanah lempung lunak sebesar 0.00082. Hal ini terjadi karena lempung organik telah habis air porinya dan telah mampat sedangkan lempung lunak memiliki struktur tanah yang lebih padat sehingga proses konsolidasi berjalan lambat dan tanah terus terkonsolidasi.

4. Dari hasil penelitian didapat perbandingan koefisien kemampatan volume (M_v) pada pengujian tanah asli dengan M_v pada pengujian boks, pada pengujian boks M_v lebih kecil dari M_v pengujian lab, hal ini disebabkan pada pengujian boks perubahan volume tanahnya setelah diberi pembebanan tidak begitu besar karna sudah diberi perkuatan berupa matras beton bamboo dan tiang sebagai material perkuatan tanah. Sehingga tanahnya menjadi lebih mampat dan dapat lebih kuat menahan pembebanan. Hal ini terjadi pada kedua jenis tanah baik tanah lempung lunak maupun tanah lempung organik.
5. Dari hasil penelitian diperoleh nilai indeks pemampatan (C_c) pada uji Lab dengan nilai indeks pemampatan (C_c) pada uji boks. Pada Uji Lab nilai C_c lebih besar dari Uji Boks. Hal ini disebabkan karena pada pengujian Boks

sudah dilakukan perkuatan tanah melalui pemasangan matras beton dan tiang kayu sebagai material perkuatan. Sehingga rongga-rongga porinya terisi dengan partikel-partikel yang saling mengikat yang menyebabkan struktur tanahnya menjadi lebih padat dan mudah mampat. Dan apabila mendapat tekanan dari pembebanan maka penurunan tanah yang terjadi akan semakin berkurang.

B. Saran

1. Sampel tanah yang akan digunakan sebaiknya pada kondisi jenuh air pada kondisi aslinya. Sampel tanah yang diambil dari lokasi saat akan dipindahkan sebaiknya tertutup rapat agar kadar air dalam tanah dapat terjaga.
2. Perlunya ketelitian pada saat melakukan penelitian pada pemodelan boks uji ini. Agar didapat hasil yang akurat dan bisa di sesuaikan dengan kondisi lapangan.
3. Perlunya ketelitian pembacaan dial pada saat proses pengujian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Das, M. Braja. 1995. **Mekanika Tanah (Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknis)**, Jilid I, Erlangga . Jakarta.
- Faishol. (2013). **Pengertian Tanah**. Diperoleh 10 Januari 2013, dari <http://faisholanaknusantara.blogspot.com/2013/01/pengertian-tanah.html>
- Hardiyatmo, Hary Christady. 1996. **Mekanika Tanah 1**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta..
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2002. **Mekanika Tanah 2**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Rahmat Hidayat. (2013). Ilmu Tanah: Pengertian Tanah Menurut Para Ahli. Diperoleh 10 Januari 2013, dari <http://forester-untad.blogspot.com/2013/04/ilmu-tanah-pengertian-tanah-menurut.html>
- Terzaghi, K. Peck, R.B. (1965), **Mekanika Tanah dalam. Praktek Rekayasa Jilid 1**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Universitas Lampung. 2011. **Pedoman Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung**. Universitas Lampung. Lampung.