

**PENGARUH JUMLAH LAPISAN TANAH TERHADAP DERAJAT
KEPADATAN TANAH BERDASARKAN METODE TEKANAN**

(Skripsi)

Oleh

ANNISA TIARA RULYA



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRAK

PENGARUH JUMLAH LAPISAN TANAH TERHADAP DERAJAT KEPADATAN TANAH BERDASARKAN METODE TEKANAN

Oleh

ANNISA TIARA RULYA

Pemadatan tanah merupakan salah satu pekerjaan penting dalam setiap proyek konstruksi, tanggul, waduk dan konstruksi sipil lainnya, tanah yang belum padat atau masih kondisi gembur harus dipadatkan untuk meningkatkan untuk meningkatkan kekuatan tanah, sehingga dengan demikian meningkatkan daya dukung pondasi di atasnya, serta juga berfungsi untuk mengurangi besarnya penurunan tanah yang tidak diinginkan.

Untuk itu, dalam penelitian ini akan dilakukan pemadatan tanah dengan menggunakan metode *standard proctor* di laboratorium dan menggunakan pemodelan alat uji tekan pemadat modifikasi untuk mengetahui pengaruh jumlah lapisan terhadap derajat kepadatan tanah.

Tanah yang digunakan berasal dari Tirtayasa, Bandar Lampung. Pengujian *proctor* menggunakan beberapa lapisan yaitu lapisan 2, 3, 4, dan 5. Sedangkan alat tekan pemadat modifikasi menggunakan tekanan 5 MPa, 10 MPa, 15 MPa. Lapisan yang digunakan yaitu lapisan 2, 4, dan 6 pada setiap tekanan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berat volume maksimum (d_{maks}) sebesar $1,49 \text{ gr/cm}^3$ pada pengujian metode *standard proctor* dengan hasil pada alat tekan pemadat modifikasi didapat nilai (d_{maks}) sebesar $1,66 \text{ gr/cm}^3$.

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

ABSTRACT

THE EFFECTS OF SOIL'S AMOUNT OF LAYER TO SOIL DENSITY DEGREE BASED ON PRESS METHOD

By

ANNISA TIARA RULYA

Soil compaction is one of the most important jobs in any construction project, dykes, dams and other civil constructions, unclassified soil or still friable conditions must be compacted to increase soil strength, thereby increasing the carrying capacity of the foundation above, as well as functioning to reduce the amount of unwanted land degradation.

Therefore, in this research, a conducted soil compaction will be done by using standard proctor method in laboratory and using modified compression compactor test tool modelling to know the effects of soil's amount of layer to soil density degree.

Soil samples that are used are taken from the Tirtayasa, Sukabumi, Bandar Lampung. Compaction test tool is done by using layer 2, 3, 4, and 5. And modified compaction tools are used with pressure 5 Mpa, 10 Mpa, 15 Mpa with 2, 4, and 6 layers amount on each pressures.

The result of the research shows that maximum weight volume (ρ_{dmax}) are 1,49 gr/cm³ on standard proctor method test with the achieved result on modified compactor press tool (ρ_{dmax}) is 1,66 gr/cm³.

Keywords: Standard Proctor, Modified Compactor Press Tool, Compaction, Soil Pile

**PENGARUH JUMLAH LAPISAN TANAH TERHADAP DERAJAT
KEPADATAN BERDASARKAN METODE TEKANAN**

Oleh

ANNISA TIARA RULYA

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

**Judul Skripsi : PENGARUH JUMLAH LAPISAN TANAH
TERHADAP DERAJAT KEPADATAN
TANAH BERDASARKAN METODE
TEKANAN**

Nama Mahasiswa : Annisa Tiara Rulya

Nomor Pokok Mahasiswa : 1345011002

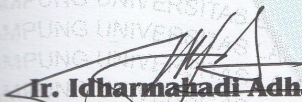
Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

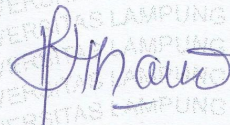


MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Ir. Idharmahadi Adha, M.T.

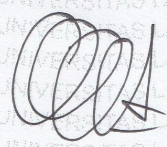
NIP 19590617 198803 1 003



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

NIP 19650510 199303 2 008

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil



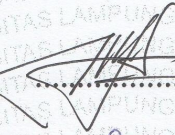
Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIP 19700915 199503 1 006

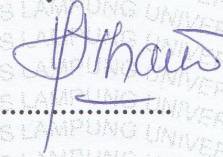
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

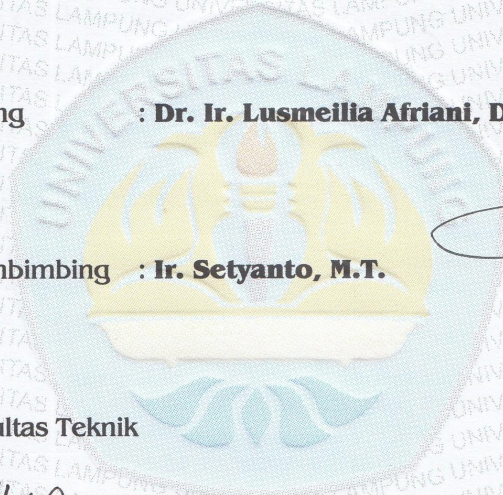
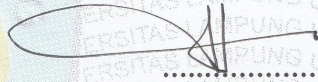
Pembimbing Utama : Ir. Idharmahadi Adha, M.T.



Anggota Pembimbing : 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 : 31 Januari 2018

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul Pengaruh Jumlah Lapisan Tanah Terhadap Derajat Kepadatan Tanah Berdasarkan Metode Tekanan 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, 1.- Februari - 2018

Pembuat Pernyataan



RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 16 Agustus 1995, sebagai anak pertama dari Bapak Chairul Zaman dan Ibu Mulyasari, S.Pd, M.M.

Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) Al-Azhar 2 diselesaikan pada tahun 2000, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Al-Azhar 2 pada tahun 2007, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan pada tahun 2010

di SMP N 29 Bandar Lampung, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMA N 10 Bandar Lampung pada tahun 2013. Penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung pada tahun 2013 melalui jalur PARALEL.

Penulis telah melakukan Kerja Praktik (KP) pada Proyek Pembangunan Gedung Asuransi Jasa Indonesia Jasindo Bandar Lampung selama 3 bulan. Penulis juga telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Buyut Udik, Kecamatan Gunung Sugih, Kabupaten Lampung Tengah selama 40 hari pada periode Januari-Februari 2017. Penulis mengambil tugas akhir dengan judul Pengaruh Jumlah Lapisan Tanah Terhadap Derajat Kepadatan Tanah Berdasarkan Metode Tekan. Selama menjadi mahasiswi penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) sebagai anggota Bidang Penelitian dan Pengembangan pada periode tahun 2014-2015.

MOTTO

Sebutlah nama Rabbmu dan beribadahlah kepada-Nya dengan ketekunan.

(Qs. Al Muzzamil: 8)

Lakukan yang terbaik, sehingga aku tak akan menyalahkan diriku sendiri atas segalanya.

(Magdalena Neuner)

There is no easy walk to freedom anywhere, and many of us will have to pass through the valley of the shadow of death. Again and again before we reach the mountain top of our desires.

(Nelson Mandela)

Start where you are. Use what you have. Do what you can.

(Arthur Ashe)

Barang siapa yang bersungguh sungguh, sesungguhnya kesungguhan tersebut untuk kebaikan dirinya sendiri.

(Qs. Al-Ankabut: 6)

Persembahkan

Untuk Papa dan Mama tercinta yang selalu memberikan yang terbaik untuk anak-anaknya dan tidak pernah lupa untuk selalu menyebut namaku disetiap doanya. Dan selalu menjadikan diriku sebagai prioritas utama dalam hidup kalian, tidak ada aku tanpa dirimu papa, mama.

Untuk Adik - Adikku tersayang yang tidak pernah melewatkan sedikitpun tangis canda tawa yang kuberikan. Terima kasih untuk kasih sayang yang kalian berikan.

Untuk kakekku tersayang yang tidak bisa lagi melihat secara langsung pencapaian yang saya capai sekarang ini. Terima kasih atas segala kasih sayang yang telah diberikan.

Untuk sahabat terbaikku Mauliyda Nur Annisa Fanhar terima kasih sudah menjadi bagian berharga dalam hidupku yang selalu menjadi pengingat, pendukung dan teman yang selalu ada disaat tawa maupun tangis.

Untuk sahabat – sahabatku Medi Yandriguna, Imannurichsan Essra, Iqbal Ramdhani, Riko Masda Putra yang selalu menjadi teman dalam keadaan apapun. Semoga kelak kita akan menjadi orang sukses.

Untuk teman spesialku, dan rekan seperjuanganku Teknik Sipil Universitas Lampung Angkatan 2013. Terima kasih untuk semua yang telah kalian berikan. Apalah aku tanpa kalian.

Untuk semua teman baikku, terima kasih sudah menjadi bagian dalam hidupku yang selalu mendukung apapun yang kulakukan. Semoga kita bisa sama-sama menjadi orang sukses.

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

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Studi Konversi Pematatan Tanah *Modified Proctor* di Laboratorium dengan Alat Tekan Pematat Modifikasi. Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Atas terselesaikannya 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 Utama dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan semangat, kritik, saran, serta bimbingan dalam proses penyusunan skripsi.
4. Ibu Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan kritik, saran, serta bimbingan dalam proses penyusunan skripsi.

5. Bapak Ir. Setyanto, M.T., selaku Dosen Penguji atas kritik, saran, serta bimbingan dalam proses penyusunan skripsi.
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung atas ilmu dan pembelajaran yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
7. Keluargaku tercinta terutama kedua orang tuaku, Chairul Zaman dan Mulyasari, serta adik - adikku Chairani Syahfitri Rulya dan Damro Bama Putra Rulya serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa.
8. Sahabat-sahabat terbaikku, Maulyda N.A Fanhar, Erny Robianti, Sanitya Pawitrasari, Oktary Putri Amanda, Riri Arinda Adama, Andya Firgi Juliend, Septiani Putri dan rekan seperjuangan Teknik Sipil Angkatan 2013, serta kakak-kakak dan adik-adik Teknik Sipil, terima kasih atas bantuan serta doa dan dukungannya selama ini.
9. Teman seperjuanganku Astri Novalia, Arief Cahya Perkasa, Fazario Adhitya Saputra, Atri Ranindita, Doni Pramanda, Guritno Bagus Pambudi, Reston Rah Timur, Tika Ayu Triana terima kasih atas bantuan, kerja sama, saran, dan kritik selama penelitian dan penyusunan laporan berlangsung.
10. Teman baikku Medi Yandriguna, Melly Nugraheni, Julian Pahlevi, Dono Agustrianto, Faishal M Hanun, Tulus Aditya Gunawan, Illyasa Destira terima kasih untuk dukungan yang telah diberikan.
11. Temanku Sherly Etika Sari, S.Ab. yang namanya ingin disebutkan tersendiri, terima kasih sudah menjadi penyokong kebahagiaan dalam hidupku.

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, Januari 2018

Penulis

Annisa Tiara Rulya

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR NOTASI	vii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Batasan Masalah	4
E. Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tanah	5
1. Definisi Tanah	5
2. Klasifikasi Tanah	6
3. Tanah Timbunan	12
B. Pemadatan Tanah	14
1. Definisi Pemadatan Tanah	14
2. Dasar-dasar Teori Pemadatan Tanah	14
C. Studi Literatur	18
III. METODE PENELITIAN	
A. Bahan Penelitian	24
B. Alat Uji Tekan Pematik Modifikasi	24
C. Metode Pengambilan Sampel	26
D. Pelaksanaan Pengujian	27
E. Prosedur Penelitian	29
F. Bagan Alir Penelitian	30
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Pengujian Sampel Tanah	31
B. Klasifikasi Sampel Tanah	38
C. Uji Laboratorium Berdasarkan Metode Tumbukan	39

D. Uji Alat Tekan Pemasat Modifikasi	42
E. Hubungan Antara Hasil Uji Laboratorium <i>Standard Proctor</i> dengan Hasil Uji Alat Tekan Pemasat Modifikasi.....	44
V. PENUTUP	
A. Kesimpulan	48
B. Saran	50

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A

LAMPIRAN B

LAMPIRAN C

LAMPIRAN D

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO	8
2. Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS	11
3. Hasil Pengujian Sampel Tanah	19
4. Hasil Pengujian Alat Tekan Modifikasi Berdasarkan Kondisi Rata-rata dengan	
5. Hitungan Energi Pemadatan Standar dan Pemadatan <i>Modified</i>	23
6. Hasil Pengujian Batas <i>Atterberg</i> Tanah	34
7. Hasil Pengujian Analisis Saringan	35
8. Hasil Pengujian Analisis Saringan	37
9. Hasil Pengujian Sampel Tanah	37
10. Hasil Pengujian Pemadatan Tanah dengan Metode Tumbukan <i>Standard</i> <i>Proctor</i>	39
11. Hasil Perhitungan Energi Pemadatan Tanah <i>Standard Proctor</i>	41
12. Hasil Perhitungan Pengujian Alat Tekan Modifikasi.....	43
13 Hasil Uji Pemadatan Tanah Laboratorium <i>Standard Proctor</i>	44
14. Hasil Uji Pemadatan Tanah Modifikasi	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Alat Pengujian Pemadatan Standar	16
2. Kurva Hubungan Kadar Air dengan Berat Volume Kering.....	17
3. Kurva Perbandingan <i>Standard Proctor</i> dan <i>Modified Proctor</i>	17
4. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air pada Uji Alat Tekanan Pemadat Modifikasi pada Kondisi Rata-Rata	20
5. Hubungan Kadar Air pada Kondisi Rata-Rata dengan Tekanan pada Uji Alat Tekanan Pemadat Modifikasi	20
6. Hubungan Berat Volume Kering Kondisi Rata-rata dengan Tekanan pada Uji Alat Tekanan Pemadat Modifikasi.....	21
7. Hasil Uji <i>Proctor</i> di Modifikasi dengan 25 Tumbukan	22
8. Lokasi Sampel Tanah.....	24
9. Sketsa Alat Tekan Pemadat Modifikasi	25
10. Alat Tekanan Pemadat Modifikasi.....	26
11. Bagan Alir Penelitian	31
12. Grafik Analisis Saringan	36
13. Hasil Pengujian Pemadatan Tanah dengan Metode Tumbukan.....	40
14. Hasil Perhitungan Energi Pemadatan Tanah.....	42

15. Nilai Berat Volume Kering Terhadap Jumlah Lapisan.....	43
16. Hasil Uji Pemadatan Tanah Laboratorium <i>Standard Proctor</i>	45
17. Hasil Uji Pemadatan Tanah Modifikasi	46

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
GW	= Kerikil bergradasi baik
GP	= Kerikil bergradasi buruk
GM	= Kerikil berlanau
GC	= Kerikil berlempung
SW	= Pasir bergradasi baik
SP	= Pasir bergradasi buruk
SM	= Pasir berlanau

SC = Pasir berlempung
ML = Lanau anorganik
CL = Lempung anorganik
OL = Lanau organik
MH = Lanau anorganik
CH = Lempung anorganik
OH = Lempung organik
PT = *Peat* (gambut)
LL = Batas cair (%)
PL = Batas plastis (%)
PI = *Plastic index* (%)
LI = *Liquid index* (%)
b = Berat volume basah (gram/cm³)
d = Berat volume kering (gram/cm³)
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

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. Jadi seorang ahli teknik sipil harus juga mempelajari sifat - sifat dasar dari tanah, seperti asal usulnya, penyebaran ukuran butiran, kemampuan mengalirkan air, sifat pemampatan bila dibebani (*compressibility*), kekuatan geser, kapasitas daya dukung terhadap beban, dan lain-lain. (Das, 1995)

Seiring perkembangan infrastuktur di kota Bandar Lampung, terutama yang berkaitan dengan sarana transportasi, maka mengakibatkan pertambahan jumlah kendaraan dan peningkatan perekonomian masyarakat. Dalam hal yang berkaitan dengan pembangunan suatu konstruksi, maka suatu lapisan tanah yang mendukung pembebanan akan berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanis tanah. Hal ini disebabkan karena tanah merupakan salah satu material yang sangat berperan penting dalam mendukung suatu konstruksi. Kondisi

ideal yang diinginkan dari *subgrade* sebagai bahan konstruksi adalah mempunyai daya dukung yang tinggi dan sifat-sifat fisik tanah yang baik. Selain itu kelembapan tanah juga berpengaruh terhadap kondisi kelakuan tanah. Kelembapan yang stabil antara, tanah, air dan udara akan menjadikan sifat-sifat tanah menjadi baik. Hal itu juga berpengaruh terhadap kekuatan dan daya dukung tanah sebagai dasar konstruksi. Menjaga kestabilan tanah khususnya kadar air dibutuhkan suatu perhatian lebih. Kondisi tanah ketika musim hujan dan kemarau berbeda, ketika musim hujan tiba tanah cenderung bersifat jenuh air.

Pada suatu kawasan atau daerah yang memiliki banyak daerah dataran rendah dan permukaan tanah tidak datar, maka dibutuhkan timbunan agar mendapatkan ketinggian tanah yang direncanakan. Timbunan memerlukan pemadatan tanah agar dapat benar-benar kuat dan stabil terhadap beban struktur maupun beban non struktur.

Pada pekerjaan timbunan tanah untuk konstruksi, tanggul, waduk dan konstruksi sipil lainnya, tanah yang belum padat atau masih kondisi gembur harus dipadatkan untuk meningkatkan berat volumenya. Pemadatan tersebut berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tanah, sehingga dengan demikian meningkatkan daya dukung pondasi di atasnya. Pemadatan juga dapat mengurangi besarnya penurunan tanah yang tidak diinginkan dan meningkatkan kemantapan lereng timbunan (*embankments*). Hubungan antara berat volume kering (*dry density*) dari tanah yang di padatkan dengan kadar air adalah berubah-ubah secara parabolis.

Untuk itu, dalam penelitian ini akan dilakukan pemadatan tanah dengan menggunakan metode *standard proctor* di laboratorium dan menggunakan pemodelan alat uji tekan pemadat modifikasi untuk mengetahui pengaruh jumlah lapisan terhadap derajat kepadatan tanah.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas metode *standard proctor*, dalam penelitian ini memerlukan 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. Dengan demikian, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh jumlah lapisan terhadap derajat kepadatan tanah dengan menggunakan alat uji tekan pemadat modifikasi.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan pemadatan tanah yaitu untuk mengurangi penurunan pada tanah.

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanis tanah yang berasal dari Tirtayasa Kec. Sukabumi, Bandar Lampung.
2. Untuk mengetahui pengaruh dari jumlah lapisan tanah terhadap derajat tekanan dengan menggunakan alat uji tekan pemadat modifikasi berdasarkan metode tekanan.

3. Rekomendasi penggunaan alat berat untuk pemadatan tanah dilapangan.

D. Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan diatas dan tujuan yang diharapkan yaitu mengetahui jumlah lapisan tanah terhadap derajat kepadatan tanah menggunakan alat uji tekan pemadat modifikasi maka penelitian ini dibatasi dengan batasan masalah sebagai berikut :

1. Rencana sampel tanah yang digunakan adalah tanah timbunan biasa yang berasal dari daerah Tirtayasa Kec. Sukabumi, Bandar Lampung.
2. Penelitian ini merupakan pengembangan dan kelanjutan dari hasil penelitian sebelumnya (Robianti, 2017) dari pengujian karakteristik tanah yang dilakukan dilaboratorium antara lain sebagai berikut :
 - a. Pengujian kadar air
 - b. Pengujian berat volume
 - c. Pengujian berat jenis
 - d. Pengujian *Atterberg*
 - e. Pengujian analisis saringan
 - f. Pengujian hidrometer
 - g. Uji pemadatan tanah *standard proctor*

E. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat mengetahui pengaruh dari jumlah lapisan tanah terhadap derajat tekanan di laboratorium dan pemodelan alat tekanan pemadat modifikasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanah

1. Definisi Tanah

Tanah adalah bagian yang terdapat pada kerak bumi yang tersusun atas mineral dan bahan organik. Tanah merupakan salah satu penunjang yang membantu kehidupan semua makhluk hidup yang ada di bumi. Tanah sangat mendukung terhadap kehidupan tanaman yang menyediakan hara dan air di bumi. selain itu. Dari segi klimatologi , tanah memegang peranan penting sebagai penyimpan air dan mencegah terjadinya erosi. Meskipun tanah sendiri juga bisa tererosi.

Tanah terbentuk dari proses pelapukan batuan yang dibantu oleh organisme membentuk tekstur unik yang menutupi permukaan bumi. Proses pembentukan tanah ini akan membentuk lapisan-lapisan yang menutupi seluruh permukaan bumi. Lapisan-lapisan yang terbentuk memiliki tekstur yang berbeda dan setiap lapisan juka akan mencerminkan proses-proses fisika, kimia dan biologi yang telah terjadi selama proses pembentukannya. Hans Jenny (1899-1992), seorang pakar tanah asal Swiss yang bekerja di Amerika Serikat, menyebutkan bahwa tanah terbentuk dari bahan induk yang telah

mengalami modifikasi atau pelapukan akibat dinamika faktor iklim, organisme, termasuk manusia dan relief permukaan bumi (topografi) seiring dengan berjalannya waktu. Berdasarkan dinamika kelima faktor tersebut terbentuklah berbagai jenis tanah dan dapat dilakukan klasifikasi tanah. (Pratama, Andio 2013)

2. Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah dibagi menjadi 2 yaitu klasifikasi alami dan klasifikasi teknis. Klasifikasi alami didasarkan atas sifat tanah yang dimiliki tanpa menghubungkan dengan tujuan penggunaan tanah tersebut sedangkan klasifikasi teknis didasarkan pada sifat-sifat tanah yang mempengaruhi kemampuan tanah untuk penggunaan-penggunaan tertentu.

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

1. Sistem AASHTO

Klasifikasi tanah sistem ini dikembangkan pada tahun 1929 oleh *Public Road Administration Classification System*. Dengan beberapa kali perubahan, sekarang telah digunakan dan dianjurkan oleh *Committee on Classification of Materials for Subgrade and granular type Roads of the Highway Research Board* pada tahun 1945 (*ASTM* menggunakan kode D-3282 dan *AASHTO* dengan metode M 145).

Klasifikasi AASHTO yang sekarang digunakan untuk konstruksi jalan dapat dilihat pada Tabel 1. Dalam sistem ini, tanah diklasifikasikan ke dalam 7 (tujuh) kelompok besar, yaitu : A-1 sampai dengan A-7.

Tanah-tanah yang diklasifikasikan dalam kelompok A-1, A-2 dan A-3 merupakan tanah-tanah berbutir kasar dimana 35 % atau kurang butir-butir tersebut melalui ayakan No. 200.

Tanah-tanah dimana 35 % atau lebih yang melalui ayakan No. 200 diklasifikasikan dalam kelompok A-4, A-5, A-6 dan A-7. Pada umumnya tanah-tanah ini adalah lanau dan lempung.

Klasifikasi sistem ini didasarkan atas kriteria-kriteria sebagai berikut :

a. **Ukuran butir.**

Kerikil : butiran melalui ayakan dengan lubang 75 mm dan tertinggal di

atas ayakan No. 10 dengan lubang 2 mm.

Pasir : butiran melalui ayakan No. 10 (2 mm) dan tertinggal di atas ayakan No. 200 dengan lubang 0,074 mm.

Lanau dan lempung : butiran melalui ayakan No. 200.

b. **Plastisitas.**

Berlanau, jika butiran tanah mempunyai indeks plastisitas 10.

Berlempung, jika butiran tanah mempunyai indeks plastisitas 11.

c. **Batuan (*boulders*)**, yang ukurannya lebih besar dari 75 mm tidak digolongkan dalam klasifikasi ini.

Tabel 1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Klasifikasi Umum	Tanah Berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
	A1		A3	A2			
Klasifikasi Kelompok	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)

2. Sistem Klasifikasi Kesatuan Tanah (*Unified Soil Classification System*)

Untuk mengetahui perlakuan tanah dasar agar dapat memenuhi persyaratan dan cukup baik sebagai pondasi jalan sesuai dengan spesifikasi yang ada, maka perlu diketahui sifat-sifat dan klasifikasinya. Menurut sistem ini sifat tanah ditentukan oleh ukuran butir dan gradasi butirannya. Sistem klasifikasitanah Unified merupakan sistem klasifikasi tanah yang paling

terkenal dikalangan para ahli teknik tanah dan pondasi. Sistem ini pertama-tama dikembangkan oleh *Casagrande* (1942) dan dikenal sebagai sistem klasifikasi *Airfied*. Sistem ini lalu dipakai dengan sedikit modifikasi oleh *U.S. Bureau of Reclamation dan U.S. Corps of Engineers* tahun 1952.

Sistem klasifikasi berdasarkan hasil-hasil percobaan laboratorium yang paling banyak dipakai secara meluas adalah sistem klasifikasi kesatuan tanah. Percobaan laboratorium yang dipakai adalah analisis ukuran butir dan batas-batas Atterberg. Semua tanah diberi dua huruf penunjuk berdasarkan hasil-hasil percobaan ini. Sistem ini mengelompokkan tanah ke dalam dua kelompok besar, yaitu :

1. Tanah berbutir kasar (*coarse grained soil*), yaitu : tanah kerikil dan pasir dimana kurang dari 50 % berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal *G*, adalah untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil dan *S*, adalah untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir.
2. Tanah berbutir halus (*fine grained soil*), yaitu : tanah dimana lebih dari 50 % berat total contoh tanah lolos ayakan No. 200. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal *M* untuk lanau (*silt*) anorganik, *C* untuk lempung (*clay*) anorganik dan *O* untuk lanau-organik dan lempung-organik. Simbol *PT* digunakan untuk tanah gambut (*peat*), *muck* dan tanah-tanah lain dengan kadar organik yang tinggi.

Simbol-simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi *USCS*, adalah :

W = tanah dengan gradasi baik (*well graded*)

P = tanah dengan gradasi buruk (*poorly graded*)

L = tanah dengan plastisitas rendah (*low plasticity*), $LL < 50$

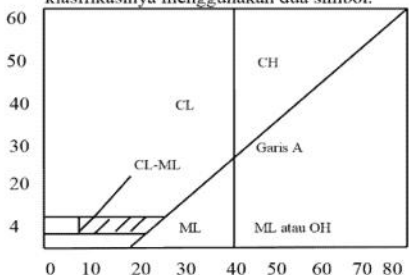
H = tanah dengan plastisitas tinggi (*high plasticity*), $LL > 50$

Tanah berbutir kasar ditandai dengan simbol kelompok seperti : *GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM* dan *SC*. Untuk klasifikasi yang benar, perlu diperhatikan faktor-faktor berikut ini :

1. Persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 (ini adalah fraksi halus)
2. Persentase fraksi kasar yang lolos ayakan No. 40
3. Koefisien keseragaman (C_u) dan koefisien gradasi (C_c) untuk tanah dimana 0 – 12 % lolos ayakan No. 200
4. Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (IP) bagian tanah yang lolos ayakan No. 40 (untuk tanah dimana 5 % atau lebih lolos ayakan No. 200).

Bilamana persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 adalah antara 5 sampai 12 %, symbol ganda seperti : *GW-GM, GP-GM, GW-GC, GP-GC, SW-SM, SW-SC, SP-SM* dan *SP-SC* diperlukan.

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			
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi	PT	<i>Peat</i> (gambut), <i>muck</i> , dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488			

(Sumber : Hardiyatmo 2002)

3. Tanah Timbunan

Tanah timbunan dibagi menjadi dua yaitu, tanah timbunan biasa dan tanah timbunan pilihan.

- a. Timbunan biasa, adalah timbunan atau urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir *subgrade* yang disyaratkan dalam gambar perencanaan tanpa maksud khusus lain. Timbunan biasa ini juga digunakan untuk penggantian material *existing subgrade* yang tidak memenuhi syarat.

Bahan timbunan biasa harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut :

- 1) Timbunan yang diklasifikasikan sebagai timbunan biasa harus terdiri dari tanah yang disetujui oleh pengawas yang memenuhi syarat untuk digunakan dalam pekerjaan permanen.
- 2) Bahan yang dipilih tidak termasuk tanah yang plastisitasnya tinggi, yang diklasifikasi sebagai A-7-6 dari persyaratan AASHTO M 145 atau sebagai CH dalam sistim klasifikasi “Unified atau Casagrande”. Sebagai tambahan, urugan ini harus memiliki CBR yang tak kurang dari 6 %, bila diuji dengan AASHTO T 193.
- 3) Tanah yang pengembangannya tinggi yang memiliki nilai aktif lebih besar dari 1,25 bila diuji dengan AASHTO T 258, tidak boleh digunakan sebagai bahan timbunan. Nilai aktif diukur sebagai perbandingan antara Indeks Plastisitas (PI) – (AASHTO T 90) dan presentase ukuran lempung (AASHTO T 88).

- a. Timbunan pilihan, adalah timbunan atau urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir *subgrade* yang disyaratkan dalam gambar perencanaan dengan maksud khusus lainnya, misalnya untuk mengurangi tebal lapisan pondasi bawah, untuk memperkecil gaya lateral tekanan tanah dibelakang dinding penahan tanah talud jalan.

Bahan timbunan pilihan harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut :

- 1) Timbunan hanya boleh diklasifikasikan sebagai “Timbunan Pilihan” bila digunakan pada lokasi atau untuk maksud yang telah ditentukan atau disetujui secara tertulis oleh pengawas.
- 2) Timbunan yang diklasifikasikan sebagai timbunan pilihan harus terdiri dari bahan tanah berpasir (*sandy clay*) atau padas yang memenuhi persyaratan dan sebagai tambahan harus memiliki sifat tertentu tergantung dari maksud penggunaannya. Dalam segala hal, seluruh urugan pilihan harus memiliki CBR paling sedikit 10 %, bila diuji sesuai dengan AASHTO T 193.
- 3) Tanah yang pengembangannya tinggi yang memiliki nilai aktif lebih besar dari 1,25 bila diuji dengan AASHTO T 258, tidak boleh digunakan sebagai bahan timbunan.

Nilai aktif diukur sebagai perbandingan antara Indeks Plastisitas (PI) – (AASHTO T 90) dan presentase ukuran lempung (AASHTO T 88).

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

Pemadatan adalah suatu proses dimana udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan salah satu cara mekanis (menggilas / memukul / mengolah). Tanah yang dipakai untuk pembuatan tanah dasar pada jalan, tanggul / bendungan. Tingkat pemadatan tanah di ukur dari berat volume kering tanah yang dipadatkan. Bila air ditambahkan kepada suatu tanah yang sedang dipadatkan, air tersebut akan berfungsi sebagai unsur pembasah pada partikel-partikel tanah. Pada awal proses pemadatan, berat volume tanah kering (v_d) bertambah seiring dengan ditambahkan kadar air. Pada kadar air nol ($w=0$), berat volume tanah basah (v_b) sama dengan berat volume tanah kering (v_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 (ρ_{dmak}) disebut kadar air optimum (Hardiyatmo, 2002).

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 (ρ_{dmak}).

Hubungan berat volume kering (ρ_d) dengan berat volume basah (ρ_b) dan kadar air (w), dinyatakan dalam persamaan :

$$\rho_d = \frac{\rho_b}{1 + w} \dots\dots\dots (1)$$

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

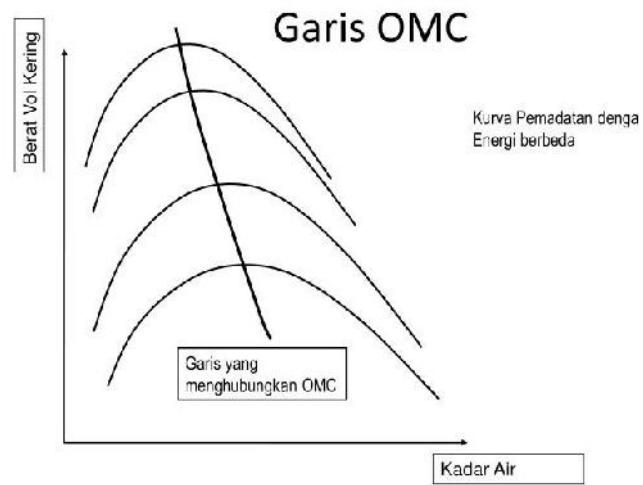
kepadatan tanah dapat dinilai dari pengujian metode *standard proctor*. Prinsip pengujian diterangkan dibawah ini.

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 pematatan tanah standar pada Gambar 1.

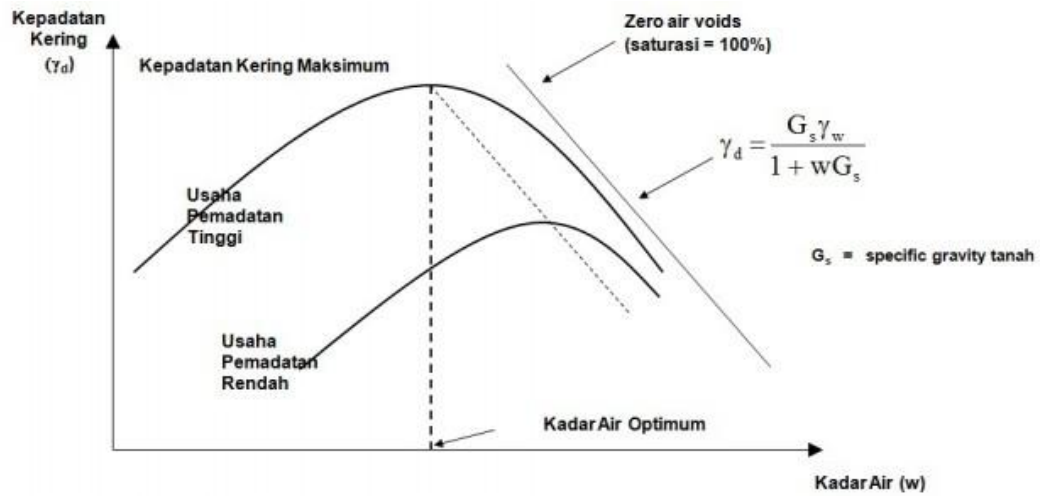


Gambar 1. Alat Pengujian Pematatan Standar, (<https://dir.indiamart.com>)

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



Gambar 2. Kurva Hubungan Kadar Air dengan Berat Volume Kering
(www.slideserve.com)



Gambar 3. Kurva Perbandingan *Standard Proctor* dan *Modified Proctor*
(<http://gloopic.net>)

b. Pengaruh Usaha Pematatan

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

$$E = \frac{NbNiWH}{V}$$

Keterangan :

E = Energi Kepadatan (ft-lb/ft³)

Nb = Jumlah pukulan per lapisan

Ni = Jumlah lapisan

W = Berat pemukul (kg)

H = Tinggi jatuh pemukul (cm)

V = Volume mold/tabung (cm)

C. Studi Literatur

1) Penelitian dilakukan oleh Robianti, Erny (2017) mengenai percobaan pengujian pematatan tanah metode *standard proctor* dengan alat uji tekan pematat modifikasi. Dengan tujuan mengetahui energi yang timbul dari pematatan tanah *standard proctor* terhadap alat uji tekan pematat memodifikasi, dengan hasil sebagai berikut :

1. Pengujian Sampel Tanah

Nilai-nilai dari hasil pengujian laboratorium mengenai sifat fisik dan sifat mekanik dari sampel tanah pada tabel berikut :

Tabel 3. Hasil Pengujian Sampel Tanah

No	Pengujian	Hasil
1	Kadar air (w)	12,72%
2	Berat Jenis (Gs)	2,56
3	Batas <i>Atterberg</i> : a. Batas Cair (LL) b. Batas Plastis (PL) c. Indeks Plastisitas (PI)	59,32% 40,55% 18,77%
4	Analisa Saringan a. lolos Saringan No. 4 b. lolos Saringan No. 200	82,80% 0,44%

(Sumber: Robianti, 2017)

Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan system 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.

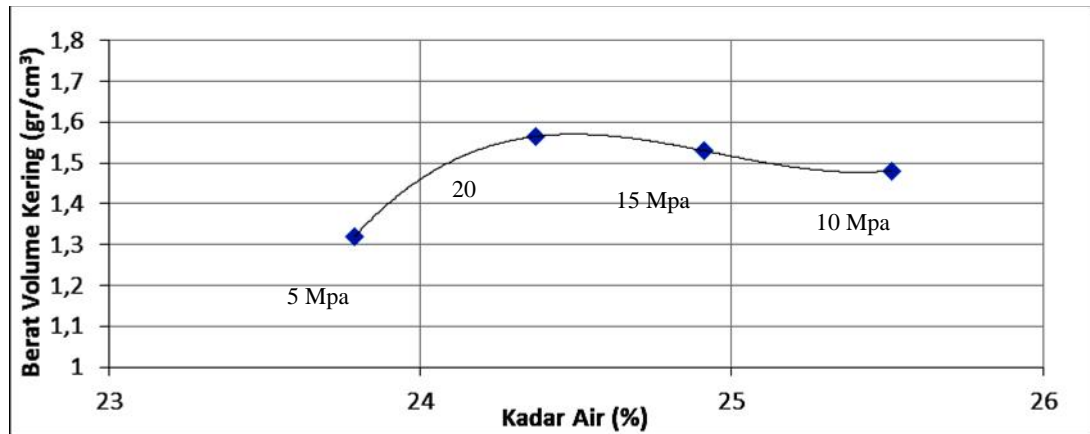
2. Uji Alat Tekanan Pemadat Modifikasi

Pada pengujian pemadatan dilakukan sebanyak 4 tekanan yaitu 5 MPa, 10 MPa, 15 MPa, dan 20 MPa dan untuk setiap tekanan diambil sebanyak 3 sampel percobaan.

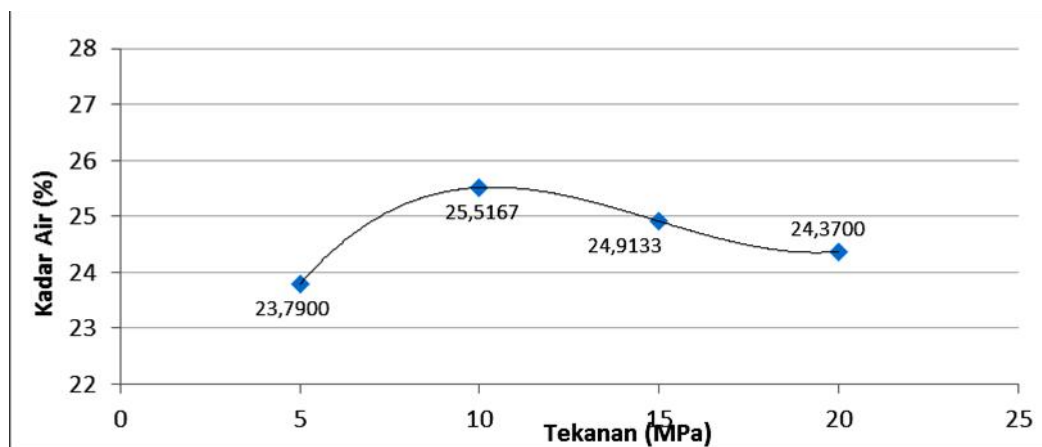
Tabel 4. Hasil Pengujian Alat Tekan Modifikasi pada Kondisi Rata-rata

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

(Sumber: Robianti, 2017)

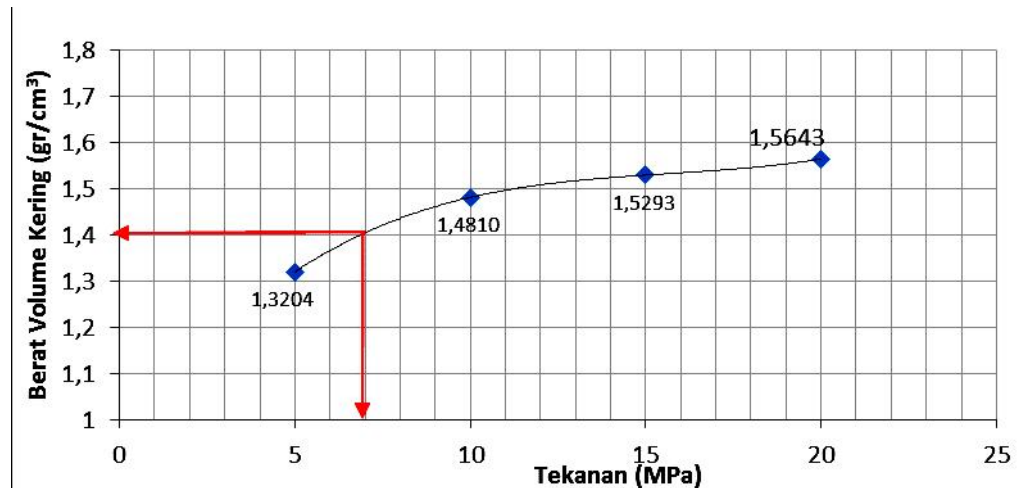


Gambar 4. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air pada Uji Alat Tekan Modifikasi pada Kondisi Rata-rata



Gambar 5. Hubungan Kadar Air pada Kondisi Rata-rata dengan Tekanan pada Uji Alat Tekan Modifikasi

Dari hasil hubungan berat volume kering dengan kadar air berdasarkan uji alat tekan modifikasi untuk kondisi rata-rata dapat dilihat bahwa semakin besar tekanan yang diberikan pada uji alat tekan pemadat modifikasi maka semakin besar nilai berat volume kering (ρ_d) dan semakin menurun nilai kadar air (w). 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.



Gambar 6. Hubungan Berat Volume Kering Kondisi Rata-rata dengan Tekanan pada Uji Alat Tekan Modifikasi

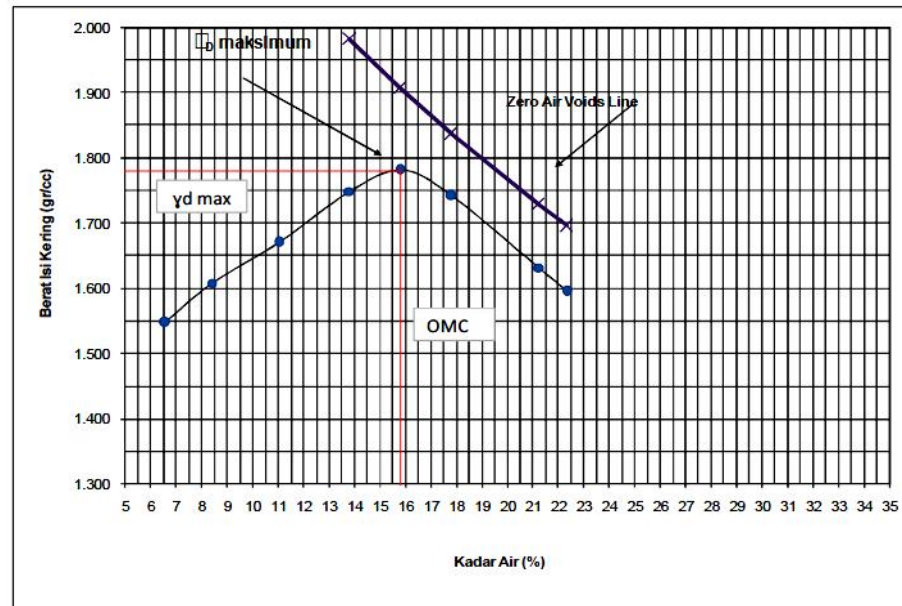
Berdasarkan pengujian alat tekan pemadat modifikasi, hasil uji *standard proctor* di laboratorium didapat nilai berat volume kering maksimum (d_{maks}) sebesar 1,4 gram/cm³. Apabila dikonversi terhadap hasil uji alat tekan modifikasi didapat nilai tekanan sebesar 7 Mpa. untuk mengontrol tekanan sebesar 7 Mpa mendekati hasil uji *standard proctor* dilakukan pengujian kembali dengan alat uji tekan pemadat modifikasi didapat nilai d sebesar 1,38 gram/cm³.

- 2) Penelitian Yamali (2016) mengenai “ analisa energi pemadat tanah lempung dilapangan “.

Penelitian Yamali (2016) mengenai analisa energi pemadat tanah lempung dilapangan menggunakan sampel tanah berasal dari Kelurahan Mayang Mangurai Kecamatan Kotabaru, Kota Jambi, dengan hasil sebagai berikut :

- a. Pengujian Proctor

Hasil pengujian pemadatan proctor di modifikasi dengan 25 tumbukan dalam grafik berikut ini :



Gambar 7. Hasil Uji *Proctor* di Modifikasi dengan 25 Tumbukan

b. Perhitungan Energi Pemadatan di Laboratorium

Dalam perhitungan energi pemadatan di laboratorium di dapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4. Hitungan Energi Pemadatan Standar dan Pemadatan Modified

Jumlah Pukulan per-lapis (N _b)	Energi pemadatan standar			Energi Pemadatan Modified		
	(ft-lb/ft ³)	J/m ³	Kgf-m/m ³	(ft-lb/ft ³)	J/m ³	Kgf-m/m ³
25	12375	593876	802535	55069	2642749	3571283

Sumber : Yamali (2016)

c. Perhitungan analisis energi alat pemadat tanah lempung di lapangan

Hasil perhitungan menunjukkan energi alat pemadat untuk penggilas kaki kambing adalah 64,43 Joule per cm lebar roda dengan kecepatan 8 km/j untuk satu lintasan. Menurut kutzner (1997) jumlah lintasan (*pass*) untuk memadatkan tanah adalah 6 sampai 8 lintasan (*pass*) maka total energi adalah 515,47 joule (tiap cm lebar roda).

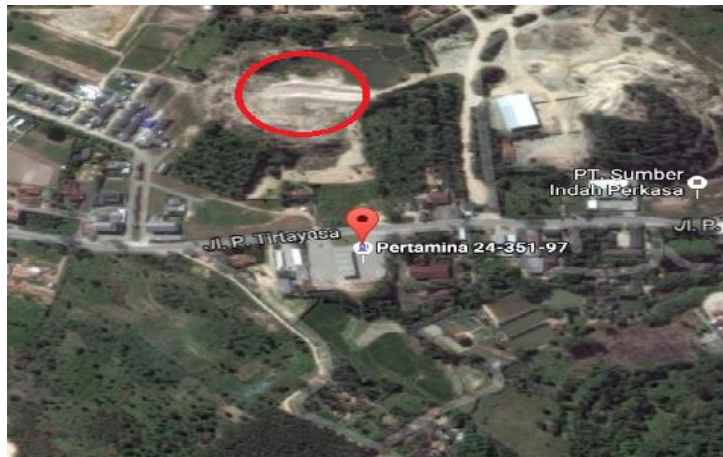
Kaki-kaki pada roda (*pad*) yang berbentuk oval dengan luas permukaan 63,5 cm² berfungsi sebagai alat peremas tanah memberikan tekanan sebesar :

$$\text{Tekanan} = \frac{5570}{63,5} = 8771 \text{ Kpa}$$

III. METODE PENELITIAN

A. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan yaitu berupa sampel tanah yang berlokasi di alamat Jl Tirtayasa Kec. Sukabumi, Bandar Lampung, karena daerah tersebut merupakan salah satu lokasi masyarakat mengambil tanah timbunan biasa untuk daerah Bandar Lampung dan sekitarnya.



Gambar 8. Lokasi Sampel Tanah

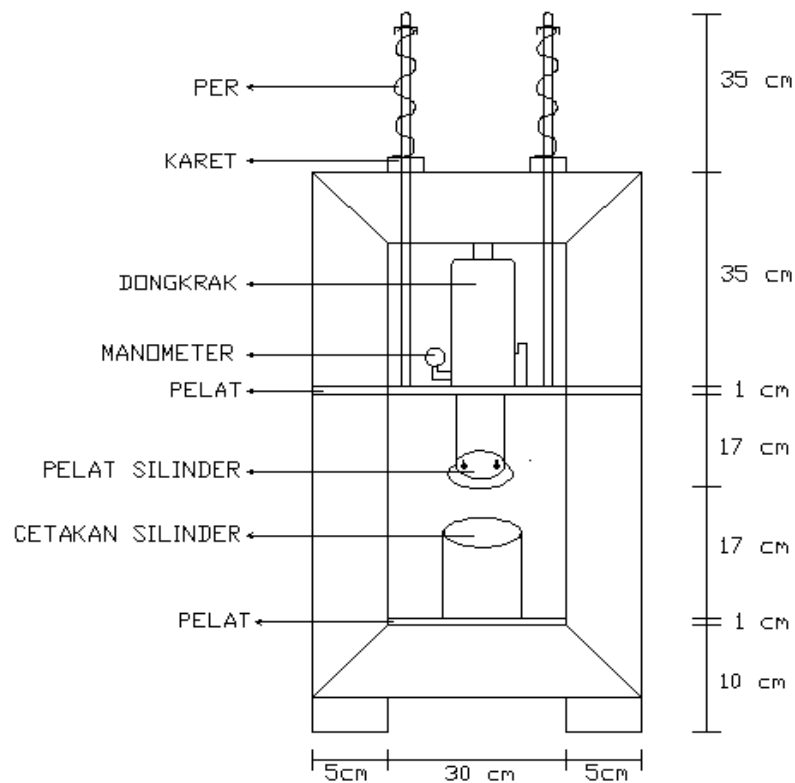
B. Alat Uji Tekan Pematik Modifikasi

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

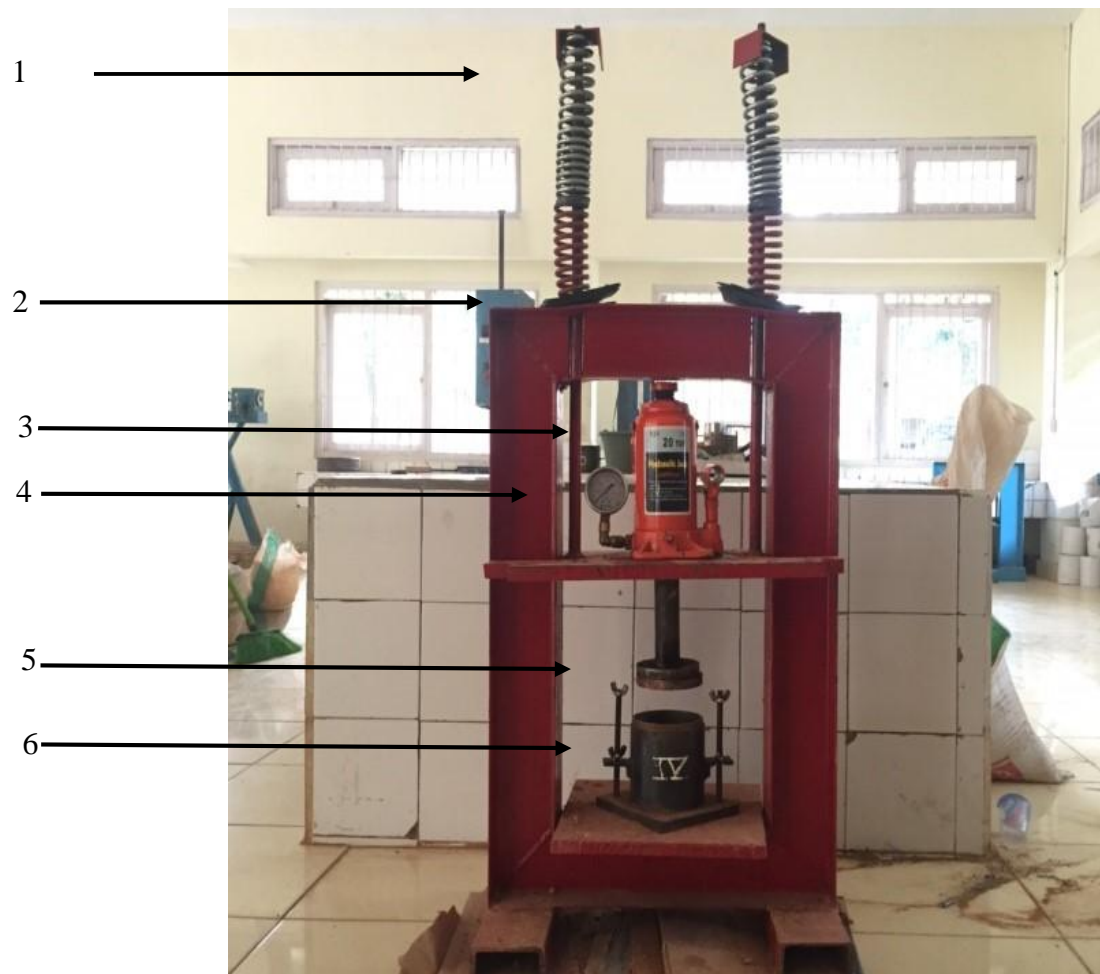
diberikan pada saat mengalami tekanan. Cetakan yang akan digunakan yaitu silinder (*modal*) dengan diameter 10,2 cm dan tinggi 11,6 cm.

Cara kerja alat uji tekan pemadat 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. (Robianti, 2017)

Dapat dilihat dapat dilihat dari Sketsa berikut ini :



Gambar 9. Sketsa Alat Tekan Pemadat Modifikasi



Gambar 10. Alat Tekanan Pematik Modifikasi

Keterangan :

1 = Per

2 = Karet

3 = Dongkrak

4 = Manometer

5 = Pelat silinder

6 = 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 pemadat 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 pemadat 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.

1. Pengujian sifat fisik dan mekanis tanah

a. 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.

b. Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah yang lolos saringan No. 200 dengan menggunakan *picnometer* .
Cara pengujian berdasarkan ASTM D-854.

c. 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 yang dilakukan yaitu :

a) Pengujian Batas Cair (*Liquid Limit Test*). Berdasarkan ASTM D-4318.

b) Pengujian Batas Plastis (*Plastic Limit Test*). Berdasarkan ASTM D-4318.

d. 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. Berikut prosedur percobaan menurut ASTM D-422.

e. Pengujian Hidrometer

Pengujian hidrometer bertujuan untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir tanah untuk tanah yang tidak mengandung butir tertahan saringan no. 200. Cara pengujian berdasarkan ASTM D 422-63.

f. Pengujian Pematatan Tanah

Pengujian pemadatan tanah bertujuan untuk menentukan kepadatan maksimum suatu jenis tanah melalui cara tumbukan, yaitu mengetahui hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah. Cara pengujian berdasarkan ASTM D 698-78.

3. Pengujian Pemadatan tanah dengan Alat Tekan Pemadat Modifikasi

Pada pengujian ini, akan dilakukan 4 macam penekanan oleh alat uji tekanan pemadat modifikasi, yaitu pada tekanan 5 MPa, 10 MPa, 15 MPa,. Dari masing-masing penekanan sampel yang digunakan berjumlah 3 sampel.

E. Prosedur Penelitian

Adapun urutan dari prosedur penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pengujian tanah asli untuk mendapat karakteristik dari tanah sampel seperti uji kadar air, berat jenis, batas *atterberg*, analisis saringan, hidrometer.
2. Melakukan pengujian pemadatan tanah, untuk mendapatkan (ρ_{opt}) dan (ρ_{dmax}) selanjutnya melakukan pengujian Alat uji tekan pemadat modifikasi menggunakan jumlah lapisan tanah 2, 3, 4, 5 dan 6 untuk pemadatan *standard* dan jumlah lapisan tanah 2, 4, dan 6 untuk pemadatan modifikasi
3. Adapun prosedur pengujian alat tekan pemadat modifikasi, sebagai berikut:
 - a. Menghamparkan sampel tanah hingga kering.
 - b. Mengayak tanah dengan saringan No.4.

- c. Mengambil sampel tanah sebanyak 2,50 kg yang lolos saringan No.4.
- d. Mengambil sebagian butiran tanah yang mewakili sampel untuk menentukan kadar air awal.
- e. Dari hasil uji pemadatan tanah didapat kadar air optimum (w_{opt}) yang digunakan untuk penambahan kadar air pada sampel tanah.
- f. Masukkan bagian pertama kedalam *mold* kemudian di tekan dengan tekanan 5 MPa pada alat tekanan pemadat modifikasi. Dengan cara yang sama dilakukan untuk setiap lapisan di dalam *mold*.
- g. Didapatkan nilai berat volume kering maksimum (w_{dmax}) dan (w_{dmax}).
- h. Mengulangi prosedur a sampai f untuk sampel berikutnya dengan tekanan 10 MPa dan 15 MPa,.

F. 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 11.

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. Dari hasil uji pemadatan tanah *standard proctor* didapat berat volume kering maksimum pada setiap lapisan. Dari nilai berat volume kering maksimum dan jumlah lapisan yang dimiliki peneliti mendapatkan nilai energi pemadatan dari setiap lapisan. Pada pemadatan 2 lapisan sampai 5 lapisan grafik pemadatan masih berbentuk garis linear. Dan pada 6 lapisan besar energi pemadatan tidak lagi berbentuk linear tetapi membentuk garis on linear.
3. Setelah melakukan uji pemadatan tanah *standard proctor*, dilakukan juga uji pemadatan tanah modifikasi untuk mengetahui pengaruh jumlah lapisan 2, 4, dan 6 terhadap energi tekan 5 Mpa, 10 Mpa, dan 15 Mpa yang diberikan dengan menggunakan alat tekan pemadat modifikasi. Dari

penelitian tersebut didapatkan nilai berat volume kering maksimum dan nilai kadar air.

4. Uji pemadatan tanah modifikasi didapatkan nilai berat volume kering maksimum yang berbeda-beda. Pada setiap energi tekan yang diberikan terjadi penurunan nilai berat volume kering maksimum pada lapisan 4, hal ini dikarenakan pemadatan yang dilakukan telah melewati kadar air optimum dari sampel yang digunakan. Namun pada lapisan 6 disetiap energi tekan mengalami kenaikan berat volume kering maksimum, hal ini dikarenakan kadar air yang dimiliki lebih kecil dibandingkan kadar air pada lapisan 4.
5. Nilai perbandingan yang didapat pada Alat Pemadatan Tanah Standar dengan Alat pemadat modifikasi sebesar 2%, hal ini dikarenakan hasil yang didapatkan tidak memiliki selisih yang terlalu jauh antara alat uji pemadatan standar dan alat uji modifikasi. Sehingga menurut penelitian yang telah dilakukan, pengujian pemadatan tanah menggunakan alat uji tekan pemadat modifikasi lebih mudah dilakukan dan nilai yang diperoleh lebih signifikan dibandingkan dengan alat uji pemadat standar.
6. Rekomendasi alat berat dalam penelitian ini adalah *Sheepsfoot Roller*, dengan luas cakupan pemadatan 8 -12 % luas dengan tekanan kontak 7 MPa. Sesuai dengan tanah yang digunakan yaitu tanah lempung berpasir, *Sheepfoot Roller* sangat efektif untuk pemadatan tanah berupa *clay* dan campuran *sand* dan *clay*. Sesuai dengan tanah timbunan Tirtayasa.
7. Semakin banyak lapisan yang diberikan pada setiap penekanan di laboratorium dan alat tekan modifikasi maka berat volume kering yang dihasilkan akan semakin mendekati.

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 dengan jumlah lapisan lebih banyak dari yang sebelumnya.
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 jumlah lapisan yang lebih banyak harus memperhatikan energi yang diberikan. Karena jika melakukan penambahan jumlah lapisan lalu meningkatkan energi tekan pemadatan pada tanah tersebut maka akan terjadi perlawanan terhadap tanah tersebut sehingga alat akan mengalami kerusakan atau ledakan kecil dari manometer alat tersebut.
5. Alat uji laboratorium *standard* ASTM atau SNI perlu dimodifikasi dalam bentuk penelitian yang berhubungan dengan energi tekanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bisa, F., 2014. “*Pengertian dan Klasifikasi Timbunan*”. <http://kumpulengineer.blogspot.co.id/2014/09/pengertian-dan-klasifikasi-timbunan.html> (12 July 2017).
- Bina Marga, Direktorat Jendral. “*Spesifikasi Umum 2010*”. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Das, B. M. 1995. “*Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I*”. PT. Erlangga. Jakarta.
- Hans Jenny (1899 – 1992). “*Pembentukan Tanah (Pedogenesis)*”. <https://id.wikipedia.org/wiki/Tanah> (12 July 2017)
- Hardiyatmo, H.C. 2002. “*Mekanika Tanah I*”. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Harim, A., 2013. “*Proses Pembentukan Mineral dalam Tanah*”. <http://tambang.unp.blogspot.co.id/2013/04/proses-pembentukan-mineral-dalam-tanah.html> (12 July 2017).
- 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.
- Pratama, Andio 2013. “*Definisi dan Jenis Tanah*”. <http://andioprata.blogspot.co.id> (12 July 2017)
- Prihatono, Y., 2011. “*Pemadatan Tanah*”. <https://yogoz.wordpress.com/2011/01/31/pemadatan-tanah-2/> (12 July 2017).
- Robianti, E., 2017. “*Percobaan Pengujian Pemadatan Tanah Metode Standard Proctor Dengan Alat Uji Tekan Pemat Modifikasi*”. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Universitas Lampung. 2012. “*Format Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*”. UPT Percetakan Universitas Lampung. Bandar Lampung.