

**APLIKASI ALAT UJI TEKAN MODIFIKASI METODA TEKANAN  
(*PRESSURE METHOD*) TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH DASAR  
(*SUBGRADE*) BERDASARKAN *MODIFIED PROCTOR METHOD***

(Skripsi)

Oleh

**AMELIZA INDAH MAHESA  
1415011016**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**

## **ABSTRAK**

### **APLIKASI ALAT UJI TEKAN MODIFIKASI METODA TEKANAN (*PRESSURE METHOD*) TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH DASAR (*SUBGRADE*) BERDASARKAN *MODIFIED PROCTOR METHOD***

**Oleh**

**AMELIZA INDAH MAHESA**

Seiring dengan kemajuan teknologi infrastruktur, maka teknologi pembangunan infrastruktur semakin berkembang. Tanah memegang peranan penting dalam pembangunan infrastruktur yang baik. Untuk mengetahui tanah timbunan yang baik, dapat dilihat dari pengujian CBR. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian hasil nilai uji CBR metode tumbukan dengan metode tekanan yang akan mendapatkan besarnya konversi pemadatan tanah modified proctor di laboratorium dengan alat tekan pemadat modifikasi.

Sampel tanah yang digunakan berasal dari daerah Tirtayasa, Kec. Sukabumi Bandar Lampung, terdiri dari enam sampel untuk pengujian standar di laboratorium dan dua belas sampel untuk pengujian alat tekan pemadat modifikasi, dengan tekanan yang digunakan adalah 5 MPa, 10 MPa, dan 15 MPa menggunakan tiga sampel tanah pada masing-masing tekanan.

Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa berat volume maksimum ( $\gamma_{dmaks}$ ) sebesar 1,77 gr/cm<sup>3</sup>. Pada pengujian di laboratorium didapatkan nilai CBR tanpa rendaman sebesar 9% dan rendaman sebesar 2,7%. Sedangkan pada pengujian CBR tanpa rendaman menggunakan alat tekan modifikasi didapatkan nilai CBR sebesar 9,6% pada tekanan 5 Mpa, 10,4% pada tekanan 10 Mpa, dan 11% pada tekanan 15 Mpa dan pengujian CBR rendaman didapatkan nilai CBR sebesar 1,7% pada tekanan 5 Mpa, 2% pada tekanan 10 Mpa, dan 4,5% pada tekanan 15 Mpa. Berdasarkan hasil pengujian, alat modifikasi menghasilkan nilai CBR yang lebih besar dibandingkan dengan pengujian CBR metode standar.

Kata kunci: *Modified Proctor*, Alat Tekan Pemadat Modifikasi, Pemadatan, CBR

## **ABSTRACT**

### ***THE APPLICATION OF MODIFICATION PRESSURE TEST WITH PRESSURE METHOD FOR SUBGRADE BASED ON MODIFIED PROCTOR METHOD***

*By*

**AMELIZA INDAH MAHESA**

*As the technology of infrastructure progressed, the technology of infrastructure development is expanding. Soil holds a vital role in good infrastructure development. To find out the good hoarder soil, it can be seen from CBR test. So, this research is done to find out the suitability of the CBR collision method test and pressure method test that will get the conversion of modified compaction soil in laboratory with modification compaction tool.*

*The soil samples are used come from Tirtayasa area, Kec. Sukabumi Bandar Lampung, it consists of six samples for standard test in the laboratory and twelve samples for modified compaction test, with the pressure used is 5 MPa, 10 MPa, and 15 MPa using three soil samples in each pressure.*

*The laboratory result of this research is showed that the maximum volume weight ( $\gamma_{dmaks}$ ) is 1.77 gr / cm<sup>3</sup>. The value of CBR laboratory test without soaking is 9% and with soaking is 2,7%. While the value of CBR test without soaking with a modification compaction tool is 9.6% at a pressure of 5 Mpa, 10.4% at a pressure of 10 Mpa, and 11% at a pressure of 15 Mpa, and the value of CBR without soaking is 1.7% at a pressure of 5 Mpa, 2% at a pressure of 10 Mpa, and 4.5% at a pressure of 15 Mpa. Based on the test results, the modification tool has a bigger CBR value compared to the standard CBR test method.*

*Keywords: Modified Proctor, Modified Press Compactor Tools, Compaction, CBR*

**APLIKASI ALAT UJI TEKAN MODIFIKASI METODA TEKANAN  
(*PRESSURE METHOD*) TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH DASAR  
(*SUBGRADE*) BERDASARKAN *MODIFIED PROCTOR METHOD***

**Oleh**

**AMELIZA INDAH MAHESA**

**Skripsi**

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

**Pada**

**Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2019**

Judul Skripsi : **APLIKASI ALAT UJI TEKAN MODIFIKASI  
METODA TEKANAN (*PRESSURE METHOD*)  
TERHADAP DAYA DUKUNG TANAH DASAR  
(*SUBGRADE*) BERDASARKAN *MODIFIED  
PROCTOR METHOD***

Nama Mahasiswa : **Ameliza Indah Mahesa**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1415011016

Jurusan : Teknik Sipil

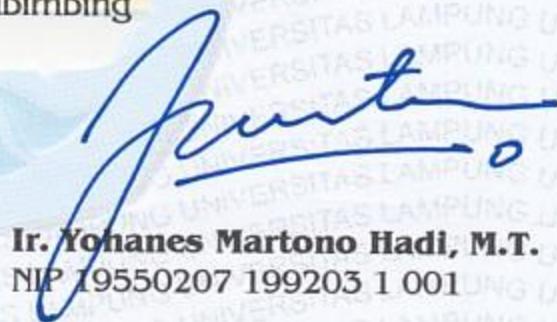
Fakultas : Teknik

**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing



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



**Ir. Yohanes Martono Hadi, M.T.**  
NIP 19550207 199203 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil



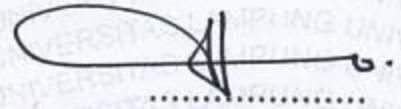
**Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.**  
NIP 19700915 199503 1 006

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

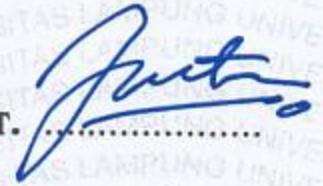
**Ketua**

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



**Sekretaris**

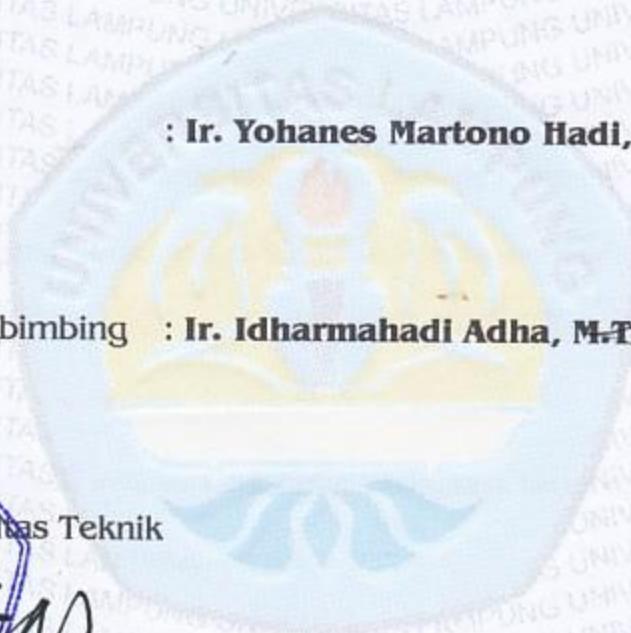
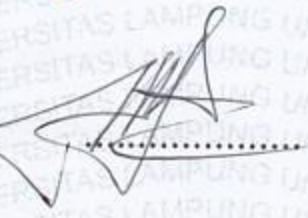
**: Ir. Yohanes Martono Hadi, M.T.**



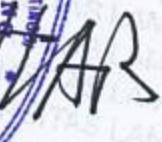
**Penguji**

**Bukan Pembimbing**

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



**Dekan Fakultas Teknik**



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

**NIP 19620717 198703 1 002**

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 18 Februari 2019**

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini yang berjudul "*Aplikasi Alat Uji Tekan Modifikasi Metoda Tekanan,(Pressure Method) Terhadap Daya Dukung Tanah Dasar (Subgrade) Berdasarkan Modified Proctor Method*" tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang dituliskan atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pula, bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

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

Bandar Lampung,      Februari 2019



Ameliza Indah Mahesa

## RIWAYAT HIDUP



Ameliza Indah Mahesa dilahirkan di Bandar Lampung, pada tanggal 6 September 1996. Penulis merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Hermen Azwar Zanim dan Ibu Ellynawati Alihasan Puncak. Penulis menempuh pendidikan taman kanak-kanak di TK Tunas Mekar Indonesia dan diselesaikan pada tahun 2001, lalu pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 2

Rawa Laut dan diselesaikan pada tahun 2008. Pendidikan tingkat pertama ditempuh di SMP Negeri 2 Bandar Lampung dan diselesaikan pada tahun 2011 kemudian melanjutkan Pendidikan tingkat atas di SMA Negeri 2 Bandar Lampung dan diselesaikan pada tahun 2014.

Pada tahun 2014, Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung melalui jalur undangan Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Penulis turut dalam organisasi kemahasiswaan yaitu Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Lampung pada tahun 2015/2016 sebagai anggota pada bidang Usaha dan Karya, Penulis juga mendapat kepercayaan menjadi asisten dosen di Universitas Lampung pada mata kuliah Mekanika Tanah I pada tahun 2018. Penulis melakukan Kerja Praktik pada Proyek Pembangunan Gedung Radioterapi Rumah Sakit Umum Abdul Muluk Bandar Lampung pada tahun 2017. Pada tahun 2018 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Labuhan Ratu IV, Kecamatan Labuhan Ratu, Kabupaten Lampung Timur.

## **PERSEMBAHAN**

Kupersembahkan hasil kerja kerasku ini kepada :

Kedua orangtuaku tercinta, Ayahku tesayang Hermen Azwar Zanim dan Ibuku tersayang Ellynawati Alihasan Puncak, yang telah mencurahkan setiap doa, kasih sayang, harapan, dan dukungan kepadaku selama ini dalam segala hal.

Kakakku tersayang, Arlingga Azli Mahesa yang selalu memberikan semangat, doa, dan dorongan untukku.

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.

Seluruh keluarga besar dan sahabat yang selalu mendukung dan memberikan semangatnya hingga aku dapat menyelesaikan tugas akhirku ini.. Terima kasih sudah menjadi bagian berharga dalam hidupku.

## **Motto**

“Gak papah, besok kita coba lagi..”  
(NKCTHI)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”  
(QS. Al- Insyirah : 6)

"Alone, by herself she built the kingdom that she wanted"  
(r.h. Sin)

“Some day we will find what we are looking for, or maybe not. Maybe we'll find something much greater than that”  
(Anonymous)

“You did well, even when you think it is not enough. Even when others think it's not enough. You tried, and that should count for something”  
(Anonymous)

## SANWACANA

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **"Aplikasi Alat Uji Tekan Modifikasi Metoda Tekanan (*Pressure Method*) Terhadap Daya Dukung Tanah Dasar (*Subgrade*) Berdasarkan *Modified Proctor Method*"** yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Lampung.

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

1. 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. Setyanto, M.T., selaku Dosen Pembimbing I, Bapak Ir. Yohanes Martono Hadi, M.T., selaku Dosen Pembimbing II, Bapak Ir. Idharmahadi Adha, M.T., selaku Dosen Penguji skripsi saya yang telah sabar dalam membimbing, memberi arahan, kritik dan saran, serta meluangkan waktunya

untuk memberikan pengarahan, masukan kepada saya demi kesempurnaan skripsi ini.

4. Bapak Ir. Surya Sebayang, M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik serta Seluruh Dosen, karyawan, dan teknisi Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
5. Kedua orangtuaku tercinta, ayahku Hermen Azwar Zanim dan Ibuku Ellynawati Alihasan Puncak, serta kakakku Arlingga Azli Mahesa yang telah memberikan kasih sayang, dukungan, dan doa yang tiada henti, sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
6. Sahabat tercintaku, Anissa Putri Ambarwati, Chelpa Rideanda Bralinza, Rita Adiyati M. Vareza Pratama, M. Fadhillah Dalius, Sonya Soraya, Wayan Anggi berkat kalian 4 tahun perjuangan kita terasa ringan dan indah.
7. Sahabat terbaikku, Adira Salsabila, Audy Nadyaputri Majid, Fazlina Amalia Sunes, Widyastuty Utami terima kasih sudah mau menerima semua kekuranganku dan membantuku dalam susah dan senang selama ini.
8. Sahabatku tersayang, Chyntia, Sunita, Bella, Uuk, Pite, Nasa, terimakasih untuk segala dukungan, doa, serta kasih sayang selama ini.
9. Sahabat sekaligus teman seperjuangan penelitian, Alma Sulton Auliyak, Dwi Winda Sari, Elisa Rahmawati Dewi, Tessya Febrania, terimakasih atas bantuan, kerja sama, saran, dan kritik selama penelitian berlangsung.

10. Saudaraku, teman seperjuanganku angkatan 2014 yang selama beberapa tahun ini telah berbagi kenangan yang tak akan pernah terlupakan, serta seluruh angkatan yang sudah membantu selama masa perkuliahan ini yang mungkin tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan, khususnya bagi penulis pribadi. Selain itu, penulis berharap dan berdoa semoga semua pihak yang telah memberikan bantuan dan semangat kepada penulis, mendapatkan ridho dari Allah SWT.

*Wassalamu'alaikum Wr.Wb.*

Bandar Lampung, Febuari 2019

Penulis

Ameliza Indah Mahesa

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTARTABEL</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	iv
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Tanah .....	5
2.1.1. Pengertian Tanah .....	5
2.1.2. Klasifikasi Tanah .....	6
2.1.3. Tanah Timbunan .....	11
2.1.4. Mineral – Mineral Tanah.....	12
2.2. Pemadatan Tanah .....	13
2.2.1. Definisi Pemadatan Tanah .....	13
2.2.2. Dasar-dasar Teori Pemadatan Tanah .....	13
2.2.3. Pemadatan di Lapangan .....	14

2.3. Daya Dukung Tanah .....	17
2.4. <i>California Bearing Ratio</i> (CBR) .....	18
2.5. Studi Literatur .....	23

### **III. METODE PENELITIAN**

3.1. Bahan Penelitian .....	26
3.2. Metode Pengambilan Sampel .....	26
3.3. Pelaksanaan Pengujian .....	27
3.4. Bagan Alir Penelitian .....	31

### **IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Hasil Pengujian Sampel Tanah.....	33
4.2. Klasifikasi Sampel Tanah.....	39
4.3. Pematatan Tanah.....	40
4.4. CBR Metode Tumbukan ( <i>CBR Proctor Method</i> ).....	41
4.5. CBR Metode Tekanan ( <i>CBR Pressure Method</i> ).....	44

### **V. PENUTUP**

5.1. Kesimpulan .....	58
5.2. Saran .....	59

### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN A**

#### **LAMPIRAN B**

#### **LAMPIRAN C**

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Simbol Pada Klasifikasi Tanah <i>Unified</i> .....	7
2. Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS .....	8
3. Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO .....	10
4. Tanah Berbutir Kasar.....	10
5. Tanah Berbutir Halus.....	11
6. Beban Penetrasi Bahan Standar.....	22
7. Hasil Pengujian Alat Tekan Modifikasi Berdasarkan Kondisi Rata-rata.....	24
8. Hasil Perhitungan Pengujian Kadar Air Tanah.....	33
9. Hasil Perhitungan Pengujian Berat Volume Tanah.....	34
10. Hasil Perhitungan Pengujian Berat Jenis Tanah.....	34
11. Hasil Perhitungan Pengujian Batas <i>Atterberg</i> Tanah.....	35
12. Hasil Perhitungan Pengujian Analisis Saringan.....	36
13. Hasil Perhitungan Pengujian Analisis Hidrometer.....	38
14. Hasil Pengujian Sampel Tanah.....	39
15. Hasil Perhitungan Pengujian CBR Tanpa Rendaman Metode Tumbukan.....	42
16. Hasil Perhitungan Pengujian CBR Rendaman Metode Tumbukan.....	43
17. Hasil Perhitungan Pengujian CBR Tanpa Rendaman Metode Tekanan pada Tekanan 5 Mpa.....	44

18. Hasil Perhitungan Pengujian CBR Tanpa Rendaman Metode Tekanan pada Tekanan 10 Mpa.....	45
19. Hasil Perhitungan Pengujian CBR Tanpa Rendaman Metode Tekanan pada Tekanan 15 Mpa.....	46
20. Hasil Pengujian CBR Tanpa Rendaman Metode Tekanan.....	48
21. Hasil Perhitungan Pengujian CBR Rendaman Metode Tekanan pada Tekanan 5 Mpa.....	50
22. Hasil Perhitungan Pengujian CBR Rendaman Metode Tekanan pada Tekanan 10 Mpa.....	51
23. Hasil Perhitungan Pengujian CBR Rendaman Metode Tekanan pada Tekanan 15 Mpa.....	52
24. Hasil Pengujian CBR Rendaman Metode Tekanan.....	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Alat Uji Pemasatan Tanah <i>Modified Proctor</i> .....	15
2. Kurva Hubungan Kadar Air dengan Berat Volume Kering .....	16
3. Mold dan <i>Hammer</i> Uji CBR Laboratorium .....	20
4. Alat Uji Penetrasi CBR Laboratorium .....	21
5. Hubungan Berat Volume Kering Kondisi Rata-rata dengan Tekanan pada Uji Alat Tekan Modifikasi .....	24
6. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah .....	26
7. Sketsa Alat Uji Tekan Modifikasi CBR Laboratorium.....	30
8. Alat Tekan Pemasat Modifikasi.....	31
9. Bagan Alir Penelitian .....	32
10. Grafik Analisis Saringan .....	37
11. Grafik Analisis Hidrometer.....	38
12. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air.....	41
13. Hubungan Berat Volume Kering dengan Nilai CBR Tanpa Rendaman Metode Tumbukan.....	42
14. Hubungan Berat Volume Kering dengan Nilai CBR Rendaman Metode Tumbukan.....	43
15. Hubungan Berat Volume Kering dengan Nilai CBR Tanpa Rendaman Metode	

Tekanan pada Tekanan 5 Mpa.....	45
16. Hubungan Berat Volume Kering dengan Nilai CBR Tanpa Rendaman Metode Tekanan pada Tekanan 10 Mpa.....	46
17. Hubungan Berat Volume Kering dengan Nilai CBR Tanpa Rendaman Metode Tekanan pada Tekanan 15 Mpa.....	47
18. Hubungan Nilai CBR dengan Tekanan pada Uji CBR Tanpa Rendaman Metode Tekanan .....	47
19. Hubungan Berat Volume Kering dengan Nilai CBR Tanpa Rendaman Metode Tekanan.....	49
20. Hubungan Berat Volume Kering dengan Tekanan pada Uji CBR Tanpa Rendaman Metode Tekanan.....	49
21. Hubungan Berat Volume Kering dengan Nilai CBR Rendaman Metode Tekanan pada Tekanan 5 Mpa.....	50
22. Hubungan Berat Volume Kering dengan Nilai CBR Rendaman Metode Tekanan pada Tekanan 10 Mpa.....	51
23. Hubungan Berat Volume Kering dengan Nilai CBR Rendaman Metode Tekanan pada Tekanan 15 Mpa.....	52
24. Hubungan Nilai CBR dengan Tekanan pada Uji CBR Rendaman Metode Tekanan.....	53
25. Hubungan Berat Volume Kering dengan Nilai CBR Rendaman Metode Tekanan.....	54
26. Hubungan Berat Volume Kering dengan Tekanan pada Uji CBR Rendaman Metode Tekanan.....	55
27. Hubungan Nilai CBR dengan Tekanan pada Uji CBR Rendaman dan Tanpa	

Rendaman Metode Tekanan.....	56
28. Hubungan Berat Volume Kering dengan Tekanan pada Uji CBR Rendaman dan Tanpa Rendaman Metode Tekanan.....	56
29. Hubungan Berat Volume Kering dengan Nilai CBR Rendaman dan Tanpa Rendaman Metode Tekanan.....	57

## **I. PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring dengan kemajuan teknologi infrastruktur, maka teknologi pembangunan infrastruktur semakin berkembang. Bandar Lampung merupakan ibukota Provinsi Lampung yang secara tidak langsung akan mengikuti perkembangan serupa terutama aktivitas lalu lintas yang seolah membuat pemerintah harus meningkatkan pembangunan sarana dan prasarana demi menunjang kenyamanan masyarakat.

Tanah memegang peranan penting dalam pembangunan infrastruktur yang baik. Elevasi muka tanah disebagian daerah Provinsi Lampung memiliki dataran yang tidak rata, sehingga membutuhkan tanah untuk 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.

Pemadatan tanah yaitu proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara (Prihatono, 2011).

Udara yang terdapat pada pori-pori tanah dikeluarkan sehingga rongga udara tersebut dapat terisi oleh butiran tanah. Dengan cara melakukan pemadatan tanah diharapkan memperoleh tanah yang stabil dan memenuhi persyaratan teknis.

Terdapat macam-macam metode pemadatan tanah yang sering dilakukan, yaitu pemadatan dengan mesin penggilas untuk dilapangan dan pemadatan dengan cara memukul tanah dengan alat pemadat dilaboratorium. Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di segala aspek kehidupan serta akibat pengaruh kebutuhan dari konsultan perencana khususnya di pengujian timbunan tanah pilihan, pengujian pemadatan tanah dilaboratorium turut mengalami kemajuan untuk menemukan suatu bentuk yang dapat memberikan kemudahan bagi para penggunanya.

CBR (*California Bearing Ratio*) adalah pengujian daya dukung tanah yang dikembangkan oleh *California State Highway Departement*. Prinsip CBR di laboratorium maupun di lapangan adalah pengujian penetrasi dengan menusukkan benda ke dalam benda uji. Dengan cara ini dapat dinilai kekuatan tanah dasar atau bahan lain yang dipergunakan untuk membuat perkerasan. Untuk menentukan kekuatan lapisan tanah dasar dengan cara percobaan CBR diperoleh nilai yang kemudian dipakai untuk menentukan tebal perkerasan yang diperlukan di atas lapisan yang nilai CBRnya tertentu (Wesley,1977).

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian hasil nilai uji CBR metode tumbukan (*proctor method*) dengan metode tekanan (*pressure method*) yang akan mendapatkan besarnya konversi pemadatan tanah *modified proctor* di laboratorium dengan alat tekan pemadat modifikasi.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah mengenai sifat-sifat fisik dan mekanis

dari sampel tanah yang digunakan. Karena sifat-sifat tanah yang berbeda-beda maka diperlukan pengujian pada sampel tanah untuk mengetahui jenis klasifikasi tanah serta mengetahui kesesuaian hasil nilai uji CBR menggunakan metode tekanan dan metode tumbukan.

Setiap tanah tentu memiliki ketahanan yang berbeda dalam hal menopang beban di atasnya. Pemadatan tanah merupakan cara yang tepat untuk memperoleh tanah yang stabil terhadap beban struktur maupun beban non struktur.

Maka perlu dilakukan penelitian untuk mendapatkan besar tekanan yang timbul dari pemadatan tanah *modified proctor* di laboratorium terhadap uji CBR berdasarkan metode tumbukan dan metode tekanan menggunakan alat uji tekan pemadat modifikasi.

### **1.3. Batasan Masalah**

Agar penelitian ini sesuai dengan tujuan yang diharapkan, maka penelitian ini dibatasi dalam beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini merupakan tanah timbunan yang bersumber dari Jalan Tirtayasa, Kec. Sukabumi, Bandar Lampung.
2. Pengujian sifat fisik 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
3. Uji Pemadatan Tanah *Modified Proctor*
4. Pengujian CBR laboratorium menggunakan *Modified Proctor Method*
5. Pengujian daya dukung tanah dasar (*subgrade*) berdasarkan uji CBR lab dengan *Modified Proctor Method* berdasarkan metode tekanan (*pressure method*)

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanis tanah yang berasal dari Jalan Tirtayasa, Kec. Sukabumi, Bandar Lampung.
2. Untuk mengetahui tekanan yang timbul dari pemadatan tanah *modified proctor* terhadap uji CBR standar dengan alat uji tekan pemadat modifikasi.
3. Untuk mengetahui kesesuaian hasil nilai uji CBR metode tumbukan dengan metode tekanan.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini tentunya diharapkan dapat memberi manfaat di masa yang akan datang. Beberapa manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu agar dapat mengetahui besar konversi dari pemadatan tanah *modified proctor* di laboratorium dengan permodelan alat tekan pemadat modifikasi. Agar dapat bermanfaat bagi dinas / instansi terkait, pihak kontraktor dan untuk perkembangan ilmu pengetahuan sehingga dapat menambah wawasan khususnya mengenai pemadatan tanah timbunan.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Tanah**

#### **2.1.1. Pengertian Tanah**

Tanah adalah kumpulan butiran (agregat) mineral alami yang bisa dipisahkan oleh suatu cara mekanik bila agregat termaksud diaduk dalam air (Terzaghi, 1987).

Tanah adalah akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai/lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan (Craig, 1987).

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

Berdasarkan definisi-definisi di atas, dapat disimpulkan bahwa tanah merupakan kumpulan dari berbagai material yang terikat satu sama lain yang dihasilkan dari pelapukan batuan.

### 2.1.2. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem penggolongan yang sistematis dari jenis-jenis tanah yang mempunyai sifat-sifat yang sama ke dalam kelompok-kelompok dan sub kelompok berdasarkan pemakaiannya (Das, 1995). Sistem klasifikasi tanah dibuat pada dasarnya untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisis tanah. Karena variasi sifat dan perilaku tanah yang begitu beragam, sistem klasifikasi secara umum mengelompokkan tanah ke dalam kategori yang umum dimana tanah memiliki kesamaan sifat fisis. Klasifikasi tanah berfungsi untuk studi yang lebih terinci mengenai keadaan tanah tersebut serta kebutuhan akan pengujian untuk menentukan sifat teknis tanah seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi, dan sebagainya (Bowles, 1991).

Ada beberapa sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan, yaitu :

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

Sistem klasifikasi tanah ini yang paling banyak dipakai untuk pekerjaan teknik fondasi seperti bendungan, bangunan dan konstruksi yang sejenis. Sistem ini pada awalnya diperkenalkan oleh Casagrande (1942) untuk dipergunakan pada pekerjaan pembuatan lapangan terbang (Das, 1995).

Klasifikasi berdasarkan *Unified System* (Das, 1995), tanah dikelompokkan menjadi:

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

Tabel 1. Simbol Pada Klasifikasi Tanah *Unified*

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

Sumber : *Bowles, 1989* dalam Larasati (2016)

Keterangan :

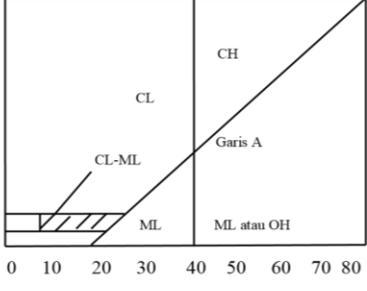
W = *Well Graded* (tanah dengan gradasi baik).

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

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

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

Tabel 2. Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS

Divisi Utama		Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi		
Tanah berbutir kasar $\geq 50\%$ butiran tertahan saringan No. 200	Kerikil $50\% \geq$ fraksi kasar tertahan saringan No. 4	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ 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 $PI < 4$ 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 $PI < 4$ 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			Peat (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: USCS, Hadiyatmo, 1992:44

b. Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) ini dikembangkan pada tahun 1929 sebagai *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 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			
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	Maks 50						
No.40	Maks 30	Maks 50	Min 51				
No.200	Maks 15	Maks 25	Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40							
Batas Cair (LL)	Maks 6		NP	Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41
Indeks Plastisitas (PI)				Maks 10	Maks 10	Min 11	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)	Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41			
Indeks Plastisitas (PI)	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11			
Tipe mineral yang paling dominan	Tanah Berlanau			Tanah Berlempung			
Pennilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek						

Sumber : Sistem AASTHO, dalam Das, 1995:67

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 : Sistem AASHTO

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 : Sistem AASHTO

### 2.1.3. Tanah Timbunan

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

Timbunan pilihan adalah timbunan atau urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir *subgrade* yang disyaratkan dalam gambar suatu perencanaan, misal untuk mengurangi tebal lapisan pondasi bawah, atau untuk memperkecil gaya lateral tekanan tanah dibelakang dinding penahan tanah talud jalan.

Timbunan 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).

#### **2.1.4. 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, rekristalisasi dari senyawa-senyawa hasil pelapukan lainnya atau pelapukan dari mineral primer dan sekunder yang ada.. 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).

## **2.2. Pemadatan Tanah**

### **2.2.1. Definisi Pemadatan Tanah**

Pemadatan tanah merupakan 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).

Pemadatan tersebut berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tanah, sehingga dengan demikian meingkatkan daya dukung pondasi diatasnya. Pemadatan juga dapat mengurangi besarnya penurunan tanah yang tidak diinginkan dan meningkatkan kemantapan lereng timbunan.

### **2.2.2. Dasar-dasar Teori Pemadatan Tanah**

#### **a. Prinsip Pemadatan Tanah**

Pada awal proses pemadatan, berat volume tanah kering ( $\gamma_d$ ) bertambah seiring dengan ditambahnya kadar air. Pada kadar air nol ( $w=0$ ), berat volume tanah basah ( $\gamma_b$ ) sama dengan berat volume tanah kering ( $\gamma_d$ ). Ketika kadar air berangsur-angsur ditambah (dengan usaha

pemadatan yang sama), berat butiran tanah padat per volume satuan ( $\gamma_d$ ) juga bertambah. Pada kadar air lebih besar dari kadar air tertentu, yaitu saat kadar air optimum, kenaikan kadar air justru mengurangi berat volume keringnya. Hal ini karena, air mengisi rongga pori yang sebelumnya diisi oleh butiran padat. Kadar air pada saat berat volume kering mencapai maksimum ( $\gamma_{dmak}$ ) disebut kadar air optimum (Hardiyatmo, 2002).

b. Pengujian Pemadatan Tanah *Modified Proctor*

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 ( $\gamma_{dmaks}$ ).

Hubungan berat volume kering ( $\gamma_d$ ) dengan berat volume basah ( $\gamma_b$ ) dan kadar air ( $w$ ), dinyatakan dalam persamaan :

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + w}$$

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 pemat

*modified proctor* laboratorium. Prinsip pengujiannya diterangkan dibawah ini.

Alat pemadat *modified proctor* laboratorium berupa silinder (*mold*) yang mempunyai diameter 10,2 cm dan tinggi 11,6 cm. Tanah di dalam *mold* dipadatkan dengan dengan penumbuk yang beratnya 4,54 kg dengan tinggi jatuh 45,72 cm. Tanah dipadatkan dalam 5 (lima) lapisan dengan tiap lapisan ditumbuk sebanyak 25 kali pukulan. Berikut merupakan alat uji pemadatan tanah *modified proctor* pada Gambar 1.



Gambar 1. Alat Uji Pemadatan Tanah *Modified Proctor*

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 cm<sup>3</sup> dengan diameter dalam 152,40 mm ± 0,66 mm dan tinggi 116,43 mm ± 0,13 mm. Tanah dalam cetakan dipadatkan dengan alat penumbuk, terdapat 2 alat menumbuk yaitu :

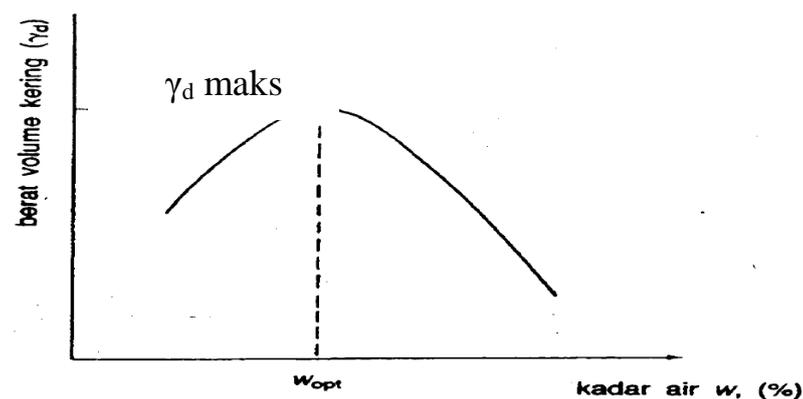
1. Alat penumbuk tangan (manual)

Dengan massa 4,54 kg dan mempunyai permukaan berbentuk bundar dan rata.

2. Alat penumbuk mekanis

Dilengkapi alat pengontrol tinggi jatuh bebas 45,72 cm di atas permukaan tanah yang akan dipadatkan dan dapat menyebarkan tumbukan secara merata di atas permukaan tanah. Alat penumbuk harus mempunyai massa 4,54 kg dan mempunyai permukaan tumbuk berbentuk bundar dan rata, berdiameter 50,80 mm ± 0,25 mm.

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)

c. Pengaruh Usaha Pematatan

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

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

Keterangan :

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

$N b$  = Jumlah pukulan per lapisan

$N i$  = Jumlah lapisan

$W$  = Berat pemukul (lb)

$H$  = Tinggi jatuh pemukul (ft)

$V$  = Volume *modal*/tabung (m<sup>3</sup>)

### 2.3. Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk menahan tekanan atau beban bangunan pada tanah dengan aman tanpa menimbulkan keruntuhan geser dan penurunan berlebihan. Nilai daya dukung dari suatu tanah didasarkan pada karakteristik tanah dasar dan dipengaruhi oleh penurunan dan stabilitas tanah. Secara umum analisis daya dukung tanah ditentukan dari daya dukung ultimate dibagi faktor keamanan yang sesuai dan dilakukan dengan cara pendekatan empiris untuk memudahkan perhitungan.

Ada beberapa metode untuk menentukan daya dukung tanah seperti CBR (*California Bearing Ratio*),  $k$  (Modulus Reaksi Tanah Dasar),  $M_r$

(*Resilient Modulus*), Skala Penetrasi Konus Dinamis/DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) dan HCP (*Hand Cone Penetrometer*). Nilai daya dukung tanah dasar sangat dipengaruhi dan ditentukan dari nilai CBR. Semakin besar nilai CBR tanah dasar pada sebuah konstruksi jalan semakin besar pula. Nilai daya dukung tanah tersebut diperoleh dari hasil pengujian sampel tanah yang telah disiapkan di laboratorium atau langsung di lapangan.

Namun dalam penelitian ini yang digunakan untuk menentukan nilai daya dukung tanah adalah CBR (*California Bearing Ratio*) di Laboratorium dan CBR dengan alat uji tekan modifikasi. Pengujian daya dukung tanah ini dilakukan untuk mendapatkan korelasi parameter nilai CBR antara hasil uji CBR Laboratorium metode *modify* dan uji CBR menggunakan alat uji tekan modifikasi metode tekanan.

#### **2.4. CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**

Menurut AASHTO T-193-74 dan ASTM D-1883-73, *California Bearing Ratio* adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu beban terhadap beban standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Nilai CBR akan digunakan untuk menentukan tebal lapisan perkerasan. Harga CBR itu sendiri adalah nilai yang menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan bahan standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban. Menurut Soedarmo dan Purnomo (1997), berdasarkan cara mendapatkan contoh tanah, CBR dapat dibagi atas :

1. CBR lapangan (*CBR in place* atau *field CBR*).

Digunakan nilai CBR asli di Lapangan sesuai dengan kondisi tanah pada saat untuk memperoleh itu. Umum digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan yang lapisan tanah dasarnya tidak akan dipadatkan lagi. Pemeriksaan ini dilakukan dalam kondisi kadar air tanah tinggi (musim penghujan), atau dalam kondisi terbuuk yang mungkin terjadi. Juga digunakan apakah kepadatan yang diperoleh dengan sesuai dengan yang kita inginkan.

2. CBR lapangan rendaman (*undisturbed soaked CBR*).

Digunakan untuk mendapatkan besarnya nilai CBR asli di Lapangan pada keadaan jenuh air dan tanah mengalami pengembangan (*swell*) yang maksimum. Pemeriksaan dilakukan dengan mengambil contoh tanah dalam tabung yang ditekan masuk kedalam tanah mencapai kedalaman yang diinginkan. Tabung berisi contoh tanah dikeluarkan dan direndam dalam air selama beberapa hari sambil diukur pengembangannya. Setelah pengembangan tidak terjadi lagi, barulah dilakukan pemeriksaan besarnya CBR.

3. CBR laboratorium (*laboratory CBR*)

CBR laboratorium dapat disebut juga CBR rencana titik. Tanah dasar yang diperiksa merupakan jalan baru yang berasal dari tanah asli, tanah timbunan atau tanah galian yang dipadatkan sampai mencapai 95% kepadatan maksimum. Dengan demikian daya dukung tanah dasar merupakan kemampuan lapisan tanah yang memikul beban setelah tanah itu dipadatkan. Oleh karena itu, nilai CBR laboratorium

adalah nilai CBR yang diperoleh dari contoh tanah yang dibuat dan mewakili keadaan tanah tersebut setelah dipadatkan. Pengujian CBR laboratorium dilakukan menggunakan alat yang mempunyai piston dengan luas  $1.935 \text{ mm}^2$  dan kecepatan gerak vertikal ke bawah  $1,27 \text{ mm/menit}$  serta proving ring yang digunakan untuk mengukur beban yang dibutuhkan pada penetrasi tertentu yang diukur dengan arloji pengukur (dial). Berikut merupakan alat uji CBR laboratorium metode tumbukan pada gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Mold dan *Hammer* Uji CBR Laboratorium



Gambar 4. Alat Uji Penetrasi CBR Laboratorium

Menurut SNI 1744:2012, peralatan yang digunakan berupa cetakan silinder dengan diameter bagian dalam  $152,40 \text{ mm} \pm 0,66 \text{ mm}$  dan tinggi  $177,80 \text{ mm} \pm 0,46 \text{ mm}$ . Cetakan harus dilengkapi leher sambung (*extension collar*) dengan tinggi  $\pm 50 \text{ mm}$  dan keping alas yang berlubang banyak yang dapat dipasang pas (tidak bergerak) pada kedua ujung cetakan. Keping pemisah berpenampang bundar (lingkaran) dengan diameter  $150,80 \text{ mm} \pm 0,80 \text{ mm}$  dan tinggi  $61,37 \text{ mm} \pm 0,25 \text{ mm}$ . Alat penumbuk yang digunakan sesuai SNI 1742:2008 atau SNI 1743:2008. Peralatan pengukur pengembangan yang terdiri dari keping pengembangan berdiameter  $149,20 \text{ mm} \pm 1,60 \text{ mm}$  dengan tangkai/batang yang dapat diatur dan sebuah kaki tiga (tripot) untuk dudukan arloji ukur pengembangan. Arloji ukur, masing-masing berkapasitas 25 mm dengan

ketelitian pembacaan sampai 0,02 inch. Keping beban berpenampang bundar (lingkaran) berdiameter 149,20 mm  $\pm$  1,60 mm dengan lubang berdiameter  $\pm$  54,00 mm di tengah-tengahnya dan setiap keping memiliki massa 2,27 kg  $\pm$  0,04 kg. Piston penetrasi berpenampang bundar (lingkaran) dengan diameter 49,63 mm  $\pm$  0,13 mm, luas penampang 1.935 mm<sup>2</sup> dan panjang tidak kurang dari 102 mm.

Penentuan nilai CBR yang biasa digunakan untuk menghitung kekuatan pondasi jalan adalah penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2” dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Nilai CBR pada penetrasi 0,1”} = \frac{P1}{3000} \times 100\%$$

$$\text{Nilai CBR pada penetrasi 0,2”} = \frac{P2}{4500} \times 100\%$$

Dimana :

P1 = beban penetrasi 0,1”

P2 = beban penetrasi 0,2”

Nilai CBR yang didapat adalah nilai yang terkecil diantara hasil perhitungan kedua nilai CBR. Berikut ini adalah tabel beban yang digunakan untuk melakukan penetrasi bahan standar.

Tabel 6. Beban Penetrasi Bahan Standar

Penetrasi (inch)	Beban Standar (lbs)	Tekanan Standar (lbs/inch)
0,1	3000	1000
0,2	4500	1500
0,3	5700	1900
0,4	6900	2300
0,5	7800	6000

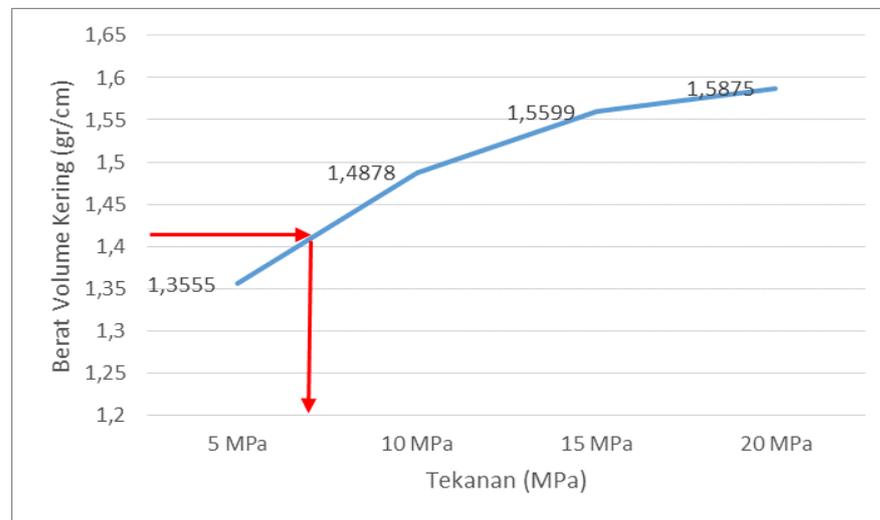
Sumber : ASTM D-1883

## 2.5. Studi Literatur

1. Penelitian dilakukan oleh Muda, A. (2016) tentang model pendekatan alat uji kepadatan ringan untuk tanah di laboratorium. Berdasarkan hasil pengujian kepadatan ringan SNI 1742:2008 bahwa tanah lempung Palangka Raya mempunyai berat isi kering maksimum ( $\gamma_d$  maks) 1.51 gr/cm<sup>3</sup> 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 ( $\gamma_d$  maks) 1,49 – 1,88 gr/cm<sup>3</sup> 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*  $\leq 5\%$  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.
2. Penelitian dilakukan oleh Ulfa, S.Z. (2017) tentang studi konversi energy pemadatan tanah dengan modified proctor method untuk tanah pasir berlempung, sampel tanah berasal dari Tirtayasa, Kec. Sukabumi, Bandar Lampung, dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 7. Hasil Pengujian Alat Tekan Modifikasi Berdasarkan Kondisi Rata-rata dengan 5 Lapisan Tanah.

Nama Sampel	Kadar Air (%)	Berat Volume Kering
5 MPa	22,80	1,3555
10 MPa	22,95	1,4878
15 MPa	23,02	1,5599
20 MPa	23,15	1,5875



Gambar 5. Hubungan Berat Volume Kering Kondisi Rata-rata dengan Tekanan pada Uji Alat Tekan Modifikasi dengan 5 Lapisan Tanah.

Berdasarkan hasil pengujian alat tekan pemadat modifikasi seperti pada Gambar 4, dari hasil uji *proctor modified* di laboratorium didapat nilai berat volume kering maksimum ( $\gamma_{dmaks}$ ) sebesar 1,42 gr/cm<sup>3</sup>. Bila nilai ini dikonversi terhadap hasil uji alat tekan modifikasi pada Gambar 4 didapat nilai tekanan sebesar 7 MPa.

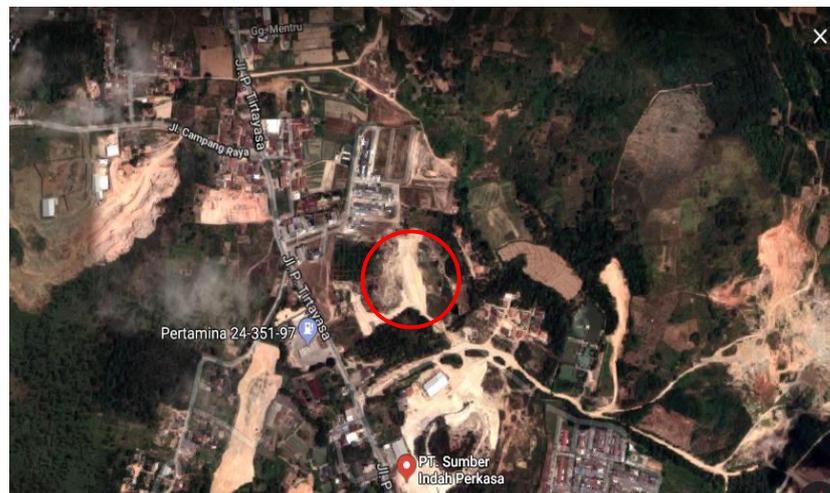
3. Yamali, F.R. (2016) tentang Analisa Energi alat pemadat tanah lempung di lapangan. Berdasarkan hasil penelitian didapat energi alat pemadat di

laboratorium untuk pemadatan modifikasi energi yang dihasilkan lebih besar yaitu 2642749 joule/m<sup>3</sup> dibandingkan energi pemadatan standar sebesar 593876 joule/m<sup>3</sup>. Untuk alat pemadat di lapangan energi yang dihasilkan pemadatan tanah lempung dengan 1 lintasan adalah sebesar 64,43 joule (tiap cm lebar roda) dan 515,47 joule (tiap cm lebar roda) untuk 8 lintasan. Hal ini menunjukkan energi semakin bertambah seiring dengan penambahan jumlah lintasan.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Bahan Penelitian

Adapun bahan penelitian yang digunakan yaitu sampel tanah yang digunakan berupa tanah yang berasal dari Tirtayasa Kec. Sukabumi, Bandar Lampung.



Gambar 6. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

#### 3.2 Metode Pengambilan Sampel

Sampel tanah yang diambil berasal dari Jalan Tirtayasa Kec. Sukabumi, Bandar Lampung. Pengambilan sampel tanah terganggu (*disturbed sample*) dilakukan dengan cara pengambilan langsung sampel tanah menggunakan cangkul kemudian dimasukkan kedalam karung. *Disturbed sample* digunakan untuk pengujian analisa saringan, analisa hidrometer, *atterberg limit*, *modified proctor* dan alat uji tekan pematik modifikasi. Pengambilan sampel

tanah tak terganggu (*undisturbed sample*) menggunakan tabung sampel. Tabung sampel ditekan perlahan-lahan kedalaman tanah, kemudian diangkat ke permukaan sehingga terisi penuh oleh tanah dan di ujung tabung ditutup dengan plastik untuk menjaga agar kelembaban sampel tidak berubah. *Undisturbed sample* digunakan untuk pengujian kadar air, berat volume, dan berat jenis.

Sampel yang sudah diambil ini selanjutnya digunakan untuk pengujian di laboratorium. Setelah sampel dapat dikatakan memenuhi persyaratan sebagai tanah timbunan maka selanjutnya dilakukan pengujian dengan alat pemadatan tanah *modified proctor* di laboratorium dan alat uji tekan pemadat modifikasi.

### **3.3 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 klasifikasi tanah tersebut.

#### **3.3.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah**

##### **1. Pengujian Kadar Air (*Water Content Test*)**

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. Pengujian berdasarkan ASTM D 2216-98 dan SNI 1965-2008.

## 2. Pengujian Berat Volume (*Unit Weight Test*)

Pengujian berat volume bertujuan untuk menentukan berat volume tanah dengan keadaan asli (*undisturbed sample*), yaitu perbandingan berat tanah dengan volume tanah. Pengujian berdasarkan ASTM D 2167 dan SNI 1973-2008.

## 3. Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity Test*)

Pengujian berat jenis bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah yang lolos saringan No. 40 dengan menggunakan *picnometer*. Pengujian berdasarkan ASTM D 854-02 Dan SNI 1964-2008.

## 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 dalam dua tahap, yaitu pengujian batas cair (*liquid limit test*) dan pengujian batas plastis (*plastic limit test*). Pengujian berdasarkan ASTM D 4318-00 dan SNI 1967-2008.

## 5. Pengujian Analisa Saringan (*Sieve Analysis Test*)

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 ( $\emptyset$  0,075 mm). Pengujian berdasarkan ASTM D 422 dan SNI 1968-1990.

### 3.3.2 Pengujian Pemadatan Tanah *Modified Proctor Method*

Pengujian pemadatan tanah *Modified proctor method* bertujuan untuk menentukan kepadatan maksimum suatu jenis tanah melalui cara tumbukan. Dari hasil uji *Modified Proctor* didapatkan nilai berat volume kering maksimum ( $\gamma_{dmax}$ ) dan kadar air optimum ( $w_{opt}$ ). Pengujian berdasarkan ASTM D 698.

### 3.3.3 Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

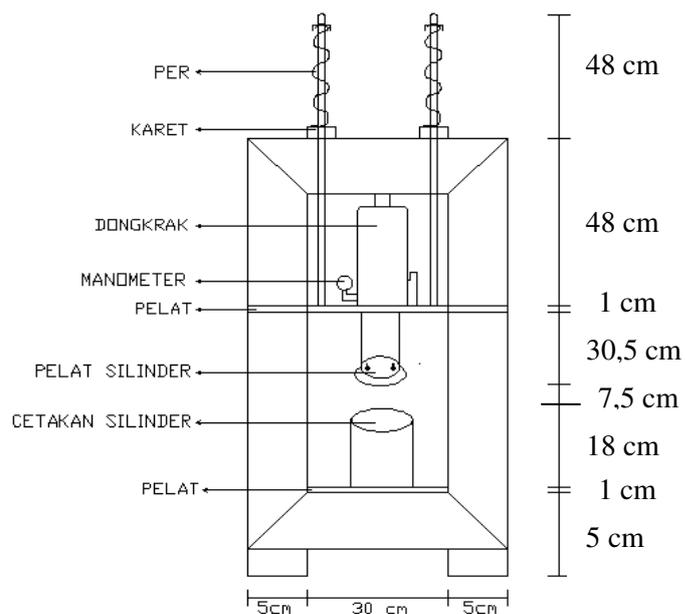
#### 1. Pengujian CBR Laboratorium

Setelah mendapatkan ( $w_{opt}$ ) dan ( $\gamma_{dmax}$ ) dari uji *Modified Proctor* dilakukan pengujian CBR laboratorium metode tumbukan. Pengujian CBR Laboratorium bertujuan untuk menentukan nilai CBR tanah dengan tanah yang dipadatkan di laboratorium pada kadar air tertentu. Nilai CBR yang diperoleh kemudian dipakai untuk menentukan tebal lapisan perkerasan yang diperlukan di atas lapisan tanah dasar (*subgrade*). Pengujian berdasarkan ASTM D 1883 dan SNI 03-1744-1989.

#### 2. Pengujian CBR dengan Alat Uji Tekan Modifikasi CBR Laboratorium

Setelah mendapatkan ( $w_{opt}$ ) dan ( $\gamma_{dmax}$ ) dari uji *Modified Proctor* juga dilakukan pengujian CBR dengan alat uji tekan modifikasi CBR laboratorium menggunakan 5 lapisan tanah. Alat uji tekan modifikasi CBR laboratorium dibuat dengan memodifikasi sebuah

dongkrak yang memiliki kuat tekan yang tinggi. Dengan menggunakan sistem hidrolik secara manual menggunakan dial untuk mengukur tekanan yang diberikan pada saat mengalami tekanan. Cetakan yang akan digunakan yaitu silinder ( *mold*) dengan diameter 10,2 cm dan tinggi 23 cm. Cara kerja alat uji tekan modifikasi CBR laboratorium 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. Berikut merupakan sketsa alat uji tekan modifikasi CBR laboratorium :



Gambar 7. Sketsa Alat Uji Tekan Modifikasi CBR Laboratorium

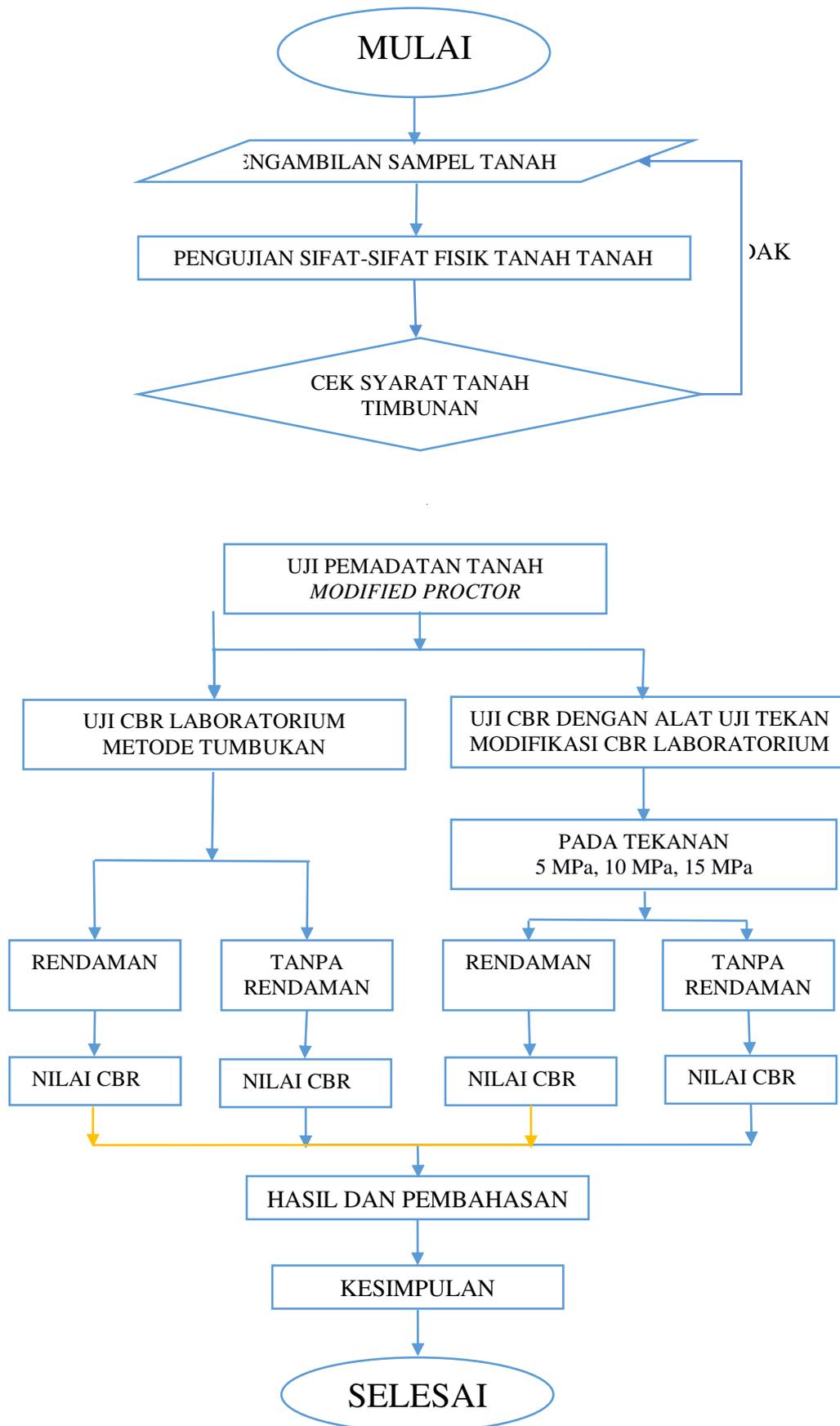


Gambar 8. Alat Tekan Pematik Modifikasi

Dari pengujian dengan alat uji tekan modifikasi CBR laboratorium didapatkan nilai CBR tanah. Selanjutnya, nilai CBR tersebut akan dibandingkan dengan nilai CBR yang didapatkan dari uji CBR laboratorium metode tumbukan.

### 3.4 Bagan Alir Penelitian

Semua proses dan hasil yang didapat dari penelitian akan ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik hubungan serta penjelasan-penjelasan. Berikut merupakan bagan alir penelitian pada Gambar 8.



Gambar 9. Bagan Alir Penelitian

## V. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan, tanah yang berasal 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 berlanau) dan klasifikasi berdasarkan USCS tanah tersebut digolongkan kedalam kelompok SC yaitu tanah pasir berlanau.
2. Nilai kadar air ( $w$ ) dan berat volume kering ( $d$ ) pada kondisi optimum berbanding terbalik. Semakin besar nilai berat volume kering ( $d$ ) dan nilai ( $zav$ ), semakin menurun nilai kadar air ( $w$ ).
3. Pada hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar tekanan yang diberikan pada sampel tanah, maka berat volume kering dan nilai CBR yang dihasilkan akan semakin meningkat.
4. Pada pengujian CBR tanpa rendaman menggunakan alat tekan modifikasi didapatkan nilai CBR sebesar 9,6% pada tekanan 5 Mpa, 10,4% pada tekanan 10 Mpa, dan 11% pada tekanan 15 Mpa, sedangkan pengujian di laboratorium didapatkan nilai CBR sebesar 9%. Dapat disimpulkan bahwa pengujian CBR tanpa rendaman menggunakan alat tekan modifikasi menghasilkan nilai CBR yang lebih besar dibandingkan menggunakan metode standar di laboratorium.

5. Pada pengujian CBR rendaman menggunakan alat tekan modifikasi didapatkan nilai CBR sebesar 1,7% pada tekanan 5 Mpa, 2% pada tekanan 10 Mpa, dan 4,5% pada tekanan 15 Mpa, sedangkan pengujian di laboratorium didapatkan nilai CBR sebesar 4,2%. Dapat disimpulkan bahwa pengujian CBR rendaman menggunakan alat tekan modifikasi menghasilkan nilai CBR yang lebih besar dibandingkan menggunakan metode standar di laboratorium.
6. Berdasarkan hasil pengujian nilai CBR tanpa rendaman lebih rendah dibandingkan nilai CBR rendaman metode tekanan maupun metode tumbukan.
7. Berdasarkan hasil pengujian CBR, alat modifikasi menghasilkan nilai CBR yang lebih besar dibandingkan dengan pengujian CBR metode standar dikarenakan besar tekanan yang diberikan terbagi rata dan menyeluruh dibandingkan menggunakan *hammer* saat penumbukan metode standar.
8. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa kelebihan dari alat modifikasi tersebut yaitu lebih efisien waktu maupun tenaga.

## 5.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya mengenai perbandingan uji CBR metode tumbukan menggunakan *hammer* dengan uji CBR metode tekanan menggunakan alat uji tekan modifikasi, disarankan beberapa hal dibawah ini untuk dipertimbangkan:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk jenis tanah yang berbeda serta dengan tekanan yang lebih detail.
2. Peneliti sebaiknya lebih teliti saat melakukan pemadatan sampel tanah

menggunakan *hammer*, agar pada saat penumbukan menghasilkan kepadatan tanah yang merata antara sisi satu dan yang lainnya.

3. Peneliti sebaiknya melakukan pengecekan terhadap kondisi alat atau mesin sebelum pengujian-pengujian di laboratorium dimulai.
4. Peneliti harus lebih memperhatikan keselarasan perlakuan tanah antara satu dengan yang lainnya agar nilai kadar air yang didapatkan sama.
5. Untuk jenis tanah timbunan biasa pada alat uji tekan modifikasi hanya mampu menahan tekanan sebesar 20 Mpa, karena jika dipaksakan dengan tekanan yang lebih tinggi, maka akan terjadi perlawanan dari sampel tanah tersebut sehingga manometer mengalami naik turun tidak beraturan.
6. Pada pengujian selanjutnya sebaiknya pada alat tekan modifikasi dibuat rongga atau pori yang berguna untuk mengeluarkan air dan udara saat dilakukan pemadatan tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bowles , Joseph E, 1984. *Sifat sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*, Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J. E. 1989. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Edisi kedua. Erlangga, Jakarta.
- Craig, R.F., 1994, “*Mekanika Tanah*”. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja M, 1993, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid I, Erlangga, Jakarta.
- Das, Braja. M. 1995, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid II*, Erlangga. Jakarta.
- Dermawan, Herwan. 2010, *Uji California Bearing Ratio(CBR) ASTM D1883*. Bandung. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Hardiyatmo, H.C. 2002. “*Mekanika Tanah I*”, Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Muda, A. 2016. “*Model Pendekatan Alat Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah di Laboratorium*”. Jurnal Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat. Banjarmasin.
- Terzaghi, K., Peck, R. B. 1987. *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Ulfa, S.Z., 2017. “*Studi Konversi Energi Pematatan Tanah dengan Modified Proctor Method untuk Tanah Pasir Berlempung*”. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Universitas Lampung. 2017. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. Unila Offset. Bandar Lampung.
- Yamali,F.R. 2016. “*Analisa Energi alat pemadat tanah lempung di lapangan*”. Jurnal Teknik Sipil Universitas Batanghari. Jambi.