

Study Perbandingan Antara Uji *Proctor Modified* dengan Alat Tekan Pematat Modifikasi Berdasarkan Tekanan Kontak pada Alat Berat Pematat Tanah

**Tipo Putra Situmeang¹⁾
Setyanto²⁾
Idharmahadi Adha³⁾**

Abstract

Soil compaction is one of the most important jobs in any road pavement project. Soil compaction serves to increase the strength of the soil that provides carrying capacity to the lining of the road above it, and also serves to reduce the size of the undesired soil. In any soil compaction the optimum water content is required to achieve the maximum density which can be known by the proctor test. The proctor test which is still manual in its load giving resulted in considerable manpower in its use. In this study comparing the modified proctor test with modified compactor compression modeling using the soil compaction machine contact pressure in an attempt to replace the manual proctor test with a more practical modification tool. The soil samples used is from Gedung Agung Region Jati Agung District Lampung Selatan. This modified press compactor tools test consists of 4 different pressures are 1,667 MPa, 6,2 MPa, 7 MPa, and 8,4 MPa. For every pressure conducted for 3 soil samples. Laboratory experiment result shows that the maximum volume weight (γ_{dmaks}) of 1,706 gr/cm³ amount on modified proctor method tests with the results on modified press compactor tools obtain pressure value of 8 MPa.

Keywords : Modified Press Compactor Tools, Modified Proctor, Compaction, Soil Pile.

Abstrak

Pemadatan tanah merupakan salah satu pekerjaan penting dalam setiap proyek perkerasan jalan. Pemadatan tanah berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tanah yang memberikan daya dukung kepada lapisan jalan di atasnya, serta juga berfungsi untuk mengurangi besar penurunan tanah yang tidak diinginkan. Dalam setiap pemadatan tanah diperlukan kadar air optimum untuk mencapai kepadatan maksimum yang dapat diketahui dengan uji proctor. Uji proctor yang masih manual dalam pemberian bebannya mengakibatkan membutuhkan tenaga manusia yang cukup besar dalam penggunaannya. Pada penelitian ini membandingkan uji proctor modified dengan pemodelan alat tekan pematat modifikasi dengan menggunakan tekanan kontak alat berat pematat tanah dalam usaha menggantikan uji proctor manual dengan alat modifikasi yang lebih praktis. Tanah yang digunakan adalah tanah timbunan pilihan, berasal dari Desa Gedung Agung, Kecamatan Jati Agung, Lampung Selatan. Pengujian alat tekan pematat modifikasi ini terdiri dari 4 tekanan berbeda yaitu 1,667 Mpa; 6,2 Mpa; 7 MPa dan 8,4 MPa, menggunakan tiga sampel tanah pada masing-masing tekanan. Hasil pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa berat volume maksimum (γ_{dmaks}) sebesar 1,706 gr/cm³ pada pengujian metode *proctor modified* dengan hasil pada alat tekan pematat modifikasi didapat nilai tekanan sebesar 8 MPa.

Kata kunci : Alat Tekan Pematat Modifikasi, *Proctor Modified*, Pemadatan, Alat Berat

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

²⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. Surel: setyanto@eng.unila.ac.id

³⁾ Staf pengajar pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145. Surel: idharmahadiadha@yahoo.com

1. PENDAHULUAN

Pemadatan tanah merupakan salah satu pekerjaan penting dalam setiap proyek perkerasan jalan. Pemadatan tanah berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tanah yang memberikan daya dukung kepada lapisan jalan di atasnya, serta juga berfungsi untuk mengurangi besar penurunan tanah yang tidak diinginkan. Dalam setiap pemadatan tanah diperlukan kadar air optimum untuk mencapai kepadatan maksimum yang dapat diketahui dengan uji proctor. Uji proctor yang masih manual dalam pemberian bebannya mengakibatkan membutuhkan tenaga manusia yang cukup besar dalam penggunaannya..

Pelaksanaan pengujian yang dilakukan di laboratorium meliputi uji karakteristik tanah, pemadatan tanah *proctor modified* dan pengujian alat tekan pemadat modifikasi dengan menggunakan tekanan kontak alat berat.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanis tanah timbunan pilihan yang berasal dari Desa Gedung Agung, Kec. Jati Agung, Lampung Selatan, mengetahui besaran perbandingan energi yang dihasilkan dari pemadatan tanah *proctor modified* terhadap alat tekan pemadat modifikasi serta dalam usaha untuk membuat uji proctor lebih praktis dalam penggunaannya sehingga alat pemadat modifikasi diharapkan dapat menggantikan uji *proctor modified*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

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

Menurut Das (1995), klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok dan subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi ini memberikan suatu bahasa yang mudah untuk menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi tanpa penjelasan yang terinci.

Tanah timbunan dibagi menjadi dua jenis, yaitu timbunan pilihan dan timbunan biasa (Bisa, 2014), yaitu :

1. Timbunan pilihan merupakan timbunan atau urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir *subgrade* yang disyaratkan dalam gambar suatu perencanaan.
2. Timbunan biasa merupakan timbunan atau urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir *subgrade* yang disyaratkan dalam gambar perencanaan tanpa maksud khusus lainnya. Timbunan biasa ini juga digunakan untuk penggantian material *existing subgrade* yang tidak memenuhi syarat.

Untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan pemadatan, maka umumnya dilakukan pengujian pemadatan, 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 (γ_{dmaks}).

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

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{(1+w)} \quad (1)$$

Alat pemadat *proctor modified* berupa silinder (*mold*) yang mempunyai diameter 10,2 cm dan tinggi 11,6 cm. Tanah di dalam mold dipadatkan dengan penumbuk yang beratnya 4,5 kg dengan tinggi jatuh 45,7 cm. Tanah dipadatkan dalam 5 (lima) lapisan dengan tiap lapisan ditumbuk sebanyak 25 kali pukulan..

Energi yang dibutuhkan untuk pemadatan pada pemadatan modified dirumuskan sebagai berikut (Hardiyatmo, 2002):

$$E = \frac{(N_b \times N_i \times W \times H)}{V} \quad (2)$$

Proses pemadatan dapat dilakukan dengan beberapa cara. Pemadatan dapat dilakukan dengan memberikan getaran, khususnya pada partikel-partikel yang kering dan seragam. Sedangkan pada jenis material yang liat dan banyak mengandung air, pemadatan dilakukan dengan memberikan tekanan di atasnya. Pada kebanyakan tanah yang mengandung partikel halus dan sedikit lembab, pemadatan dilakukan dengan memberi tekanan dengan berat yang tetap (*static weight*), getaran (*vibrating*) atau keduanya (Rostiyanti, 2008).

Menurut Sajekti (2014) Yang dimaksud dengan tekanan kontak alat berat pemadat tanah yaitu besar tekanan yang di hasilkan pada titik kontak alat berat pemadat tanah dengan tanah yang akan di padatkan. Jenis alat berat pemadat tanah yang akan digunakan tekanannya pada penelitian ini terdiri atas :

1. Tandem roller, merupakan alat pemadat terdiri dari roda baja dengan tekanan kontak sampai dengan 1,667 mpa. Luas cakupan pemadatan selebar luas roda yang kontak dengan tanah yang dipadatkan.
2. Sheepfoot roller, merupakan alat pemadat yang sejenis dengan tamping roller terdiri dari sejumlah kaki baja berukuran 150 mm – 250 mm dengan luas penampang 30 -80 cm melekat pada drum. Luas cakupan 12% dengan tekanan kontak 7 Mpa.
3. Tamping foot roller, merupakan alat pemadat dengan luas cakupan pemadatan 40 % dan tekanan kontak 8,4 Mpa.
4. Grid roller, merupakan alat pemadat dengan roda dari drum baja yang dilapisi anyaman batangan baja. Luas cakupan pemadatan 50% dengan tekanan kontak 6,2 Mpa.

Penelitian sebelumnya antara lain :

Penelitian dilakukan oleh Yamali (2016) tentang analisa energi pemadat tanah lempung dilapangan menggunakan sampel tanah berasal dari kelurahan Mayang Mangurai Kecamatan Kotabaru, Kota Jambi, dengan hasil pengujian pemadatan *proctor* di modifikasi dengan 25 tumbukan serta dengan perhitungan energi pemadatan di laboratorium. Berdasarkan hasil pengujian kepadatan ringan Hasil perhitungan menunjukkan energi alat pemadat untuk penggilas kaki kambing adalah 64,43 Joule per

cm lebar roda dengan kecepatan 8 km/j untuk satu lintasan. Didapat jumlah lintasan (*pass*) untuk memadatkan tanah adalah 6 sampai 8 lintasan (*pass*) maka total energi adalah 515,47 joule (tiap cm lebar roda).

Kaki-kaki pada roda (*pad*) yang berbentuk oval dengan luas permukaan 63,5 cm² berfungsi sebagai alat peremas tanah memberikan tekanan sebesar :

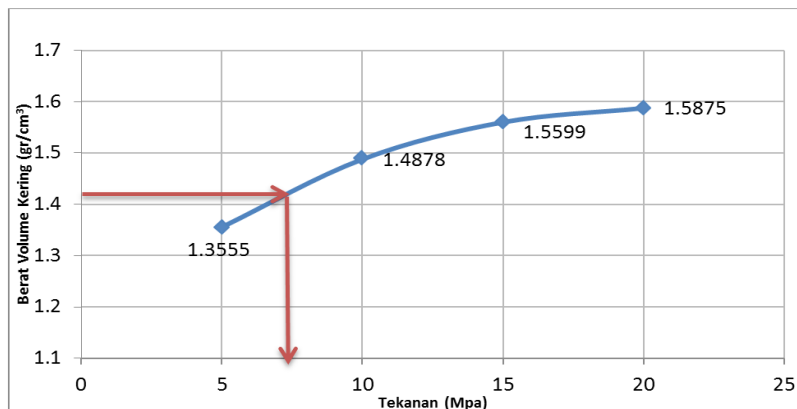
$$P = \frac{(5570)}{63,5} = 8771 \text{ Kpa} \quad (3)$$

.Penelitian dilakukan oleh Ulfa (2017) tentang percobaan pengujian pemadatan tanah *modified proctor* dilaboratorium dengan alat tekan pemadat modifikasi yang menggunakan sampel tanah dari Tirtayasa, Kec. Sukabumi, Bandar Lampung, dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Alat Tekan Modifikasi Berdasarkan Kondisi Optimum

Nama Sampel	Kadar Air (%)	Berat Volume Kering (gram/cm ³)
5 MPa	22,80	1,3555
10 MPa	22,95	1,4878
15 MPa	23,02	1,5599
20 MPa	23,15	1,5875

Berdasarkan hasil pengujian alat tekan pemadat modifikasi seperti pada Gambar 1, dari hasil uji *proctor modified* di laboratorium di dapat nilai berat volume kering maksimum (γ_{dmaks}) sebesar 1,42 gr/cm³. Bila nilai ini dikonversi terhadap hasil uji alat tekan modifikasi pada Gambar 1 didapat nilai tekanan sebesar 7 Mpa.



Gambar 1. Hubungan Berat Volume Kering Kondisi Rata-rata dengan Tekanan pada Uji Tekan Modifikasi dengan 5 Lapisan Tanah.

3. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Pengambilan Sampel

Sampel tanah yang diambil berasal dari Desa Gedung Agung, Kec. Jati Agung, Lampung Selatan, terdiri dari *disturbed sample* dan *undisturbed sample*. Sampel ini merupakan salah satu tanah yang digunakan sebagai timbunan proyek Jalan Tol Lintas Sumatera.

B. Alat Tekan Pemadat Modifikasi

Alat tekan pemadat modifikasi yaitu alat yang dibuat dengan memodifikasi sebuah dongkrak yang memiliki kuat tekan yang tinggi. Dengan menggunakan sistem hidrolik secara manual menggunakan dial untuk mengukur tekanan yang diberikan pada saat mengalami tekanan. Cetakan yang akan digunakan yaitu silinder (*mold*) dengan diameter 10,2 cm dan tinggi 11,6 cm. Cara kerja alat tekan pemadat modifikasi dengan memompa dongkrak, sehingga pelat yang ada tepat berada di bawah dongkrak akan turun. Saat dongkrak dipompa, pelat silinder turun dan menekan tanah yang berada di dalam cetakan. Pada saat tanah di padatkan maka manometer akan bergerak sehingga dapat mengetahui berapa besar tekanan yang di terima oleh tanah dengan membaca pada manometer.

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

1. Pengujian fisik dan mekanis tanah pada tanah asli. Kemudian hasil dari pengujian akan dianalisis sesuai dengan klasifikasi tanah menurut USCS dan AASHTO dalam Hardiyatmo (2002).
2. Pengujian pemadatan tanah metode *proctor modified*.
3. Pengujian alat tekan pemadat modifikasi dengan menggunakan tekanan alat berat.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sampel Tanah

Nilai-nilai dari hasil pengujian laboratorium mengenai sampel tanah selengkapnya ditabelkan pada tabel berikut :

Tabel 2. Hasil Pengujian Tanah

No	Pengujian	Hasil
1	Kadar air (w)	17.01%
2	Berat Jenis (Gs)	2,61
3	Berat Volume (γ)	1,43 gr/cm ³
4	Batas <i>Atterberg</i> :	
	a. Batas Cair (LL)	39,42%
	b. Batas Plastis (PL)	29,89%
	c. Indeks Plastisitas (PI)	9,5%
5	Analisa Saringan	
	a. lolos Saringan No. 4	84,17%
	b. lolos Saringan No. 200	21,82%
6	Pemadatan	
	a. Kadar air optimum	19.3%
	b. Berat isi kering maksimum	1.704 gr/cm ³

Penelitian melalui pengujian yang dilakukan terhadap tanah asli pada Tabel 2. Dari pengujian kadar air menunjukkan bahwa kadar air yang terkandung dalam tanah tersebut adalah sebesar 17,01%. Hasil pengujian berat jenis pada sampel tanah asli adalah sebesar 2,61. Pada pengujian pemadatan dengan metode *proctor modified* didapatkan kadar air optimum sebesar 19,3%, dan berat volume kering sebesar 1,704 gr/cm³. Untuk nilai kadar air maksimum akan digunakan sebagai campuran sampel pada pengujian alat tekan modifikasi.

Menurut sistem klasifikasi AASTHO, dari hasil pengujian analisa saringan didapat tanah yang lolos saringan 200 tidak mencapai 35%, nilai batas cair (LL) adalah 39,42% yaitu tidak melebihi 40% dan nilai indeks plastis (PI) adalah 9,5% dan tidak melebihi 10%. Maka sampel tanah yang berasal dari Desa Gedung Agung, Lampung Selatan, termasuk kelompok tanah A-2-4 yaitu tanah pasir berlempung.

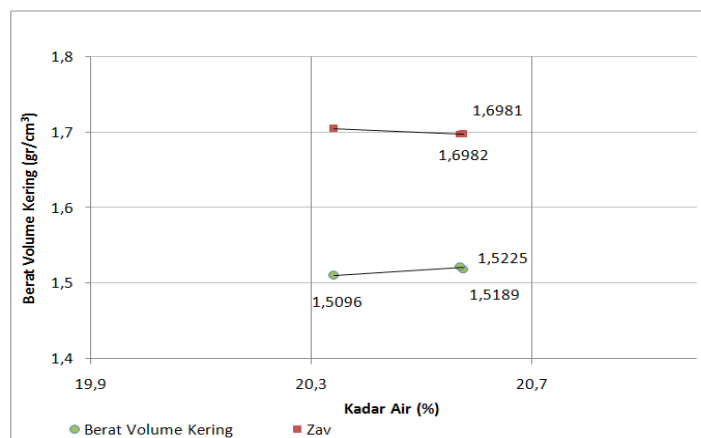
B. Uji Alat Tekan Pemadat Modifikasi

pada pengujian alat tekan pemadat modifikasi menggunakan 5 lapisan dan kadar air optimum yang di gunakan uji *proctor modified* untuk mendapatkan perbandingan dengan uji *proctor modified* . Pada pengujian ini dilakukan sebanyak 4 tekanan berbeda yaitu 1,667 MPa, 6,2 MPa, 7 MPa, dan 8,4 MPa. Tekanan yang digunakan adalah tekanan kontak alat berat di lapangan. Untuk mendapatkan hasil yang baik maka digunakan sebanyak 3 sampel untuk setiap tekanan.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Pengujian Alat Tekan Modifikasi pada Tekanan 1,667 MPa

Nama Sampel	Berat Tanah (gram)	Volume (cm ³)	Berat Volume (gram/cm ³)	Kadar Air (%)	Berat Volume Kering (gram/cm ³)	γ_d Zav (gram/cm ³)
1	1736	947,8688	1,8705	20.30	1,5189	1,6981
2	1722	947,8688	1,8167	20,34	1,5096	1,7048
3	1740	947,8688	1,8357	20,04	1,5225	1,6982

Berikut adalah gambar dari hasil pengujian pada tekanan 1,667 MPa yang ditunjukkan pada Tabel 3 :

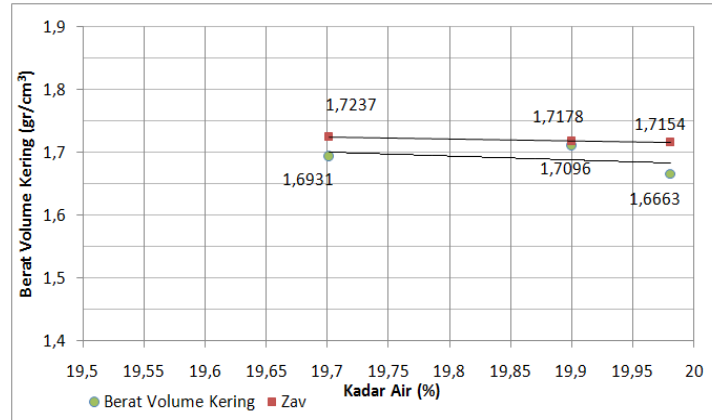


Gambar 2. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air pada Uji Alat Tekan Modifikasi untuk Tekanan 1,667 MPa.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Pengujian Alat Tekan Modifikasi pada Tekanan 6,2 MPa

Nama Sampel	Berat Tanah (gr)	Volume (cm ³)	Berat Volume (gr/cm ³)	Kadar Air (%)	Berat Volume Kering (gr/cm ³)	γ_d Zav (gr/cm ³)
1	1943	947,8688	2,0499	19,90	1,7096	1,7178
2	1895	947,8688	1,9992	19,98	1,6663	1,7154
3	1921	947,8688	2,0267	19,70	1,6931	1,7237

Berikut adalah gambar dari hasil pengujian pada tekanan 6,2 MPa yang ditunjukkan pada Tabel 4.

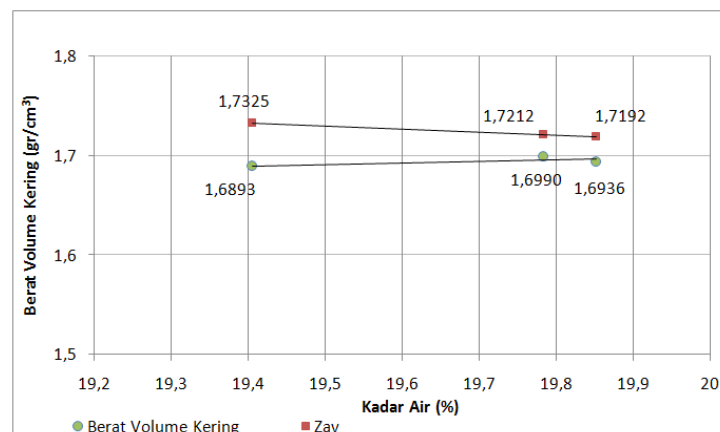


Gambar 3. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air pada Uji Alat Tekan Modifikasi untuk Tekanan 6,2 Mpa.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Pengujian Alat Tekan Modifikasi pada Tekanan 7 MPa

Nama Sampel	Berat Tanah (gr)	Volume (cm ³)	Berat Volume (gr/cm ³)	Kadar Air (%)	Berat Volume Kering (gr/cm ³)	γ_d Zav (gr/cm ³)
1	1929	947,8688	2,0351	19,78	1,6990	1,7212
2	1924	947,8688	2,0298	19,85	1,6936	1,7192
3	1912	947,8688	2,0172	19,41	1,6893	1,7325

Berikut adalah Gambar dari hasil pengujian pada tekanan 7 MPa yang ditunjukkan pada Tabel 5.

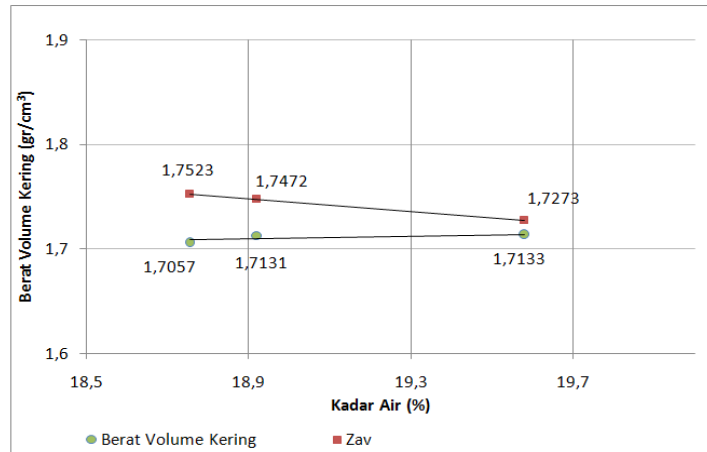


Gambar 4. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air pada Uji Alat Tekan Modifikasi untuk Tekanan 7 MPa.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Pengujian Alat Tekan Modifikasi pada Tekanan 8,4 MPa

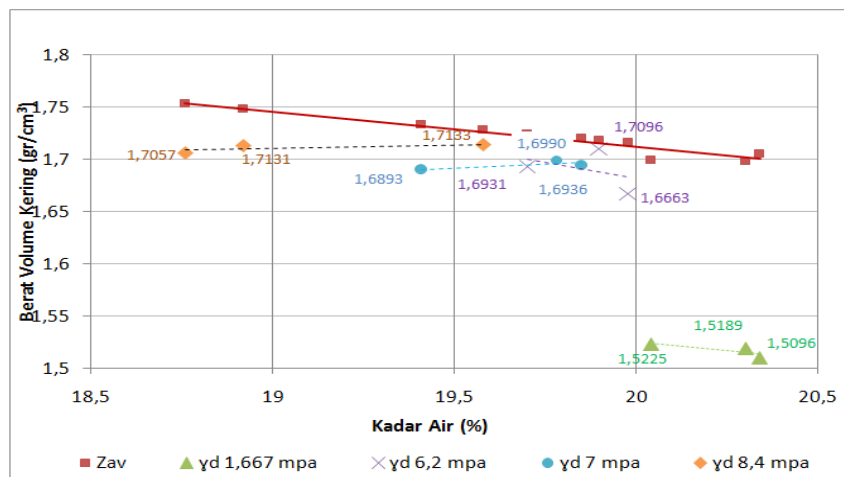
Sampel	Berat Tanah (gr)	Volume (cm ³)	Berat Volume (gr/cm ³)	Kadar Air (%)	Berat Volume Kering (gr/cm ³)	γ_d Zav (gr/cm ³)
1	1942	947,8688	2,0488	19,58	1,7133	1,7273
2	1931	947,8688	2,0372	18,92	1,7131	1,7472
3	1920	947,8688	2,0256	18,76	1,7057	1,7523

Berikut adalah gambar dari hasil pengujian pada tekanan 8,4 MPa yang ditunjukkan pada Tabel 6.



Gambar 5. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air pada Uji Alat Tekan Modifikasi untuk Tekanan 8,4 MPa.

Berikut adalah gambar gabungan nilai berat volume kering (γ_d) dan kadar air (w) pada tekanan 1,667 MPa, 6,2 MPa, 7 MPa dan 8,4 MPa pada Gambar 7.



Gambar 6. Hubungan Berat Volume Kering dan γ_{ZAV} dengan Kadar Air Berdasarkan Uji Alat Tekan Pemadat Modifikasi.

Pada hasil pemadatan yang ditunjukkan pada Gambar 2; 3; 4 ; 5; dan 6, menunjukkan untuk disemua tekanan menghasilkan nilai *zero air void* dan nilai berat volume kering yang sangat dekat, maka kepadatan tanah ini dapat disebut maksimal untuk disemua tekanan. Semakin tinggi tekanan maka nilai *zero air void* semakin mendekati nilai berat

volume kering. Hal ini menunjukkan semakin tinggi tekanan maka semakin kecil rongga udara didalam tanah, dan kepadatan tanah mencapai maksimal.

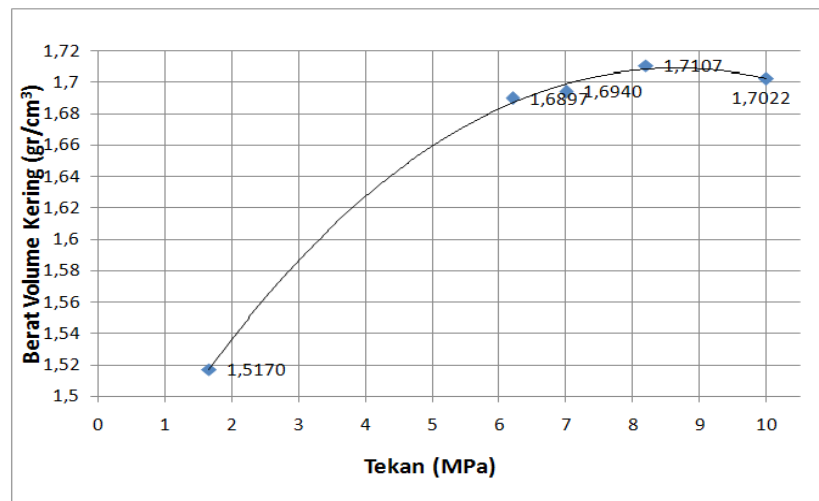
Dari hasil pada Gambar 2; 3; 4 dan 5 didapat nilai kadar air (w) dan berat volume kering (γ_d) pada kondisi rata-rata, ditunjukkan pada Tabel 7 berikut :

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

Sampel	Tekanan	Kadar Air (%)	Berat Volume Kering (gram/cm ³)
1	1,667 MPa	20,32	1,5170
2	6,2 MPa	19,86	1,6897
3	7 MPa	19,68	1,6940
4	8,4 MPa	19,09	1,7107

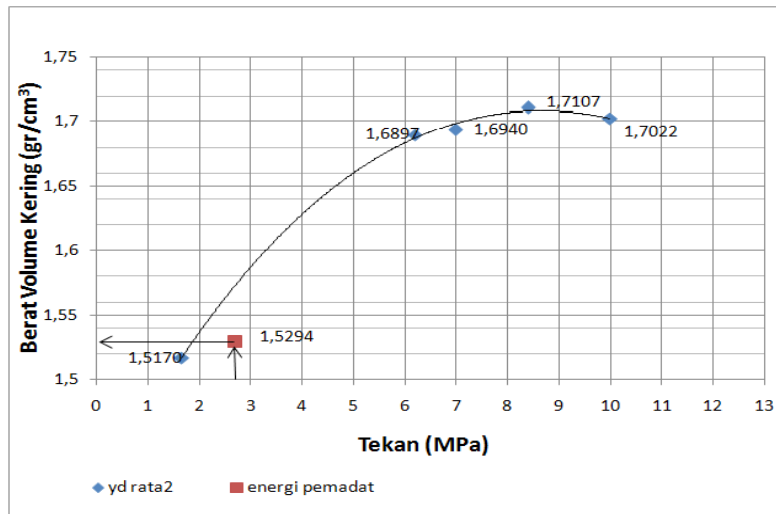
Berikut adalah gambar dari hasil pengujian alat tekan pada tekanan 1,667 MPa, 6,2 MPa, 7 MPa dan 8,4 MPa pada Gambar 7.

Berdasarkan Tabel 7 dan gambar 7, Dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai tekan yang diberikan maka semakin besar berat volume kering nya hal ini disebabkan karena menyusutnya pori-pori dan kandungan air di dalam sampel. Tetapi pada tekanan 10 Mpa nilai berat volume kering berhenti bertambah sehingga dapat dinyatakan berat volume kering maksimum yang dapat dicapai yaitu pada tekanan 8,4 Mpa.



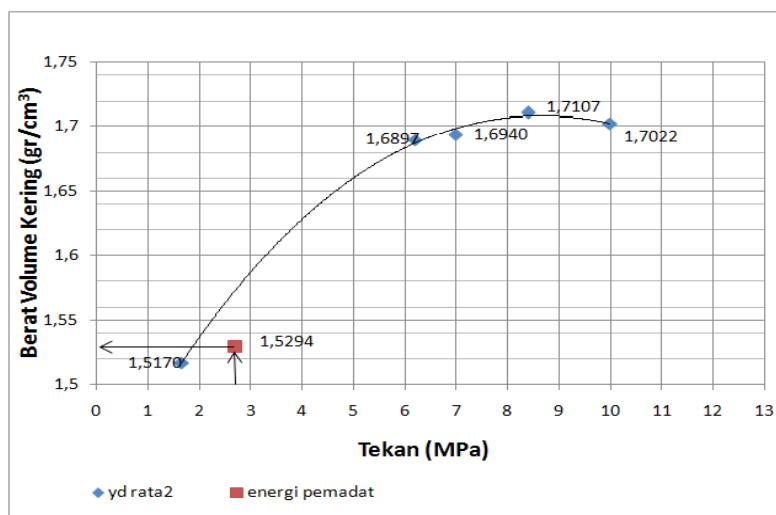
Gambar 7. Hubungan Berat Volume Kering Kondisi Kadar Air Rata-rata dengan Tekanan pada Uji Alat Tekan Modifikasi.

Dengan membandingkan energi pemadat *proctor modified* yang tekanannya sebesar 2,7 Mpa dengan grafik hubungan berat volume kering kondisi kadar air rata-rata dengan tekanan pada uji alat tekan modifikasi maka di dapat hasil pada Gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan Berat Volume Kering Energi Pematat *Proctor Modified* dengan Tekanan 2,7 Mpa di Bandingkan dengan Alat Tekan Modifikasi

Dengan membandingkan berat volume kering yang dihasilkan alat *proctor modified* sebesar 1,706 gr/cm^3 dengan gambar 7 maka didapat tekanan sebesar 8 Mpa. Untuk mendapatkan perbandingan dengan alat tekan pematat modifikasi maka pengujian kembali dilakukan dengan memakai tekanan sebesar 8 Mpa, dalam pengujian di dapat nilai berat volume kering sebesar 1,704 gr/cm^3 Maka dapat dilihat gambar 9 nilai γ_d menggunakan alat tekan modifikasi mendekati hasil $\gamma_{d\text{maks}}$ pada uji *proctor modified*.

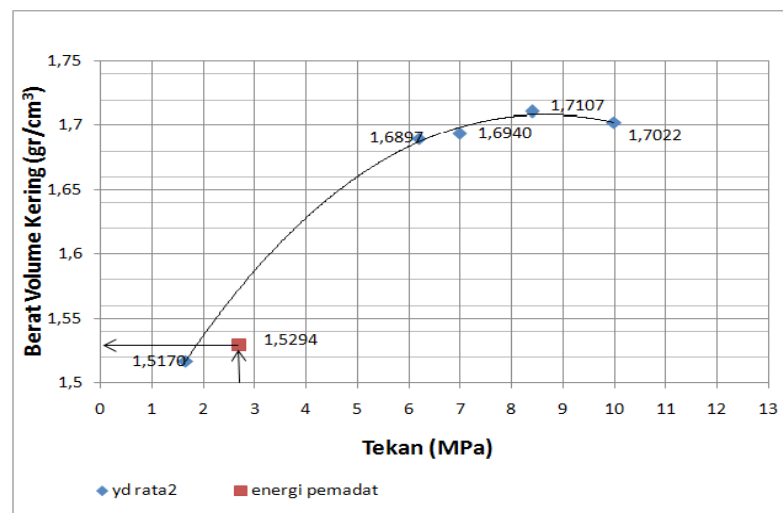


Gambar 9. Hubungan Berat Volume Kering Kondisi Rata-rata dengan Tekanan pada Uji Alat Tekan Modifikasi dan Tekan Uji *Proctor Modified*

C. Korelasi Uji Kuat Tekan Pemadat Modifikasi Menggunakan Tekanan Kontak Alat Berat di Bandingkan dengan Penelitian Perkasa (2017) Menggunakan Tekanan Bebas

Korelasi hasil berguna untuk mengetahui relevan atau tidaknya pengujian alat tekan modifikasi dengan menggunakan tekanan kontak alat berat pada tanah timbunan pilihan dibandingkan dengan penelitian Perkasa (2017) mengenai perbandingan tanah timbunan pilihan dengan tanah timbunan biasa menggunakan tekanan alat modifikasi. Untuk mengetahui relevan atau tidaknya uji alat tekan pemadat modifikasi maka dilakukan beberapa pengecekan, yaitu :

1. Pengecekan persentase penyimpangan antar grafik. Grafik uji tekanan berbanding berat volume kering pada penelitian Perkasa (2017) tekanan bebas di konversikan ke grafik pada tekanan kontak alat berat, sehingga di grafik dapat diambil rentang tekanan 5 Mpa sampai 10 Mpa yang berguna sebagai data untuk melihat penyimpangan antar grafik.



Gambar 10. Hubungan Berat Volume Kering Kondisi Rata-rata dengan Tekanan pada Uji Alat Tekan Modifikasi dan Tekan Uji *Proctor Modified*

Dengan Gambar 4.17 maka di dapat nilai penyimpangan grafik, dengan menggunakan rumus :

$$\text{Persentase penyimpangan} = \frac{(y_{\text{d tertinggi}} - y_{\text{d terendah}})}{(\text{Berat volume kering tertinggi})} \times 100 \text{ persen} \quad (4)$$

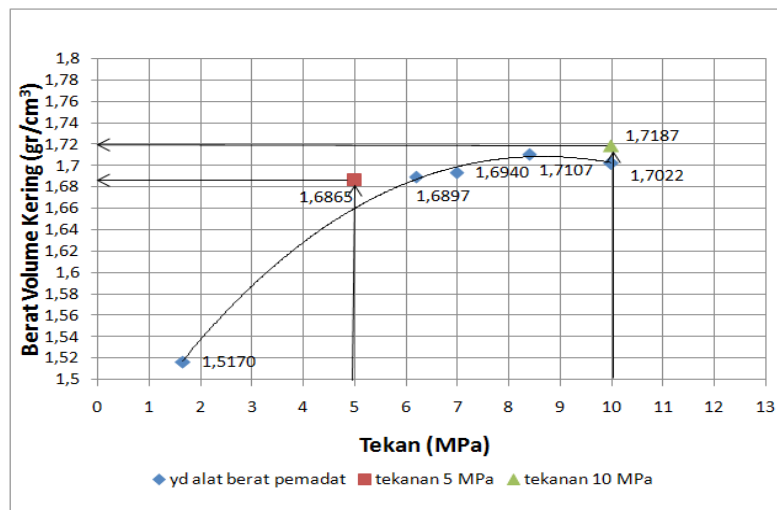
Sehingga didapat nilai penyimpangan uji tekan pematat modifikasi pada tabel

Tabel 8. Hasil Nilai Penyimpangan Uji tekan Pematat Modifikasi

Tekanan	Berat Volume Kering 'Tekan Bebas' (gram/cm ³)	Berat Volume Kering 'Alat Berat' (gram/cm ³)	Persentase Penyimpangan Grafik (%)
6,20 MPa	1,6900	1,6897	0,0178
7,00 MPa	1,6929	1,6940	0,0649
8,40 MPa	1,6967	1,7107	0,8184

Toleransi penyimpangan pada grafik yaitu sebesar 5 %, dari hasil tabel di atas didapat nilai penyimpangan grafik terbesar yaitu 0,8184%. Dengan nilai penyimpangan yang masih dalam toleransi, dapat disimpulkan bahwa penelitian uji alat tekan pematat modifikasi dengan menggunakan tekanan kontak alat berat relevan dengan penelitian Perkasa (2017) menggunakan tekanan bebas.

2. Pengecekan dengan uji Kontrol pada Alat Tekan Pematat Modifikasi dengan Menggunakan Tekanan Bebas. Tekanan bebas yang diambil dari penelitian Perkasa (2017) adalah 5 MPa dan 10 MPa yang merupakan rentang terdekat untuk grafik tekanan alat berat. Tekanan 5 Mpa dan 10 Mpa akan di uji kembali untuk mencari berat volume keringnya dan akan dibandingkan pada gambar 4.10. di karenakan tekanan alat berat paling tinggi sebesar 8,4 MPa sehingga Untuk membandingkan 10 MPa maka diuji kembali dengan menggunakan alat pematat modifikasi dengan hasil berat volume keringnya sebesar 1,7022 gr/cm³ pada tekanan 10 MPa.



Gambar 11. Hubungan Berat Volume Kering Kondisi Rata-rata dengan Tekanan pada Uji Alat Tekan Modifikasi dan Tekan Uji *Proctor Modified*

Hasil uji kontrol dapat dilihat pada gambar 4.19 mengenai perbandingan berat volume kering (gr/cm³) dengan tekan (MPa) dimana berat volume kering pada tekanan 5 MPa dengan nilai 1,6865 gr/cm³ dan 10 Mpa dengan nilai 1,7187 gr/cm³ yang mendekati berat volume kering pada tekanan kontak alat berat sehingga dapat di simpulkan bahwa

penelitian ini relevan dengan penelitian Perkasa (2017) dan alat pemadat tekan modifikasi layak digunakan sebagai pemodelan tekan alat berat di lapangan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan, tanah yang bersumber dari Desa Gedung Agung, Lampung Selatan, memperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Desa Gedung Agung, Lampung Selatan. berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO termasuk pada kelompok tanah A-2-4 yaitu tanah pasir berlempung dan dinilai naik sebagai tanah timbunan pilihan.
2. Pada pengujian uji *proctor modified* di laboratorium didapat nilai berat volume kering maksimum (γ_{dmaks}) sebesar 1,706 gr/cm³. Bila nilai ini dikonversi terhadap hasil uji alat uji tekan modifikasi didapat nilai tekanan sebesar 8 Mpa.
3. Berdasarkan perbandingan alat tekan pemadat modifikasi rata-rata dengan tekanan energi pemadat didapatkan hasil bahwa energi pemadat yang memiliki berat volume kering sebesar 1,5305 gr/cm³ mendekati grafik dari berat volume kering rata-rata.
4. Berdasarkan perbandingan alat tekan pemadat modifikasi rata-rata dengan alat uji *proctor modified* didapatkan hasil bahwa energi pemadatan uji *proctor modified* sebesar 2,7 Mpa, lebih kecil dibandingkan alat tekan modifikasi yaitu sebesar 8 Mpa. Hal ini menunjukkan energi pemadatan yang dihasilkan alat tekan modifikasi lebih besar dibandingkan dengan alat *proctor modified*.
5. Hasil persentase penyimpangan grafik tekanan kontak alat berat dengan tekanan kontak bebas, didapatkan nilai penyimpangan sebesar 0,0178% pada tekanan 6,2 Mpa ; 0,0649% pada tekanan 7 MPa dan 0,8184% pada tekanan 8,4 Mpa. Dengan toleransi penyimpangan grafik sebesar 5% maka dapat disimpulkan uji alat tekan modifikasi menggunakan alat berat relevan dengan uji alat tekan menggunakan tekanan bebas.
6. Hasil uji kontrol pada alat tekan pemadat modifikasi dengan menggunakan tekanan bebas, didapatkan nilai uji kontrol pada tekanan 5 Mpa sebesar 1,6865 gr/cm³ dan 10 Mpa dengan tekanan 1,7187 yang mendekati berat volume kering pada tekanan kontak alat berat pada tekanan 5 MPa sebesar 1,6800 gr/cm³ dan 10 Mpa sebesar 1,7297 gr/cm³. Dapat disimpulkan alat pemadat tekan modifikasi layak digunakan sebagai pemodelan tekan alat berat dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bisa, F., 2014, *Pengertian dan Klasifikasi Timbunan*, diakses dari <http://kumpulengineer.blogspot.co.id/2014/09/pengertian-dan-klasifikasi-timbunan.html> pada tanggal 20 April 2017
- Craig, R.F., 1991, *Mekanika Tanah Edisi Ke Empat*. PT. Erlangga. Jakarta.
- Das, B. M., 1995, *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I*, Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C., 2002, *Mekanika Tanah I*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Yamali, F.R., 2016, *Jurnal TEKNIK SIPIL Vol. 1 No. 1, (2016)*, Jurusan Teknik Sipil Universitas Batanghari, Jambi.
- Ulfa, S.Z., 2017, *Studi Konversi Pemadatan Tanah Modified Proctor di Laboratorium dengan Alat Tekan Pemadat Modifikasi*. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Perkasa, A.C., 2018, *Studi Perbandingan Nilai Energi Pemadatan Tanah Menggunakan Proctor Modified Dengan Alat Tekan Modifikasi (Studi Kasus Tanah Timbunan Pilihan)*. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung
- Rostiyanti, S. F. 2008. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta: Rineka Cipta.