

**PENGARUH DIAMETER LOLOS SARINGAN PARTIKEL TANAH
TERHADAP DERAJAT KEPADATAN TANAH MENGGUNAKAN
METODE STANDAR**

(Skripsi)

**Oleh:
ADIRA SALSABILA**



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

PENGARUH DIAMETER LOLOS SARINGAN PARTIKEL TANAH TERHADAP DERAJAT KEPADATAN TANAH MENGGUNAKAN METODE STANDAR

Oleh

ADIRA SALSABILA

Peningkatan pembangunan infrastruktur membutuhkan suatu lapisan tanah yang mampu mendukung beban. Hal ini karena tanah merupakan material yang berperan penting dalam mendukung suatu konstruksi. Untuk mengetahui tanah yang baik dapat dilakukan dengan uji fisik dan mekanis tanah. Pemadatan tanah yaitu proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara. Jenis tanah mempunyai pengaruh terhadap berat volume maksimum dan kadar air optimum dari tanah tersebut. Berdasarkan jenisnya pemadatan dibedakan menjadi empat tipe umum. Penelitian ini menggunakan dua tipe pemadatan yaitu tipe A dan Tipe C dengan tujuan mengetahui pengaruh diameter partikel tanah terhadap derajat kepadatan tanah menggunakan pemadatan standar.

Pemadatan dilakukan berdasarkan metode tumbukan dan tekanan. Metode tekan digunakan alat tekan modifikasi dengan tekanan 5 Mpa, 10 Mpa, dan 15 Mpa.

Dari penelitian didapat hasil bahwa pemadatan metode tumbukan tipe A memiliki kadar air lebih tinggi dibandingkan tipe C namun nilai berat volume maksimum tipe C lebih tinggi dibandingkan tipe A. Pada metode tekanan dapat disimpulkan bahwa semakin besar tekanan maka semakin besar nilai kadar air dan berat volume keringnya.

Kata kunci: Partikel Tanah, Pemadatan Metode Standar, Pemadatan Metode Tumbukan dan Tekanan.

ABSTRACT

THE EFFECT OF SOIL PARTICLES DIAMETER BY PASSING THE SIEVE ANALYSIS TO SOIL COMPACTION USING THE STANDARD METHOD

By

ADIRA SALSABILA

Improving the Infrastructure development needs the soil that capable to support the load. It because soil is a material that major the role to support every construction. To indentify a good soil is by doing physical and mechanical soil test. Soil compaction is process of increasing the soil density by reducing the particles proximity so it can reduce the air volume. Soil type is influencing to the maximum dry volume weight and optimum water content of that soil. Based on the soil type, compaction is divided into four types. In this research is using two types of compactions that are type A and Type C with purpose to find out the effect of soil particles diameter by passing sieve analysis to soil compaction using standard method.

Compaction is done based on blow method and pressure method. In pressure method is using modification compaction tool with 5 Mpa, 10 Mpa, and 15 Mpa pressures.

The result of this research is the blow method compaction type A has a higher water content than type C, but the value of maximum dry volume weight Type C higher than type A. In pressure method it can be concluded that as the higher pressure so the water content and the maximum dry volume weight are also getting higher.

Keyword: Soil Particles, Standard Method of Compaction, Blow Method and Pressure Method Compaction.

**PENGARUH DIAMETER LOLOS SARINGAN PARTIKEL TANAH
TERHADAP DERAJAT KEPADATAN TANAH MENGGUNAKAN
METODE STANDAR**

Oleh

ADIRA SALSABILA

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 : **PENGARUH DIAMETER LOLOS SARINGAN
PARTIKEL TANAH TERHADAP DERAJAT
KEPADATAN TANAH MENGGUNAKAN
METODE STANDAR**

Nama Mahasiswa : **Adira Salsabila**


Nomor Pokok Mahasiswa : 1415011003

Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik


MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


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


Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.
NIP 19670514 199303 1 002

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. Idharmahadi Adha, M.T.



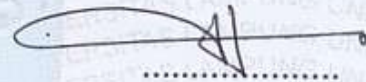
Sekretaris

: Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.



Penguji

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



2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Suharno, M.Sc.

NIP 19620717 198703 1 002



Tanggal Lolos Ujian Skripsi : 7 Agustus 2019

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini yang berjudul "*Pengaruh Diameter Lolos Saringan Partikel Tanah Terhadap Derajat Kepadatan Tanah Menggunakan Metode Standar*" 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 diacudalam 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, 7 Agustus 2019



Adira Salsabila

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 13 April 1997, sebagai anak ketiga dari pasangan Bapak Arif Hidayat dan Ibu Listiana.

Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) Al-Azhar 4 diselesaikan pada tahun 2002. Pendidikan Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Al-Azhar 1 Bandar Lampung pada tahun 2008. Pendidikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan di SMP Tunas Mekar Indonesia pada tahun 2011, dan pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMA Negeri 2 Bandar Lampung pada tahun 2014.

Penulis diterima menjadi mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung pada tahun 2014. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) sebagai anggota Bidang Penelitian dan Pengembangan pada periode tahun 2016-2017. Penulis telah menjalani kerja praktek pada Proyek Preservasi Rehabilitasi Jalan Terbanggi Besar- KM 10 (Panjang)(B.Lampung)- Teluk Betung, Tegineneg- Sukadana selama 3 bulan. Penulis juga telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di pekon Campang Tiga, Kec. Kota Agung Pusat, Kabupaten Tanggamus selama 40 hari.

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan hasil kerja kerasku ini kepada :

Kedua orangtuaku tercinta, Papaku Arif Hidayat dan Mama tersayang Listiana, yang telah mencurahkan kasih sayang, doa, dan segala dukungannya kepada anakmu selama ini.

Kakak-Kakakku tersayang Shabrina dan Farah Dina

Seluruh keluarga besar dan sahabat yang selalu mendukung dan memberikan semangatnya hingga aku dapat menyelesaikan tugas akhirku ini..

Motto Hidup

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”
(QS. Asy Syarh : 5)

“Jangan membandingkan dirimu dengan siapapun di dunia ini. Kalau kau melakukannya,
sama saja dengan menghina dirimu sendiri”
(Bill Gates)

"All our dreams can come true, if we have the courage to pursue them"
(Walt Disney)

“Learning is a gift, even pain is your teacher”
(Michael Jordan)

“Work hard in silence, let your success be your noise.”
(Frank Ocean)

SANWACANA

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul ***"Pengaruh Diameter Lolos Saringan Partikel Tanah Terhadap Derajat Kepadatan Tanah Menggunakan Metode Standar"*** 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. Prof. Dr. Suharno, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
2. Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Bapak Ir. Idharmahadi Adha, M.T., selaku Dosen Pembimbing I skripsi saya yang telah sabar dalam membimbing, menasihati serta meluangkan waktunya untuk memberikan pengarahan, masukan, saran dan kritiknya kepada saya demi kesempurnaan skripsi ini.

4. Bapak Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing II skripsi saya yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan pengarahan, motivasi, dan nasihat kepada saya demi kesempurnaan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Setyanto M.T., selaku Dosen Penguji skripsi saya yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan pengarahan, kritik dan saran kepada saya demi kesempurnaan skripsi ini.
6. Bapak Ofik Taupik Purwadi S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
8. Seluruh teknisi dan karyawan di Fakultas Teknik, yang telah memberikan bantuan kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
9. Kedua orang tuaku tercinta, Papa Arif Hidayat dan Mama Listiana tercinta yang telah memberikan kasih sayang dan doa restunya, sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
10. Kakak-kakakku tersayang Shabrina dan Farah Dina yang selalu mendukungku dan memberikan semangatnya.
11. Teman seperjuangan penelitianku R. Nofan Hendra Adyaksa, terima kasih atas bantuan dan kerja sama yang baik dalam penelitian ini.

12. Sahabat-sahabat terbaikku Audy Nadyaputri Majid, M. Vareza Pratama, Ameliza Indah Mahesa, Fazlina Amalia Sunes, Anissa Putri Ambarwati, Chelipa Rideanda Bralinza, Wayan Anggi, Sonya Soraya, Widyastuty Utami, M. Fadhillah Dalius, Rita Adiyati, berkat kalian perjuangan kita terasa lebih mudah.
13. 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, 7 Agustus 2019

Penulis

Adira Salsabila

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Batasan Masalah	2
D. Tujuan Penelitian	3
E. Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tanah	4
1. Definisi Tanah	4
2. Tanah Timbunan.....	5
3. Klasifikasi Tanah.....	7
B. Pemadatan Tanah.....	12
1. Definisi Pemadatan Tanah.....	12
2. Dasar-dasar Teori Pemadatan Tanah.....	14
3. Standard Proctor Test dan Modified Proctor Test.....	17
C. Studi Literatur	18
III. METODE PENELITIAN	
A. Bahan Penelitian	26

B. Metode Pengambilan Sampel	26
C. Pelaksanaan Pengujian	27
D. Bagan Alir Penelitian	32

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Sampel Tanah	33
1. Uji Kadar Air (w).....	33
2. Uji Berat Volume (ρ_d)	34
3. Uji Berat Jenis (Gs).....	35
4. Uji Batas <i>Atterberg</i>	35
5. Uji Analisis Ukuran Butiran Tanah	36
6. Uji Analisis Hidrometer.....	39
7. Uji Pemadatan Tanah	40
B. Klasifikasi Sampel Tanah.....	43
1. Sistem Klasifikasi <i>American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)</i>	43
2. Sistem Klasifikasi <i>United Soil Classification System (USCS)</i>	44
C. Uji Pemadatan Tanah Menggunakan Metode Tekan.....	44
1. Hubungan Tekanan dengan Berat Volume Kering.....	44
2. Hubungan Tekanan dengan Kadar Air.....	43
3. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air.....	46
4. Hubungan Tekanan pada Roda Kendaraan dengan Hasil Uji Laboratorium.....	47

V. PENUTUP

A. Kesimpulan	48
B. Saran	49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1. Simbol Pada Klasifikasi Tanah <i>Unified</i>	8
2. Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS	9
3. Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO	10
4. Tanah Berbutir Kasar.....	11
5. Tanah Berbutir Halus.....	11
6. Rangkuman Spesifikasi Uji Pemadatan Laboratorium.....	14
7. Hasil Pengujian Alat Tekan Modifikasi Berdasarkan Kondisi Rata-Rata.....	18
8. Hasil Pengujian Alat Tekan Modifikasi Berdasarkan Kondisi Optimum.....	21
9. Sifat Fisik Tanah Palangkaraya	23
10. Pengujian Kepadatan Alat uji SNI 1742:2008 dan Model.....	24
11. Hasil Pengujian Kadar Air Tanah	33
12. Hasil Pengujian Perhitungan Berat Volume Tanah	34
13. Hasil Pengujian Perhitungan Berat Jenis	35
14. Hasil Pengujian Perhitungan Batas <i>Atterberg</i> Tanah	36
15. Hasil Pengujian Analisis Saringan No. 4	37
16. Hasil Pengujian Analisis Saringan No. $\frac{3}{4}$	38
17. Hasil Pengujian Analisis Hidrometer	39
18. Diameter Butiran dan Jenis Tanah	40

19. Hasil Pengujian Sampel Tanah	42
20. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

1. Hubungan antara kepadatan (ρ) dengan kadar air(w).....	13
2. Kondisi Tanah Sebelum dan Sesudah Dipadatkan.....	13
3. Grafik Hubungan Kadar Air dengan Berat Volume Kering.....	16
4. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air pada Uji Alat Tekan Modifikasi pada Kondisi Rata-Rata.....	19
5. Hubungan Kadar Air pada Kondisi Rata-Ratadengan Tekanan pada Uji Alat Tekan Modifikasi.....	19
6. Hubungan Berat Volume Kering pada Kondisi Rata-Rata dengan Tekanan pada Uji Alat Tekan Modifikasi	20
7. Hubungan Berat Volume Keringpada Kondisi Optimum dengan Tekanan pada Uji Alat Tekan Modifikasi	22
8. Perbandingan Berat Volume Kering dengan Tekanan pada Tanah Timbunan Biasa dan Tanah Timbunan Pilihan.....	22
9. Grafik Berat Isi Kering Maksimum Model	24
10. Grafik Kadar Air Optimum Model	25
11. Lokasi Sampel Tanah	26
12. Alat Pemasakan Metode Standar	30
13. Alat Uji Tekan Modifikasi	31
14. Bagan Alir Penelitian	32

15. Grafik Analisis Saringan No. 4.....	37
16. Grafik Analisis Saringan No. $\frac{3}{4}$ ''	38
17. Grafik Analisis Hidrometer.....	39
18. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air Sampel Tanah Lolos Saringan No. 4.....	41
19. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air Sampel Tanah Lolos Saringan No. $\frac{3}{4}$	42
20. Hubungan Grafik Tekanan dan Berat Volume Kering	45
21. Hubungan Grafik Tekanan dan Kadar Air	46
22. Hubungan Tekanan pada Roda Kendaraan Alat Berat dengan Hasil Uji Laboratorium	47

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Upaya pemerintah Indonesia dalam meningkatkan perekonomian adalah dengan cara meningkatkan pembangunan infrastruktur. Peningkatan pembangunan infrastruktur juga dilakukan di Provinsi Lampung terutama dalam bidang transportasi. Hal ini disebabkan karena bertambahnya jumlah kendaraan, sehingga diperlukan jalan baru ataupun perbaikan jalan. Untuk mendapatkan jalan yang baik maka dibutuhkan suatu lapisan tanah yang mampu mendukung beban dan dapat meningkatkan sifat fisik dan mekanis tanah. Hal ini karena tanah merupakan salah satu material yang sangat berperan penting dalam mendukung suatu konstruksi.

Pemadatan tanah yaitu proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara (Prihartono, 2011). Jenis tanah mempunyai pengaruh besar terhadap berat volume maksimum dan kadar air optimum dari tanah tersebut. Lee dan Suedkamp (1972) dalam Das (1985) menyimpulkan dari 35 jenis tanah bahwa pemadatan dibedakan menjadi empat tipe umum yaitu pemadatan tipe A, tipe B, tipe C, dan tipe D.

Pada pembahasan terdahulu umumnya pemadatan yang sering digunakan adalah pemadatan tipe A dengan spesifikasi yang telah ditentukan, yaitu dengan menggunakan tanah berbutir halus yang lolos saringan no. 4. Pada penelitian ini dilakukan 2 kali uji pemadatan yaitu pemadatan tipe A dan tipe C dengan tanah yang lolos saringan no. $\frac{3}{4}$ ".

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana mengetahui pengaruh diameter partikel tanah terhadap kepadatan tanah berdasarkan metode tekanan dengan menggunakan pemadatan standar.

C. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi dengan batasan masalah sebagai berikut:

1. Sampel tanah yang digunakan adalah tanah timbunan yang berasal dari daerah Tirtayasa Kec. Sukabumi, Bandar Lampung.
2. Sampel tanah yang digunakan lolos saringan no. $\frac{3}{4}$ " dan no. 4.
3. Pemadatan tanah dengan metode standar.
4. Pengujian derajat kepadatan tanah berdasarkan metode tumbuk dan tekan.

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui sifat fisik dan mekanis tanah yang berasal dari Tirtayasa Kec. Sukabumi, Bandar Lampung.
2. Mengetahui pengaruh diameter partikel tanah terhadap derajat kepadatan tanah menggunakan pemadatan standar.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya mengenai pemadatan tanah dengan tipe-tipe pemadatan yang sudah ada sesuai dengan spesifikasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanah

1. Definisi Tanah

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

Menurut Terzaghi definisi tanah yaitu tanah terdiri dari butiran-butiran hasil pelapukan massa batuan *massive*, dimana ukuran tiap butirnya dapat sebesar kerikil-pasir-lanau-lempung dan kontak antar butir tidak tersementasi termasuk bahan organik.

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

Berdasarkan definisi-definisi diatas dapat disimpulkan bahwa tanah adalah kumpulan material yang tidak terikat yang dihasilkan dari pelapukan batuan.

2. Tanah Timbunan

Timbunan atau urugan dibagi menjadi dua jenis, yaitu timbunan pilihan dan timbunan biasa (Bisa, 2014). Pengertian dari setiap timbunan dijelaskan sebagai berikut

- a. 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.

Bahan timbunan pilihan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- 1) Timbunan hanya boleh diklasifikasikan sebagai timbunan pilihan apabila digunakan pada loasi atau untuk maskud yang telah ditentukan secara tertulis oleh pengawas/
- 2) Timbunan yang diklasifikasikan sebagai timbunan pilihan harus terdiri dari bahan tanah berpasir atau padas yang memenuhi persyaratan dan sebagai tambahan harus memiliki sifat tertentu tergantung dari penggunaanya. Urugan pilihan harus memiliki CBR paling sedikiy 10% bila diuji sesuai AASHTO T 193.

- b. Timbunan biasa adalah timbunan atau urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir *subgrade* yang disyaratkan dalam gambar perencanaan tanpa maksud khusus lainnya, misal untuk mengurangi tebal lapisan pondasi bawah, untuk memperkecil gaya lateral tekanan tanah dibelakang dinding penahan tanah talud jalan. Timbunan biasa juga digunakan untuk penggantian material *existing subgrade* yang tidak memenuhi syarat (Spesifikasi Bina Marga, 2010).

Bahan timbunan biasa harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut;

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

(AASHTO T 90) dan presentase ukuran lempung (AASHTO T 88).

3. Sistem Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengelompokan tanah berdasarkan sifat dan ciri tanah yang serupa kedalam kelompok-kelompok dan sub kelompok-subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Klasifikasi tanah sangat membantu perancangan dalam memberikan suatu pengarahan melalui tata cara empiris yang tersedia dari hasil pengalaman yang telah lalu. Sistem klasifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa yang didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah seperti distribusi ukuran dan plastisitas.

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 pada umumnya digunakan antara lain, 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 biasa digunakan untuk desain lapangan udara dan untuk spesifikasi pekerjaan tanah untuk jalan.

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

- i. 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*).
- ii. 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

Table 1. Simbol Pada Klasifikasi Tanah *Unified*

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

Sumber :*Bowles, 1989*

Keterangan :

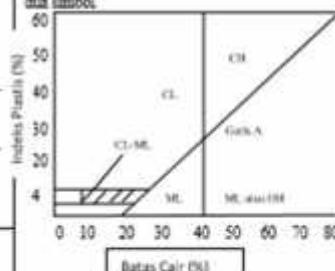
W = *Well Graded* (tanah dengan gradasi baik).

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

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

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

Tabel 2, Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS

Tanah berbutir kasar: 50% batuan serahan seragan No. 200		Kerikil 50% fraksi kasar serahan seragan No. 4		Pasir 50% fraksi kasar lulus seragan No. 4		Klasifikasi berdasarkan prosentase batuan halus: Kurang dari 5%: lulus seragan no. 200 GM. 5% - 12%: lulus seragan No. 200 GM. GC, SM, SC 5% - 12%: lulus seragan No. 200 : Batuan klasifikasi yang mempunyai simbol dobel	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW	
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Kerikil berbutir (Aanya kerikil)	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	Pasir dengan butiran halus	SM		Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW
		GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus		SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung		
		GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau		Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $Pi < 4$ Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau $Pi > 7$	Bila batas <i>Atterberg</i> berada di daerah aris dari diagram plastisitas, maka dipakai dobel simbol		
		GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung					
	Pasir berbutir (Aanya pasir)	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	Lanau dan lempung butiran cat $\leq 50\%$	Lanau dan lempung butiran cat $\geq 50\%$	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung	Diagram Plastisitas: Urut mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas <i>Atterberg</i> yang termasuk dalam daerah yang di aris berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.  Garis A: $PI = 0.73 (LL - 20)$
		SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus			CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (<i>lean clay</i>)	
		SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau			OL	Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah	
						MH	Lanau anorganik atau pasir halus disosiasi, atau lanau diatomae, lanau yang elastis	
		SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung			CH	Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clay</i>)	
						OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi	
	Tanah-tanah kandungan organik sangat tinggi	PT	Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488				

Sumber : *Hardiyatmo, 2002*

b. Sistem Klasifikasi AASHTO

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

Tabel 3. Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

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

Sumber: *Hardiyatmo, 2002*

Berdasarkan sifat tanahnya dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar yaitu :

- i. Kelompok tanah berbutir kasar (<35% lolos saringan No.200)

Tabel 4. Tanah Berbutir Kasar

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

Sumber: *Larasati, 2016*

- ii. Kelompok tanah berbutir halus (>35% lolos saringan No.200)

Tabel 5. Tanah Berbutir Halus

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

Sumber: *Larasati, 2016*

iii. Plastisitas

Merupakan kemampuan tanah yang dapat menyesuaikan bentuk volume konstan tanpa retak-retak ataupun remuk. Hal ini bergantung pada kadar air. Tanah dapat berbentuk cair, plastis, semi padat atau padat.

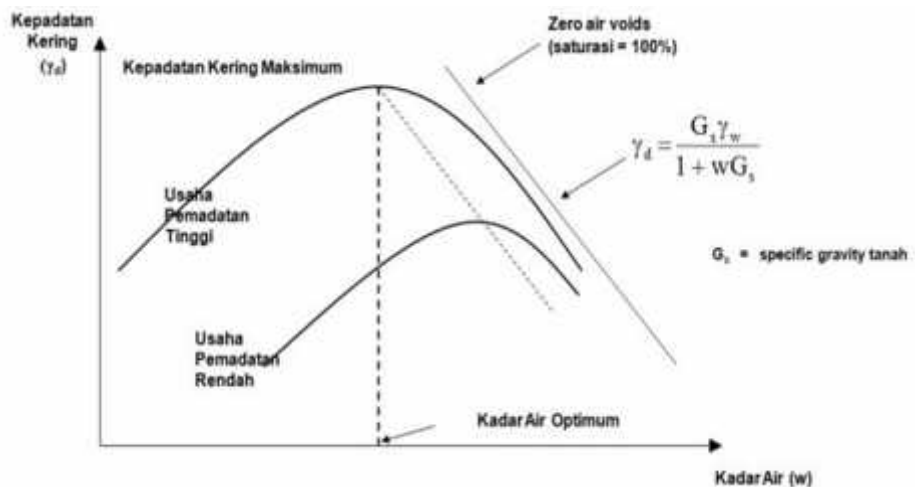
B. Pemadatan Tanah

1. Definisi Pemadatan Tanah

Pemadatan adalah suatu usaha untuk mempertinggi kerapatan tanah dengan pemakaian energy mekanis untuk menghasilkan pemampatan partikel. Tanah dapat dikerjakan pada mulanya dengan pengeringan, penambahan air, agregat (butir-butir), atau dengan bahan stabilitas seperti semen, abu batu bara, atau bahan lainnya. (Bowles, 1991).

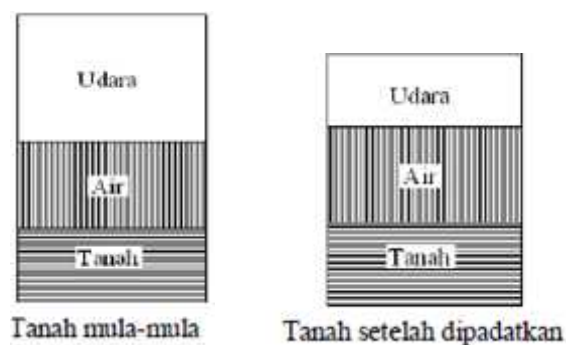
Pemadatan adalah proses dimana udara pada pori-pori tanah dikeluarkan dengan cara mekanis, sehingga partikel-partikel tanah menjadi rapat. Untuk suatu jenis tanah dengan daya pemadatan tertentu, kepadatan yang dicapai tergantung dari banyaknya air (kadar air) tanah tersebut. Bila air ditambahkan pada suatu tanah yang dipadatkan, air tersebut akan berfungsi sebagai unsur pembasah atau pelumas pada partikel-partikel tanah. Karena adanya air, partikel-partikel tersebut akan lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dan membentuk kedudukan yang lebih rapat atau padat. Besarnya kepadatan tanah, biasanya dinyatakan dalam berat isi keringnya (d).

Apabila tanah dipadatkan dengan adanya pemadatan yang tetap pada kadar air yang bervariasi, maka pada kadar air tertentu akan tercapai kepadatan maksimum (d_{max}). Kadar air yang menghasilkan kepadatan maksimum disebut kadar air optimum (w_{opt}). Hubungan antara kepadatan (d) dengan kadar air (w) dapat dilihat digambar berikut.



Gambar 1. Hubungan antara kepadatan (d) dengan kadar air (w)

Kondisi tanah sebelum dipadatkan dan setelah dipadatkan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Kondisi tanah sebelum dan sesudah dipadatkan

Kadar air optimum yang didapatkan dari uji laboratorium akan digunakan untuk pedoman pelaksanaan pemadatan tanah di lapangan, sedangkan berat volume kering maksimum (d_{max}) digunakan untuk standard dalam mengontrol mutu pelaksanaan pemadatan di lapangan. Berikut rangkuman spesifikasi uji pemadatan laboratorium pada tabel 8.

Tabel 6. Rangkuman spesifikasi uji pemadatan laboratorium.

Penjelasan	Metoda	ASTM D-698 AASHTO T-99				ASTM D-1557 AASHTO T-100			
		Metoda A	Metoda B	Metoda C	Metoda D	Metoda A	Metoda B	Metoda C	Metoda D
Volume	cm ³	943.9	2124.3	943.9	2124.3	943.9	2124.3	943.9	2124.3
Tinggi	mm	116.33	116.33	116.33	116.33	116.33	116.33	116.33	116.33
Diameter	mm	101.6	152.4	101.6	152.4	101.6	152.4	101.6	152.4
Berat palu	kg	2.5	2.5	2.5	2.5	4.54	4.54	4.54	4.54
Tinggi jatuh	mm	304.8	304.8	304.8	304.8	457.2	457.2	457.2	457.2
Jumlah lapisan		3	3	3	3	5	5	5	5
Pukulan/lapis		25	56	25	56	25	56	25	56
Lolos ayakan		No. 4	No. 4	¼ in.	¼ in.	No. 4	No. 4	¼ in.	¼ in.

standard
modified

Sumber: Braja 1995

2. Dasar-dasar Teori Pemadatan Tanah

a. Prinsip-prinsip Pemadatan Tanah

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

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

b. Pengujian Pemadatan Standar

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

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

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

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

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 pemadatan standar laboratorium.

Pengujian pemadatan dilakukan dengan metode tumbuk, terdapat 2 alat menumbuk yaitu :

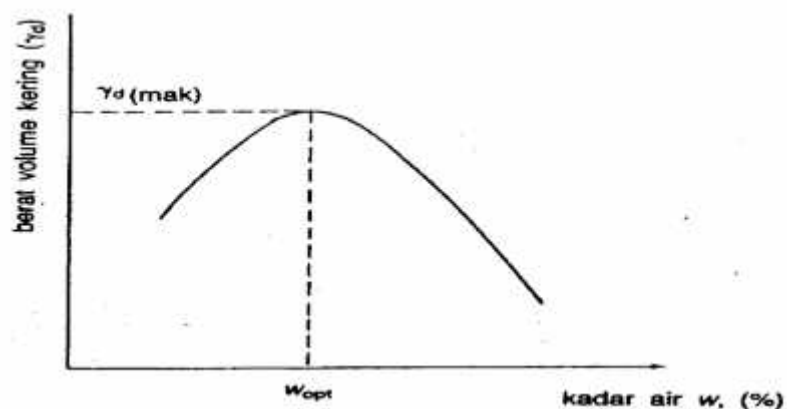
1. Alat penumbuk tangan (manual)

Dengan massa $2,495 \text{ kg} \pm 0,009 \text{ kg}$ dan mempunyai permukaan berbentuk bundar dan rata, diameter $50,80 \text{ mm} \pm 0,25 \text{ mm}$. Penumbuk harus dilengkapi dengan selubung yang dapat mengatur jatuh bebas setinggi $305 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ di atas permukaan tanah yang akan dipadatkan.

2. Alat penumbuk mekanis

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

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



Gambar 3. Grafik Hubungan Kadar Air dengan Berat Volume Kering

3. *Standard Proctor Test* dan *Modified Proctor Test*

Percobaan pemadatan tanah dilaboratorium dikenal sebagai *proctor test* yang telah distandarisir di AASHTO T-99 dan ASTM D-698 dan dikenal sebagai *Standard Proctor Test*. *Standard Proctor Test* ini menggunakan 25 pukulan pemadat seberat 5.5 lbs yang dijatuhkan pada ketinggian 1 ft pada masing-masing lapisan tanah yang diletakkan pada cetakan, dimana cetakan tersebut berisi 3 lapis tanah. Usaha pemadatan dalam *standard proctor test* ini secara kasar sebanding dengan usaha alat pemadat ringan (*light rollers*) pada pemadatan tanah dilapangan.

Pada saat ini dengan berkembangnya peralatan pemadatan dilapangan maka di laboratorium terdapat *Modified Proctor Test*. *Modified Proctor Test* ini menggunakan 25 pukulan pemadat seberat 10 lbs yang dijatuhkan pada ketinggian 18 in pada masing-masing lapisan tanah yang diletakkan pada cetakan yang berisi 5 lapis tanah. *modified proctor test* ini telah distandarisir dalam AASHTO T-180. Usaha pemadatan dalam *modified proctor test* ini secara kasar sebanding dengan usaha alat pemadat berat (*heavy rollers*) pada pemadatan tanah dilapangan.

C. Studi Literatur

Beberapa penelitian yang menjadi bahan pertimbangan dan acuan penelitian ini dikarenakan adanya beberapa kesamaan metode akan tetapi dengan perlakuan yang berbeda pada sampel tanah yang digunakan, antara lain :

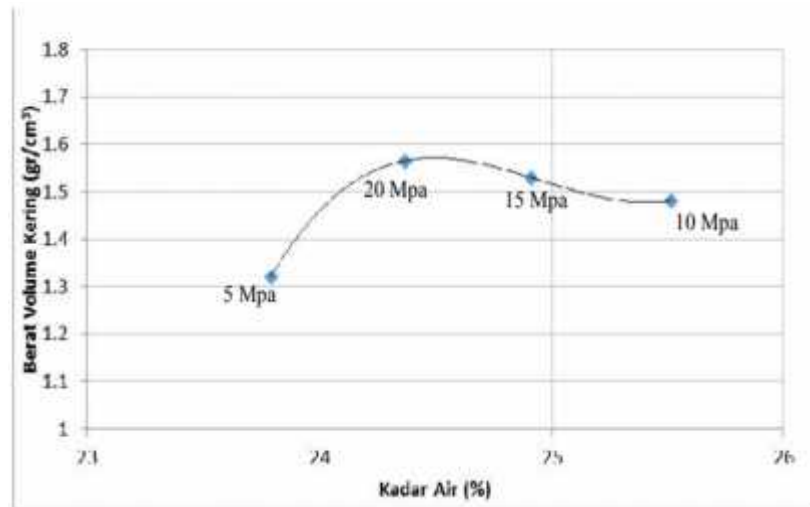
1. Robianti (2017), dengan penelitian tentang percobaan pengujian pemadatan tanah metode *standard proctor* dengan alat uji tekan pemadat modifikasi. Sampel tanah yang digunakan berasal dari daerah Tirtayasa Kec. Sukabumi, Bandar Lampung. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui energi yang timbul dari pemadatan tanah metode *standard proctor* terhadap alat uji yang dibuat dengan memodifikasi alat pemadatan yang ada dengan menggunakan tanah timbunan biasa. Uji alat tekan pemadat modifikasi adalah upaya untuk memadatkan tanah dengan cara menekan secara manual terhadap sampel tanah yang berada didalam *mold standard*. Pada pengujian ini dilakukan sebanyak 4 tekanan yaitu 5 MPa, 10 MPa, 15 MPa, dan 20 MPa. Untuk setiap tekanan diambil sebanyak tiga sampel percobaan. Hasil pengujian alat tekan modifikasi pada kondisi rata-rata, ditunjukkan seperti pada tabel berikut :

Tabel 7. Hasil Pengujian Alat Tekan Modifikasi Berdasarkan Kondisi Rata-rata

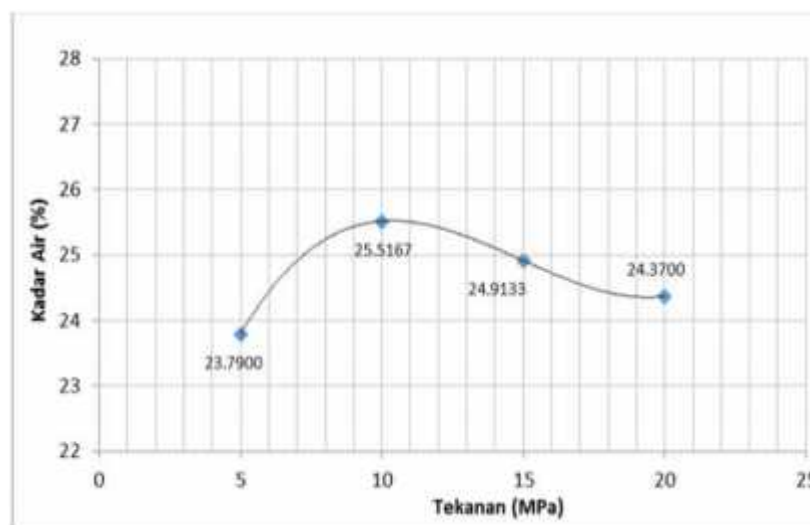
Nama Sampel	Kadar Air (%)	Berat Volume Kering (gr/cm ³)
5 Mpa	23,79	1,32
10 Mpa	25,52	1,48
15 MPa	24,91	1,53
20 MPa	24,37	1,56

Sumber : Robianti, 2017

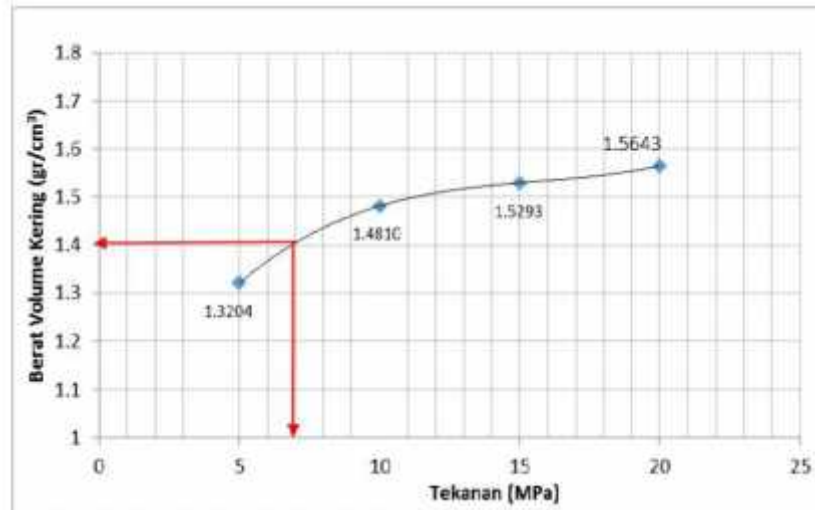
Berikut adalah grafik dari hasil pengujian alat tekan pada tekanan 5 Mpa, 10 Mpa, 15 Mpa dan 20 Mpa :



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



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



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

Berdasarkan hasil uji pemadatan tanah metode *standard proctor* di laboratorium didapat nilai berat volume kering maksimum (d_{maks}) sebesar $1,4 \text{ gr/cm}^3$. Bila nilai ini dikonversi terhadap hasil uji alat tekan modifikasi didapat nilai tekanan sebesar 7 MPa. Pada kondisi minimum, optimum dan rata-rata didapatkan nilai tekanan sebesar 7 MPa, untuk mengontrol bahwa tekanan sebesar 7 Mpa mendekati hasil uji *standard proctor* maka dilakukan pengujian kembali menggunakan alat uji tekan pemadat modifikasi. Dari hasil uji sebesar 7 Mpa didapat nilai d sebesar $1,3782 \text{ gr/cm}^3$. Hal ini menunjukkan bahwa nilai d sebesar $1,3782 \text{ gr/cm}^3$ mendekati hasil d sebesar $1,4 \text{ gr/cm}^3$ pada uji *standard proctor*.

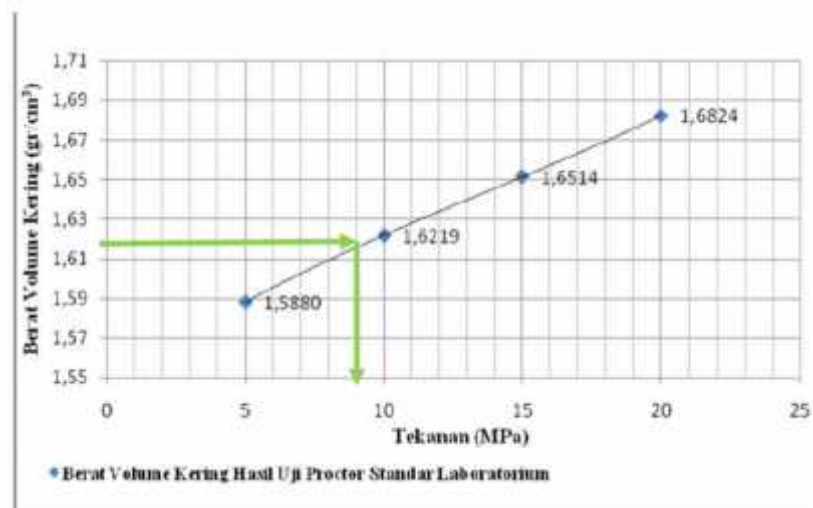
- Novalia (2017), dengan penelitian tentang studi eksperimen derajat kepadatan tanah *standard proctor* laboratorium terhadap alat tekan pemadat modifikasi menggunakan tanah timbunan pilihan. Sampel tanah yang digunakan berasal dari daerah Gedung Agung Kec. Jati

Agung, Lampung Selatan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui besaran energi pada tanah timbunan pilihan dari derajat kepadatan tanah *standard proctor* terhadap alat uji tekan pemadat modifikasi. Pelaksanaan pengujian alat tekan pemadat modifikasi dengan menggunakan tiga sampel tanah pada masing-masing tekanan, tekanan yang digunakan adalah 5 MPa, 10 MPa, 15 MPa dan 20 Mpa. Hasil pengujian alat tekan modifikasi pada kondisi optimum, ditunjukkan pada tabel dan grafik sebagai berikut :

Tabel 8. Hasil Pengujian Alat Tekan Modifikasi Berdasarkan Kondisi Optimum

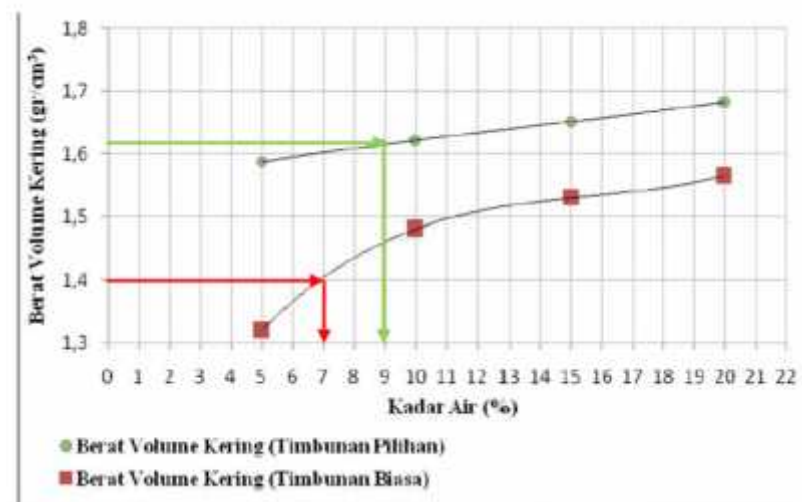
Tekanan		d	d	Kadar Air	Kadar Air	ZAV
		(gr/cm ³)	Optimum	(%)	Optimum	
5 Mpa	Sampel 1	15,778	15,880	21,16	20,91	1,6815
	Sampel 2	16,131		20,47		1,7011
	Sampel 3	15,880		20,91		1,6885
10 Mpa	Sampel 1	16,219	16,219	20,60	20,60	1,6974
	Sampel 2	16,283		20,06		1,7132
	Sampel 3	16,376		19,77		1,7217
15 Mpa	Sampel 1	16,514	16,514	20,74	20,74	1,6933
	Sampel 2	16,714		20,50		1,7004
	Sampel 3	16,797		20,40		1,7030
20 Mpa	Sampel 1	16,824	16,824	20,71	20,71	1,6942
	Sampel 2	16,835		20,26		1,7073
	Sampel 3	17,019		19,77		1,7218

Sumber : *Novalia, 2017*



Gambar 7. Hubungan Berat Volume Kering Kondisi Optimum dengan Tekanan pada Uji Alat Tekan Pematat Modifikasi

Berikut adalah grafik hasil dari uji tekan pematat modifikasi pada tanah timbunan pilihan dan tanah timbunan biasa :



Gambar 8. Perbandingan Berat Volume Kering dengan Tekanan pada Tanah Timbunan Biasa dan Tanah Timbunan Pilihan

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa pada pengujian tanah timbunan pilihan metode *standard proctor* didapatkan berat volume maksimum (d_{maks}) sebesar $1,62 \text{ gr/cm}^3$ dengan hasil pada alat tekan pematik modifikasi didapat nilai tekanan sebesar 9 MPa. Sedangkan pada pengujian tanah timbunan biasa didapatkan nilai tekanan lebih kecil, yaitu sebesar 7 MPa dengan berat volume maksimum (d_{maks}) sebesar $1,4 \text{ gr/cm}^3$. Hal ini disebabkan oleh gradasi butiran tanah pada tanah timbunan pilihan memiliki gradasi butiran yang bagus dan tanah tersebut memiliki butiran besar dan butiran kecil sehingga mengisi rongga rongga udara yang terisi padat.

3. Muda (2016), penelitian tentang model pendekatan alat uji kepadatan ringan untuk tanah di laboratorium, menggunakan sampel tanah dari Palangka Raya, dengan hasil sebagai berikut

1. Pengujian sifat fisik tanah.

Sifat Fisik tanah dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 9. Sifat fisik tanah Palangka Raya

Tipe pengujian	Satuan	Hasil		
		Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
Lolos saringan No. 200	%	90,60	88,10	89,35
Batas plastis	%	26,21	26,09	26,15
Kadar air awal	%	6,15	6,02	6,09
Berat jenis		2,62	2,65	2,64

Sumber : *Muda 2016*

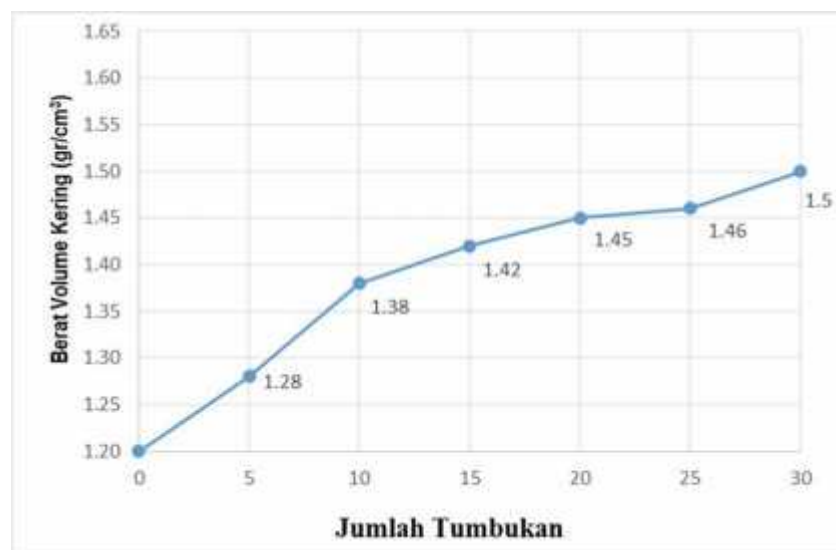
2. Pengujian Sifat Mekanik Tanah

Hasil pengujian sifat mekanik tanah didasarkan alat uji kepadatan ringan untuk tanah di laboratorium berdasarkan SNI 1742:2008 dengan model pendekatan seperti pada Tabel 10, Gambar 9 dan Gambar 10

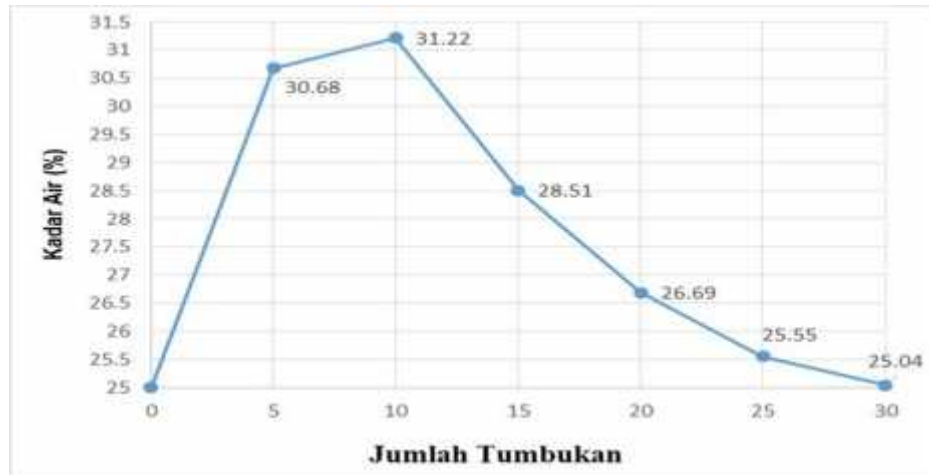
Tabel 10. Pengujian Kepadatan Alat Uji SNI 1742:2008 dan Model

Sampel	Kepadatan Tanah				Tingkat		Margin		Batas	Rekomendasi
	Model		SNI 1742:2008		Keyakinan		Error		Margin	
	Pendekatan				Keyakinan (%)		Error (%)		Error	
	d maks	Wopt (%)	d maks	Wopt (%)	d maks	Wopt (%)	d maks	Wopt (%)	(%)	
	(gr/cm ³)		(gr/cm ³)		(gr/cm ³)		(gr/cm ³)			
5 tumbukan/lapis	1,28	30,68	1,51	25,74	84,77	119,19	15,23	-19,19	5%	Ditolak
10 tumbukan/lapis	1,38	31,22			91,39	121,29	8,61	-21,21	≥ 5%	Ditolak
15 tumbukan/lapis	1,42	28,51			94,04	110,76	5,96	-10,76	≥ 5%	Ditolak
20 tumbukan/lapis	1,45	26,69			96,03	103,69	3,97	-3,69	≤ 5%	Ditolak
25 tumbukan/lapis	1,46	25,55			96,69	99,26	3,31	0,74	≤ 5%	Ditolak
30 tumbukan/lapis	1,50	25,04			99,34	97,28	0,66	2,72	≤ 5%	Diterima

Sumber : *Muda 216*



Gambar 9. Grafik Berat Isi Kering Maksimum Model



Gambar 10. Grafik Kadar Air Optimum Model

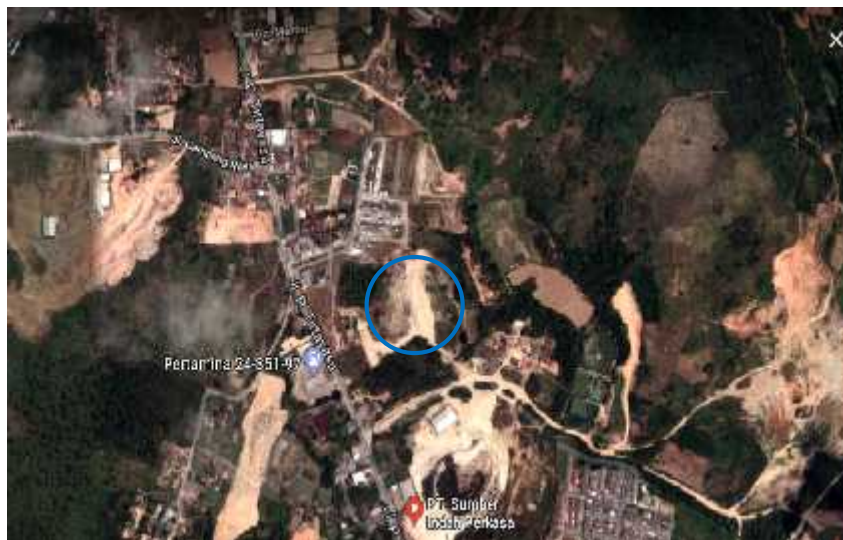
Berdasarkan hasil pengujian kepadatan ringan SNI 1742:2008 seperti pada Tabel 10, bahwa tanah lempung Palangka Raya mempunyai berat isi kering maksimum (d_{maks}) 1.51 gr/cm^3 dan kadar air optimum (w_{opt}) 25,74%.

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

III. METODE PENELITIAN

A. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu berupa sampel tanah yang berlokasi di Jl. Tirtayasa Kec. Sukabumi, Bandar Lampung dengan lintang $5^{\circ}24'33.23''S$ dan bujur $105^{\circ}19'16.72''E$. Tanah di lokasi ini digunakan untuk penimbunan pada proyek Jalan Tol Trans Sumatera.



Gambar 11. Lokasi Sampel Tanah

B. Metode Pengambilan Sampel

Sampel tanah yang akan digunakan untuk penelitian diambil secara langsung dari Tirtayasa Kec. Sukabumi, Bandar Lampung. Terdapat dua jenis sampel

tanah yang diambil yaitu sampel tanah *undisturbed* dan sampel tanah *disturbed*. Sampel tanah *undisturbed* digunakan untuk pengujian sifat fisik tanah dan sampel tanah *disturbed* digunakan untuk uji kepadatan tanah. Untuk pengambilan sampel tanah *disturbed* menggunakan cangkul dan dimasukkan kedalam karung, sedangkan sampel tanah *undisturbed* menggunakan tabung sampel. Sampel tanah yang sudah diambil selanjutnya digunakan sebagai sampel untuk pengujian awal dan bila memenuhi persyaratan sebagai tanah timbunan maka akan dilanjutkan untuk pengujian dengan alat kepadatan tanah standar di laboratorium dan pada alat uji tekan pemadat standar.

C. Pelaksanaan Pengujian

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

1. Pengujian fisik tanah pada tanah asli ini dilakukan untuk mengetahui sifat fisik tanah yang digunakan sebagai bahan sampel. Kemudian hasil dari pengujian akan dianalisis sesuai dengan perbandingan metode yang digunakan. Adapun pengujian sifat fisik tanah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui kadar air tanah pada sampel tanah, yaitu perbandingan antara berat air yang terkandung dalam butiran tanah dengan butiran tanah kering yang dinyatakan

dalam persen. Cara pengujian berdasarkan ASTM D 2216-98 dan SNI 1965-2008.

b. Pengujian Berat Volume

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.

c. Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah. Sampel tanah yang digunakan yang lolos saringan $\frac{3}{4}$ in dengan menggunakan *picnometer*. Pengujian berdasarkan ASTM D 854-02 Dan SNI 1964-2008.

d. 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.

e. Pengujian Analisa Saringan

Analisa Saringan adalah penentuan persentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu (Hardiyatmo, 1992). Pengujian analisa saringan berdasarkan ASTM D 422 dan SNI 1968-1990.

f. Pengujian Analisis Hidrometer (Hydrometry Analysis Test)

Pengujian analisis hidrometer bertujuan untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir tanah untuk tanah yang tidak mengandung butir tertahan saringan no. 200. Pengujian berdasarkan ASTM D 1140 dan SNI 3423 2008.

Dari hasil uji diatas didapatkan nilai volume kering maksimum (ρ_{dmax}) dan kadar air optimum (w_{opt}).

2. Pengujian sifat mekanis tanah merupakan sifat perilaku dari struktur massa tanah pada dikenai suatu gaya atau tekanan yang dijelaskan secara teknis mekanis. Adapun pengujian sifat mekanis tanah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Pengujian Pemadatan Tanah dengan Metode Standar

Pengujian pemadatan tanah dengan metode standar bertujuan untuk menentukan kepadatan maksimum suatu jenis tanah melalui cara tumbukan. Dari hasil uji didapatkan nilai berat volume kering maksimum (ρ_{dmax}) dan kadar air optimum (w_{opt}). Pengujian berdasarkan ASTM D 698 dan SNI 1742 2008.

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 $2124 \text{ cm}^3 \pm 21 \text{ cm}^3$ dengan diameter dalam $152,40 \text{ mm} \pm 0,66 \text{ mm}$ dan tinggi $116,43 \text{ mm} \pm 0,13 \text{ mm}$.

Alat pemadat ini berupa silinder (*mold*) yang mempunyai diameter 10,2 cm dan tinggi 11,6 cm. Tanah di dalam *mold* dipadatkan dengan penumbuk yang beratnya 2,5 kg dengan tinggi jatuh 30,5 cm. Tanah dipadatkan dalam 3 (tiga) lapisan dengan tiap lapisan ditumbuk sebanyak 25 kali pukulan. Berikut merupakan sektsa alat uji metode standar



Gambar 12. Alat Pemadat Metode Standar

b. Pengujian Pemadatan Tanah dengan Alat Uji Tekan Modifikasi

Alat pemadat modifikasi berfungsi untuk memadatkan tanah dengan metode tekan. Alat uji tekan modifikasi 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 pengujian. Cetakan yang akan digunakan yaitu silinder (*mold*) dengan diameter 15,2 cm, tinggi 17,8 cm, dan dilengkapi leher sambung (*extension collar*) dengan tinggi 5 cm.

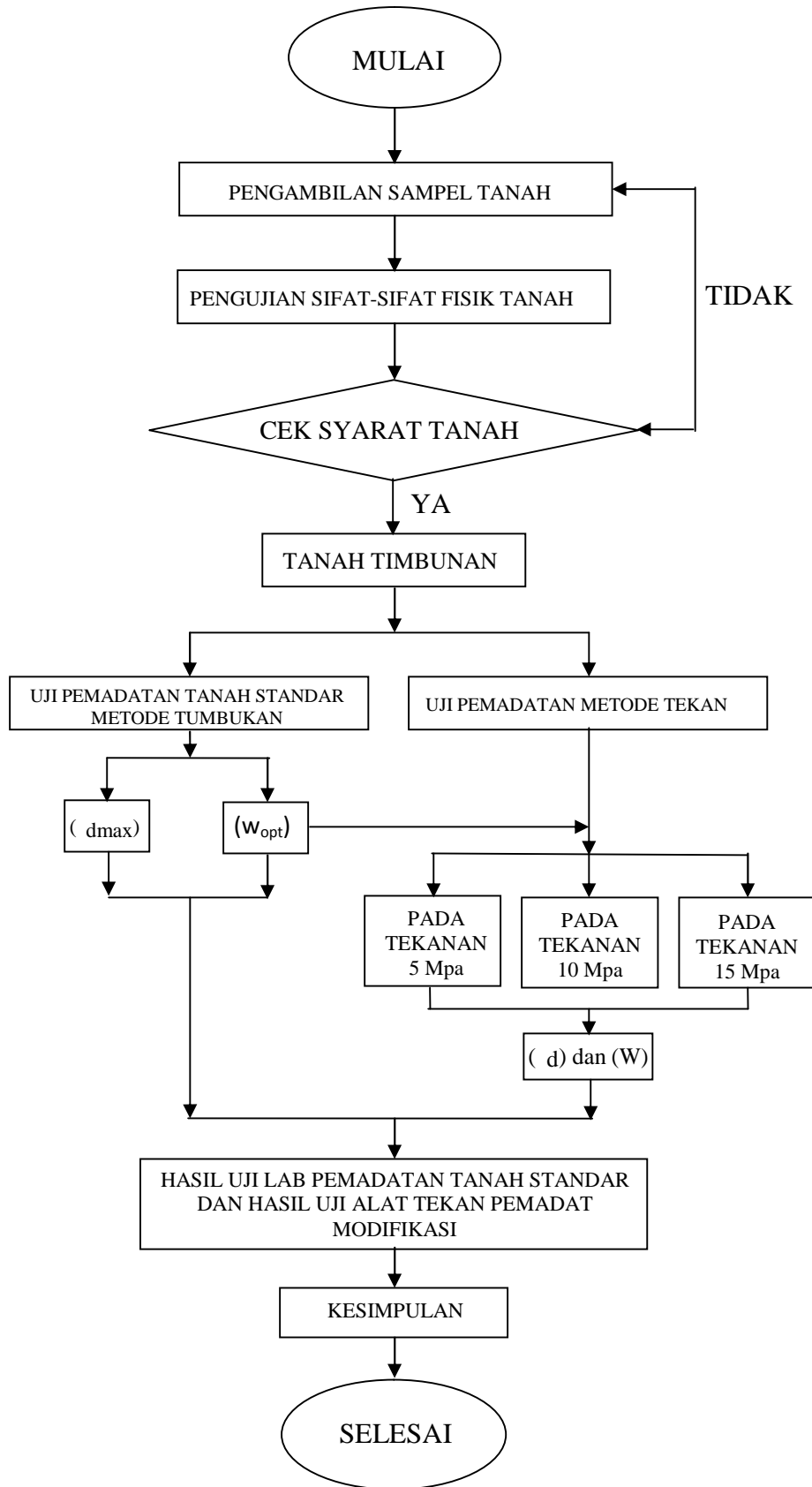
Cara kerja alat uji tekan modifikasi dengan cara memompa dongkrak secara manual, maka pelat yang berada dibawah akan turun. Saat dongkrak dipompa maka pelat silinder akan menekan tanah yang berada di dalam cetakan dan per yang berada di atas menurun menahan beban yang diterima dari dongkrak. Pada saat tanah dipadatkan maka monometer akan bergerak sehingga dapat mengetahui berapa besar tekanan yang diterima oleh tanah dengan membaca manometer. Berikut merupakan sketsa alat uji tekan modifikasi:



Gambar 13. Alat uji Tekan Modifikasi

D. Bagan Alir Penelitian

Tahapan studi penelitian yang dilakukan akan disajikan dalam bentuk bagan alir sebagai berikut :



Gambar 14. Bagan Alir Penelitian

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium tanah Universitas Lampung didapatkan kesimpulan seperti berikut ini :

1. Berdasarkan sifat fisik tanah yang diambil dari daerah Tirtayasa, Bandar Lampung berdasarkan sistem klasifikasi USCS digolongkan sebagai kelompok tanah A-2-5 (pasir berlanau). Pada uji pemadatan yang dilakukan pada kedua sampel didapat kadar air optimum yang lebih besar pada sampel tanah lolos saringan no.4 senilai 16,50% dibandingkan sampel tanah lolos saringan no. $\frac{3}{4}$ " senilai 16,20%. Sedangkan nilai berat volume kering pada sampel tanah lolos saringan no 4 lebih rendah senilai 1,68 gr/cm³ dibandingkan sampel tanah lolos saringan no. $\frac{3}{4}$ " senilai 1,7 gr/cm³.
2. Partikel tanah yang lolos saringan no.4 lebih halus dibandingkan tanah yang lolos saringan no. $\frac{3}{4}$ " sehingga pemadatan pada Tipe A lebih baik dibandingkan tipe C yang memiliki kadar air lebih besar dan berat volume kering lebih kecil.

B. Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian lanjutan menggunakan sampel tanah dengan karakteristik yang berbeda..
2. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengujian pemadatan dengan menggunakan *mold* dengan diameter yang berbeda.
3. Perlu dilakukan penelitian untuk menentukan cara pengkalibrasian dial pada alat uji tekan modifikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bisa, F., 2014. “*Pengertian dan klasifikasi timbunan*”
<http://kumpulengineer.blogspot.com/2014/09/pengertian-danklasifikasitimbunan.html> (14 November 2018).
- Bina Marga. 2010. *Spesifikasi Umum Seksi 3.2 Timbunan*. Jakarta
- Bowles, E.J. 1989. “*Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*”. Erlangga. Jakarta.
- Das, Braja M, 1993, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis), Jilid I*, Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2002. “*Mekanika Tanah I*”. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Muda, A. 2016. “*Model Pendekatan Alat Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah di Laboratorium*”. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat*. Banjarmasin.
- Prihatono, Y., 2011. “*Pemadatan Tanah*”.
<https://yogoz.wordpress.com/2011/01/31/pemadatan-tanah-2/> (14 November 2018).
- Robianti, E., 2017. “*Percobaan Pengujian Pemadatan Tanah Metode Standard Proctor dengan Alat Uji Tekan Pemadat Modifikasi*”. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung
- Universitas Lampung. 2016. *Format Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. UPT Percetakan Universitas Lampung. Bandar Lampung.