

**PERCOBAAN PENGUJIAN PEMADATAN TANAH METODE
STANDARD PROCTOR DENGAN ALAT UJI TEKAN
PEMADAT MODIFIKASI**

(Skripsi)

Oleh

ERNY ROBIANTI



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRAK

PERCOBAAN PENGUJIAN PEMADATAN TANAH METODE *STANDARD PROCTOR* DENGAN ALAT UJI TEKAN PEMADAT MODIFIKASI

Oleh

ERNY ROBIANTI

Berkaitan dengan sarana transportasi, karena ada penambahan kendaraan dan peningkatan perekonomian masyarakat, maka diperlukan jalan yang baru atau perbaikan jalan yang lama. Untuk membangun suatu konstruksi sangat berkaitannya dengan kondisi fisik dan mekanis tanah, hal ini disebabkan karena tanah merupakan salah satu material yang sangat berperan penting dalam mendukung suatu konstruksi. Untuk mendapatkan kualitas tanah timbunan yang baik maka dibutuhkan pemadatan tanah agar stabil terhadap beban struktur maupun beban non struktur. Pada penelitian ini membandingkan energi pemadatan tanah metode *standard proctor* dengan alat uji tekan pemadat modifikasi.

Pada pengujian sampel tanah yang digunakan berasal dari daerah Tirtayasa Kec. Sukabumi Bandar Lampung. Sampel yang digunakan ada duabelas sampel untuk pengujian alat uji tekan pemadat modifikasi, dengan tekanan yang digunakan adalah 5 Mpa, 10 Mpa, 15 Mpa dan 20 Mpa. Untuk setiap tekanan dilakukan untuk tiga sampel tanah.

Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa berat volume maksimum (γ_{dmaks}) sebesar $1,4 \text{ gr/cm}^3$ pada pengujian metode *standard proctor* dengan hasil pada alat uji tekan pemadat modifikasi didapat nilai tekanan sebesar 7 Mpa dan tekanan pada mesin penggilas kaki kambing sebesar $6,9 \text{ N/mm}^2$.

Kata kunci : Pasir Berlempung, Pemadatan, *Standard Proctor*, Karakteristik Tanah

ABSTRACT

SOIL COMPACTION TESTING STANDARD PROCTOR METHOD WITH MODIFIED PRESS TEST COMPACTION TOOLS

By

ERNY ROBIANTI

Related with transportation facilities, due to increases of vehicles and community economy, a new road or a repaired old road is needed. To build a construction is related with physical and mechanical soil conditions, this caused because soil is one of important material in supporting a construction. To obtain good soil pile quality soil, soil compaction is required to stabilize against both structural or non-structural loads. In this study comparing the standard proctor method soil compaction energy with modified press test compaction tools.

In this test soil samples used is from Tirtayasa Region Sukabumi District Bandar Lampung. Twelve samples are used for modified press test compaction tools tests, with pressure used are 5 Mpa, 10 Mpa, 15 Mpa, and 20 Mpa. For every pressure conducted for 3 soil samples.

Laboratory experiment result shows that the maximum volume weight (γ_{dmax}) of 1,4 gr/cm³ amount on standard proctor method tests with the results on modified press test compaction tools obtain pressure value of 7 Mpa value and the pressure on sheep foot rifling machine of 6,9 N/mm².

Keywords: Sand Clay, Compaction, Standard Proctor, Soil Characteristics

**PERCOBAAN PENGUJIAN PEMADATAN TANAH METODE
STANDARD PROCTOR DENGAN ALAT UJI TEKAN PEMADAT
MODIFIKSI**

Oleh

ERNY ROBIANTI

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 : **PERCOBAAN PENGUJIAN PEMADATAN
TANAH METODE *STANDARD PROCTOR*
DENGAN ALAT UJI TEKAN PEMADAT
MODIFIKASI**

Nama Mahasiswa : **Erny Robianti**

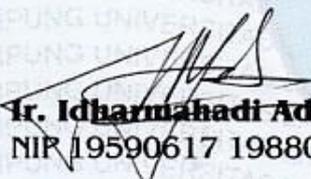
Nomor Pokok Mahasiswa : 1345011011

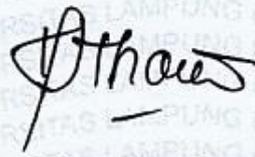
Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

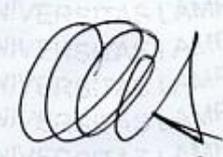
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


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


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

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil


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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

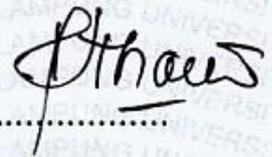
Ketua

: Ir. Idharmahadi Adha, M.T.



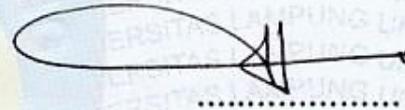
Sekretaris

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



Penguji

Bukan Pembimbing : Ir. Setyanto, M.T.



2. Dekan Fakultas Teknik

Prof. Dr. Suharno, M.Sc.

NIP 19620717 198703 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 23 Mei 2017

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Skripsi dengan judul Percobaan Pengujian Pemadatan Tanah Metode *Standard Proctor* dengan Alat Uji Tekan Pemadat Modifikasi 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, 23 Mei 2017

Pembuat Pernyataan



Erny Robianti

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 16 Februari 1995, sebagai anak keempat dari Bapak Ir. Robinsyah MM dan Baiduri BBA.

Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) Taruna Jaya diselesaikan pada tahun 2000, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD N 1 Tanjung Senang pada tahun 2007, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan pada tahun 2010 di SMP N 4 Bandar Lampung, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMA N 4 Bandar Lampung pada tahun 2013.

Tahun 2013, penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur Non Regular (paralel). Penulis telah melakukan Kerja Praktik (KP) pada Proyek Pembangunan Hotel Park inn by Radisson Bandar Lampung selama 3 bulan. Penulis juga telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sri Busono, Kecamatan Way Seputih, Kabupaten Lampung Tengah selama 40 hari pada periode Januari-Februari 2017. Penulis mengambil tugas akhir dengan judul Percobaan Pengujian Pemadatan Metode *Standard Proctor* dengan Alat Uji Tekan Pematat Modifikasi. Selama menjadi mahasiswi penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) sebagai anggota Bidang Kesekretariatan pada periode tahun 2014-2015.

Persembahan

Untuk Papah dan Mamah tercinta yang selalu mendoakan dan mendukungku dalam segala hal.

Untuk kakak-kakakku Uwan, Ahi dan Abang yang selalu memberikan semangat untukku.

Untuk saudara-saudaraku yang telah memberikan dukungan dan doa.

Untuk semua teman-temanku di sekolah, di kampus, dan di manapun kalian berada. Terima kasih sudah hadir dan memberikan warna dihidupku.

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 teman-teman spesialku, keluarga baruku, rekan seperjuanganku, Teknik Sipil Universitas Lampung Angkatan 2013.
Kalian luar biasa.

Untuk semua sahabat baikku, Auly Laxmi Oktary dan Ratu Derry Yusrina S terima kasih sudah menjadi bagian dalam hidupku dan mendukungku. Semoga kita bisa sama-sama menjadi orang sukses

Teruntuk kamu disana yang selalu mendengarkan keluh dan kesahku, yang selalu bersabar menghadapiku dan selalu memberi dukungannya kepadaku. Do'aku untukmu semoga menjadi orang yang membanggakan bagiku dan bangsaku

MOTTO

SEBAIK-BAIKNYA MANUSIA ADALAH MANUSIA YANG BERMANFAAT
BAGI ORANG LAIN.

(ANONIM)

APABILA ANDA BERBUAT KEBAIKAN KEPADA ORANG LAIN, MAKA
ANDA TELAH BERBUAT BAIK TERHADAP DIRI SENDIRI.

(BENYAMIN FRANKLIN)

MAKA SESUNGGUHNYA BERSAMA KESULITAN ADA KEMUDAHAN.
SESUNGGUHNYA BERSAMA KESULITAN ADA KEMUDAHAN. MAKA
APABILA ENKKAU TELAH SELESAI (DARI SESUATU URUSAN),
TETAPLAH BEKERJA KERAS (UNTUK URUSAN YANG LAIN). DAN HANYA
KEPADA TUHANMULAH ENKKAU BERHARAP.

(QS. AL-INSYIRAH,6-8)

AKU PERCAYA BAHWA APAPUN YANG AKU TERIMA SAAT INI
ADALAH YANG TERBAIK DARI TUHAN DAN AKU PERCAYA DIA AKAN
SELALU MEMBERIKAN YANG TERBAIK UNTUKKU PADA WAKTU YANG
TELAH IA TETAPKAN

(ANONIM)

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul “Percobaan Pengujian Pemadatan Metode *Standard Proctor* dengan Alat Uji Tekan Pemadat Modifikasi” adalah salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Atas terselesainya skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih 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 1 skripsi saya yang telah membimbing dalam proses penyusunan skripsi.
4. Ibu Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., selaku Dosen Pembimbing 2 skripsi saya yang telah membimbing dalam proses penyusunan skripsi.
5. Bapak Ir. Setyanto, M.T., selaku Dosen Penguji skripsi saya atas bimbingannya dalam seminar skripsi.

6. Bapak Ir. Idharmahadi Adha, M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak membantu penulis selama masa perkuliahan.
7. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung atas ilmu dan pembelajaran yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
8. Keluargaku tercinta terutama orang tuaku, Robinsyah dan Baiduri, kakakku Jimmy, Benny dan Deddy, adikku Ulfaira, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa.
9. Teman-teman spesialku, Zara, Astri, Tika, Dwi, Septi, Fajar, Arip, Anwar, Kikay, Dimas, Melly, Nanda SP, keluarga baruku, rekan seperjuanganku, Teknik Sipil Universitas Lampung Angkatan 2013, seluruh kakak-kakak, dan adik-adik yang telah mendukung dalam penyelesaian skripsi 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, Mei 2017

Penulis

Erny Robianti

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR NOTASI	vii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Batasan Masalah	2
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tanah	4
1. Definisi Tanah	4
2. Klasifikasi Tanah	4
3. Tanah Timbunan	9
4. Mineral-mineral Tanah	9
B. Pemadatan Tanah	10
1. Definisi Pemadatan Tanah	10
2. Dasar-dasar Teori Pemadatan Tanah	10
C. Studi Literatur	14
III. METODOLOGI PENELITIAN	
A. Bahan Penelitian	18
B. Alat Tekan Pemadat Modifikasi	18
C. Metode Pengambilan Sampel	21
D. Pelaksanaan Pengujian	21
E. Bagan Alir Penelitian	34
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Sampel Pengujian Tanah	35
B. Klasifikasi Sampel Tanah	41
C. Uji Alat Tekan Pemadat Modifikasi	42

V. PENUTUP	
A. Kesimpulan	54
B. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	57
Surat-surat	57
Pergitungan Laboratorium	61
Pergitungan Alat Tekan Pematik Modifikasi	89
Gambar.....	108
Lembar Asistensi	116

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Simbol pada klasifikasi tanah <i>Unified</i>	5
2. Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS	6
3. Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO	7
4. Tanah berbutir kasar.....	8
5. Tanah berbutir halus.....	8
6. Sifat Fisik Tanah Palangka Raya	15
7. Pengujian Kepadatan Alat Uji SNI 1742:2008 dan Model.....	15
8. Prosedur Alat Uji Modifikasi	22
9. Hasil Pengujian Kadar Air Tanah	35
10. Hasil Pengujian Berat Volume.....	36
11. Hasil Pengujian Batas <i>Atterberg</i> Tanah	37
12. Hasil Pengujian Analisis Saringan.....	38
13. Hasil Pengujian Analisis Hidrometer.....	39
14. Hasil Pengujian Sampel Tanah	41
15. Hasil Perhitungan Pengujian Alat Tekan Pematat Modifikasi pada Tekanan 5 Mpa	43
16. Hasil Perhitungan Pengujian Alat Tekan Pematat Modifikasi pada Tekanan 10 Mpa	43
17. Hasil Perhitungan Pengujian Alat Tekan Pematat Modifikasi pada Tekanan 15 Mpa	44

18. Hasil Perhitungan Pengujian Alat Tekan Pematik Modifikasi pada Tekanan 20 Mpa	45
19. Hasil Pengujian Alat Tekan Pematik Modifikasi Berdasarkan Kondisi Minimum	46
20. Hasil Pengujian Alat Tekan Pematik Modifikasi Berdasarkan Kondisi Optimum.....	48
21. Hasil Pengujian Alat Tekan Pematik Modifikasi Berdasarkan Kondisi Rata-rata	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Alat Pengujian Pemadatan Standar	12
2. Kurva Hubungan Kadar Air dengan Berat Volume Kering.....	13
3. Grafik Berat Isi Kering Maksimum Model	16
4. Grafik Kadar Air Optimum Model	16
5. Lokasi Sampel Tanah	18
6. Sketsa Alat Tekan Pemadat Modifikasi	19
7. Alat Tekan Pemadat Modifikasi.....	20
8. Bagan alir penelitian	34
9. Grafik Analisa Saringan.....	39
10. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air.....	40
11. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air pada Uji Alat Tekan Modifikasi untuk Tekanan 5 Mpa	43
12. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air pada Uji Alat Tekan Modifikasi untuk Tekanan 10 Mpa	44
13. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air pada Uji Alat Tekan Modifikasi untuk Tekanan 15 Mpa	44
14. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air pada Uji Alat Tekan Modifikasi untuk Tekanan 20 Mpa	45
15. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air Berdasarkan Uji Alat Tekan Modifikasi	46
16. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air pada Uji Alat Tekan Modifikasi pada Kondisi Minimum	47

17. Hubungan Kadar Air pada Kondisi Minimum dengan Tekanan pada Uji Alat Tekan Modifikasi.....	47
18. Hubungan Berat Volume Kering pada Minimum dengan Tekanan pada Uji Alat Tekan Modifikasi.....	48
19. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air pada Uji Alat Tekan Modifikasi pada Kondisi Optimum.....	49
20. Hubungan Kadar Air pada Kondisi Optimum dengan Tekanan pada Uji Alat Tekan Modifikasi.....	49
21. Hubungan Berat Volume Kering pada Optimum dengan Tekanan pada Uji Alat Tekan Modifikasi.....	50
22. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air pada Uji Alat Tekan Modifikasi pada Kondisi Rata-rata	51
23. Hubungan Kadar Air pada Kondisi Rata-rata dengan Tekanan pada Uji Alat Tekan Modifikasi.....	51
24. Hubungan Berat Volume Kering pada Rata-rata dengan Tekanan pada Uji Alat Tekan Modifikasi.....	52
25. Mesin Penggilas Kaki Kambing	53

DAFTAR NOTASI

E	= Energi Kepadatan (ft-lb/ft ³)
Nb	= Jumlah pukulan per lapisan
Ni	= Jumlah lapisan
W	= Berat pemukul (kg)
H	= Tinggi jatuh pemukul (cm)
V	= Volume mold/tabung (cm ³)
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 ³)
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 ³)
d	= Berat volume kering (gram/cm ³)

- d_{maks} = Berat volume kering maksimum (gram/cm³)
- d_{zav} = Zero air void (gram/cm³)
- 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 (%)

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring dengan pesatnya perkembangan infrastruktur di kota Bandar Lampung, terutama hal yang berkaitan dengan sarana transportasi, karena ada penambahan kendaraan dan peningkatan perekonomian masyarakat, maka diperlukan jalan yang baru atau perbaikan jalan yang lama. Untuk membangun suatu konstruksi sangat berkaitannya dengan kondisi fisik dan mekanis tanah, hal ini disebabkan karena tanah merupakan salah satu material yang sangat berperan penting dalam mendukung suatu konstruksi.

Kota Bandar Lampung memiliki banyak daerah dengan kondisi kontur yang berbeda-beda, maka dibutuhkan timbunan agar mendapatkan ketinggian tanah yang direncanakan. Untuk mendapatkan kualitas tanah timbunan yang baik maka dibutuhkan pemadatan tanah agar stabil terhadap beban struktur maupun beban non struktur.

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 memadatkan yang baik diperlukan beberapa cara, yaitu untuk di lapangan biasa menggunakan mesin penggilas dan di laboratorium biasa dipakai dengan cara tumbukan. Kepadatan yang akan dicapai tergantung pada kadar air yang ada pada tanah tersebut. Untuk mendapatkan pemadatan maksimum maka dibutuhkan kadar air optimum dari tanah tersebut.

Untuk itu, dalam penelitian ini akan dilakukan pemadatan tanah *standard proctor* dan menggunakan alat tekan pematat modifikasi.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini 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 energi yang timbul dari *standard proctor* terhadap alat uji tekan pematat modifikasi.

C. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi dengan batasan masalah sebagai berikut :

1. Sampel tanah yang digunakan adalah tanah timbunan yang berasal dari daerah Tirtayasa Kec. Sukabumi, 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 hidrometer
 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 yang berasal dari Tirtayasa Kec. Sukabumi, Bandar Lampung.
2. Untuk mengetahui energi yang timbul dari pemadatan tanah *standard proctor* terhadap alat uji yang dibuat dengan memodifikasi alat pemadatan yang ada.
3. Untuk mempersingkat waktu pelaksanaan pengujian pemadatan tanah *standard proctor* di laboratorium.

E. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat mengetahui besar koefisien pemadatan tanah standar di laboratorium dan pemodelan alat tekan pemadat modifikasi. Agar dapat bermanfaat bagi dinas pekerjaan umum, kontraktor dan untuk perkembangan ilmu pengetahuan sehingga menambah wawasan khususnya mengenai pemadatan tanah timbunan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanah

1. Definisi Tanah

Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*) yang terletak diatas batu dasar (*bedrock*) (Hardiyatmo, 2002).

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran), mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995).

2. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengelompokan tanah berdasarkan sifat dan ciri tanah yang serupa kedalam kelompok-kelompok dan subkelompok-subkelompok berdasarkan pemakaian. Klasifikasi tanah sangat membantu perancangan dalam memberikan suatu pengarahan melalui tata cara empiris yang tersedia dari hasil pengalaman yang telah lalu. Sistem klasifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan

rekayasa yang didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah seperti distribusi ukuran dan plastisitas.

Ada beberapa sistem klasifikasi tanah yang pada umumnya digunakan antara lain, yaitu :

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

Pada sistem ini dapat dibagi menjadi 2 kelompok besar 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 (*moum*), lempung dengan simbol C (*clay*), serta lanau dan lempung organik dengan simbol O (*organic*), bergantung pada tanah itu terletak pada grafik plastisitas. Tanda L (*low*) untuk tanah plastisitas rendah dan tanda H (*hight*) untuk tanah 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* dalam Larasati (2016)

Keterangan :

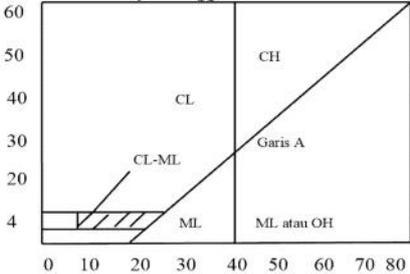
W = *well graded* (gradasi baik).

P = *poorly graded* (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 T tertahan saringan No. 4	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW	
		GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		
		Kerikil dengan Butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$ Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol
			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	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 6$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW
			SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
		Pasir dengan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $PI > 7$ Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol
	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	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. 
			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		
		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 : Hardiyatmo 2002)

b. Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) ini dikembangkan dalam tahun 1929 sebagai *Public Road Administrasion Classification System*. Klasifikasi ini bertujuan untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (*sub-base*) dan tanah dasar (*subgrade*).

Tabel. 3 Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Klasifikasi Umum	Tanah Berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
	A1		A3	A2			
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Maks 50 Maks 30 Maks 15	Maks 50 Maks 25	Min 51 Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 6		NP	Maks 40 Maks 10	Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 11
Tipe mineral yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			
Pennilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik						
Klasifikasi umum	Tanah berbutir (lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
Klasifikasi kelompok	A-4		A-5	A-6		A-7	
Analisis ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Min 36		Min 36	Min 36		Min 36	
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 40 Maks 10		Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11		Min 41 Min 11	
Tipe mineral yang paling dominan	Tanah Berlanau			Tanah Berlempung			
Pennilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek						

(Hardiyatmo, 2002)

Berdasarkan sifat tanah dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar yaitu :

1. Kelompok tanah berbutir kasar (<35% lolos saringan no.200)

Tabel 4. Tanah Berbutir Kasar

Kode	Karakteristik Tanah
A-1	Tanah yang terdiri dari kerikil dan pasir kasar dengan sedikit atau tanpa butir halus, dengan atau tanpa sifat plastis.
A-2	Terdiri dari pasir halus dengan sedikit butir halus lolos saringan no. 200 dan tidak plastis.
A-3	Kelompok batas tanah berbutir kasar dan halus dan merupakan campuran kerikil/pasir dengan tanah berbutir halus cukup banyak (<35%).

Sumber : Larasati, 2016

2. Kelompok tanah berbutir halus (>35% lolos saringan no.200) .

Tabel 5. Tanah Berbutir Halus

Kode	Karakteristik Tanah
A-4	Tanah lanau dengan sifat plastisitas rendah
A-5	Tanah lanau yang mengandung lebih banyak butir-butir plastis, sehingga sifat plastisnya lebih besar dari A-4.
A-6	Tanah lempung yang masih mengandung butiran pasir dan kerikil, tetapi sifat perubahan volumenya cukup besar.
A-7	Tanah lempung yang lebih bersifat plastis dan mempunyai sifat perubahan yang cukup besar.

Sumber : Larasati, 2016

3. Tanah Timbunan

Timbunan dibagi menjadi dua jenis, yaitu timbunan pilihan dan timbunan biasa (Bisa, 2014), yaitu :

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 di belakang dinding penahan tanah talud jalan.

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.

Timbunan biasa harus terdiri dari bahan galian tanah atau bahan galian batu. Bahan yang dipilih sebaiknya tidak termasuk tanah yang berplastisitas tinggi.

Timbunan pilihan harus terdiri dari bahan galian tanah atau bahan galian batu yang memenuhi semua ketentuan untuk timbunan biasa. Bahan digunakan pada lereng atau pada situasi lainnya yang memerlukan kuat geser yang cukup (Spesifikasi Bina Marga, 2010) .

4. Mineral – mineral Tanah

Mineral tanah adalah mineral yang terkandung di dalam tanah dan merupakan salah satu bahan utama penyusun tanah. Mineral dalam tanah berasal dari pelapukan fisik dan kimia dari batuan yang merupakan bahan

induk tanah. Mineral mempunyai peran yang sangat penting dalam suatu tanah, antara lain sebagai indikator cadangan sumber hara dalam tanah dan indikator muatan tanah beserta lingkungan pembentukannya (Harim, 2013).

B. Pemadatan Tanah

1. Definisi Pemadatan Tanah

Proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara. 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 (ρ_d) bertambah seiring dengan ditambahnya kadar air. Pada kadar air nol ($w=0$), berat volume tanah basah (ρ_b) sama dengan berat volume tanah kering (ρ_d). Ketika kadar air berangsur-angsur ditambah (dengan usaha pemadatan yang sama), berat butiran tanah padat per volume satuan (ρ_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. Pengujian Pemadatan Standar

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

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 :

$$1. \quad d = \frac{b}{1 + w}$$

Berat volume kering setelah pemadatan bergantung pada jenis tanah, kadar air, dan usaha yang diberikan oleh alat penumbuknya.

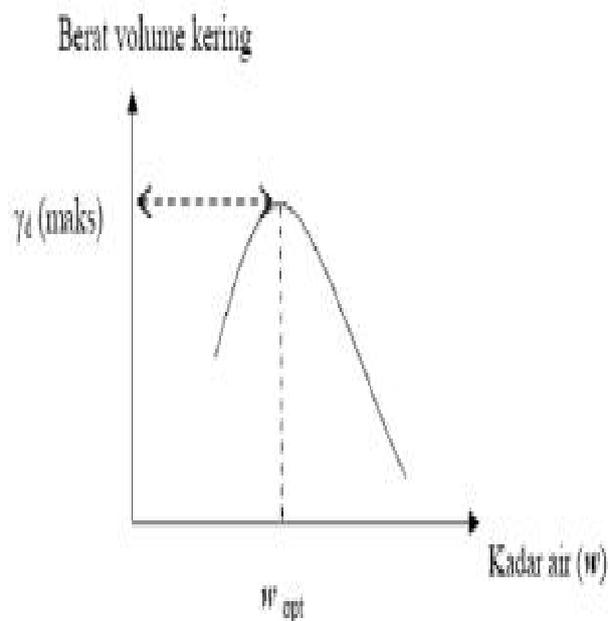
Karakteristik kepadatan tanah dapat dinilai dari pengujian pemadat standar laboratorium. Prinsip pengujiannya diterangkan dibawah ini.

Alat pemadat 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 pemadatan *standard proctor* pada Gambar 1.



Gambar 1. Alat Pengujian Pemadatan Standar

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, peralatan yang digunakan berupa cetakan diameter 101,60 mm mempunyai kapasitas $943 \text{ cm}^3 \pm 8 \text{ cm}^3$ dengan diameter dalam $101,60 \text{ mm} \pm 0,41 \text{ mm}$ dan tinggi $116,43 \text{ mm} \pm 0,13 \text{ mm}$ dan cetakan diameter 152,40 mm mempunyai kapasitas $2124 \pm 21 \text{ cm}^3$ dengan diameter dalam $152,40 \text{ mm} \pm 0,66 \text{ mm}$ dan tinggi $116,43 \text{ mm} \pm 0,13 \text{ mm}$. Tanah dalam cetakan dipadatkan dengan alat penumbuk, terdapat 2 alat menumbuk yaitu :

1. Alat penumbuk tangan (manual)

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

2. Alat penumbuk mekanis

Dilengkapi alat pengontrol tinggi jatuh bebas $305 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ 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 $50,80 \text{ mm} \pm 0,25 \text{ mm}$.

c. Pengaruh Usaha Pemasatan

Energi yang dibutuhkan untuk pematatan pada pematatan standar (Hardiyatmo, 2002) dirumuskan sebagai berikut :

$$2. E = \frac{N b N i W H}{V}$$

Keterangan :

E = Energi Kepadatan (ft-lb/ft^3)

$N b$ = Jumlah pukulan per lapisan

$N i$ = Jumlah lapisan

W = Berat pemukul (kg)

H = Tinggi jatuh pemukul (cm)

V = Volume mold/tabung (cm)

C. Studi Literatur

Penelitian dilakukan oleh Muda (2016) tentang model pendekatan alat uji kepadatan ringan untuk tanah di laboratorium, menggunakan sampel tanah dari Palangka Raya, dengan hasil sebagai berikut :

1. Pengujian sifat fisik tanah.

Sifat Fisik tanah dapat dilihat pada Tabel 6 berikut :

Tabel 6. Sifat fisik tanah Palangka Raya

Tipe pengujian	Satuan	Hasil		
		Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Lolos saringan No. 200	%	90.60	88.10	89.35
Batas plastis	%	26.21	26.09	26.15
Kadar air awal	%	6.15	6.02	6.09
Berat jenis		2.62	2.65	2.64

Sumber : Muda (2016)

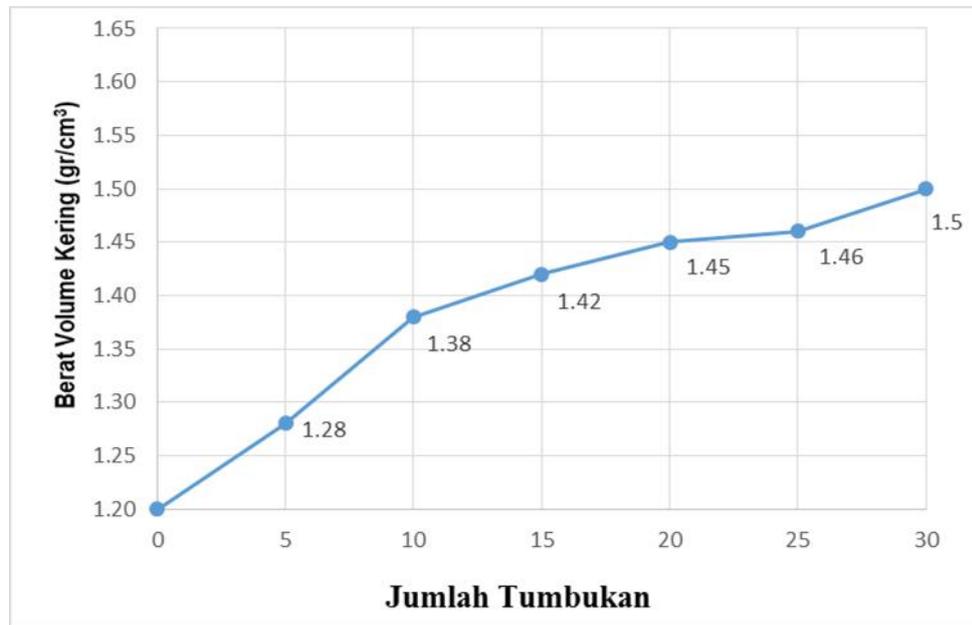
2. Pengujian Sifat Mekanik Tanah

Hasil pengujian sifat mekanik tanah didasarkan alat uji kepadatan ringan untuk tanah di laboratorium berdasarkan SNI 1742:2008 dengan model pendekatan seperti pada Tabel 7, Gambar 3 dan Gambar 4 :

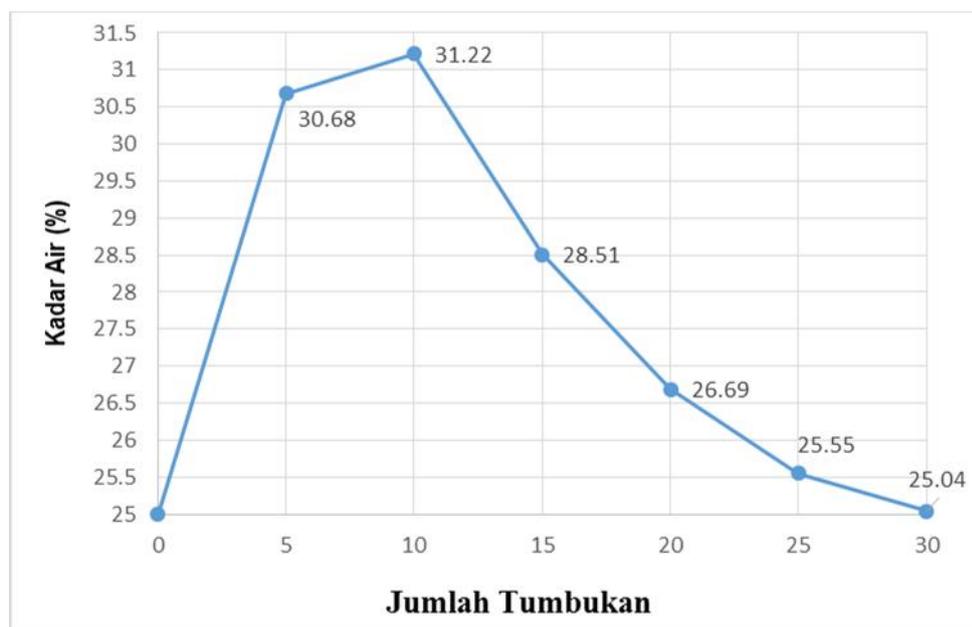
Tabel 7. Pengujian Kepadatan Alat Uji SNI 1742:2008 dan Model

Sampel	Kepadatan Tanah				Tingkat Keyakinan (%)		Margin Error (%)		Batas Margin Error (%)	Rekomendasi
	Model Pendekatan		SNI 1742:2008							
	γ_d maks gr/cm ³	Wopt (%)	γ_d maks gr/cm ³	Wopt %	γ_d maks gr/cm ³	Wopt %	γ_d maks gr/cm ³	Wopt %		
5 tumbukan /lapis	1.28	30.68	1.51	25.74	84.77	119.19	15.23	-19.19	≥ 5%	Ditolak
10 tumbukan/lapis	1.38	31.22			91.39	121.29	8.61	-21.29	≥ 5%	Ditolak
15 tumbukan/lapis	1.42	28.51			94.04	110.76	5.96	-10.76	≥ 5%	Ditolak
20 tumbukan/lapis	1.45	26.69			96.03	103.69	3.97	-3.69	≤ 5%	Ditolak
25 tumbukan/lapis	1.46	25.55			96.69	99.26	3.31	0.74	≤ 5%	Ditolak
30 tumbukan/lapis	1.50	25.04			99.34	97.28	0.66	2.72	≤ 5%	Diterima

Sumber : Muda (2016)



Gambar 3. Grafik Berat Isi Kering Maksimum Model



Gambar 4. Grafik Kadar Air Optimum Model

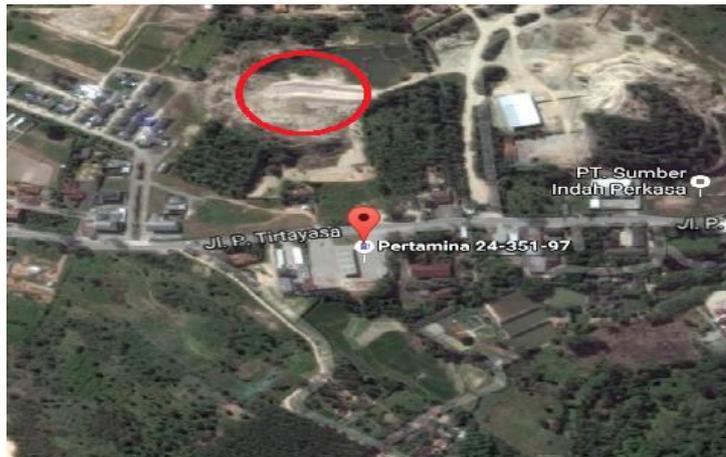
Berdasarkan hasil pengujian kepadatan ringan SNI 1742:2008 seperti pada Tabel 7, bahwa tanah lempung Palangka Raya mempunyai berat isi kering maksimum (ρ_{maks}) 1.51 gr/cm³ dan kadar air optimum (w_{opt}) 25,74%.

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 yang digunakan berupa tanah yang berasal dari Tirtayasa Kec. Sukabumi, Bandar Lampung, karena daerah tersebut merupakan salah satu lokasi masyarakat mengambil tanah timbunan biasa untuk daerah Bandar Lampung dan sekitarnya.



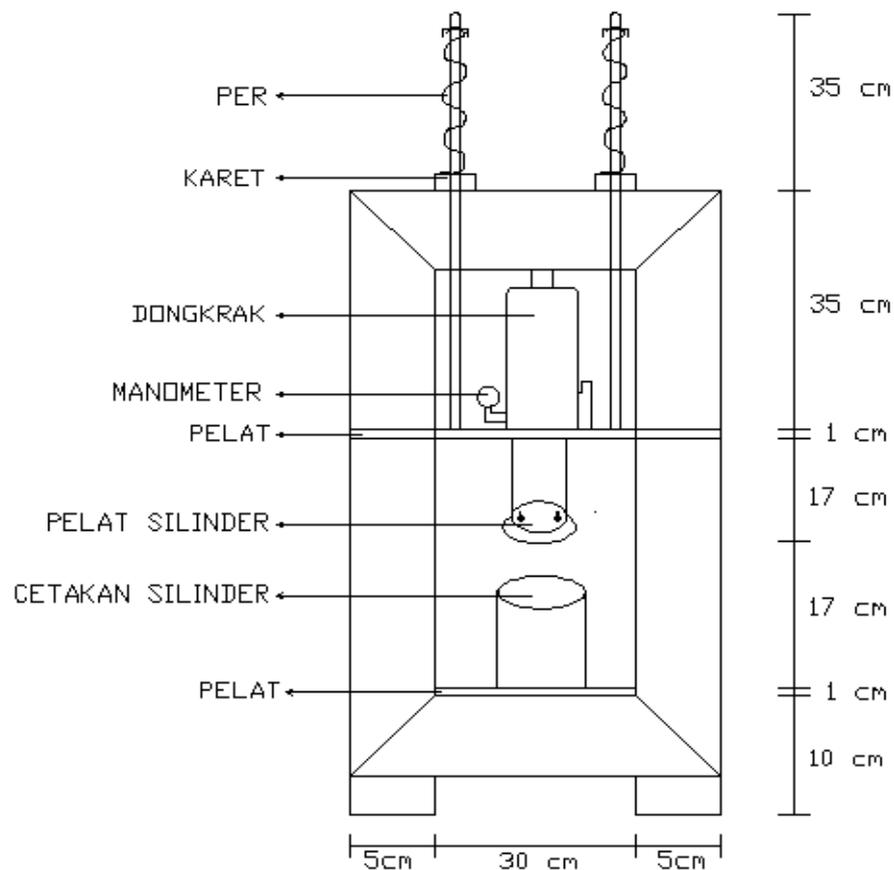
Gambar 5. Lokasi Sampel Tanah

B. Alat Tekan Pematik Modifikasi

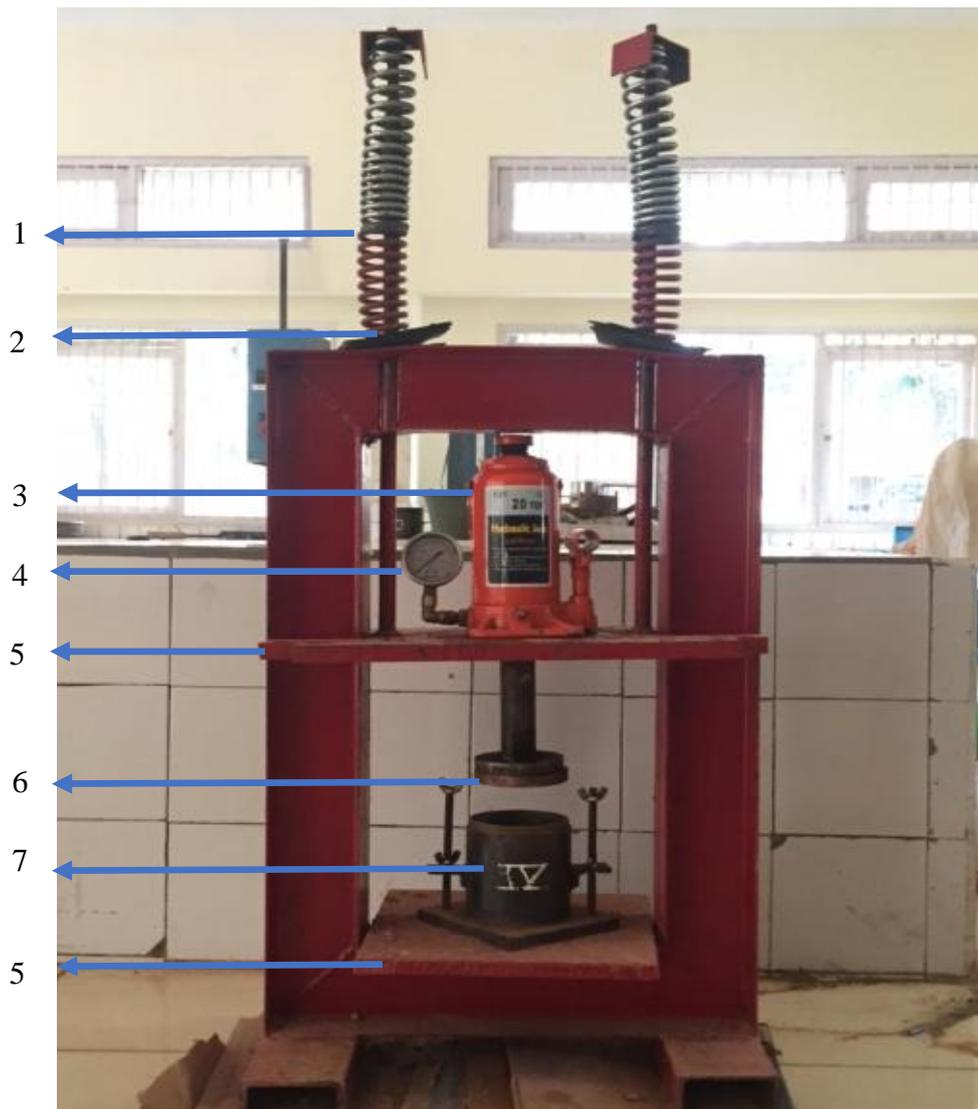
Alat tekan pematik modifikasi berfungsi untuk memadatkan tanah, alat tekan pematik modifikasi dibuat dengan memodifikasi sebuah dongkrak yang memiliki kuat tekan yang tinggi. Dengan menggunakan sistem hidrolik secara manual menggunakan manometer untuk mengukur tekanan yang

diberikan pada saat mengalami tekanan. Cetakan yang akan digunakan yaitu silinder (*mold*) dengan diameter 10,2 cm dan tinggi 11,6 cm.

Cara kerja alat tekan pematik modifikasi dengan cara memompa dongkrak secara manual, maka pelat yang ada tepat berada di bawah dongkrak akan turun. Saat dongkrak dipompa maka akan menekan tanah yang berada 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 dapat mengetahui berapa besar tekanan yang di terima oleh tanah dengan membaca pada manometer. Dapat dilihat dapat dilihat dari Sketsa berikut ini :



Gambar 6. Sketsa Alat Tekan Pematik Modifikasi



Gambar 7. Alat Tekan Pematik Modifikasi

Keterangan :

1 = Per

2 = Karet

3 = Dongkrak

4 = Manometer

5 = Pelat

6 = Pelat silinder

7 = Cetakan silinder

C. Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara pengambilan langsung sampel tanah yang berasal dari Tirtayasa Kec. Sukabumi, Bandar Lampung. Tanah yang diambil menggunakan *disturb* sampel dan *undisturb* sampel. *Undisturb* sampel diambil menggunakan tabung digunakan untuk pengujian kadar air, berat volume, dan berat jenis sedangkan *disturb* sampel diambil menggunakan cangkul kemudian dimasukkan kedalam karung digunakan untuk pengujian analisa saringan, analisa hidrometer, *atterberg limit*, *standard proctor* dan alat uji tekan pematik modifikasi.

Sampel tanah yang sudah diambil selanjutnya digunakan sebagai sampel untuk pengujian awal dan bila memenuhi persyaratan sebagai tanah timbunan maka akan dilanjutkan untuk pengujian dengan alat kepadatan tanah standar di laboratorium dan pada alat uji tekan pematik modifikasi.

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.

Pengujian dengan alat tekan pemadat modifikasi, dengan prosedur pengujian alat uji tekan modifikasi yang digunakan pada Tabel 8.

Tabel 8. Prosedur Alat Uji Tekan Modifikasi

No. Sampel	Tekanan	Kadar Air (W)
A.1	5 Mpa	23%
A.2		
A.3		
B.1	10 Mpa	23%
B.2		
B.3		
C.1	15 Mpa	23%
C.2		
C.3		
D.1	20 Mpa	23%
D.2		
D.3		

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. Dengan cara pengujian, sebagai berikut :

a. Bahan :

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

b. Peralatan :

- 1) *Container* sebanyak 3 buah.
- 2) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 3) Oven.

c. 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.

d. Perhitungan :

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

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. Peralatan

- 1) Ring Contoh.

2) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.

c. 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.

d. Perhitungan :

$$4. \quad = \frac{W}{V}$$

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 secukupnya.

b. Peralatan :

- 1) Labu Ukur (*Picnometer*).
- 2) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 3) Tungku pemanas (*Boiler*).

c. Prosedur :

- 1) Menyiapkan benda uji secukupnya dan mengoven pada suhu 60°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 :

$$5. G_s = \frac{W_s}{W_{w1} - W_{w2}}$$

Keterangan :

W_s = Berat sampel tanah

W_{w1} = Berat air mula – mula

W_{w2} = Berat air sesudah didinginkan

4) 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*).
- 3) Spatula.
- 4) *Container*.
- 5) Wadah atau Gayung.
- 6) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 7) Oven.
- 8) Ayakan No. 40 (\varnothing 0,42 mm).

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. Peralatan :

- 1) *Container*.
- 2) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 3) Spatula.
- 4) Oven.

c. 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.

d. Perhitungan :

$$6. PI = LL - PL$$

$$LI = \frac{\omega - PL}{PI}$$

Keterangan :

PI = *Plastic Index*

LL = Batas Cair

PL = Batas Plastis

$w = \text{Berat Air}$

5) 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 atau air suling sebanyak 1500 cc.

b. Peralatan :

- 1) Satu set saringan (*Sieve*).
- 2) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 3) Mesin penggetar (*Sieve Shaker*).
- 4) Oven.

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 :

a. Bahan :

Sampel tanah sebanyak 100 gram.

b. Peralatan :

- 1) ASTM *soil hydrometer* (151 H)
- 2) Satu set saringan
- 3) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- 4) *Thermometer*
- 5) Gelas silinder dengan kapasitas 1000 cc
- 6) Cawan porselen (mortar)
- 7) Alat pengaduk suspensi
- 8) *Stopwatch*
- 9) Air
- 10) *Mixer*

c. 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 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 15 kg.
- 2) Air bersih.

b. Peralatan :

- 1) 1 set mold standard.
- 2) Hammer berat 2,5 kg.
- 3) Pan segiempat.
- 4) Sendok pengaduk.
- 5) Palu karet.
- 6) Gelas ukur 1000 cc.

- 7) Pisau pemotong.
- 8) Saringan No. 4.
- 9) Timbangan kapasitas 1 kg dan 20 kg.
- 10) *Container*.
- 11) Oven.

c. Prosedur :

- 1) Menghamparkan sampel tanah hingga kering.
- 2) Mengayak tanah dengan saringan No.4.
- 3) Mengambil sampel tanah sebanyak 12,5 kg yang lolos saringan No.4, kemudian dipindahkan atas 5 bagian, masing-masing 2,5 kg.
- 4) Mengambil sebagian butiran tanah yang mewakili sampel untuk menentukan kadar air awal.
- 5) 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.
- 6) Mendapatkan berapa cc air yang ditambahkan untuk setiap 2,5 kg tanah, penambahan air dengan selisih 3%.
- 7) 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}).

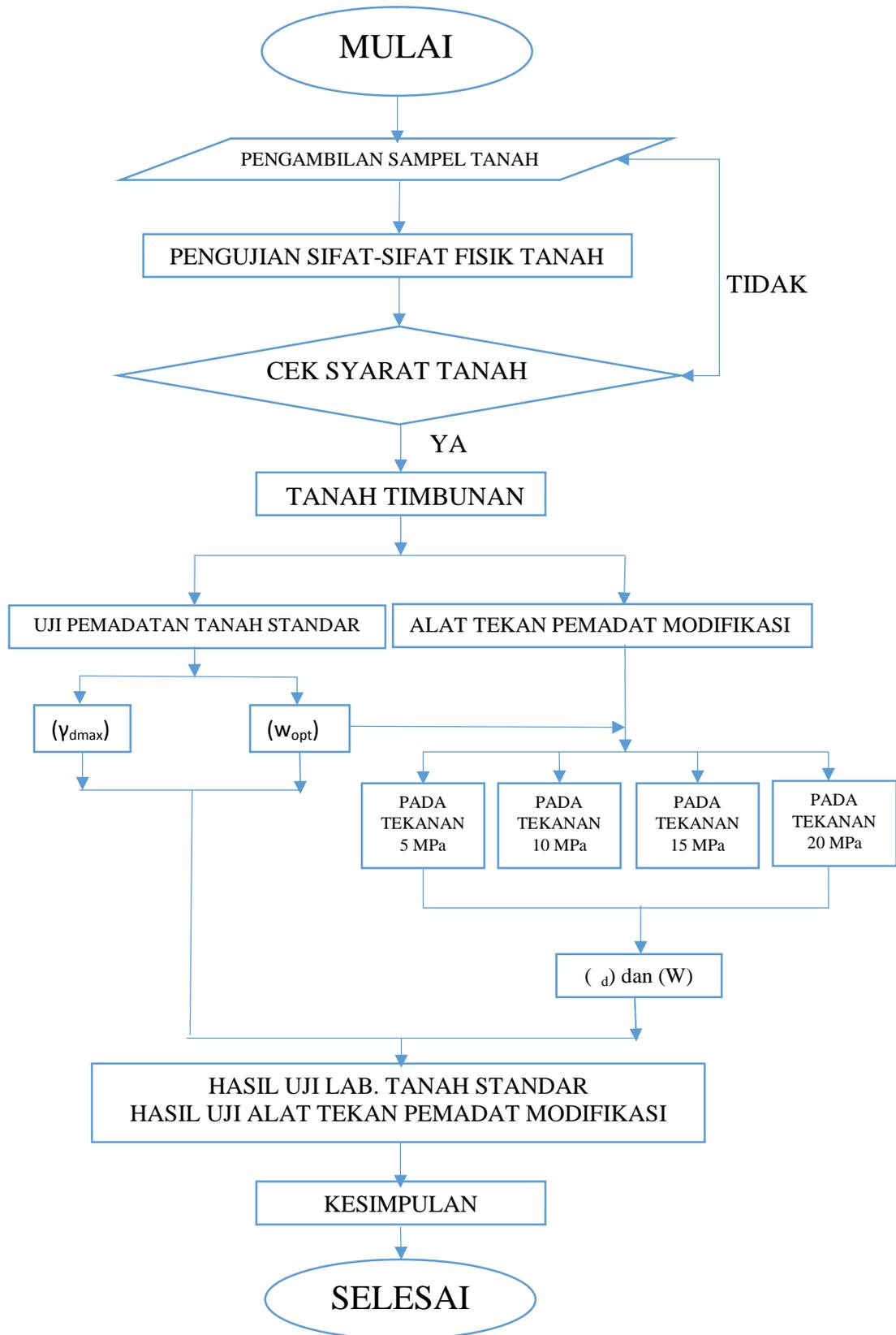
2. Pengujian Alat Tekan Pematat Modifikasi

Setelah mendapatkan (w_{opt}) dan (d_{max}) dari uji *Proctor Standard* maka selanjutnya melakukan pengujian alat tekan pematat modifikasi dengan prosedur, sebagai berikut :

- a. Mengulangi prosedur a, b, c, dan d pada pengujian pemadatan tanah standar.
- 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 pematat modifikasi. Dengan cara yang sama dilakukan untuk bagian kedua dan ketiga.
- d. Didapatkan nilai berat volume kering (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 8.



Gambar 8. Bagan Alir Penelitian

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan, tanah yang bersumber dari Tirtayasa, Bandar Lampung memperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO digolongkan pada kelompok tanah A-2-7 (pasir berlempung) dan klasifikasi berdasarkan USCS tanah tersebut digolongkan kedalam kelompok SC yaitu tanah pasir lempung.
2. Semakin besar nilai berat volume kering (ρ_d) dan semakin menurun nilai kadar air (w) dan nilai (z_{AV}). Pada pengujian pada tekanan sebesar 5 Mpa kadar air (w) relatif lebih kecil dibandingkan tekanan 10 Mpa, 15 Mpa, dan 20 Mpa disebabkan pada saat pencampuran air tidak merata dan terjadi banyak kehilangan air.
3. Uji *standard proctor* di laboratorium didapat nilai berat volume kering maksimum (ρ_{dmax}) sebesar $1,4 \text{ gr/cm}^3$. Bila nilai ini dikonversi terhadap hasil uji alat uji tekan modifikasi didapat nilai tekanan sebesar 7 Mpa.

B. Saran

Untuk penelitian selanjutnya mengenai perbandingan pemadatan tanah standar di laboratorium dengan uji alat tekan pemadat modifikasi, disarankan beberapa hal dibawah ini untuk dipertimbangkan :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh jumlah lapisan terhadap kepadatan pada alat tekan pemadat modifikasi.
2. Perlu dilakukan penelitian untuk jenis tanah timbunan atau tanah lainnya.
3. Diperlukan pengecekan kondisi alat atau mesin sebelum melakukan pengujian-pengujian di laboratorium.
4. Untuk jenis tanah timbunan biasa pada alat tekan pemadat modifikasi hanya mampu menahan tekanan sebesar 20 Mpa, karena jika dipaksakan dengan energi yang lebih tinggi, maka terjadi perlawanan dari sampel tanah tersebut sehingga manometer mengalami naik turun tidak beraturan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bisa, F., 2014. “Pengertian dan klasifikasi timbunan” <http://kumpulengineer.blogspot.co.id/2014/09/pengertian-dan-klasifikasi-timbunan.html> (12 Agustus 2016).
- Bina Marga. 2010. Spesifikasi Umum Seksi 3.2 Timbunan. Jakarta.
- BSN. 2008. Cara Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah (SNI 1742:2008). Jakarta.
- Bowles, E.J. 1989. “Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah”. Erlangga. Jakarta.
- Das, B. M. 1995. “Mekanika Tanah-prinsip rekayasa geoteknis”. Erlangga. Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2002. “Mekanika Tanah I”. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Harim, A., 2013. “Proses Pembentukan Mineral dalam Tanah”. <http://tambangunp.blogspot.co.id/2013/04/proses-pembentukan-mineral-dalam-tanah.html> (12 Agustus 2016).
- Laboratorium 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.
- Larasati, D., 2016. “Uji Kuat Tekan Paving Blok Menggunakan Campuran Tanah dan Kapur dengan Alat Pematik Modifikasi”. Jurnal Teknik Sipil Universitas Lampung.
- Muda, A., 2016. *Jurnal TEKNIK SIPIL Vol. 17 No. 1, Juli 2016*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung Mangkurat, Banjarmasin.

Prihatono, Y., 2011. “Pemadatan Tanah”. <https://yogoz.wordpress.com/2011/01/31/pemadatan-tanah-2/> (12 Agustus 2016).

Universitas Lampung. 2012. *Format Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. UPT Percetakan Universitas Lampung. Bandar Lampung.