

Perbandingan Nilai Derajat Kepadatan Tanah Metode *Standard Proctor* dengan Alat Uji Tekan Modifikasi dan Uji *Sand Cone* di Lapangan

Novan Adenora¹⁾
Lusmeilia Afriani²⁾
Iswan³⁾
Andius Dasa Putra⁴⁾

Abstract

Technological developments in compaction testing inspired the Civil Engineering University of Lampung to prototype a modification press test tool that could be adjusted to its pressure. How it works with this tool is to use the optimum moisture content value obtained through the standard proctor compaction test. With the value of the water content is then used to test samples with different pressures, namely 5 Mpa, 10 Mpa, and 15 Mpa.

The research was conducted with the aim of comparing the compaction test of the standard Proctor method, and the compaction test with a modified press tool and sand cone test on the ground to get a density degree value. In the compaction test with the standard proctor method obtained a maximum dry volume weight of 1.42 gr / cm³ and an optimum moisture content value of 24.05%. Soil compaction test using the press method obtained the largest dry volume weight at a pressure of 15 Mpa which is 1.58 gr / cm³. And from the sand cone test obtained the value of the degree of soil density from the standard proctor test and test using a modified press tool there is a difference between 7.78% to 10.2%.

Keywords: compaction of standard proctor, compaction with modify press tool, sand cone.

Abstrak

Perkembangan teknologi dalam pengujian pemadatan menginspirasi Teknik Sipil Universitas Lampung untuk membuat prototipe alat uji tekan modifikasi yang dapat diatur tekanannya. Cara kerja dengan alat ini yaitu dengan menggunakan nilai kadar air optimum yang didapatkan melalui uji pemadatan *standard proctor*. Dengan nilai kadar air tersebut lalu digunakan untuk menguji sampel dengan tekanan yang berbeda yaitu 5 Mpa, 10 Mpa, dan 15 Mpa.

Penelitian dilakukan dengan tujuan untuk membandingkan uji pemadatan metode *standard Proctor*, dan uji pemadatan dengan alat tekan modifikasi serta uji *sand cone* di lapangan untuk mendapatkan nilai derajat kepadatan. Pada uji pemadatan dengan metode *standard proctor* didapat berat volume kering maksimum sebesar 1,42 gr/cm³ dan nilai kadar air optimum sebesar 24,05 %. Uji pemadatan tanah menggunakan metode tekan didapat berat volume kering terbesar pada tekanan 15 Mpa yaitu sebesar 1,58 gr/cm³. Dan dari uji *sand cone* didapat nilai derajat kepadatan tanah dari uji *standard proctor* dan uji menggunakan alat tekan modifikasi terdapat perbedaan antara 7,78 % sampai 10,2 %.

Kata kunci : pemadatan *standard proctor*, pemadatan dengan alat tekan modifikasi, *sand cone*.

¹⁾ Mahasiswa S1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
Surel: novanadenora17@gmail.com

²⁾ Dosen pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro No.1 . Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

³⁾ Dosen pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro no. 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

⁴⁾ Dosen pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro no. 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

I. PENDAHULUAN

Untuk pembangunan 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.

Untuk mengetahui kepadatan suatu lapisan tanah, biasanya menggunakan 2 jenis pengujian yaitu uji lapangan dan uji laboratorium. Pada pengujian tanah di lapangan 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.

II. TINJAUAN PUSTAKA

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).

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 kepadatan 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 kepadatan maksimum (γ_d maks). Kadar air yang menghasilkan kepadatan maksimum disebut kadar air optimum (γ_w opt). 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.

Pada awal proses pemadatan, berat volume kering (γ_d) bertambah ketika kadar air bertambah. Pada kadar air nol ($w=0$), 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 (γ_{dmak}) disebut kadar air optimum (Hardiyatmo, 2002). 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 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. (ASTM D 698 – 07, 2007)

Pada saat ini dengan berkembangnya peralatan pemadatan di lapangan maka di laboratorium terdapat alat uji tekan modifikasi. Alat uji tekan modifikasi ini menggunakan tekanan hidrolik manual dengan dongkrak yang dapat disesuaikan kuat tekannya. Cara kerja dengan alat ini yaitu dengan menggunakan nilai kadar air optimum yang didapatkan melalui uji pemadatan *standard proctor*. Dengan nilai kadar air tersebut lalu digunakan untuk menguji sampel dengan tekanan yang berbeda yaitu 5 Mpa, 10 Mpa, dan 15 Mpa. Dari uji pemadatan dengan alat modifikasi ini akan didapat nilai berat volume kering. 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. (Yilmaz *et al.*, 2016)

Sand cone merupakan alat uji yang bertujuan untuk menguji derajat kepadatan lapangan tanah yang dilakukan dengan cara menggali lubang lalu mengisinya dengan pasir yang sudah diketahui berat isinya. Derajat kepadatan lapangan didefinisikan sebagai perbandingan antar berat volume kering tanah di lapangan dengan berat volume kering tanah di laboratorium yang dinyatakan dalam persen. Percobaan ini biasanya dilakukan untuk mengevaluasi hasil pekerjaan pemadatan di lapangan yang dinyatakan dalam derajat pemadatan yaitu perbandingan antara γ_d lapangan dengan γ_d maksimum hasil percobaan pemadatan di laboratorium dalam persentase lapangan (ASTM D 1556 – 00, 2000)

III. METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel tanah dilakukan secara langsung, sampel tanah yang berasal dari Kecamatan Teluk Ratai Kabupaten Pesawaran. Sampel tanah yang diambil adalah sampel tanah tidak terganggu (*undisturb*) dan sampel tanah terganggu (*disturbed*)



Gambar 1. Lokasi Peta Penelitian

Pengambilan sampel tanah dilakukan di lokasi Poroyek Gardu Induk Teluk Ratai, Pesawaran. Sampel diambil pada tiga titik berbeda dengan jarak antar titik 10 m. ada 2 jenis tanah yang diambil pada saat pengujian, yaitu tanah terganggu dan tanah tidak terganggu. Untuk pengambilan sampel tanah tidak terganggu, digunakan tabung sampel lalu ditekan kedalam tanah sampai tabung penuh. Sampel tanah tidak terganggu digunakan untuk pengujian kadar air, berat jenis dan berat volume. Sementara untuk pengambilan sampel tanah terganggu, dilakukan dengan mencangkul tanah dan memasukkannya kedalam karung. Sampel tanah terganggu digunakan untuk pengujian batas *atterberg*, analisis saringan, analisis hidrometer, dan uji pemadatan tanah baik uji metode standard proctor maupun uji dengan alat uji tekan modifikasi.

Untuk uji *sand cone* dilakukan disebelah pengambilan sampel tanah tidak terganggu dengan cara pengujian *sand cone* terlebih dahulu lalu pengambilan sampel tanah. Untuk pengolahan data dilakukan dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel untuk mendapatkan nilai kadar air optimum dan berat volume kering laboratorium ($\gamma_{d_{maks}}$) pada uji pemadatan *standard proctor*. Kemudian nilai kadar air optimum tersebut dipakai untuk menambahkan air pada sampel tanah pada pengujian pemadatan dengan alat uji tekan modifikasi sehingga didapat nilai berat volume kering dari masing-masing uji baik uji dengan metode *standard proctor* maupun uji dengan alat pemadat modifikasi. Nilai berat volume kering laboratorium ($\gamma_{d_{makslab}}$) ini kemudian dibandingkan dengan nilai berat volume kering lapangan ($\gamma_{d_{makslap}}$) yang didapat dari uji *sand cone* sehingga didapat nilai derajat kepadatan tanah (D).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Fisik

Tanah yang digunakan adalah tanah tak terganggu (*undisturbed*) dan tanah terganggu (*disturbed*) yang meliputi lima tahap pengujian sebelum pengecekan klasifikasi tanah. Lima pengujian itu yaitu pengujian kadar air, uji berat volume, uji berat jenis, dan uji batas *Atterberg*. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

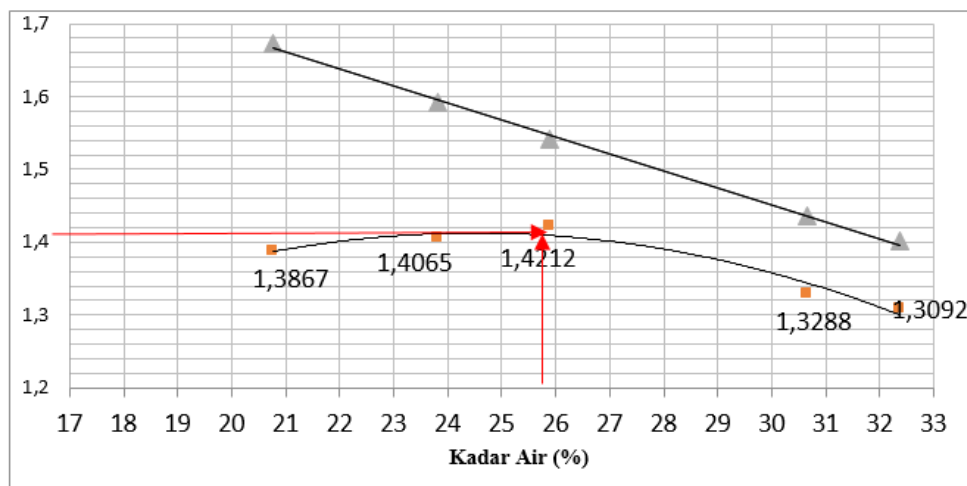
Tabel 1. Data Hasil Pengujian Sifat Fisik Sampel Tanah

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
1	Kadar air (%)	29,67%
2	Berat Volume (g)	1,94 gr/cm ³
3	Berat Jenis (Gs)	2,57
4	Batas <i>Atterberg</i> :	
	a. Batas Cair (LL)	48,01%
	b. Batas Plastis (PL)	30,08%
	c. Indeks Plastisitas (PI)	17,93%
5	Analisa Saringan	
	a. Lolos saringan no.4	79,38%
	b. Lolos saringan no.200	0,77%
6	Hidrometer	0,002 – 2 mm (Tanah Pasir Berlanau)

Setelah melihat hasil dari pengujian sifat fisik seperti yang ditampilkan pada Tabel 1, dapat diidentifikasi dan mengklasifikasikan tanah berdasarkan golongannya. menurut *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) dengan data hasil uji batas *Atterberg* yang didapat yaitu batas cair (LL) sebesar 48,01%, batas plastis (PL) yaitu sebesar 33,08%, dan indeks plastisitas (PI) sebesar 17,93%, dan b.

4.2 Pengujian Pemadatan Tanah

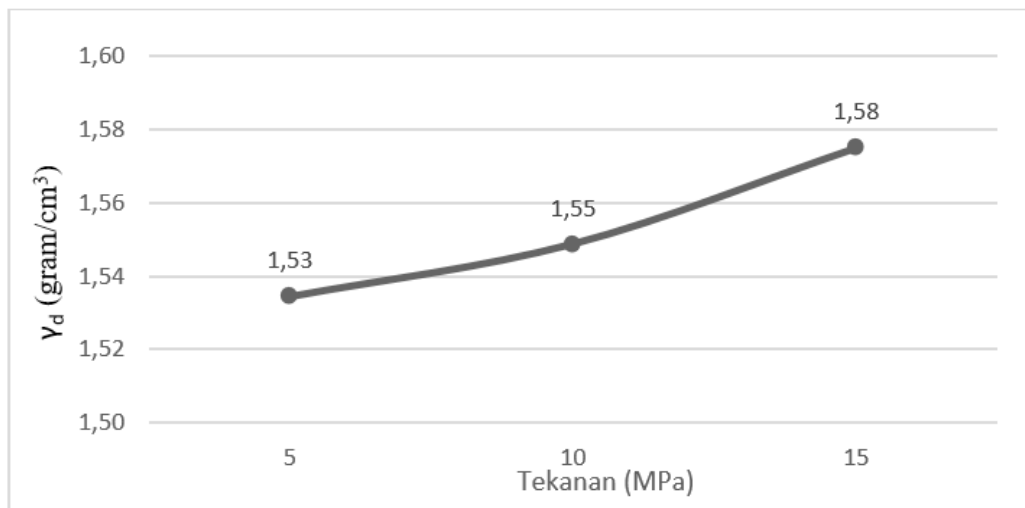
Pengujian pemadatan tanah bertujuan untuk menentukan kepadatan maksimum suatu jenis tanah dengan cara tumbukan. Uji pemadatan tanah secara tumbukan dilakukan sebanyak 2 kali dengan sampel tanah lolos saringan no.4 menggunakan metode *standard proctor*, dengan sebelumnya dilakukan uji dengan 5 sampel untuk mencari nilai kadar air optimum. Dari hasil uji pengujian didapat hasil pemadatan tanah yaitu berat volume kering maksimum sebesar 1,415 gr/cm³ dan nilai kadar air optimum sebesar 26 %. Pada Gambar 2 akan dijelaskan hubungan antara berat volume kering dengan kadar air pada sampel tanah.



Gambar 2. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air Sampel Tanah

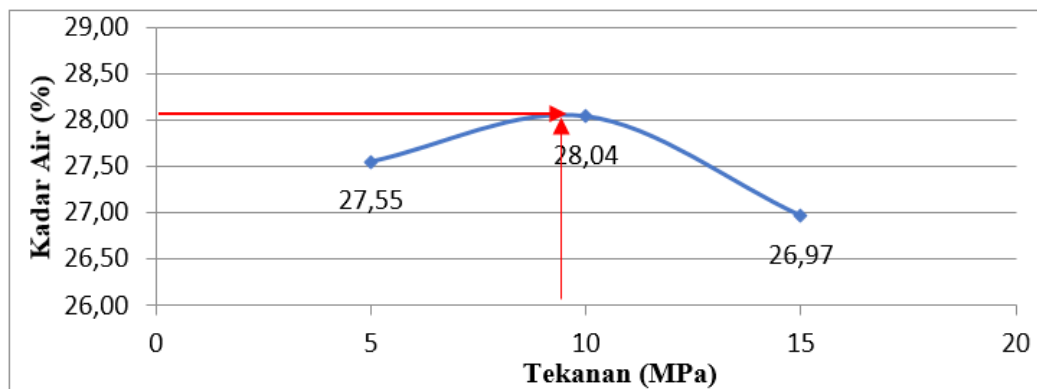
4.3 Uji Pemadatan Tanah Menggunakan Metode Tekan

Pada pengujian ini, tekanan yang digunakan adalah 5 MPa, 10 MPa, dan 15 MPa dengan 3 kali jumlah lapisan. Kadar air yang digunakan yaitu kadar air optimum sebesar 26 %. Adapun hasil yang didapat dari pengujian adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Hubungan Grafik Tekanan dan Berat Volume Kering

Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa sampel tanah lolos saringan no. 4 memiliki berat volume kering terbesar pada tekanan 15 MPa yaitu sebesar 1,58 gr/cm³. Hal ini dikarenakan semakin besar nilai tekanan maka semakin rapat kepadatannya.



Gambar 4. Hubungan Grafik Tekanan dengan Kadar Air

Dari hasil uji pemadatan tanah dengan metode tekanan didapat grafik hubungan tekanan dan kadar air seperti pada gambar 4.5. Dapat dilihat bahwa kadar air optimum terjadi pada saat tekanan 9,5 MPa, dan terjadi penurunan nilai kadar air saat mendekati tekanan 15 MPa, hal ini bisa terjadi dikarenakan terjadi penurunan kadar air pada saat sebelum pengujian sampel untuk tekanan 15 Mpa, seperti pada saat pengujian kemungkinan terjadi kesalahan sehingga terjadi penguapan air dan pada saat pemadatan air banyak yang keluar.

Tabel 2. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air

	Sampel		
	5 MPa	10 MPa	15 MPa
Berat Volume Kering (gr/cm ³)	1,53	1,55	1,58
Kadar Air (%)	27,55	28,04	26,97

Dari tabel diatas dapat dilihat terjadi peningkatan nilai berat volume kering yang sesuai dengan besarnya tekanan, hal ini terjadi dikarenakan semakin besarnya tekanan maka tingkat kerapatan dan kepadatan tanah semakin tinggi yang mengakibatkan berat volume keringnya juga semakin tinggi. Untuk kadar air mengalami puncak optimum pada tekanan 9,5 MPa (mendekati 10 Mpa), selanjutnya terjadi penurunan kadar air pada saat tekanan 15 Mpa, hal ini terjadi dikarenakan pada saat pengujian kondisi air terjadi penguapan dan bisa juga terjadi dikarenakan pada saat dilakukan uji penekanan yang semakin besar, rembesan air yang keluar semakin besar melalui celah-celah tanah, sehingga kadar air tahannya justru menurun.

4.4 Uji Sand Cone

Uji sand cone ini dilakukan sebanyak 3 kali dititik yang berbeda dengan jarak antar titik ± 10 meter. Data pengujian *sand cone* dilapangan dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini :

Tabel 3 Data Pengujian Sand Cone

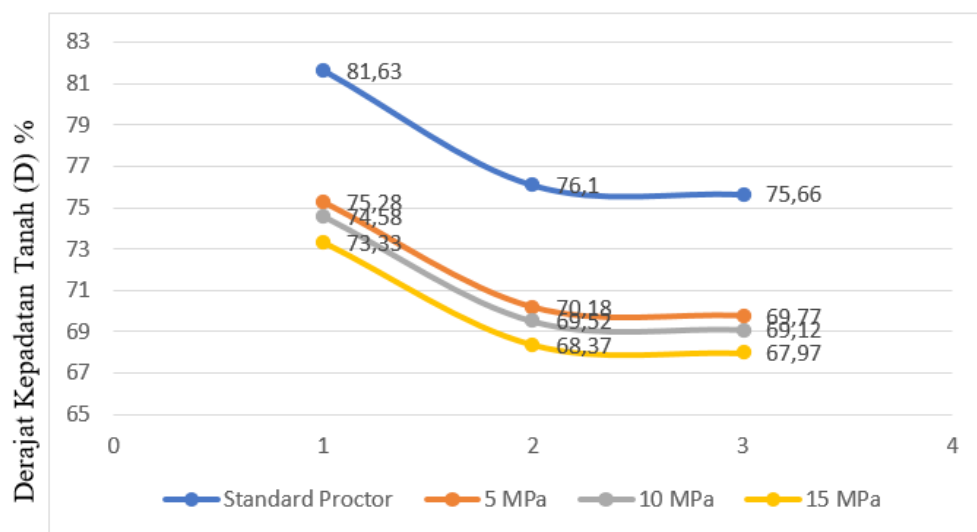
No	Lokasi Titik	Titik 1	Titik 2	Titik 3
1	Berat pasir + Tabung + Corong (gram)	4748	4654	4586
2	Berat sisa pasir + Tabung + Corong (gram)	2090	1963	1873
3	Berat pasir dalam lubang (gram)	2692	2691	2713
4	Volume lubang (cm ³)	883,13	883,13	883,13
5	Berat tanah basah lapangan (gram)	1308	1229	1260
6	Berat isi tanah basah (gram/cm ³)	1,48	1,39	1,43
7	Berat cawan (gram)	12,07	10,8	11,83
8	Berat cawan + Tanah basah (gram)	40,51	40,55	40,43
9	Berat cawan + Tanah kering (gram)	34,25	33,82	33,29
10	Berat air (gram)	6,26	6,73	7,14
11	Berat tanah kering (gram)	22,18	23,02	21,46
12	Kadar air (%)	28,22	29,23	33,27
13	Berat isi tanah kering lapangan (gram/cm ³)	1,16	1,08	1,07

Dari tabel 3 dapat diketahui nilai kadar air dilapangan relatif tinggi yaitu berkisar antara 28 % hingga 33 % dengan rata-rata yaitu 30,24 %, kondisi ini terjadi dikarenakan pada saat pengambilan sampel dilapangan dilakukan pada saat musim hujan, sehingga kondisi tanah dilapangan relatif basah. Untuk nilai berat isi tanah kering lapangan berbanding terbalik dengan besarnya kadar air dilapangan, yaitu semakin besar nilai kadar air maka

nilai berat isi tanah kering lapangannya akan semakin kecil, hal ini dikarenakan rongga-rongga tanah tersebut berisi lebih banyak air dibandingkan tanah itu sendiri. Untuk hasil perhitungan derajat kepadatan tanah yang diperoleh berdasarkan berat volume kering dari perhitungan pemadatan *standard proctor* dan pemadatan menggunakan alat pemadat modifikasi di laboratorium dan uji *sand cone* dapat dilihat pada tabel 4 dan pada gambar 5 berikut :

Tabel 4. Hasil Perhitungan Uji *Sand Cone* terhadap Pemadatan metode *Standard Proctor* dan dengan Alat Uji Tekan Modifikasi

No	Berat Volume Kering (gr/cm ³) (γd)		Derajat Kepadatan <i>Sand Cone</i> (D) (%)			
			Titik 1 (1,16)	Titik 2 (1,08)	Titik 3 (1,07)	D rata-rata (%) (Berdasarkan uji lab)
1	Standard Proctor	(1,42)	81,63	76,10	75,66	77,80
2	5 MPa	(1,53)	75,28	70,18	69,77	71,74
3	10 MPa	(1,55)	74,58	69,52	69,12	71,07
4	15 MPa	(1,58)	73,33	68,37	67,97	69,89
D rata-rata (%) (Berdasarkan titik sampel)			76,21	71,04	70,63	



Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai Derajat Kepadatan Tanah Hasil Uji *Sand Cone* terhadap Uji *Standard Proctor* dan Uji Tekan Modifikasi

Dari tabel 4.19 dan gambar 4.8 dapat diketahui bahwa dengan nilai berat volume kering dilapangan sebesar 1,16 gram/cm³ diperoleh nilai derajat kepadatan rata-rata antara uji *standard proctor* dan uji pemadat dengan alat modifikasi sebesar 76,21 %, dengan nilai berat volume kering dilapangan sebesar 1,08 gram/cm³ sebesar 71,04 %, dan dengan nilai berat volume kering dilapangan sebesar 1,07 gram/cm³ sebesar 70,63 %. Dengan ini dapat diketahui bahwa semakin kecil nilai berat volume kering dilapangan maka nilai derajat kepadatan tanahnya juga akan semakin kecil.

Untuk nilai derajat kepadatan tanah berdasarkan nilai berat volume kering dengan uji *standard proctor* sebesar 1,42 gram/cm³ diperoleh nilai derajat kepadatan rata-rata sebesar 77,80 %, untuk uji tekan dengan alat modifikasi dengan tekanan 5 MPa dengan nilai berat volume kering sebesar 1,53 gram/cm³ didapat nilai derajat kepadatan rata-rata sebesar 71,74 %, dengan tekanan 10 MPa dengan nilai berat volume kering sebesar 1,55 gram/cm³ didapat nilai derajat kepadatan rata-rata sebesar 71,07 %, dan dengan tekanan 15 MPa dengan nilai berat volume kering sebesar 1,58 gram/cm³ didapat nilai derajat kepadatan rata-rata sebesar 69,89 %. Dengan ini dapat diketahui bahwa semakin besar nilai tekanan maka nilai berat volume kering tanah laboratorium juga akan semakin besar dan semakin besar nilai berat volume kering laboratorium maka nilai rata-rata derajat kepadatan tanah akan semakin kecil. Nilai derajat kepadatan tanah dari uji *standard proctor* dan uji menggunakan alat tekan modifikasi terdapat perbedaan antara 7,78 % sampai 10,2 %, nilai ini didapat dengan cara menghitung selisih nilai derajat kepadatan tanah *standard proctor* dan alat tekan modifikasi dibagi nilai *standard proctor* dan dikali 100 %.

Nilai derajat kepadatan tanah terbesar didapat pada saat menggunakan uji pemadatan *standard proctor* yaitu sebesar 77,80 %, dan yang terkecil pada saat uji pemadatan dengan alat modifikasi dengan tekanan sebesar 15 MPa yaitu sebesar 69,89 %, nilai ini sangat jauh dari nilai derajat kepadatan yang seharusnya yaitu berkisar antara 90 – 100 %, maka dari itu tanah di lapangan masih kurang padat dan butuh dipadatkan kembali.

Dengan ini 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 %.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Hasil uji sifat fisik tanah yang diambil dari lokasi proyek pembuatan gardu induk Way Ratai kabupaten Pesawaran berjenis pasir berlanau. Pada uji pemadatan dengan metode *standard proctor* didapat berat volume kering maksimum sebesar 1,415 gr/cm³ dan nilai kadar air optimum sebesar 24,05 %. Sifat mekanis tanah yang dilakukan yaitu uji pemadatan tanah menggunakan metode tekan didapat berat volume kering terbesar pada tekanan 15 Mpa yaitu sebesar 1,5751 gr/cm³, dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar nilai tekanan maka semakin rapat kepadatannya.

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 %.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian lanjutan menggunakan sampel tanah dengan karakteristik dan metode yang berbeda. Untuk para mahasiswa sebaiknya

membersihkan laboratorium dan meletakkan kembali alat-alat ke tempat sebelumnya setelah selesai melakukan pengujian. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya mahasiswa menyimpan sampel yang sudah dikeringkan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

ASTM D 1556 - 00, 2000. Standard Test Methods for Sand-Cone.

ASTM D 698 – 07, 2007. Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort.

Das, B.M., 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis), Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

Hardiyatmo, H., 2002. *Mekanika Tanah I*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Yilmaz, Y., Kheirjouy, A.B., and 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.