

**STUDI EKSPERIMEN DERAJAT KEPADATAN TANAH *STANDARD PROCTOR* LABORATORIUM TERHADAP ALAT TEKAN PEMADAT MODIFIKASI MENGGUNAKAN TANAH TIMBUNAN PILIHAN**

(Skripsi)

Oleh

**ASTRI NOVALIA**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2017**

## ABSTRAK

### **STUDI EKSPERIMEN DERAJAT KEPADATAN TANAH *STANDARD PROCTOR* LABORATORIUM TERHADAP ALAT TEKAN PEMADAT MODIFIKASI MENGGUNAKAN TANAH TIMBUNAN PILIHAN**

Oleh

**ASTRI NOVALIA**

Berhubungan dengan pembangunan infrastruktur di provinsi Lampung yang berkaitan dalam bidang transportasi yaitu pembangunan Jalan Tol Lintas Sumatera yang terjadi karena peningkatan kendaraan. Oleh karena itu dalam membangun suatu konstruksi berkaitannya dengan kondisi fisik tanah, hal ini disebabkan karena tanah merupakan salah satu material yang sangat berperan penting dalam mendukung suatu konstruksi. Untuk mendapatkan tanah timbunan pilihan dengan kualitas yang baik, maka diperlukan pemadatan tanah. Maka dari itu diperlukan Penelitian untuk membandingkan besaran energy pada tanah timbunan pilihan dari derajat kepadatan tanah *standard proctor* terhadap alat uji tekan pemadat modifikasi

Penelitian ini menggunakan sampel tanah yang berasal dari daerah Gedung Agung Kec. Jati Agung, Lampung Selatan yaitu tanah timbunan pilihan. Pelaksanaan pengujian alat tekan pemadat modifikasi dengan menggunakan tiga sampel tanah pada masing-masing tekanan, tekanan yang digunakan adalah 5 MPa, 10 MPa, 15 MPa dan 20 MPa.

Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa berat volume maksimum ( $\gamma_{dmaks}$ ) sebesar 1,62 gr/cm<sup>3</sup> pada pengujian tanah timbunan pilihan metode *standard proctor* dengan hasil pada alat tekan pemadat modifikasi didapat nilai tekanan sebesar 9 MPa. Sedangkan pada pengujian tanah timbunan biasa didapatkan nilai tekanan sebesar 7 MPa dengan berat volume maksimum ( $\gamma_{dmaks}$ ) sebesar 1,4 gr/cm<sup>3</sup>.

Kata kunci : *Standar Proctor*, Alat Tekan Pemadat Modifikasi, Pemadatan, Tanah Timbunan Pilihan

## **ABSTRACT**

### **STUDY EKSPERIMENT DEGREE OF SOIL DENSITY *STANDARD* *PROCTOR* LABORATORY TO MODIFIED PRESS TEST COMPACTION TOOLS USING SOIL PILE**

**By**

**ASTRI NOVALIA**

According to the development of the infrastructure in Lampung province which is related to the transportation sector is the making of Toll Road Lintas Sumatera which happened because for the increase of vehicle in Lampung. Therefore, in constructing a construction related to physical condition of the soil, this is happened because soil is one of the materials that plays an important role in supporting a construction. To get a good choice of soil pile, soil compaction is required. Therefore, it is needed to compare the amount of energy in the choice of soil density of standard proctor soil density against the compactor of compressor modification test.

This study used soil samples from the area of Gedung Agung Kec. Jati Agung, South Lampung is the land of choice hoard. Implementation of compression modulator compression testing using three soil samples at each pressure, the pressure used is 5 MPa, 10 MPa, 15 MPa and 20 MPa.

Laboratory experiment results show that the maximum volume weight ( $\gamma_{dmax}$ ) of 1.62 gr / cm<sup>3</sup> amount on standard proctor method tests with the results on modified press test compaction tools obtain pressure value of 9 MPa. Whereas in the regular heap soil testing obtained a pressure value of 7 MPa with maximum volume weight ( $\gamma_{dmax}$ ) of 1.4 gr / cm<sup>3</sup>.

**Keywords :** Standard Proctor, Modified Press Compactor Tools, Compaction, Soil Pile.

**STUDI EKSPERIMEN DERAJAT KEPADATAN TANAH *STANDARD PROCTOR* LABORATORIUM TERHADAP ALAT TEKAN PEMADAT MODIFIKASI MENGGUNAKAN TANAH TIMBUNAN PILIHAN**

**Oleh**

**ASTRI NOVALIA**

**Skripsi**

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

**Pada**

**Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2017**

Judul Skripsi : **STUDI EKSPERIMEN DERAJAT  
KEPADATAN TANAH *STANDARD*  
PROCTOR LABORATORIUM TERHADAP  
ALAT TEKAN PEMADAT MODIFIKASI  
MENGUNAKAN TANAH TIMBUNAN  
PILIHAN**

Nama Mahasiswa : **Astri Novalia**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1315011017

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik



**Ir. Idharmahadi Adha, M.T.**  
NIP 19590617 198803 1 003

**Ir. Setyanto, M.T.**  
NIP 19550830 198403 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil

**Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.**  
NIP 19700915 199503 1 006

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

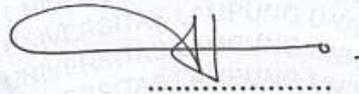
Ketua

: **Ir. Idharmahadi Adha, M.T.**



Sekretaris

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



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Lusmellia Afriani, D.E.A.** .....



**2. Dekan Fakultas Teknik**



**Prof. Dr. Suharno, M.Sc.**

NIP. 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 27 November 2017

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Skripsi dengan judul Studi Eksperimen Derajat Kepadatan Tanah *Standard Proctor* Laboratorium Terhadap Alat Tekan Pematik Modifikasi Menggunakan Tanah Timbunan Pilihan adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung,

2017

Pembuat Pernyataan


Astri Novalia

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Metro pada tanggal 25 November 1995, sebagai anak keempat dari empat dari Bapak Halawi dan Ibu Tursiah.

Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) Perwanida Metro diselesaikan pada tahun 2000, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Pertiwi Teladan Metro pada tahun 2007, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan pada tahun 2010 di SMP N 3 Metro, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMA Kartikatama Metro pada tahun 2013. Tahun 2013, penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Penulis telah melakukan Kerja Praktik (KP) pada Proyek Pembangunan Gedung Rawat Inap Kebidanan RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Provinsi Lampung selama 3 bulan. Penulis juga telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Karang Jawa, Kecamatan Anak Ratu Aji, Kabupaten Lampung Tengah selama 40 hari pada periode Januari-Februari 2017. Penulis mengambil tugas akhir dengan judul Studi Eksperimen Derajat Kepadatan Tanah *Standard Proctor* Laboratorium Terhadap Alat Tekan Pematik Modifikasi Menggunakan Tanah Timbunan Pilihan. Selama menjadi mahasiswi penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) sebagai anggota Bidang Kesekretariatan pada periode tahun 2014-2015.

# *Persembahan*

Untuk Kedua Orangtuaku tercinta yang selalu mendoakan dan memberi dukung dalam segala hal.

Untuk Saudara Kandungku Dwi, Hendra dan Irvan yang selalu memberikan semangat dan doa.

Untuk Semua Sahabatku. Terimakasih atas bantuan, do'a, dukungan, dan motivasi nya selama ini. Semoga Allah membalas kebaikan kalian serta selalu diberikan kemudahan.

Untuk semua guru-guru dan dosen-dosen yang telah mengajarkan banyak hal kepadaku. Terima kasih untuk ilmu, pengetahuan, dan pelajaran hidup yang sudah diberikan.

Untuk semua teman-teman baikku , keluarga baruku, rekan seperjuanganku, Teknik Sipil Universitas Lampung Angkatan 2013. Terima kasih untuk semua yang telah kalian berikan.

# MOTTO

**Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain).**

**(QS. Al-Insyirah,6-7)**

**Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan sesuatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka**

**(Q. S. Ar-ra'd: 11)**

**Selalu melakukan yang terbaik, Hidup untuk melangkah, segala sesuatu yang telah terjadi hanya dapat di sesali dan di perbaiki, karena waktu tidak dapat di putar kembali**

**(Anonim)**

## SANWACANA

puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi dengan judul Studi Eksperimen Derajat Kepadatan Tanah *Standard Proctor* Laboratorium Terhadap Alat Tekan Pematik Modifikasi Menggunakan Tanah Timbunan Pilihan dapat terselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik (S1) Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Suharno, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Bapak Ir. Idharmahadi Adha, M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan ilmu pengetahuan, saran, kritik, semangat dan bimbingan dalam penyusunan skripsi.
4. Bapak Ir. Setyanto, M.T., selaku Dosen Pembimbing kedua yang telah memberikan ilmu pengetahuan, saran, kritik, semangat dan bimbingan dalam penyusunan skripsi

5. Ibu Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., selaku Dosen Penguji skripsi atas kritik, saran, serta bimbingan dalam proses penyusunan skripsi.
6. Bapak Ir. Eddy Purwanto, 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. Keluarga tercinta terutama orang tuaku, Halawi dan Tursiah, kakakku Dwi, Hendra dan Irvan, serta seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa.
9. Sahabat-sahabatku, Erny, Zara, , Dwi, Septi, Tika, Fajar, Arip, Ican, Anwar, Kikay, Dimas, Melly, rekan seperjuangan Teknik Sipil Universitas Lampung Angkatan 2013, seluruh kakak-kakak, dan adik-adik yang telah mendukung dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Sahabat-sahabatku di Asrama Narumi dan Genta (Febry, Niken, Rafi, Dila, Apsari, Yunita, Lia, Indri, Senja, Hasung, Lusi, Atul, Anita) atas dukungan dan kebersamaannya selama ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, November 2017

Penulis

**Astri Novalia**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	vi
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	2
C. Batasan Masalah .....	3
D. Tujuan Penelitian .....	3
E. Manfaat Penelitian .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Tanah.....	5
1. Definisi Tanah .....	5
2. Tanah Timbunan .....	5
3. Klasifikasi Tanah .....	7
B. Pemadatan Tanah .....	12
1. Definisi Pemadatan Tanah .....	12
2. Dasar-dasar Teori Pemadatan Tanah .....	12
3. Pemadatan di Lapangan .....	16
C. Studi Literatur .....	18
<b>III. METODE PENELITIAN</b>	
A. Bahan Penelitian .....	21
B. Alat Tekan Pemadat Modifikasi .....	22
C. Metode Pengambilan Sampel .....	24
D. Pelaksanaan Pengujian .....	24
E. Bagan Alir Penelitian .....	35
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Data Hasil Pengujian Sifat Fisik Sampel Tanah.....	36
B. Klasifikasi Sampel Tanah .....	42
C. Uji Alat Tekan Pemadat Modifikasi .....	43

<b>V. PENUTUP</b>	
A. Kesimpulan .....	52
B. Saran .....	53

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN A**

**LAMPIRAN B**

**LAMPIRAN C**

**LAMPIRAN D**

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Simbol Pada Klasifikasi Tanah <i>Unified</i> .....	8
2. Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS .....	9
3. Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO .....	11
4. Hasil Pengujian Alat Tekan Modifikasi pada Kondisi Rata-rata .....	18
5. Hasil Pengujian Batas <i>Atterberg</i> Tanah .....	37
6. Hasil Pengujian Analisis Saringan .....	38
7. Hasil Pengujian Analisis Hidrometer .....	40
8. Hasil Pengujian Sampel Tanah .....	42
9. Hasil Perhitungan Pengujian Alat Tekan Pematat Modifikasi Pada Tekanan 5 MPa.....	44
10. Hasil Perhitungan Pengujian Alat Tekan Pematat Modifikasi Pada Tekanan 10 Mpa .....	45
11. Hasil Perhitungan Pengujian Alat Tekan Pematat Modifikasi Pada Tekanan 15 Mpa .....	46
12. Hasil Perhitungan Pengujian Alat Tekan Pematat Modifikasi Pada Pada Tekanan 20 Mpa .....	47
13. Hasil Pengujian Alat Tekan Modifikasi Berdasarkan Kondisi Optimum .....	49

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Alat Uji Pemadatan Tanah <i>Standard Proctor</i> .....	14
2. Kurva Hubungan Kadar Air dengan Berat Volume Kering .....	14
3. Hubungan Berat Volume Kering Kondisi Rata-rata dengan Tekanan pada Uji Alat Tekan Modifikasi .....	18
4. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah .....	21
5. Sketsa Alat Tekan Pemadat Modifikasi .....	22
6. Alat Tekan Pemadat Modifikasi .....	23
7. Bagan Alir Penelitian .....	35
8. Grafik Analisis Saringan .....	39
9. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air.....	40
10. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air Pada Uji Alat Tekan Modifikasi untuk Tekanan 5 Mpa .....	44
11. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air Pada Uji Alat Tekan Modifikasi untuk Tekanan 10 Mpa .....	45
12. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air Pada Uji Alat Tekan Modifikasi untuk Tekanan 15 Mpa .....	46
13. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air Pada Uji Alat Tekan Modifikasi untuk Tekanan 20 Mpa .....	47
14. Hubungan ZAV, Berat Volume Kering dan Kadar Air Berdasarkan Uji Alat Tekan Pemadat Modifikasi pada Tanah Timbunan Pilihan .....	48

15. Hubungan Berat Volume Kering pada Kondisi Optimum dengan Tekanan pada Uji Alat Tekan Pemasad Modifikasi .....	50
16. Perbandingan Berat Volume Kering dengan Tekanan pada Tanah Timbunan Biasa dan Tanah Timbunan Pilihan .....	51

## DAFTAR NOTASI

E	= Energi Kepadatan (ft-lb/ft <sup>3</sup> )
Nb	= Jumlah pukulan per lapisan
Ni	= Jumlah lapisan
W	= Berat pemukul (kg)
H	= Tinggi jatuh pemukul (cm)
V	= Volume mold/tabung (cm <sup>3</sup> )
w	= Berat tanah (gram)
Ww	= Berat air (gram)
Ws	= Berat tanah kering (gram)
Wcs	= Berat tanah basah (gram)
Wds	= Berat tanah kering (gram)
Wc	= Berat cawan/ring/kontainer (gram) = Berat volume (gram/cm <sup>3</sup> )
Gs	= Berat jenis
LL	= Batas cair (%)
PL	= Batas plastis (%)
PI	= <i>Plastic index</i> (%)
LI	= <i>Liquid index</i> (%)
b	= Berat volume basah (gram/cm <sup>3</sup> )
d	= Berat volume kering (gram/cm <sup>3</sup> )

$d_{maks}$  = Berat volume kering maksimum (gram/cm<sup>3</sup>)  
 $d_{zav}$  = Zero air void (gram/cm<sup>3</sup>)  
 $w$  = Kadar air (%)  
 $w_{opt}$  = Kadar air optimum (%)  
 $d$  = Diameter (cm)  
 $t$  = Tinggi (cm)  
 $e$  = Angka pori  
 $n$  = Porositas  
 $Sr$  = Derajat kejenuhan (%)  
 $P$  = Persentase berat tertahan/lolos saringan (%)  
 $Wai$  = Berat tanah tertahan (gram)  
 $Cu$  = Koefisien keseragaman  
 $Cc$  = Koefisien gradasi  
 $R1$  = Pembacaan campuran tanah + air + reagent  
 $R2$  = Pembacaan campuran air + reagent  
 $Fm$  = koreksi miniskus hidrometer  
 $T$  = Waktu (menit)  
 $L$  = Kedalaman efektif (mm)  
 $a$  = Konstanta kepadatan suspensi  
 $F200$  = Persentase lolos saringan 200 (%)  
 $SPS$  = Sampel pilihan standar

## **I. PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Saat ini perkembangan pembangunan infrastruktur di Provinsi Lampung semakin maju. Salah satunya dalam bidang transportasi yaitu pembangunan Jalan Tol Lintas Sumatera, hal ini terjadi karena adanya penambahan kebutuhan kendaraan yang semakin pesat dan kebutuhan peningkatan sarana dan prasarana untuk menunjang kegiatan masyarakat. Untuk setiap pekerjaan pembangunan dalam bidang konstruksi selalu berkaitan dengan pekerjaan tanah, hal ini dikarenakan tanah merupakan salah satu material yang sangat berperan penting dalam mendukung suatu konstruksi.

Pada umumnya tanah di suatu daerah tidak selalu memiliki elevasi yang sama, oleh sebab itu diperlukan penggalian atau timbunan tanah agar didapatkan elevasi tanah sesuai rencana. Dalam hal ini keadaan tanah tersebut harus dilakukan perbaikan tanah terlebih dahulu. Setelah tanah tersebut diperbaiki, baru kemudian dirancang suatu konstruksi di atasnya.

Salah satu contoh perbaikan tanah adalah dengan pemadatan tanah. Pemadatan tanah yaitu proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara (Prihatono, 2011). Proses dikeluarkan udara pada pori-pori tanah sehingga butiran tanah akan mampat.

Dengan cara melakukan pemadatan tanah diharapkan memperoleh tanah yang stabil dan memenuhi persyaratan teknis.

Untuk metode pemadatan tanah dapat dilakukan dengan alat pemadatan tanah di lapangan menggunakan alat pemadat mekanis seperti *Tandem Roller* dan pemadatan tanah di laboratorium dengan cara memukul tanah dengan alat pemadat. Untuk mencapai kepadatan tanah tergantung pada kadar air yang ada pada tanah dan untuk mencapai kepadatan maksimum, maka diperlukan nilai kadar air optimum tanah.

Untuk itu, dalam penelitian ini akan dilakukan pemadatan tanah *standard proctor* di laboratorium dengan pemodelan alat tekan pemadat modifikasi menggunakan tanah timbunan pilihan yang berasal dari salah satu lokasi pada proyek Jalan Tol Lintas Sumatera.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan penjelasan latar belakang diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu mengenai sifat-sifat fisik dan mekanis dari sampel tanah yang digunakan. Karena sifat-sifat tanah berbeda maka perlu dilakukan pengujian material pada sampel tanah untuk mengetahui jenis klasifikasi sampel tanah. Pemadatan tanah merupakan cara yang tepat untuk memperoleh tanah yang stabil terhadap beban struktur maupun beban non struktur.

Maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui besarnya energy pada tanah timbunan pilihan dari derajat kepadatan tanah *standard proctor* terhadap alat uji tekan pemadat modifikasi.

### **C. Batasan Masalah**

Batasan masalah meliputi sebagai berikut :

1. Sampel tanah yang digunakan adalah tanah timbunan pilihan yang berasal dari Desa Gedung Agung, Kec. Jati Agung, Bandar Lampung.
2. Pengujian karakteristik tanah yang dilakukan di laboratorium antara lain sebagai berikut :
  1. Pengujian kadar air
  2. Pengujian berat volume
  3. Pengujian berat jenis
  4. Pengujian *Atterberg*
  5. Pengujian analisis saringan
  6. Pengujian hydrometer
  7. Uji pemadatan tanah standar
3. Pengujian dengan alat tekan pemadat modifikasi.

### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanis tanah timbunan pilihan yang berasal dari Desa Gedung Agung, Kec. Jati Agung, Lampung Selatan.
2. Untuk mengetahui besaran energy pada tanah timbunan pilihan dari derajat kepadatan tanah *standard proctor* terhadap alat uji tekan pemadat modifikasi.

### **E. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan untuk dapat mengetahui besaran perbandingan dari derajat kepadatan tanah *standard proctor* di laboratorium dengan pemodelan alat tekan pemadat modifikasi. Dan di harapkan agar dapat bermanfaat bagi dinas pekerjaan umum provinsi, kontraktor dan untuk perkembangan ilmu pengetahuan sehingga menambah wawasan khususnya mengenai pemadatan tanah timbunan pilihan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Tanah

#### 1. Definisi Tanah

Tanah asli merupakan campuran dari butir-butir yang mempunyai ukuran yang berbeda-beda. Tanah secara umum didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral–mineral padat yang tidak tersedimentasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995).

Menurut Craig (1991), tanah adalah akumulasi mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan.

#### 2. Tanah Timbunan

##### a. Tanah Timbunan Pilihan

Timbunan pilihan adalah timbunan atau urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir *subgrade* yang disyaratkan dalam gambar suatu perencanaan, misal untuk mengurangi tebal lapisan pondasi

bawah, atau untuk memperkecil gaya lateral tekanan tanah dibelakang dinding penahan tanah talud jalan. Timbunan hanya boleh diklasifikasikan sebagai timbunan pilihan bila digunakan pada lokasi atau untuk maksud dimana bahan-bahan ini telah disetujui oleh direksi pekerjaan. Timbunan yang diklasifikasikan sebagai timbunan pilihan harus memenuhi semua ketentuan timbunan biasa. Dalam segala hal, seluruh timbunan pilihan harus memiliki nilai CBR paling sedikit 10% setelah 4 hari perendaman bila dipadatkan sampai 100% (Spesifikasi Bina Marga, 2010).

b. Tanah Timbunan Biasa

Timbunan biasa adalah timbunan atau urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir *subgrade* yang disyaratkan dalam gambar perencanaan tanpa maksud khusus lainnya. Timbunan biasa ini juga digunakan untuk penggantian material existing *subgrade* yang tidak memenuhi syarat (Spesifikasi Bina Marga, 2010).

Timbunan yang diklasifikasikan sebagai timbunan biasa harus terdiri dari tanah yang disetujui oleh pengawas yang memenuhi syarat untuk digunakan dalam pekerjaan permanen. Bahan yang dipilih tidak termasuk tanah yang plastisitasnya tinggi. Adapun bahan untuk timbunan biasa memiliki sifat sebagai berikut :

- 1) Tanah yang tidak mengandung organik seperti jenis tanah OL, OH, dan Pt dalam sistem USCS.

2) Tidak termasuk tanah yang berplastisitas tinggi, yang diklasifikasikan sebagai A-7-6 menurut AASHTO.

3) Harus memiliki nilai CBR tidak kurang dari karakteristik daya dukung tanah yaitu tidak kurang dari 6%.

c. Timbunan pilihan berbutir

Timbunan pilihan berbutir digunakan sebagai lapisan penopang pada tanah lunak yang mempunyai CBR lapangan kurang 2 % tidak dapat ditingkatkan dengan stabilisasi di atas tanah rawa. Timbunan pilihan berbutir di atas tanah rawa adalah bahan timbunan untuk keadaan penghamparan dalam kondisi jenuh atau banjir tidak dapat dihindarkan haruslah batu, pasir atau kerikil atau bahan berbutir bersih lainnya dengan index plastisitas maksimum 6% (Spesifikasi Bina Marga, 2010).

### 3. 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.

Adapun sistem klasifikasi tanah yang telah umum digunakan adalah :

a. Sistem Klasifikasi *Unified Soil Classification System (USCS)*

Klasifikasi *Unified System* tanah dikelompokkan menjadi 2 yaitu:

1. Tanah berbutir kasar adalah yang mempunyai presentase lolos saringan No. 200 < 50%. Tanah butir kasar terbagi atas kerikil dengan simbol G (*gravel*), dan pasir dengan simbol S (*sand*).
2. Tanah berbutir halus adalah yang mempunyai presentase lolos saringan No. 200 > 50%. Tanah butir halus terbagi atas lanau dengan simbol M (*silt*), lempung dengan simbol C (*clay*), serta lanau dan lempung organik dengan symbol O, bergantung pada tanah itu terletak pada grafik plastisitas. Tanda L untuk plastisitas rendah dan tanda H untuk plastisitas tinggi.

Tabel 1. Simbol Pada Klasifikasi Tanah *Unified*

Jenis Tanah	Prefiks	Sub Kelompok	Sufiks
Kerikil	G	Gradasi baik Gradasi Buruk	W P
Pasir	S	Berlanau Berlempung	M C
Lanau	M		
Lempung	C	WL<50%	L
Organik	O	WL>50%	H
Gambut	Pt		

Sumber : *Bowles, 1989*

Keterangan :

W = *Well Graded* (tanah dengan gradasi baik).

P = *Poorly Graded* (tanah dengan gradasi buruk).

L = *Low Plasticity* (plastisitas rendah, LL<50).

H = *High Plasticity* (plastisitas tinggi, LL > 50).

Tabel 2. Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS

Divisi Utama	Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi		
Tanah berbutir kasar $\geq 50\%$ butiran tertahan saringan No. 200	Kerikil $50\% \geq$ fraksi kasar tertahan saringan No. 4	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		
		GM	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung	
		Pasir $\geq 50\%$ 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 $\leq 50\%$	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	
			Lanau dan lempung batas cair $\geq 50\%$	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	Peat (gambut), muck, 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 : Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol double

**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 didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai double simbol

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

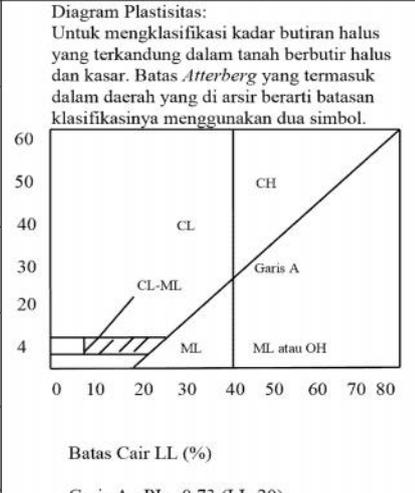
$Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$  Antara 1 dan 3

Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW

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

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

Bila batas *Atterberg* berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai double simbol



(Sumber : Hardiyatmo 2002)

## b. Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) bertujuan untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (*sub-base*) dan tanah dasar (*subgrade*).

Berdasarkan sifat tanahnya dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar yaitu :

1. Kelompok tanah berbutir kasar adalah tanah berbutir dimana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No. 200 dan diklasifikasikan ke dalam kelompok A-1, A-2, dan A-3.
2. Kelompok tanah berbutir halus adalah tanah yang dimana lebih dari 35% butirannya lolos ayakan No. 200 dan termasuk butiran dalam kelompok A-4 sampai A-7 yang sebagian besar adalah lanau dan lempung. Sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria dibawah ini :

### a. Ukuran butiran :

- Kerikil: bagian tanah yang lolos ayakan dengan diameter 75 mm (3 in) dan yang tertahan pada ayakan nomor 10 (2 mm).
- Pasir: bagian tanah yang lolos ayakan nomor 10 (2 mm) dan yang tertahan pada ayakan nomor 200 (0,075 mm).
- Lanau dan Lempung: bagian tanah yang lolos ayakan nomor 200 (0,075 mm).

## b. Plastisitas :

Tanah mempunyai indeks plastisitas sebesar 10 atau kurang termasuk tanah berlanau. Sedangkan, tanah mempunyai indeks plastis sebesar 11 atau lebih termasuk tanah berlempung.

Tabel. 3 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	Maks 50						
No. 40	Maks 30	Maks 50	Min 51				
No. 200	Maks 15	Maks 25	Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat Fraksi yang lolos ayakan No. 40							
Batas cair (LL)				Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41
Indeks plastisitas (PI)	Maks 6		NP	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11
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)	Maks 40		Min 41		Maks 40		Min 41
Indeks Plastisitas (PI)	Maks 10		Maks 10		Min 11		Min 11
Tipe mineral yang paling dominan	Tanah Berlanau			Tanah Berlempung			
Pennilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek						

(Hardiyatmo, 2002)

## B. Pemadatan Tanah

### 1. Definisi Pemadatan Tanah

Pemadatan (*compaction*) adalah proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara namun tidak terjadi perubahan volume air yang cukup berarti (Craig, 1994). Tingkat pemadatan diukur dari berat volume kering yang dipadatkan. Bila air ditambahkan pada suatu tanah yang sedang dipadatkan, air tersebut akan berfungsi sebagai unsur pembasah atau pelumas pada partikel-partikel tanah. Karena adanya air, partikel-partikel tersebut agar lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dengan membentuk kedudukan yang lebih rapat/padat. Usaha pemadatan yang sama, berat volume kering dari tanah akan naik bila kadar air dalam tanah (pada saat dipadatkan) meningkat (Prihatono, 2011).

### 2. Dasar-dasar Teori Pemadatan Tanah

#### a. Prinsip Pemadatan Tanah

Pada awal proses pemadatan, berat volume tanah kering ( $\gamma_d$ ) bertambah seiring dengan ditambahkan kadar air. Pada kadar air nol ( $w=0$ ), berat volume tanah basah ( $\gamma_b$ ) sama dengan berat volume tanah kering ( $\gamma_d$ ). Ketika kadar air berangsur-angsur ditambah (dengan usaha pemadatan yang sama), berat butiran tanah padat per volume satuan ( $\gamma_d$ ) juga bertambah. Pada kadar air lebih besar dari kadar air tertentu, yaitu saat kadar air optimum, kenaikan kadar air justru mengurangi berat volume

keringnya. Hal ini karena, air mengisi rongga pori yang sebelumnya diisi oleh butiran padat. Kadar air pada saat berat volume kering mencapai maksimum ( $d_{mak}$ ) disebut kadar air optimum (Hardiyatmo:2002).

#### b. Pemasatan Standar

Untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan pematatan, maka umumnya dilakukan pengujian pematatan.

*Proctor (1933)* dalam Hardiyatmo (2002), telah mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering yang padat. Untuk berbagai jenis tanah pada umumnya salah satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai berat volume kering maksimumnya ( $d_{mak}$ ).

Hubungan berat volume kering ( $d$ ) dengan berat volume basah ( $b$ ) dan kadar air ( $w$ ), dinyatakan dalam persamaan :

$$d = \frac{b}{1 + w} \dots\dots\dots (1)$$

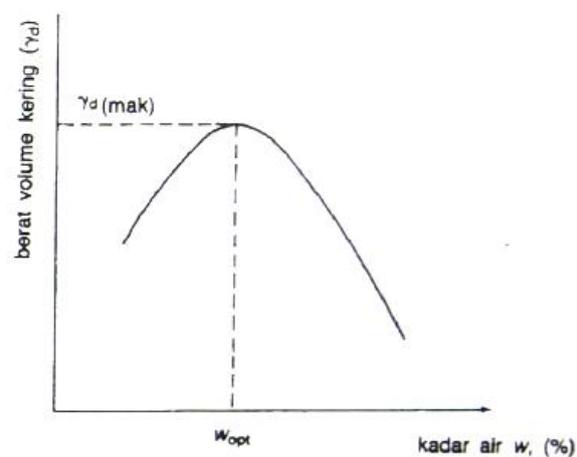
Berat volume kering setelah pematatan bergantung pada jenis tanah, kadar air, dan usaha yang diberikan oleh alat penumbuknya. Karakteristik kepadatan tanah dapat dinilai dari pengujian pematat standar laboratorium. Prinsip pengujiannya diterangkan dibawah ini. Alat pematat berupa silinder (*mold*) yang mempunyai diameter 10,2 cm dan tinggi 11,6 cm. Tanah di dalam mold dipadatkan dengan penumbuk

yang beratnya 2,5 kg dengan tinggi jatuh 30,5 cm. Tanah dipadatkan dalam 3 (tiga) lapisan dengan tiap lapisan ditumbuk sebanyak 25 kali pukulan. Berikut merupakan alat pepadatan tanah standar pada gambar 1.



Gambar 1. Alat Pengujian Pepadatan *Standard Proctor*

Adapun grafik hubungan kadar air optimum dan berat volume kering maksimum, diperlihatkan pada gambar berikut :



Gambar 2. Kurva Hubungan Kadar Air dengan Berat Volume Kering (Hardiyatmo 2002)

Menurut SNI 1742:2008, Pemadatan tanah di laboratorium dilakukan untuk menentukan kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum. Untuk peralatan yang digunakan berupa cetakan diameter 101,60 mm mempunyai kapasitas  $943 \text{ cm}^3 \pm 8 \text{ cm}^3$  dengan diameter dalam 101,60 mm  $\pm 0,41$  mm dan tinggi 116,43 mm  $\pm 0,13$  mm dan cetakan diameter 152,40 mm mempunyai kapasitas  $2124 \pm 21 \text{ cm}^3$  dengan diameter dalam 152,40 mm  $\pm 0,66$  mm dan tinggi 116,43 mm  $\pm 0,13$  mm. Pemadatan tanah dalam cetakan yang akan dipadatkan menggunakan beberapa alat penumbuk, yaitu :

1. Alat penumbuk tangan (manual)

Penumbuk dengan massa  $2,495 \text{ kg} \pm 0,009 \text{ kg}$  dan mempunyai permukaan berbentuk bundar dan rata, diameter 50,80 mm  $\pm 0,25$  mm.

2. Alat penumbuk mekanis

Alat penumbuk mekanis dilengkapi alat pengontrol tinggi jatuh bebas 305 mm  $\pm 2$  mm di atas permukaan tanah yang akan dipadatkan dan dapat menyebarkan tumbukan secara merata di atas permukaan tanah. Alat penumbuk harus mempunyai massa  $2,495 \text{ kg} \pm 0,009 \text{ kg}$  dan mempunyai permukaan tumbuk berbentuk bundar dan rata, berdiameter 50,80 mm  $\pm 0,25$  mm.

- c. Energi Pemadatan

Dalam uji pemadatan tanah telah diketahui bahwa kadar air memiliki pengaruh yang besar terhadap tingkat kepadatan yang dapat dicapai

oleh suatu tanah. Namun selain dari kadar air terdapat pula faktor lain yang mempengaruhi kepadatan yaitu jenis tanah dan usaha (energi) pemadatan.

Energi yang dibutuhkan untuk pemadatan pada pemadatan standar (Hardiyatmo, 1992) dirumuskan sebagai berikut :

$$E = \frac{N b N i W H}{V} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

$E$  = Energi Kepadatan (ft-lb/ft<sup>3</sup>)

$N b$  = Jumlah pukulan per lapisan

$N i$  = Jumlah lapisan

$W$  = Berat pemukul (kg)

$H$  = Tinggi jatuh pemukul (cm)

$V$  = Volume mold/tabung (cm)

### 3. Pemadatan di Lapangan

#### a. Metode Pemadatan di Lapangan

Dalam proses pemadatan tanah di lapangan dapat dilakukan dengan beberapa cara. Pemadatan ini dapat dilakukan dengan memberikan getaran, khususnya pada partikel yang kering dan seragam. Sedangkan pada jenis material yang liat dan banyak mengandung air, pemadatan

dilakukan dengan memberikan tekanan di atasnya. Pada kebanyakan tanah yang mengandung partikel halus dan sedikit lembab, pemadatan dilakukan dengan memberi tekanan dengan berat yang tetap (*static weight*), getaran (*vibrating*) atau keduanya. Adapun energi yang diberikan oleh alat terhadap permukaan tanah dilakukan dengan beberapa metode yaitu :

1. *Kneading* atau pemerasan
2. *Static weight* atau pemberat
3. *Vibration* atau getaran
4. *Impact* atau tumbukan

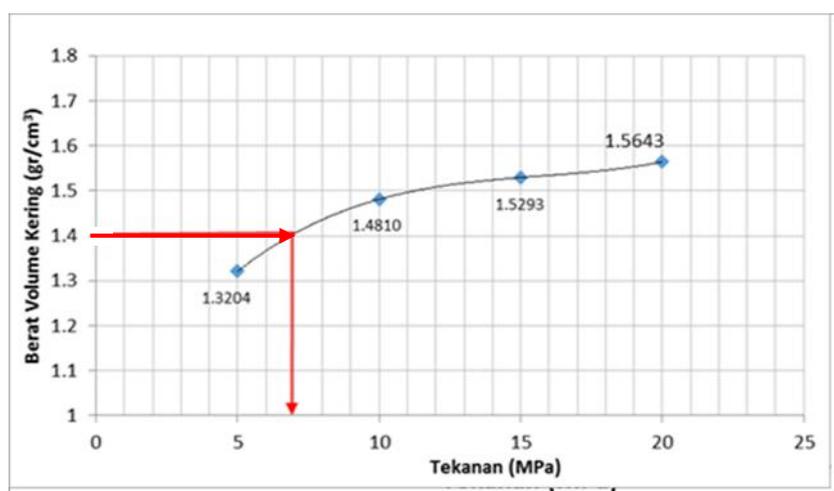
### C. Studi Literatur

Berikut penelitian yang dapat dijadikan referensi tambahan dan dapat digunakan untuk data sekunder yaitu:

1. Robianti (2017), dengan penelitian tentang percobaan pengujian pemadatan tanah metode *standard proctor* dengan alat uji tekan pemadat modifikasi. Dengan tujuan mengetahui energi yang timbul dari pemadatan tanah *standard proctor* terhadap alat uji tekan pemadat memodifikasi, dengan hasil pengujian sampel tanah yang digunakan berdasarkan system klasifikasi USCS tanah tersebut digolongkan kedalam kelompok SC yaitu tanah pasir lempung. Untuk pengujian alat tekan modifikasi hasilnya sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Pengujian Alat Tekan Modifikasi pada Kondisi Rata-rata

Nama Sampel	Kadar Air (%)	Berat Volume Kering (gr/cm <sup>3</sup> )
5 Mpa	23,79	1,32
10 Mpa	25,52	1,48
15 Mpa	24,91	1,53
20 Mpa	24,37	1,56



Gambar 3. Hubungan Berat Volume Kering Kondisi Rata-rata dengan Tekanan pada Uji Alat Tekan Modifikasi.

Berdasarkan pengujian alat tekan pemadat modifikasi, hasil uji *standard proctor* di laboratorium didapat nilai berat volume kering maksimum ( $d_{maks}$ ) sebesar  $1,4 \text{ gr/cm}^3$ . Apabila dikonversi terhadap hasil uji alat tekan modifikasi didapat nilai tekanan sebesar 7 Mpa. Untuk mengontrol tekanan sebesar 7 Mpa mendekati hasil uji *standard proctor* dilakukan pengujian kembali dengan alat uji tekan pemadat modifikasi didapat nilai  $d$  sebesar  $1,3782 \text{ gr/cm}^3$ .

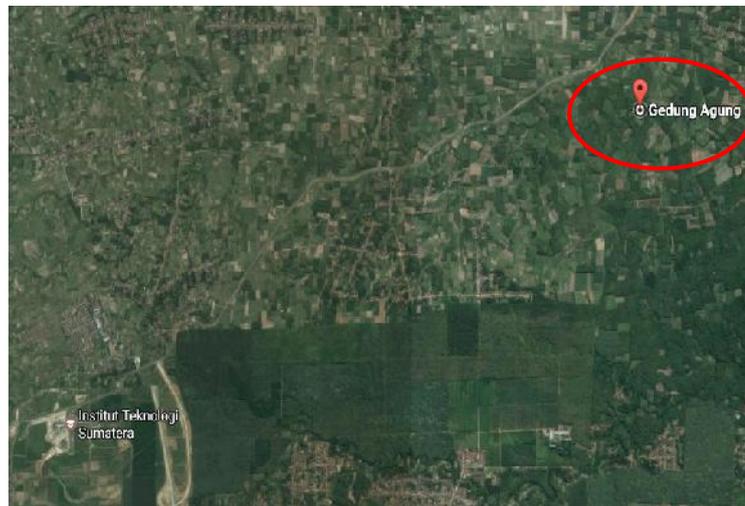
2. Yamali, F.R. (2016), dengan penelitian tentang Analisa Energi alat pemadat tanah lempung di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis energi pematatan tanah lempung di laboratorium dan di lapangan. Berdasarkan hasil penelitian didapat energi alat pemadat di laboratorium untuk pemadatan modifikasi energi yang dihasilkan lebih besar yaitu  $2642749 \text{ joule/m}^3$  dibandingkan energi pemadatan standar sebesar  $593876 \text{ joule/m}^3$ . Untuk alat pemadat di lapangan energi yang dihasilkan pemadatan tanah lempung dengan 1 lintasan adalah sebesar 64,43 joule (tiap cm lebar roda) dan 515,47 joule (tiap cm lebar roda) untuk 8 lintasan. Hal ini menunjukkan energi semakin bertambah seiring dengan penambahan jumlah lintasan.
3. Muda, A. (2016), dengan penelitian tentang model pendekatan alat uji kepadatan ringan untuk tanah di laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk uji kepadatan ringan dan mendapatkan hasil yang sama dengan SNI 1742:2008 atau *margin error* 5%. Berdasarkan hasil pengujian kepadatan ringan SNI 1742:2008 bahwa tanah lempung Palangka Raya mempunyai

berat isi kering maksimum ( $d_{maks}$ )  $1.51 \text{ gr/cm}^3$  dan kadar air optimum ( $w_{opt}$ ) 25,74%. Menurut Gregg (1960), tanah ini termasuk lanau-lempung dengan perkiraan kinerja timbunan buruk sampai bagus, karena dari hasil pengujian tanah ini mempunyai berat volume kering maksimum ( $d_{maks}$ )  $1,49 - 1,88 \text{ gr/cm}^3$  dan kadar air optimum ( $w_{opt}$ ) 15 – 30%. Kemudian, tanah ini termasuk lempung dengan perkiraan kinerja timbunan buruk sampai sedang, karena kepadatan tanah dengan *margin error* 5% dan memiliki penilaian yang sama dengan SNI 1742:2008 terhadap kinerja timbunan, maka model memenuhi syarat sebagai alat uji kepadatan ringan untuk tanah di laboratorium dan memiliki standar yang sama dengan SNI 1742:2008

### III. METODE PENELITIAN

#### A. Bahan Penelitian

Adapun bahan penelitian yang digunakan yaitu sampel tanah berupa tanah timbunan pilihan yang berasal dari Gedung Agung Kec. Jati Agung, Lampung Selatan. Lokasi pengambilan sampel dipilih pada daerah tersebut karena merupakan lokasi pengambilan sampel tanah timbunan pilihan pada pembangunan Jalan Tol Lintas Sumatera yang digunakan untuk pemadatan tanah.

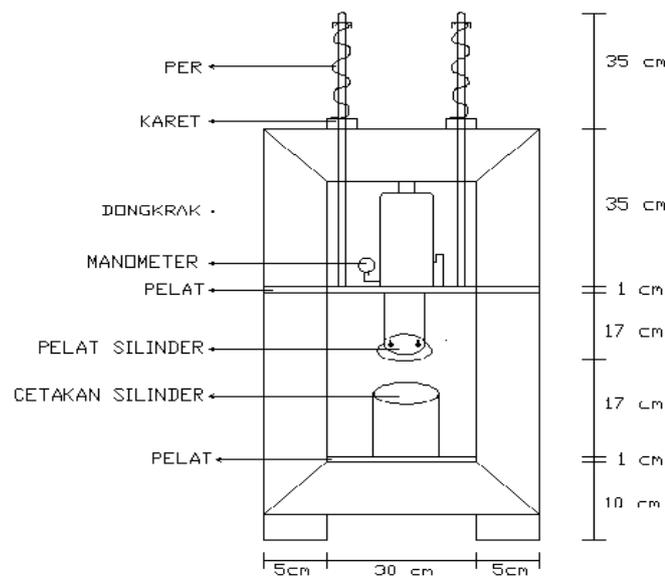


Gambar 4. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

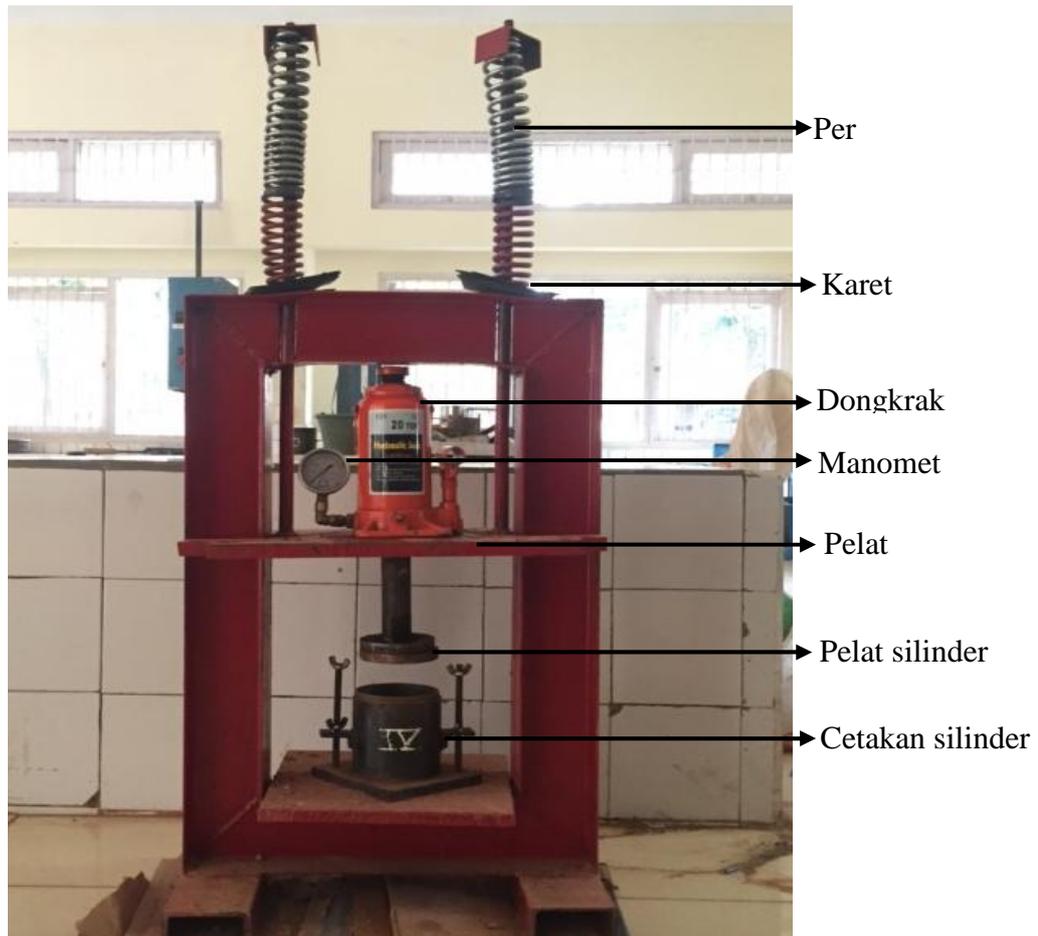
## B. Alat Tekan Pematik Modifikasi

Pada penelitian ini digunakan alat tekan pematik modifikasi berfungsi memadatkan tanah dengan dibuat memodifikasi sebuah dongkrak yang menggunakan prinsip kerja sistem hidrolis secara manual dengan manometer untuk mengukur tekanan yang diberikan saat melakukan pengujian. Cetakan yang digunakan yaitu silinder dengan tinggi 11,6 cm dan diameter 10,2 cm.

Adapun Cara kerja alat tekan pematik modifikasi yaitu cara memompa dongkrak secara manual dengan pelat yang berada di bawah dongkrak akan turun. Saat dongkrak dipompa akan menekan tanah yang ada di dalam cetakan dan per yang berada di atas menurun menahan beban yang diterima dari dongkrak. Pada saat tanah di padatkan maka manometer akan bergerak sehingga mengetahui besar tekanan yang di terima tanah dengan membaca pada manometer.



Gambar 5. Alat Tekan Pematik Modifikasi



Gambar 6. Alat Tekan Pematik Modifikasi

### C. Metode Pengambilan Sampel

Proses pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara pengambilan langsung sampel tanah yang berasal dari Gedung Agung Kec. Jati Agung, Lampung Selatan. Sampel tanah yang diambil meliputi tanah tidak terganggu (*undisturb* sampel) yaitu tanah yang masih alami tidak terganggu oleh lingkungan luar dan tanah terganggu (*disturb* sampel) yaitu tanah yang tidak alami lagi yang telah terganggu oleh lingkungan luar. Pada pengambilan sampel tanah *undisturb* sampel dilakukan dengan menggunakan tabung yang digunakan untuk pengujian kadar air, berat volume, dan berat jenis sedangkan

*disturb* sampel dilakukan dengan cara penggalian menggunakan cangkul dan memasukkannya kedalam karung yang digunakan untuk pengujian *atterberg limit*, analisa saringan, analisa hidrometer, dan *standard proctor*.

Selanjutnya untuk sampel tanah yang telah diambil digunakan sebagai sampel pengujian awal dan memenuhi persyaratan sebagai tanah timbunan pilihan, maka akan dilanjutkan untuk pengujian kepadatan tanah *standard* dengan alat tekan pematat modifikasi menggunakan undisturb sampel.

#### **D. Pelaksanaan Pengujian**

Pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung. Adapun pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Pengujian fisik tanah pada tanah asli ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik tanah yang digunakan sebagai bahan sampel. Kemudian hasil dari pengujian akan dianalisis sesuai dengan klasifikasi tanah menurut USCS dan AASHTO untuk mengetahui tanah tersebut termasuk klasifikasi tanah.

Selanjutnya Pengujian dengan alat tekan pematat modifikasi, dengan prosedur pengujian menggunakan alat uji tekan pematat modifikasi yang dilakukan pada tekanan 5Mpa, 10 Mpa, 15 Mpa dan 20 Mpa dengan kadar air yang sama.

##### **1. Pengujian Sifat Fisik**

###### **1. Pengujian Kadar Air**

Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui kadar air tanah pada sampel tanah, yaitu perbandingan antara berat air yang terkandung dalam butiran tanah dengan butiran tanah kering yang dinyatakan dalam persen. Cara pengujian berdasarkan ASTM D-2216. Dengan cara pengujian, sebagai berikut :

a. Bahan :

Sampel tanah yang akan diuji seberat antara 30-50 gram.

b. Prosedur :

- 1) Menyiapkan bahan dan sampel tanah yang akan diuji.
- 2) Menimbang ketiga container beserta tutupnya. Lalu memberi nomor pada masing – masing container.
- 3) Memasukkan sampel tanah yang akan diuji kedalam container.
- 4) Menimbang *container* yang telah berisi sampel tanah.
- 5) Memasukkan *container* ke dalam oven pada temperatur 105°C selama 24 jam.
- 6) Menimbang *container* beserta tanah yang telah dikeringkan.

c. Perhitungan :

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} = \frac{W_{cs} - W_{ds}}{W_{ds} - W_c} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

dimana :

$W$  = Berat air

$W_s$  = Berat tanah kering

## 2. Pengujian Berat Volume

Pengujian berat volume bertujuan untuk menentukan berat volume tanah dengan keadaan asli (*undisturbed sample*), yaitu perbandingan

berat tanah dengan volume tanah. Dengan cara pengujian, sebagai berikut :

a. Bahan :

Sampel tanah *undisturb*.

b. Prosedur :

- 1) Membersihkan ring contoh dengan oli agar tanah tidak melekat pada ring kemudian menimbang ring contoh.
- 2) Mengukur diameter dan tinggi permukaan samping ring contoh
- 3) Mengolesi oli pada permukaan ring dan alat pendorong sampel secara merata agar tanah tidak melekat pada ring.
- 4) Mengambil sampel tanah dari tabung contoh yang telah dipersiapkan.
- 5) Memasukkan sampel tersebut pada ring dengan cara menekan ring ke sampel, hingga tanah tertekan padat pada ring.
- 6) Meratakan permukaan tanah dengan pisau.
- 7) Menimbang ring dan sampel pada timbangan dengan ketelitian 0,01 gram, kemudian mencatatnya.

c. Perhitungan :

$$= \frac{W}{V} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

$W$  = Berat tanah

$V$  = Volume ring

### 3. Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah yang lolos saringan No. 200 dengan menggunakan *picnometer* .

Dengan cara pengujian sebagai berikut :

#### a. Bahan :

- 1) Sampel tanah yang lolos saringan No.40 dan telah dikeringkan seberat antara 30-50 gram sebanyak dua sampel.
- 2) Air bersih.

#### b. Peralatan :

- 1) Labu Ukur (*Picnometer*).
- 2) Tungku pemanas (*Boiler*).

#### c. Prosedur :

- 1) Menyiapkan benda uji secukupnya dan mengoven pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$ .
- 2) Mendinginkan tanah lalu menyaring dengan saringan No. 200
- 3) Menimbang *picnometer* dalam keadaan kosong.
- 4) Mengambil sampel tanah antara 25-30 gram.
- 5) Memasukkan sampel tanah ke dalam *picnometer* dan menambahkan air suling sampai menyentuh garis batas labu ukur.
- 6) Dipanaskan diatas tungku pemanas sampai butir-butir udara hilang.
- 7) Mengeringkan bagian luar labu ukur, menimbang dan mencatat hasilnya.

d. Perhitungan :

$$G_s = \frac{W_s}{W_{w1} - W_{w2}} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

$W_s$  = Berat sampel tanah

$W_{w1}$  = Berat air mula – mula

$W_{w2}$  = Berat air sesudah didinginkan

### 3) Pengujian Batas *Atterberg*

Pada pengujian batas *atterberg* bertujuan untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batasan antara keadaan plastis dan keadaan cair, sesuai ketentuan yang ditentukan oleh *atterberg*.

Pengujian dilakukan dengan dua tahap agar mengetahuinya.

Pengujian yang dilakukan yaitu :

a. Pengujian Batas Cair ( *Liquid Limit Test*). Dengan cara pengujian sebagai berikut :

a. Bahan :

1) Sampel tanah yang telah dikeringkan.

2) Air bersih.

b. Peralatan :

1) Alat Batas Cair / Mangkuk *Cassagrande*.

2) Alat Pembuat Alur (*Grooving Tool*).

c. Prosedur :

1) Mengayak sampel tanah menggunakan saringan No. 40.

2) Mengatur tinggi jatuh mangkuk *casagrande* setinggi 10 mm.

- 3) Mengambil sampel tanah sebanyak 150 gram, kemudian diberi air dan aduk hingga merata, kemudian dimasukkan ke dalam 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 yang berbeda sehingga diperoleh 4 macam benda uji dengan jumlah ketukan 2 buah dibawah 25 ketukan dan 2 buah di atas 25 ketukan.

b. Pengujian Batas Plastis ( *Plastic Limit Test* ). Dengan cara pengujian sebagai berikut :

a. Bahan :

- 1) Sampel tanah sebanyak 100 gram.
- 2) Air bersih.

b. Prosedur :

- 1) Mengayak sampel tanah 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.

c. Perhitungan :

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots (6)$$

$$LI = \frac{w - PL}{PI} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan :

PI = *Plastic Index*

LL = Batas Cair

PL = Batas Plastis

w = Berat Air

#### 4) Pengujian Analisa Saringan

Pengujian Analisa Saringan bertujuan untuk mengetahui persentase ukuran butiran tanah dan susunan butiran tanah (gradasi) dari suatu jenis tanah yang tertahan di atas saringan No. 200. Dengan cara pengujian sebagai berikut :

a. Bahan :

- 1) Tanah asli yang telah dioven sebanyak 500 gram.
- 2) Air bersih sebanyak 1500 cc.

b. Peralatan :

- 1) Satu set saringan (*Sieve*).
- 2) Mesin penggetar (*Sieve Shaker*).

c. Prosedur :

- 1) Mengambil sampel tanah sebanyak 500 gram dan memeriksa kadar airnya.
- 2) Meletakkan susunan saringan di atas mesin penggetar dan memasukkan sampel tanah pada susunan yang paling atas kemudian menutup rapat.
- 3) Mengencangkan penjepit mesin dan menghidupkan mesin penggetar selama kira-kira 15 menit.
- 4) Menimbang masing-masing saringan beserta sampel tanah yang tertahan di atasnya.

6) Pengujian Hidrometer

Untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir tanah untuk tanah yang tidak mengandung butir tertahan saringan no. 200. Dengan Cara pengujian sebagai berikut :

1. Bahan :

Sampel tanah sebanyak 100 gram.

2. Peralatan :

- 1) ASTM *soil hydrometer* (151 H)
- 2) Satu set saringan
- 3) Gelas silinder dengan kapasitas 1000 cc
- 4) *Mixer*

### 3. Prosedur :

- 1) Menaruh sampel tanah ke dalam *container*, menuangkan 125 cc larutan air dan *reagent* dan melakukan pemeraman tanah yang sudah tercampur selama 16 jam.
- 2) Menuangkan campuran ke dalam alat pencampur (*mixer*) dan mengaduk selama 15 menit.
- 3) Memindahkan campuran ke gelas ukur silinder. Menambahkan air sehingga mencapai volume  $1000 \text{ cm}^3$ .
- 4) Menyediakan gelas ukur kedua yang hanya berisi air dan *reagent*.
- 5) Menutup dan mengocok gelas ukur secara bolak-balik sekitar 60 kali.
- 6) Melakukan pembacaan hidrometer.

### 7) Pengujian Pemadatan Tanah Standar

Pengujian pemadatan tanah standar bertujuan untuk menentukan kepadatan maksimum suatu jenis tanah melalui cara tumbukan, yaitu mengetahui hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah. Dengan cara pengujian sebagai berikut :

#### a. Bahan :

- 1) Sampel tanah terganggu seberat 12,5 kg.
- 2) Air bersih.

#### b. Peralatan :

- 1) 1 set mold standard.
- 2) Hammer berat 2,5 kg.

c. Prosedur :

- 1) Menghamparkan sampel tanah hingga kering.
- b. Mengayak tanah dengan saringan No.4.
- c. Mengambil sampel tanah sebanyak 12,5 kg yang lolos saringan No.4, kemudian dipindahkan atas 5 bagian, masing-masing 2,5 kg.
- d. Mengambil sebagian butiran tanah yang mewakili sampel untuk menentukan kadar air awal.
- e. Mengambil sampel tanah sebesar 2,5 kg dan menambahkan air sedikit demi sedikit diaduk sampai merata. Bila tanah yang diaduk telah merata dikepalkan dengan tangan. Bila tangan dibuka, tanah tidak hancur dan lengket ditangan.
- f. Mendapatkan berapa cc air yang ditambahkan untuk setiap 2,5 kg tanah, penambahan air dengan selisih 3%.
- g. Dengan menggunakan *Proctor Standard*, tanah dibagi kedalam 3 bagian. Bagian pertama masukan kedalam *mold* ditumbuk sebanyak 25 kali sampai merata. Dengan cara yang sama dilakukan pula untuk bagian kedua dan ketiga.
- 8) Mengulangi prosedur g untuk keempat sampel tanah berikutnya.
- 9) Dari hasil uji *Proctor Standard* didapatkan nilai berat volume kering maksimum ( $d_{max}$ ) dan kadar air optimum ( $w_{opt}$ ).

## 2. Pengujian Alat Tekan Pematik Modifikasi

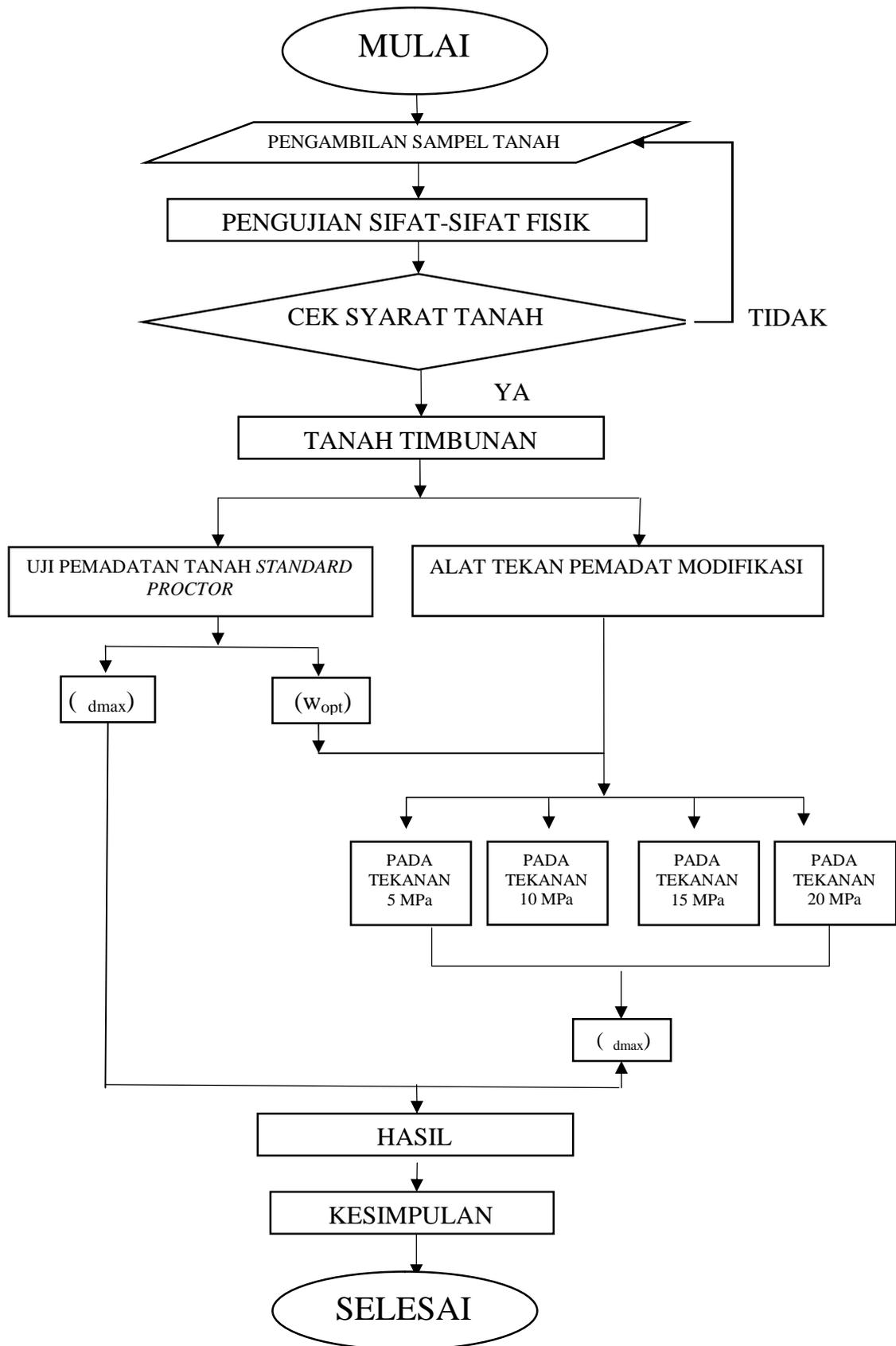
Setelah mendapatkan ( $w_{opt}$ ) dan ( $d_{max}$ ) dari uji *Proctor Standard* maka selanjutnya melakukan pengujian alat tekan pematik modifikasi dengan

prosedur, sebagai berikut :

- a. Mengulangi prosedur a, b, c, dan d pada pengujian pemadatan tanah standar. Dengan sampel tanah sebanyak 2,5 kg setiap masing-masing tekanan sebanyak digunakan 3 sampel tanah.
- b. Dari uji *Proctor Standard* didapat kadar air optimum ( $w_{opt}$ ) yang digunakan untuk penambahan kadar air pada sampel tanah.
- c. Masukkan bagian pertama kedalam *mold* kemudian di tekan dengan tekanan 5 Mpa pada alat tekan pemadat modifikasi. Dengan cara yang sama dilakukan untuk bagian kedua dan ketiga.
- d. Didapatkan nilai berat volume kering ( $\rho_d$ ) dan ( $w$ ).
- e. Mengulangi prosedur b dan c untuk keempat sampel berikutnya dengan tekanan 10 Mpa, 15 Mpa dan 20 Mpa.

#### **E. Bagan Alir Penelitian**

Semua proses dan hasil yang didapat dari hasil penelitian akan ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik hubungan serta penjelasan-penjelasan. Berikut merupakan bagan alir penelitian pada gambar 7.



Gambar 7. Bagan Alir Penelitian

## V. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan, tanah yang berasal dari Gedung Agung Kec. Jati Agung, Lampung Selatan memperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO digolongkan pada kelompok tanah A-2-4 (tanah pasir berlempung) dan klasifikasi berdasarkan USCS tanah tersebut di golongkan kedalam kelompok SC yaitu tanah pasir lempung.
2. Dari pengujian alat tekan pemadat modifikasi menunjukkan nilai kadar air optimum tidak ada pengaruh terhadap nilai berat volume kering pada setiap tekanan yang diberikan. Hal ini dikarenakan sampel tanah tersebut memiliki gradasi butiran tanah yang bagus, menunjukkan bahwa tanah tersebut tidak memiliki rongga-rongga udara yang terlepas sehingga tanah tersebut sudah padat.
3. Uji *standard proctor* di laboratorium didapat nilai berat volume kering maksimum ( $\gamma_{dmax}$ ) sebesar  $1,62 \text{ gr/c}^{\text{m}^3}$ . Bila nilai ini dikonversi terhadap hasil uji alat tekan modifikasi didapat nilai tekanan sebesar 9 Mpa dan didapat nilai  $\gamma_d$  sebesar  $1,6243 \text{ gr/c}^{\text{m}^3}$  pada alat uji tekan pemadat modifikasi .

4. Hasil dari uji tekan pemadat modifikasi pada tanah timbunan pilihan dan tanah timbunan biasa menunjukkan nilai berat volume kering ( $\rho_d$ ) yang berbeda, untuk tanah timbunan pilihan lebih besar dibandingkan pada tanah timbunan biasa. Hal ini dikarenakan oleh gradasi butiran tanah pada tanah timbunan pilihan memiliki gradasi butiran yang bagus.

## **B. Saran**

Untuk penelitian selanjutnya mengenai derajat kepadatan tanah standar di laboratorium dengan uji alat tekan pemadat modifikasi, disarankan beberapa hal dibawah ini yaitu :

1. Perlu dilakuan penelitian lebih lanjut untuk uji kuat tekan pemadat modifikasi pada jenis tanah yang berbeda dengan menggunakan metode lainnya.
2. Diperlukan ketelitian yang tinggi pada proses pengujian sifat fisik tanah agar memperoleh data yang akurat dan sesuai dengan yang diperlukan, serta ketelitian pada saat proses pengujian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga, Direktorat Jendral. “*Spesifikasi Umum 2010*”. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Bowles, E.J. 1991. “*Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*”. PT. Erlangga. Jakarta.
- Craig, R.F., 1994, “*Mekanika Tanah*”. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Das, B. M. 1995. “*Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I*”. PT. Erlangga. Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 2002. “*Mekanika Tanah 1*”. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Laboraturium Mekanika Tanah. 2014. *Buku Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah I dan Mekanika Tanah II*. Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Muda, A. 2016. “*Model Pendekatan Alat Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah Di Laboratorium*”. Jurnal Teknik Sipil. Universitas Lambung Mangkurat. Banjarmasin.
- Prihatono, Y., 2011. “*Pemadatan Tanah*”. <https://yogoz.wordpress.com/2011/01/31/pemadatan-tanah-2/> (5 Februari 2017).
- Robianti, E., 2017. “*Percobaan Pengujian Pemadatan Tanah Metode Standard Proctor Dengan Alat Uji Tekan Pemadat Modifikasi*”. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Universitas Lampung. 2012. “*Format Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*”. UPT Percetakan Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Yamalia F.R. 2016. “*Analisa Energi Alat Pemadat Tanah Lempung Dilapangan*”. Jurnal Civronlit . Universitas Batanghari. Jambi.