

Pengaruh Pertambahan Tekanan Terhadap Derajat Kepadatan Tanah

Eki Wahyu Putri ¹

Andius D. Putra ²

Ofik T. Purwadi³

Iswan ⁴

Abstract

Indonesia has very diverse types of soil caused by various factors. Soil is an important element in civil engineering work, where soil is a support for structural loads that are transmitted from the foundation of a construction. The soil used is stable soil and the bearing capacity of the soil is able to withstand the load above it. Soil stabilization is generally carried out by compacting the soil to increase soil stability. Because of the importance of knowing the condition of a soil, the author will conduct physical and mechanical tests using soil samples in the Ulu Belu area, Kab. Tanggamus, and carried out a comparison of soil compaction in the laboratory using Proctor Modified and a compactor press with pressure variations of 3 Mpa, 6 Mpa, 9 Mpa, 12 Mpa, and 15 MPa to determine the maximum dry volume weight obtained from the two compactors.

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

Abstrak

Indonesia memiliki jenis-jenis tanah sangat beragam yang disebabkan oleh berbagai faktor. Tanah merupakan unsur penting dalam pekerjaan teknik sipil, dimana tanah sebagai penopang beban struktur yang diteruskan dari pondasi suatu konstruksi. Tanah yang digunakan adalah tanah yang stabil dan daya dukung tanahnya mampu untuk menahan beban yang berada di atasnya. Stabilisasi tanah umumnya dilakukan dengan cara pemadatan tanah untuk meningkatkan stabilitas tanah. Oleh karena pentingnya mengetahui kondisi suatu tanah, penulis melakukan uji fisik dan mekanik menggunakan sampel tanah di daerah Ulu Belu, Kab. Tanggamus, dan melakukan perbandingan pemadatan tanah dilaboratorium dengan menggunakan *Proctor Modified* dan alat tekan pemadat dengan percobaan variasi tekanan 3 Mpa, 6 Mpa, 9 Mpa, 12 Mpa, dan 15 MPa untuk mengetahui berat volume kering maksimum yang diperoleh dari kedua alat pemadat tersebut.

Kata Kunci : *pemadatan, pemadatan modifikasi, alat tekan pemadat modifikasi, berat volume kering*

¹Mahasiswa pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung

²Staf Pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

³Staf Pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

⁴Staf Pengajar pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung.

I. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki jenis-jenis tanah sangat beragam yang disebabkan oleh berbagai faktor. Secara umum, jenis tanah di Provinsi Lampung termasuk tanah yang telah mengalami pelapukan lanjut. Sebagian tanah di Provinsi Lampung terbentuk dari batuan induk tufa masam dan tersebar dari daerah dataran sampai pegunungan. Proses pembentukannya banyak dipengaruhi oleh curah hujan yang cukup tinggi dan vegetasi hujan tropis. Tanah merupakan unsur penting dalam pekerjaan Teknik Sipil, dimana tanah sebagai penopang beban struktur yang diteruskan dari pondasi suatu konstruksi. Tanah yang digunakan adalah tanah yang stabil dan daya dukung tanahnya mampu untuk menahan beban yang berada di atasnya. Oleh karena pentingnya mengetahui kondisi suatu tanah, penulis akan melakukan uji fisik dan mekanik menggunakan sampel tanah di daerah Ulu Belu, Kab. Tanggamus yang memiliki kondisi geografis seperti yang telah diuraikan diatas, dan melakukan perbandingan pemadatan tanah dilaboratorium dengan menggunakan *Proctor Modified* dan alat tekan pemadat untuk mengetahui perbandingan pengaruh kadar air tanah terhadap derajat kepadatan tanah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Tanah merupakan material yang terdiri dari agregat (butiran) padat yang tersementasi satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das 1988).

Sistem klasifikasi tanah dibuat dengan tujuan untuk memberikan informasi karakteristik dan sifat-sifat fisis tanah. Karena sifat dan perilaku tanah yang begitu beragam, sistem klasifikasi mengelompokkan tanah ke dalam kategori yang umum dimana tanah memiliki kesamaan sifat fisik. Klasifikasi tanah juga berguna untuk studi yang terperinci mengenai keadaan tanah tersebut serta kebutuhan pengujian untuk menentukan sifat teknis tanah seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi dan sebagainya (Bowles 1984). Sistem klasifikasi tanah yang telah disusun antara lain adalah sistem USCS dan AASHTO.

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

Maksud pemadatan tanah menurut (Hardiyatmo 1992) antara lain: Mempertinggi kuat geser tanah, mengurangi sifat mudah mampat (kompresibilitas), mengurangi permeabilitas, mengurangi perubahan volume sebagai akibat perubahan kadar air dan lainnya.

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

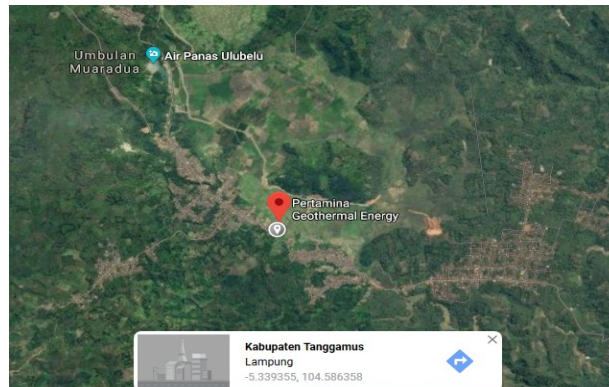
Untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan pemadatan, maka umumnya dilakukan pengujian pemadatan. (Hardiyatmo 1992) telah mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara kadar air dan berat volume kering yang padat. Untuk berbagai jenis tanah pada umumnya salah satu nilai kadar air optimum tertentu 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 : $\gamma_d = \gamma_b / 1 + w$



Gambar 1. Alat Uji Pemadatan Modifikasi

3. METODE PENELITIAN

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



Gambar 2. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah.

Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara pengambilan langsung sampel tanah yang berasal dari Desa Muara Dua, Ulu Belu, Tanggamus. Tanah yang diambil yaitu *disturb* sampel, diambil menggunakan cangkul kemudian dimasukkan kedalam karung

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sifat-sifat fisik tanah ini dilakukan sesuai Buku Panduan Praktikum Mekanika Tanah Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Lampung.

Hasil pengujian sifat fisik dan mekanis tanah :

Tabel 1. Hasil Pengujian Sifat-Sifat Fisik Tanah

No	Pengujian	Hasil Pengujian
1	Kadar Air (w)	45,45 %
2	Berat Jenis (Gs)	2,63
3	Batas <i>Atterberg</i> :	
	a. Batas Cair (LL)	41,49 %
	b. Batas Plastis (PL)	33,45 %
	c. Indeks Plastisitas (PI)	8,03 %
4	Analisa Saringan :	
	a. lolos saringan No.4	98,65 %
	b. lolos saringan No.200	31,72 %

Sumber : Hasil Pengujian

1. Sistem Klasifikasi AASHTO

Berdasarkan hasil penelitian, pada uji analisis saringan didapat butiran lolos saringan No.200 sebesar 31.72%. Pada uji Batas *Atterberg* didapat nilai batas cair (LL) sebesar 41,49% dan Indeks Plastisitas (PI) sebesar 8,03%.

Maka, menurut Tabel 3. Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO, tanah di Desa Muara Dua, Kec. Ulu Belu dikategorikan masuk dalam Klasifikasi Kelompok A-2-5. Tanah yang masuk dalam Kelompok A-2-5 yaitu tanah yang memiliki 35% lolos saringan No.200, batas cair (LL) minimal 41%, dan nilai PI maksimal 10%. Kelompok ini tergolong kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung.

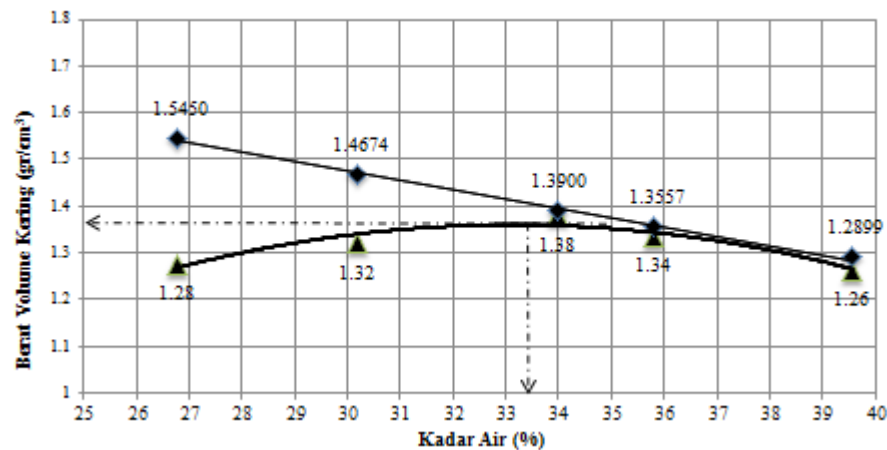
2. Sistem Klasifikasi USCS

Berdasarkan hasil penelitian, presentase butiran lolos saringan No.4 yaitu sebesar 98,65% (lebih besar dari 50% fraksi kasar), maka tergolong pasir. Presentase lolos saringan No.200 sebesar 31,72% lebih besar dari 12% maka tergolong dalam kelompok SM atau SC. Karena nilai $PI = 8,03\%$ lebih kecil dari nilai $0,73(LL-20) = 15,69\%$, setelah diplot pada kurva hubungan PI dan LL diperoleh bahwa titik perpotongan berada dibawah Garis-A maka dapat disimpulkan bahwa tanah termasuk dalam kelompok SM atau pasir berlanau.

C. Pengujian Sifat Mekanis Tanah

1. Uji Pemadatan Modifikasi

Dibawah ini adalah kurva hasil pengujian pemadatan tanah modifikasi :



Gambar 3. Hubungan Berat Volume Kering dengan Kadar Air pada Uji Pemadatan Modifikasi.

Berdasarkan pada kurva diatas, hasil pemadatan tanah pada lokasi yang diteliti maka didapatkan berat volume kering sebesar $1,38 \text{ gr/cm}^3$, nilai *Zero Air Void* (ZAV) sebesar $1,39 \text{ gr/cm}^3$, dan Kadar Air Optimum (W_{opt}) sebesar 33,4%. Nilai kadar air optimum yang diperoleh pada pemadatan tanah selanjutnya digunakan untuk campuran air pada saat pengujian tekan modifikasi pada tekanan 3 MPa, 6 MPa, 9 MPa, 12 MPa, dan 15 Mpa.

2. Uji Tekan Modifikasi

Pada pengujian tekan modifikasi sampel yang digunakan pada pengujian ini menggunakan sampel tanah yang lolos saringan No.4 mm, dilakukan pada tekanan 3 MPa, 6 MPa, 9 MPa, 12 MPa, dan 15 MPa. Untuk setiap tekanan diambil sebanyak 3 sampel pengujian. Hasil pengujian tekan pemadat modifikasi disajikan dalam tabel dan kurva berikut :

Tabel 2. Hasil Pengujian Tekan Modifikasi pada Tekanan 3 MPa

Sampel	Kadar Air (%)	Berat Volume Kering (gr/cm^3)	ZAV (gr/cm^3)
1	34,1785	1,2402	1,3850
2	34,7826	1,2305	1,3753
3	34,6405	1,2384	1,3762

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 3. Hasil Pengujian Tekan Modifikasi pada Tekanan 6 MPa

Sampel	Kadar Air (%)	Berat Volume Kering (gr/cm^3)	ZAV (gr/cm^3)
1	34,7742	1,3267	1,3737
2	34,1969	1,3398	1,3847
3	34,0649	1,3544	1,3872

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 4. Hasil Pengujian Tekan Modifikasi pada Tekanan 9 MPa

Sampel	Kadar Air (%)	Berat Volume Kering (gr/cm ³)	ZAV (gr/cm ³)
1	34,8391	1,3647	1,3725
2	35,2657	1,3595	1,3645
3	35,3529	1,3579	1,3628

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 5. Hasil Pengujian Tekan Modifikasi pada Tekanan 12 MPa

Sampel	Kadar Air (%)	Berat Volume Kering (gr/cm ³)	ZAV (gr/cm ³)
1	34,9827	1,3698	1,3796
2	34,7437	1,3743	1,3804
3	34,5652	1,3776	1,3804

Sumber : Hasil Pengujian

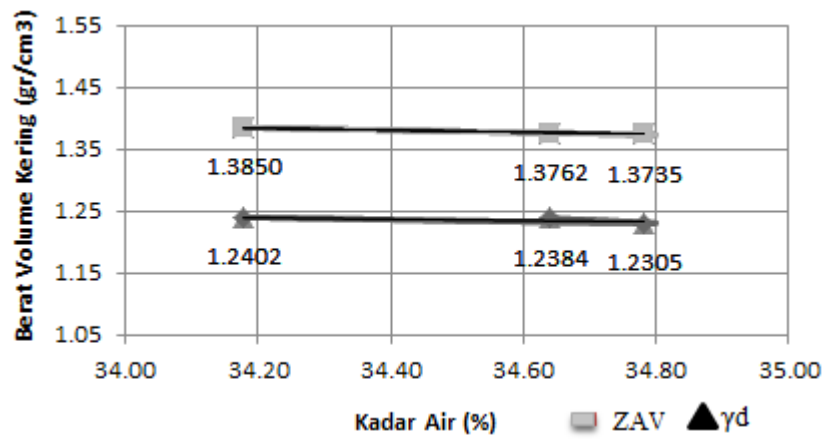
Tabel 6. Hasil Pengujian Tekan Modifikasi pada Tekanan 15 MPa

Sampel	Kadar Air (%)	Berat Volume Kering (gr/cm ³)	ZAV (gr/cm ³)
1	34,3750	1,3813	1,3925
2	34,3446	1,3818	1,3911
3	34,3143	1,3824	1,3881

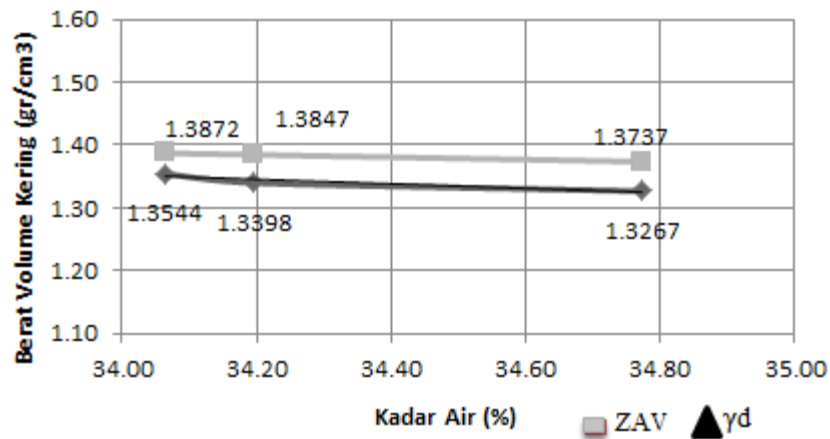
Sumber : Hasil Pengujian

Kadar air yang digunakan pada Uji Tekan Modifikasi merupakan pencampuran air sebesar Kadar Air Optimum (KAO) pada Uji Pemadatan Modifikasi (*Modified Proctor*) yaitu 33,4%, akan tetapi kadar air pada tabel 2; 3; 4; 5 dan 6 tidak didapat nilai kadar air sama, hal ini disebabkan pada saat pencampuran air tidak merata atau sampel tanah pada mulanya belum dikeringkan secara maksimal, sehingga didapat nilai kadar air yang tidak sesuai dengan *Modified Proctor*.

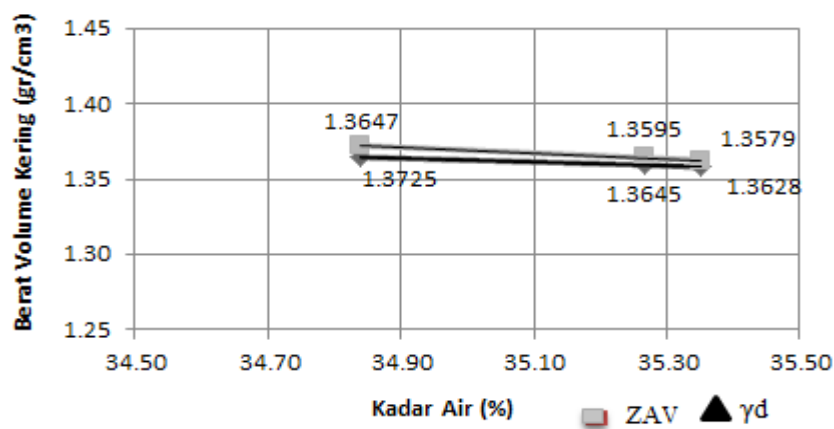
Dilihat dari γ_d dan ZAV pada tabel 2; 3; 4; 5; dan 6 menunjukkan bahwa pada tekanan 3 MPa dan 6 MPa nilai *Zero Air Void* masih belum mendekati nilai berat volume kering, sedangkan pada tekanan yang lebih besar yaitu tekanan 9, 12, dan 15 MPa nilai ZAV semakin mendekati nilai γ_d , yang berarti tanah setelah diberi tekanan yang lebih besar maka rongga udara nya akan semakin berkurang dan mencapai kepadatan yang maksimal. Hubungan kadar air dengan berat volume kering ditampilkan dalam kurva-kurva dibawah ini :



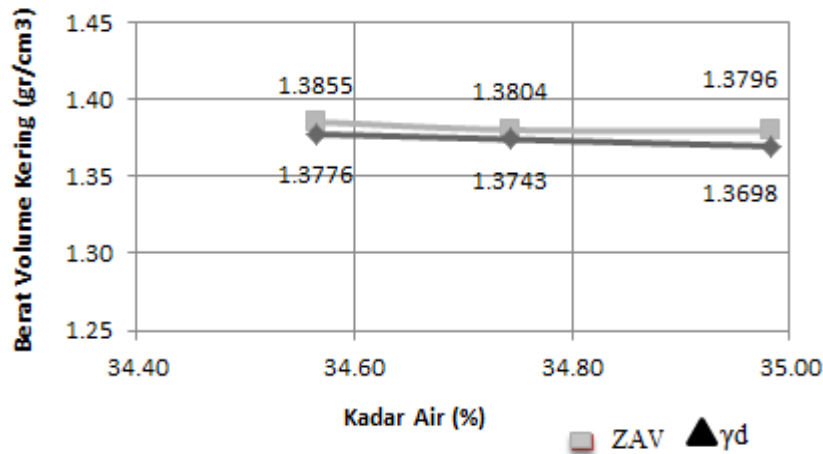
Gambar 4. Hubungan Kadar Air dengan Berat Volume Kering pada Tekanan 3 MPa



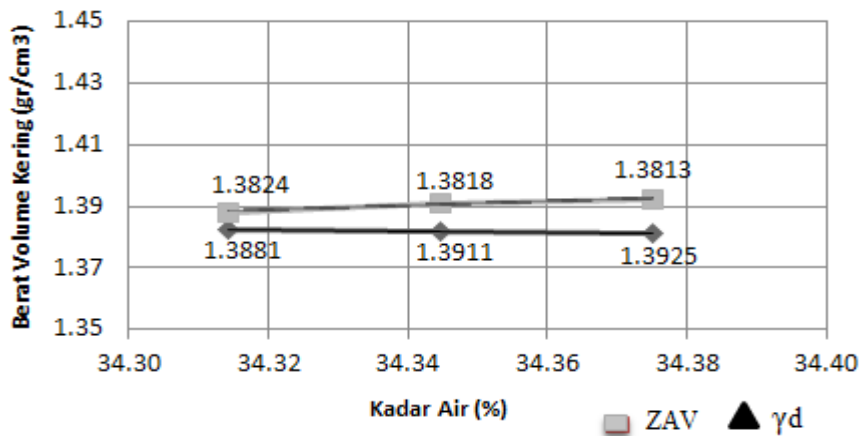
Gambar 5. Hubungan Kadar Air dengan Berat Volume Kering pada Tekanan 6 Mpa.



Gambar 6. Hubungan Kadar Air dengan Berat Volume Kering pada Tekanan 9 Mpa.



Gambar 7. Hubungan Kadar Air dengan Berat Volume Kering pada Tekanan 12 Mpa.



Gambar 8. Hubungan Kadar Air dengan Berat Volume Kering pada Tekanan 15 Mpa

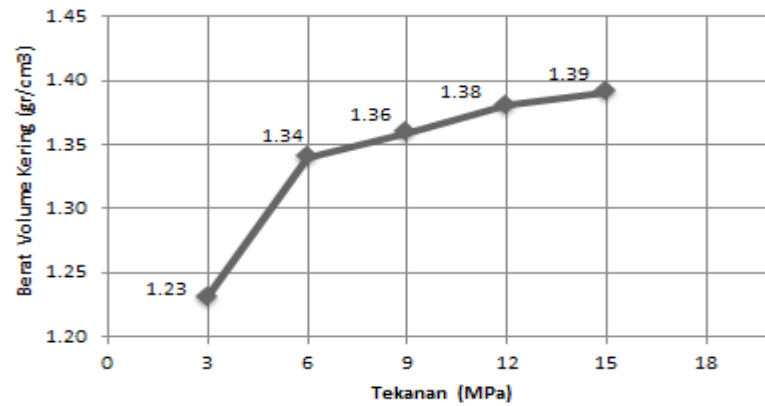
Pada tekanan 15 MPa didapat berat volume kering maksimum sebesar 1,3824 gr/cm³ dan kadar air optimum sebesar 34,3134% dan zero air void 1,3881 gr/cm³, sehingga dapat diketahui pemadatan dengan alat tekan pada tekanan 15 MPa cukup efektif dikarenakan nilai $\gamma_{d_{maks}}$ sudah mendekati nilai zero air void (γ_{zav}).

Tabel 7. Nilai Berat Volume Kering pada Tekanan 3, 6, 9, 12, dan 15 MPa.

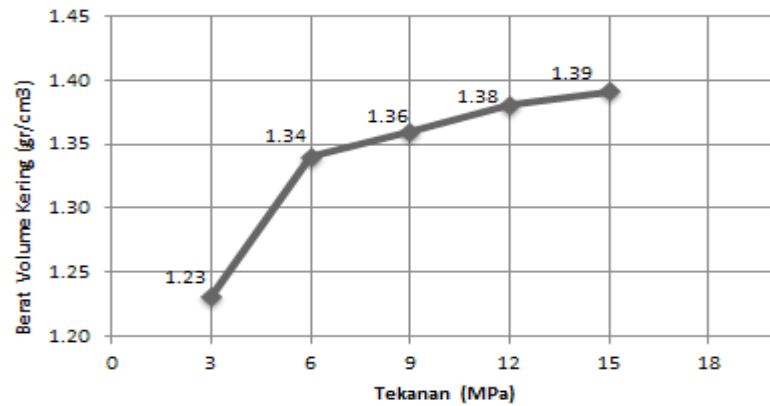
Tekanan (MPa)	Berat Volume Kering (gr/cm³)		
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
3	1,24	1,23	1,24
6	1,33	1,34	1,35
9	1,36	1,36	1,36
12	1,38	1,38	1,39
15	1,39	1,39	1,39

Sumber : Hasil Pengujian

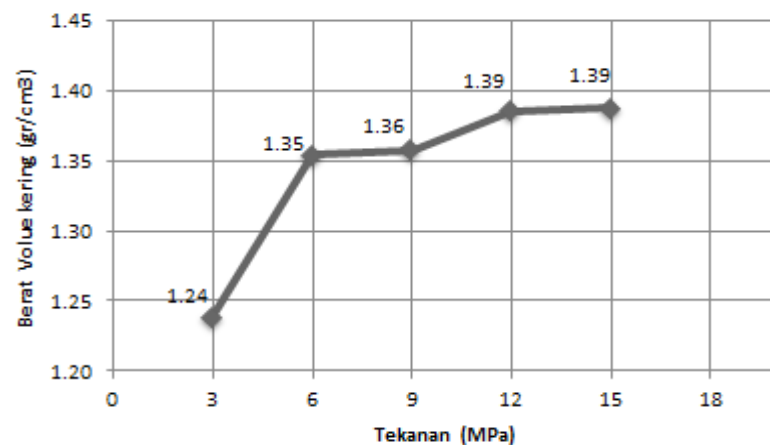
Tabel diatas ditampilkan dengan kurva-kurva dibawah ini:



Gambar 9. Hubungan Berat Volume Kering dengan Tekanan pada Sampel 1 (satu).



Gambar 10. Hubungan Berat Volume Kering dengan Tekanan pada Sampel 2 (dua).



Gambar 11. Hubungan Berat Volume Kering dengan Tekanan pada Sampel 3 (tiga).

Kurva pada Gambar 9; 10; dan 11 tersebut menampilkan kenaikan nilai γ_d per 3 MPa pada setiap sampel, bahwa semakin besar tekanan yang diberikan maka nilai γ_d akan semakin besar .

3. Perbandingan *Modified Proctor* dengan Uji Tekan Modifikasi

Hasil perbandingan *Modified Proctor* dengan Uji Tekan Modifikasi untuk mengetahui kepadatan tanah berdasarkan hasil berat volume kering maksimum dengan energi yang berbeda. Energi *Modified Proctor* adalah sebagai berikut :

$$E = 57779,5076 \text{ ft.lb/ft}^3 = 2,78 \text{ Mpa}$$

Pada penelitian ini, *Modified Proctor* dengan energi pemadatan sebesar 2,78 MPa menghasilkan berat volume kering $1,38 \text{ gr/cm}^3$ dan Uji Tekan Modifikasi pada tekanan 15 MPa menghasilkan nilai yang hampir sama yaitu sebesar $1,39 \text{ gr/cm}^3$.

5. KESIMPULAN

- a. Pada uji sifat fisik tanah, sampel tanah tergolong dalam kelompok A-2-5 dalam Sistem Klasifikasi AASHTO dan tergolong jenis tanah pasir berlanau dalam Sistem Klasifikasi USCS.
- b. Berat volume kering maksimum ($\gamma_{d_{maks}}$) yang didapat dengan alat pemadat modifikasi sebesar $1,38 \text{ gr/cm}^3$ dengan *zero air void* $1,39 \text{ gr/cm}^3$ dan $\gamma_{d_{maks}}$ yang didapat dengan variasi tekanan dengan alat tekan modifikasi pada tekanan terbesar 15 MPa juga sebesar $1,38 \text{ gr/cm}^3$ dengan *zero air void* $1,39 \text{ gr/cm}^3$. Pada uji dengan alat tekan modifikasi dapat diketahui bahwa semakin tinggi tekanan maka $\gamma_{d_{maks}}$ semakin besar, namun dengan variasi tekanan 3 MPa selisih nilai $\gamma_{d_{maks}}$ nya kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E., 1984. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Das, B.M., 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jakarta: Erlangga.
- Dunn, I., 1992. *Dasar-dasar Analisis Geoteknik*. Semarang: IKIP Semarang Press.
- Hardiyatmo, H.C., 1992. *Mekanika Tanah 1*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H.C., 2002. *Mekanika Tanah 1*. 3rd ed. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.