

Potensi Penambahan Pasir Bentonit Pada Tanah Lempung Untuk Stabilisasi Tanah

Reza Pahlevi Munirwan¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

*Koresponden email: r.munirwan@usk.ac.id

Diterima: 04 Juni 2023

Disetujui: 28 November 2023

Abstract

In civil engineering projects, soil must possess adequate bearing capacity to be utilized as a building material and as a construction material for soil-based structures. One effective approach for enhancing the load-bearing capacity of soil is the utilization of soil stabilization techniques. The improvement of the load-bearing capacity of clay soils can be achieved through the application of chemical stabilization techniques such as by using bentonite sand. The objective of this research is to investigate the effect of using bentonite sand as a stabilizing agent on the compaction parameter of clay soil. The experimental testing conducted in this study follows the guidelines outlined by the ASTM standard. Additional modifications were implemented on bentonite sand at concentrations of 2%, 4%, and 6%. The results of incorporating bentonite sand into the clay soil were evaluated in terms of the maximum dry density (MDD) and optimum moisture content (OMC) values. In general, the addition of bentonite sand to clay soil results in an increase in the maximum dry density (MDD) and optimum moisture content (OMC) values.

Keywords: *Clay, Compaction, Bentonite, Stabilization, Soil*

Abstrak

Dalam proyek teknik sipil, tanah harus memiliki daya dukung yang memadai untuk digunakan sebagai bahan bangunan dan bahan konstruksi struktur berbasis tanah. Salah satu pendekatan efektif untuk meningkatkan kapasitas menahan beban tanah adalah pemanfaatan teknik stabilisasi tanah. Peningkatan daya dukung tanah lempung dapat dicapai melalui penerapan teknik stabilisasi kimia seperti penggunaan pasir bentonit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan pasir bentonit sebagai bahan penstabil terhadap parameter pemadatan tanah lempung. Pengujian eksperimental yang dilakukan dalam penelitian ini mengikuti pedoman yang ditetapkan oleh standar ASTM. Modifikasi tambahan diterapkan pada pasir bentonit dengan konsentrasi 2%, 4%, dan 6%. Hasil penambahan pasir bentonit ke dalam tanah lempung dievaluasi berdasarkan nilai kepadatan kering maksimum (MDD) dan kadar air optimum (OMC). Secara umum, penambahan pasir bentonit meningkatkan nilai MDD tanah lempung dan juga membuat nilai OMC tanah lempung naik.

Kata Kunci: *Lempung, Pemadatan, Bentonit, Stabilisasi, Tanah*

1. Pendahuluan

Tanah harus mempunyai daya dukung yang cukup untuk digunakan sebagai bahan bangunan dan sebagai bahan konstruksi tanah pada proyek-proyek teknik sipil. Dalam konteks konstruksi, merupakan praktik yang umum untuk memanfaatkan tanah yang diambil dari daerah terdekat sebagai bahan timbunan. Biasanya, tanah yang terdapat di daerah terdekat ini sebagian besar terdiri dari tanah kohesif, khususnya tanah lempung. Lebih lanjut, kekuatan tanah pada bangunan juga dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Pergantian musim tropis, yaitu cuaca kering dan basah, memberikan dampak yang signifikan terhadap karakteristik tanah. Apalagi jika dihadapkan pada tanah lempung mengembang. Tanah lempung menunjukkan ciri-ciri yang menunjukkan tingkat kepekaan yang tinggi terhadap variasi kadar air dan menunjukkan perilaku penyusutan yang signifikan.

Secara umum, tanah lempung dinilai tidak cocok digunakan sebagai material tanah dasar karena kekuatan gesernya yang rendah. Oleh karena itu, pembangunan di atas lapisan tanah ini seringkali menimbulkan tantangan seperti kurangnya daya dukung dan kerentanan terhadap pengembangan tanah [1]. Untuk mengatasi masalah ini, sangat penting untuk mengidentifikasi dan menggunakan bahan alternatif yang dapat secara efektif memitigasi permasalahan terkait tanah. Salah satu dari berbagai pilihan perbaikan tanah melibatkan pemanfaatan teknologi stabilisasi tanah [2], [3]. Stabilisasi tanah dapat dilakukan secara mekanis atau dengan menggunakan kombinasi bahan kimia dan bahan tambahan, yang seringkali terdiri dari penambahan komponen kimia. Modifikasi gradasi butiran tanah dan penggunaan teknik pemadatan merupakan dua langkah dalam proses stabilisasi mekanis tanah. Lebih lanjut, stabilisasi tanah dengan penambahan bahan aditif dapat dilakukan melalui dua cara utama: penambahan bahan aditif yang diikuti dengan pemadatan atau penggunaan teknik injeksi (*grouting*) yang memanfaatkan bahan kimia [4], [5]. Berbagai penelitian juga telah mengeksplorasi penggunaan bahan aditif untuk menstabilkan tanah dan meningkatkan parameternya. Penggunaan bahan aditif konvensional seperti semen [6], [7], kapur [8], [9] dan gipsium [10], [11] sudah banyak dilakukan. Bahan sisa pertanian untuk stabilisasi tanah seperti penggunaan abu sekam padi [12], abu sekam kopi [13], serbuk cangkang telur [14] juga sudah banyak dilakukan sebelumnya.

Menambahkan bahan kimia seperti kapur, bentonit, dan semen pada stabilisasi tanah mungkin lebih baik dibandingkan metode stabilisasi tanah dasar lainnya. Permasalahannya adalah menentukan tingkat manfaat penggunaan bentonit sebagai bahan penstabil yang dapat diamati. Hasil penelitian ini diprediksi akan berdampak baik terhadap stabilisasi tanah sehingga memberikan wawasan berguna bagi industri bangunan. Senyawa kimia ini diharapkan dapat berfungsi sebagai perekat dan pengisi, sehingga membantu dalam menerima beban bangunan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mengevaluasi pengaruh penggunaan bentonit dengan proporsi berbeda (2%, 4%, dan 6%) terhadap parameter pemadatan tanah lempung.

2. Metodologi Penelitian

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah lempung yang diambil dari daerah Blang Bintang, Aceh Besar. Tanah yang digunakan adalah tanah terganggu yang diambil menggunakan cangkul pada kedalaman 0,5 m dari permukaan tanah dan dimasukkan kedalam karung untuk selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk penyelidikan lebih lanjut. Sampel tanah selanjutnya dikeringkan selama 24 jam dalam oven dengan suhu 105°C. Tanah juga dihancurkan menggunakan palu karet untuk memisahkan agregat tanah, sehingga memudahkan proses penyaringan selanjutnya.

Tanah lempung asli tanpa campuran adalah tanah CH (lempung organik dengan plastisitas tinggi) untuk metode klasifikasi tanah USCS dan tanah A-7-5 (tanah berlempung) untuk metode klasifikasi tanah AASHTO. Pasir bentonit diperoleh dari toko bangunan di sekitaran Banda Aceh, lalu dibawa ke laboratorium dan dihancurkan sehingga partikel pasir bentonit bisa disaring menggunakan saringan No. 200. Metodologi penelitian diawali dengan melakukan analisis sifat fisik tanah yang meliputi pengukuran berat jenis, kadar air, batas cair, batas plastis, pembagian butir, dan analisis hidrometer.

Tanah yang sudah kering udara kemudian ditumbuk dan disaring menggunakan saringan no.40 (0,425 mm) untuk pengujian sifat fisis tanah. Untuk pengujian sifat fisis tanah tadi akan di bagi dan di masukkan ke dalam kantong atau wadah yang kemudian tanah diberi pasir bentonit dengan persentase campuran 0%, 2%, 4%, dan 6% dari berat kering tanah. Tanah bersama pasir bentonit diaduk hingga merata dan diikat dengan erat. Adapun rancangan benda uji untuk pengujian pemadatan seperti terlihat pada Tabel 2.1. Sebanyak 20 sampel disiapkan dengan masing-masing persentase penambahan pasir bentonit sebanyak 5 sampel tanah.

Tabel 2.1 Rancangan benda uji untuk pengujian pemadatan

Jenis pengujian pemadatan	Variasi campuran pasir bentonit pada tanah lempung				Jumlah benda uji
	0%	2%	4%	6%	
<i>Standard Proctor</i>	5	5	5	5	20
Total	5	5	5	5	20

Pengujian pemadatan dengan metode Proctor standar ASTM D698 memerlukan cetakan Proctor (cetakan) yang terbuat dari besi berbentuk silinder dengan diameter 10,15 cm, tinggi 11,65 cm, dan berat 4250 gram. Palu ini mempunyai luas tumbukan 5,08 cm, berat 2,5 kg, jatuh 30,5 cm. Untuk mengukur jumlah air, siapkan tiga timbangan. Gosok bagian dalam cetakan dengan sedikit minyak agar kotoran lebih mudah dihilangkan. Masukkan tanah yang sudah jadi ke dalam kantong plastik. Letakkan sampel tanah sekitar sepertiga tinggi cetakan, lalu jatuhkan palu sebanyak 25 kali pada setiap lapisan. Timbang sampel tanah, cetakan, dan pelat dasar bersama-sama. Kemudian, gunakan ekstruder untuk mengeluarkan tanah. Ambil sedikit sampel tanah untuk mengetahui berapa banyak air yang dikandungnya. Adapun variasi campuran tanah dan pasir bentonit seperti terlihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Variasi campuran berat tanah dan pasir bentonit untuk pengujian pemadatan

Persentase campuran pasir bentonit (%)	Berat tanah (gram)	Berat pasir bentonit (gram)
0	2000	0
2	2000	40
4	2000	80
6	2000	120

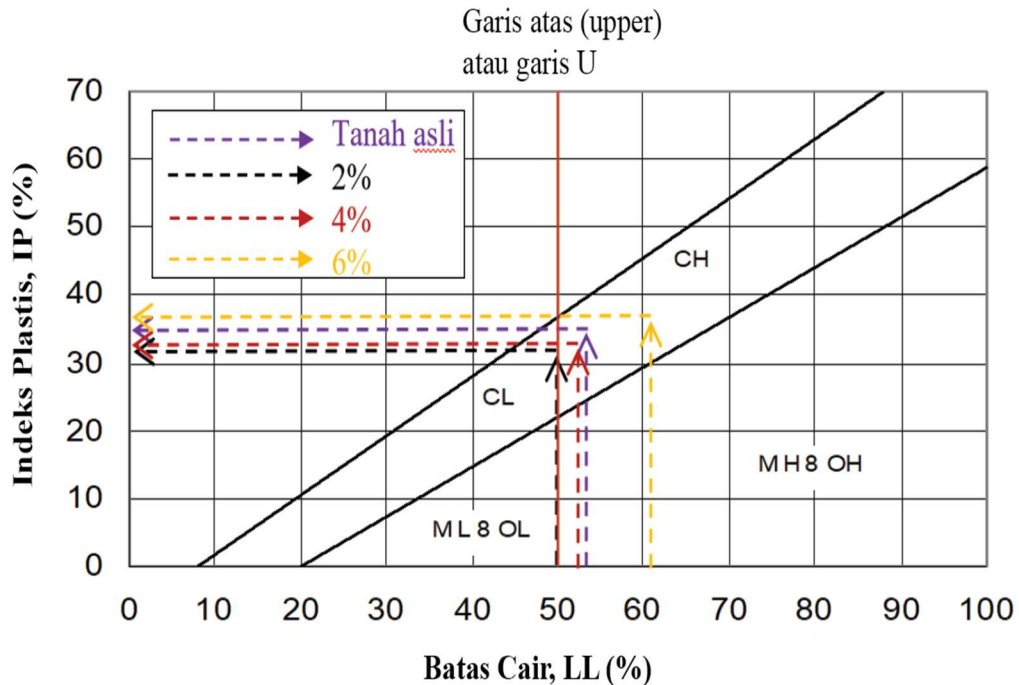
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian sifat fisis tanah lempung asli tanpa campuran diperlihatkan pada Tabel 3.1. Diketahui berat jenis tanah adalah 2,54, batas cair LL = 52,20%, batas plastis PL = 18,20%, sehingga LL-PL menjadi nilai indeks plastis IP = 34,00%. Sedangkan analisa saringan tanah lempung asli tanpa campuran pasir bentonit diperoleh sebesar 66,92% lolos saringan No. 200 yang menunjukkan tanah adalah dominan lempung.

Tabel 3.1 Hasil pengujian sifat fisis tanah tanpa campuran

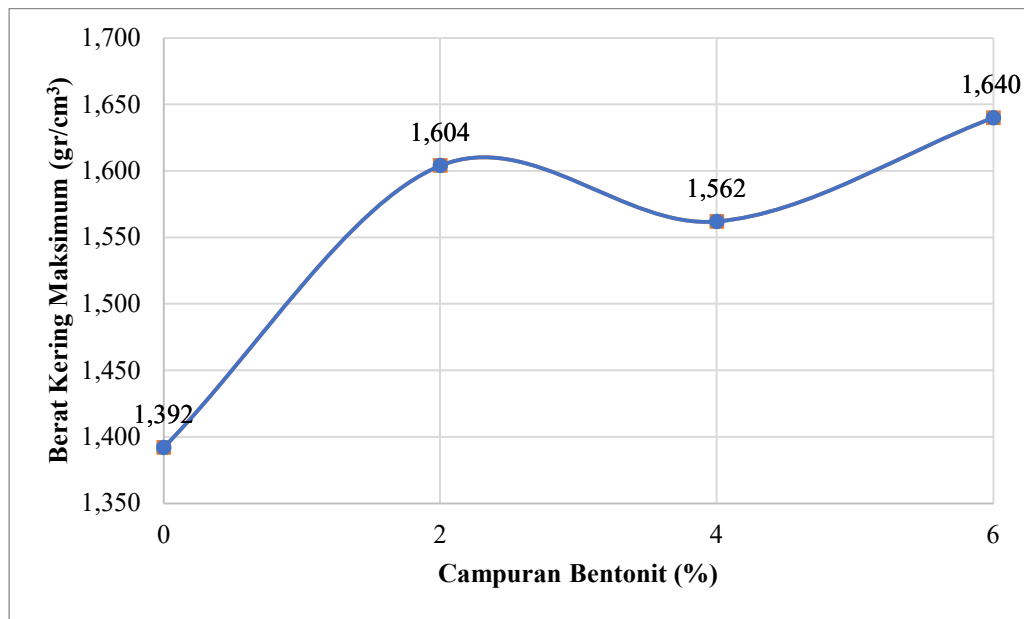
No	Parameter sifat fisis	Hasil
1	Berat jenis	2,54
2	Batas cair (%)	52,20
3	Batas plastis (%)	18,20
4	Indeks plastis (%)	34,00
5	Analisa saringan (lolos saringan No. 200) (%)	66,92

Gambar 3.1 menunjukkan perubahan klasifikasi tanah lempung setelah penambahan pasir bentonit. Terlihat kelompok tanah bergeser ke kanan seiring penambahan pasir bentonit. Pergeseran ini menunjukkan perubahan ukuran partikel tanah yang membesar seiring dengan penambahan pasir bentonit. Hal ini disebabkan sifat bentonit yang mengikat air, sehingga dapat menyatukan partikel tanah lempung dan membuat ukuran partikel yang lebih besar menuju ukuran tanah lanau [15].



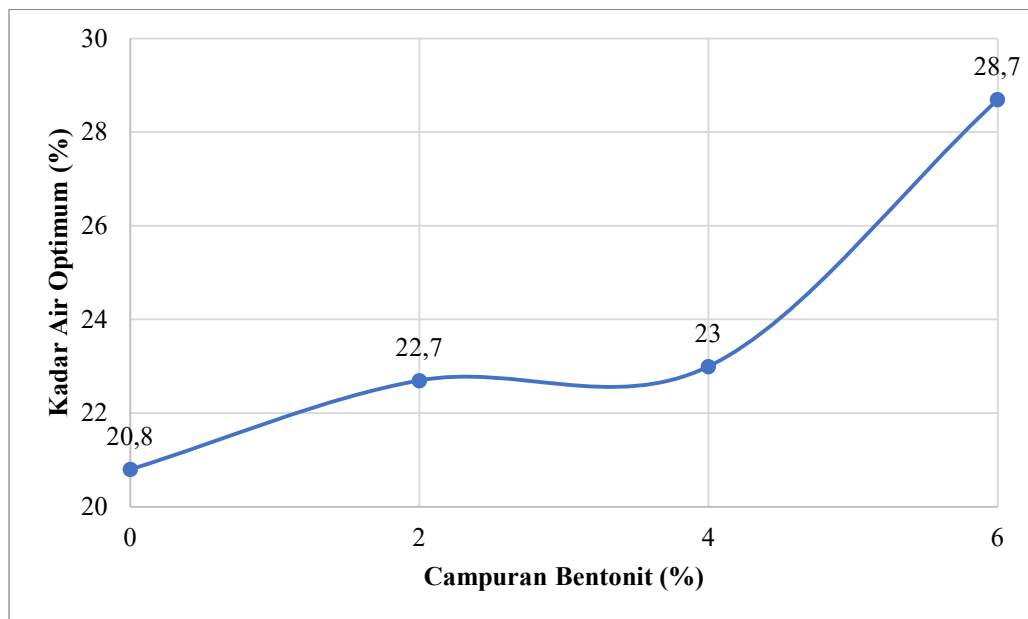
Gambar 3.1 Perubahan klasifikasi tanah menurut metode USCS setelah pencampuran tanah lempung dengan pasir bentonit

Pengujian pemadatan dilaksanakan menggunakan metode standard proctor ASTM D698 menggunakan alat mold Proctor (cetakan) yang terbuat dari besi berbentuk silinder, dan *hammer* (alat penumbuk). Pengujian ini bertujuan untuk menentukan hubungan antara kadar air optimum (*Optimum Moisture Content* = OMC) dan berat isi kering maksimum (*Maximum Dry Density* = MDD) dari kadar air yang diperoleh dari percobaan tersebut. Gambar 3.2 menunjukkan hasil campuran pasir bentonit dengan tanah lempung terhadap pengaruhnya pada nilai berat kering maksimum tanah (MDD). Nilai MDD tanah tanpa campuran adalah 1,392 gr/cm³. Setelah dilakukan pencampuran tanah lempung dengan pasir bentonit, diperoleh peningkatan nilai MDD tanah yaitu 1,604 gr/cm³ untuk campuran pasir bentonit 2%, 1,562 gr/cm³ untuk campuran pasir bentonit 4%, dan 1,640 gr/cm³ untuk campuran pasir bentonit 6%. Secara umum nilai MDD tanah lempung adalah meningkat jika dibandingkan dengan tanah asli tanpa campuran dengan penambahan pasir bentonit. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan tren hasil yang sama dengan penambahan aditif terhadap parameter pemadatan [16], [17].



Gambar 3.2 Hasil campuran pasir bentonit terhadap berat kering maksimum tanah

Gambar 3.3 menunjukkan hasil campuran pasir bentonit dengan tanah lempung terhadap pengaruhnya pada nilai kadar air optimum (OMC). Nilai OMC tanah tanpa campuran adalah 20,8%. Setelah dilakukan pencampuran tanah lempung dengan pasir bentonit, diperoleh peningkatan nilai OMC tanah yaitu 22,7% untuk campuran pasir bentonit 2%, 23% untuk campuran pasir bentonit 4%, dan 28,7% untuk campuran pasir bentonit 6%. Secara umum nilai OMC tanah lempung adalah naik jika dibandingkan dengan tanah asli tanpa campuran dengan penambahan pasir bentonit. Hal ini disebabkan sifat pasir bentonit yang mengikat air, sehingga meningkatkan nilai OMC tanah apabila ditambahkan.



Gambar 3.3 Hasil campuran bentonit terhadap kadar air optimum tanah

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan diskusi yang diperoleh dari penelitian laboratorium dan analisis data, selanjutnya dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Kelompok klasifikasi tanah lempung asli tanpa campuran adalah CH dan A-7-5 sebelum dicampur pasir bentonit. Setelah penambahan pasir bentonit, klasifikasi tanah lempung bergerak menuju klasifikasi tanah lempung yang ukuran partikel lebih besar karena sifat bentonit yang mengikat air.
- Nilai berat kering maksimum tanah adalah meningkat dengan penambahan pasir bentonit.
- Kadar air optimum tanah mengalami kenaikan dengan penambahan pasir bentonit, hal ini dikarenakan sifat bentonit yang dapat menarik air menyatu dengan partikel tanah.
- Pengujian lebih lanjut masih perlu dilakukan untuk melihat pengaruh penambahan pasir bentonit terhadap sifat-sifat mekanis tanah, seperti uji CBR, *direct shear* atau UCS.

5. Acknowledgment

Terima kasih kepada mahasiswa-mahasiswa yang sudah membantu dalam pekerjaan persiapan bahan dan pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Syiah Kuala.

6. References

- [1] S. Syawal, M. Munirwansyah, and S. M. Saleh, "Dampak penambahan kapur pada tanah lempung ekspansif terhadap nilai CBR tanah dasar konstruksi jalan," *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala*, vol. 6, no. September, pp. 45–56, 2016.
- [2] K. Jamaluddin and R. P. Munirwan, "Improvement of geotechnical properties of clayey soil with saw dust ash stabilization," *E3S Web of Conferences*, vol. 01009, 2022, doi: 10.1051/e3sconf/202234001009.
- [3] H. Canakci, F. Celik, M. O. A. Bizne, and M. O. A. Bizne, "Stabilization of Clay with Using Waste Beverage Can," *Procedia Eng*, vol. 161, pp. 595–599, 2016, doi: 10.1016/j.proeng.2016.08.703.
- [4] E. Mutaz and M. A. Dafalla, "Chemical analysis and X-ray diffraction assessment of stabilized expansive soils," *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, vol. 73, pp. 1063–1072, 2014, doi: 10.1007/s10064-014-0587-7.
- [5] M. Dayioglu, B. Cetin, and S. Nam, "Stabilization of expansive Belle Fourche shale clay with different chemical additives," *Appl Clay Sci*, vol. 146, pp. 56–69, 2017, doi: 10.1016/j.clay.2017.05.033.
- [6] S. Sasanian and T. A. Newson, "Basic parameters governing the behaviour of cement-treated clays," *Soils and Foundations*, vol. 54, no. 2, pp. 209–224, 2014, doi: 10.1016/j.sandf.2014.02.011.
- [7] S. Rababah *et al.*, "Performance of subgrade soil stabilised with by-product recycled mill scale and cementitious materials," *International Journal of Pavement Engineering*, vol. 0, no. 0, pp. 1–11, 2020, doi: 10.1080/10298436.2020.1766686.
- [8] T. Jullis, M. Munirwansyah, and R. Anggraini, "Pengaruh kapur sebagai stabilizing agent terhadap indeks plastisitas dan kuat geser lempung ekspansif Meunasah Rayeuk," *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, vol. 1, no. 4, pp. 99–107, 2018, doi: 10.24815/jarsp.v1i1.12460.
- [9] Munirwansyah and R. P. Munirwan, "Lime – Clay Stabilization to Modified the Characteristic of Mechanical Properties and Reduce the Swelling Sub grade," *International Conference on Engineering and Science for Research and Development*, pp. 63–68, 2016.
- [10] J. F. Tan and M. A. Q. Adajar, "Recycled gypsum and rice husk ash as additives in the stabilization of expansive soil," *International Journal of GEOMATE*, vol. 18, no. 70, pp. 197–202, 2020, doi: 10.21660/2020.70.9201.
- [11] J. Wu, L. Liu, Y. Deng, G. Zhang, A. Zhou, and H. Xiao, "Use of recycled gypsum in the cement-based stabilization of very soft clays and its micro-mechanism," *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, vol. 14, no. 3, pp. 909–921, 2022, doi: 10.1016/j.jrmge.2021.10.002.
- [12] Y. Afrizal, N. Ramahayati, and M. Islam, "Pengaruh Pemanfaatan Abu Pecahan Terumbu Karang Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan Beton," 2019. doi: 10.33369/ijts.11.2.12-16.

- [13] R. P. Munirwan, D. Sundary, M. Munirwansyah, and B. Bunyamin, "Study of coffee husk ash addition for clay soil stabilization," *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1087, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/1087/1/012016.
- [14] R. P. Munirwan, R. P. Jaya, Munirwansyah, and Ruslan, "Performance of Eggshell Powder Addition to Clay Soil for Stabilization," *International Journal of Recent Technology and Engineering*, vol. 8, no. 3S3, pp. 532–535, 2019, doi: 10.35940/ijrte.C1094.1183S319.
- [15] A. Seco, F. Ramírez, L. Miqueleiz, and B. García, "Stabilization of expansive soils for use in construction," *Appl Clay Sci*, vol. 51, no. 3, pp. 348–352, 2011, doi: 10.1016/j.clay.2010.12.027.
- [16] T. A. Khan and M. R. Taha, "Effect of Three Bioenzymes on Compaction, Consistency Limits , and Strength Characteristics of a Sedimentary Residual Soil," *Advances in Materials Science and Engineering*, 2015, doi: 10.1155/2015/798965.
- [17] R. P. Munirwan, A. Mohd Taib, M. R. Taha, N. Abd Rahman, and M. Munirwansyah, "The application of coffee husk ash to improve compaction characteristics of clay soil," *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, vol. 1140, 2023, doi: 10.1088/1755-1315/1140/1/012001.