



Kapur Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Berplastisitas Tinggi dengan Uji *Unconfined Compression Test (UCT)*

Tigo Mindaстиwi^{1*}, Farisy Rizky Romadlon²

^{1,2}Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang

*Email: tigomindaстиwi@untagsmg.ac.id

Diterima Mei 2023; Disetujui Mei 2023; Dipublikasi Juni 2023

Abstract. Soil stabilization is defined as an effort to improve soil characteristics by adding additives to increase soil strength. Many materials can be used as stabilizing agents, including cement, lime, bottom ash and fly ash. This study only used one type of additive, namely lime. The method used is laboratory testing with unconfined compression test (UCT) with a combination of 0%, 5%, 7%, 10% and 12% lime mixture. Based on testing of physical properties, the native soil in Gunungpati District, Semarang Regency is categorized as organic clay soil with an average soil specific gravity (G_s) value of 2.44 and wet soil volume weight (γ_b) 1.594gr/cm³. Based on the UCT test, the original soil has a value of unrestricted compressive strength (q_u) 0.345 kg/cm² and undrained cohesion (C_u) of 0.249 kg/cm², which is included in the soft clay category. Based on the research, it can be concluded that the q_u and C_u values increase according to the addition of the percentage of lime, with the maximum q_u and C_u values in the lime mixture of 12%. This research produced a linear equation $y=0.041x + 0.3288$ $R^2 = 0.9868$, this equation is the equation between the addition of the percentage of lime with the maximum q_u value at the percentage of lime 0% 5%, 7%, 10% and 12%.

Keywords: soil stabilization, free pressure test, UCT, lime

Abstrak. Stabilisasi tanah didefinisikan sebagai usaha untuk memperbaiki karakteristik tanah dengan menambahkan bahan aditif untuk meningkatkan kekuatan tanah. Banyak bahan yang bisa digunakan sebagai bahan stabilisasi diantaranya yaitu, semen, kapur, *bottom ash* dan *fly ash*. Penelitian ini hanya menggunakan satu jenis bahan aditif yaitu kapur. Metode yang digunakan berupa pengujian laboratorium dengan uji tekan bebas/*unconfined compression test (UCT)* dengan kombinasi campuran kapur 0%,5%,7%,10% dan 12%. Berdasarkan pengujian sifat fisis, tanah asli di Kecamatan Gunungpati Kabupaten Semarang dikategorikan sebagai tanah lempung organik dengan nilai berat jenis tanah rata-rata (G_s) 2,44 dan berat volume tanah basah (γ_b) 1,594gr/cm³. Berdasarkan pengujian UCT tanah asli memiliki nilai kuat tekan bebas (q_u) 0,345 kg/cm² dan kohesi undrained (C_u) 0,249 kg/cm² termasuk kategori lempung lunak. Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai q_u dan C_u semakin meningkat sesuai dengan penambahan prosentase kapur, dengan nilai q_u dan C_u maksimum pada campuran kapur sebesar 12%. Pada penelitian ini dihasilkan persamaan linier $y=0,041x + 0,3288$ $R^2 = 0,9868$, persamaan tersebut merupakan persamaan antara penambahan prosentase kapur dengan nilai q_u maksimum pada prosentase kapur 0% 5%,7%,10% dan 12%.

Kata Kunci: stabilisasi tanah, uji tekan bebas, UCT, kapur

1 Pendahuluan

Tanah dengan plastisitas yang tinggi atau tanah ekspansif akan mengalami kembang susut yang tinggi, tanah akan mengembang jika kadar air bertambah dan akan menyusut jika kadar air berkurang Sudjianto (2007) dalam (Marcal,et,al.,2022). Berdasarkan investigasi geoteknik kondisi tanah dengan plastisitas tinggi atau lempung ekspansif diindikasikan terdapat di Sekaran, Kecamatan Gunungpati Kota Semarang. Karakteristik tanah dengan plastisitas tinggi merupakan faktor yang menyebabkan sebagian besar kerusakan pada konstruksi-konstruksi bangunan. Salah satu cara untuk mengatasi tanah dengan plastisitas tinggi atau tanah ekspansif yaitu dengan melakukan stabilisasi tanah.

Stabilisasi tanah didefinisikan sebagai suatu upaya untuk memperbaiki karakteristik tanah dasar dengan mencampurkan bahan adiktif untuk meningkatkan kemampuan daya dukung tanah. Beberapa bahan yang bisa digunakan sebagai bahan stabilisasi yaitu, semen, kapur, *bottom ash*, *fly ash*. Penelitian ini hanya mengkaji penggunaan satu jenis bahan aditif yaitu kapur. Komposisi batu kapur terdiri dari Silika dan kalsium; Silika (SiO_2) yang memiliki sifat pozolanitik. Sifat pozolanitik dapat mengikat mineral lain di dalam lempung sehingga menjadi lebih keras dalam jangka waktu tertentu (Bowles, 1979). Kapur merupakan bahan yang dapat memperbaiki struktur tanah yang daya dukungnya rendah sehingga strukturnya menjadi lebih keras dan tahan terhadap air. Pengujian kuat tekan bebas atau *Unconfined Compression Test (UCT)* merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui nilai kuat tekan dengan cara memberikan tekanan pada tanah sampai tanah terlepas dari butiran-butirannya, pada pengujian ini juga diukur nilai regangan yang terjadi akibat tekanan yang diterima oleh tanah (Lambe dan Whitman, 1991).

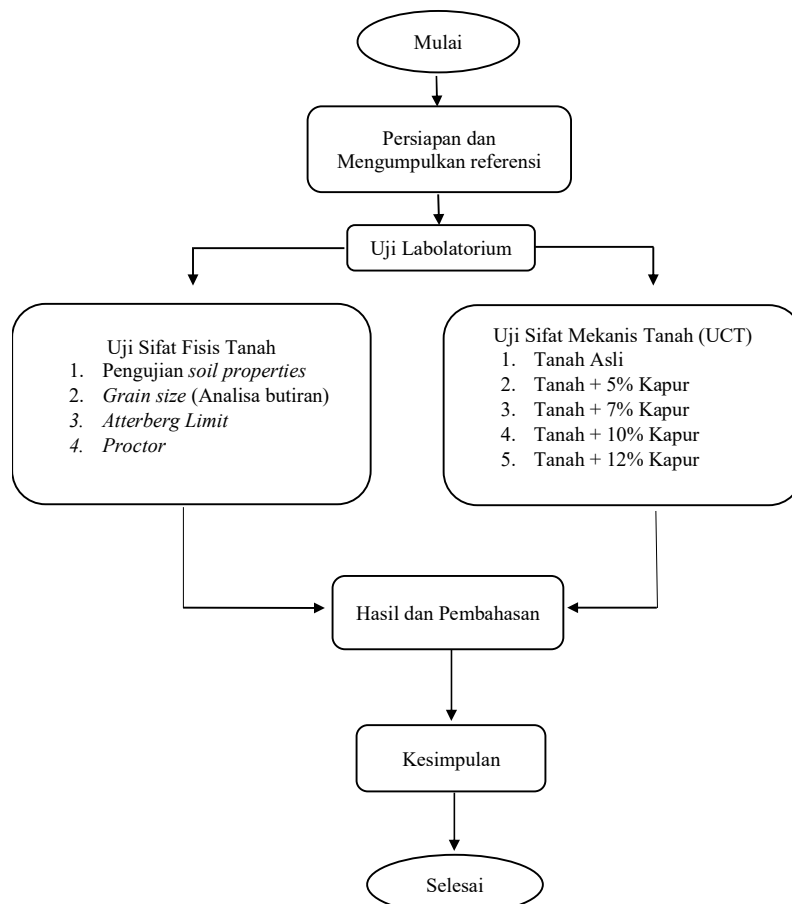
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, stabilisasi tanah menjadi metode yang paling tepat untuk memperbaiki karakteristik tanah. Penggunaan bahan stabilisasi semen, kapur, gypsum dan *fly ash* menjadi kajian bagi para peneliti (Iskandar D, et, al.,2023; Tornando H, et, al.,2020; Aristianto, E et, al.,2021; Kusuma, R. I., & Mina, E. 2017). Berdasarkan perbandingan penggunaan bahan stabilisasi antara semen, kapur dan gypsum dihasilkan kesimpulan bahwa nilai kuat tekan bebas terbesar dihasilkan oleh 10% campuran semen, kapur dan gypsum dengan hasil nilai kuat tekan bebas $3,681 \text{ gr/cm}^2$, $3,307 \text{ gr/cm}^2$ dan $2,975 \text{ gr/cm}^2$ (Hastuty & Roesyanto, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis efektivitas bahan stabilisasi kapur dalam menstabilisasi tanah dengan plastisitas tinggi menggunakan UCT.

Metode pengujian UCT dengan menggunakan sampel tanah asli dengan bahan stabilisasi kapur, dengan prosentase campuran 0%, 5%,7%,10% dan 12%.

2 Metodologi Penelitian

Pengujian labolatorium dilakukan untuk mengetahui karakteristik tanah asli dan karakteristik tanah dengan bahan stabilisasi. Pengujian karakteristik tanah asli yaitu, *soil properties* tanah, pengujian analisa ukuran butiran, pengujian batas konsistensi tanah dan pengujian pemadatan tanah. Pembuatan sampel pengujian UCT dilakukan menggunakan hasil pengujian kadar air optimum pada *proctor*. Pengujian UCT menggunakan sampel tanah asli tanpa bahan stabilisasi dan dengan tanah asli dengan bahan stabilisasi. Bahan stabilisasi pada pengujian ini menggunakan bahan aditif kapur, dengan prosentase campuran 5%,7%,10% dan 12%. Hasil dari pengujian UCT tanpa bahan stabilisasi dan dengan bahan stabilisasi kapur dengan prosentase campuran 5%,7%,10% dan 12% dibandingkan dan dianalisis. Sistematika penelitian dapat dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Bagian Alir Penelitian

3 Hasil dan Pembahasan

Pengujian sifat fisis dan mekanis tanah yang dilakukan di laboratorium diantaranya yaitu pengujian *soil properties* tanah, pengujian Analisa ukuran butiran pengujian batas konsistensi tanah/*Atterberg limit*, pengujian pemadatan tanah/*proctor* dan pengujian kuat tekan bebas *uji Unconfined Compression Test (UCT)*.

3.1 Sifat Fisis Tanah

3.1.1 Pengujian *Soil Properties*

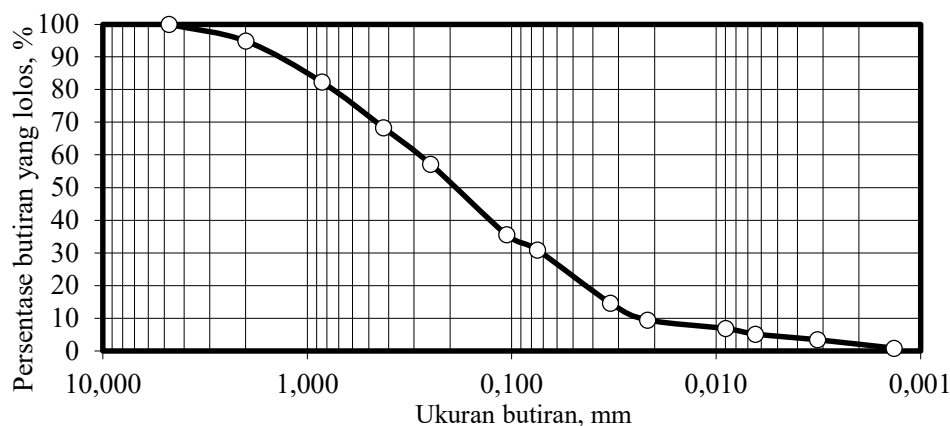
Kadar air tanah asli sebesar 42,404 %, berat volume tanah (γ_b) 15,5 gr/cm³ dan berat jenis tanah (Gs) 2,652 yang dapat dikategorikan kedalam tanah lempung seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. *Soil Properties*

Parameter	Hasil
Kadar air (w)	42,404 %
Berat isi tanah (γ_b)	15,5 gr/cm ³
Berat jenis tanah (Gs)	2,652

3.1.2 Pengujian Analisa Butiran (*Grain Size*)

Pengujian gradasi tanah bertujuan untuk menganalisa ukuran butiran tanah dan mengetahui ukuran dari tanah. Berdasarkan pengujian analisa butiran tanah asli pada Gambar 2 menunjukkan bahwa prosentase lanau dan lempung sebesar 69,01% dan pasir sebesar 30,99%, berdasarkan hasil dari pengujian grain size maka tanah dapat dikatogerikan sebagai tanah lempung.



Gambar 2. Distribusi Ukuran Butiran Tanah Asli

3.1.3 Pengujian Batas-Batas Konsistensi (*Atterberg Limit*)

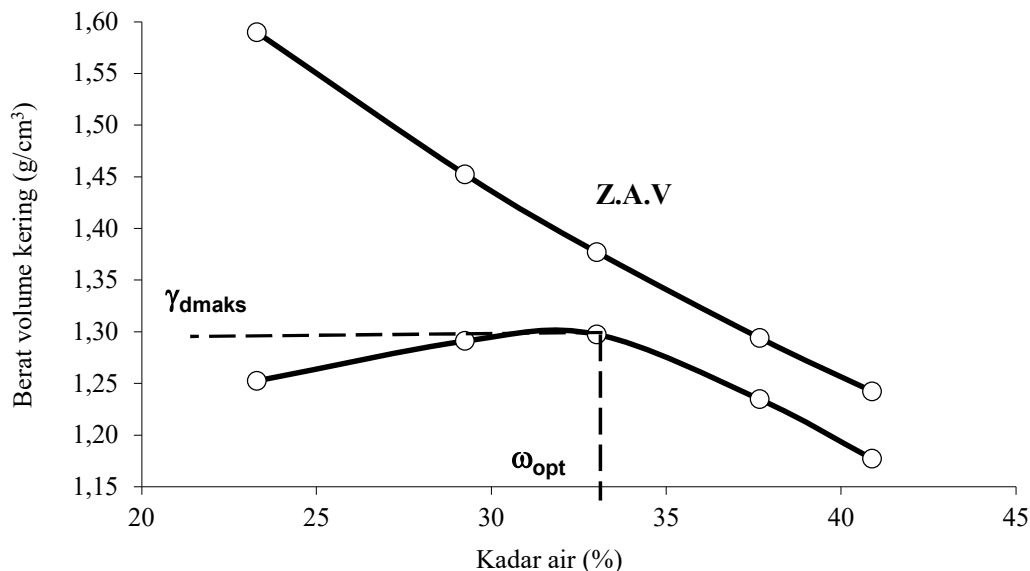
Berdasarkan pengujian didapatkan nilai batas cair (LL) 46,50%, batas plastis (PL) 22,26% dan indeks plastisitas (PI) 24,24%. Berdasarkan hasil dari percobaan *atterberg limit* dapat disimpulkan besar indeks plastis (IP) yaitu 24,24% >17% dengan demikian termasuk kategori lempung murni menurut bowles 1991. Hasil pengujian secara detail ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Batas Konsistensi Tanah

Parameter	Hasil
<i>Liquid Limit (LL)</i>	46,50 %
<i>Plastic Limit (PL)</i>	22,26 %
<i>Plasticity Index (PI)</i>	24,24 %

3.1.4 Pengujian Pemadatan Tanah (*Proctor*)

Pengujian *proctor* digunakan sebagai penentu kadar air mula-mula dalam pengujian UCT. Berdasarkan pengujian *proctor* pada tanah asli maka didapatkan nilai kadar air optimum (ω) 32 % dan nilai berat volume kering maksimum (γ_d) sebesar 1,30 g/cm³ seperti pada Gambar 3.

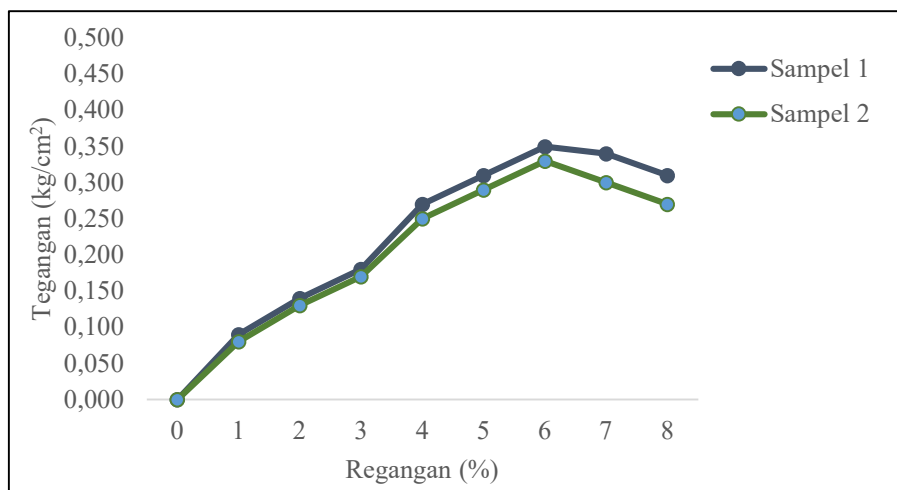


Gambar 3. Grafik Pengujian Kepadatan Tanah (*Proctor*)

3.2 Pengujian *Unconfined Compression Test (UCT)*

3.2.1 Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Asli

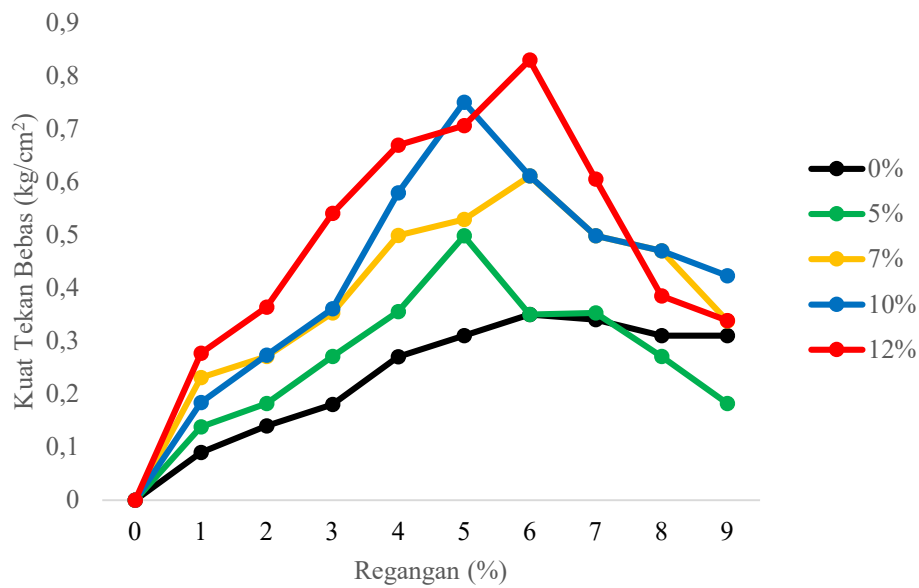
Berdasarkan pengujian kuat tekan bebas pada dua sampel dengan menggunakan sampel tanah asli didapatkan tegangan maksimum/nilai kuat tekan bebas (q_u) untuk sampel satu yaitu sebesar $0,350 \text{ kg/cm}^2$ dan tegangan maksimum/nilai kuat tekan bebas (q_u) untuk sampel 2 sebesar $0,330 \text{ kg/cm}^2$ sehingga jika dirata-rata nilai kuat tekan bebas maksimum/ q_u maks tanah asli sebesar $0,345 \text{ kg/cm}^2 = 34,5 \text{ kN/m}^2$ berada diantara $25\text{-}50 \text{ kN/m}^2$ termasuk kategori lempung lunak menurut Hardiyatmo, 2022. Berdasarkan pengujian kita dapat menentukan nilai kohesi undrained (C_u) tanah asli yaitu sebesar $0,173 \text{ kg/cm}^2$. Pengujian kuat tekan bebas tanah asli dengan menggunakan dua sampel didapatkan hasil pengujian seperti pada grafik pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian UCT Tanah Asli

3.2.2 Pengujian Kuat Tekan Bebas Tanah Asli dengan Campuran Kapur

Pengujian *Unconfined Compression Test (UCT)* menggunakan bahan campuran kapur dengan prosentase 5%, 7%, 10% dan 12 %, dengan mengacu pada hasil penentuan kadar air optimum dari hasil pengujian pemadatan tanah (*proctor*). Hasil kuat tekan bebas/tegangan berdasarkan pengujian UCT dengan prosentase kapur sebesar 5%, 7%, 10% dan 12% dapat dilihat pada Gambar 5.

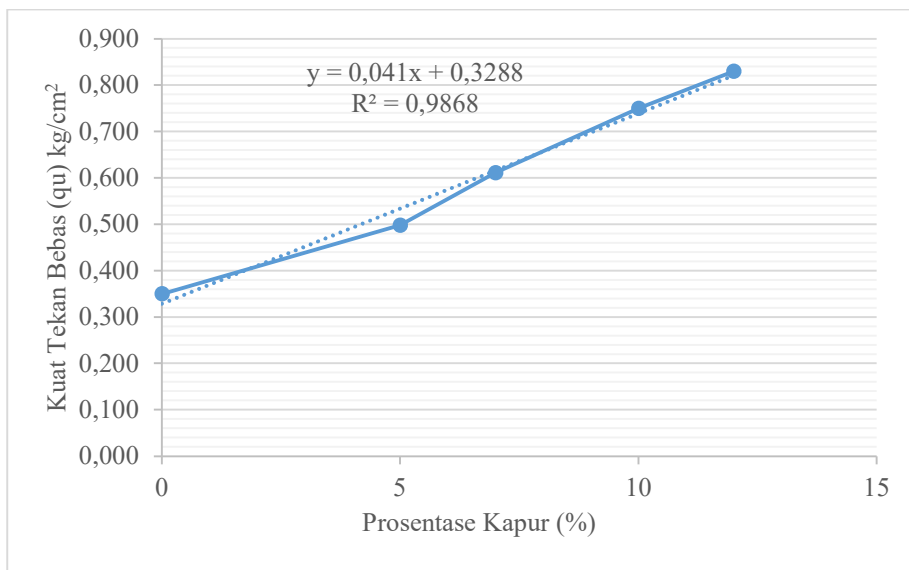


Gambar 5. Grafik Prosentase Kapur terhadap Nilai Kuat tekan bebas

Tabel 3. Rekapitulasi Nilai Tegangan dan Kohesi Undrained

Prosentase Campuran	qu (kg/cm ²)	Cu (kg/cm ²)
Tanah + 0% Kapur	0,350	0,175
Tanah + 5% Kapur	0,498	0,249
Tanah + 7% Kapur	0,611	0,306
Tanah + 10% Kapur	0,750	0,375
Tanah + 12% Kapur	0,830	0,415

Berdasarkan pengujian tanah asli dengan kapur menggunakan UCT nilai kuat tekan bebas (qu) dengan prosentase kapur 0% 5%,7%,10% dan 12% dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan pengujian kuat tekan bebas dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin tinggi prosentase kapur maka nilai tegangan atau kuat tekan bebas (qu) dan nilai kohesi undrained (Cu) semakin tinggi. Pada Gambar 6 menunjukkan grafik prosentase kapur dan nilai kuat tekan bebas maksimum dengan persamaan linier $y = 0,041x + 0,3288$ $R^2 = 0,9868$.



Gambar 6. Grafik Prosentase Kapur terhadap Kuat tekan bebas

4 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian karakteristik tanah asli nilai kadar air awal sebesar 42,404%, berat volume tanah basah (γ_b) 1,594 gr/cm³ dan berat jenis tanah (G_s) 2,44 sehingga dapat dikategorikan lempung organik. Berdasarkan pengujian *proctor* dihasilkan nilai (ω) 32 % dan (γ_{dmax}) 1,30 g/cm³. Berdasarkan uji UCT tanah asli memiliki nilai kuat tekan bebas (q_u) 0,345 kg/cm² = 34,5 kN/m² berada diantara 25-50 kN/m² termasuk kategori lempung lunak. Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai q_u dan C_u semakin meningkat sesuai dengan penambahan kapur, dengan nilai q_u dan C_u maksimum pada campuran kapur sebesar 12%. Pada penelitian ini dihasilkan persamaan linier $y = 0,041x + 0,3288$ $R^2 = 0,9868$, persamaan tersebut merupakan persamaan antara penambahan prosentase kapur dengan nilai q_u maksimum pada prosentase kapur 0% 5%, 7%, 10% dan 12%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aristianto, E., Gandi, S., & Hendri, O. (2021). Pengaruh Penambahan Batu Kapur Terhadap Kuat Geser Dan Daya Dukung Tanah Lempung: Effect Of Limestone Addition To Shear Strength And Bearing Capacity Of Clay Soil. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 9(2), 84-91. <https://journal.umpr.ac.id/index.php/mits/article/view/2044>
- [2] Das, B. M. (2014) *Advanced Soil Mechanics* 4th edition, CRC press, Taylor & Francis Group. doi: 10.1029/EO066i042p00714-02.
- [3] Hastuty, I. P. (2019, May). Comparison of the use of cement, gypsum, and limestone on the improvement of clay through unconfined compression test.



- In *Journal of the Civil Engineering Forum* (Vol. 5, No. 2, pp. 131-138).
<https://journal.ugm.ac.id/jcef/article/view/43792>
- [4] Iskandar, D., Putri, E. E., Hakam, A., & Fitri, A. (2023). Effectiveness Of Portland Cement Type 1 In Stabilizing Soft Clay Soil As Subgrade For Road Construction. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 19(1), 44-53.
<http://jrs.ft.unand.ac.id/index.php/jrs/article/view/740>
- [5] Kusuma, R. I., & Mina, E. (2017). Stabilisasi tanah dengan menggunakan fly ash dan pengaruhnya terhadap nilai kuat tekan bebas (Studi Kasus Jalan Raya Bojonegara, Kab. Serang). *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 5(1).
<https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jft/article/viewFile/1251/1010>
- [6] Lambe, T. W., & Whitman, R. V. (1991). *Soil mechanics* (Vol. 10). John Wiley & Sons.
- [7] Silitonga, E., Levacher, D., & Mezazigh, S. (2010). Utilization of fly ash for stabilization of marine dredged sediments. *European journal of environmental and civil engineering*, 14(2), 253-265.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19648189.2010.9693216>
- [8] Soehendro, K. D., Kusuma, R., & Hartanto, D. (2019). Pengaruh Penambahan Semen Tipe I Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah. *G-SMART*, 3(1), 20-27.
<https://journal.unika.ac.id/index.php/gsmart/article/view/1634>
- [9] Sudjianto, A. T. (2009). Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Garam Dapur (NaCl). *Jurnal Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, 8(1), pp-53.
- [10] Tornando, H., Fatnanta, F., & Wibisono, G. (2020). Karakteristik Kuat Tekan Bebas Stabilisasi Semen Dan Kapur Tanah CL-ML Terhadap Siklus Pembasahan Pengeringan. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 16(2), 105-118.
<http://jrs.ft.unand.ac.id/index.php/jrs/article/view/296>
- [11] Marcal, P. J., Sudjianto, A. T., & Aditya, C. (2022). Stabilisasi Swelling Tiga Dimensi (3d) Tanah Lempung Ekspansif Dengan Limbah Industri Kerajinan Marmer. *BOUWPLANK Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2(1), 20-29.
<https://jurnal.widyagama.ac.id/index.php/bouwplank/article/view/234/247>
- [12] Widianoro, I. and Ahmad, F. (2017) 'Stabilisasi Tanah Ekspansif dengan Bahan Tambah Gypsum (Studi Kasus di Kawasan Industri Candi Blok K-18, Semarang)', *G - SMART*, 1(1), pp. 23–32. <http://journal.unika.ac.id/index.php/gsmart/article/view/923>.