



PENGARUH KADAR AIR TERHADAP PENGEMBANGAN TANAH EKSPANSIF

Tiorivaldi^{1*}, Adang Irawan²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945, Jakarta Utara

*tiorivaldi@uta45jakarta.ac.id

ABSTRACT

Expansive soil is one type of problematic soil, very sensitive to changes in moisture content. This soil has the characteristics of large shrinkage expansion due to changes in pore volume which can cause lifting forces on existing construction can cause damage to the construction. This research aims to determine the effect of water content on expansive soil in increasing the percentage of swelling soil. The research was conducted experimentally with materials used in this test is expansive soil taken from Sambungmacan, Sragen, Central Java. The main test equipment used in this test is a steel cylindrical mould. Cylindrical mould is filled with expansive soil then compacted a depth of 12 cm. Then the expansive soil is gradually moistened with water until it reaches maximum moisture content to determine its effect on the swelling value. The results of this study show that the increasing water content, then swellin percentage increases in expansive soils until the soil no longer expands at a certain water content.

Keywords: Expansive Soil, Water Content, Swelling

ABSTRAK

Tanah ekspansif merupakan salah satu jenis tanah bermasalah, sangat peka terhadap perubahan kadar air. Tanah ini mempunyai ciri-ciri kembang susut yang besar akibat dari perubahan volume pori yang dapat menimbulkan gaya angkat terhadap konstruksi yang ada sehingga dapat menimbulkan kerusakan pada konstruksi tersebut. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh kadar air terhadap tanah ekspansif dalam meningkatnya persentase pengembangan tanah. Penelitian dilakukan secara eksperimen dengan material yang digunakan dalam pengujian ini adalah tanah ekspansif yang diambil dari Sambungmacan, Sragen, Jawa Tengah. Alat uji utama yang digunakan dalam pengujian ini berupa silinder mould yang terbuat dari baja. Silinder mould diisi tanah ekspansif kemudian dipadatkan hingga kedalaman 12 cm. Kemudian tanah ekspansif sedikit demi sedikit dibasahi air hingga mencapai kadar air maksimum untuk diketahui pengaruhnya dalam nilai pengembangan. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa semakin bertambah kadar air maka semakin meningkat persentase pengembangan pada tanah ekspansif hingga tanah tidak lagi mengembang pada kadar air tertentu.

Kata kunci: Tanah Ekspansif, Kadar Air, Pengembangan

1. PENDAHULUAN

Tanah ekspansif biasanya disebut sebagai tanah bermasalah dalam literatur karena perilaku mekanisnya sangat sensitif terhadap perubahan kadar air alami yang terkait dengan faktor lingkungan seperti infiltrasi dan penguapan. pengangkatan atau penurunan tanah berkontribusi pada tekanan parah pada berbagai infrastruktur yang dibangun di tanah ekspansif karena perubahan kadar air alaminya dan mengakibatkan kerugian ekonomi yang signifikan bagi industri bangunan [1]. Kerusakan jalan yang diakibatkan oleh perilaku tanah ekspansif dapat dilihat dengan ciri-ciri, yaitu terjadi retakan, pengangkatan, penurunan dan longsoran tanah

Ditinjau dari kejadian tanahnya, hampir 65% tanah yang ada di Indonesia merupakan tanah ekspansif yang mempunyai kembang susut yang besar [2]. Tanah ekspansif ini hamper terdapat di seluruh Indonesia, mulai dari Nanggroe Aceh Darussalam (NAD) sampai ke Papua [3], [4]. Tidak sedikit ruas jalan yang terlewati tanah ekspansif mengalami banyak kerusakan dan membutuhkan biaya perbaikan yang tidak sedikit secara terus menerus. Salah satu penyebab utama kerusakan di banyak ruas jalan terjadi akibat fenomena tanah ekspansif. Sebagai contoh kerusakan jalan akibat tanah ekspansif berada di ruas jalan Jawa Tengah (Semarang-Cepu), Jawa Timur (Caruban-Ngawi-Gresik), Jawa Barat (Jakarta-Cikampek), dan Yogyakarta (Yogyakarta-Wates) (Badan Litbang Departemen Pekerjaan Umum, 1998).

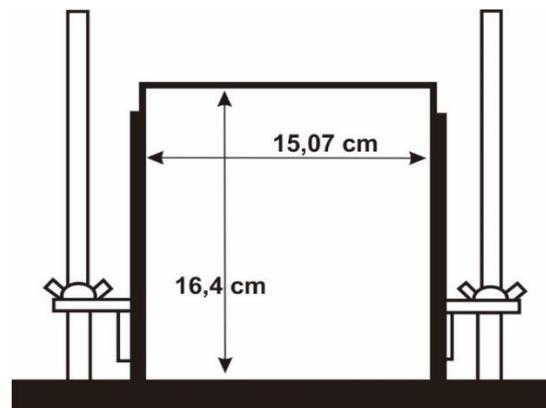
Pengujian yang dilakukan adalah pengujian pengaruh kadar air terhadap pengembangan tanah ekspansif. Perilaku tanah ekspansif akibat perubahan kadar air perlu dipahami agar perencanaan pondasi dan jalan raya dapat dilakukan dengan baik dan tidak mengakibatkan kerusakan pada struktur atas. Salah satu hal penting yang perlu diperhatikan adalah penetrasi air ke dalam tanah yang dapat meningkatkan nilai kadar air dalam tanah dan pada akhirnya dapat menurunkan kuat geser tanah secara signifikan [5]–[7]. Para peneliti hingga saat ini masih melakukan berbagai penelitian mengenai tanah ekspansif[8]. Berdasarkan hal ini tidak luput dari permasalahan tanah ekspansif yang sangat meluas sehingga dapat merusak konstruksi dan bangunan yang berada di atasnya. Maka tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis sifat dan karakteristik tanah Sambungmakan berdasarkan sistem klasifikasi tanah Unified serta analisis gradasi butiran untuk menentukan tingkat plastisitas dan jenis butiran yang dominan dalam tanah tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini membahas mengenai pengaruh kadar air terhadap pengembangan tanah ekspansif. Penelitian dilaksanakan dalam tiga tahapan, yaitu pengambilan sampel tanah, pengujian sifat indeks tanah ekspansif, dan pengujian pengembangan tanah ekspansif dalam kondisi bebas (*free-swell*)

Alat

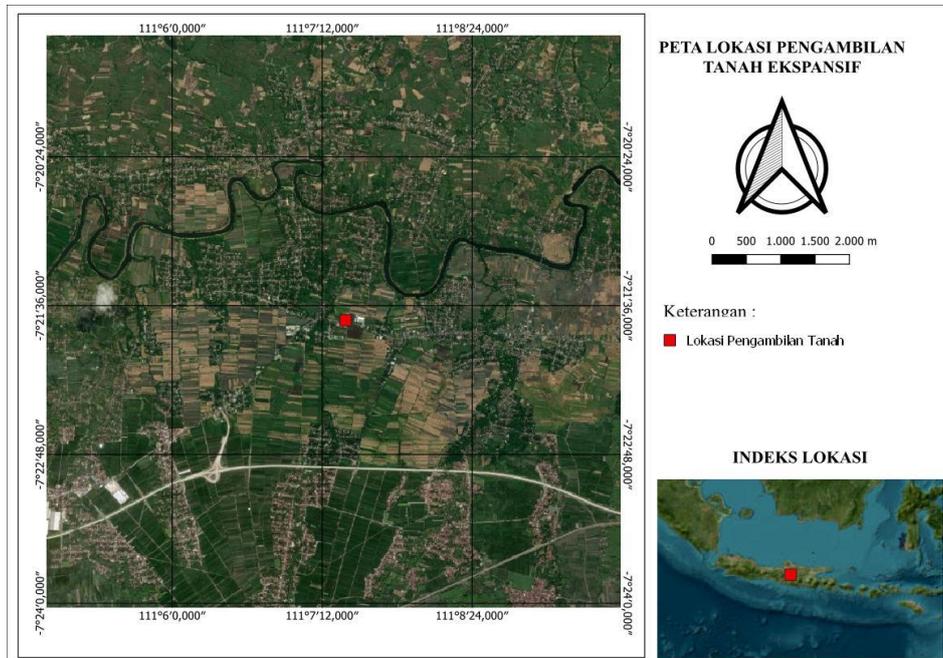
Alat uji utama dalam penelitian ini yaitu silinder mould yang terbuat dari baja. Silinder mould yang digunakan memiliki dimensi yaitu diameter 15,07 cm dan tinggi 16,4 cm. Silinder mould biasa digunakan untuk pengujian pemadatan tanah atau *proctor standard* dan CBR laboratorium. Namun, pada penelitian ini silinder mould digunakan untuk pengujian pengembangan pada tanah ekspansif setelah dilakukan pemadatan hingga kedalaman tanah yang direncanakan yaitu 12 cm. Untuk lebih jelasnya silinder mould dapat dilihat pada Gambar 1. Silinder mould



Gambar 1. Silinder mould

Material

Material utama yang digunakan adalah tanah ekspansif. Material tanah di ambil di daerah Kecamatan Sambungmacan Kabupaten Sragen dengan koordinat $-7^{\circ}21'43,874''$; $E111^{\circ}7'15,627''$. Sampel tanah tersebut di uji dan dijemur dibawah terik matahari kemudian di haluskan dan disaring dengan saringan nomor 4. Peta lokasi pengambilan sampel tanah ekspansif dapat dilihat pada Gambar 2. Lokasi pengambilan sampel tanah



Gambar 2. Lokasi pengambilan sampel tanah

Pengujian

Sampel tanah ekspansif akan diperiksa karakteristik fisiknya yang meliputi berat spesifik tanah berdasarkan ASTM D854, analisis gradasi butiran berdasarkan ASTM D421-85 (analisis saringan) dan ASTM D220-63 (analisis hidrometer), dan uji batas konsistensi tanah (*Atterberg limit*) berdasarkan ASTM D427-98. Pengujian utama yang dilakukan adalah pengujian pengembangan tanah ekspansif yang ditinjau dari penambahan kadar airnya. Pada tahapan ini dilakukan pemadatan tanah ekspansif hingga kedalaman 12 cm. Tanah ekspansif yang digunakan adalah tanah dengan kadar air yang rendah, agar perubahan yang terjadi dapat terukur lebih jelas. Sebelum silider mould dimasukkan tanah ekspansif, pipa dipasang ditengah steel cylinder. Penyiraman air dilakukan pada pipa kecil yang telah diletakkan di tengah steel cylinder. Pipa kemudian diberikan lubang-lubang dan dimasukkan kerikil. Hal ini dilakukan agar air masuk ke dalam tanah, lalu membasahi ke seluruh bagian tanah. Setelah tanah dimasukkan, lalu diberi *annular surcharge weight* berbentuk plat melingkar berlubang sebagai pijakan pembacaan *dial gauge*. Pengujian pada tanah ekspansif perlu ditentukan penambahan kadar airnya. Cara untuk menentukan penambahan kadar air ini, memerlukan berat air yang harus ditambahkn sebagai acuan untuk menentukan kadar air akhir. Adapun untuk berat air yang harus ditambahkan untuk mencapai kadar air akhir yang diinginkan dapat diperoleh dengan Persamaan 1.

$$\Delta W_w = \frac{w_1 - w_o}{1 + W_1} \times W_1 \quad (1)$$

dengan:

ΔW_w : berat air yang harus ditambahkan

w_o : kadar air mula-mula (%)

w_1 : kadar air akhir (%)

W_1 : berat tanah pada saat kadar air akhir (kg)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Sifat Indeks Tanah

Hasil pengujian sifat indeks pada Tabel 1, tanah Sambungmacan menurut parameter Chen (1965) termasuk kategori ekspansif dengan derajat pengembangan sangat tinggi, dilihat dari hasil pengujian indeks plastisitas yaitu sebesar 49,02% yang berarti lebih besar dari 32% (Raman, 1967). Dilihat dari batas cair (LL) tanah Sambungmacan termasuk kategori ekspansif dengan derajat pengembangan sangat tinggi karena berada pada rentang nilai 70 sampai 90% (Ladd dkk, 1961).

Tabel 1. Sifat indeks tanah ekspansif Sambungmacan

Pengujian	Parameter	Satuan	Nilai
Berat spesifik	G_s	-	2,273
Analisis gradasi butiran	Kerikil (G)	%	7,12
	Pasir (S)	%	14,44
	Lanau (M)	%	73,53
	Lempung (C)	%	4,91
Batas atterberg	Batas cair	%	89,85
	Batas plastis	%	40,83
	Indeks plastisitas	%	49,02
	Batas susut	%	23,57
Lolos saringan no. 200	-	%	78,44
Tertahan saringan no. 4	-	%	4,28
Klasifikasi Tanah	USCS	-	MH

Berdasarkan sistem klasifikasi tanah *Unified*, persentase lolos saringan no. 200 adalah 78,44% dan batas cair sebesar 89,85% menunjukkan bahwa tanah Sambungmacan termasuk tanah butiran halus dengan plastisitas yang tinggi yaitu antara MH, CH atau OH. Pada analisis gradasi butiran ditemukan bahwa tanah didominasi oleh lanau yaitu sebesar 73,53%, maka kesimpulan yang diperoleh adalah tanah Sambungmacan lebih dominan pada tanah lanau dengan plastisitas tinggi (MH).

Hasil Uji Pengembangan Tanah

Pengujian utama dilakukan dalam 2 mould selama 10 hari terhitung setiap harinya tanah ekspansif diberikan air secara konstan kemudian dilakukan pencatatan setelah 24 jam pemberian air. Hal itu dilakukan terus-menerus hingga tanah mencapai batas pengembangannya. Pengujian lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3. Pengujian pengembangan tanah ekspansif



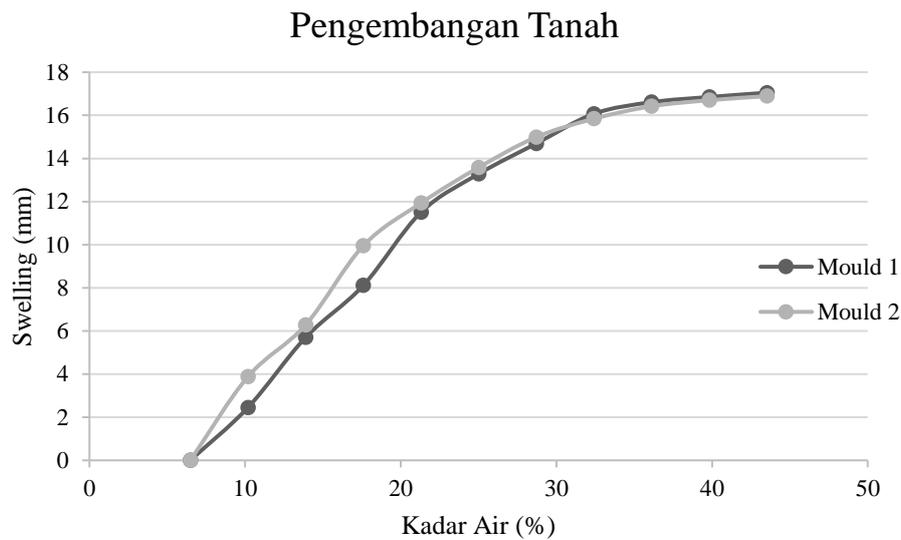
Gambar 3. Pengujian pengembangan tanah ekspansif

Hasil menunjukkan bahwa terjadi pengembangan tanah setiap harinya yang dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil pengujian pengembangan tanah ekspansif

Tabel 2. Hasil pengujian pengembangan tanah ekspansif

Akumulasi Air (ml)	Kadar Air (%)	Mould 1		Mould 2	
		Swelling (mm)	Persentase (%)	Swelling (mm)	Persentase (%)
0	6,48	0	0	0	0
100	10,18	2,45	2,04	3,88	3,23
200	13,89	5,7	4,75	6,28	5,23
300	17,59	8,11	6,76	9,95	8,29
400	21,29	11,5	9,58	11,93	9,94
500	25,00	13,28	11,07	13,58	11,32
600	28,70	14,69	12,24	14,99	12,49
700	32,41	16,07	13,39	15,84	13,20
800	36,11	16,61	13,84	16,42	13,68
900	39,81	16,85	14,04	16,7	13,92
1000	43,52	17,05	14,21	16,89	14,08

Hasil pengujian menunjukkan bahwa terjadi pengembangan tanah setiap harinya. Kemudian semakin tinggi kadar air pada tanah, semakin lama pengembangan tanah yang terjadi akan semakin kecil. Hal itu disebabkan karena pori pada tanah sudah semakin terisi dengan air sehingga air tidak lagi terserap ke dalam tanah. Pada Gambar 3 memperlihatkan grafik yang diperoleh dari hasil pengujian. Terlihat bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan terkait pengembangan yang dibaca oleh masing-masing mould. Hasil itu menunjukkan bahwa air yang meresap ke dalam tanah terjadi secara konsisten dan merata. Perbedaan nilai yang terjadi, bisa dikarenakan perilaku tanah ekspansif yang cukup kompleks.



Gambar 4. Grafik pengujian pengembangan tanah

Tanah Sambungmakan termasuk kategori ekspansif dengan derajat pengembangan sangat tinggi, dilihat dari hasil indeks plastisitas yaitu 49,02% yang berarti lebih dari 32% [9]. Nilai pengembangan tanah semakin besar sering dengan bertambahnya kadar air. Kemudian pada kadar air tertentu pengembangan tanah akan mulai berhenti karena pori tanah sudah terisi penuh oleh air.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan sistem klasifikasi tanah *Unified*, persentase lolos saringan no. 200 adalah 78,44 dan batas cair sebesar 89,85 menunjukkan bahwa tanah Sambungmakan termasuk tanah butiran halus dengan plastisitas yang tinggi yaitu antara MH, CH atau OH. Pada analisis gradasi butiran ditemukan bahwa tanah didominasi oleh lanau yaitu sebesar 73,53%, maka kesimpulan yang diperoleh adalah tanah Sambungmakan lebih dominan pada tanah lanau dengan plastisitas tinggi (MH).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. S. Gourley, D. Newill, And H. D. Schreiner, *Engineering Characteristics Of Arid Soils*. Crc Press, 2020. Doi: 10.1201/9781003077787.
- [2] J. Jaremski, "Application Of The Joining Pile For Foundations On Expansiv Clays And Rocks," 2012. [Online]. Available: [Www.Aasrc.Org/Aasrj](http://www.aasrc.org/aasrj)
- [3] I. B. Mochtar, *Eknologi Perbaikan Tanah Dan Alternatif Perencanaan Pada Tanah Bermasalah (Problematic Soils)*. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil Ftsp-Its, 2000.
- [4] A. T. Sudjipto, "Kajian Model Perilaku Swelling Pada Tanah Lempung Ekspansif Dengan Pola Dua Dimensi," *Prosiding Konferensi Nasional Teknik Sipil*, 2007.

- [5] D. Tjandra, R. Asih, And A. Soemitro, “Effect Of Drying-Wetting Process On Friction Capacity And Adhesion Factor Of Pile Foundation In Clayey Soil,” *J Teknol*, Vol. 77, Pp. 2180–3722, 2015, [Online]. Available: [Www.Jurnalteknologi.Utm.My](http://www.jurnalteknologi.utm.my)
- [6] T. D., . I., And S. R.A.A., “The Effects Of Water Content Variation On Adhesion Factor Of Pile Foundation In Expansive Soil,” *Civil Engineering Dimension*, Vol. 15, No. 2, Sep. 2013, Doi: 10.9744/Ced.15.2.114-119.
- [7] D. Tjandra And R. Asih Aryani Soemitro, “The Influence Of Water Content Variations On Friction Capacity Of Piles In Expansive Soil,” *International Journal Of Ict-Aided Architecture And Civil Engineering*, Vol. 1, No. 1, Pp. 31–40, 2014, Doi: 10.14257/Ijiaace.2014.1.1.03.
- [8] A. Gunarso, R. Nuprayogi, W. Partono, And B. Pardoyo, “Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Campuran Larutan Naoh 7,5 %,” *Jurnal Karya Teknik Sipil*, Vol. 6, No. 2, Pp. 238–245, 2017, [Online]. Available: [Http://Ejournal-S1.Undip.Ac.Id/Index.Php/Jkts](http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts)
- [9] F. H. Chen, *Foundations On Expansive Soils*, Vol. 12. Elsevier, 2012.