

Pengaruh Derajat Kejenuhan Terhadap Tingkat Kepadatan Tanah

Muh. Adlen Arsyad, M. Arifuddin Karim*, Mukti Maruddin, Andi Baso Gunawan

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar

*arifuddinkarim2@gmail.com

Diajukan: 30 Agustus 2025, Revisi: 17 September 2025, Diterima: 1 Oktober 2025

Abstract

The degree of saturation affects how dense a soil is, the degree of saturation correlates with the amount of water present in the soil. The purpose of this study was to determine how degree of saturation and moisture content affect soil density. Disturbed soil samples from a site in Maros Regency were used in this study. The study started by testing the physical properties and then the mechanical properties of the fine-grained soil, specifically its ability to compact at a G_s of 2.72 and a clay concentration of 70.14%. Based on the results of the mechanical properties testing, it was found that the density of the soil increased as the moisture content increased, and decreased when it reached the point where compaction efforts could no longer be made because the air voids in the soil were filled with water. The results obtained from compaction with the addition of water content of 14.24%, 24.34%, 33.20%, 41.97%, 50.90% are an increase in density value starting from the percentage of water content of 14.24%, 24.34% to the percentage of 33.20% with a value of 1.4543 kg/cm³, 1.6559 kg/cm³, and 1.8874 kg/cm³. And there is a decrease in density at a percentage of water content of 41.97%, 50.97% with soil density values of 1.7193 kg/cm³, 1.5022 kg/cm³. The effect of the degree of saturation on soil density can be seen according to the addition of moisture content that occurs, the more moisture content, the more saturated the soil is caused by water, therefore it is difficult to compact.

Keywords: Moisture content, soil density, degree of saturation.

Abstrak

Derajat kejenuhan mempengaruhi seberapa padatnya suatu tanah, derajat kejenuhan berkorelasi dengan jumlah air yang ada di dalam tanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana derajat kejenuhan dan kadar air mempengaruhi kepadatan tanah. Sampel tanah terganggu dari Kabupaten Maros digunakan dalam penelitian ini. Penelitian ini dimulai dengan menguji sifat fisis kemudian sifat mekanis tanah berbutir halus, khususnya kemampuannya untuk memadat pada G_s 2,72 dan konsentrasi lempung 70,14%. Berdasarkan pengujian sifat mekanis, didapatkan bahwa kerapatan dan kepadatan tanah meningkat seiring bertambahnya kadar air, dan menurun saat mencapai titik dimana usaha pemadatan sudah tidak bisa dilakukan lagi dikarenakan rongga udara dalam tanah sudah terisi air. Hasil yang didapatkan dari pemadatan dengan penambahan kadar air 14,24%, 24,34%, 33,20%, 41,97%, 50,90% yaitu peningkatan nilai kepadatan dimulai dari persentase kadar air 14,24%, 24,34% sampai pada persentase 33,20% dengan nilai 1,4543 kg/cm³, 1,6559 kg/cm³, dan 1,8874 kg/cm³. Dan terjadi penurunan kepadatan pada persentase kadar air 41,97%, 50,97% dengan nilai kepadatan tanah sebesar 1,7193 kg/cm³, 1,5022 kg/cm³. Pengaruh derajat kejenuhan terhadap kepadatan tanah dapat dilihat sesuai penambahan kadar air yang terjadi, semakin banyak kadar air maka semakin jenuh tanah yang disebabkan oleh air, maka dari itu sulit untuk dipadatkan.

Kata Kunci: Kadar air, kepadatan tanah, derajat kejenuhan.

1. PENDAHULUAN

Konstituen utama tanah biasanya terdiri dari partikel-partikel tanah, uap air dan udara yang terperangkap di celah-celah di antara partikel-partikel ini. Dalam kasus di mana tanah benar-benar kering, seharusnya tidak ada air di ruang-ruang ini, namun skenario ini jarang terjadi, pada tanah lapangan alami yang belum mengalami modifikasi apa pun. (Wambes et al). Kerapatan tanah mempunyai nilai yang berbeda baik secara horizontal maupun vertical (Karim et al. 2023). Didalam massa memiliki bentuk namun belum memiliki berat karena belum terpengaruh oleh gravitasi. Massa tanah dipengaruhi oleh gravitasi maka dia memiliki berat, sehingga dinyatakan γ (simbol yaitu kerapatan) yang terdiri dari udara, air dan butir.

Tanah dapat dianggap sebagai dua bagian, bagian yang padat dan bagian yang berongga atau pori-pori. Ketika pemadatan tanah dilakukan, maka akan mengurangi kandungan udara (jumlah pori-pori) di dalam tanah (Hardiyatmo, 2010). Tanah yang jenuh artinya semua pori-pori terisi air. Sebaliknya, tanah yang kering memiliki udara di dalam pori-porinya. Hal ini memungkinkan untuk memahami bagaimana tingkat derajat kejenuhan berhubungan dengan kandungan air di dalam tanah. Sehingga besar kecilnya air didalam pori tanah itulah yang menggambarkan derajat kejenuhan air terhadap tanah. Jika tanah mencapai derajat kejenuhan sampai 100% itu menggambarkan tanah itu kritis. Maka dari itu tingkat kepadatan punya syarat batas yaitu zero void ratio. Sehingga sebelum melakukan pemadatan ditetapkan syarat batas, tidak boleh melampaui zero void ratio.

Derajat kejenuhan memiliki pengaruh untuk mengukur tingkat kepadatan. Jumlah ruang dalam tanah yang terisi air dibandingkan dengan kapasitasnya disebut tingkat kejenuhan. Ketika kandungan air di dalam tanah naik, volume tanah akan bertambah sementara volume tanah akan berkurang ketika kandungan air berkurang (Anwar & Ari, 2014).

Kepadatan memiliki simbol γ dry, tingkat kepadatan terukur dari pada derajat kejenuhan. Sehingga syarat batas yang berikan oleh teori bahwa derajat kejenuhan 100% air. kepadatan maksimum berada pada kadar air optimum Jadi tanah memiliki sifat kepadatan tegantung dari derajat kejenuhan.

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa hubungan antara kadar air, derajat kejenuhan dan kepadatan tanah merupakan parameter penting dalam pekerjaan pemadatan tanah, terutama pada pekerjaan timbunan dan subgrade jalan. Penambahan kadar air pada tanah akan meningkatkan derajat kejenuhan dan kepadatan tanah hingga mencapai kadar air optimum, namun setelah melewati kadar air optimum, kepadatan tanah akan menurun walaupun kadar air meningkat (Ahmid et al., 2020). Hal ini menunjukkan bahwa derajat kejenuhan memiliki hubungan langsung dengan kepadatan tanah dan kadar air optimum.

Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa parameter kekakuan tanah, nilai CBR dan kepadatan kering tanah dipengaruhi oleh derajat kejenuhan tanah. Nilai CBR dan kekakuan tanah akan menurun ketika derajat kejenuhan meningkat melebihi kondisi optimum, karena air yang berlebihan dalam pori tanah akan mengurangi gaya gesek antar butiran tanah (Tatsuoka et al., 2021). Oleh karena itu, pengendalian derajat kejenuhan sangat penting dalam pekerjaan pemadatan tanah untuk mendapatkan kepadatan maksimum dan daya dukung tanah yang baik.

Penelitian mengenai pengaruh kadar air terhadap sifat tanah juga menunjukkan bahwa peningkatan kadar air akibat infiltrasi dapat meningkatkan derajat kejenuhan tanah dan mempengaruhi kekuatan serta stabilitas tanah. Kondisi tanah yang mendekati jenuh merupakan kondisi kritis karena dapat menurunkan kekuatan tanah dan meningkatkan potensi penurunan tanah (Lestari et al., 2023). Oleh karena itu, hubungan antara derajat

kejuhan dan kepadatan tanah perlu diteliti untuk mengetahui kondisi kepadatan tanah yang optimum dan aman dalam pekerjaan konstruksi.

Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh derajat kejuhan terhadap tingkat kepadatan tanah untuk mengetahui hubungan antara kadar air, derajat kejuhan dan kepadatan tanah sehingga dapat digunakan sebagai dasar dalam pekerjaan pemadatan tanah di lapangan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar air terhadap kepadatan tanah dan untuk mengetahui pengaruh nilai derajat kejuhan terhadap kepadatan.

2. METODE PENELITIAN

Gambaran Umum

Dalam penelitian ini, kami menggunakan metode laboratorium yang melibatkan bahan uji tanah. Kami terlebih dahulu meninjau literatur yang ada untuk mendapatkan pemahaman tentang penelitian ini sebelum melakukan eksperimen. Penelitian ini berfokus pada penggabungan prinsip-prinsip seperti logika, bukti, dan investigasi sistematis dengan memperhatikan temuan dan hasil penelitian terbaru.

Waktu dan Lokasi Penelitian

Untuk melakukan penelitian ini, sejumlah eksperimen laboratorium dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia KM 5, Kampus 2, Makassar (Sulawesi Selatan).

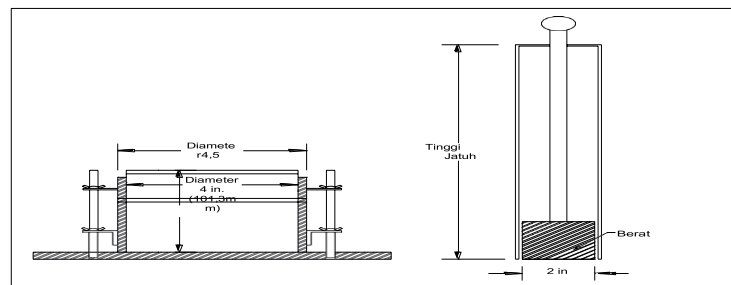
Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Sampel tanah dalam keadaan terganggu (*Disturbed Soil*) yang diambil darisalah satu daerah di Kecamatan Moncongloe, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. Tepatnya berada di Jl. Poros Pemanjengan. Dimana tanah yang digunakan adalah tanah berbutir halus.

Alat Penelitian

Penelitian ini menggunakan alat *Standart Proctor* (ASTM D-698) melalui pengujian pemadatan di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia.



(a)

(b)

Gambar 1 Gambar Alat Uji Proctor Standar (a) cetakan (b) penumbuk.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisa saringan dapat diketahui bahwa tanah yang digunakan lebih dominan butiran halus dibandingkan dengan butiran kasar. Tanah berbutir halus memiliki sifat plastis. Dalam penelitian ini, digunakan sistem klasifikasi tanah yaitu USCS (*Unified Soil Classification System*). Berdasarkan hasil klasifikasi tanah USCS sampel yang digunakan tergolong jenis tanah Lempung berlanau dengan hasil klasifikasi (CL). Diketahui bahwa sifat pasir memiliki nilai kohesif yang rendah. Ketika sampel tanah diberi penambahan air tertentu (air yang minim), kondisi tanah menjadi gembur. Hal ini menyebabkan tanah menjadi sulit untuk dibentuk sebagai benda uji. Sifat-sifat tanah diklasifikasikan ke dalam dua kategori: sifat mekanis dan sifat fisis. Sifat fisis tanah dapat diketahui dengan menggunakan beberapa faktor, termasuk pengujian berat jenis, kadar air, analisis saringan, dan *Atterberg Limit*. Sedangkan sifat mekanis dari tanah yaitu pengujian pemadatan, dimana pengujian pemadatan mengukur karakteristik mekanik tanah dengan mengukur peningkatan berat volume kering dan penurunan rongga udara yang disebabkan oleh butiran tanah yang saling menempel (Wahab1 et al. 2019). Dari hasil penelitian sifat fisis dan mekanis menggunakan sampel yang berasal dari Desa Moncongloe Kab, Maros, Sulawesi Selatan. Tepatnya berada di Jl. Poros Pemanjengan Perumahan. Dimana untuk pengujian fisis dan mekanis masing-masing 5 spesimen sesuai dengan penambahan air.

Tabel 1 Hasil pengujian sifat fisis

	Pengujian	Satuan	Nilai
Batas-batas Konsistensi	Berat Jenis	-	2,72
	LL	%	33,77
	PL	%	23,22
	PI	%	10,55
Analisa Saringan	Butiran Halus	%	70,14
	Butiran Kasar	%	29,86

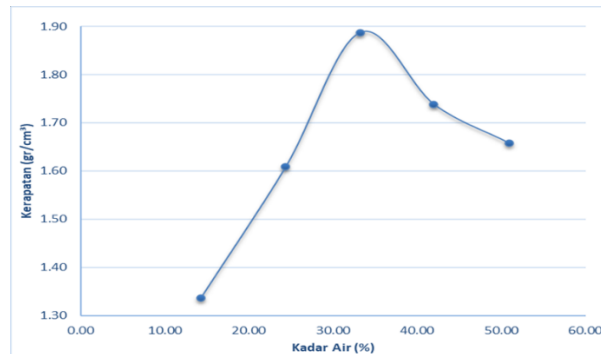
Tabel 2 Hasil pengujian sifat mekanis

Data	Satuan	Spesimen				
		I	II	III	IV	V
Kerapatan Tanah	(gr/cm ³)	1.336 4	1.6087	1.887 4	1.738 2	1.6580
Kepadatan Tanah	(gr/cm ³)	1.169 8	1.2938	1.416 9	1.224 4	1.1006
Kadar Air (W)	(%)	14.24	24.34	33.20	41.97	50.90
Derat Kejenuhan (Sr)	(%)	29	59	95	92	92
Angka Pori		4.13	14.36	31.54	38.61	46.83

A. Pengaruh Kadar Air terhadap Kerapatan Tanah

Diketahui bahwa nilai kerapatan tanah mengalami peningkatan seiring bertambahnya persentase kadar air. Peningkatan nilai kerapatan terjadi dimulai dari persentase kadar air 14,24%, 24,34% sampai pada persentase 33,20 % dengan nilai 1,4543 kg/cm³, 1,6559 kg/cm³, dan 1,8874 kg/cm³. Dan terjadi penurunan kerapatan pada persentase kadar air

41,97%, 50,97% dengan nilai kerapatan tanah sebesar 1,7193 kg/cm³, 1,5022 kg/cm³.

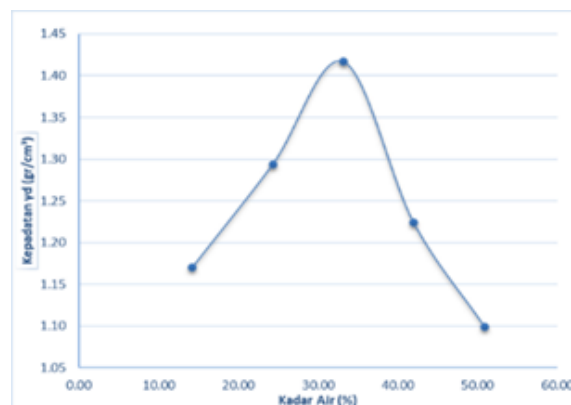


Gambar 2 Grafik hubungan kadar air terhadap kerapatan tanah

Perubahan yang terlihat pada Gambar 2 dapat diketahui bahwa ketika terjadi peningkatan kadar air maka kerapatan juga meningkat. Namun pada kondisi tertentu kerapatan menurun, hal ini disebabkan karena air telah mengisi rongga di dalam pori-pori tanah sehingga pori akan semakin rapat.

B. Pengaruh Kadar Air terhadap Kepadatan Tanah

Bahwa nilai kepadatan tanah meningkat seiring bertambahnya kadar air (Maruddin M et al. 2019). Peningkatan nilai kepadatan tanah terjadi dimulai dari persentase kadar air 14,24%, 24,34%, sampai pada persentase kadar air 33,20 %, dengan nilai 1,1698 gr/cm³, 1,2938 gr/cm³, dan 1,4169 gr/cm³. Namun pada kondisi tertentu terjadi penurunan kepadatan tanah dimulai dari persentase kadar air 41,97% dan 50,90% dengan nilai kepadatan 1,2244 gr/cm³ dan 1,0987 gr/cm³. Perubahan tersebut dapat dilihat dari Gambar 3. Hal ini dikarenakan, dengan energi pemadatan yang telah diatur sebelumnya, udara yang sebelumnya berada di dalam pori-pori tanah dievakuasi, sehingga mengurangi jumlah ruang kosong di antara butiran-butiran tanah. Setelah itu, berat volume kering turun menjadi 1,0987 gr/cm³ pada kadar air 50,90%. Ketika butiran tanah padat terisi air dan tidak dapat dihilangkan dengan pemadatan, rongga pori menjadi lebih kecil, seperti yang terlihat pada sampel yang berkurang ketika air ditambahkan pada interval tertentu. (Mahardika & Pratama, 2020).



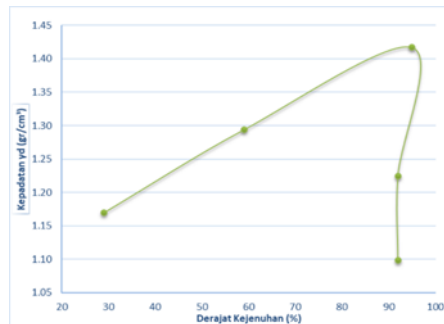
Gambar 3 Grafik hubungan kadar air terhadap kepadatan tanah

Perubahan yang terlihat pada Gambar 3, dapat diketahui bahwa perubahan kepadatan dipengaruhi oleh kadar air yang di berikan pada tanah. Namun pada kondisi tertentu kepadatan menurun. Hal ini disebabkan karena udara yang semula menempati pori dalam

tanah dikeluarkan dengan energi pemadatan yang ditentukan sehingga ruang kosong antar butir menjadi lebih kecil. Sehingga pori-pori tanah menjadi penuh oleh air yang tidak dapat lagi dikeluarkan dengan cara pemadatan.

C. Pengaruh Derajat Kejenuhan terhadap Kepadatan Tanah

Dapat dilihat untuk perubahan nilai derajat kejenuhan terjadi disetiap perubahan nilai kepadatan. Derajat kejenuhan 29% hingga 95% nilai kepadatan ikut berubah dari nilai 1,1698 gr/cm³ hingga 1,4169 gr/cm³. Namun terjadi penurunan kepadatan di derajat kejenuhan 92% dengan nilai kepadatan 1,2244 gr/cm³ hingga 1,0987 gr/cm³. Perubahan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Grafik hubungan derajat kejenuhan terhadap kepadatan tanah

Perubahan yang terlihat pada Gambar 4, kepadatan meningkat hingga derajat kejenuhan 95% hal ini disebabkan pori tanah dominan udara. Dan terjadi penurunan kepadatan karena telah melampaui batas maksimum kepadatan yang disebabkan oleh pori tanah dominan air, yang membuat tanah menjadi jenuh oleh air, dimana semakin besar kadar air yang dimiliki pada kepadatan semakin tinggi nilai derajat kejenuhannya, begitupun sebaliknya semakin rendah nilai kadar air semakin kecil nilai derajat kejenuhan.

4. Penutup

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian ini, ada beberapa hal yang dapat disimpulkan, yaitu:

1. Pengaruh kadar air terhadap kepadatan tanah menyebabkan nilai kepadatan meningkat. Pada kadar air minimum 14,24% didapatkan nilai kepadatan sebesar 1,1698 gr/cm³, hal ini disebabkan oleh minimnya air yang berada pada tanah. Dan kepadatan optimum berada pada kadar air 33,20% dengan nilai kepadatan 1,4169 gr/cm³. Serta terjadi penurunan kepadatan pada kadar air 50,90% dengan nilai 1,0987 gr/cm³, hal ini disebabkan kadar air yang ditambahkan kepada tanah yang diuji sulit untuk dipadatkan. Dikarenakan rongga udara pada tanah terisi oleh air maka sulit untuk dipadatkan.
2. Berat jenis terkait derajat kejenuhan adalah syarat batas untuk tingkat kepadatan yang digunakan. Pengaruh derajat kejenuhan terhadap kepadatan tanah dapat dilihat sesuai penambahan kadar air. Derajat kejenuhan 29% dengan kadar air 14,24% mendapatkan nilai kepadatan sebesar 1,1698 gr/cm³, hal ini terjadi karena jumlah air pada tanah masih minim atau bisa dikatakan sedikit sehingga udara pada tanah masih banyak. Dan untuk derajat kejenuhan 95% pada kadar air 33,20% dengan nilai kepadatan 1,4169 gr/cm³ terjadi kepadatan optimum, hal ini disebabkan oleh udara dan air yang terkandung pada tanah seimbang. Dan untuk tanah jenuh air terjadi pada derajat kejenuhan 92% pada kadar air 50,90% dengan nilai kepadatan yang didapatkan sebesar 1,0987 gr/cm³, hal ini disebabkan karena udara yang semula

berada pada tanah diisi oleh air dan udara di keluarkan dengan tekanan yang diberikan. Semakin banyak kadar air maka semakin jenuh tanah yang disebabkan oleh air, maka dari itu sulit untuk dipadatkan.

B. Saran

Untuk menguji tingkat kepadatan yang sesungguhnya harus memiliki data pengujian Berat Jenis, Konsistensi dan Analisa Butir untuk mengontrol tingkat kepadatan sesungguhnya yang dimiliki tanah tersebut. Dari 3 parameter tersebut sangatlah penting untuk menguji tingkat kepadatan.

Daftar Pustaka

- Anwar, O. M., & Ari, I. (2014). Pengaruh derajat kejenuhan tanah lempung terhadap perilaku penurunan tanah.
- Ahmid, D. A., Sirait, B., Rohayati, Y., & Tarsono. (2020). Effect of the moisture increase in the testings of density and saturation degree for mine soil at a constant specific gravity condition. *Indonesian Mining Journal*, 23(1), 1–8. <https://doi.org/10.30556/imj.vol23.no1.2020.1010>
- Bowles, J. E. (1984). *Physical and geotechnical properties of soils* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- Das, B. M. (1995). *Mekanika tanah: Prinsip-prinsip rekayasa geoteknis* (Jilid 1). Erlangga.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Mekanika tanah* (Edisi 5). Gadjah Mada University Press.
- Karim, A., Supardi, S., Alifuddin, A., & Maruddin, M. (2023). Karakteristik kekuatan geser tanah terhadap perubahan nilai kepadatan tanah. *Jurnal Flyover*, 3(2), 69–76. <https://pasca-umi.ac.id/index.php/flyover/article/view/1532>
- Lestari, N. P., Suwarno, A., Mulyono, T., Sudarmono, S., Praharseno, F., & Wicaksono, T. M. (2023). Pemodelan peningkatan kadar air akibat infiltrasi ditinjau dari parameter kekuatan tanah. *Bangun Rekaprima*.
- Mahardika, A. G., & Pratama, M. F. (2020). Pengujian pepadatan tanah metode standard Proctor dengan alat uji pemadat standar. *Jurnal ISU Teknologi STT Mandala*, 15(2), 64–68.
- Nurjannah, T., Karim, M. A., Aminuddin, M., & Maruddin, M. (2019). Analisis laju perubahan nilai California Bearing Ratio terhadap kepadatan tanah timbunan untuk subgrade. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil (JILMATEKS)*. <https://jurnal.ft.umi.ac.id/index.php/JILMATEKS>
- Tatsuoka, F., Hashimoto, T., & Tateyama, K. (2021). Soil stiffness as a function of dry density and the degree of saturation for compaction control. *Soils and Foundations*, 61(4), 989–1002.
- Wahab, N., Oktavianne, S. N., Karim, M. A., Aminuddin, M., & Maruddin, M. (2019). Karakteristik swelling tanah terhadap variasi butiran dari pengujian tingkat kepadatan. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil (JILMATEKS)*. <https://jurnal.ft.umi.ac.id/index.php/JILMATEKS>
- Wambes, M., Monintja, S., & Manoppo, F. J. (2015). Pengaruh derajat kejenuhan terhadap kuat geser tanah (Studi kasus di sekitar Jalan Raya Manado–Tomohon).
- Achmad, F. (2018). Pengaruh derajat kejenuhan pada tanah gambut menggunakan uji kuat geser tanah.