

**APLIKASI TEKANAN PADA RODA KENDARAAN ALAT BERAT DI
LAPANGAN UNTUK PROSES PEMADATAN TANAH TERHADAP
DAYA DUKUNG LAPISAN TANAH DASAR (*SUBGRADE*)**

(Skripsi)

Oleh

Tessya Febrania



**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS LAMPUNG**

2019

ABSTRAK

APLIKASI TEKANAN PADA RODA KENDARAAN ALAT BERAT DI LAPANGAN UNTUK PROSES PEMADATAN TANAH TERHADAP DAYA DUKUNG LAPISAN TANAH DASAR (*SUBGRADE*)

Oleh

TESSYA FEBRANIA

Seiring dengan pertumbuhan transportasi dan peningkatan perekonomian di wilayah sumatra, maka diperlukan konstruksi jalan yang baik. Pada setiap pekerjaan konstruksi selalu berkaitan dengan pekerjaan tanah. Daya dukung tanah dasar/*subgrade* pada konstruksi jalan sangat menentukan nilai daya dukung yang tanah dinyatakan dengan nilai *California Bearing Rasio* (CBR). Pada penelitian ini membahas mengenai aplikasi tekanan pada roda kendaraan alat berat di lapangan untuk proses pemadatan tanah terhadap daya dukung lapisan tanah dasar (*subgrade*)

Sampel tanah yang digunakan pada pengujian ini berasal dari daerah Tirtayasa, Kec. Sukabumi, Bandar Lampung. Pengujian sampel menggunakan metode tumbukan di laboratorium dan pengujian menggunakan alat tekan modifikasi untuk pemadatan standar, dengan tekanan yang digunakan dalam pengujian sebesar 2,7 MPa, 7 MPa dan 8,4 MPa.

Hasil pengujian di laboratorium sampel tanah digolongkan sebagai kelompok tanah A-2-7 yaitu tanah berlempung. Nilai CBR tanpa rendaman dari pengujian pemadatan tanah menggunakan standard proctor sebesar 2,7%, sedangkan untuk nilai CBR rendaman sebesar 2%. Nilai CBR tanpa rendaman dari pengujian pemadatan tanah dengan metode tekanan pada masing-masing tekan sebesar 3,9%, 5,4% dan 5,8%, sedangkan untuk kondisi rendaman didapatkan nilai CBR sebesar 0,25%, 1,57% dan 1,83%. Nilai CBR mengalami peningkatan seiring bertambahnya tekanan yang diberikan pada sampel.

Kata kunci : Alat tekan modifikasi, alat berat, *Standard Proctor*, *California Bearing Rasio* (CBR), pasir berlempung.

ABSTRACT

THE PRESSURE APPLICATION OF HEAVY VEHICLE'S WHEELS ON FIELD FOR COMPACTION PROCESS AGAINST BEARING CAPACITY OF SUBGRADE'S LAYER

By

TESSYA FEBRANIA

According to the growth of transportation and economic enhancement in Sumatra's region, then good highway constructions were required. Every constructions work are relate to soil manufacturer. Therefore, bearing capacity of subgrade's layer on road constructions have been very supported in bearing capacity value, which had been avowed into *California Bearing Ratio (CBR)* values. In this research, it will discuss about the pressure applications of heavy vehicle's wheels on field for compaction process against bearing capacity of subgrade's layer.

Soil sample that have been tested in this study were from Tirtayasa area, Kec. Sukabumi, Bandar Lampung. Then, for sample testing method was used consolidations method in laboratory and the testing used modification pressuring tools for standard consolidation, with pressure testing values are; 2.7 MPa, 7 MPa, and 8.4 MPa.

The testing result of soil sample in laboratory have been classifying into soil group A-2-7 that is cohesive soil. CBR value without unsoaked process from compaction testing which used standard proctor is 2.7%, whereas for soaked CBR value is 2%. And then CBR values without unsoaked process from compaction testing within pressure method are 3.9%, 5.4%, and 5.8%, and then for soaked conditions, the CBR values are 0.25%, 1.57%, and 1.83%. For the conclusions, the CBR values increase as the amount of the pressure's addition.

keywords: modification pressuring tools, heavy vehicle, standard proctor, California Bearing Rasio (CBR), clay sand.

**APLIKASI TEKANAN PADA RODA KENDARAAN ALAT BERAT DI
LAPANGAN UNTUK PROSES PEMADATAN TANAH TERHADAP
DAYA DUKUNG LAPISAN TANAH DASAR (*SUBGRADE*)**

Oleh
TESSYA FEBRANIA

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 TEKANAN PADA RODA
KENDARAAN ALAT BERAT DI
LAPANGAN UNTUK PROSES
PEMADATAN TANAH TERHADAP
DAYA DUKUNG LAPISAN TANAH
DASAR (SUBGRADE)**

Nama Mahasiswa : **Jessya Febrania**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1415011139

Jurusan : Teknik Sipil

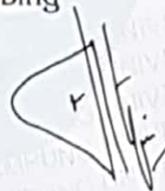
Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



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



Dr. Rahayu Sullstyorini, S.T., M.T.
NIP 19741004 200003 2 002

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil



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

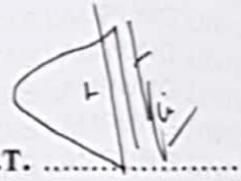
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

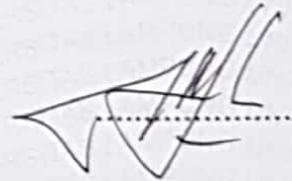
Ketua : Ir. Setyanto, M.T.



Sekretaris : Dr. Rahayu Sulistyorini, S.T., M.T.



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



2. Dekan Fakultas Teknik

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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 14 Februari 2019

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, adalah:

Nama : Tessya Febrania
NPM : 1415011139
Prodi/ Jurusan : S1/ Teknik Sipil
Fakultas : Teknik Universitas Lampung.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Februari 2019



Tessya Febrania

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Karta, Tulang Bawang Barat pada tanggal 28 Februari 1996, sebagai anak kedua dari empat bersaudara, dari pasangan Bapak Amuri, S.Pd. dan Salmah, S.Pd.

Penulis memulai jenjang pendidikan dari Sekolah Dasar (SD) Negeri 1 Tri Tunggal Jaya diselesaikan pada tahun 2008, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 2 Tulang Bawang Udik diselesaikan pada tahun 2011, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Tumijajar diselesaikan pada tahun 2014.

Pada Tahun 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswi Fakultas Teknik Universitas Lampung Program Studi S1 Teknik Sipil melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswi penulis pernah menjadi anggota pada bidang kaderisasi di Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) pada periode 2015-2016 dan anggota pada bidang media komunikasi dan informasi pada periode 2016-2017.

Di bidang akademik penulis pernah menjadi Asisten Dosen mata kuliah Mekanika tanah 1 pada tahun 2018. Penulis melaksanakan Kerja Praktek (KP) pada Proyek Jalan Tol Trans Sumatera Paket 3 (Kotabaru – Metro) selama 3 bulan dengan kontraktor PT. Adhi Karya Persero Tbk. Setelah melakukan Kerja Praktek penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Sidorejo, Kecamatan Sumberejo, Kabupaten Tanggamus selama 40 hari pada periode Januari – Maret 2018.

Motto

“Barang siapa yang bersungguh sungguh, sesungguhnya kesungguhan tersebut
untuk kebaikan dirinya sendiri”
(Al-Ankabut : 6)

“Apabila anda berbuat kebaikan kepada orang lain, maka anda telah berbuat baik
terhadap diri sendiri”
(Benyamin Franklin)

“Wahai orang-orang yang beriman jadikanlah sabar dan sholat sebagai
penolongmu.
Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.
(Q.S. Al-Baqarah[2]: 153)

“Sebaik-baiknya manusia adalah manusia yang bermanfaat bagi orang lain”
(Anonim)

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama
kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu
urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada
tuhanmulah engkau berhadap”
(QS. Al-Insyirah,6-8)

Persembahan

Alhamdulillah, Puji syukur kepada Allah SWT atas karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Ku persembahkan skripsi ini untuk :

Kepada kedua orang tua ku, yang telah memberi dukungan moral maupun materi, serta senantiasa mendoakanku untuk meraih kesuksesan. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan keluarga kita, keselamatan dan kebahagiaan dunia dan akhirat.

Untuk nenekku Itoi yang sangat ku sayangi, semoga Itoi diberikan kesehatan dan umur yang panjang.

Untuk kakakku Ari Hervina dan adikku Rohman dan Rohim yang ku sayang, semoga kita dapat menjadi kebanggan kedua orang tua.

Untuk guru-guru dan dosen-dosen yang telah membimbing dan mengajarkan banyak hal, semoga Allah membalas segala kebaikan atas ilmu yang diajarkan.

Sahabat-sahabatku, yang tiada hentinya memberikan motivasi dan selalu ada disaat suka maupun duka.

Kepada teman-teman Teknik Sipil angkatan 2014, aku bersyukur telah menjadi bagian dari kalian, semoga silaturahmi kita bisa selalu terjaga.

Jazakumullah Khairan Katsiran Wa Jazakumullah Ahsanal Jaza

SANWACANA

Puji syukur saya ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir tepat pada waktunya.

Tugas Akhir yang berjudul “Aplikasi Tekanan Pada Roda Kendaraan Alat Berat Di Lapangan Untuk Proses Pemadatan Tanah Terhadap Daya Dukung Lapisan Tanah Dasar (*Subgrade*)” ini disusun sebagai salah satu syarat akademis dalam menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini Penulis mendapatkan saran, bantuan, dukungan, bimbingan, serta pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Drs. Suharno, M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
2. Bapak Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung.
3. Bapak Ir. Setyanto, M.T., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir, atas kesediaan waktunya memberikan bimbingan serta pengarahan dalam penyusunan Tugas Akhir.

4. Ibu Dr. Rahayu Sulistiyorini, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, atas kesediaan waktunya memberikan bimbingan serta pengarahan dalam penyusunan Tugas Akhir.
5. Bapak Ir. Idharmahadi Adha, M.T., Dosen Penguji Tugas Akhir.
6. Bapak Amuri dan ibu Salmah, yang telah memberikan dukungan berupa materi, do'a, kesabaran, cinta dan juga kasih sayang kepada penulis semenjak kecil.
7. Teman-teman Jurusan Teknik Sipil Unila angkatan 2014 serta teman-teman mahasiswa angkatan lain yang tidak mungkin Penulis sebutkan satu per satu yang telah memberi dukungan dalam pengerjaan laporan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, Penulis sangat mengharapkan saran serta kritik yang bersifat membangun dari pembaca terkait dengan Tugas Akhir ini. Akhir kata, Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita, khususnya bagi penulis pribadi dan bagi Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung. Amin.

Bandar Lampung,

Penulis

Tessya Febrania
NPM. 1415011139

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Batasan Masalah	2
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	3
II. GAMBARAN UMUM PROYEK	
A. Tanah	4
B. Pemadatan Tanah	11
C. <i>California Bearing Ratio</i> (CBR)	18
D. Studi Literatur	20
III. MATERIAL DAN PERALATAN	
A. Bahan Material	23
B. Metode Pengambilan Sampel	23
C. Pelaksanaan pengujian	24
D. Bagan Alir Penelitian	43
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Pengujian Sampel Tanah	45
B. Klasifikasi Sampel Tanah	51
C. Pengujian Sampel Tanah.....	52
D. Pengujian CBR Laboratorium Standar	54
E. Pengujian CBR Laboratorium Metode Tekanan (<i>Pressure Method</i>)	57
F. Hubungan Nilai CBR Tanpa Rendaman dan Nilai CBR Rendaman Terhadap Tekanan.....	67

G. Hubungan Derajat Kepadatan Tanah Dengan Tekanan pada Pengujian CBR <i>Standard</i> Metode Tekanan	68
---	----

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	73
B. Saran	74

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A (Administrasi)	77
LAMPIRAN B (Hasil Pengujian)	87
LAMPIRAN C (Gambar Penelitian)	102
LAMPIRAN C.1 (Pengujian Kadar Air)	103
LAMPIRAN C.2 (Pengujian Berat Volume)	104
LAMPIRAN C.3 (Pengujian Berat Jenis)	106
LAMPIRAN C.4 (Pengujian Batas Cair)	108
LAMPIRAN C.5 (Pengujian Batas Plastis)	111
LAMPIRAN C.6 (Pengujian Analisis Saringan)	113
LAMPIRAN C.7 (Pengujian Analisis Hidrometer)	115
LAMPIRAN C.8 (Pengujian Pemadatan Tanah)	118
LAMPIRAN C.9 (Pengujian CBR Tumbukan)	121
LAMPIRAN C.10 (Pengujian CBR Tekanan)	125

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Alat Pengujian Pemadatan <i>Standard Proctor</i>	13
2. Alat Uji Penetrasi CBR Laboratorium	13
3. Grafik Hubungan Berta Volume dengan Kering Kadar Air	14
4. <i>Sheepsfoot roller</i>	16
5. <i>Smooth drum roller</i>	17
6. <i>Tamping Foot Roller</i>	18
7. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah	23
8. Pengujian Kadar Air	25
9. Pengujian Berat Jenis	26
10. Pengujian Berat Volume	28
11. Pengujian Analisis Saringan	29
12. Pengujian Hidrometer	33
13. Sketsa Alat Uji Tekan Modifikasi CBR Laboratorium	41
14. Alat Tekan Pemadatan Modifikasi	42
15. Bagan Alir Penelitian.	44
16. Grafik Analisa Saringan	49
17. Grafik Analisa Hidrometer	50
18. Grafik Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air <i>Standard Proctor</i>	53

19. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air <i>Modified Proctor</i>	54
20. Hasil Pengujian CBR Metode Tumbukan Tanpa Rendaman.....	55
21. Hasil Pengujian CBR Metode Tumbukan Rendaman.....	56
22. Hubungan Berat Volume Kering dengan Nilai CBR Tanpa Rendaman Metode Tekanan pada Tekanan 2,7 MPa	58
23. Hubungan Berat Volume Kering dengan Nilai CBR Tanpa Rendaman Metode Tekanan pada Tekanan 7 MPa	59
24. Hubungan Berat Volume Kering dengan Nilai CBR Tanpa Rendaman Metode Tekanan pada Tekanan 8,4 MPa	60
25. Hubungan Nilai CBR dengan Tekanan pada Pengujian CBR Tanpa Rendaman Metode Tekan dan Tumbukan	61
26. Hubungan Berat Volume Kering dengan Nilai CBR Rendaman Metode Tekanan pada Tekanan 2,7 MPa	63
27. Hubungan Berat Volume Kering dengan Nilai CBR Rendaman Metode Tekanan pada Tekanan 7 MPa	64
28. Hubungan Berat Volume Kering dengan Nilai CBR Rendaman Metode Tekanan pada Tekanan 8,4 MPa	65
29. Hubungan Nilai CBR dengan Tekanan pada Pengujian CBR Rendaman Metode Tekanan dan Tumbukan.....	66
30. Hubungan Tekanan dengan Nilai CBR <i>standard</i> Metode Tekanan dan Tumbukan.....	68
31. Hubungan Berat Volume Kering dengan Nilai CBR	69
32. Hubungan Berat Volume Kering dengan Tekanan	71
33. Hubungan Nilai CBR dengan Tekanan	72

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Klasifikasi Tanah <i>Unified</i>	6
2. Klasifikasi Tanah USCS	7
3. Klasifikasi tanah berbutir untuk lapisan tanah dasar (sistem AASHTO)	8
4. Klasifikasi tanah lanau–lempung untuk lapisan tanah dasar (sistem AASHTO)	9
5. Beban Penetrasi Bahan Standar	20
6. Hasil Pengujian Kadar Air (w)	45
7. Hasil Pengujian Berat Volume	46
8. Hasil Pengujian Berat Jenis	47
9. Hasil Pengujian Batas <i>Atterberg</i>	47
10. Nilai Indeks Plastisitas dan Jenis Tanah	48
11. Hasil Pengujian Analisa Saringan	49
12. Hasil Pengujian Analisis Hidrometer	50
13. Hasil Pegujian Sampel Tanah	51
14. Hasil Pengujian CBR Tanpa Rendaman Metode <i>Standard Proctor</i>	54
15. Hasil Pengujian CBR Rendaman Metode <i>Standard Proctor</i>	55
16. Hasil Perhitungan Pengujian CBR Tanpa Rendaman Metode Tekanan Pada Tekanan 2,7 MPa	57
17. Hasil Perhitungan Pengujian CBR Tanpa Rendaman Metode Tekanan Pada Tekanan 7 MPa	58

18. Hasil Perhitungan Pengujian CBR Tanpa Rendaman Metode Tekanan Pada Tekanan 8,4 MPa	59
19. Hasil Pengujian CBR <i>Standard</i> Tanpa Rendaman Metode Tekanan	60
20. Hasil Pengujian CBR <i>Modified</i> Tanpa Rendaman Metode Tekanan	61
21. Hasil Perhitungan Pengujian CBR Rendaman Metode Tekanan Pada Tekanan 2,7 MPa	62
22. Hasil Perhitungan Pengujian CBR Rendaman Metode Tekanan Pada Tekanan 7 MPa	63
23. Hasil Perhitungan Pengujian CBR Rendaman Metode Tekanan Pada Tekanan 8,4 MPa	64
24. Hasil Pengujian CBR <i>Standard</i> Rendaman Metode Tekanan	65
25. Hasil Pengujian CBR <i>Modified</i> Rendaman Metode Tekanan	66
26. Hasil Pengujian Nilai CBR Rendaman Dan Nilai CBR Tanpa Rendaman Terhadap Tekanan	67
27. Hubungan Nilai CBR Tekanan dengan Kepadatan Tanah	69
28. Hasil Berat Volume Kering pada Tekan.....	70
29. Hasil CBR <i>Standard</i> pada Setiap Tekanan	71

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring dengan pertumbuhan transportasi dan peningkatan perekonomian masyarakat di wilayah Sumatera, maka pemerintah pusat membangun sebuah prasarana transportasi alternatif bagi kendaraan beroda empat atau lebih dengan sistem berbayar di wilayah Sumatera. Selain itu, dengan adanya Jalan Tol Trans Sumatera diharapkan mampu untuk mempersingkat jarak serta waktu tempuh perjalanan dari satu wilayah ke wilayah lain di Pulau Sumatera.

Pada setiap pekerjaan konstruksi selalu berkaitan dengan pekerjaan tanah, karena tanah merupakan material yang sangat penting dalam mendukung suatu konstruksi. Elevasi tanah umumnya tidak selalu sama pada suatu daerah, sehingga diperlukan timbunan dan galian agar elevasi tanah sesuai dengan yang telah direncanakan. Daya dukung tanah dasar/*subgrade* pada konstruksi jalan sangat menentukan. Berbagai standar menetapkan nilai daya dukung minimal bagi *subgrade* yang layak untuk dilalui kendaraan ataupun diberi perkerasan di atasnya. Nilai daya dukung tersebut biasanya dinyatakan dengan nilai *California Bearing Ratio* (CBR) yang dinyatakan dalam persen (Azwarman,2015). Menurut (Shalahudin,2012) CBR merupakan

perbandingan antara beban (tegangan) yang diperlukan untuk mencapai harga penetrasi tertentu pada tanah dasar terhadap beban standar.

Metode pengujian CBR biasanya menggunakan metode tumbukan (*proctor method*) baik dalam pengujian CBR laboratorium dan lapangan. Untuk mendapatkan daya dukung lapisan tanah dasar dapat dilakukan eksperimen pengujian CBR laboratorium dengan menggunakan metode tekan (*pressure method*).

Sehingga akan dilakukan pengujian alat tekan modifikasi ini dengan cara membandingkan uji CBR laboratorium *standard* menggunakan alat uji tekan modifikasi berdasarkan tekanan kontak alat berat.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, rumusan masalah dalam penelitian akan membahas tentang proses pemadatan tanah terhadap nilai CBR laboratorium sebagai daya dukung lapisan tanah dasar, sifat-sifat fisik dan mekanis dari tanah. Dilakukan pengujian pada sifat-sifat fisik tanah bertujuan untuk mengetahui jenis klasifikasi tanah.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sampel tanah yang akan digunakan merupakan tanah yang berasal dari daerah Tirtayasa Kec. Sukabumi, Bandar Lampung.
2. Pengujian tanah yang akan dilakukan di laboratorium adalah sebagai berikut:

- a. Pengujian kadar air
 - b. Pengujian berat volume
 - c. Pengujian berat jenis
 - d. Pengujian batas cair
 - e. Pengujian batas plastis
 - f. Pengujian analisis saringan
 - g. Pengujian hidrometer
 - h. Pemadatan tanah
 - i. Pengujian CBR
3. Uji CBR laboratorium menggunakan alat tekan modifikasi

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanis tanah yang berasal dari daerah Tirtayasa Kec. Sukabumi, Bandar Lampung.
2. Untuk mengetahui aplikasi tekanan roda kendaraan alat berat di lapangan dalam proses pemadatan tanah terhadap nilai CBR atau daya dukung lapisan tanah dasar.

E. Manfaat Penelitian

Diharapkan penelitian ini dapat mengetahui aplikasi tekanan pada roda kendaraan alat berat di lapangan untuk proses pemadatan tanah terhadap daya dukung lapisan tanah dasar.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanah

1. Pengertian Tanah

Tanah merupakan material yang tersusun dari butiran mineral padat yang tidak saling terikat secara kimia (tersedimentasi) dari bahan organik yang melapuk (berpartikel padat) disertai zat cair dan gas yang akan mengisi celah-celah kosong partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995).

Tanah dapat diartikan sebagai kumpulan mineral, bahan organik dan endapan yang tidak saling mengikat satu sama lain, yang terletak di atas batu dasar (Hardiyatmo, H.C., 2002).

Tanah memiliki rongga-rongga yang didalamnya dapat berupa material organik, udara dan air. Sehingga tanah dapat diartikan sebagai kumpulan dari bagian-bagian atau material-material yang padat dan tidak saling terikat satu sama lain (Verhoef,1994).

Berdasarkan pengertian-pengertian diatas, dapat diartikan bahwa tanah merupakan material yang tidak saling mengikat satu sama lain, sehingga membentuk rongga-rongga yang terisi oleh udara, air dan bahan organik.

2. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah merupakan pengelompokan jenis-jenis tanah yang berbeda-beda tetapi memiliki sifat yang sama ke dalam kelompok dan subkelompok sesuai dengan pemakaiannya. Sistem klasifikasi tanah dapat menjelaskan dengan mudah dan singkat sifat-sifat tanah yang bervariasi tanpa penjelasan yang panjang. Pada umumnya perkembangan sistem klasifikasi tanah yang bertujuan untuk rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran butir dan plastisitas pada tanah (Das, 1995). Sistem klasifikasi tanah yang umumnya digunakan untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan merupakan sistem klasifikasi tanah AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Classification Official*) dan sistem klasifikasi *Unified Soil Classification System* (USCS).

1. Sistem *Unified Soil Classification System* (USCS).

Sistem klasifikasi USCS sering digunakan untuk pekerjaan teknik pondasi pada konstruksi-konstruksi seperti bendungan, gedung dan konstruksi yang serupa. Untuk desain lapangan terbang dan pekerjaan jalan dapat digunakan klasifikasi USCS dalam pekerjaan tersebut.

Dalam sistem klasifikasi USCS dibagi menjadi 2 kelompok yaitu :

- a. Tanah dengan persentase lolos saringan No. 200 $<$ 50% termasuk dalam tanah berbutir kasar. Kerikil yang bersimbol G (*gravel*) dan pasir yang bersimbo; S (*sand*) merupakan tanah berbutir kasar.
- b. Tanah dengan persentase lolos saringan No. 200 $>$ 50% merupakan tanah berbutir halus. Lanau yang bersimbol M

(*moum*), lempung yang bersimbol C (*clay*), sedangkan lanau dan lempung organik bersimbol O (*organic*) yang merupakan tanah berbutir halus. Sedangkan untuk simbol L (*low*) merupakan simbol untuk tanah yang memiliki plastisitas rendah dan simbol H (*hight*) untuk tanah dengan plastisitas tinggi.

Tabel 1. Klasifikasi Tanah *Unified*

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

(Bowles,1991 dalam Larasti,2016)

Keterangan :

W = well graded (gradasi baik)

P = poorly graded (gradasi buruk)

L = low plasticity (plastisitas rendah, LL < 50%)

H = hight plasticity (plastisitas rendah, LL > 50%)

Tabel 2. Klasifikasi Tanah 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		
		GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		
		GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau		
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung		
		Pasir $\geq 50\%$ fraksi kasar lolos saringan No. 4	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
			SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
	Pasir dengan butiran halus		SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	
	Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200		Lanau dan lempung batas cair $\leq 50\%$	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung
				CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (<i>lean clays</i>)
		OL		Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah	
		Lanau dan lempung batas cair $\geq 50\%$	MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis	
CH			Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clays</i>)		
OH			Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi		
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi		PT	Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi		

Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus ; Kurang dari 5% lolos saringan no.200: GM, GP, SW, SP. Lebih dari 12% lolos saringan no.200 : GM, GC, SM, SC. 5% - 12% lolos saringan No.200 : Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol dobel

Kriteria Klasifikasi

$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$

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

Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW

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

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

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

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

Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW

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

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

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

Diagram Plastisitas:
Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas *Atterberg* yang termasuk dalam daerah yang di arsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.

Batas Cair LL (%)

Garis A : $PI = 0.73 (LL - 20)$

(Hardiyatmo, 2002)

2. Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi tanah AASHTO pada tahun 1929 dikembangkan sebagai *Public Road Administration Classification System*. Tujuan sistem klasifikasi tersebut untuk menentukan kualitas tanah sebagai pekerjaan jalan yaitu lapisan dasar (*sub-base*) dan tanah dasar (*subgrade*). Berdasarkan sifat tanah dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar yaitu:

- a. Kelompok tanah berbutir (<35% lolos saringan no.200)

Yang dijelaskan pada Tabel 3 tentang klasifikasi tanah berbutir untuk tanah dasar (sistem AASHTO)

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

Yang dijelaskan pada Tabel 4 tentang klasifikasi tanah lanau-lempung untuk tanah dasar (sistem AASHTO)

Tabel 3. Klasifikasi tanah berbutir untuk lapisan tanah dasar (sistem AASHTO)

Klasifikasi umum	Tanah Berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
	A-1		A-3	A-2			
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 (<i>LL</i>)				Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41
Indeks plastisitas (<i>PI</i>)	Maks 6		NP	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	kerikil dan pasir yang berlanau atau berlumpur			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik						

Tabel 4. Klasifikasi tanah lanau–lempung untuk lapisan tanah dasar (sistem AASHTO)

Klasifikasi umum	Tanah Berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)			
Klasifikasi kelompok	A-4	A-5	A-6	A-7 {(A-7-5*) dan (A-7-6")}
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 (<i>LL</i>) Indeks plastisitas (<i>PI</i>)	Maks 40 Maks 10	Maks 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 11
Tipe material yang paling dominan	Tanah Berlanau		Tanah Belumpur	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek			

(Das, 1995)

Keterangan: * Untuk A-7-5, $PI \leq LL - 30$

“ Untuk A-7-6, $PI > LL - 30$

3. Tanah Timbunan

Jenis timbunan dibagi menjadi beberapa jenis yaitu:

Timbunan biasa merupakan timbunan yang berfungsi untuk mencapai elevasi *subgrade* yang telah ditentukan dalam gambar perencanaan tanpa maksud tertentu lainnya. Timbunan ini biasanya digunakan untuk mengganti material yang tidak memenuhi syarat.

Timbunan pilihan merupakan timbunan yang berfungsi untuk mencapai elevasi *subgrade* sesuai dalam ketentuan gambar perencanaan, timbunan ini salah satunya digunakan untuk meminimalisir gaya lateral tekanan tanah pada belakang dinding penahan tanah talud jalan (Spesifikasi Bina Marga, 2010).

4. Spesifikasi Tanah Timbunan

Menurut “ Bina Marga 2010 spesifikasi revisi 3” tentang spesifikasi tanah timbunan yaitu:

a. Spesifikasi timbunan biasa

Bahan yang digunakan untuk timbunan biasa berdasarkan Rencana Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 3 (2010) memiliki sifat sebagai berikut:

- 1) Tanah yang digunakan dalam pekerjaan timbunan tidak mengandung organik seperti denis tanah OH, OL dan Pt pada sistem USCS serta tanah timbunan yang akan digunakan tidak mengandung rumput, sampah, daun, akar.
- 2) Tanah timbunan harus memiliki nilai CBR 6%, yang tidak kurang dari kriteria daya dukung tanah.
- 3) Tanah yang digunakan tidak termasuk berplastis tinggi, menurut AASHTO diklasifikasikan pada A-7-6.
- 4) Tanah yang mempunyai nilai aktif lebih besar dari 1,25 atau derajat pengembangan yang diklasifikasikan AASHTO T258 “*Very High*” atau “*Extra High*” tidak boleh digunakan untuk bahan timbunan.

b. Spesifikasi Timbunan Pilihan

Timbunan pilihan menurut Rencana Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 3 (2010), timbunan dapat dikatakan termasuk timbunan pilihan bila digunakan pada lokasi yang telah ditentukan atau dengan maksud bahan-bahan yang digunakan telah diakui oleh direksi pekerjaan.

Timbunan dapat dikatakan sebagai timbunan pilihan bila memenuhi ketentuan atau kriteria timbunan biasa. Nilai CBR untuk semua timbunan pilihan harus memiliki nilai minimal 10% setelah 4 hari perendaman jika dipadatkan hingga 100%.

B. Pemadatan Tanah

1. Defenisi Pemadatan Tanah

Pemadatan merupakan proses untuk memperkecil jarak antara partikel tanah yang akan menyebabkan pengurangan volume udara sehingga kerapatan tanah akan mengalami kenaikan. Penambahan air pada proses pemadatan tanah berfungsi sebagai unsur pelumas, dengan penambahan air tersebut akan lebih memudahkan partikel-partikel tanah tersebut bergerak dan bergeser satu sama lain sehingga akan membentuk partikel tanah yang lebih rapat atau padat.

2. Dasar-dasar Teori Pemadatan Tanah

a. Prinsip Pemadatan Tanah

Pada saat proses pemadatan berat volume kering (γ_d) akan bertambah seiring dengan ditambahkan kadar air. Berat volume basah tanah (γ) sama dengan berat volume keringnya (γ_d) pada saat kadar air $w = 0$. Ketika kadar air ditambahkan terus menerus pada saat proses pemadatan berlangsung, maka berat partikel padat tanah akan mengalami peningkatan persatuan volume secara bertahap. Pada saat kadar air optimum penambahan air akan mengakibatkan penurunan

pada berat volume kering dari tanah, hal ini terjadi karena air tersebut akan mengisi rongga-rongga pori dalam tanah yang sebenarnya rongga-rongga pori dalam tanah tersebut dapat diisi oleh partikel-partikel padat dari tanah.

b. Pengujian *Proctor Standard*

Untuk memperkirakan tanah agar memenuhi kualifikasi pemadatan, lalu biasanya dilakukan pengujian pemadatan.

Untuk mencapai nilai berat volume kering maksimum (γ_{dmax}) tanah membutuhkan kadar air tertentu yang disebut dengan kadar air optimum. Hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering yang padat.

Hubungan berat volume kering (γ_d) dengan berat volume basah (γ_b) dan kadar air (w), dinyatakan dalam persamaan berikut :

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

Berat volume kering setelah pemadatan bergantung pada kadar air, tipe tanah dan tekanan yang diberikan oleh alat penumbuknya. Karakteristik kepadatan tanah bisa dilihat dari pengujian pemadatan standar laboratorium. Prinsip percobaannya dijelaskan di bawah ini.

Alat pemadat yang digunakan pada pengujian ini berupa silinder (*mold*) berdiameter 10,2 cm dan memiliki tinggi 11,6 cm. Tanah yang telah dimasukkan ke dalam *mold* akan dipadatkan menggunakan penumbuk seberat 2,5 kg memiliki tinggi jatuh 30,5 cm. Pemadatan tanah ini terdiri dari 3 (tiga) lapisan, dengan jumlah tumbukan sertiap

lapisan sebanyak 25 kali tumbukan. Alat pemadatan tanah standar dapat dilihat pada Gambar 1.

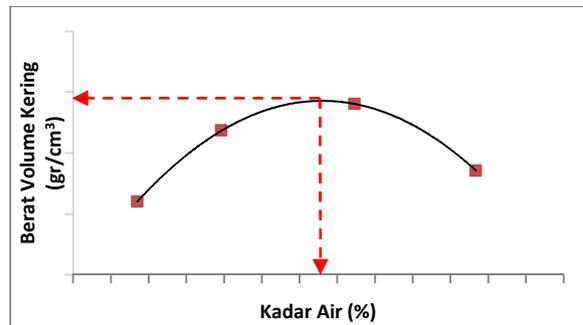


Gambar 1. Alat Pengujian Pemadatan *Standard Proctor*.



Gambar 2. Alat Uji Penetrasi CBR Laboratorium.

Grafik hubungan antara berat volume kering maksimum dengan kadar air optimum dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Grafik hubungan berat volume kering dengan kadar air.

c. Energi Pemasatan

Pada uji pemasatan tanah diketahui bahwa kadar air sangat berpengaruh pada tingkat kepadatan yang dapat tercapai oleh tanah. Tetapi selain dari kadar air yang mempengaruhi kepadatan tanah terdapat faktor lain yang mempengaruhi kepadatan tanah yaitu tipe tanah dan usaha (energi) pemasatan.

Energi yang dibutuhkan untuk proses pemasatan standar (Hardiyatmo, 2002) dirumuskan sebagai berikut:

$$E = \frac{Nb Ni WH}{V}$$

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)

3. Pemadatan di Lapangan

a. Metode Pemadatan di Lapangan

Untuk melakukan proses pemadatan tanah dilapangan dapat dilakukan dengan beberapa metode :

1. *Impact* (tumbukan)

Metode ini dapat dilakukan dengan cara menjatuhkan benda pada ketinggian tertentu. Dengan metode ini tanah akan menjadi padat dan tanah yang memiliki partikel lebih besar akan pecah sehingga partikel-partikel tersebut akan menjadi sama.

2. *Vibration* (getaran)

Tanah akan diberikan getara oleh alat tersebut sehingga partikel tanah yang lebih kecil dapat mengisi rongga-rongga pada partikel tanah yang lebih besar.

3. *Kneading* (pemerasan)

Tanah diremah oleh gigi pada roda yang menyebabkan udara dan air yang terkandung di antara partikel material dapat dikeluarkan.

4. *Static weight* (pemberat)

Pemukaan tanah ditekan dengan berat tertentu secara perlahan.

b. Tekanan kontak alat berat pemadat tanah

Teknan kontak alat berat pemadat tanah merupakan besar tekanan yang dihasilkan pada titik kontak alat berat pemadat tanah dengan tanah yang akan dipadatkan. Jenis-jenis alat berat yang akan digunakan tekanannya pada penelitian ini sebagai berikut :

1. *Sheepsfoot roller*

Alat pemadat jenis ini terdiri dari tonjolan-tonjolan atau kaki-kaki (kambing) pada drumnya, tonjolan-tonjolan tersebut berbentuk bukat atau persegi dengan luas telapak berkisar 30 sampai 80 cm². Luas tanah yang tertekan oleh tonjolan berkisar 8 sampai 12% dari luas keseluruhan tanah yang tertutup seluruh roda, sehingga menyebabkan tekanan pada tanah menjadi sangat tinggi yaitu berkisar antara 1,4 MPa sampai 7 MPa (tergantung pada ukuran pada roda drum dan air yang diisi kedalam roda drum yang bertujuan untuk menambah beratnya). Alat pemadat jenis ini sangat cocok untuk tanah-tanah kohesif (tanah lempung). Penggilas kaki kambing ini dapat dioperasikan dengan digerakkan oleh mesinnya sendiri maupun ditarik oleh penggerak (Hardiyatmo, 2002).



Gambar 4. *Sheepsfoot roller*.

2. *Smooth drum roller*

Smooth drum roller memiliki tekanan kontak pada tanah sekitar 2,7 MPa. Alat pemadat jenis ini cocok untuk semua jenis tanah. Luas cakupan pemadatan tanah selebar luas roda yang kontak dengan tanah. alat pemadat jenis ini biasanya digunakan untuk memadatkan tanah yang telah selesai dipadatkan dengan *Tamping foot roller* (Hardiyatmo, 2002).



Gambar 5. *Smooth drum roller*.

3. *Tamping foot roller*

Alat pemadat ini mirip seperti *sheepsfoot roller*, 40% dari luas keseluruhan tanah yang tertutup roda tertekan. memiliki tekanan kontak pada tanah berkisar antara 1,4 MPa sampai 8,4 MPa tergantung pada ukuran roda dan pengisian air pada drum. Penggunaan alat pemadat jenis ini sangat cocok untuk memadatkan tanah-tanah berbutur halus (Hardiyatmo, 2002).



Gambar 6. *Tamping Foot Roller.*

C. *California Bearing Ratio (CBR)*

California bearing ratio merupakan perbandingan antara beban penetasi suatu beban terhadap beban standar yang memiliki kecepatan penetrasi dan kedalaman sama. Untuk menentukan tebal lapisan perkerasan maka digunakan nilai CBR. Harga CBR merupakan nilai yang menentukan kualitas tanah dasar yang dibandingkan dengan bahan dasar yang berupa batu pecah dengan nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban. CBR dibagi atas beberapa jenis (Sudarmono dan Purnomo, 1997) :

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

CBR lapangan dilakukan dengan cara meletakkan piston pada kedalaman dimana nilai CBR akan ditentukan, setelah itu akan dilakukan penetrasi dengan menggunakan beban yang dilimpahkan melalui gardan truk.

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

CBR lapangan rendaman dilakukan dengan cara mengambil contoh dalam tabung (mold), tabung akan ditekan masuk ke dalam tanah sampai kedalaman tanah yang diinginkan, tanah akan dikeluarkan dari tabung dan direndam dalam air selama 4 hari sambil diukur pengembangannya (swelling). Pemeriksaan CBR akan dilaksanakan setelah pengembangan tidak terjadi lagi.

3. CBR laboratorium (*laboratory CBR*)

CBR laboratorium disebut juga dengan CBR rencana titik. Tanah dasar yang akan diperiksa merupakan jalan baru yang berasal dari tanah asli, tanah timbunan atau tanah galian dipadatkan hingga mencapai 95% kepadatan maksimum. Sehingga daya dukung tanah dasar merupakan kemampuan lapisan tanah yang memiliki beban setelah tanah itu dipadatkan. Sehingga nilai CBR laboratorium merupakan nilai CBR yang diperoleh dari contoh tanah yang dibuat dan mewakili keadaan tanah tersebut setelah tanah dipadatkan. Pengujian CBR laboratorium dilakukan menggunakan alat yang memiliki kecepatan gerakan vertikal ke bawah 1,27 mm/menit dan piston dengan luas 1,935 mm² serta menggunakan proving ring yang digunakan untuk mengukur beban yang dibutuhkan pada penetrasi tertentu yang diukur dengan dial.

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

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

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

Dimana :

A = pembacaan dial pada saat penetrasi 0,1''

B = pembacaan dial pada saat 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 5. Beban Penetrasi Bahan Standar

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

D. Studi Literatur

Berikut ini merupakan penelitian yang dapat dijadikan referensi tambahan yaitu :

1. Sampurna, S.A. (2018), melakukan pengujian tentang perbaikan tanah dengan menambahkan campuran additive abu sekam padi dan matos sebagai stabilizer yang bertujuan untuk meningkatkan mutu tanah. Dalam pengujian ini menggunakan campuran abu sekam padi sebanyak 6%, 8%,10% dan 12% beserta matos dengan kadar 3,3898 gram, yang akan diperam selama 7, 14, 21 dan 28 hari. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan mendapatkan nilai CBR tertinggi untuk abu sekam 12% dan

dilakukan pemeraman selama 28 hari dari durasi pemeraman lainnya. Nilai CBR tanah lempung mengalami peningkatan dari 7,3% menjadi 31,8%, sehingga dapat disimpulkan bahwa campuran abu sekam dan matos cukup efektif untuk peningkatan daya dukung tanah lempung.

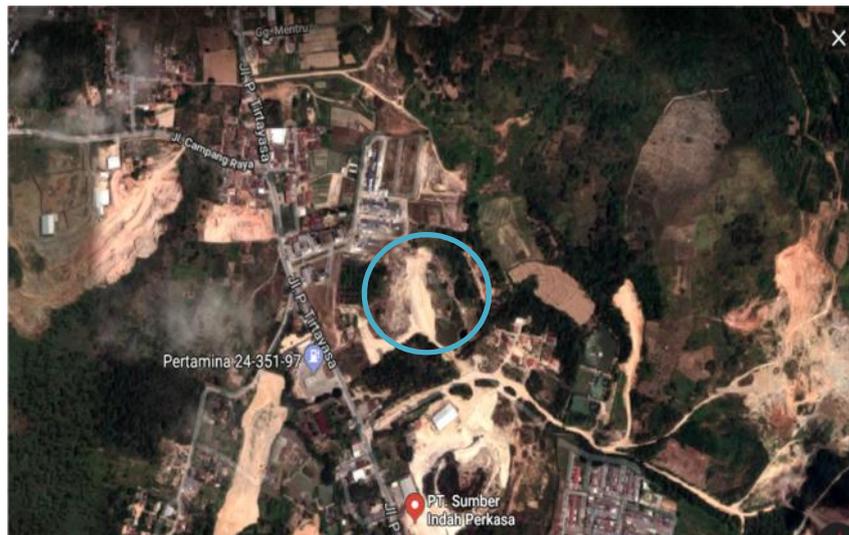
2. Hidayatulloh, A. (2018), melakukan pengujian tentang alat tekan modifikasi menggunakan tekanan sebesar 1,66 MPa, 6,4 MPa, & MPa dan 8,4 MPa. Dari pengujian yang telah dilakukan tanah tergolong dalam pasir berlempung, pemadatan tanah menggunakan *standard proctor* mendapatkan hasil sebesar 1,62 gr/cm³ sedangkan untuk kepadatan tanah menggunakan alat tekan modifikasi sebesar 1,6234 gr/cm³. Sehingga dapat disimpulkan bahwa alat tekan modifikasi dapat digunakan dalam pengujian pemadatan di laboratorium.
3. Farabi, A. (2017), penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai batas *atterberg* dan nilai CBR tanah lempung dan lanau yang distabilisasi dengan penambahan semen dan mengalami perendaman. Untuk nilai CBR rendaman pada sampel yang telah dicampur semen sebanyak 9% dengan pemadatan *proctor modified* dan dilakukan pemeraman selama 28 hari, telah didapatkan nilai CBR yang mengalami penurunan 58,7% pada tanah lempung sedangkan untuk nilai CBR pada tanah lanau mengalami penurunan sebesar 37,8%. Dari percobaan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa lamanya perendaman dapat menurunkan nilai CBR secara signifikan dibandingkan dengan kondisi optimum tanah tersebut.
4. Situmeang, T.P. (2018), pada pengujian ini membandingkan pengujian *modified proctor* dengan alat tekan modifikasi dengan menggunakan

tekanan kontak alat berat. Tekanan yang digunakan sebesar 1,667 MPa, 6,2 MPa, 7 MPa dan 8,4 MPa, hasil dari pengujian ini menunjukkan nilai kepadatan tanah menggunakan *proctor modified* sebesar 1,706 gr/cm³ sedangkan untuk nilai kepadatan tanah menggunakan alat tekan modifikasi sebesar 8 MPa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai kepadatan alat tekan modifikasi lebih besar dari *proctor modified*.

III. METODE PENELITIAN

A. Bahan Penelitian

Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Tirtayasa Kec. Sukabumi, Bandar Lampung. Tanah timbunan ini digunakan untuk proyek Jalan Tol Trans Sumatra.



Gambar 7. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah.

B. Metode Pengambilan Sampel

Pada penelitian ini sampel yang digunakan dari Jalan Kec. Sukabumi, Bandar Lampung. Sampel tanah yang diambil terdiri dari dua jenis yaitu sampel tanah terganggu (*disturbed sample*) dan sampel tanah tak terganggu (*undisturbed sample*). Untuk pengambilan sampel tanah terganggu

menggunakan cangkul dan sampel tanah dimasukkan kedalam karung. Sampel tanah terganggu ini digunakan pada pengujian analisis hidrometer, analisis saringan, *atterberg limit*, *standard proctor* dan alat pemadat modifikasi. Sedangkan untuk pengambilan sampel tanah tak terganggu menggunakan tabung sampel, metode pengambilan sampel dengan cara menekan tabung secara perlahan-lahan kedalam tanah, setelah tabung terisi penuh oleh tanah maka tabung tersebut diangkat dan pada ujung tabung ditutup dengan menggunakan plastik yang bertujuan agar kelembapan sampel tidak berubah. Sampel tanah tak terganggu digunakan pada pengujian kadar air, berat jenis dan berat volume. Sampel tanah yang telah diambil digunakan untuk pengujian di laboratorium. Bila tanah sudah memenuhi persyaratan sebagai tanah timbunan maka selanjutnya dilakukan pengujian dengan alat pemadatan tanah *standard proctor* dan alat uji tekan pemadatan modifikasi di laboratorium.

C. Pelaksanaan Pengujian

Pengujian sampel tanah ini dilakukan pada Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lampung. Berikut ini pengujian yang akan dilakukan pada laboratorium :

1. Pengujian Sifat Fisik Tanah

a. Pengujian Kadar Air (*Water Content Test*)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air tanah yang terkandung pada sampel tanah, pengujian kadar air merupakan perbandingan berat air yang terkandung dalam butiran tanah dengan

butiran kering dan dinyatakan dalam persen. Pengujian berdasarkan ASTM D 2216-98 dan SNI 1965-2008.



Gambar 8. Pengujian Kadar Air.

Tahap-tahap pengujian kadar air dijelaskan sebagai berikut:

a) Bahan :

Sampel tanah seberat 30 sampai 50 gram.

b) Peralatan :

Kontainer, timbangan (ketelitian 0,01 gram) dan oven.

c) Prosedur :

- 1) Menyiapkan peralatan dan sampel tanah yang akan di uji.
- 2) Menimbang kontainer dan memberikan tanda pada kontainer.
- 3) Memasukkan sampel tanah kedalam kontainer dan menimbang kontainer yang telah berisi sampel tanah.
- 4) Memasukkan sampel kedalam oven dengan temperatur (105°C sampai 110°C) selama 24 jam.
- 5) Menimbang kontainer beserta tanah yang telah dikeringkan.

d) Perhitungan :

$$W = \frac{W_w}{W'_s}$$

Keterangan :

W_w = berat air

W_s = berat tanah kering

b. Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity Test*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah yang lolos saringan No. 40 dengan menggunakan *picnometer*. Pengujian berdasarkan ASTM D 2216-98 dan SNI 1964-2008.



Gambar 9. Pengujian Berat Jenis.

Tahap-tahap pengujian berat jenis dijelaskan sebagai berikut:

a) Bahan :

Sampel tanah lolos saringan No. 40 sebanyak 25 sampai 50 gram dan air.

b) Peralatan :

Picnometer, timbangan (ketelitian 0,01 gram), *thermometer*, tungku pemanas.

c) Prosedur :

- 1) Menyiapkan bahan dan peralatan yang akan digunakan pada percobaan.
- 2) Menimbang *picnometer* dalam keadaan kosong.
- 3) Memasukkan sampel tanah kedalam *picnometer* sebanyak 25 sampai 50 gram dan menimbang kembali *picnometer* yang telah berisi sampel.
- 4) Memasukkan air kedalam *picnometer* sebanyak 2/3 volume *picnometer*.
- 5) Memanaskan sampel diatas tungku pemanas hingga butir-butir udara hilang, menimbang kembali *picnometer* yang berisi tanah dan air. Mengukur temperatur air yang berada dalam *picnometer* menggunakan *thermometer*.

d) Perhitungan :

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

Keterangan :

W_s = berat sampel tanah

W_{w1} = berat air mula-mula

W_{w2} = berat air sesudah didinginkan

c. Pengujian Berat Volume (*Unit Weight Test*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat volume tanah dengan keadaan asli (undisturbed sampel), pengujian berat volume merupakan perbandingan berat tanah dengan volume tanah. Pengujian berdasarkan ASTM D 2216-98 dan SNI 1964-2008.



Gambar 10. Pengujian Berat Volume.

Tahap-tahap pengujian berat volume dijelaskan sebagai berikut:

a) Bahan :

Sampel tanah tak terganggu, oli.

b) Peralatan :

Ring contoh, timbangan (ketelitian 0,01 gram), alat penekan, pisau pemotong.

c) Prosedur :

- 1) Menyiapkan bahandan peralatan yang akan digunakan pada pengujian.
- 2) Mengoleskan oli pada *ring* contoh dan alat pendorong agar tanah tidak menempel pada *ring* contoh dan alat pendorong, mengukur tinggi, diameter dan menimbang *ring* contoh.
- 3) Mengambil sampel tanah dari tabung contoh dengan cara menekan *ring* ke sampel tanah hingga *ring* contoh terisi penuh oleh sampel tanah.

4) Meratakan permukaan tanah dengan pisau pemotong dan menimbang *ring* yang telah terisi sampel.

d) Perhitungan :

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

Keterangan :

W = berat tanah

V = berat ring

d. Pengujian Analisa Saringan (*Sieve Analysis Test*)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui persentase ukuran butiran tanah dan susunan butiran tanah (gradasi) dari sampel tanah yang tertahan di atas saringan No. 200 (\varnothing 0,075 mm). Pengujian berdasarkan ASTM D 2216-98 dan SNI 3423-2008.



Gambar 11. Pengujian Analisa Saringan.

Tahap-tahap pengujian analisa saringan dijelaskan sebagai berikut:

a) Bahan :

Sampel tanah sebanyak 500 gram yang telah dioven dan air bersih sebanyak 1500 cc.

b) Peralatan :

Mesin penggetar (*sieve shaker*), satu set saringan (*sieve*), oven dan timbangan (ketelitian 0,1 gram).

c) Prosedur :

- 1) Mengambil sampel tanah dan menguji kadar air, sampel yang digunakan sebanyak 500 gram.
- 2) Mecuci tanah diatas saringan No.200 hingga bersih, sehingga diatas saringan hanyaa tertinggal tanah berbutir kasar.
- 3) Memasukkan sampel tanah yang tertinggal diatas saringan No.200 kedalam oven selama 24 jam.
- 4) Meletakkan satu set saringan pada mesin penggetar dan meletakkan sampel tanah pada saringan yang berada pada bagian paling atas.
- 5) Menguatkan penjepit pada mesin penggetar lalu menghidupkan mesin penggetar selama 15 menit.
- 6) Menimbang masing-masing sampel tanah yang tertahan pada setiap masing saringan.

e. Pengujian Batas *Atterberg*

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air tanah pada batas antara keadaan plastis dan cair, sesuai dengan ketentuan *atterberg*.

Pengujian ini dilakukan dalam dua tahap, terdiri dari pengujian batas cair (*liquid limit test*) dan pengujian batas plastis (*plastic limit test*).

Pengujian berdasarkan ASTM D 2216-98 dan SNI 1967-2008.

Berikut tahap-tahap pengujian batas *atterberg* :

1. Pengujian Batas Cair (*liquid limit test*)

a) Bahan :

Air bersih dan sampel tanah yang dikeringkan

b) Peralatan :

Kontainer, spatula, alat batas cair (mangkuk *cassagrande*), alat pembuat alur (*grooving tool*), oven, saringan No. 40 (0,42 mm), gayung atau wadah, dan timbangan (ketelitian 0,01 gram).

c) Prosedur :

- 1) Menyaring sampel tanah dengan menggunakan saringan No. 40.
- 2) Mengatur tinggi jatuh mangkuk *casagrande* setinggi 10 mm.
- 3) Menyiapkan sampel tanah sebanyak 150 gram kedalam wadah, memberikan air kedalam wadah yang telah berisi tanah dan mengaduk sampel secara merata, memasukkan sampel kedalam mangkuk *casagrande*, kemudian meratakan permukaan sampel hingga sejajar dengan alas.
- 4) Membuat alur dengan menggunakan *grooving tool* tepat ditengah sampel pada mangkuk *casagrande*.

- 5) Memutar tuas pemutar hingga kedua sisi tanah bertemu hingga sepanjang 13 mm dan menghitung jumlah ketukan, jumlah ketukan harus berada antara 10-40 ketukan.
- 6) Mengambil sampel tanah yang berada pada bagian tengah mangkuk *casagrande* kedalam kontainer dan memasukkan kedalam oven, yang digunakan untuk pengujian kadar air yang terkandung dalam sampel. Pengujian ini dilakukan sebanyak 4 sampel dengan jumlah ketukan 2 sampel dibawah 25 ketukan dan 2 sampel berada diatas 25 ketukan, untuk langkah kerja dari 4 sampel sama pada setiap sampel.

2. Pengujian Batas Plastis (*Plastic Limit Test*)

a) Bahan :

Air bersih dan sampel tanah (100 gram)

b) Peralatan :

Wadah atau gayung, spatula, kontainer, oven, saringan No.40 dan timbangan (ketelitian 0,01 gram).

c) Prosedur :

- 1) Menyaring sampel tanah menggunakan saringan No.40.
- 2) Memasukkan sampel tanah kedalam wadah, kemudian menambahkan air dan mengaduk sampel hingga rata.
- 3) Mengambil sampel tanah sebesar ibu jari kemudian sampel tanah digulung-gulung diatas pelat kaca hingga diameter mencapai 3 mm hingga retak-retak atau putus-putus..

- 4) Memasukkan sampel yang telah mencapai diameter 3 mm kedalam kontainer, kemudian ditimbang menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,01 gram dan memasukkan kedalam oven.

d) Perhitungan :

$$PI = LL - PL$$

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

Keterangan :

PI = *Plastic Index* = Berat Air

LL = Batas Cair PL = Batas Plastis

f. Pengujian Hidrometer (*Hydrometry Test*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir tanah untuk tanah yang tidak mengandung butir tertahan saringan No. 200. Pengujian berdasarkan ASTM D 2216-98 dan SNI 3423-2008.



Gambar 12. Pengujian Hidrometer.

Berikut ini merupakan langkah-langkah dalam pengujian hidrometer:

a) Bahan :

Air bersih, larutan sodium silikat (Na_2SiO_3) dan sampel tanah sebanyak 50-60 gram (lolos saringan No.200).

b) Peralatan :

Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram, satu set saringan, hidrometer ASTM 151 H, gelas silinder kapasitas 1000 cc, *stopwach*, alat pengaduk suspensi, cawan porselen, *mixer*, kontainer dan *thermometer*.

c) Prosedur :

- 1) Menuangkan sampel tanah kedalam kontainer, menuangkan larutan air dan Na_2SiO_3 sebanyak ± 125 cc, kemudian aduk hingga merata dan diamkan sampel selama kurang lebih 16 jam.
- 2) Menuangkan sampel kedalam *mixer* usahakan sampel tanah tidak ada yang tertinggal dalam kontainer, kemudian putar alat pengaduk selama 15 menit.
- 3) Menuangkan sampel tanah dari *mixer* kedalam gelas silinder dan kemudian tambahkan air hingga volumenya mencapai 1000 cm^3 .
- 4) Menyiapkan gelas silinder lainnya yang berisi air dan Na_2SiO_3 dengan volume larutan yang sama.
- 5) Menutup gelas silinder kemudian mengocok gelas silinder dengan cara membolak-balik secara vertikal keatas dan

kebawah selama 1 menit dan harus sekitar 60 kali gerakan membolak-balik gelas silinder.

- 6) Melakukan pembacaan hidrometer saat $t = 2, 5, 15, 30, 60, 250$ dan 1440 menit. Setelah pembacaan selesai tuangkan sampel kedalam saringan No. 200 kemudian cuci sampel hingga air yang mengalir dibawah saringan menjadi jernih, sehingga hanya tersisa partikel tanah yang tertahan pada saringan No.200.
- 7) Memasukkan sampel tanah kedalam kontainer dan dioven selama 24 jam dan timbang sampel yang telah dioven.

Pengujian diatas bertujuan untuk mengetahui sifat fisik tanah. Dari hasil pengujian yang dilakukan akan dianalisis dengan klasifikasi tanah menurut USCS dan AASHTO untuk mengetahui klasifikasi tanah tersebut.

2. Pengujian Pemadatan Standar Tanah (*Standard Proctor*)

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kepadatan maksimum tanah dengan cara tumbukan. Dari hasil uji *standard proctor* mendapatkan nilai berat volume kering maksimum (γ_{dmax}) dan kadar air (w_{opt}). Pengujian berdasarkan ASTM D 698 dan SNI 1742-2008. Langkah-langkah dalam pengujian pemadatan tanah adalah sebagai berikut :

- a) Bahan :

Sampel tanah seberat 15 kg, air bersih dan kantong plastik.

b) Peralatan :

Satu set *mold standard*, *hammer* seberat 2,5 kg, pan persegi, sendok pengaduk, palu karet, pisau pemotong, oli, kuas, gelas ukur 1000 cc, timbangan (kapasitas 1 kg dan 20 kg), kontainer, saringan No.4 (4,75 mm), oven dan kain lap.

c) Prosedur :

- 1) Menjemur sampel tanah hingga kering.
- 2) Menyaring tanah menggunakan saringan No. 4.
- 3) Mengambil sampel tanah yang telah lolos saringan No.4 sebanyak 12,5 kg dan membaginya menjadi 5 bagian, masing-masing bagian seberat 2,5 kg.
- 4) Mengambil sedikit sampel tanah yang mewakili, untuk menentukan kadar air mula-mula.
- 5) Mengambil sampel tanah seberat 2,5 kg kemudian tambahkan air sedikit demi sedikit sembari tanah diaduk hingga merata. Setelah tanah telah rata, kepal tanah dengan tangan, bila tanah yang dikepalkan dibuka tidak lengket ditangan dan tidak hancur saat tangan dibuka maka telah didapatkan campuran tanah yang sesuai catat jumlah cc air yang ditambahkan kedalam sampel tanah.
- 6) Memasukkan sampel tanah kedalam kantong plastik dan diamkan sampel selama 24 jam, agar tanah dan air tercampur dengan merata.
- 7) Tanah yang telah tercampur rata dibagi menjadi 3 bagian, lalu masukkan bagian pertama kedalam *mold standard* kemudian

tumbuk menggunakan *hammer* sebanyak 25 kali. Ulangi langkah tersebut untuk bagian kedua dan ketiga.

- 8) Melepaskan *collar* kemudian ratakan tanah menggunakan pisau pemotong.
- 9) Melakukan prosedur yang sama untuk empat sampel tanah berikutnya.

3. Pengujian CBR (*California Bearing Ration*)

1. Pengujian CBR Laboratorium

Dari uji *standard proctor* mendapatkan (γ_{dmax}) dan (w_{opt}) selanjutnya dilakukan pengujian CBR laboratorium dengan metode tumbukan. Pengujian CBR laboratorium bertujuan untuk menentukan nilai CBR tanah dengan tanah yang dipadatkan pada kadar air tertentu. Nilai CBR yang telah didapatkan akan digunakan untuk menentukan tebal lapisan perkerasan yang diperlukan di atas lapisan tanah dasar (*subgrade*). Pengujian berdasarkan ASTM D 1883 dan SNI 03-1744-1989. Untuk prosedur pengujian CBR laboratorium dapat dilihat dibawah ini :

a) Bahan :

Sampel tanah dan air bersih.

b) Peralatan :

Satu set *mold* CBR, *hammer* seberat 2,5 kg, pan persegi, sendok pengaduk, oli, kuas, kantong plastik, palu karet, pisau pemotong, gelas ukur 1000 cc, timbangan (kapasitas 1 kg dan 20 kg),

kontainer, saringan No.4 (4,75 mm), mesin penetrasi, oven dan kain lap.

c) Prosedur :

- 1) Menjemur sampel tanah hingga kering.
- 2) Menyaring tanah menggunakan saringan No. 4.
- 3) Mengambil sampel tanah yang telah lolos saringan No.4 sebanyak 15 kg dan membaginya menjadi 3 bagian, masing-masing bagian seberat 5 kg.
- 4) Mengambil sampel tanah seberat 5 kg kemudian tambahkan air sedikit demi sedikit sembari tanah diaduk hingga merata. Jumlah air yang digunakan sesuai dengan kadar air optimum yang didapatkan dari pengujian pemadatan.
- 5) Memasukkan sampel tanah kedalam kantong plastik dan diamkan selam 24 jam, agar tanah dan air tercampur dengan merata.
- 6) Memasang satu set *mold* CBR, mengambil sampel tanah dari dalam plastik kemudian masukkan sampel tanah kedalam talam dan bagi tanah menjadi 3 bagian.
- 7) Masukkan bagian pertama sampel tanah kedalam *mold* kemudian tumbuk menggunakan *hammer* seperti pada pengujian pemadatan. Ulangi langkah tersebut untuk bagian kedua dan ketiga. Pada pengujian CBR laboratorium terdiri dari 3 sampel yang masing-masing sampel memiliki jumlah tumbukan yang berbeda yaitu 10, 25 dan 55 tumbukan.

- 8) Melepaskan *collar* kemudian meratakan tanah menggunakan pisau pemotong. Mengambil sedikit tanah yang tidak terpakai untuk pengujian kadar air.
- 9) Menimbang *mold* beserta tanah, kemudian melakukan pembacaan CBR menggunakan mesin penetrasi CBR.
- 10) Meletakkan *mold* pada mesin penetrasi, mengatur posisi dial beban dan penetrasi pada posisi nol, melakukan penetrasi dengan memutar engkol secara konstan. Melakukan pembacaan dial beban dan penetrasi pada penetrasi 0,0125", 0,025", 0,05" sampai 0,5".
- 11) Melakukan prosedur yang sama untuk masing-masing tumbukan.

2. Pengujian CBR dengan Alat Uji Tekan Modifikasi

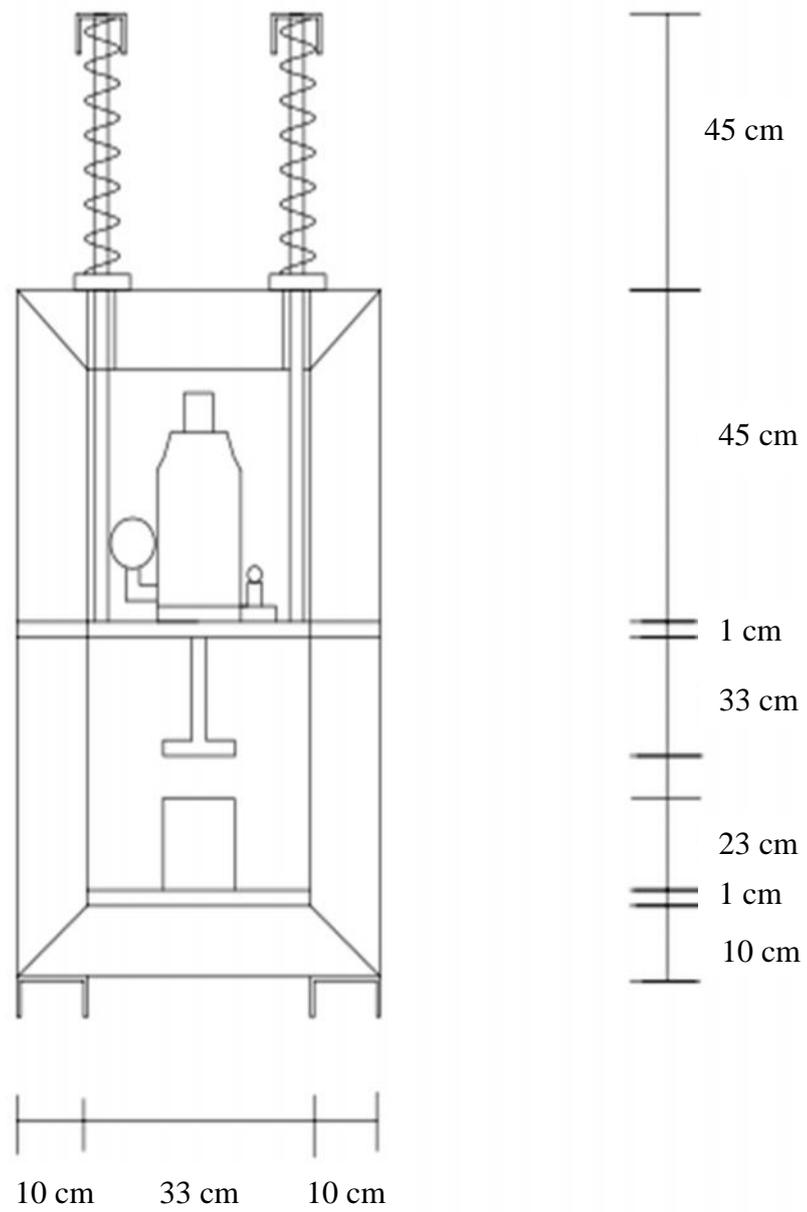
Dari uji *standard proctor* mendapatkan (γ_{dmax}) dan (w_{opt}) selanjutnya dilakukan juga pengujian CBR dengan alat uji tekan modifikasi CBR laboratorium dibuat dengan memodifikasi dongkrak yang memiliki kuat tekan yang tinggi. Dengan menggunakan sistem hidrolik secara manual dan menggunakan dial untuk mengukur tekanan yang diberikan pada saat mengalami tekanan. Alat uji tekan modifikasi ini menggunakan cetakan silinder (*mold*) yang memiliki diameter 15,3 cm dan tinggi 23 cm.

Cara kerja alat tekan uji modifikasi ini dengan memompa dongkrak secara manual, sehingga pelat yang berada tepat dibawah dongkrak akan turun sehingga menekan tanah yang berada dalam cetakan dan

per yang berada diatas menurun menahan beban yang diterima dari dongkrak. Pada saat pemadatan dilakukan maka manometer akan bergerak sehingga kita dapat mengetahui besar tekanan yang diterima oleh tanah dengan membaca pada manometer. Berikut prosedur dalam pengujian CBR menggunakan alat tekan modifikasi :

- a) Pada pengujian CBR menggunakan alat tekan modifikasi memiliki kesamaan dengan pengujian CBR laboratorium pada prosedur 1 sampai 6.
- b) Kadar air optimum (w_{opt}) yang digunakan untuk penambahan kadar air pada sampel tanah berasal dari *pengujian proctor standard*.
- c) Masukkan bagian pertama sampel tanah kedalam *mold* kemudian sampel ditekan dengan tekanan 2,7 MPa. Ulangi langkah tersebut untuk bagian kedua dan ketiga. Pada pengujian CBR dengan menggunakan alat tekan modifikasi menggunakan tekanan pada roda alat berat yaitu 2,7 MPa (*Smooth drum roller*), 7 MPa (*Sheepsfoot roller*) dan 8,4 MPa (*Tamping foot roller*).
- d) Untuk prosedur selanjutnya pada pengujian CBR dengan alat tekan modifikasi memiliki kesamaan dengan pengujian CBR laboratorium pada prosedur 8 sampai 10.
- e) Mengulangi prosedur-prosedur diatas untuk sampel selanjutnya untuk tekanan 7 MPa dan 8 MPa.

Berikut ini merupakan sketsa alat uji tekan modifikasi CBR laboratorium dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Sketsa Alat Uji Tekan Modifikasi CBR Laboratorium.



Gambar 14. Alat Tekan Pemasakan Modifikasi

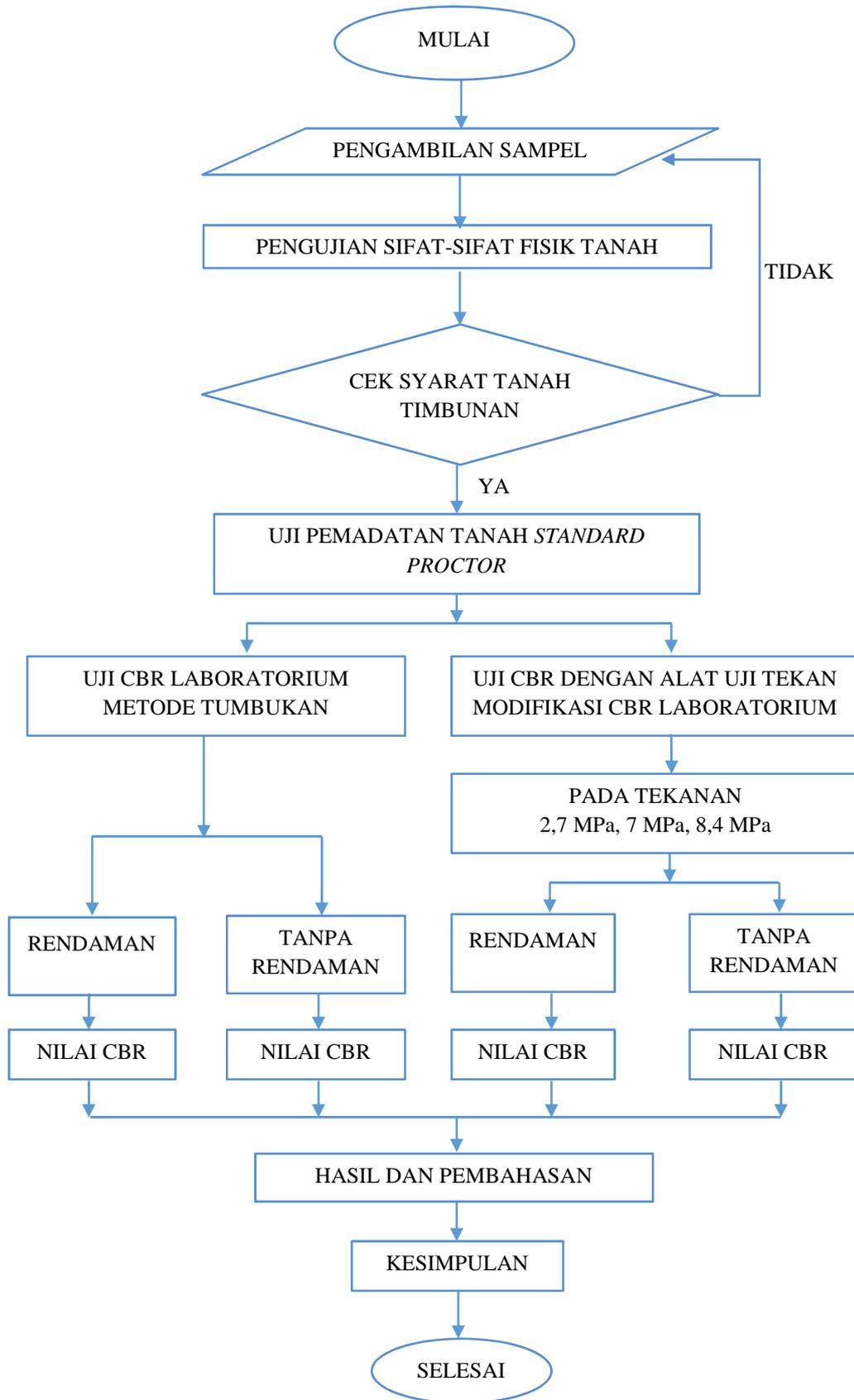
Keterangan gambar :

- 1 = Per
- 2 = Manometer
- 3 = Dongkrak
- 4 = Pelat
- 5 = Pelat silinder
- 6 = Cetakan silinder (*mold*)

Pengujian menggunakan alat uji tekan modifikasi CBR laboratorium ini akan didapatkan nilai CBR tanah. Nilai CBR ini kan dibandingkan dengan nilai CBR yang didapatkan dari uji CBR laboratorium metode tumbukan.

D. Bagan Alir Penelitian

Proses dan hasil penelitian yang didapat dari penelitian akan ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik hubungan serta penjelasan-penjelasan. Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Bagan Alir Penelitian.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Universitas Lampung didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan pengujian sifat fisik tanah yang telah dilakukan, sampel tanah yang digunakan tergolong dalam kelompok A-2-7 berdasarkan sistem klasifikasi AASTHO, berdasarkan klasifikasi USCS sampel tanah tergolong dalam kelompok SM, sehingga sampel tanah yang digunakan tergolong dalam pasir berlanau.
2. Pengujian CBR tanpa rendaman metode tekanan didapatkan nilai CBR untuk tekanan 2,7 MPa, 7 MPa dan 8,4 MPa yaitu sebesar 3,9%, 5,4% dan 5,8%, nilai tersebut lebih besar dibandingkan nilai CBR metode tumbukan sebesar 2,7%. Hal tersebut dapat terjadi karena pada saat penekanan menggunakan alat tekan modifikasi permukaan tanah tertekan secara seragam.
3. Pengujian CBR rendaman metode tekanan didapatkan nilai CBR untuk tekanan 2,7 MPa, 7 MPa dan 8,4 MPa yaitu sebesar 0,25%, 1,57% dan 1,83%, nilai tersebut lebih kecil dibandingkan nilai CBR rendaman metode tumbukan sebesar 2%, hal tersebut berbanding terbalik dengan nilai CBR tanpa rendaman. Hal ini umumnya disebabkan oleh kesalahan

peneliti saat pembacaan *dial* penetrasi atau saat melakukan pemutaran tuas pada alat penetrasi CBR.

4. Nilai CBR mengalami peningkatan seiring bertambahnya nilai berat volume kering dan tekanan yang diberikan pada tanah.
5. Berat volume kering rendaman dan tanpa rendaman tidak memiliki perbedaan yang besar, disebabkan karena kadar air rendaman tidak jauh berbeda dengan kadar air dari hasil pengujian pemadatan.

B. Saran

Untuk penelitian selanjutnya tentang perbandingan pengujian CBR metode tumbukan dengan CBR metode tekanan menggunakan alat tekan modifikasi, disarankan beberapa hal dibawah ini untuk dipertimbangkan :

1. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut menggunakan jenis tanah yang berbeda.
2. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk alat tekan modifikasi dengan tekanan-tekanan yang lebih bervariasi agar dapat membuktikan kelayakan alat tekan modifikasi.
3. Pada saat pemutaran tuas pada alat CBR laboratorium sebaiknya dilakukan secara konstan agar pembacaan pada *dial* dapat lebih maksimal.
4. Peneliti sebaiknya lebih teliti pada saat pembacaan *dial* penetrasi dan *dial* beban pada pengujian CBR laboratorium.
5. Pada saat proses pemadatan menggunakan *hammer* diusakan lebih teliti dalam melakukan pemadatan tanah, sehingga kepadatan tanah lebih merata antara sisi satu dan yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga, Direktorat Jendral. *Spesifikasi Umum Seksi 3.2 Timbunan*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Das, Braja. M. 1995, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I*, Erlangga. Jakarta.
- Dewi, E.R. 2019. “*Korelasi Nilai CBR Laboratorium Modified Terhadap Tekanan pada Roda Kendaraan Alat Berat di Lapangan Berdasarkan Metode Tekanan (Pressure Method)*”. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Farabi, A. 2017. “*Pengaruh Variasi Waktu Perendaman Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung dan Lanau yang Distabilisasi Menggunakan Semen*”. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Hardiyatmo, H. C. 2002. *Teknik Pondasi 2*, Edisi Kedua, Beta Offset, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 2002. “*Mekanika Tanah 1*”, Edisi Ketiga, Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hidayatulloh, A. 2018. “*Menentukan Perbandingan Derajat Kepadatan Tanah Menggunakan Alat Uji Tekan Modifikasi Metode Standar dengan Alat Uji Standard Proctor*”. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Laboratorium Mekanika Tanah. 2014. *Buku Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah I Dan Mekanika Tanah II*. Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Robianti, E., 2017. “*Studi Konversi Pematatan Tanah Standar Di Laboratorium Dengan Pemodelan Alat Tekan Pematatan Modifikasi*”. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Sampurna, S.A. 2018. “*Pengaruh Penambahan Zat Additive Abu Sekam Padi dan Matos Terhadap Nilai CBR (California Bearing Ratio) Tanah Lempung Ditinjau dari Waktu Pemeraman*”. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

- Situmeang, T.P. 2018. “*Study Perbandingan Antara Uji Proctor Modified dengan Alat Tekan Pemadatan Modifikasi Berdasarkan Tekanan Kontak Pada Alat Berat Pemadat Tanah*”. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- SNI 03-1744-1989. 1989. *Metode Pengujian CBR Laboratorium*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung
- SNI 03-3637-1994. 1994. *Metode pengujian berat isi tanah berbutir halus dengan cetakan benda uji*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. Bandung
- SNI 1743-2008. 2008. *Cara Uji Kepadatan Berat untuk Tanah*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 1964-2008. 2008. *Cara Uji Berat Jenis Tanah*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 1965-2008. 2008. *Cara Uji Penentuan Kadar Air Untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 1966-2008. 2008. *Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 1967-2008. 2008. *Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- SNI 3423-2008. 2008. *Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Soedarmo, G. D. & Purnomo, S. J. E. 1997. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta.
- Universitas Lampung. 2017. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. Unila Offset. Bandar Lampung.
- Verhoef, P.N.W.1994. “*Geologi Untuk Teknik Sipil*”. PT. Erlangga. Jakarta.