

# Uji Durabilitas Basah-Kering Tanah Lempung Distabilisasi dengan Kapur dan Abu Sekam Padi

*The Wetting-Drying Durability Test of Lime-Rice Husk Ash Stabilized Clay*

**Dina Kusumaningrum, Agus Setyo Muntohar**

*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*

**Abstrak.** Tanah lempung ekspansif terdapat di banyak daerah Indonesia, salah satunya di Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Permasalahan pada tanah lempung ekspansif yaitu terjadi pengembangan ketika musim hujan dan menyusut pada musim kemarau. Karena adanya perubahan cuaca dan iklim memberikan pengaruh terhadap karakteristik tanah sehingga perlu dilakukannya stabilisasi tanah salah satunya stabilisasi secara kimia menggunakan kapur dan abu sekam padi. Penelitian ini dilakukan pada tanah yang distabilisasi untuk mempelajari pengaruh kadar air dan jumlah siklus yang diberikan. Penelitian ini pengaruh cuaca dan iklim disimulasikan di laboratorium menggunakan siklus pembasahan dan pengeringan. Kapur dan abu sekam padi yang digunakan 1:1 dengan presentase masing-masing sebesar 17% dari berat total. Selanjutnya campuran tanah, kapur dan abu sekam padi ditambah air dengan tiga variasi kadar air yaitu ODM, OMC, dan OWM yang masing-masing diperam selama 7 hari. Hasil menunjukkan bahwa variasi kadar air dan siklus pembasahan pengeringan dapat meningkatkan nilai kuat tekan ( $q_u$ ) dan *secant modulus of elasticity* ( $E_{50}$ ).

Kata kunci: kapur, abu sekam padi, kadar air, siklus pembasahan-pengeringan, kuat tekan bebas.

**Abstract.** Expansive clay soils are found in many areas of Indonesia, i.e. in Kasihan, Bantul, Yogyakarta. Expansive clay soil as a high swell and shrink behaviour. It will expand in the rainy season and shrink in the dry season. Due to weather and climate change that influence the characteristics of the soil, soil stabilization is required. This research uses chemical stabilization using lime and rice husk ash. The aim of this study is to investigate the influence of water content and number of cycles given on stabilized soil using lime and rice husk ash. In this study the influence of weather and climate is simulated in the laboratory using wetting and drying cycle. Comparison of lime and rice husk ash used for stabilization is 1:1 with the amount of 17% of specimen total weight. Soil, lime and rice husk ash mixture mixed using three variations of moisture content i.e. ODM, OMC, and OWM. Curing duration for specimen is 7 days. *The results show that variation in moisture content and wetting-drying cycle will increase the compressive strength ( $q_u$ ) and secant modulus of elasticity ( $E_{50}$ ).*

Key words : lime, rice husk ash, water content, wetting-drying cycle, compressive strength

## 1 Pendahuluan

Tanah ekspansif merupakan tanah yang memiliki kembang-susut yang besar yaitu mengembang pada musim hujan dan menyusut pada musim kemarau (Dang dkk., 2016; Sudjianto dkk., 2011; Zumrawi, 2015). Besarnya pengembangan dan penyusutan dari suatu titik ke titik lainnya sehingga menimbulkan perbedaan penurunan permukaan tanah dan kerugian yang diakibatkan oleh tanah lempung ekspansif diantaranya gaya angkat vertikal (*heaving*) dan retak (*cracking*) pada jalan raya, kelebihan tegangan lateral pada dinding penahan tanah,

dan berkurangnya daya dukung tanah (Wardani dan Muntohar 2018). Adanya kerugian yang diakibatkan tanah lempung ekspansif, maka diperlukan stabilisasi untuk mengurangi kembang-susut dan meningkatkan daya dukung.

Penambahan kapur dan abu sekam padi merupakan salah satu metode yang tepat untuk stabilisasi tanah. Beberapa penelitian terdahulu mengenai stabilisasi tanah diteliti oleh (Diana dkk., 2012; Muntohar dkk., 2013; Sarkar dkk., 2012) dapat meningkatkan kuat tekan bebas, meningkatkan kuat geser dan memperbaiki sifat-sifat geoteknik. Pada penelitian ini pengaruh kadar air menurut Muntohar (2005),

dapat meningkatkan kuat tekan. Selain itu siklus pembasahan dan pengeringan menurut (Dang dkk., 2016; Guney dkk., 2007; Tang dkk., 2007) mempengaruhi pengembangan yang mengakibatkan kuat tekan meningkat juga. Pada penelitian ini mengkaji pengaruh kadar air, siklus pembasahan dan pengeringan terhadap nilai kuat tekan bebas dan *secant modulus of elasticity*.

## 2 Metode Penelitian

### Tanah lempung

Tanah yang digunakan diambil dari daerah Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian sifat-sifat geoteknik tanah.

Tabel 1 Hasil pengujian sifat-sifat geoteknik

Parameter	Hasil
Berat Jenis, Gs	2,67
Batas-batas konsistensi	
Batas cair, LL	74%
Batas plastis, PL	33,5%
Indeks plastisitas, PI	40,5%
Pemadatan	
Beratvolumekering maksimum, MDD	13,05 kN/m <sup>3</sup>
Kadai air optimum, OMC	32,5%
Ukuran partikel	
Lempung	9%
Lanau	76%
Pasir	15%

### Kapur dan Abu Sekam Padi

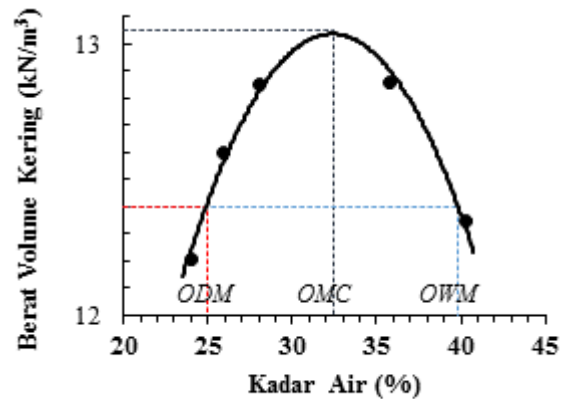
Kapur yang digunakan adalah jenis kapur tohor (CaO) yang dihaluskan. Kadar kapur ditetapkan sejumlah 17% mengacu pada penelitian (Khasanah, 2018) yang menggunakan metode Eades dan Grim (1966).

Abu sekam padi diperoleh dari sisa hasil pembakaran sekam padi di daerah Godean. Sebelum digunakan abu sekam padi dihaluskan hingga lolos saringan No. 200.

### Prosedur pengujian

Tanah yang digunakan adalah tanah kering oven yang lolos saringan No. 4. Tanah dicampur dengan kapur dan abu sekam padi. Benda uji dibuat pada tiga kadar air berbeda (1) kondisi OMC (*optimum moisture content*),

(2) ODM (*optimum dry moisture content*), dan (3) OWM (*optimum wet moisture content*). Kadar air pada kondisi ODM dan OWM didapatkan dari 95% nilai MDD (*maximum dry density*) pada kurva pemadatan yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Kurva pemadatan (Khasanah, 2018)

Tanah dicampur dengan kapur dan abu sekam padi pada kondisi kering. Perbandingan kapur dan abu sekam padi adalah 1:1 terhadap berat kering tanah. Campuran tanah, kapur, abu sekam padi dicampur pada setiap kadar air rencana, dan dipadatkan dalam tabung cetak belah. Hasil pencetakan benda uji seperti pada Gambar 2. Benda uji lalu disimpan dalam kantong plastic tertutup selama 7 hari.



Gambar 2 Benda uji setelah dicetak

### Pengujian Durabilitas

Pengujian durabilitas pada penelitian ini yaitu menggunakan siklus pembasahan dan pengeringan. Pengujian durabilitas ini dimaksudkan simulasi cuaca dan iklim. Berdasarkan ASTM D559-03, satu siklus pembasahan dan pengeringan yaitu satu hari

perendaman dan dilanjutkan satu hari pengeringan.

### Pengujian Kuat Tekan Bebas

Pada pengujian ini didapatkan grafik hubungan tegangan dan regangan. Pada grafik ini diperoleh nilai kuat tekan bebas ( $q_u$ ), dan *secant modulus of elasticity* ( $E_{50}$ ). Nilai kuat tekan bebas didapatkan dari nilai tegangan maksimum, berdasarkan tipe keruntuhan benda uji berdasarkan ASTM D 5012-09. Nilai *secant modulus of elasticity* dihitung dari perbandingan antara ( $q_{50}$ ) dengan regangan ( $\epsilon_{50}$ ) berdasarkan persamaan 1.

$$E_{50} = \frac{q_{50}}{\epsilon_{50}} \quad (1)$$

Dengan :

$q_{50}$  = setengah dari nilai kuat tekan bebas

$\epsilon_{50}$  = regangan pada  $q_{50}$

### 3 Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pada Tabel 2 menunjukkan hasil nilai kuat tekan bebas pada masing-masing kadar air dan siklus pembasahan-pengeringan. Secara umum nilai kuat tekan bebas meningkat pada suatu siklus, dan menurun pada siklus tertentu. Nilai kuat tekan bebas pada kondisi ODM tertinggi pada siklus ketiga sebesar 385 kPa. Nilai kuat tekan bebas pada kondisi OMC tertinggi pada siklus keempat sebesar 886 kPa. Nilai kuat tekan bebas pada kondisi OWM tertinggi pada siklus ketiga sebesar 609 kPa.

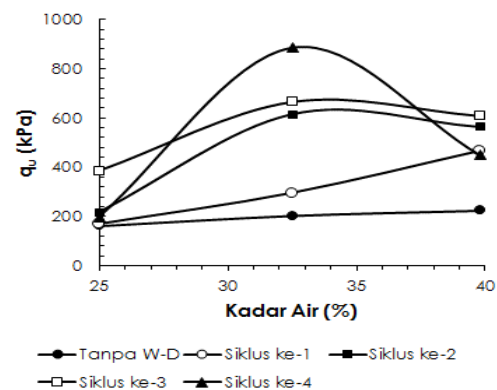
Tabel 2 Nilai kuat tekan bebas

Jumlah siklus	Kuat tekan bebas, $q_u$ (kPa)		
	ODM	OMC	OWM
0	162	204	224
1	168	295	466
2	217	615	563
3	385	666	609
4	199	886	450

#### Pengaruh Kadar Air Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas

Variasi kadar air mempengaruhi hasil dari nilai kuat tekan bebas. Nilai kuat tekan bebas tanah pada kondisi OMC meningkat lebih signifikan dari kondisi optimum-kering ODM dan kondisi optimum basah OWM. Pada penelitian Muntohar (2005b) mengkaji pengaruh kadar air pemadatan terhadap nilai kuat tekan bebas pada tanah yang distabilisasi

menggunakan kapur-abu sekam padi. Kadar air yang digunakan adalah pada kondisi optimum (OMC), optimum-kering (ODM), dan optimum-basah (OWM). Hasil menunjukkan pada tanah yang tidak distabilisasi nilai kuat tekan bebas pada kondisi ODM dan OWM lebih kecil daripada nilai kuat tekan bebas pada kondisi OMC. Karakteristik ini sesuai dengan karakteristik pemadatan dimana berat volume (kepadatan kering) dari tanah yang dipadatkan menurun ketika tanah itu dipadatkan di sisi optimum-kering (ODM) dan optimum-basah (OWM). Kondisi serupa juga disimpulkan oleh Rahmannejad dan Toufigh (2018) dimana penambahan kadar air memberikan dampak negative terhadap kuat tekan bebas tanah. Pada kondisi air berlebih akan memperlemah ikatan antar partikel tanah. Lebih lanjut oleh Miura dkk. (2001) diungkapkan bahwa peningkatan kadar air pemadatan menghasilkan pembentukan matriks partikel halus yang mengelilingi partikel-agregat yang lebih besar. Yin dkk. (2018) menjelaskan bahwa aglomerasi partikel tanah dan jumlah pori-pori yang terbentuk dalam matrik tanah-kalsium lebih sedikit pada kondisi kadar air yang tinggi.

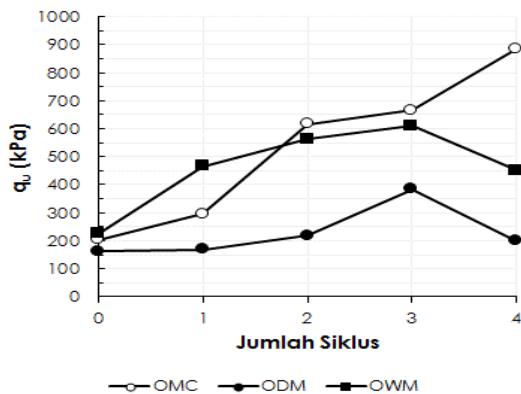


Gambar 3 Grafik hubungan kadar air dan nilai kuat tekan bebas

#### Pengaruh Siklus Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas

Pada Gambar 4.1 nilai kuat tekan bebas mengalami kenaikan hingga pada jumlah siklus tertentu, yang mana diikuti penurunan ketika jumlah siklusnya bertambah. Pada penelitian Muntohar dkk. (2013) menjelaskan bahwa karena adanya siklus pembasahan dan pengeringan terjadinya pengembangan yang menyebabkan penurunan ikatan antar partikel pada tanah yang distabilisasi sehingga terjadi

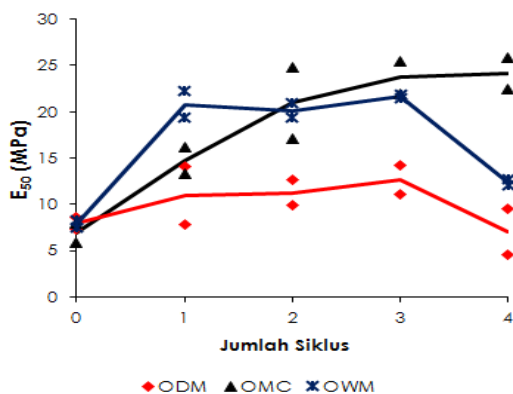
perubahan struktur tanah dan mengakibatkan nilai kuat tekan bebas berkurang. Kekuatan tanah dapat ditingkatkan dengan penambahan jumlah waktu pembasahan, karena pembasahan dapat menyediakan air yang cukup untuk hidrasi dalam mekanisme stabilisasi tanah



Gambar 4 Grafik hubungan jumlah siklus dan nilai kuat tekan bebas

### Modulus Elastisitas

Nilai modulus elastisitas tanah pada penelitian ini dinyatakan dalam *secant modulus of elasticity* ( $E_{50}$ ). Nilai *secant modulus of elasticity* pada kondisi ODM mengalami kenaikan hingga pada siklus ketiga yang rata-ratanya mencapai 12,64 MPa. Nilai *secant modulus of elasticity* pada kondisi OMC mengalami kenaikan hingga pada siklus keempat yang rata-ratanya mencapai 24,26 MPa, sedangkan. Nilai *secant modulus of elasticity* pada kondisi OWM mengalami kenaikan hingga pada siklus ketiga yang rata-ratanya mencapai 21,65 MPa. Pada kondisi ini nilai *secant modulus of elasticity* berbanding lurus dengan nilai kuat tekan bebas (Laheza, 2017; Pertiwi, 2018).



Gambar 5 Nilai *secant modulus of elasticity*

## 4 Kesimpulan

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

- Kuat tekan bebas mengalami peningkatan yang signifikan pada kondisi OMC dengan peningkatan sebesar 183% pada siklus 2 pada siklus 3 meningkat sebesar 72%, dan siklus 4 meningkat sebesar 345% . Namun kuat tekan meningkat pada kondisi OWM dengan peningkatan sebesar 38% pada siklus 0 dan pada siklus 1 sebesar 177%.
- Jumlah siklus juga mempengaruhi peningkatan nilai kuat tekan, kondisi OMC meningkat hingga siklus keempat sebesar 77%, kondisi ODM meningkat hingga siklus ketiga hingga 57% dan kondisi OWM meningkat hingga siklus ketiga hingga 63%.
- Nilai *secant modulus of elasticity* pada kondisi ODM mencapai 12,64 MPa, kondisi OMC mencapai 24,26 MPa, dan kondisi OWM mencapai 21,65 MPa. Hal ini berbanding lurus dengan nilai kuat tekan bebas.

## 5 Daftar Pustaka

- ASTM D559-03 Standard Test Methods for Wetting and Drying Compacted Soil-Cement Mixture. *In Annual Book of ASTM Standar*, 1995.
- ASTM D5102 - 09 Unconfined compressive Strength of Compacted soil-Lime Mixtures, ASTM International, Pennsylvania, USA, 2009.
- Dang, L.C., Fatahi, B., Khabbaz, H., 2016, Behaviour of expansive soils stabilized with hydrated lime and bagasse fibres, *Procedia engineering*, 143, 658-665.
- Diana, W., Muntohar, A.S., Rahmawati, A., 2012, Kuat tekan bebas tanah lempung yang distabilisasi dengan limbah karbit dan abu sekam padi, *Proceeding of the Konferensi Nasional Teknik Sipil ke-6*, Universitas Trisakti, Jakarta, 1-2 November 2012, pp. G33-G38
- Eades, J.L., Grim, R.E., 1966, A quick test to determine lime requirements for lime stabilization, *Highway research record*(139).
- Guney, Y., Sari, D., Cetin, M., Tuncan, M., 2007, Impact of cyclic wetting-drying on swelling behavior of lime-stabilized soil, *Building and Environment*, 42(2), 681-688.

- Khasanah, I.A., 2018, *Pengaruh Pembasahan dan Pengeringan terhadap Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Ekspansif dengan Campuran Kapur - Abu Sekam Padi dan Serat*, Tugas Akhir, Program Studi Teknik "Sipil," Universitas "Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Laheza, E.Y. 2017. Pengaruh Siklus Basah - Kering Terhadap Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Yang Diperbaiki Dengan Kapur-Abu Sekam Padi Dan Serat Plastik. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Muntohar, A.S., 2005, The influence of molding water content and lime content on the strength of stabilized soil with lime and rice husk ash, *Civil Engineering Dimension*, 7(1), 1-5.
- Muntohar, A.S., Widiyanti, A., Hartono, E., Diana, W., 2013, Engineering properties of silty soil stabilized with lime and rice husk ash and reinforced with waste plastic fiber, *Journal of Materials in Civil Engineering*, 25(9), 1260-1270.
- Pertiwi, A.G. 2018. Karakteristik Durabilitas Tanah Lempung Dengan Campuran Kapur, Abu sekam Padi, Dan Serat Pada Kondisi Basah Optimum. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Rahmannejad, M., Toufigh, V., 2018, Influence of Curing Time and Water Content on Unconfined Compressive Strength of Sand Stabilized Using Epoxy Resin, *International Journal of Engineering*, 31(8), 1187-1195. doi: 10.5829/ije.2018.31.08b.05
- Sarkar, G., Islam, M.R., Alamgir, M., Rokonuzzaman, M., 2012, Interpretation of rice husk ash on geotechnical properties of cohesive soil, *Global Journal of Research In Engineering*, 12(2), 1-7.
- Sudjianto, A.T., Suryolelono, K.B., Mochtar, I.B., 2011, The effect of variation index plasticity and activity in swelling vertical of expansive soil, *Engineering & Technology IJET-IJENS*, 11(6), 117-123.
- Tang, C., Shi, B., Gao, W., Chen, F., Cai, Y., 2007, Strength and mechanical behavior of short polypropylene fiber reinforced and cement stabilized clayey soil, *Geotextiles and Geomembranes*, 25(3), 194-202. doi:10.1016/j.geotexmem.2006.11.0
- Yin, C., Zhang, W., Jiang, X., Huang, Z., 2018, Effects of Initial Water Content on Microstructure and Mechanical Properties of Lean Clay Soil Stabilized by Compound Calcium-Based Stabilizer, *Materials (Basel)*, 11(10). doi: 10.3390/ma1110193.
- Zumrawi, M.M., 2015, Geotechnical aspects for roads on expansive soils, *International journal of Scientific Research*, 4, 896-9023.