

**PENGARUH PERTAMBAHAN TEKANAN TERHADAP
DERAJAT KEPADATAN TANAH**

(Skripsi)

Oleh

**EKI WAHYU PUTRI
1515011112**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

PENGARUH PERTAMBAHAN TEKANAN TERHADAP DERAJAT KEPADATAN TANAH

Oleh

EKI WAHYU PUTRI

Indonesia memiliki jenis-jenis tanah sangat beragam yang disebabkan oleh berbagai faktor. Tanah merupakan unsur penting dalam pekerjaan teknik sipil, dimana tanah sebagai penopang beban struktur yang diteruskan dari pondasi suatu konstruksi. Tanah yang digunakan adalah tanah yang stabil dan daya dukung tanahnya mampu untuk menahan beban yang berada di atasnya. Stabilisasi tanah umumnya dilakukan dengan cara pemadatan untuk meningkatkan stabilitas tanah dari nilai kepadatan kering.

Penelitian ini menggunakan sampel tanah jenis pasir berlanau yang berasal dari Desa Muara Dua, Ulu Belu, Tanggamus. Metode yang digunakan yaitu penggunaan dua alat sebagai perbandingan untuk menghasilkan kepadatan maksimum yaitu dengan pemadatan modifikasi dan alat tekan modifikasi dengan variasi tekanan 3 MPa, 6 MPa, 9 MPa, 12 MPa, dan 15 MPa dengan menggunakan kadar air maksimum pemadatan modifikasi.

Dari penelitian ini diperoleh berat volume kering maksimum (ρ_d maks) pemadatan modifikasi sebesar $1,35 \text{ gr/cm}^3$ dengan kadar air optimum (W_{opt}) sebesar 33,4% dan nilai *zero air void* (z_{av}) sebesar $1,39 \text{ gr/cm}^3$. Pada saat uji tekan modifikasi, pada tekanan 6 MPa diperoleh ρ_d maks yang sama yaitu $1,35 \text{ gr/cm}^3$ dengan nilai z_{av} sebesar $1,38 \text{ gr/cm}^3$, pada tekanan yang lebih tinggi menghasilkan ρ_d maks yang lebih besar. Kenaikan variasi tekanan 3 MPa, 6 MPa, 9 MPa, 12 MPa, dan 15 MPa menghasilkan perbedaan berat volume kering yang kurang signifikan disebabkan oleh jenis tanahnya yang merupakan campuran lanau, lolos saringan No. 200 cukup besar yaitu 31,72%, yang cenderung stabil jika dipadatkan.

Kata kunci : pemadatan, pemadatan modifikasi, alat tekan pemadat modifikasi, berat volume kering maksimum

ABSTRACT

THE EFFECT OF INCREASED PRESSURE ON THE SOIL DENSITY DEGREE

BY

EKI WAHYU PUTRI

Due to a variety of circumstances, Indonesia has a wide range of soil types. Soil is an important component of civil engineering work because it acts as a support for structural loads transmitted from a building's foundation. The soil chosen is stable, and its bearing capacity is sufficient to support the load above it. To increase soil stability of dry density, soil stabilization is usually accomplished through compaction.

A silty sand type soil sample from Muara Dua Village, Ulu Belu, Tanggamus was used in this investigation. The method involves comparing two tools to generate maximum density: modified compaction and modified press, with pressure changes of 3 MPa, 6 MPa, 9 MPa, 12 MPa, and 15 MPa utilizing modified compaction's maximum moisture content.

According to this research, modified compaction's maximum dry volume weight (d_{max}) was 1.35 gr/cm^3 , with an optimum moisture content (W_{opt}) of 33,4 % and a *zero air void* (z_{av}) value of $1,39 \text{ gr/cm}^3$. The same d_{max} was achieved during the modified compression test at a pressure of 6 MPa, namely $1,35 \text{ gr/cm}^3$ with a z_{av} value of $1,38 \text{ gr/cm}^3$, but at higher pressures it produced a bigger d_{max} . Due to the kind of soil, which is a mixture of silt, passing the No.200 sieve is quite huge, accounting for 31,72% of the total, the increase in pressure variations of 3 MPa, 6 MPa, 9 MPa, 12 MPa, and 15 MPa resulted in a less significant change in dry volume weight, and it tends to be steady when compressed.

Keywords: compaction, modified proctor, modified press compactor tools, maximum dry density

**PENGARUH PERTAMBAHAN TEKANAN TERHADAP
DERAJAT KEPADATAN TANAH**

Oleh

EKI WAHYU PUTRI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

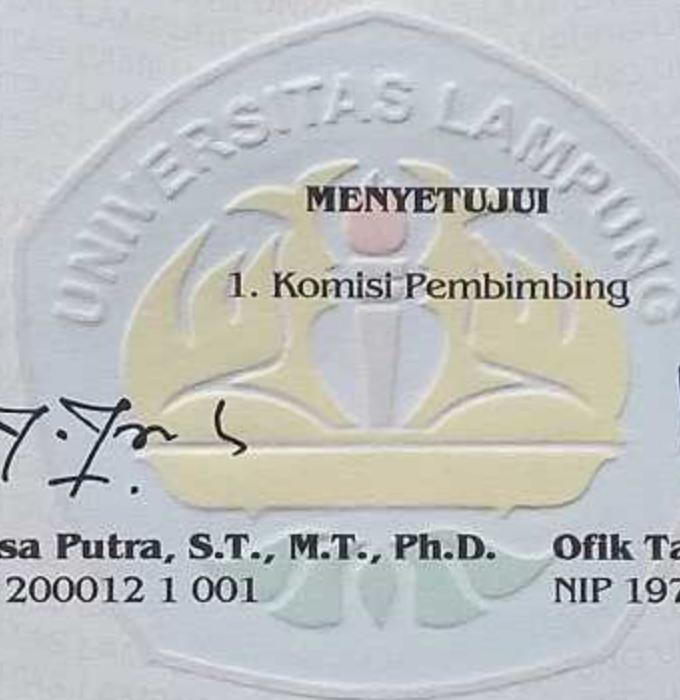
Judul Skripsi : **PENGARUH PERTAMBAHAN TEKANAN TERHADAP DERAJAT KEPADATAN TANAH**

Nama Mahasiswa : **Eki Wahyu Putri**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1515011112

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik



Andi Dasa Putra

Ir. Andius Dasa Putra, S.T., M.T., Ph.D.
NIP 19731018 200012 1 001

Ofik Taufik Purwadi

Ofik Taufik Purwadi, S.T., M.T.
NIP 19700724 200003 1 002

2. Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil

Muhammad Karami

Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19720829 199802 1 001

3. Ketua Jurusan Teknik Sipil

Laksmi Irianti

Ir. Laksmi Irianti, M.T.
NIP 19620408 198903 2 001

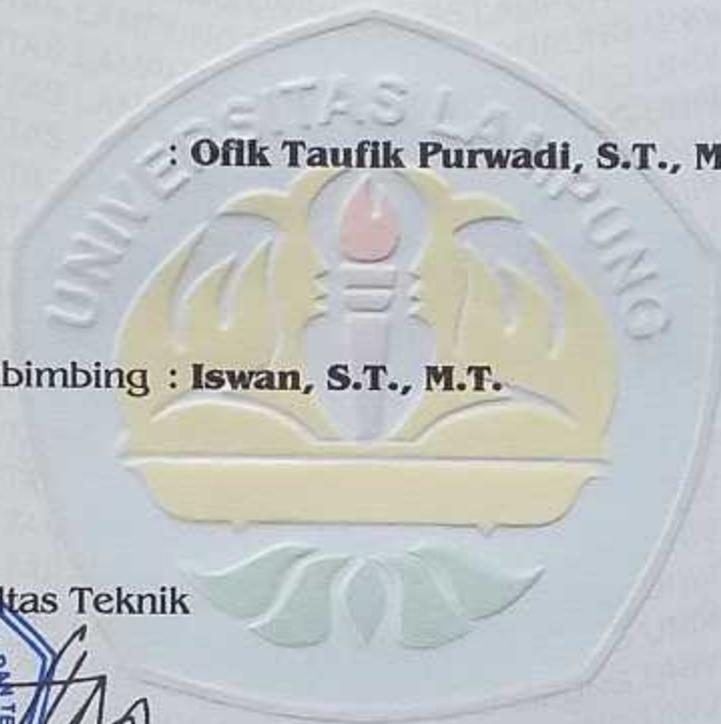
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Ir. Andius Dasa Putra, S.T., M.T., Ph.D.**

Sekretaris : **Ofik Taufik Purwadi, S.T., M.T.**

Penguji
Bukan Pembimbing : **Iswan, S.T., M.T.**



Andius Dasa Putra
Ofik Taufik Purwadi
Iswan

2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Drs. Ir. Suharno, Ph.D., IPU., ASEAN Eng.
NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **27 Oktober 2021**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi saya yang berjudul "*Pengaruh Pertambahan Tekanan Terhadap Derajat Kepadatan Tanah*" adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Sarjana), baik di Universitas Lampung maupun di perguruan tinggi lain.
2. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah berlaku di Universitas Lampung.

Bandar Lampung, Desember 2021

Penulis



Eki Wahyu Putri

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Metro, pada tanggal 23 September 1996, sebagai anak pertama dari dua bersaudara, dari Bapak Sudarisman dan Ibu Bisih.

Penulis menyelesaikan Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) di TK PKK Mulyosari, Metro Barat pada tahun 2003, Sekolah Dasar (SD) di SDN 1 Metro Barat diselesaikan pada tahun 2009, Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 9 Metro diselesaikan pada tahun 2012, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAN 2 Metro diselesaikan pada tahun 2015

Pada tahun 2015, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Selama menjadi mahasiswa, penulis merupakan anggota dalam Organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) FT Unila periode 2017-2019. Penulis melaksanakan Kerja Praktik selama 3 bulan pada Proyek Pembangunan Gedung Markas POLDA Lampung pada tahun 2018. Penulis juga mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari pada tahun 2019 di Desa Tanjung Ratu, Kec. Pakuan Ratu, Kab. Way Kanan, Lampung.

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan karya tulis ini sebagai buah karya ilmiahku dalam mencapai gelar Sarjana Teknik Universitas Lampung untuk :

Kedua orangtuaku, Bapak Sudarisman dan Ibu Bisih, yang selalu mendo'akan untuk kebaikanku, juga telah memberikan segala upaya yang terbaik untukku,

Adikku, Epri Darma Putra, yang telah membantu dan memberi semangat,

Dan seluruh keluarga besar, yang juga telah memberikan dukungan untukku.

MOTTO

“Milik-Nyalah kerajaan langit dan bumi. Dan hanya kepada Allah segala urusan dikembalikan.”

(QS. Al-Hadid : 5)

“Dan Tuhanmu berfirman: “Berdo’alah kepada-Ku, niscaya akan Kuperkenankan bagimu.”

(QS. Ghofir : 60)

Dari Abu Hurairah *radhiyallahu ‘anhu*, ia berkata bahwa Nabi *shallallahu ‘alaihi wasallam* bersabda :

“Allah Ta’ala berfirman : Aku sesuai dengan persangkaan Hamba pada-Ku.”

(*Muttafaqun ‘alaih*)

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah *Subhanahu wata'ala* karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi dengan judul “Pengaruh Pertambahan Tekanan Terhadap Derajat Kepadatan Tanah” adalah salah satu syarat bagi penulis untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung;
2. Ibu Ir. Laksmi Irianti, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung;
3. Bapak Muhammad Karami, S.T., M.Sc. Ph.D, selaku Ketua Prodi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung;
4. Bapak Ir. Andius Dasa Putra, Ph.D selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah bersedia membimbing dalam proses penyelesaian skripsi ini;
5. Bapak Ofik Taufik Purwadi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah bersedia membimbing dalam proses penyelesaian skripsi ini;
6. Bapak Iswan, S.T.,M.T. selaku Dosen Penguji yang telah bersedia memberi kritik dan saran dalam proses penyelesaian skripsi ini;

7. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan ilmunya selama penulis menjadi mahasiswa;
8. Seluruh teknisi Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik, Universitas Lampung yang telah memberi bimbingan dan bantuan selama penulis melakukan penelitian;
9. Kedua orangtuaku Bapak Sudarisman dan Ibu Bisih, adikku Epri Darma Putra, serta seluruh keluarga besar yang telah memberi dukungan dan do'a;
10. Teman terbaik seperjuangan Yesi Miranti yang telah banyak membantu dan menemani suka dan duka;
11. Quality Time : Feby, Bela, Elok, Nadia, Ning, Restika, Ulfah, Vania yang telah banyak membantu dan menemani suka dan duka;
12. Sahabat-sahabat : Hervi Aprilia, Novia K.S., Sefti M., Indah Rahmalia yang telah banyak membantu dan menemani suka dan duka;
13. Semua pihak yang turut membantu, yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, akan tetapi penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat. Aamiin.

Bandar Lampung, Desember 2021

Eki Wahyu Putri

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR NOTASI	vi
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Penelitian Terdahulu	4
B. Landasan Teori	8
1. Definisi Tanah	8
2. Klasifikasi Tanah	8
C. Pemadatan Tanah	16
1. Tujuan Pemadatan Tanah	16
2. Prinsip Umum Pemadatan Tanah	16
3. Pengujian Pemadatan Modifikasi	16
III. METODOLOGI PENELITIAN	
A. Bahan Penelitian	19
B. Metode Pengambilan Sampel	19
C. Pelaksanaan Pengujian	20
D. Alat Tekan Pemadat Modifikasi	33
E. Bagan Alir Penelitian	34

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sifat-Sifat Fisik Tanah	36
B. Klasifikasi Tanah	40
C. Pengujian Sifat Mekanis Tanah	41

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	58
B. Saran	59

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Klasifikasi Tanah USCS	11
2. Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO	14
3. Hasil Pengujian Kadar Air	36
4. Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah	37
5. Hasil Pengujian Batas Cair	37
6. Hasil Pengujian Analisa Saringan	39
7. Hasil Pengujian Analisis Hidrometer.....	39
8. Hasil Pengujian Sifat-Sifat Fisik Tanah	40
9. Hasil Pengujian Alat Tekan Modifikasi pada Tekanan 3 MPa	46
10. Hasil Pengujian Alat Tekan Modifikasi pada Tekanan 6 MPa	46
11. Hasil Pengujian Alat Tekan Modifikasi pada Tekanan 9 MPa	46
12. Hasil Pengujian Alat Tekan Modifikasi pada Tekanan 12 MPa	47
13. Hasil Pengujian Alat Tekan Modifikasi pada Tekanan 15 MPa	47
14. Nilai Berat Volume Kering pada Tekanan 3 MPa, 6 MPa, 9 MPa, 12 MPa, dan 15 MPa	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Grafik Plastisitas	10
2. Alat Uji Pematatan Modifikasi	18
3. Kurva Hubungan Kadar Air dengan Berat Volume Kering.....	18
4. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah	19
5. <i>Container</i> dan timbangan	21
6. <i>Picnometer</i> dan <i>Boiler</i>	22
7. Mangkuk <i>Cassagrande</i>	24
8. <i>Container</i> dan Timbangan	26
9. <i>Sieve</i> dan <i>Sieve Shaker</i>	28
10. Gelas silinder kapasitas 1000 cc	29
11. <i>Mold</i> dan <i>Hammer</i>	31
12. Alat Tekan Pematat Modifikasi	34
13. Bagan Alir Penelitian	35
14. Kurva Uji Batas Cair	38
15. Kurva <i>Standard Proctor</i> dan <i>Modified Proctor</i>	43
16. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air pada Uji Pematatan Modifikasi	44
17. Kurva Pematatan Menurut Lee dan Suedkamp (1972)	45

18.	Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air pada Uji Alat Tekan Modifikasi untuk Tekanan 3 MPa	48
19.	Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air pada Uji Alat Tekan Modifikasi untuk Tekanan 6 MPa	48
20.	Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air pada Uji Alat Tekan Modifikasi untuk Tekanan 9 MPa	49
21.	Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air pada Uji Alat Tekan Modifikasi untuk Tekanan 12 MPa	50
22.	Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air pada Uji Alat Tekan Modifikasi untuk Tekanan 15 MPa	51
23.	Hubungan Berat Volume Kering dengan Tekanan pada sampel 1 (satu)	52
24.	Hubungan Berat Volume Kering dengan Tekanan pada sampel 2 (dua)	52
25.	Hubungan Berat Volume Kering dengan Tekanan pada sampel 3 (tiga)	53
26.	Hubungan Berat Volume Kering dengan Tekanan pada Ketiga Sampel pada Tekanan 3 MPa, 6 MPa, 9 MPa, 12 MPa,dan 15 MPa	53
27.	Kurva Perbandingan Uji Tekan Modifikasi dan <i>Modified Proctor</i>	55

DAFTAR NOTASI

E	= Energi Kepadatan (ft-lb/ft ³)
N _b	= Jumlah pukulan per lapisan
N _i	= Jumlah Lapisan
w	= Berat pemukul (kg)
H	= Tinggi jatuh pemukul (cm)
V	= Volume mold/tabung (cm ³)
W _w	= Berat air (gram)
W _s	= Berat tanah kering (gram)
W _{cs}	= Berat tanah basah (gram)
W _{ds}	= Berat tanah kering (gram)
W _c	= Berat cawan / ring / container (gram) = Berat volume (gram/cm ³)
G _s	= Berat jenis
LL	= Batas cair (%)
PL	= Batas plastis (%)
PI	= <i>Plastic index</i> (%)
w	= Kadar air (%)

w_{opt}	= Kadar air optimum (%)
d	= Diameter (cm)
t	= Tinggi (cm)
e	= Angka pori
F_{200}	= Persentase lolos saringan 200 (%)
b	= Berat volume basah (gram/cm ³)
d	= Berat volume kering (gram/cm ³)
z_{av}	= <i>Zero air void</i> (gram/ cm ³)
d_{maks}	= Berat volume kering maksimum (gram/ cm ³)

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia memiliki jenis-jenis tanah sangat beragam yang disebabkan oleh berbagai faktor. Menurut Jenny (1941) bahwa tanah dalam proses pembentukannya membutuhkan lima faktor yaitu relief / topografi, iklim, organisme, batuan induk, dan waktu. Secara umum, jenis tanah di Provinsi Lampung termasuk tanah yang telah mengalami pelapukan lanjut. Sebagian tanah di Provinsi Lampung terbentuk dari batuan induk tufa masam dan tersebar dari daerah dataran sampai pegunungan. Proses pembentukannya banyak dipengaruhi oleh curah hujan yang cukup tinggi dan vegetasi hujan tropis.

Tanggamus merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Lampung yang memiliki sekitar 40% berkarakter wilayah pegunungan, karena memiliki tiga gunung, yaitu Gunung Tanggamus, Gunung Pematang Halupan, dan Gunung Rindingan. Tanggamus terletak pada posisi $104^{\circ} 8'$ – $105^{\circ} 12'$ Bujur Timur dan $5^{\circ} 05'$ - $5^{\circ} 56'$ Lintang Selatan, sekitar 40% dari seluruh wilayah dengan ketinggian 0 - 2.115 mdpl serta memiliki curah hujan yang cukup tinggi berkisar antara 1750 mm - 3000 mm per tahun. Kabupaten Tanggamus memiliki satu dari dua teluk besar yang ada di Provinsi Lampung terdapat di

Kabupaten Tanggamus, yaitu Teluk Semaka. (Pemerintah Kabupaten Tanggamus, 2019)

Tanah merupakan unsur penting dalam pekerjaan Teknik Sipil, dimana tanah sebagai penopang beban struktur yang diteruskan dari pondasi suatu konstruksi. Tanah yang digunakan adalah tanah yang stabil dan daya dukung tanahnya mampu untuk menahan beban yang berada di atasnya. Karena, apabila tidak, maka akan terjadi penurunan atau bahkan keruntuhan. Stabilisasi tanah umumnya dilakukan dengan cara pemadatan tanah untuk meningkatkan stabilitas tanah.

Oleh karena pentingnya mengetahui kondisi suatu tanah, penulis akan melakukan uji fisik dan mekanik menggunakan sampel tanah di daerah Ulu Belu, Kab. Tanggamus yang memiliki kondisi geografis seperti yang telah diuraikan diatas, dan melakukan perbandingan pemadatan tanah dilaboratorium dengan menggunakan *Proctor Modified* dan alat tekan pemadat untuk mengetahui perbandingan pengaruh kadar air tanah terhadap derajat kepadatan tanah.

B. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi dengan batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini menggunakan sampel tanah daerah Ulu Belu, Kabupaten Tanggamus.
2. Pengujian mekanis tanah menggunakan alat pemadat modifikasi dan alat tekan modifikasi

3. Metode pemadatan dan tekanan tanah dengan menggunakan 5 lapisan tanah.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanis tanah di Desa Muara Dua, Ulu Belu, Tanggamus.
2. Untuk mengetahui kepadatan tanah menggunakan alat pemadat modifikasi dan variasi tekanan dengan alat tekan modifikasi dari nilai berat volume kering dan *zero air void*.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai informasi bagi para surveyor tanah dan juga sebagai pengetahuan untuk pembaca secara umum mengenai kondisi tanah daerah Ulu Belu, Tanggamus.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

- 1) Penelitian Oleh Hu, W., Polaczyk, P., Gong, H., Huang, B. (2021)

Penelitian yang berjudul “*Visualization and Quantification of Soil Laboratory Impact Compaction*” melakukan percobaan pemadatan tanah dengan proctor standar, alat pemadat tumbukan *Marshall* dengan 100 pukulan, serta alat pemadat *Gyratory* pada tiga jenis tanah yang berbeda. Uji proctor standar dilakukan untuk mendapatkan kurva kadar air dan kepadatan kering tanah, dengan kadar air yang sama, sampel tanah dipadatkan dengan alat pemadat *Marshall* juga alat pemadat *Gyratory*. Pada pemadat tumbukan *Marshall* dipasang akselerometer dipasang untuk menangkap respon dinamis dari tiga jenis tanah selama pemadatan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kurva percepatan untuk setiap pukulan secara bertahap berkembang menjadi pola yang stabil mengikuti kemajuan pemadatan dan dengan mengidentifikasi pola ini diperoleh titik penguncian *Gyratory*, berhubunga linier dengan koefisien determinasi R^2 sebesar 0,59 , sehingga titik penguncian ini dapat digunakan untuk tanah dan kadar air yang bervariasi. Meskipun setiap jenis tanah memiliki kurva pemadatan yang unik, untuk tanah yang sama kemiringan dan nilai

kurva pemadatan berubah sesuai dengan perubahan kadar air secara spesifik, sehingga dapat digunakan untuk mengukur kekompakan tanah, juga terdapat potensi menggunakan kurva pemadatan untuk memprediksi kadar air selama pemadatan.

2) Agustina, D.H., Yopi Latul (2019)

melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Energi Pemadatan Terhadap Nilai Kepadatan Tanah”. Penelitian ini membandingkan metode *standard proctor & modified proctor*, kemudian selanjutnya dibandingkan dengan hasil pemadatan yang ada dilapangan dengan uji *sand cone*.

Hasil penelitian menunjukkan sampel tanah tergolong pada kelompok A-7-5 lempung organik, dmaks *modified proctor* lebih besar dari *standard proctor*, W_{opt} *modified proctor* lebih kecil dari *standard proctor*, Derajat Kepadatan lapangan *standard proctor* memenuhi standar yaitu sebesar $97,31\% > 95\%$. Kesimpulannya yaitu pada energi pemadatan yang lebih besar menghasilkan nilai kepadatan yang lebih tinggi.

3) Susilowati, F., Haza, Z.F., Sulistyorini, D. (2018)

Penelitian dengan judul ”Studi Eksperimental Pengujian Pemadatan Tanah di Gunung Kidul dengan Metode Standard Proctor”, dimana di daerah ini memiliki 2 jenis tipe tanah yang biasa digunakan untuk tanah timbunan pada suatu konstruksi jalan, didapat hasil W_{opt} sebesar 32,93% dan berat maksimum sebesar $1,31 \text{ gr/cm}^3$.

Hasil penelitian ini yaitu, menurut USCS, kedua tipe tanah termasuk dalam golongan OH yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas

tinggi, sedang menurut AASHTO masuk ke dalam klasifikasi tanah A-7-5. Kedua jenis tanah memiliki indeks plastisitas yang tinggi yang berarti bahwa nilai C_c meningkat, maka nilai SPT nya menurun

4) Siti Zahara Ulfa (2017)

membandingkan *Modified Proctor* dengan alat tekan pemadat modifikasi menggunakan sampel tanah daerah Tirtayasa Kec. Sukabumi Bandar Lampung dengan tiga sampel tanah pada masing- masing tekanan, yaitu tekanan 5 MPa, 10 MPa, 15 MPa, dan 20 MPa.

Hasil penelitian *Modified Proctor* didapat Berat Volume Kering maksimum $1,42 \text{ gr/cm}^3$ dengan hasil konversi pada alat tekan pemadat sebesar 7 MPa, serta Kadar Air Optimum (KAO) yang dihasilkan yaitu 28%. Jenis tanah pada lokasi ini tergolong dalam kelompok A-2-7 (pasir berlempung).

5) Rifwan, F., Andayono, T., Oktaviani., Apdeni, R. (2017)

melakukan penelitian dengan judul “Tinjauan Kualitas Pemadatan Tanah pada Sarana Transportasi”. Pada penelitian ini dilakukan analisis sebanyak 7 sampel dan hasilnya adalah hanya satu titik yang mencapai rasio kepadatan yang disyaratkan yaitu sebesar 96,4% yang mana nilai ini masuk dalam Standar Dirjen Binamarga yaitu 95-100%, berat volume kering maksimum sebesar $1,35 \text{ gr/cm}^3$ dan kadar air optimum sebesar 2,28%.

6) Anwar Muda (2016)

Penelitian dengan judul “Model Pendekatan Alat Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah di Laboratorium”, dilakukan di Palangkaraya berdasarkan

SNI 1742:2008. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kepadatan maksimum tanah lempung berdasarkan Model sebanyak 33 tumbukan per lapis sebanyak 2 lapis.

Hasil penelitian ini disimpulkan bahwa Model memiliki keyakinan lebih dari 95% terhadap SNI 1742 : 2008 sehingga Model memenuhi syarat sebagai alat uji kepadatan tanah ringan di laboratorium.

7) Natanael, S., Iswan., Jafri, M. (2016)

dengan judul “Studi Perbandingan Uji Pemadatan Standar dan Uji Pemadatan Modified Terhadap Nilai Koefisien Permeabilitas Tanah Lempung Berpasir”. Sampel penelitian ini dari Desa Sukajawa, Lampung Tengah. Tanah diambil dari lokasi dengan jenis yang berbeda.

Berdasarkan hasil penelitian bahwa koefisien permeabilitas tanah semakin meningkat sesuai dengan jumlah campuran pasir yang diberikan. Menurut AASHTO, tanah 1 tergolong dalam kelompok A-7-5 dan tanah 2 kelompok A-7-6 yang berarti tanah berjenis lempung dan berbutir halus menurut USCS. Nilai yang dihasilkan dalam perhitungan menunjukkan bahwa nilai berat kering optimum setiap sampel yang dipadatkan dengan pemadatan modified lebih besar dibanding dengan metode standar, dan nilai permeabilitas dengan metode modified lebih kecil dari metode standar.

Beberapa penelitian diatas memiliki persamaan mengenai tema yang diteliti namun perbedaannya terdapat pada lokasi pengambilan sampel tanah dan variasi tekanan yang dilakukan.

B. Landasan Teori

1. Definisi Tanah

Tanah merupakan material yang terdiri dari agregat (butiran) padat yang tersementasi satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1988). Sedangkan, tanah menurut Bowles (1991) adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut:

- a. Berangkal (*boulders*), merupakan potongan batu yang besar, biasanya lebih besar dari 250 mm - 300 mm. Untuk kisaran antara 150 mm - 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (*cobbles*).
- b. Kerikil (*gravel*), partikel batuan yang berukuran 5 mm - 150 mm.
- c. Pasir (*sand*), partikel batuan yang berukuran 0,074 mm - 5 mm, berkisar dari kasar (3-5 mm) sampai halus (< 1 mm).
- d. Lanau (*silt*), partikel batuan berukuran dari 0,002 mm - 0,074 mm.

Lanau dan lempung dalam jumlah besar ditemukan dalam deposit yang disedimentasikan ke dalam danau atau di dekat garis pantai pada muara sungai.
- e. Lempung (*clay*), partikel mineral berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel-partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.
- f. Koloid (*colloids*), partikel mineral yang diam yang berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

2. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah dibuat dengan tujuan untuk memberikan informasi karakteristik dan sifat-sifat fisis tanah. Karena sifat dan perilaku tanah yang begitu beragam, sistem klasifikasi mengelompokkan tanah ke dalam kategori yang umum dimana tanah memiliki kesamaan sifat fisik. Klasifikasi tanah juga berguna untuk studi yang terperinci mengenai keadaan tanah tersebut serta kebutuhan penguji untuk menentukan sifat teknis tanah seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi dan sebagainya (Bowles, 1989). Sistem klasifikasi tanah yang telah disusun antara lain adalah sistem USCS dan AASHTO.

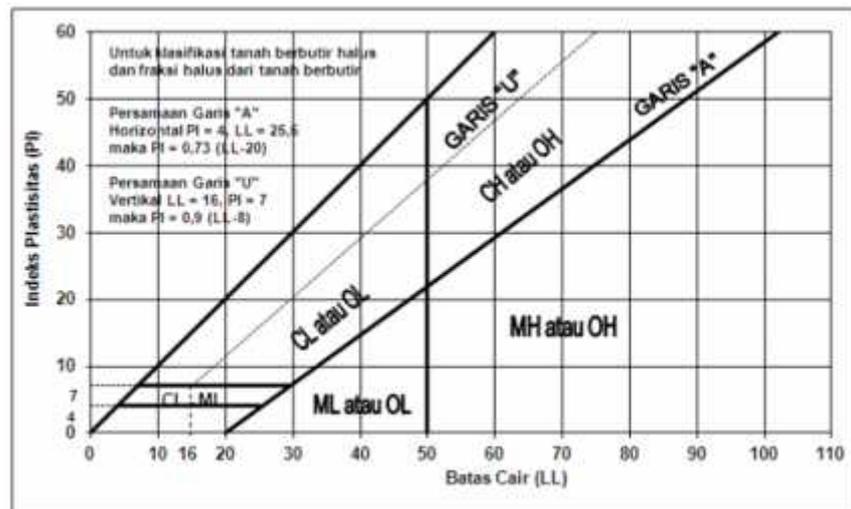
a. *Unified Soil Classification System (USCS)*

Pada sistem ini dibagi menjadi 2 kelompok besar, yaitu:

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

Untuk klasifikasi yang benar, perlu diperhatikan faktor-faktor dibawah ini :

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



Gambar 1. Grafik Plastisitas.
(Sumber : SNI 6371 : 2015)

Tabel 1. Klasifikasi Tanah USCS

Divisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Jenis		Nama Jenis			
Tanah berbutir kasar 50% butiran tertahan saringan no.200 (0,075 mm)	Kerikil 50% atau lebih dari fraksi kasar tertahan saringan no.4 (4,75 mm)	Kerikil bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	GW	Kerikil gradasi baik dan campuran pasir -kerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus	Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus , <5% lolos saringan No.200 : GW, GP, SW, SP. >12% lolos saringan No.200 : GM, GC, SM, SC. 5%-12% lolos saringan No.200 : batasan klasifikasi yang menggunakan simbol double.	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{15}} > 4, Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3		
			GP	Kerikil gradasi buruk dan campuran pasir -kerikil, atau sedikit tidak mengandung butiran halus		Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW		
		Kerikil banyak kandungan butiran halus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil pasir-lempung		Batas –batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai double simbol	
			GC	kerikil berlempung,campuran kerikil pasir-lempung		Batas –batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$		
	Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos saringan no.4 (4,75 mm)	Pasir bersih (sedikit atau tak ada butiran halus)	SW	Pasir gradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus		Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus , <5% lolos saringan No.200 : GW, GP, SW, SP. >12% lolos saringan No.200 : GM, GC, SM, SC. 5%-12% lolos saringan No.200 : batasan klasifikasi yang menggunakan simbol double.	$Cu = \frac{D_{60}}{D_{15}} > 6, Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ antara 1 dan 3	
			SP	Pasir gradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau tidak mengandung butiran halus			Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW	
		Pasir banyak kandungan butiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau			Batas –batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Bila batas Atterberg berada di daerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai double simbol
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung			Batas –batas Atterberg di atas garis A atau $PI > 7$	

Tabel 1. Klasifikasi Tanah USCS Lanjutan

Divisi Utama		Simbol Kelompok	Nama Jenis	Nama Jenis
Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos saringan no.200 (0,075 mm)	Lanau dan lempung batas cair 50% atau kurang	ML	Lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung	<p>Untuk klasifikasi tanah berbutir halus dan fraksi halus dari tanah berbutir</p> <p>Persamaan Garis "A" Horizontal $PI = 4$, $LL = 25$ maka $Pi = 0,73 (LL - 25)$</p> <p>Persamaan Garis "U" Vertikal $LL = 16$, $PI = 7$ maka $Pi = 0,9 (LL - 4)$</p>
		CL	Lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus (lean clays)	
		CL	Lanau organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah.	
	Lanau dan lempung batas cair > 50%	MH	Lanau tak organik atau pasir halus diatome, lanau elastis	
		CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (fat clays)	
		OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi	
Tanah dengan kadar organik tinggi		Pt	Gambut (Peat) dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi.	Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM D-2488

(Sumber : SNI 6371:2015)

b. Sistem Klasifikasi AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) ini dikembangkan pada tahun 1929 oleh *Public Road Administration Classification System*. Klasifikasi ini untuk menilai kualitas tanah dasar (*subgrade*) dan lapis dasar (*sub-base*) untuk pekerjaan jalan raya.

Klasifikasi sistem ini didasarkan atas kriteria-kriteria sebagai berikut :

1) Ukuran Butir

Kerikil : butiran melalui ayakan dengan lubang 75 mm dan tertahan di atas ayakan No.10 dengan lubang 2 mm.

Pasir : butiran melalui ayakan No.10 (2 mm) dan tertahan di atas ayakan No.200 dengan lubang 0,075 mm

Lanau dan lempung butiran melalui ayakan No.200

2) Plastisitas

Berlanau, jika butiran tanah mempunyai indeks plastisitas 10.

Berlempung, jika butiran tanah mempunyai indeks plastisitas 11.

3) Batuan, yang ukurannya lebih besar dari 75 mm tidak digolongkan dalam klasifikasi ini.

Tabel 2. Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

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

Tabel 2. Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO Lanjutan

Klasifikasi Umum	Tanah Berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)			
	Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 40 Maks 10	Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11
Tipe mineral yang paling dominan	Tanah Berlanau		Tanah Berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek			

(Sumber : AASHTO, 1981)

C. Pemadatan Tanah

1. Definisi Pemadatan Tanah

Pemadatan tanah merupakan proses menaikkan berat unit tanah dengan memaksa butiran-butiran tanah menjadi lebih rapat dan mengurangi pori-pori udara (Dunn, 1992).

2. Tujuan Pemadatan Tanah

Maksud pemadatan tanah menurut Hardiyatmo (1992), antara lain:

- a. Mempertinggi kuat geser tanah
- b. Mengurangi sifat mudah mampat (kompresibilitas)
- c. Mengurangi permeabilitas
- d. Mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air dan lainnya.

3. Prinsip Umum Pemadatan Tanah

Pada awal proses pemadatan, berat volume tanah kering (d) bertambah seiring dengan ditambahkan kadar air. 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 saat kadar air lebih besar dari kadar air optimum, kenaikan kadar air justru mengurangi berat volume keringnya. Hal ini terjadi karena air mengisi rongga pori yang sebelumnya diisi oleh butiran padat. Kadar air pada saat berat volume kering mencapai maksimum (d_{maks}) disebut kadar air optimum (Hardiyatmo, 2002). Untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan pemadatan, maka

umumnya dilakukan pengujian pemadatan. Dalam Hardiyatmo (2002), telah mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering yang padat. Untuk berbagai jenis tanah pada umumnya salah satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai berat volume kering maksimumnya (d_{maks}).

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

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

Berat volume kering setelah pemadatan bergantung pada jenis tanah, kadar air, dan usaha yang diberikan oleh alat penumbukanya. Karakteristik kepadatan tanah dapat dinilai dari pengujian metode *standard proctor* dan *modified proctor* di laboratorium.

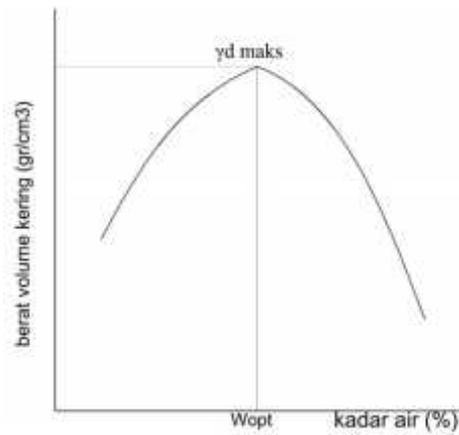
4. Pengujian Pemadatan Modifikasi

Pengujian pemadatan modifikasi dilakukan sebagai berikut :

Alat pemadat berupa silinder (mold) yang mempunyai diameter 10,2 cm dan tinggi 12,6 cm. Tanah di dalam mold dipadatkan dengan penumbuk yang beratnya 4,54 kg dengan tinggi jatuh 45,72 cm. Tanah dipadatkan dalam 5 (lima) lapisan dengan tiap lapisan ditumbuk sebanyak 25 kali pukulan.



Gambar 2. Alat Uji Pemadatan Modifikasi



Gambar 3. Kurva Hubungan Kadar Air dengan Berat Volume Kering

Pada energi pemadatan yang lebih besar maka kurva pemadatan akan semakin bergeser ke kiri serta berat volume keringnya semakin naik.

III. METODE PENELITIAN

A. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan yaitu sampel tanah berupa tanah berbutir halus yang berasal dari Desa Muara Dua, Kec. Ulu Belu, Kab. Tanggamus pada koordinat lintang S $5^{\circ}20'21.7''$ dan bujur E $104^{\circ}35'10.9''$.



Gambar 4. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah.

(Sumber : *Google Maps*, 2020)

B. Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara pengambilan langsung

sampel tanah yang berasal dari Desa Muara Dua, Ulu Belu, Tanggamus. Tanah yang diambil yaitu *disturb* sampel. *Disturb* sampel diambil menggunakan cangkul kemudian dimasukkan kedalam karung digunakan untuk pengujian kadar air, berat jenis, analisa saringan, analisa hidrometer, *atterberg limit*, *modified proctor* dan uji tekan pematat modifikasi.

C. Pelaksanaan Pengujian

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

Pengujian fisik tanah pada tanah asli ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik tanah yang digunakan sebagai bahan sampel. Kemudian hasil dari pengujian akan dianalisis sesuai dengan klasifikasi tanah menurut USCS dan AASHTO untuk mengetahui tanah tersebut termasuk klasifikasi tanah.

1. Pengujian Sifat - Sifat Fisik

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. Dengan cara pengujian, sebagai berikut :

1) Bahan :

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

2) Peralatan :

- a) *Container* sebanyak 3 buah.
- b) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- c) Oven.

Gambar 5. *Container* dan timbangan.

3) Prosedur :

- a) Menyiapkan bahan dan sampel tanah yang akan diuji.
- b) Menimbang ketiga *container* beserta tutupnya. Lalu memberi nomor pada masing – masing *container*.
- c) Memasukkan sampel tanah yang akan diuji kedalam *container*.
- d) Menimbang *container* yang telah berisi sampel tanah.
- e) Memasukkan *container* ke dalam oven pada temperatur 105° C selama 24 jam.
- f) Menimbang *container* beserta tanah yang telah dikeringkan.

4) Perhitungan

$$w = \frac{w_w}{w_s} = \frac{w_s - w_d}{w_d - w_c}$$

dimana :

w_w = Berat air

w_s = Berat tanah kering

b. Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah yang lolos saringan No.200 dengan menggunakan *picnometer* .

Dengan cara pengujian sebagai berikut :

1) Bahan :

a) Sampel tanah yang lolos saringan No.40 dan telah dikeringkan seberat antara 30 - 50 gram sebanyak dua sampel

b) Air bersih secukupnya.

2) Peralatan :

a) Labu ukur (*Picnometer*).

b) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.

c) Tungku pemanas (*Boiler*).



Gambar 6. *Picnometer* dan *Boiler*.

3) Prosedur :

- a) Menyiapkan benda uji secukupnya dan mengoven pada suhu 60⁰ C.
- b) Mendinginkan tanah lalu menyaring dengan saringan No.200.
- c) Menimbang *picnometer* dalam keadaan kosong.
- d) Mengambil sampel tanah antara 25 - 30 gram.
- e) Memasukkan sampel tanah ke dalam *picnometer* dan menambahkan air suling sampai menyentuh garis batas labu ukur.
- f) Dipanaskan diatas tungku pemanas sampai butir-butir udara hilang.
- g) Mengeringkan bagian luar labu ukur, menimbang dan mencatat hasilnya.

4) Perhitungan :

$$Gs = \frac{ws}{ww_1 - ww_2}$$

Keterangan :

ws = Berat sampel tanah

ww₁ = Berat air mula – mula

ww₂ = Berat air sesudah didinginkan

c. Pengujian Batas *Atterberg*

Pada pengujian batas *atterberg* bertujuan untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batasan antara keadaan plastis dan keadaan cair, sesuai ketentuan yang ditentukan oleh *atterberg*.

Pengujian dilakukan dengan dua tahap agar mengetahuinya.

Pengujian yang dilakukan yaitu :

1) Pengujian Batas Cair (*Liquid Limit Test*). Dengan cara pengujian sebagai berikut :

a) Bahan :

- Sampel tanah yang telah dikeringkan.
- Air bersih.

b) Peralatan :

- Alat batas cair / mangkuk *Cassagrande*.
- Alat pembuat alur (*Grooving Tool*).
- Spatula.
- *Container*.
- Wadah atau gayung.
- Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- Oven.
- Ayakan No. 40 (\varnothing 0,42 mm).



Gambar 7. Mangkuk *Cassagrande*.

c) Prosedur :

- Mengayak sampel tanah menggunakan saringan No.40.
- Mengatur tinggi jatuh mangkuk *casagrande* setinggi 10 mm.
- Mengambil sampel tanah sebanyak 150 gram, kemudian diberi air dan aduk hingga merata, kemudian dimasukkan ke dalam mangkuk *casagrande* dan meratakan permukaan adonan sehingga sejajar dengan alas.
- Membuat alur tepat ditengah-tengah dengan membagi benda uji dalam mangkuk *cassagrande* tersebut dengan menggunakan *grooving tool*.
- Memutar tuas pemutar sampai kedua sisi tanah bertemu sepanjang 13 mm sambil menghitung jumlah ketukan dengan jumlah ketukan harus berada diantara 10 – 40 kali.
- Mengambil sebagian benda uji di bagian tengah mangkuk untuk pemeriksaan kadar air dan melakukan langkah kerja yang sama untuk benda uji dengan keadaan yang berbeda sehingga diperoleh 4 macam benda uji dengan jumlah ketukan 2 buah dibawah 25 ketukan dan 2 buah di atas 25 ketukan.

2) Pengujian Batas Plastis (*Plastic Limit Test*). Dengan cara pengujian sebagai berikut :

a) Bahan :

- Sampel tanah sebanyak 100 gram.

- Air bersih.

b) Peralatan :

- *Container*.
- Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- Spatula.
- Oven.



Gambar 8. *Container* dan Timbangan.

c) Prosedur :

- Mengayak sampel tanah dengan saringan No.40.
- Mengambil sampel tanah kira-kira sebesar ibu jari kemudian digulung- gulung di atas plat kaca hingga mencapai diameter 3 mm sampai retak-retak atau putus-putus.
- Memasukkan benda uji ke dalam *container* kemudian ditimbang.
- Menentukan kadar air benda uji.

d) Perhitungan :

$$PI = LL - PL$$

Keterangan :

PI = *Plastic Index*

LL = Batas Cair

PL = Batas Plastis

d. Pengujian Analisa Saringan

Pengujian Analisa Saringan bertujuan untuk mengetahui persentase ukuran butiran tanah dan susunan butiran tanah (gradasi) dari suatu jenis tanah yang tertahan di atas saringan No.200. Dengan cara pengujian sebagai berikut :

1) Bahan :

- a) Tanah asli yang telah dioven sebanyak 500 gram.
- b) Air bersih atau air suling sebanyak 1500 cc.

2) Peralatan :

- a) Satu set saringan (*Sieve*).
- b) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- c) Mesin penggetar (*Sieve Shaker*).
- d) Oven.



Gambar 9. *Sieve dan Sieve Shaker.*

3). Prosedur :

- a) Mengambil sampel tanah sebanyak 500 gram dan memeriksa kadar airnya.
- b) Meletakkan susunan saringan di atas mesin penggetar dan memasukkan sampel tanah pada susunan yang paling atas kemudian menutup rapat.
- c) Mengencangkan penjepit mesin dan menghidupkan mesin penggetar selama kira-kira 15 menit.
- d) Menimbang masing-masing saringan beserta sampel tanah yang tertahan di atasnya.

e. Pengujian Hidrometer

Untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir tanah untuk tanah

yang tidak mengandung butir tertahan saringan No.200. Dengan Cara pengujian sebagai berikut :

1) Bahan :

Sampel tanah sebanyak 100 gram.

2) Peralatan :

- a) *ASTM soil hydrometer* (151 H)
- b) Satu set saringan
- c) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- d) *Thermometer*
- e) Gelas silinder dengan kapasitas 1000 cc
- f) Cawan porselen (mortar)
- g) Alat pengaduk suspense.
- h) *Stopwatch*.
- i) Air.
- j) *Mixer*.



Gambar 10. Gelas silinder kapasitas 1000 cc.

3) Prosedur :

- a) Menaruh sampel tanah ke dalam *container*, menuangkan 125 cc larutan air dan *reagent* dan melakukan pemeraman tanah yang sudah tercampur selama 16 jam.
- b) Menuangkan campuran ke dalam alat pencampur (*mixer*) dan mengaduk selama 15 menit.
- c) Memindahkan campuran ke gelas ukur silinder.
Menambahkan air sehingga mencapai volume 1000 cm³.
- d) Menyediakan gelas ukur kedua yang hanya berisi air dan *reagent*.
- e) Menutup dan mengocok gelas ukur secara bolak-balik sekitar 60 kali.
- f) Melakukan pembacaan hidrometer.

f. Pengujian Pemadatan Modifikasi

Pengujian pemadatan modifikasi bertujuan untuk menentukan kepadatan maksimum suatu jenis tanah melalui cara tumbukan, yaitu mengetahui hubungan antara kadar air dan kepadatan tanah. Dengan cara pengujian sebagai berikut :

1) Bahan :

- a) Sampel tanah terganggu seberat 15 kg.
- b) Air bersih.

2) Peralatan :

- a) 1 set *mold*
- b) *Hammer* berat 4,5 kg.

- c) Pan segiempat.
- d) Sendok pengaduk.
- e) Palu karet.
- f) Gelas ukur 1000 cc.
- g) Pisau pemotong.
- h) Saringan No. 4.
- i) Timbangan kapasitas 1 kg dan 20 kg.
- j) *Container*.
- k) Oven.



Gambar 11. *Mold* dan *Hammer*.

3) Prosedur :

- a) Menghamparkan sampel tanah hingga kering.
- b) Mengayak tanah dengan saringan No.4.
- c) Mengambil sampel tanah sebanyak 12,5 kg yang lolos saringan No.4, kemudian dipindahkan atas 5 bagian, masing-

masing 2,5 kg.

- d) Mengambil sebagian butiran tanah yang mewakili sampel untuk menentukan kadar air awal.
- e) Mengambil sampel tanah sebesar 2,5 kg dan menambahkan air sedikit demi sedikit diaduk sampai merata. Bila tanah yang diaduk telah merata dikepalkan dengan tangan. Bila tangan dibuka, tanah tidak hancur dan lengket ditangan.
- f) Mendapatkan berapa cc air yang ditambahkan untuk setiap 2,5 kg tanah, penambahan air dengan selisih 3%.
- g) Dengan menggunakan *Proctor Modified*, tanah dibagi kedalam 3 bagian. Bagian pertama masukan kedalam *mold* ditumbuk sebanyak 25 kali sampai merata. Dengan cara yang sama dilakukan pula untuk bagian kedua dan ketiga.
- h) Mengulangi prosedur g untuk keempat sampel tanah berikutnya.
- i) Dari hasil uji *Proctor Modified* didapatkan nilai berat volume kering maksimum (ρ_{dmax}) dan kadar air optimum (w_{opt})

2. Pengujian Alat Tekan Pematik Modifikasi

Setelah mendapatkan (w_{opt}) dan (ρ_{dmax}) dari uji *Proctor Modified* maka selanjutnya melakukan pengujian alat tekan pematik modifikasi :

- a. Mengulangi prosedur a, b, c, dan d pada pengujian pemadatan tanah standar.
- b. Dari uji *Proctor Modified* didapat kadar air optimum (w_{opt}) yang digunakan untuk penambahan kadar air pada sampel tanah.

- c. Masukkan bagian pertama kedalam *mold* kemudian di tekan dengan tekanan 5 Mpa pada alat tekan pemadat modifikasi. Dengan cara yang sama dilakukan untuk bagian kedua dan ketiga.
- d. Didapatkan nilai berat volume kering (ρ_d) dan kadar air (w).
- e. Mengulangi prosedur b dan c untuk keempat sampel berikutnya dengan tekanan 3 Mpa, 6 Mpa, 9 MPa, 12 MPa dan 15 Mpa.

D. Alat Tekan Pemadat Modifikasi

Alat tekan pemadat modifikasi berfungsi untuk memadatkan tanah, alat tekan pemadat modifikasi dibuat dengan memodifikasi sebuah dongkrak yang memiliki kuat tekan yang tinggi. Dengan menggunakan sistem hidrolis secara manual menggunakan manometer untuk mengukur tekanan yang diberikan pada saat mengalami tekanan. Cetakan yang akan digunakan yaitu silinder (*mold*) dengan diameter 10,2 cm dan tinggi 12,6 cm. Cara kerja alat tekan pemadat modifikasi dengan cara memompa dongkrak secara manual, maka pelat yang ada tepat berada di bawah dongkrak akan turun. Saat dongkrak dipompa maka akan menekan tanah yang berada di dalam cetakan dan per yang berada di atas menurun menahan beban yang diterima dari dongkrak. Pada saat tanah dipadatkan maka manometer akan bergerak sehingga dapat mengetahui berapa besar tekanan yang diterima oleh tanah dengan membaca pada manometer.



Gambar 12. Alat Tekan Pematik Modifikasi

Keterangan :

1 = *Spring*

5 = *Pressure Plat*

2 = *Rubber*

6 = *Silinder Plat*

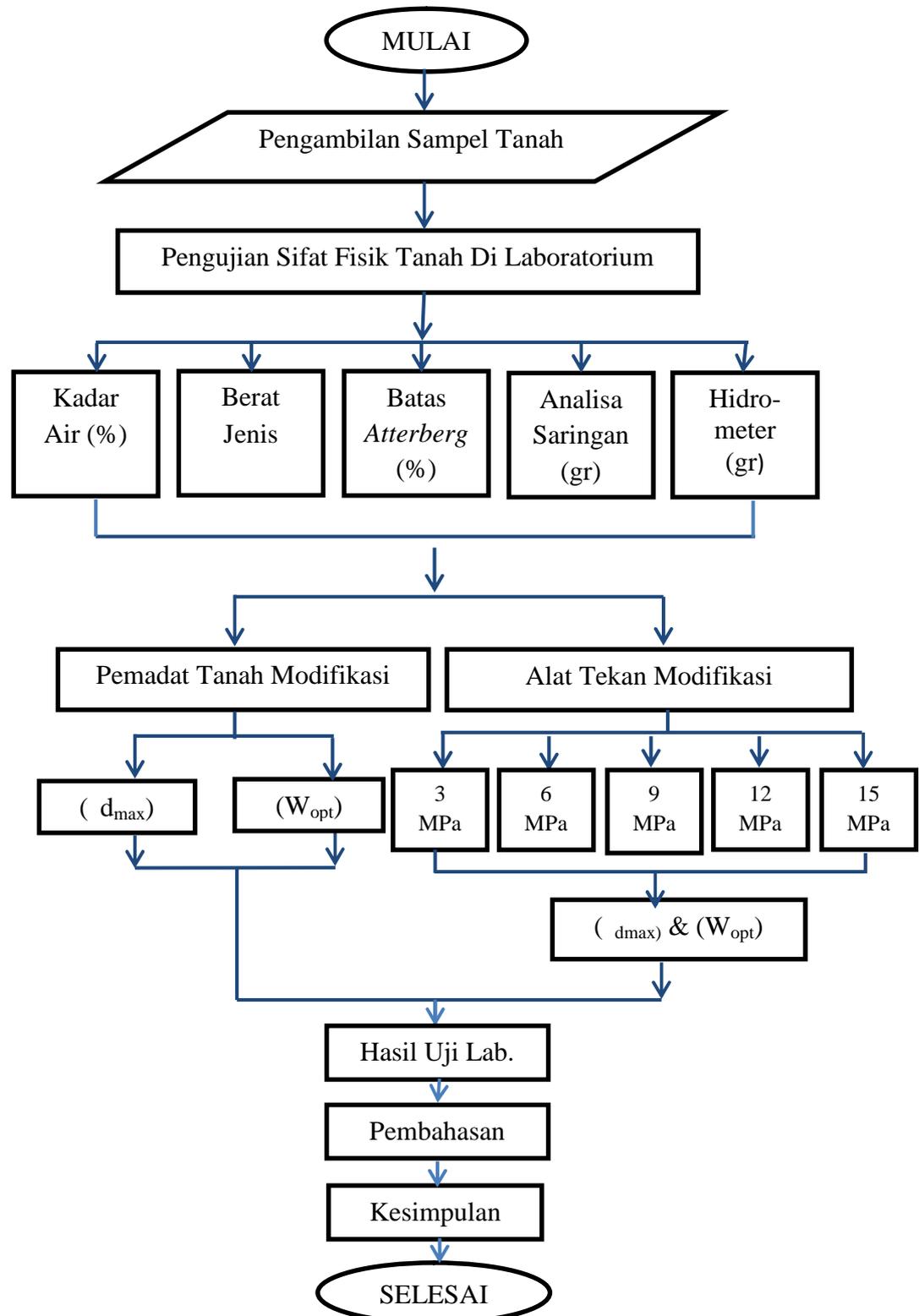
3 = *Hydraulic Jack*

7 = *Mold*

4 = *Dial Pressure*

8 = *Pedestal*

E. Bagan Alir Penelitian



Gambar 13. Bagan Alir Penelitian.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian di laboratotium dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka tanah yang berasal dari Desa Muara Dua Kec. Ulu Belu Kab. Tanggamus Provinsi Lampung dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada uji sifat fisik tanah, sampel tanah tergolong dalam kelompok A-2-5 dalam Sistem Klasifikasi AASHTO dan tergolong jenis tanah pasir berlanau dalam Sistem Klasifikasi USCS.
2. Berat volume kering maksimum (d_{maks}) yang didapat dengan alat pemadat modifikasi sebesar $1,34 \text{ gr/cm}^3$ dengan kadar air optimum (KAO) sebesar 33,4% dan *zero air void* $1,39 \text{ gr/cm}^3$. Nilai d_{maks} yang didapat dengan variasi tekanan dengan alat tekan modifikasi pada tekanan 6 MPa juga mencapai nilai berat volume kering maksimum yang sama sebesar $1,35 \text{ gr/cm}^3$ dengan *zero air void* $1,38 \text{ gr/cm}^3$.
3. Pada uji dengan alat tekan modifikasi dapat diketahui bahwa semakin tinggi tekanan maka d_{maks} semakin besar, namun dengan variasi tekanan 3 MPa memiliki selisih nilai d_{maks} kecil, dikarenakan jenis tanah campuran lanau yang lolos saringan No. 200 cukup besar yaitu 31,72% yang

cenderung stabil apabila dipadatkan dan sedikit perubahan volume nya, serta nilai PI sebesar 8,03% maka jenis tanah ini bersifat kohesif.

4. Penelitian ini merupakan perbandingan alat pemadatan modifikasi dengan alat tekan pemadat modifikasi, namun kesimpulan pada penelitian ini perlu ditinjau kembali mengingat filosofi pemadatan tanah di lapangan dan di laboratorium.

B. Saran

1. Penulis perlu melakukan pengecekan alat terlebih dahulu sebelum penelitian, agar penelitian berjalan dengan baik.
2. Untuk penelitian selanjutnya harus ditinjau kembali keefektifan dan kesesuaian penggunaan alat tekan modifikasi untuk kondisi di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, *AASHTO Interim Guide for Design of Pavement Structures*, 1972. AASHTO Washington DC., *chapter III revised* 1981.
- Agustina, D.H., 2019. Pengaruh Energi Pemasatan Terhadap Nilai Kepadatan Tanah. *Sigma Teknika*, 2 (2), 202.
- Bowles, J.E., 1989. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Cassagrande. 1942. *Classification Unified Soil & Clasification System (USCS)*.
- Das, B.M., 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta: Erlangga.
- Dunn, I., 1992. *Dasar-dasar Analisis Geoteknik*. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Hardiyatmo, H.C., 1992. *Mekanika Tanah 1*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H.C., 2002. *Mekanika Tanah 1*. 3rd ed. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hu, Wei. Polackzyk, Pawel. Ma, Yuetan. Huang, B., 2021. Visualization and Quantification of Soil Laboratory Impact Compaction. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*.
- Jenny, H., 1941. *Factor Soil Formation*. Mc Graw Hill, New York.
- Muda, A., 2016. Model Pendekatan Alat Uji Kepadatan Ringan, 17 (1), 53–68.
- Rifwan, F., Andayono, T., and Apdeni, R., 2017. Tinjauan Kualitas Pemasatan Tanah Pada Prasarana Transportasi Analysis of Soil Compaction Quality in Transportation Infrastructure. *Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, 17 (1), 33–40.

- Robianti, E., 2017. Percobaan Pengujian Pemadatan Tanah Metode Standard Proctor dengan Alat Uji Tekan Pemadat Modifikasi, *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 17, 1.
- Rulya, A.T., Adha, I., and Afriani, L., 2018. Pengaruh Jumlah Lapisan Tanah Terhadap Derajat Kepadatan Tanah Berdasarkan Metode Tekanan. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 6 (1).
- Sembiring, N. and Jafri, M., 2016. Studi Perbandingan Uji Pemadatan Standar dan Uji Pemadatan Modified Terhadap Nilai Koefisien Permeabilitas Tanah Lempung Berpasir. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 4 (3), 371–380.
- SNI 6371: 2015., 2015. *Tata Cara Pengklasifikasian Tanah untuk Keperluan Teknik dengan Sistem Klasifikasi*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Susilowati, F., Haza, Z., and Sulistyorini, D., 2019. Studi Eksperimental Pengujian Pemadatan Tanah Di Gunungkidul Dengan Metode Standard Proctor. 4 (1), 25–32.
- Tim Mekanika Tanah Fakultas Teknik, Universitas Lampung. 2008. *Buku Petunjuk Praktikum*. Bandar Lampung. Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Lampung.
- Ulfa, S.Z., 2017. Studi Konversi Energi Pemadatan Tanah dengan Modified Proctor Method untuk Tanah Pasir Berlempung. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 5 (3), 60.