

**PERBANDINGAN NILAI DERAJAT KEPADATAN TANAH METODE
STANDARD PROCTOR DENGAN ALAT UJI TEKAN MODIFIKASI DAN
UJI *SAND CONE* DI LAPANGAN**

(Skripsi)

Oleh

NOVAN ADENORA



**TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

PERBANDINGAN NILAI DERAJAT KEPADATAN TANAH METODE *STANDARD PROCTOR* DENGAN ALAT UJI TEKAN MODIFIKASI DAN UJI *SAND CONE* DI LAPANGAN

Oleh

NOVAN ADENORA

Semakin meningkatnya teknologi dalam bidang uji pemadatan tanah, menginspirasi para peneliti untuk membuat prototipe alat uji tekan termodifikasi yang dapat diatur tekanannya. alat ini beroperasi dengan memasukkan nilai kadar air optimum yang diperoleh dari hasil uji pemadatan *standard proctor*. Nilai kadar air tersebut kemudian digunakan untuk menguji sampel dengan variasi tekanan sebesar 5 MPa, 10 MPa, dan 15 MPa.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan uji pemadatan tanah dengan menggunakan metode *standard proctor* dan uji pemadatan dengan metode alat tekan modifikasi, serta uji *sand cone* dilapangan untuk mendapatkan nilai derajat kepadatan tanah. Pada uji pemadatan dengan metode *standard proctor* diperoleh berat volume kering maksimum sebesar 1,42 gr/cm³ dan nilai kadar air optimum sebesar 25,80 %. Untuk hasil uji pemadatan tanah yang menggunakan metode tekan termodifikasi, diperoleh nilai berat volume kering pada tekanan 15 MPa sebesar 1,58 gr/cm³. Nilai derajat kepadatan tanah dari uji *sand cone* (*standard proctor*) adalah 77,8 %, kemudian dari uji *sand cone* (5 MPa) diperoleh nilai 71,74 %, kemudian dari uji *sand cone* (10 MPa) diperoleh nilai 71,07 %, kemudian dari uji *sand cone* (15 MPa) diperoleh nilai 69,89 %. Kesimpulan nilai derajat kepadatan tanah dari uji *sand cone* dengan metode *standard proctor* dan metode alat uji tekan modifikasi terdapat selisih dengan rentang antara 7,78 % sampai 10,2 %.

Kata kunci : Pemadatan *Standard Proctor*, Pemadatan dengan Alat Tekan Modifikasi, *Sand Cone*.

ABSTRACT

COMPARISON OF SOIL DEGREE VALUE USING STANDARD PROCTOR METHOD AND MODIFIED COMPRESSION TEST TOOL WITH SAND CONE TEST IN THE FIELD

By

NOVAN ADENORA

The increasing technology in the field of soil compaction testing has inspired researchers to create prototypes of modified pressure test equipment that can be adjusted. This tool operates by entering the optimum moisture content value obtained from the results of the standard proctor compaction test. The water content value was then used to test samples with pressure variations of 5 MPa, 10 MPa, and 15 MPa.

The purpose of this study was to compare the soil compaction test using the standard proctor method and the compaction test using the modified press method, as well as the sand cone test in the field to get the value of the degree of soil density. In the compaction test using the standard proctor method, the maximum dry volume weight was 1.42 g/cm^3 and the optimum water content value was 25.80 %. For the results of the soil compaction test using the modified compression method, the dry volume weight value at a pressure of 15 MPa was 1.58 gr/cm^3 . The value of the degree of soil density from the sand cone test (standard proctor) is 77.8%, then from the sand cone test (5 MPa) the value is 71.74%, then from the sand cone test (10 MPa) the value is 71.07%, then from the sand cone test (15 MPa) the value is 69.89%. In conclusion, the value of the degree of soil density from the sand cone test with the standard proctor method and the modified compression test method has a difference in the range between 7.78% to 10.2%.

Keywords: Standard Proctor Compaction, Compaction with Modified Press Tool, Sand Cone.

**PERBANDINGAN NILAI DERAJAT KEPADATAN TANAH METODE
STANDARD PROCTOR DENGAN ALAT UJI TEKAN MODIFIKASI DAN
UJI *SAND CONE* DI LAPANGAN**

Oleh

NOVAN ADENORA

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

**: PERBANDINGAN NILAI DERAJAT
KEPADATAN TANAH METODE *STANDARD*
PROCTOR DENGAN ALAT UJI TEKAN
MODIFIKASI DAN UJI *SAND CONE* DI
LAPANGAN**

Nama Mahasiswa

: *Novan Adenora*

Nomor Pokok Mahasiswa : 1415011112

Jurusan

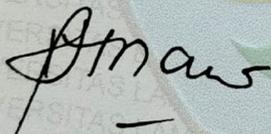
: Teknik Sipil

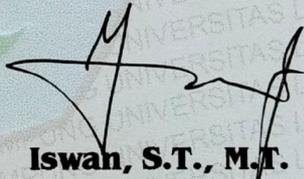
Fakultas

: Teknik

MENYETUJUI

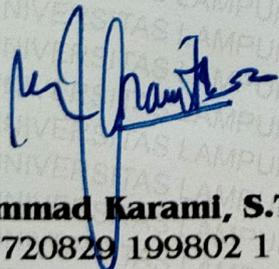
1. Komisi Pembimbing

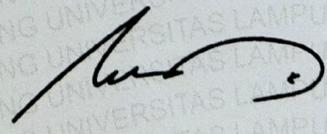

Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.
NIP 19650510 199303 2 008


Iswan, S.T., M.T.
NIP 19720608 200501 1 001

2. Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil

3. Ketua Jurusan Teknik Sipil

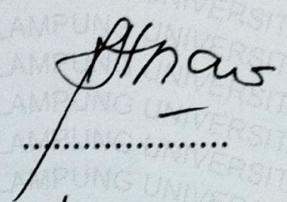

Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19720829 199802 1 001


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

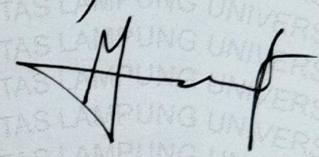
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

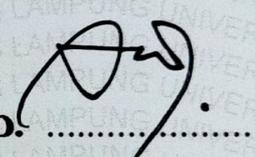
Ketua : **Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.**



Sekretaris : **Iswan, S.T., M.T.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Ir. Andius D. Putra, S.T., M.T., Ph.D.**



2. Dekan Fakultas Teknik



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **29 November 2021**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, adalah:

Nama : Novan Adenora
NPM : 1415011112
Prodi/ Jurusan : S1/ Teknik Sipil
Fakultas : Teknik Universitas Lampung.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka. Skripsi ini merupakan bagian dari penelitian dengan judul : Perbandingan Nilai Derajat Kepadatan Tanah Metode *Standard Proctor* dengan Alat Uji Tekan Modifikasi dan Uji *Sand Cone* di Lapangan.

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

Bandar Lampung, 29 November 2021



Novan Adenora

RIWAYAT HIDUP



Novan Adenora dilahirkan di Desa Sumberejo, Kecamatan Pagelaran, Kabupaten Pringsewu pada tanggal 17 November 1995. Merupakan anak kedua dari pasangan Bapak Dermawan Saputro dan Ibu Siti Rohayati. Menempuh pendidikan prasekolah di TK Yasmida 2 Kresnomulyo Kabupaten Pringsewu dan diselesaikan pada tahun 2002.

Pendidikan sekolah dasar di SDN 2 Candiretno Kecamatan Pagelaran Kabupaten Pringsewu dan diselesaikan pada tahun 2008. Pendidikan tingkat pertama ditempuh di SMP Negeri 1 Ambarawa Kabupaten Pringsewu dan diselesaikan pada tahun 2011, kemudian melanjutkan pendidikan tingkat atas di SMA Negeri 1 Pringsewu dan diselesaikan pada tahun 2014.

Terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung pada tahun 2014 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Aktif dalam organisasi kemahasiswaan yaitu Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil sebagai anggota pada departemen Hubungan Luar pada tahun 2015/2016 dan dalam organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Lampung sebagai anggota dinas Internal dan Advokasi pada tahun 2015/2016. Melakukan Kerja Praktik pada Proyek Pembangunan Jalan Tol

Trans Sumatera Paket 3 Kota Baru - Metro pada tahun 2017. Melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Karya Makmur, Kecamatan Labuhan Maringgai, Kabupaten Lampung Timur selama 40 hari pada periode 1 tanggal 22 Januari sampai 2 Maret 2018. Di jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung mengambil konsentrasi geoteknik dan melakukan penelitian dengan judul Perbandingan Nilai Derajat Kepadatan Tanah Metode *Standard Proctor* dengan Alat Uji Tekan Modifikasi dan Uji *Sand Cone* di Lapangan.

Motto Hidup

"Teruslah berbuat baik dan benar, hingga suatu saat engkau tanpa sengaja berbuat kesalahan yang menimbulkan keburukan, orang masih menganggap engkau baik"

(Anonim)

"Dunia ini ibarat bayangan...
Kalau kamu berusaha menangkapnya, ia akan lari.
Tapi kalau kamu membelakanginya, maka ia tak punya pilihan selain mengikutimu."

(Ibnu Qayyim Al Jauziyyah)

"Berjuang tak mesti berisik.
Mengejar tak mesti berlari.
Dan didengar tak mesti berteriak.
Berjuanglah sekeras mungkin dengan elegan :
Dengan diam dan tenang, setenang air dipermukaan air yang dalam."

(Anonim)

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan hasil kerja kerasku ini kepada :

Kedua orang tuaku tercinta, Ayahku Dermawan Saputro dan Ibuku Siti Rohayati,
yang telah mencurahkan setiap doa, kasih sayang, harapan, dan dukungan
kepadaku selama ini dalam segala hal.

Kakak dan Adikku tersayang, Vita Purwati dan Rendy Fernando yang selalu
memberikan semangat, do'a, dan dorongan utukku.

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

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

SANWACANA

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul ***“Perbandingan Nilai Derajat Kepadatan Tanah Metode Standard Proctor dengan Alat Uji Tekan Modikasi dan Uji Sand Cone di Lapangan”*** 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. Drs. Ir. Suharno, Ph.D., IPU., ASEAN Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
2. Ir. Laksmi Irianti, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Ir. Muhammad Karami, S.T.,M.Sc.,Ph.D., selaku ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lampung
4. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., selaku Dosen Pembimbing I yang telah sabar dalam membimbing, menasihati serta meluangkan waktunya untuk memberikan pengarahan, masukan, saran dan kritiknya kepada saya demi kesempurnaan skripsi ini.

5. Iswan, S. T., M.T., dan Ir. Setyanto, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan pengarahan, motivasi, dan nasihat kepada saya demi kesempurnaan skripsi ini.
6. Ir. Andius Dasa Putra, S.T.M.T., Ph. D., dan almarhum Ir. Idharmahadi Adha, M.T. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan pengarahan, kritik, saran, dan motivasi kepada saya selama penyusunan skripsi ini.
7. Bayzoni, S.T., M.T. dan almarhum Ir. Hadi Ali, M.T., selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan arahan dan bimbingan selama kuliah.
8. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil, yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
9. Seluruh teknisi dan karyawan di Fakultas Teknik, yang telah memberikan bantuan kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
10. Kedua orangtuaku tercinta, Bapak Dermawan Saputro dan Ibu Siti Rohayati yang telah memberikan kasih sayang, dukungan, dan doa yang tiada henti, sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
11. Kakak dan Adik, Vita Purwati dan Rendy Fernando selalu mendukung dan memberikan semangat.
12. Teman seperjuangan di laboratorium, Riant Pandu Pratomo, Galih Pandu Kuncahyo, dan Muhammad Kafi yang selalu bekerja sama pada saat pengujian maupun pembuatan laporan.

13. Sahabat-sahabat, Alfrido Wiranata Hutagalung, Ari Sanjaya, Bagus Danang Jaya, Galih Pandu Kunchahyo, Riant Pandu yang selalu memberikan waktu sehingga selama beberapa tahun terakhir tidak merasa jenuh, serta sahabat Alfiansyah, Tommy Andreant, Andrian Setiawan, Arif Dinar Yoko, Bagus Imam Mustofa Cahya Purna, Farhan Nurrohmat, Candra Fauzan Akbar, Dedi Vernanda yang selalu membantu dan memotifasi dalam berkuliah.
14. Untuk seseorang yang belum bisa disebutkan namanya, terima kasih karena sudah rela sabar menunggu meskipun penulis sadar itu bukan sesuatu yang mudah, semoga bisa dimudahkan kedepannya untuk bisa berjuang bersama.
15. Saudaraku, teman seperjuanganku angkatan 2014 Abdi, Adira, Agil, Dendi, Alfi, Pak Pido, Sulton, Amel, Indah, Nai, Andrian (Ganteng), Ambar, Ari, Yoko, Asma'ul, Audy, Sugab DJ, Bang Baim, Bareb, Bona, Bubu, Cahya, Candra, Celes, Chelpa, Coco, Dedi, Deska, Desna, Igun, Dwi Winda, Elisa, Evi, Fadhel, Fajar, Fajar Golok, Fara, Farhan, Farida, Ines, Fica, Firman, Fita, Sunan, Gustin, Hany, Henni, Hilda, Dewa, Indah, Indra, Ivonne, Jesicha, Juju, Klara, Liza, Fadil, Gani, Safar, Vareza, Yogi, Megalensi, Aul, Ridhos, Irvan, Kafi, Ridho, Mutia, Nadya, Nanda, Nining, Novi, Pandi, Putri, Ocit, Putra, Pandu, Mune, Rita, Doyo, Roy, Ani, Sofyan, Sonya, Syahri, Taufik, Tazkia, Tessya, Lek Tommy, Fini, Ciul, Ulfa, Uun, Wayan, Widya, Wiwid, Winda, Zsa Zsa 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.
16. Untuk penulis sendiri Novan Adenora, terima kasih untuk do'a, usaha, ikhtiarnya, terima kasih untuk tidak menyerah walau banyak cobaan dan drama

yang harus dilewati, dan terima kasih untuk kekuatan dalam menghadapi semua kehidupan.

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, November 2021

Penulis

Novan Adenora

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Batasan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
A. Tanah.....	5
B. Landasan Teori.....	6
a. Uji yang dilakukan di Laboratorium.....	6
b. Uji Tanah yang dilakukan di Lapangan.....	15
C. Studi Literatur	17
III. METODE PENELITIAN	
A. Bahan Penelitian	21
B. Metode Pengambilan Sampel	21

C. Pelaksanaan Pengujian	22
D. Metode Analisis Data	40
E. Bagan Alir Penelitian	41

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Sampel Tanah	43
B. Uji Pemadatan Tanah Menggunakan Metode Tekan	56
C. Uji <i>Sand Cone</i>	57

V. PENUTUP

A. Kesimpulan	65
B. Saran	66

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Rangkuman Spesifikasi Uji Pemadatan Laboratorium.....	11
Tabel 4.1 Pengujian Kadar Air Tanah	44
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kadar Air Tanah.....	44
Tabel 4.3 Data Pengujian baerat Volume Tanah	45
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Uji Berat Volume Tanah	46
Tabel 4.5 Data Pegujian Berat Jenis Tanah	46
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Perhitungan Berat Jenis	47
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Batas <i>Atterberg</i> Tanah	48
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Analisa Saringan	49
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Hidrometer	50
Tabel 4.10 Diameter Butiran dan Jenis Tanah	51
Tabel 4.11 Data Pemadatan Tanah dengan Metode <i>Standard Proctor</i>	52
Tabel 4.12 Data Perhitungan Kadar Air pada Sampel Pemadatan	53
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Pengujian Pemadatan <i>Standard Proctor</i>	54
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Sampel Tanah	55
Tabel 4.15 Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air	57
Tabel 4.16 Data Pengujian <i>Sand Cone</i>	58
Tabel 4.17 Hasil Perhitungan Uji <i>Sand Cone</i> terhadap Pemadatan	

<i>Standard Proctor</i>	59
Tabel 4.18 Hasil Perhitungan Uji <i>Sand Cone</i> terhadap Pemadatan dengan Alat Uji Tekan Modifikasi	60
Tabel 4.19 Hasil Perhitungan Uji <i>Sand Cone</i> terhadap Pemadatan metode <i>Standard Proctor</i> dan dengan Alat Uji Tekan Modifikasi	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Komposisi Tanah.....	5
Gambar 2.2 Hubungan antara kepadatan (γ_d) dengan kadar air (ω).....	10
Gambar 2.3 Kondisi Tanah Sebelum dan Sesudah Dipadatkan	11
Gambar 2.4 Alat Uji Pemadatan Tanah <i>Standard Proctor</i>	13
Gambar 2.5 Kurva Hubungan Kadar Air dengan Berat Volume Kering.....	14
Gambar 3.1 Lokasi Sampel Tanah.....	21
Gambar 3.2 Alat Uji Tekan Modifikasi	38
Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian	42
Gambar 4.1 Grafik Analisa Saringan	50
Gambar 4.2 Grafik Hidrometer	51
Gambar 4.3 Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air Sampel Tanah	55
Gambar 4.4 Hubungan Grafik Tekanan dan Berat Volume Kering	56
Gambar 4.5 Grafik Nilai Derajat Kepadatan Tanah Hasil Uji <i>Sand Cone</i> terhadap Uji Pemadatan <i>Standard Proctor</i>	59
Gambar 4.6 Grafik Nilai Derajat Kepadatan Tanah Hasil Uji <i>Sand Cone</i> terhadap Uji Pemadatan dengan Alat Uji Pemadat Modifikasi	61
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Nilai Derajat Kepadatan Tanah Hasil	

Uji *Sand Cone* terhadap Uji *Standard Proctor* dan Uji Tekan

Modifikasi 62

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Upaya pemerintah Indonesia dalam rangka meningkatkan pemerataan kemakmuran dan kesejahteraan penduduk Indonesia salah satunya dengan upaya penyediaan dan pemerataan listrik diseluruh wilayah Indonesia. Penyediaan kebutuhan listrik juga dilakukan di Provinsi Lampung, mengingat kebutuhan listrik di Provinsi Lampung yang cukup besar maka pemerintah melalui PLN (Perusahaan Listrik Negara) berencana menambah gardu induk untuk mentransformasikan aliran listrik tinggi ke aliran listrik rendah maupun sebaliknya. Untuk merencanakan gardu induk yang baik, maka dibutuhkan perencanaan yang baik dan matang. Salah satunya dibutuhkan lapisan tanah yang baik untuk menopang beban di atasnya. Namun kondisi tanah asli di Provinsi Lampung yang cenderung tidak rata akan menyulitkan dalam proses konstruksi. Maka dari itu diperlukan timbunan tanah untuk mendapatkan elevasi/ketinggian tanah yang diinginkan. Timbunan tanah tersebut tentu memerlukan suatu pemadatan untuk mendapatkan tanah dengan kondisi yang stabil dan kuat dalam menopang beban yang ada di atasnya. Fungsi dari dipadatkannya tanah adalah untuk meningkatkan nilai derajat kepadatan tanah agar kekuatan tanah dapat meningkat, serta daya dukung tanah akan semakin

baik dan meminimalisir terjadinya penurunan pada tanah akibat beban yang bekerja di atasnya.

Untuk mengetahui kepadatan suatu lapisan tanah, biasanya menggunakan 2 jenis pengujian yaitu uji lapangan dan uji laboratorium. Pada pengujian tanah dilapangan dapat menggunakan uji *sand cone*, sedangkan untuk uji laboratorium dapat menggunakan uji dengan *standard proctor*. Dengan perkembangan uji di laboratorium pada saat ini dibuatlah sebuah model prototipe berupa alat tekan modifikasi yang dapat memberikan nilai pendekatan baru untuk mencari nilai berat volume kering sehingga kedepannya alat tekan modifikasi ini bisa memberikan nilai pendekatan atau acuan jika dibandingkan dengan alat yang sudah berstandar. Nilai kepadatan tanah yang diperoleh sesudah pemadatan akan berbeda-beda, tergantung dari berat volume kering dan kadar air tanah tersebut.

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan membandingkan pemadatan tanah di laboratorium dan di lapangan yaitu uji *standard proctor*, uji tekan dengan alat modifikasi dan uji *sand cone* untuk mengetahui perbandingan nilai derajat kepadatan tanah pada sampel yang ada.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas rumusan masalah yang akan dibahas adalah adanya perbedaan nilai kepadatan tanah dengan pengujian pemadatan menggunakan uji *standard proctor*, uji tekan dengan alat uji tekan modifikasi dan uji *sand cone* untuk mengetahui perbandingan nilai derajat kepadatan

tanah. Perbandingan dapat dilakukan dengan memasukkan beberapa parameter seperti kadar air, berat volume kering dan besarnya energi pada saat pemadatan menggunakan alat uji tekan modifikasi di laboratorium.

C. Batasan Masalah

Pada penelitian ini, memiliki batasan-batasan masalah agar penelitian yang dilakukan menjadi spesifik dan tidak meluas dari topik yang akan dibahas, batasan-batasan masalahnya sebagai berikut :

1. Sampel tanah yang digunakan adalah tanah yang diambil dari lokasi proyek pembuatan gardu induk Teluk Ratai di Kabupaten Pesawaran.
2. Uji karakteristik tanah yang dilakukan dilaboratorium antara lain :
 - a. Uji kadar air (*Water Content Test*). (ASTM D 2216 - 98 “*Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass*”)
 - b. Uji berat volume (*Unit Weight Test*). (ASTM D 2937 – 00 “*Standard Test Method for Density of Soil in Place by the Drive-Cylinder Method*”)
 - c. Uji berat jenis (*Specific Gravity Test*). (ASTM D 854 – 02 “*Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer*”)
 - d. Uji *atterberg* / Uji batas cair. (ASTM D 4318 – 00 “*Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils*”)
 - e. Uji analisis saringan (*Sieve Analysis Test*). (SNI 3423:2008 “Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah)

- f. Uji hidrometer (*Hydrometer Test*). (SNI 3423:2008 “Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah)
 - g. Uji pemadatan tanah *standard proctor*. (ASTM D 698 – 07e1 “*Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort*”)
 - h. Uji pemadatan dengan alat uji tekan modifikasi
3. Uji tanah yang dilakukan di lapangan berupa uji *sand cone*. (ASTM D 1556 – 00 “*Standart Test Methods for Sand Cone*”)

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan maksud dan tujuan adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanis tanah yang berasal dari lokasi proyek pembangunan gardu induk Teluk Ratai di Kabupaten Pesawaran.
2. Untuk mengetahui perbandingan nilai derajat kepadatan tanah dengan uji pemadatan tanah *standard proctor*, uji pemadatan dengan alat uji tekan modifikasi, dan uji tanah yang dilakukan di lapangan berupa uji *sand cone*.

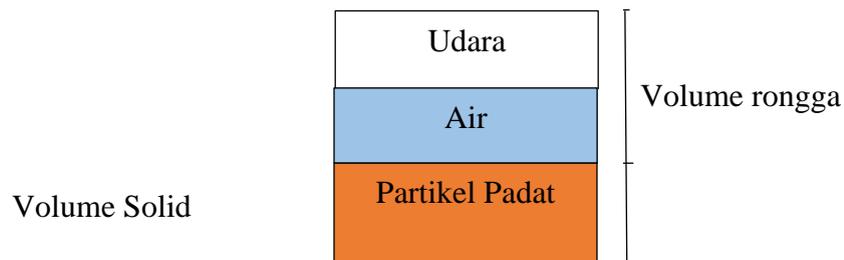
E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dengan adanya alat tekan modifikasi ini kedepannya dapat dijadikan acuan pendekatan atau pembanding dengan alat yang sudah berstandar dan dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanah

Pengertian tanah sudah sangat umum dan luas, dalam ilmu teknik sipil dapat diartikan bahwa tanah merupakan material yang terdiri dari beberapa zat alam yang terbentuk dari pelapukan. 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).



Sumber : Djatmiko, 1993

Gambar 2.1. Komposisi Tanah

Dari gambar dapat dilihat bahwa tanah merupakan campuran beberapa partikel yang tersusun. Partikel tersebut terdiri dari partikel padat, air, dan udara, dari ketiga unsur penyusun tanah tersebut yang paling berpengaruh

terhadap sifat-sifat teknis tanah adalah air dan partikel padat. Angin hanya mengisi rongga yang terdapat di dalam tanah. Jika rongga tersebut seluruhnya diisi oleh air maka tanah tersebut mencapai kondisi jenuh. Dalam kondisi jenuh jika tanah diberikan beban maka tekanan air yang pertama kali bekerja, dalam kondisi ini butiran butiran tanah lempung tidak dapat mendekat satu sama lain untuk meningkatkan gaya gesernya. Untuk mengeluarkan air dari dalam tanah, membutuhkan waktu yang lama sampai air tanah keluar maka butiran butiran tanah lempung akan mendekat sehingga kuat geser tanah meningkat

B. Landasan Teori

Pada penelitian ini dilakukan 2 jenis uji tanah, yaitu uji tanah yang dilakukan di laboratorium dan dilakukan di lapangan.

a. Uji yang Dilakukan di Laboratorium

Uji yang dilakukan di laboratorium adalah sebagai berikut :

1. Uji Kadar Air

Kadar air tanah merupakan perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah. Setiap tanah mempunyai kadar air yang berbeda-beda tergantung jenis tanah. Untuk mengetahui kadar air tanah dapat dilakukan dengan cara mengambil sampel tanah dan ditempatkan dalam kontainer lalu ditimbang (W_1), lalu sampel tersebut dioven selama 24 jam dengan temperatur $100^\circ - 105^\circ$ C. Setelah dioven didapat berat keringnya (W_2). Kemudian

kontainer kosong ditimbang untuk mendapatkan berat kontainer (W_c). Kadar air dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar air} = \frac{(W_1 - W_2)}{(W_2 - W_c)} \times 100 \% \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

W_1 = Berat kontainer + Tanah basah

W_2 = Berat kontainer + Tanah kering

W_c = Berat kontainer

2. Uji Berat Volume

Uji berat volume dilakukan untuk menentukan berat volume dari tanah basah dalam keadaan asli, yaitu perbandingan antara berat tanah dengan volume tanah. Untuk tanah asli biasanya dipakai ring yang dimasukkan kedalam tanah sampai terisi penuh, kemudian atas dan bawahnya diratakan serta ring dan tanahnya diketahui beratnya, maka berat volumenya dapat diketahui.

$$\text{Berat volume} = \frac{\text{Berat Tanah Basah}}{\text{Volume Ring}} \dots\dots\dots (2)$$

3. Uji Berat Jenis

Uji berat jenis merupakan perbandingan antara berat butiran tanah dengan berat air suling yang ditentukan dengan cara mengambil contoh tanah yang akan dicari berat jenisnya kemudian kita bersihkan. Tanah tersebut lalu dioven selama 24 jam lalu dihancurkan sampai tanah tersebut menjadi butiran tanah yang lolos saringan No. 200. Butiran yang lolos dari saringan dimasukkan kedalam piknometer sebanyak yang ditentukan lalu ditimbang. Kemudian diberi air bersih lalu

dipanaskan. Pemanasan dihentikan sampai udara didalam tanah keluar, lalu ditambahkan air suling lagi sampai 2/3 tinggi piknometer dan ditimbang. Timbang berat piknometer dengan air suling setinggi 2/3.

Berat jenis dapat diketahui dengan rumus :

$$G_s = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

W1 = Piknometer kosong

W2 = Piknometer + Tanah kering

W3 = Piknometer + Tanah + Air

W4 = Piknometer + Air

4. Uji Batas Cair

Jika tanah berbutir halus mengandung mineral dari lempung, maka tanah tersebut dapat digulung-gulung tanpa menimbulkan retakan. Sifat kohesif ini disebabkan adanya air yang terserap disekeliling permukaan dari partikel lempung. terjadi transisi dari keadaan padat ke semi padat didefinisikan sebagai batas susut (*shrinkage limits*), jika transisi terjadi dari keadaan semi padat kedalam plastis (*plastic limits*), dan dari keadaan plastis ke keadaan cair dinamakan batas cair (*liquid limits*). Batas-batas tersebut dikenal dengan nama *Atterberg Limit*. Batas plastis merupakan batas terendah dari suatu keplastisan tanah. Untuk mencari nilai batas cair digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\omega = -6,822 \ln(x) + 69,39 \dots\dots\dots(4)$$

Dimana

ω : Kadar air

x : Jumlah tumbukan

5. Uji Analisis Saringan

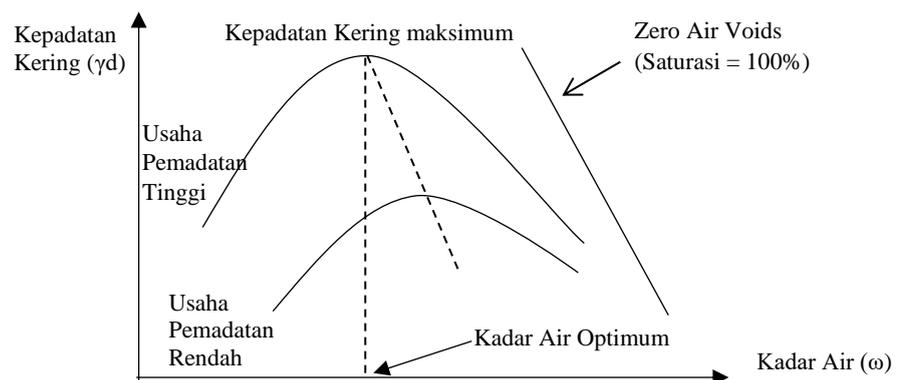
Uji analisis saringan dilakukan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan, tujuannya untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran.

6. Uji Hidrometer

Uji hidrometer didasarkan pada prinsip sedimentasi butiran tanah kedalam air bila suatu sampel tanah dilarutkan kedalam air. butiran tanah tersebut akan memiliki kecepatan untuk mengendap yang berbeda-beda tergantung pada bentuk, ukuran, serta beratnya. Alat hidrometer yang biasa digunakan adalah 151 H dan 152 H. Analisis hidrometer ini sangat efektif untuk memisahkan fraksi tanah sampai ukuran 5 milimeter.

7. Uji Pemadatan Tanah *Standard Proctor*

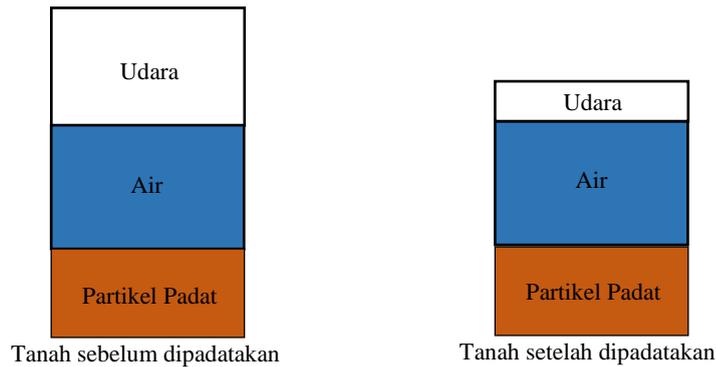
Pemadatan tanah merupakan proses naiknya kerapatan tanah dengan memperkecil jarak antar partikel sehingga terjadi reduksi volume udara. Tingkat pemadatan diukur dari berat volume kering yang dipadatkan. Bila air ditambahkan pada suatu tanah yang sedang dipadatkan, air tersebut akan berfungsi sebagai unsur pembasah atau pelumas pada partikel-partikel tanah. Karena adanya air, partikel-partikel tersebut agar lebih mudah bergerak dan bergeseran satu sama lain dengan membentuk kedudukan yang lebih rapat/padat. Besarnya kerapatan tanah, biasanya dinyatakan dalam berat isi keringnya (γ_d). Apabila tanah dipadatkan dengan adanya pemadatan yang tetap pada kadar air yang bervariasi, maka pada kadar air tertentu akan tercapai kerapatan maksimum ($\gamma_d \text{ max}$). Kadar air yang menghasilkan kerapatan maksimum disebut kadar air optimum ($\omega \text{ opt}$). Hubungan antara kerapatan (γ_d) dengan kadar air (ω) dapat dilihat digambar berikut.



Sumber : Djatmiko, 1993

Gambar 2.2. Hubungan antara kerapatan (γ_d) dengan kadar air (ω)

Kondisi tanah sebelum dipadatkan dan setelah dipadatkan dapat dilihat pada gambar 2.3.



Sumber : Budi Santosa, 1998

Gambar 2.3. 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 (γ_d max) digunakan untuk standar dalam mengontrol mutu pelaksanaan pemadatan di lapangan. Berikut rangkuman spesifikasi uji pemadatan laboratorium pada tabel 6.

Tabel 2.1. Rangkuman spesifikasi uji pemadatan laboratorium (Braja M. Das, 1995)

Penjelasan		ASTM D-698 AASHTO T-99				ASTM D-1557 AASHTO T-180			
		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	¾ in.	¾ in.	No. 4	No. 4	¾ in.	¾ in.

standard
modified

Sumber: Braja 1995

Dasar-dasar Teori Pemadatan Tanah

a. Prinsip-prinsip Pemadatan Tanah

Pada awal proses pemadatan, berat volume kering (γ_d) bertambah ketika kadar air bertambah. Pada kadar air nol ($\omega=0$), berat volume tanah basah (γ_b) sama dengan berat volume tanah kering (γ_d). Ketika kadar air berangsur-angsur ditambah (dengan usaha pemadatan yang sama), berat butiran tanah padat per volume satuan (γ_d) juga bertambah. Pada kadar air lebih besar dari kadar air tertentu, yaitu saat kadar air optimum, kenaikan kadar air justru mengurangi berat volume keringnya. Hal ini karena, air mengisi rongga pori yang sebelumnya diisi oleh butiran padat. Kadar air pada saat berat volume kering mencapai maksimum ($\gamma_{d_{maks}}$) disebut kadar air optimum (Hardiyatmo, 2002)

b. Pengujian Pemadatan Tanah *Standar Proctor*

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

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

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

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + \omega} \dots\dots\dots(5)$$

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 pemadat *standar proctor* laboratorium. Prinsip pengujiannya diterangkan dibawah ini.

Alat pemadat *standard proctor* berupa silinder (mold) yang mempunyai diameter 10,2 cm dan tinggi 11,6 cm. Tanah yang ada di dalam mold dipadatkan dengan dengan penumbuk yang beratnya 2,5 kg dengan tinggi jatuh 30,5 cm. Tanah dipadatkan dalam 3 (tiga) lapisan dengan tiap lapisan ditumbuk sebanyak 25 kali pukulan. Berikut merupakan alat uji pemadatan tanah *standar proctor* pada Gambar 4.



Gambar 2.4. Alat Uji Pemadatan Tanah *Standard Proctor*

Peralatan yang digunakan berupa cetakan diameter 101,60 mm mempunyai kapasitas $943 \text{ cm}^3 \pm 8 \text{ cm}^3$ dengan diameter dalam $101,60 \text{ mm} \pm 0,41 \text{ mm}$ dan tinggi $116,43 \text{ mm} \pm 0,13 \text{ mm}$ dan cetakan diameter 152,40 mm mempunyai kapasitas $2124 \pm 21 \text{ cm}^3$ dengan diameter dalam $152,40 \text{ mm} \pm 0,66 \text{ mm}$ dan tinggi $116,43 \text{ mm} \pm 0,13$

mm. Tanah dalam cetakan dipadatkan dengan alat penumbuk, terdapat 2 alat menumbuk yaitu:

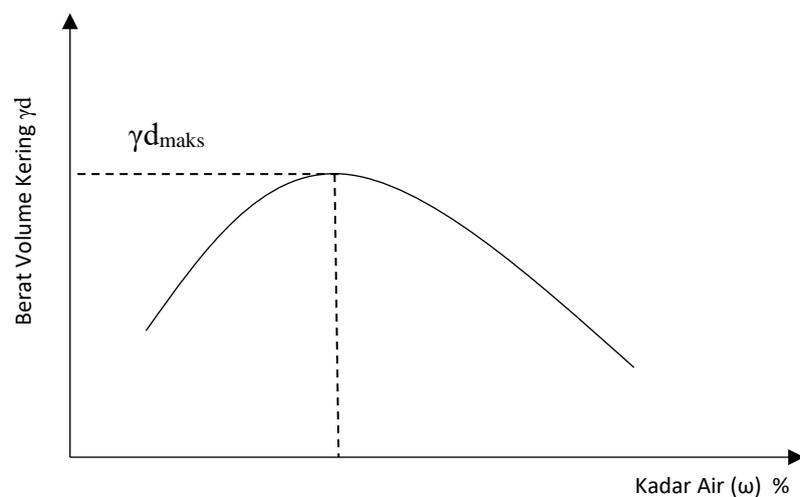
1) Alat penumbuk tangan (manual)

Dengan massa 2,5 kg dan mempunyai permukaan berbentuk bundar dan rata, diameter 101,6 mm.

Penumbuk harus dilengkapi dengan selubung yang dapat mengatur jatuh bebas setinggi 305 mm di atas permukaan tanah yang akan dipadatkan.

2) Alat penumbuk modifikasi

Dilengkapi alat pengontrol tinggi jatuh bebas 457,2 mm di atas permukaan tanah yang akan dipadatkan dan dapat menyebarkan tumbukan secara merata di atas permukaan tanah. Alat penumbuk harus mempunyai massa 4,54 kg dan mempunyai permukaan tumbuk berbentuk bundar dan rata, berdiameter 101,6 mm



Gambar 2.5. Kurva Hubungan Kadar Air dengan Berat Volume Kering (Hardiyatmo, 2002).

8. Uji Pemadatan dengan Alat Uji Tekan Modifikasi

Percobaan pemadatan tanah dilaboratorium dikenal sebagai *proctor test* yang telah distandarisasi di ASTM D-698 dan dikenal sebagai *Standard Proctor Test*. *Standard Proctor Test* ini menggunakan 25 pukulan pemadat seberat 2,5 kg yang dijatuhkan pada ketinggian 30,5 cm 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 alat uji tekan modifikasi. Alat uji tekan modifikasi ini menggunakan tekanan hidrolik manual dengan dongkrak yang dapat disesuaikan kuat tekannya.

b. Uji Tanah yang Dilakukan di Lapangan

Pada penelitian ini, uji yang dilakukan dilapangan berupa uji *sand cone*. Uji *sand cone* adalah pemeriksaan kepadatan tanah di lapangan dengan menggunakan pasir Ottawa sebagai parameter kepadatan tanah yang mempunyai sifat kering, bersih, keras, tidak memiliki bahan pengikat sehingga dapat mengalir bebas. Pasir Ottawa yang digunakan adalah lolos saringan no.10 dan tertahan di saringan no. 200. Metode ini hanya terbatas untuk lapisan atas tanah yaitu antara 10 – 15 cm. *Sand cone* digunakan untuk pemeriksaan kepadatan tanah di lapangan pada lapisan tanah atau lapisan perkerasan yang telah dipadatkan.

Nilai berat isi tanah kering (γ_d) yang diperoleh dari uji *sand cone* biasanya digunakan untuk mengevaluasi hasil pekerjaan pemadatan dilapangan yaitu perbandingan antara γ_d kerucut pasir dengan $\gamma_{d_{maks}}$ hasil pemadatan dilaboratorium. Untuk mendapat nilai kepadatan tanah kering lapangan (γW_{ds}) dan derajat kepadatan tanah (D) dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$W_{PCL} = W_{C\text{ awal}} - W_{C\text{ akhir}} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

W_{PCL} = Berat pasir dalam lubang dan corong

$W_{C\text{ awal}}$ = Berat (pasir + tabung + corong) awal

$W_{C\text{ akhir}}$ = Berat (pasir + tabung + corong) akhir

$$W_{PL} = W_{PCL} - W_C \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan :

W_{PL} = Berat pasir dalam lubang

W_C = Berat kontainer

$$V_L = \frac{W_{PL}}{W_D} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan :

V_L = Volume lubang

$$\gamma W_s = \frac{W_{SF}}{V_L} \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan :

γW_s = Berat isi tanah basah

W_{SF} = Berat tanah

$$\omega = \frac{W_{cs} - W_{ds}}{W_{ds} - W_c} \times 100 \% \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan :

- ω = Kadar air
 W_{cs} = Berat kontainer + tanah, sebelum dioven
 W_{ds} = Berat kontainer + tanah, setelah dioven

$$\gamma W_{ds} = \frac{\gamma W_s}{1 + \omega} \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan :

- γW_{ds} = Berat isi tanah kering lapangan

$$D = \frac{\gamma W_{ds}}{\gamma_{d \text{ lab}}} \times 100 \% \dots\dots\dots(12)$$

Keterangan :

- D = Derajat kepadatan tanah

C. Studi Literatur

1. Penelitian yang dilakukan oleh Ida Hadijah pada tahun 2015 tentang Analisis Kepadatan Lapangan dengan *Sand Cone* pada Kegiatan Peningkatan Struktur Jalan Tegineneng – Batas Kota Metro mendapatkan hasil sebagai berikut :

Kepadatan yang diperoleh dari hasil pengujian di lapangan dengan menggunakan alat *sand cone* didapat nilai kepadatan yaitu 101.16 %. Pada pengujian ini diperoleh berat isi tanah kering maksimum (*dry density = γ_d max*) yaitu sebesar 2.084 gram/cm³, serta dengan nilai OMC (*Optimum Moisture*) adalah 7.90 %.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Yuda Yudistira, Sulwan Permana, dan Ida Farida pada tahun 2015 tentang Analisa Kepadatan Tanah pada Timbunan di Saluran Irigasi dengan Metode Pengujian Proctor dan *Sand Cone* mendapatkan hasil sebagai berikut :

Untuk mengetahui kepadatan dari suatu tanah di lapangan secara langsung dengan membandingkan berat isi kering tanah di lapangan dengan berat isi kering tanah laboratorium. Dan mengetahui karakteristik tanah dari beberapa titik *proctor test* dan *sand cone test* yang akan diambil. Data pemadatan tanah dengan menggunakan *proctor test* dan *sand cone test* ini bisa berguna sebagai bahan acuan untuk pemadatan tanah tidak hanya pada pembangunan irigasi tapi juga bisa digunakan untuk pembangunan jalan, jembatan, bangunan gedung, dan lain sebagainya. Metode penelitian yang digunakan dalam analisis ini berdasarkan ketentuan SNI 03-2828-1992 (Metoda Pengujian Kepadatan Lapangan dengan Alat Konus Pasir) dan SNI-R-03-1742-1989 (Cara Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah) dan data penunjang lainnya. Dari hasil analisa yang dilakukan $\gamma_d \text{ maks} = 1,142 \text{ g/cm}^3$ dan kepadatan tanah maksimum (D) = 98,1 %. Massa air yang membebani tanah timbunan pada saluran irigasi yang dipadatkan yaitu 2.059 kg/detik. Tanah timbunan dengan angka kepadatan tanah lebih dari 95% dan tanah timbunan tersebut dapat menahan massa air lebih dari 2 ton/detik maka bangunan saluran irigasi tersebut berada dalam batas aman, karena tidak akan ada rembesan dan tidak akan tergerus oleh air meski dengan debit maksimal.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Supardin, Teuku Riyadhshyah, dan Risma Agustina pada tahun 2011 tentang Eksperimental Pengukuran Kepadatan *Base Course* dengan Alat *Sand Cone* dan *Nuclear Densitometer Test* dengan hasil sebagai berikut :

Hasil nilai kepadatan *sand cone* yaitu 99.60 %, dan untuk *nuclear densitometer* yaitu 100.01 %. Berat volume kering hasil *proctor* yaitu 2.6 gr/cm³, dan untuk *sand cone* yaitu 2.25 gr/cm³, sedangkan untuk *nuclear densitometer* adalah 2.41 gr/cm³. Ditunjukkan dari hasil pengujian dilapangan, maka kedua metode uji dapat digunakan dengan perbandingan bila memakai alat *sand cone* waktu yang diperlukan relatif lama dan biaya lebih murah, sedangkan untuk pengujian *nuclear densitometer* proses uji lebih cepat dan biaya lebih mahal.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Said Jalalul Akbar, Burhanuddin, dan Jufriadi pada tahun 2015 tentang Hubungan Nilai CBR dan *Sand Cone* Lapisan Pondasi Bawah Pada Perkerasan Lentur Jalan dengan hasil sebagai berikut : *Sand cone* digunakan untuk menguji kepadatan dari lapisan lapisan pondasi bawah. Metode pengambilan sampel *sand cone* yang digunakan adalah dengan cara mengambil langsung material dari lapangan yang telah dipadatkan dengan menggunakan alat uji *sand cone* kemudian dilakukan pemeriksaan di laboratorium. Berdasarkan hasil tes *Sand Cone* antara 59,88 % s.d 62,71 %.
5. Penelitian yang dilakukan oleh Erny Robianti pada tahun 2017 tentang Percobaan Pengujian Pemadatan Tanah Metode Standard Proctor dengan Alat Uji Tekan Pematik Modifikasi dengan hasil sebagai berikut :

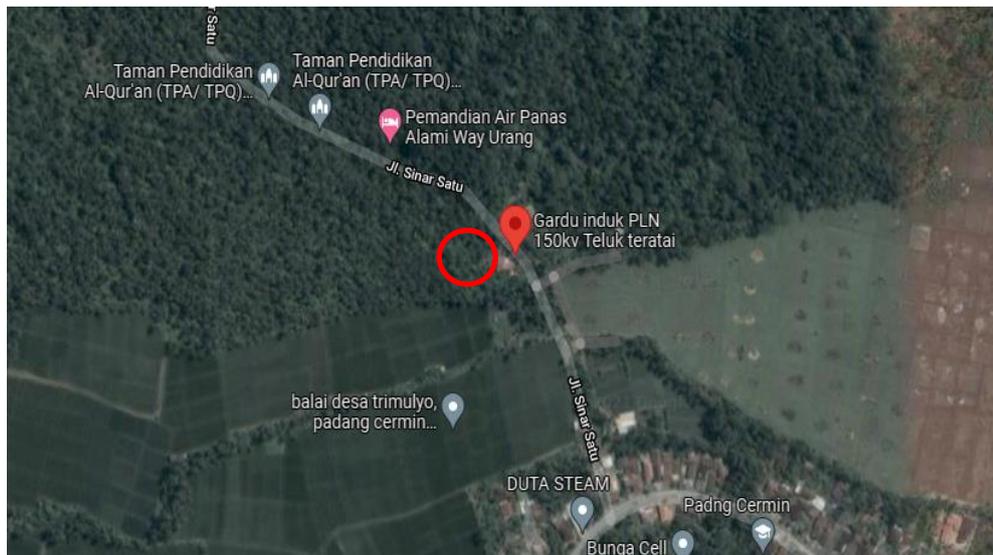
Sampel yang digunakan ada dua belas sampel untuk pengujian alat uji tekan pemadat modifikasi, dengan tekanan yang digunakan adalah 5 Mpa, 10 Mpa, 15 Mpa dan 20 Mpa. Untuk setiap tekanan dilakukan untuk tiga sampel tanah. Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa berat volume maksimum (γ_{dmaks}) sebesar $1,4 \text{ gr/cm}^3$ pada pengujian metode *standard proctor* dengan hasil pada alat uji tekan pemadat modifikasi didapat nilai tekanan sebesar 7 MPa dan tekanan pada mesin penggilas kaki kambing sebesar $6,9 \text{ N/mm}^2$.

6. Penelitian yang dilakukan oleh Yuksel Yilmas pada tahun 2016 didapat hasil yaitu dengan meningkatkan energi pemadatan dari tingkat SPE ke MPE tingkat energi, (peningkatan 4,5 kali dalam tingkat energi) kekuatan kohesi menunjukkan peningkatan sekitar 3 kali dan sudut gesekan internal menunjukkan peningkatan aproksimal 3,5 kali.

III. METODE PENELITIAN

A. Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu berupa sampel tanah yang berlokasi di Proyek Pembangunan Gardu Induk Teluk Ratai, Pesawaran.



Sumber : Google Maps

Gambar 3.1. Lokasi Sampel Tanah

B. Metode Pengambilan Sampel

Sampel tanah yang akan digunakan untuk penelitian diambil secara langsung dari lokasi Proyek Pembuatan Gardu Induk Teluk Ratai, Pesawaran. 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 apabila memenuhi persyaratan sebagai tanah timbunan maka akan dilanjutkan untuk pengujian dengan alat pemadatan tanah *standard proctor* di laboratorium dan pada alat uji tekan modifikasi.

C. Pelaksanaan Pengujian

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

1. Pengujian pada tanah asli 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 :

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

Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui kadar air tanah pada sampel tanah, yaitu perbandingan antara berat air yang terkandung dalam butiran tanah dengan butiran tanah kering yang dinyatakan dalam persen. Pengujian berdasarkan ASTM D 2216-98, dengan cara pengujian sebagai berikut :

a. Bahan :

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

b. Peralatan :

- 1) Kontainer sebanyak 3 buah.
- 2) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 3) Oven.

c. Prosedur :

- 1) Menyiapkan peralatan dan sampel tanah yang akan diuji.
- 2) Menimbang ketiga kontainer dan tandai masing-masing kontainer.
- 3) Memasukkan sampel tanah yang akan diuji kedalam kontainer.
- 4) Menimbang kontainer yang telah berisi sampel tanah.
- 5) Memasukkan kontainer ke dalam oven pada temperatur 105°C selama 24 jam.
- 6) Menimbang kontainer beserta tanah yang telah dikeringkan.

d. Perhitungan :

$$\omega = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% = \frac{W_{cs} - W_{ds}}{W_{ds} - W_c} \times 100\%$$

Keterangan :

ω = Kadar air (%)

W_w = Berat air (gram)

W_s = Berat tanah kering (gram)

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

Pengujian berat volume bertujuan untuk menentukan berat volume tanah dalam keadaan asli (*undisturbed sample*), yaitu perbandingan berat tanah dengan volume tanah. Pengujian berdasarkan ASTM D 2167, dengan prosedur pengujian sebagai berikut :

a. Bahan :

Sampel tanah *undisturbed*.

b. Peralatan :

- 1) *Ring* contoh.
- 2) Pisau perata.
- 3) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.

c. Prosedur :

- 1) Menyiapkan peralatan dan sampel tanah yang akan diuji
- 2) Menimbang *ring* contoh, lalu mengukur diameter dan tinggi permukaan samping *ring* contoh.
- 3) Mengolesi oli pada permukaan *ring* dan alat pendorong sampel secara merata agar tanah tidak melekat pada *ring*.
- 4) Mengambil sampel tanah dari tabung contoh yang telah dipersiapkan.
- 5) Memasukkan sampel tersebut pada *ring* dengan cara menekan *ring* ke sampel, hingga tanah tertekan padat pada *ring*.
- 6) Meratakan permukaan tanah dengan pisau perata.

7) Menimbang *ring* dan sampel pada timbangan dengan ketelitian 0,01 gram, kemudian mencatatnya.

d. Perhitungan :

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

Keterangan :

γ = Berat volume (gram/cm³)

W = Berat tanah (gram)

V = Volume *ring* (cm³)

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

Pengujian berat jenis bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah yang lolos saringan No. 40 (\emptyset 0,425 mm) dengan menggunakan *picnometer*. Pengujian berdasarkan ASTM D 854-02, dengan prosedur pengujian sebagai berikut :

a. Bahan :

- 1) Sampel tanah yang lolos saringan No. 40 dan telah dikeringkan sebanyak dua sampel.
- 2) Air bersih atau air suling.

b. Peralatan :

- 1) Ayakan No. 40 (\emptyset 0,425 mm).
- 2) Labu Ukur (*Picnometer*).
- 3) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 4) Tungku pemanas (*Boiler*).

c. Prosedur :

- 1) Menyiapkan benda uji secukupnya dan mengoven pada

suhu 105⁰C selama 24 jam.

- 2) Mendinginkan tanah, lalu mengayak dengan saringan No. 40 (Ø 0,425 mm).
- 3) Menimbang *picnometer* dalam keadaan kosong.
- 4) Mengambil sampel tanah sebanyak 25-30 gram dan memasukkannya ke dalam *picnometer*.
- 5) Menimbang *picnometer* yang berisi sampel tanah.
- 6) Menambahkan air suling ke dalam *picnometer* sampai terisi duapertiganya.
- 7) Memanaskan *picnometer* diatas tungku pemanas sampai butir-butir udara hilang.
- 8) Merendam *picnometer* dalam bak perendaman sampai Temperaturnya kembali normal.
- 9) Menambahkan air suling ke dalam *picnometer* sampai penuh.
- 10) Mengeringkan bagian luar *picnometer*, menimbang dan mencatat hasilnya.
- 11) Membersihkan *picnometer* yang telah digunakan, lalu isi dengan air suling dan ditimbang.

d. Perhitungan :

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

Keterangan :

W_s = Berat sampel tanah (gram)

W_{w1} = Berat air mula-mula (gram)

Ww2 = Berat air setelah dipanaskan (gram)

4) Pengujian Batas Cair (*Liquid Limit Test*)

Pengujian batas cair bertujuan untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batasan antara keadaan cair dan keadaan plastis, sesuai ketentuan yang ditentukan oleh *Atterberg*. Pengujian berdasarkan ASTM D 4318, dengan prosedur pengujian sebagai berikut :

a. Bahan :

- 1) Sampel tanah yang telah dikeringkan.
- 2) Air bersih atau air suling.

b. Peralatan :

- 1) Alat Batas Cair (Mangkuk *Cassagrande*).
- 2) Alat Pembuat Alur (*Grooving tool*).
- 3) Spatula.
- 4) Oven.
- 5) Kontainer.
- 6) Wadah atau Gayung.
- 7) Ayakan No. 40 (\emptyset 0,425 mm).
- 8) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.

c. Prosedur :

- 1) Mengayak sampel tanah menggunakan saringan No. 40.
- 2) Mengatur tinggi jatuh mangkuk casagrande setinggi 10 mm.

- 3) Mengambil sampel tanah sebanyak 150 gram, kemudian diberi air dan aduk hingga merata, kemudian dimasukkan ke dalam mangkuk *cassagrande* dan meratakan permukaan adonan sehingga sejajar dengan alas.
- 4) Membuat alur tepat ditengah-tengah dengan membagi benda uji dalam mangkuk *cassagrande* tersebut dengan menggunakan *grooving tool*.
- 5) Memutar tuas pemutar sampai kedua sisi tanah bertemu sepanjang 13 mm sambil menghitung jumlah ketukan dengan jumlah ketukan harus berada diantara 10–40 kali.
- 6) Mengambil sebagian benda uji dibagian 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.

5) Pengujian Batas Plastis (*Plastic Limit Test*)

Pengujian batas plastis bertujuan untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batasan antara keadaan plastis dan keadaan semi padat, sesuai ketentuan yang ditentukan oleh *Atterberg*. Pengujian berdasarkan ASTM D 4318, dan prosedur pengujian sebagai berikut :

a. Bahan :

- 1) Sampel tanah sebanyak 20 gram.
- 2) Air bersih atau air suling.

b. Peralatan :

- 1) Kontainer.
- 2) Plat kaca.
- 3) Spatula.
- 4) Oven.
- 5) Ayakan No. 40 (\emptyset 0,425 mm).
- 6). Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.

c. Prosedur :

- 1) Mengayak sampel tanah dengan saringan No. 40.
 - 2) Mengambil sampel tanah sebanyak 20 gram dan campurkan dengan air suling sampai massa menjadi cukup plastis untuk dibentuk menjadi bola.
 - 3) Mengambil sampel tanah kira-kira 1,5-2 gram, kemudian menggeleng sampel tersebut dengan kecepatan 80-90 gelengan per menit di atas plat kaca hingga mencapai diameter 3 mm dan terjadi retakan.
 - 4) Mengumpulkan bagian-bagian tanah yang retak dan memasukkannya ke dalam kontainer, kemudian ditimbang.
 - 5) Menentukan kadar air benda uji.
- 6) Pengujian Analisis Saringan (*Sieve Analysis Test*)
- Pengujian analisis saringan bertujuan untuk mengetahui persentase ukuran butiran tanah dan susunan butiran tanah (gradasi) dari suatu jenis tanah yang tertahan di atas saringan No. 200 (\emptyset 0,075 mm).

Pengujian berdasarkan ASTM D 422 dan SNI 3423 2008, dengan prosedur pengujian sebagai berikut :

a. Bahan :

- 1) Sampel tanah yang telah dioven sebanyak 500 gram.
- 2) Air bersih atau air suling sebanyak 1500 cc.

b. Peralatan :

- 1). Satu set saringan (*Sieve*).
- 2). Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 3). Mesin penggetar (*Sieve shaker*).
- 4). Oven.

c. Prosedur :

- 1) Mengambil sampel tanah sebanyak 500 gram dan memeriksa kadar airnya.
- 2) Meletakkan susunan saringan di atas mesin penggetar dan memasukkan sampel tanah pada susunan yang paling atas kemudian menutup rapat.
- 3) Mengencangkan penjepit mesin dan menghidupkan mesin penggetar selama ± 15 menit.
- 4) Menimbang masing-masing saringan beserta sampel tanah yang tertahan di atasnya.

d. Perhitungan :

$$\% \text{ Wtertahan} = \frac{\text{Wtertahan}}{\text{Wtot}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Lolos} = 100 - \% \text{ kumulatif tertahan}$$

7) 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 (\varnothing 0,075 mm). Pengujian berdasarkan SNI 3423 2008, dengan prosedur pengujian sebagai berikut :

a. Bahan :

- 1) Sampel tanah lolos saringan No. 200 sebanyak 50 gram.
- 2) Air bersih atau air suling.
- 3). Reagent (Na_2SiO_3).

b. Peralatan :

- 1) ASTM *soil hydrometer* (151 H).
- 2) Kontainer.
- 3) Termometer.
- 4) Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram.
- 5) Gelas silinder dengan kapasitas 1000 cc sebanyak 2 buah.
- 6) Cawan porselen (*mortar*).
- 7) Alat pengaduk suspensi.
- 8) *Stopwatch*.
- 9) *Mixer*.

b. Prosedur :

- 1) Mengayak sampel tanah menggunakan saringan No. 10 dan mengambilnya sebanyak 50 gram.
- 2) Menaruh sampel tanah ke dalam kontainer, menuangkan 125 cc larutan air dan reagent sebanyak 5 gram. Aduk hingga semua bahan tercampur.

- 3) Melakukan pemeraman tanah yang sudah tercampur selama 16 jam.
- 4) Menuangkan campuran ke dalam alat pencampur (*mixer*) dan mengaduk selama 15 menit.
- 5) Memindahkan campuran ke gelas ukur silinder, kemudian tambahkan air sehingga mencapai volume 1000 cm³.
- 6) Menutup dan mengocok gelas ukur secara bolak-balik sekitar 60 kali.
- 7) Melakukan pembacaan hidrometer pada T=2; T=5; T=15; T=30; T=60; T=250 dan T=1440.
- 8) Melakukan pembacaan suhu menggunakan termometer.
- 9) Menyediakan gelas ukur kedua yang hanya berisi air dan reagent.
- 10) Mengulangi prosedur (5), (6), dan (8) untuk gelas ukur silinder kedua.
- 11) Melakukan pembacaan hidrometer pada gelas ukur kedua.

d. Perhitungan :

$$d = K \sqrt{\frac{L}{T}}$$

$$P = \frac{R_{cp} \times a}{W} \times 100$$

Keterangan :

d = Diameter butiran tanah (mm)

K = Konstanta (tabel 6 SNI 3423 2008)

L = Kedalaman efektif (mm)

T = Interval waktu (detik)

P = Persentase sisa tanah yang terurai (%)

Rcp = Koreksi pembacaan hidrometer

a = Konstanta (tabel 4 SNI 3423 2008)

W = Berat tanah (gram)

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 *Standard Proctor Method*

Pengujian pemadatan tanah *Standard Proctor Method* bertujuan untuk menentukan kepadatan maksimum suatu jenis tanah melalui cara tumbukan. Dari hasil uji didapatkan nilai berat volume kering maksimum (γ_{dmax}) dan kadar air optimum (w_{opt}). Pengujian berdasarkan ASTM D 698, dengan prosedur pengujian sebagai berikut :

a. Bahan :

- 1) Sampel tanah (*disturbed sample*).
- 2) Air bersih.

b. Peralatan :

- 1) Satu set *mold*.
- 2) *Hammer* berat 2,5 kg.
- 3) Pan segiempat.
- 4) Sendok pengaduk.

- 5) Palu karet.
- 6) Gelas ukur 1000 cc.
- 7) Pisau perata.
- 8) Saringan No. 4 (\varnothing 4,75 mm).
- 9) Oven.
- 10) Timbangan kapasitas 1 kg dan 20 kg.
- 11) Kontainer.
- 12) *Extruder*.
- 13) Oli.

c. Prosedur :

- 1) Menghamparkan sampel tanah hingga kering.
- 2) Mengayak tanah dengan saringan No.4
- 3) Menimbang dan mengukur diameter serta tinggi *mold*.
- 4) Mengambil sampel tanah sebanyak 12,5 kg yang lolos saringan No.4, kemudian dibagi menjadi 5 bagian, masing- masing 2,5 kg.
- 5) Mengambil sebagian butiran tanah yang mewakili sampel untuk menentukan kadar air awal.
- 6) Mengambil sampel tanah sebesar 2,5 kg dan menambahkan air sedikit demi sedikit sambil diaduk sampai merata. Apabila campuran telah merata, tanah tidak hancur dan lengket ketika dikepalkan oleh tangan.
- 7) Mendapatkan berapa cc air yang ditambahkan untuk setiap 2,5 kg tanah, penambahan dan pengurangan air dengan selisih 3%.

- 8) Mengolesi bagian dalam *mold* dengan oli hingga merata.
- 9) Membagi tanah kedalam 3 bagian, lalu masukkan bagian pertama kedalam *mold* dan tumbuk menggunakan *hammer* sebanyak 25 kali sampai merata. Dengan cara yang sama dilakukan untuk bagian kedua dan seterusnya.
- 10) Menimbang *mold* yang berisi sampel tanah yang telah dipadatkan.
- 11) Mengulangi prosedur (8) dan (9) untuk keempat sampel tanah berikutnya.
- 12) Mengeluarkan sampel tanah dari *mold* menggunakan *extruder*.
- 13) Mengambil dan menimbang sebagian sampel tanah hasil percobaan untuk uji kadar air. Kemudian masukkan ke dalam oven selama 24 jam.

Dari hasil uji *standard proctor* didapatkan nilai berat volume kering maksimum (γ_{dmax}) dan kadar air optimum (W_{opt}).

b. Pengujian Pemadatan Tanah dengan Alat Uji Tekan Modifikasi

Alat uji tekan modifikasi berfungsi untuk memadatkan tanah dengan metode tekan. Alat uji tekan modifikasi dibuat dengan memodifikasi sebuah dongkrak yang memiliki kuat tekan yang tinggi dan dipasang *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.

a. Prosedur pengujian sebagai berikut :

Bahan :

- 1) Sampel tanah (*disturbed sample*).
- 2) Air bersih.
- 3) Oli.

Peralatan :

- 1) Satu set *mold*.
- 2) *Hammer* seberat 2,5 kg.
- 3) Pan persegi.
- 4) Sendok pengaduk.
- 5) Oli.
- 6) Kuas.
- 7) Palu karet.
- 8) Pisau perata.
- 9) Gelas ukur 1000 cc.
- 10) Timbangan (kapasitas 1 kg dan 20 kg).
- 11) Kontainer.
- 12) Saringan No.4 (\emptyset 4,75 mm).
- 13) Kantong plastik
- 14) Alat Uji Tekan Modifikasi.
- 15) Oven.
- 16) Kain lap.

Prosedur :

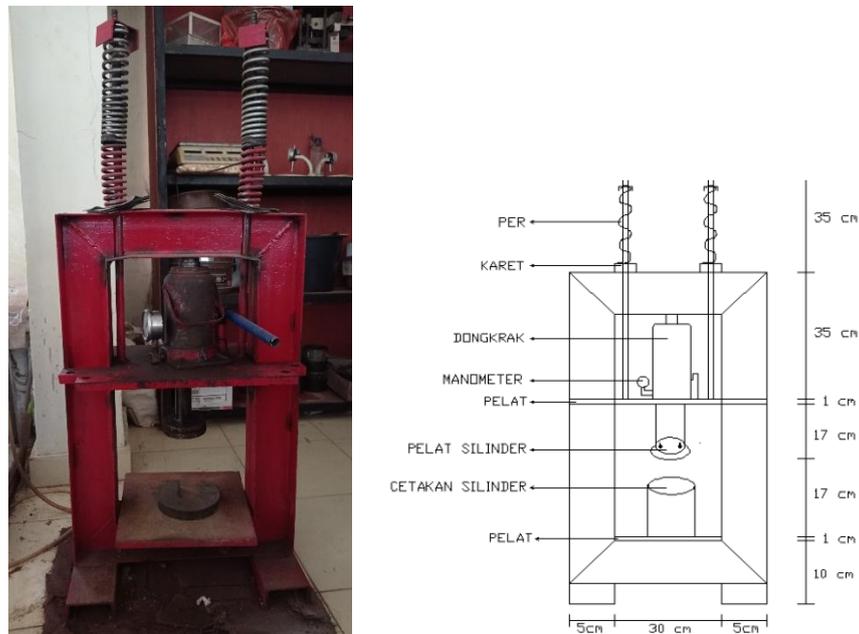
- 1) Tanah yang sudah diambil dari lokasi dijemur hingga kering.

- 2) Mengayak tanah menggunakan saringan No. 4
- 3) Mengambil sampel tanah yang telah lolos saringan sebanyak 15 kg dan membaginya menjadi 6 bagian, masing-masing bagian seberat 2,5 kg.
- 4) Mengambil sampel tanah seberat 2,5 kg kemudian tambahkan air sedikit demi sedikit sambil diaduk hingga merata dengan jumlah air yang digunakan sesuai dengan kadar air optimum yang didapatkan dari pengujian pemadatan tumbukan.
- 5) Memasukkan sampel tanah kedalam kantong plastik dan diamkan selam 24 jam, agar tanah dan air tercampur dengan merata.
- 6) Memasang satu set *mold*, mengambil sampel tanah dari dalam plastik kemudian masukkan sampel tanah kedalam *mold* dan bagi tanah menjadi 3 bagian.
- 7) Masukkan bagian pertama sampel tanah ke dalam *mold*, kemudian sampel ditekan dengan tekanan 5 MPa, dilanjutkan bagian kedua dan ketiga.
- 8) Melepaskan *collar* kemudian meratakan tanah menggunakan pisau perata.
- 9) Menimbang *mold* beserta tanah,
- 10) Mengeluarkan sampel tanah dari *mold* menggunakan *extruder*.

11) Mengambil dan menimbang sebagian sampel tanah untuk percobaan uji kadar air. Kemudian masukkan ke dalam oven selama 24 jam

12) Mengulangi prosedur-prosedur diatas untuk sampel selanjutnya untuk tekanan 10 MPa dan 15 MPa.

Dari hasil uji dengan alat tekan modifikasi didapatkan nilai berat volume kering maksimum (γ_{dmax}) dan kadar air optimum (W_{opt}).



Gambar 3.2. Alat uji Tekan Modifikasi

c. Uji *sand cone*

Sand cone test adalah pemeriksaan kepadatan tanah di lapangan dengan menggunakan pasir Ottawa sebagai parameter kepadatan. Nilai berat isi tanah kering yang diperoleh dari uji *sand cone* biasanya digunakan untuk

mengevaluasi hasil pekerjaan pemadatan dilapangan yaitu perbandingan antara γ_d (kerucut pasir) dengan $\gamma_{d_{maks}}$ hasil pemadatan dilaboratorium.

Prosedur penujian *sand cone* sebagai berikut :

a. Bahan

1. Pasir Ottawa.

b. Peralatan

1. Kerucut pasir (*sand cone*).
2. Keran.
3. Tabung (*plastic sand*).
4. Timbangan kapasitas 15 kg dengan ketelitian 0,1 gram.
5. Timbangan kapasitas 1 kg dengan ketelitian 0,01 gram.
6. Plastik penggali.
7. Kontainer.
8. Mistar ukur.
9. Paku.
10. Kuas.
11. Palu.
12. Pahat.
13. Plat segi empat (*field density plat*).
14. Pan segi empat.
15. Oven.

c. Prosedur :

1. Meratakan dan membersihkan permukaan tanah yang akan diuji.

2. Meletakkan plat segi empat pada permukaan tanah yang akan diuji.
3. Memaku setiap ujung plat agar tidak terjadi pergeseran.
4. Membuat lubang bulat sesuai diameter plat dengan kedalaman 10 cm.
5. Menimban tanah bekas galian lubang, dan mengambil sedikit untuk pengujian kadar air.
6. Mengisi tabung (*plastik sand*) melalui corong dengan membuka keran, dan diisi dengan pasir Ottawa sampai penuh.
7. Menimbang tabung + corong + pasir.
8. Memasang tabung dengan membalikkannya pada plat yang dilubangi.
9. Membuka keran agar pasir mengalir turun.
10. Menimbang tabung + corong + sisa pasir.
11. Mengambil kembali pasir yang ada didalam lubang sampai bersih dan memasukkan kembali kedalam kaleng plastik.
12. Menimbang tanah sebelum dan sesudah dioven

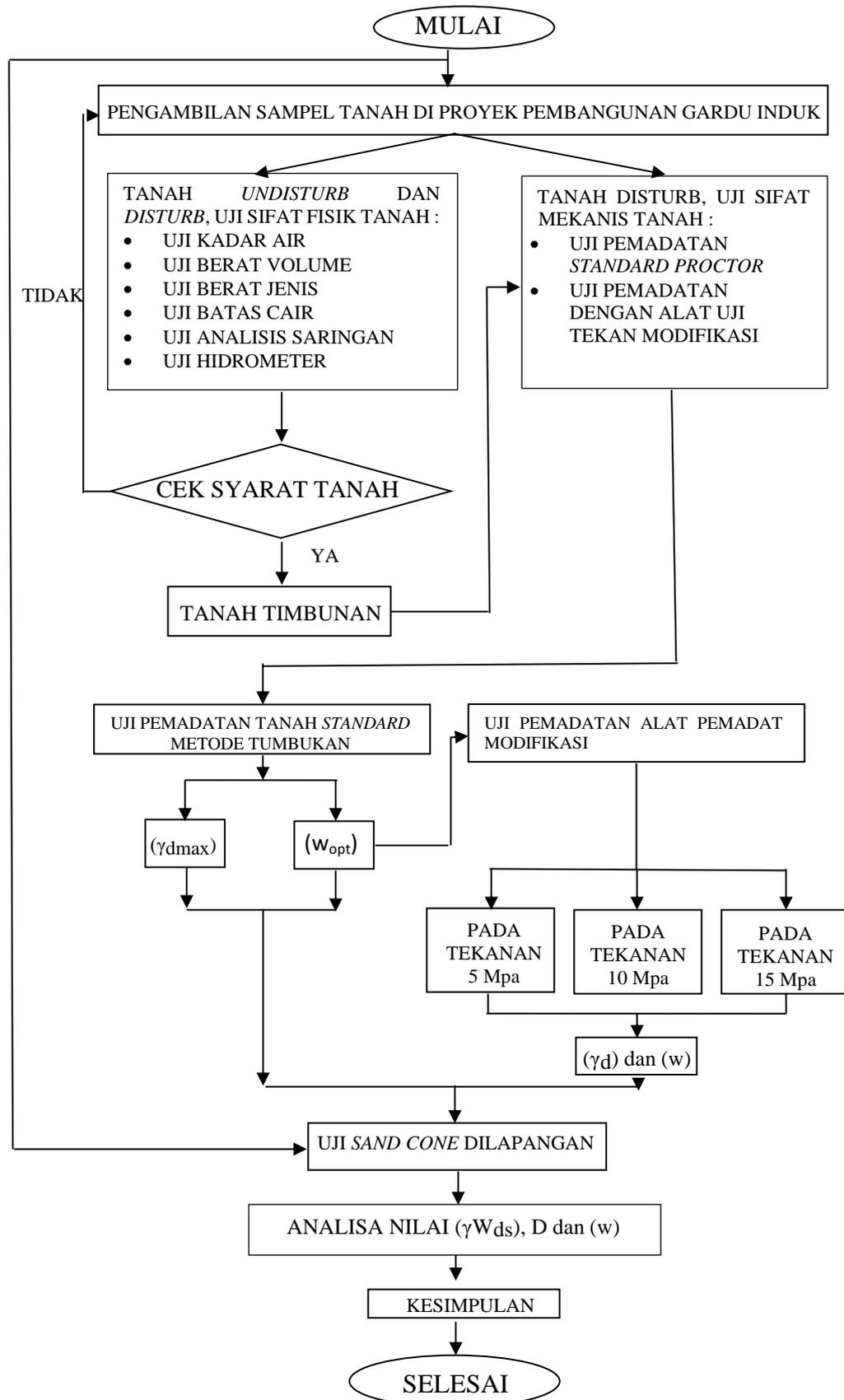
D. Metode Analisis Data

Analisis yang dilakukan adalah menghitung dan membandingkan hasil uji fisik pada sampel tanah timbunan sesuai standar tanah timbunan. Jika tanah timbunan belum memenuhi standar tanah timbunan maka dilakukan uji fisik kembali dan jika tanah sudah memenuhi standar tanah timbunan maka dilakukan uji mekanis berupa uji pemadatan tanah *standar proctor* dan uji pemadatan tanah dengan alat tekan modifikasi. Dari hasil pengujian pemadatan

didapat nilai kadar air optimum yang digunakan untuk menguji pemadatan dengan alat uji tekan modifikasi. Dari uji pemadatan dengan alat tekan modifikasi didapat berat volume kering maksimumnya ($\gamma_{d_{maks}}$) yang kemudian dipakai untuk membandingkan dengan nilai berat isi tanah kering lapangan (γ_{Wds}) dan didapatkan nilai derajat kepadatan tanah (D).

E. Bagan Alir Penelitian

Semua proses dan hasil yang didapat dari penelitian akan ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik hubungan serta penjelasan penjelasan serta tahapan studi penelitian yang dilakukan akan disajikan dalam bentuk bagan alir sebagai berikut :



Gambar 3.3. Bagan Alir Penelitian

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium tanah Universitas Lampung dan di lokasi proyek pembangunan gardu induk Teluk Ratai didapatkan kesimpulan seperti berikut ini :

1. Hasil uji sifat fisik tanah yang diambil dari lokasi proyek pembuatan gardu induk Way Ratai kabupaten Pesawaran berdasarkan SNI 3423 2008 dan sistem klasifikasi USCS tanah ini berjenis pasir dengan gradasi buruk. Pada uji pemadatan dengan metode *standard proctor* didapat berat volume kering maksimum sebesar $1,42 \text{ gr/cm}^3$ dan nilai kadar air optimum sebesar 25,80 %. Sifat mekanis tanah yang dilakukan yaitu uji pemadatan tanah menggunakan metode tekan didapat berat volume kering terbesar pada tekanan 15 MPa yaitu sebesar $1,58 \text{ gr/cm}^3$, dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar nilai tekanan maka semakin rapat kepadatannya.
2. Hasil perhitungan derajat kepadatan tanah berdasarkan berat volume kering dari perhitungan pemadatan *standard proctor*, pemadatan menggunakan alat pemadat modifikasi dan uji *sand cone* dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai berat volume kering di lapangan, maka nilai derajat kepadatan tanahnya juga semakin besar, dan jika nilai berat volume kering di laboratorium semakin besar maka nilai derajat kepadatan tanahnya

semakin kecil. Dan nilai derajat kepadatan tanah dari uji *standard proctor* dan uji menggunakan alat tekan modifikasi terdapat perbedaan antara 7,78 % sampai 10,2 %.

B. Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian lanjutan menggunakan sampel tanah dengan karakteristik dan metode yang berbeda.
2. Untuk para mahasiswa sebaiknya membereskan laborartorium dan meletakkan kembali alat-alat ke tempat sebelumnya setelah selesai melakukan pengujian.
3. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya mahasiswa menyimpan sampel yang sudah dikeringkan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Said Jalalu, Burhanuddin, Jufriadi. 2015. *Hubungan Nilai CBR dan Sand Cone Lapisan Pondasi Bawah pada Perkerasan Lentur Jalan*. Teras Jurnal, ISSN 2088-0561 Vol. 5, No. 1.
- ASTM.1998. D 2216 – 98 “*Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass*”. Amerika Serikat.
- ASTM. 2000. D 1556 – 00 “*Standard Test Methods for Sand-Cone*”. Amerika Serikat.
- ASTM. 2000. D 2937 – 00 “*Standard Test Method for Density of Soil in Place by the Drive-Cylinder Method*”. Amerika Serikat.
- ASTM. 2000. D 4318 – 00 “*Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils*”. Amerika Serikat.
- ASTM. 2002. D 421 – 85 “*Standard Practice for Dry Preparation of Soil Samples for Particle-Size Analysis and Determination of Soil Constants*”. Amerika Serikat.
- ASTM.2002. D 422 – 63 “*Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils*”. Amerika Serikat.
- ASTM. 2002. D 854 – 02 “*Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer*”. Amerika Serikat.
- ASTM. 2007. D 698 – 07 “*Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort*”. Amerika Serikat.
- 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, 1995, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid I, Erlangga, Jakarta.
- Hadijah, Ida. 2015. “*Analisis Kepadatan Lapangan dengan Sand Cone pada Kegiatan Peningkatan Struktur Jalan Tegineneng –Batas Kota Metro*”. Tapak, ISSN 2089-2098 Vol. 4 No. 2.

- Hardiyatmo, H.C. 2002. "*Mekanika Tanah I*". Jakarta. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Muda, A. 2016. "*Model Pendekatan Alat Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah diLaboratorium*". Banjarmasin. Jurnal Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat.
- Robianti, Erny. 2017. "*Percobaan Pengujian Pematatan Tanah Metode Standard Proctor dengan Alat Uji Tekan Pemadat Modifikasi*". Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Santosa, Budi. 1998. "*Dasar Mekanika Tanah*". Gunadarma. Jakarta.
- SNI. 2008. 3423:2008 "*Cara uji analisis ukuran butir tanah*". Badan Standardisasi Nasional.
- Soedarmo, Djatmiko. 1993. "*Mekanika Tanah I*". Kanisius. Malang.
- Supardin, Teuku Riyadhhyah, Risma Agustina. 2011. Eksperimental pengukuran kepadatan Base Course dengan Alat Sand Cone dan Nuclear Densitometer Test. Jurnal Portal, ISSN 2085-7454, Volume 3 No. 1, halaman: 9
- Universitas Lampung. 2016. *Format Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. Bandar Lampung. UPT Percetakan Universitas Lampung.
- Yilmaz, Y., Kheirjouy, A.B., dan Akgungor, A.P., 2016. *Investigation of the effect of different saturation methods on the undrained shear strength of a clayey soil compacted with standard and modified proctor energies*. Periodica Polytechnica Civil Engineering, 60 (3), 323–329.
- Yudistira, Yuda, Sulwan Permana, Ida Farida. 2015. *Analisis Kepadatan Tanah pada Timbunan di Saluran Irigasi dengan Metode Pengujian Proctor dan Sand Cone*. ISSN : 2302-7312 Vol. 13 No. 1.