

Sifat Pemampatan dan Perubahan Volume Suatu Jenis Tanah Pada Saat Menerima Beban (Uji Konsolidasi)

Yongky Defrindo¹⁾, Destiana Safitri¹⁾
¹ Teknik Sipil
*) destianasfr567@gmail.com

Abstrak

Pemanfaatan lempung lunak sebagai material dalam pekerjaan geoteknik telah banyak dilakukan. Baik sebagai bahan timbunan, sebagai lapisan *impermeable* pada dam, pondasi atau sebagai pelapis pada dinding *landfill* untuk tempat pembuangan akhir. Walaupun diketahui bahwa keadaan lempung sangat di pengaruhi oleh kadar air dan kepadatan lempung tersebut. Namun dengan semakin banyaknya permintaan pekerjaan perbaikan tanah memungkinkan lempung lunak digunakan sebagai bahan konstruksi. Karakteristik lempung lunak adalah memiliki kuat geser yang rendah, indeks kompresibilitas tinggi, dan koefisien permeabilitas yang rendah serta batas cair yang tinggi. Perubahan kadar air dari lempung lunak yang jenuh menjadi salah satu penyebab perubahan sifat mekanis tanah lempung. Pada grafik diperoleh nilai C_c sebesar 0,880. Hal ini membuktikan bahwa semakin besar nilai C_c , maka semakin besar pula perubahan nilai angka porinya.

Kata Kunci: Karakteristik Lempung Lunak, Permeabilitas.

PENDAHULUAN

Pengurangan volume massa tanah akibat tekanan tersebut dinamakan kompresi. Seperti kita ketahui, pada suatu massa tanah tersebut terdapat pori-pori, jika pori-pori tersebut terisi udara saja, maka kompresi pada tanah akan terjadi lebih cepat, karena udara bersifat kompresibel (Hashim et al., 2016). Tetapi jika pori-pori tanah terisi penuh air maka pengurangan volume akan terjadi, jika air dikeluarkan dari pori-porinya (Pranita et al., n.d.). Setiap proses yang mengurangi kadar air pada tanah jenuh tanpa pergantian air tersebut dengan udara disebut proses Konsolidasi (Abdul Maulud et al., 2021).

Pemanfaatan lempung lunak sebagai material dalam pekerjaan geoteknik telah banyak dilakukan (Arniza Fitri et al., 2011). Baik sebagai bahan timbunan, sebagai lapisan *impermeable* pada dam, pondasi atau sebagai pelapis pada dinding *landfill* untuk tempat pembuangan akhir (Huang & Fitri, 2019). Walaupun diketahui bahwa keadaan lempung sangat di pengaruhi oleh kadar air dan kepadatan lempung tersebut (Arniza Fitri et al., 2019). Namun dengan semakin banyaknya permintaan pekerjaan perbaikan tanah memungkinkan lempung lunak digunakan sebagai bahan konstruksi (Kasus et al., 2017).

Karakteristik lempung lunak adalah memiliki kuat geser yang rendah, indeks kompresibilitas tinggi, dan koefisien permeabilitas yang rendah serta batas cair yang tinggi (Purba et al., 2019). Perubahan kadar air dari lempung lunak yang jenuh menjadi salah satu penyebab perubahan sifat mekanis tanah lempung (Prasetio et al., 2020).

Lempung lunak di jumpai dalam jumlah yang banyak di beberapa tempat, yang terdekomposisi sebagai sedimen di marine area ataupun di dasar danau atau sungai (Setiawan et al., 2017). Material kerukan dari endapan tersebut, mengandung bahan organik

yang tinggi. Jenis material ini, memiliki kadar air yang tinggi, kuat geser yang rendah dan indeks mampat yang tinggi (Kusuma & Lestari, 2021). Jenis material ini dikategorikan sebagai material sampah atau tidak berguna untuk pekerjaan konstruksi. Namun belakangan ini karena permintaan tanah sebagai material konstruksi, maka material kerukan mulai dimanfaatkan untuk maksud tersebut (A. Fitri & Yao, 2019).

Walaupun demikian di berbagai belahan bumi, banyak dijumpai mega proyek yang dibangun diatas tanah lunak misalnya Shanghai *Expressway* di Cina dan Kansai Internasional Airport di Jepang (Lestari, Setiawan, et al., 2018). Hal ini dapat dilakukan setelah tanah lunak diperbaiki (Pratiwi, 2020).

Salah satu bentuk perbaikan tanah yaitu meningkatkan besar koefisien rembesan pada tanah sehingga kecepatan konsolidasinya bertambah (Arniza Fitri et al., 2021). Kondisi ini dapat dilakukan dengan menggunakan *horizontal drain* yaitu memasang jalan aliran air pori yang dipasang secara horizontal (Lestari, Purba, et al., 2018). Adapun beberapa cara untuk metode perbaikan tanah lunak yang sudah banyak dilakukan termasuk evaluasi untuk mempercepat proses konsolidasi (Chen et al., 2019). Meningkatkan kuat geser tanah diantaranya dengan menambah beban timbunan (*surcharge load*), menaikkan tegangan efektif dengan memperkecil tekanan air pori (Safuan, 2014).

KAJIAN PUSTAKA

METODE

Pada penelitian ini terdiri dari empat tahap pelaksanaan (Lestari & Aldino, 2020). Tahap pertama merupakan tahap awal dimulai dengan literature dan penyediaan bahan yaitu sampel tanah dan garam dapur (NaCl) (Lestari et al., 2021). Tanah diambil dengan keadaan sampel terganggu (A. Fitri et al., 2017). Garam dapur (NaCl) (Dewantoro, 2021). Pengambilan sampel tanah dengan pengeringan serta penyaringan dengan lolos saringan No.4 (Phelia & Damanhuri, 2019).

Tahap kedua merupakan tahap pembuatan benda uji tanah asli dan tanah dengan campuran garam dapur (NaCl) sebesar 5%,10%, 15%, dan 20% dari berat sampel tanah dengan pemeraman selama 24 jam (Adma et al., 2020). Melakukan uji fisis tanah asli dan tanah campuran garam dapur (NaCl) sebesar 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat sampel tanah yang meliputi (Pratiwi & Fitri, 2021): uji kadar air, uji berat jenis (Specific Gravity), batas-batas Atterberg (LL=Liquid Limit, PL=Plastic Limit, SL=Shrinkage Limit), dan analisa butiran (Dewantoro et al., 2019). Kemudian melakukan uji kepadatan tanah asli dan tanah campuran garam dapur (NaCl) dengan variasi 5%, 10%, 15% dan 20% dengan metode Standard Proctor guna mendapatkan kadar air optimal dan nilai kepadatan maksimum (Lestari, 2015). Nilai kadar air pada pengujian ini akan digunakan untuk pembuatan sampel konsolidasi (Alfian & Phelia, 2021).

Pada ketiga merupakan tahap pembuatan benda uji tanah asli dan tanah campuran garam dapur (NaCl) dengan variasi 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat sampel tanah (Science, 2019). Pemeraman dilakukan selama 24 jam (Arniza Fitri et al., 2020). Setelah itu menambahkan air sesuai kadar air optimal untuk uji konsolidasi (LESTARI, 2018). Setelah itu melakukan uji konsolidasi tanah asli dan tanah campuran garam dapur (NaCl) (A. Fitri et al., 2019). Variasi yang digunakan 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat sampel berat tanah (Study & Main, 2013).

Tahap ini merupakan tahap analisa data dan pembahasan dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada tahap kedua dan tahap ketiga (Phelia & Sinia, 2021).

Konsolidasi

Uji konsolidasi adalah memberikan beban secara bertahap kepada tanah dan mengukur perubahan volume (atau perubahan tinggi) contoh tanah terhadap waktu (Rosmalasari et al., 2020).

Tujuan dari uji konsolidasi adalah untuk menentukan sifat kemampatan tanah dan karakteristik konsolidasinya yang merupakan fungsi dari permeabilitas tanah (Pratiwi et al., 2020).

Konsolidasi adalah proses berkurangnya volume atau berkurangnya rongga pori dari tanah jenuh berpemeabilitas rendah akibat pembebanan (Pratiwi et al., 2020). Proses ini terjadi jika tanah jenuh berpemeabilitas rendah dibebani, maka tekanan air pori tanah bertambah, akibatnya air mengalir kelapisan tanah dengan tekanan air pori yang rendah yang diikuti dengan penurunan tanah (Lestari, 2020). Karena permeabilitas tanah rendah, maka proses ini membutuhkan waktu Proses konsolidasi dilapangan dapat diamati dengan pemasangan piezometer (Pramita, 2019). Besarnya penurunan dapat diukur dari titik referensi yang ditetapkan (Lestari & Puspaningrum, 2021). Uji konsolidasi satu dimensi di laboratorium dilakukan dengan alat Oedometer atau konsolidometer (Pramita & Sari, 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Percobaan

- a. Berat container (W_{c1}) = 8,04 gram
- b. Berat container + tanah (W_{cs}) = 28,7 gram
- c. Berat container + tanah kering (W_{ds}) = 24,85 gram
- d. Berat tanah basah setelah konsolidasi (W) = 12,62 gram
- e. Berat tanah kering setelah konsolidasi = 16,81 gram
- f. Berat tanah kering (W_a) = 8,77 gram
- g. Tinggi sampel (H) = 1 cm
- h. Diameter sampel (D) = 5 cm
- i. Berat jenis sampel (G_s) = 2,5 gram/cm³

Tabel 1. Data hasil percobaan uji konsolidasi

Waktu (detik)	Pembebanan (gram)					Penurunan (gram)	
	500	1000	2000	4000	8000	2000	500
9,6	0	17	48	82	143	167	150
38	1	22	50,5	86,5	155	166	146
60	1	23	51,5	88,5	158	165	145
135	1	24	52	90	166	165	143
240	1	25	53	91	170	165	142
540	1	26	53	92,5	171	165	140
960	2	27	53,5	93	172,5	165	140

Hasil dan Perhitungan

a. Perhitungan sebelum konsolidasi

1) Luas sampel (A)

$$A = \frac{1}{4} \pi x D^2$$

$$A = \frac{1}{4} \pi x 5^2$$

$$A = 19,635 \text{ cm}^2$$

2) Volume sampel (V)

$$V = A x H$$

$$V = 19,635 x 1$$

$$V = 19,635 \text{ cm}^3$$

3) Berat Volume (γ)

$$\gamma = \frac{\omega}{V}$$

$$\gamma = \frac{12,62}{19,635}$$

$$\gamma = 0,643 \text{ gram/cm}^3$$

4) Berat air (ω_w)

$$\omega_w = \omega_{cs} - \omega_{ds}$$

$$\omega_w = 28,7 - 24,85$$

$$\omega_w = 3,85 \text{ gram}$$

5) Kadar Air (ω)

$$\omega = \frac{\omega_w}{\omega_{ds} - \omega_c} \times 100\%$$

$$\omega = \frac{3,85}{24,85 - 8,04} \times 100\%$$

$$\omega = 22,9030\%$$

6) Tinggi tanah kering (Ht)

$$Ht = \frac{\omega_d}{A \times G_s}$$

$$Ht = \frac{8,77}{19,6349 \times 2,5}$$

$$Ht = 0,1786 \text{ cm}$$

7) Angka pori ($e = e_0$)

$$e_0 = \frac{Ht}{H - Ht}$$

$$e_0 = \frac{1 - 0,1786}{0,1786}$$

$$e_0 = 4,599$$

8) Derajat kejenuhan (S_r)

$$S_r = \omega \times \frac{G_s}{e\sigma} \times 100\%$$

$$S_r = 0,229 \times \frac{2,5}{4,5991} \times 100\%$$
$$S_r = 12,4480\%$$

9) Tekanan tiap beban (P)

$$P = \frac{\text{beban}}{A}$$

a) Pembebanan 0,5 kg

$$P = \frac{0,5}{19,635}$$

$$P = 0,0025 \text{ kg/cm}^3$$

b) Pembebanan 1 kg

$$P = \frac{1}{19,635}$$

$$P = 0,05 \text{ kg/cm}^3$$

c) Pembebanan 2 kg

$$P = \frac{2}{19,635}$$

$$P = 0,1 \text{ kg/cm}^3$$

d) Pembebanan 4 kg

$$P = \frac{4}{19,635}$$

$$P = 0,2 \text{ kg/cm}^3$$

e) Pembebanan 8 kg

$$P = \frac{8}{19,635}$$

$$P = 0,4 \text{ kg/cm}^3$$

10) Penurunan (H)

H = Penurunan kotor – Koreksi alat

a) Untuk tekanan $0,0025 \text{ kg/cm}^2$

$$H = 0,020 - 0,0019 = 0,018 \text{ cm}$$

b) Untuk tekanan $0,05 \text{ kg/cm}^2$

$$H = 0,027 - 0,0048 = 0,022 \text{ cm}$$

c) Untuk tekanan $0,1 \text{ kg/cm}^2$

$$H = 0,0535 - 0,0106 = 0,043 \text{ cm}$$

d) Untuk tekanan $0,2 \text{ kg/cm}^2$

$$H = 0,0930 - 0,0148 = 0,078 \text{ cm}$$

e) Untuk tekanan $0,4 \text{ kg/cm}^2$

$$H = 0,1725 - 0,0190 = 0,154 \text{ cm}$$

f) Untuk tekanan $0,1 \text{ kg/cm}^2$

$$H = 0,165 - 0,0019 = 0,163 \text{ cm}$$

g) Untuk tekan $0,2 \text{ kg/cm}^2$

$$H = 0,140 - 0,0048 = 0,135 \text{ cm}$$

11) Perubahan angka pori (e)

$$e = \frac{H}{Ht}$$

a) Untuk tekanan 0,025 kg/cm²

$$e = \frac{0,018}{0,1786} = 0,101 \text{ kg/cm}^2$$

b) Untuk tekanan 0,05 kg/cm²

$$e = \frac{0,022}{0,1786} = 0,123 \text{ kg/cm}^2$$

c) Untuk tekanan 0,1 kg/cm²

$$e = \frac{0,043}{0,1786} = 0,241 \text{ kg/cm}^2$$

d) Untuk tekanan 0,2 kg/cm²

$$e = \frac{0,078}{0,1786} = 0,437 \text{ kg/cm}^2$$

e) Untuk tekanan 0,4 kg/cm²

$$e = \frac{0,154}{0,1786} = 0,862 \text{ kg/cm}^2$$

f) Untuk tekanan 0,1 kg/cm²

$$e = \frac{0,163}{0,1786} = 0,913 \text{ kg/cm}^2$$

g) Untuk tekanan 0,2 kg/cm²

$$e = \frac{0,135}{0,1786} = 0,756 \text{ kg/cm}^2$$

12) Angka pori setiap tekanan (e)

$$e = e_0 - e$$

a) Untuk tekanan 0,025 kg/cm²

$$e = 4,599 - 0,101 = 4,498$$

b) Untuk tekanan 0,05 kg/cm²

$$e = 4,599 - 0,123 = 4,476$$

c) Untuk tekanan 0,1 kg/cm²

$$e = 4,599 - 0,241 = 4,358$$

d) Untuk tekanan 0,2 kg/cm²

$$e = 4,599 - 0,437 = 4,162$$

e) Untuk tekanan $0,4 \text{ kg/cm}^2$

$$e = 4,599 - 0,862 = 3,737$$

f) Untuk tekanan $0,1 \text{ kg/cm}^2$

$$e = 4,599 - 0,913 = 3,686$$

g) Untuk tekanan $0,2 \text{ kg/cm}^2$

$$e = 4,599 - 0,756 = 3,843$$

13) Penurunan rerata (Hr)

$$Hr = \frac{H_1 + H_{1+1}}{2}$$

a) Untuk tekanan $0,025 \text{ kg/cm}^2$

$$Hr = \frac{0 + 0,018}{2} = 0,009 \text{ cm}$$

b) Untuk tekanan $0,05 \text{ kg/cm}^2$

$$Hr = \frac{0,018 + 0,022}{2} = 0,020 \text{ cm}$$

c) Untuk tekanan $0,1 \text{ kg/cm}^2$

$$Hr = \frac{0,022 + 0,043}{2} = 0,033 \text{ cm}$$

d) Untuk tekanan $0,2 \text{ kg/cm}^2$

$$Hr = \frac{0,043 + 0,078}{2} = 0,061 \text{ cm}$$

e) Untuk tekanan $0,4 \text{ kg/cm}^2$

$$Hr = \frac{0,078 + 0,154}{2} = 0,116 \text{ cm}$$

f) Untuk tekanan $0,1 \text{ kg/cm}^2$

$$Hr = \frac{0,154 + 0,163}{2} = 0,159 \text{ cm}$$

g) Untuk tekanan $0,2 \text{ kg/cm}^2$

$$Hr = \frac{0,163 + 0,135}{2} = 0,149 \text{ cm}$$

14) Tinggi contoh rata-rata (Hdr)

$$Hdr = H - Hr$$

a) Untuk tekanan $0,025 \text{ kg/cm}^2$

$$Hdr = 1 - 0,009 = 0,991 \text{ cm}$$

b) Untuk tekanan $0,05 \text{ kg/cm}^2$

$$\text{Hdr} = 1 - 0,020 = 0,98 \text{ cm}$$

c) Untuk tekanan $0,1 \text{ kg/cm}^2$
 $\text{Hdr} = 1 - 0,033 = 0,967 \text{ cm}$

d) Untuk tekanan $0,2 \text{ kg/cm}^2$
 $\text{Hdr} = 1 - 0,061 = 0,9390 \text{ cm}$

e) Untuk tekanan $0,4 \text{ kg/cm}^2$
 $\text{Hdr} = 1 - 0,116 = 0,884 \text{ cm}$

f) Untuk tekanan $0,1 \text{ kg/cm}^2$
 $\text{Hdr} = 1 - 0,159 = 0,841 \text{ cm}$

g) Untuk tekanan $0,2 \text{ kg/cm}^2$
 $\text{Hdr} = 1 - 0,149 = 0,851 \text{ cm}$

15) Koefisien konsolidasi (C_v)

$$C_v = 0,848 \times \frac{\text{Hdr}^2}{t_{90}}$$

a) $C_{v0,025} = 0,848 \times \frac{0,991^2}{48,6} = 0,0171 \text{ cm}^2/\text{s}$

b) $C_{v0,05} = 0,848 \times \frac{0,98^2}{64,3} = 0,0127 \text{ cm}^2/\text{s}$

c) $C_{v0,1} = 0,848 \times \frac{0,967^2}{64,3} = 0,0123 \text{ cm}^2/\text{s}$

d) $C_{v0,2} = 0,848 \times \frac{0,939^2}{33,8} = 0,0221 \text{ cm}^2/\text{s}$

e) $C_{v0,4} = 0,848 \times \frac{0,884^2}{54,2} = 0,0122 \text{ cm}^2/\text{s}$

$$C_v \text{ rata-rata} = \frac{0,0171+0,0127+0,0123+0,0221+0,0122}{5} = 0,0153 \text{ cm}^2/\text{s}$$

16) $C_c = \frac{e_2 - e_1}{p_2 - p_1}$
 $= \frac{0,123 - 0,101}{0,05 - 0,025}$
 $= 0,880$

SIMPULAN

Berdasarkan percobaan uji konsolidasi yang telah dilakukan dan data yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa :

1) Data hasil perhitungan dan grafik yang didapat nilai t_{90} sebagai berikut :

- a) Pada saat beban 0,5 kg adalah 48,6 detik
 - b) Pada saat beban 1 kg adalah 64,3 detik
 - c) Pada saat beban 2 kg adalah 64,3 detik
 - d) Pada saat beban 4 kg adalah 33,8 detik
 - e) Pada saat beban 8 kg adalah 54,2 detik
- 2) Semakin besar nilai t_{90} maka semakin buruk pula jenis tanah tersebut.
 - 3) Dari perhitungan di dapat nilai C_v adalah sebagai berikut :
 - a) Pada saat beban 0,5 kg adalah $0,0171 \text{ cm}^2/\text{s}$
 - b) Pada saat beban 1 kg adalah $0,0127 \text{ cm}^2/\text{s}$
 - c) Pada saat beban 2 kg adalah $0,0123 \text{ cm}^2/\text{s}$
 - d) Pada saat beban 4 kg adalah $0,0221 \text{ cm}^2/\text{s}$
 - e) Pada saat beban 8 kg adalah $0,0122 \text{ cm}^2/\text{s}$
 - 4) Nilai C_v rata-rata yang diperoleh dari perhitungan adalah sebesar $0,0153 \text{ cm}^2/\text{s}$. Dapat disimpulkan bahwa nilai kemampuan tanah dipengaruhi oleh nilai C_c dan t_{90} .
 - 5) Pada grafik diperoleh nilai C_c sebesar 0,880. Hal ini membuktikan bahwa semakin besar nilai C_c , maka semakin besar pula perubahan nilai angka porinya.

REFERENSI

- Abdul Maulud, K. N., Fitri, A., Wan Mohtar, W. H. M., Wan Mohd Jaafar, W. S., Zuhairi, N. Z., & Kamarudin, M. K. A. (2021). A study of spatial and water quality index during dry and rainy seasons at Kelantan River Basin, Peninsular Malaysia. *Arabian Journal of Geosciences*, 14(2). <https://doi.org/10.1007/s12517-020-06382-8>
- Adma, N. A. A., Ahmad, F., & Phelia, A. (2020). EVALUASI DAYA DUKUNG TIANG PANCANG PADA PEMBANGUNAN JETTY. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 7–14.
- Alfian, R., & Phelia, A. (2021). EVALUASI EFEKTIFITAS SISTEM PENGANGKUTAN DAN PENGELOLAAN SAMPAH DI TPA SARIMUKTI KOTA BANDUNG. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 2(01), 16–22.
- Chen, H., Yao, L., & Fitri, A. (2019). The influence mechanism research of inflow temperature in different time scale on the water temperature structure. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 365(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/365/1/012058>
- Dewantoro, F. (2021). Kajian Pencahayaan dan Penghawaan Alami Desain Hotel Resort Kota Batu Pada Iklim Tropis. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 2(01), 1–7.
- Dewantoro, F., Budi, W. S., & Prianto, E. (2019). Kajian Pencahayaan Alami Ruang Baca Perpustakaan Universitas Indonesia. *Jurnal Arsitektur ARCADE*, 3(1), 94–99.
- Fitri, A., Hashim, R., & Motamedi, S. (2017). Estimation and validation of nearshore current at the coast of Carey Island, Malaysia. *Pertanika Journal of Science and Technology*, 25(3), 1009–1018.
- Fitri, A., & Yao, L. (2019). The impact of parameter changes of a detached breakwater on coastal morphodynamic at cohesive shore: A simulation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 365(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/365/1/012054>
- Fitri, A., Yao, L., & Sofawi, B. (2019). Evaluation of mangrove rehabilitation project at Carey Island coast, Peninsular Malaysia based on long-term geochemical changes. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 365(1).

- <https://doi.org/10.1088/1755-1315/365/1/012055>
- Fitri, Arniza, Hasan, Z. A., & Ghani, A. A. (2011). *Determining the Effectiveness of Harapan Lake as Flood Retention Pond in Flood Mitigation Effort Determining the Effectiveness of Harapan Lake as Flood Retention Pond in Flood Mitigation Effort. November 2014.*
- Fitri, Arniza, Hashim, R., Abolfathi, S., & Maulud, K. N. A. (2019). Dynamics of sediment transport and erosion-deposition patterns in the locality of a detached low-crested breakwater on a cohesive coast. *Water (Switzerland)*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/w11081721>
- Fitri, Arniza, Maulud, K. N. A., Pratiwi, D., Phelia, A., Rossi, F., & Zuhairi, N. Z. (2020). Trend Of Water Quality Status In Kelantan River Downstream, Peninsular Malaysia. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 16(3), 178–184.
- Fitri, Arniza, Maulud, K. N. A., Rossi, F., Dewantoro, F., Harsanto, P., & Zuhairi, N. Z. (2021). Spatial and Temporal Distribution of Dissolved Oxygen and Suspended Sediment in Kelantan River Basin. *4th International Conference on Sustainable Innovation 2020–Technology, Engineering and Agriculture (ICoSITEA 2020)*, 51–54.
- Hashim, R., Roy, C., Shamshirband, S., Motamedi, S., Fitri, A., Petković, D., & Song, K. I. I. L. (2016). Estimation of Wind-Driven Coastal Waves Near a Mangrove Forest Using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System. *Water Resources Management*, 30(7), 2391–2404. <https://doi.org/10.1007/s11269-016-1267-0>
- Huang, X., & Fitri, A. (2019). *Influence scope of local loss for pipe flow in plane sudden expansions Influence scope of local loss for pipe flow in plane sudden expansions.* <https://doi.org/10.1088/1755-1315/365/1/012056>
- Kasus, S., Jl, P., Agung, S., Pramita, G., Lestari, F., Teknik, F., Studi, P., Sipil, T., & Indonesia, U. T. (2017). *Analisis Kinerja Persimpangan Bersinyal di Kota Bandar Lampung pada Masa Pandemi Covid -19.* 19.
- Kusuma, C. E., & Lestari, F. (2021). PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TIANG PANCANG PROYEK PENAMBAHAN LINE CONVEYOR BATUBARA UNIT PELAKSANAAN PEMBANGKITAN SEBALANG. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(01), 44–50.
- Lestari, F. (2015). *Studi Karakteristik Perilaku Perjalanan Siswa SMA Negeri di Kota Bandar Lampung.*
- Lestari, F. (2020). Identifikasi Fasilitas Pejalan Kaki Di Kota Bandar Lampung. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 1(01), 27–32.
- LESTARI, F. (2018). *KOMPARASI PEMBANGUNAN KERETA CEPAT INDONESIA MENGGUNAKAN PENGALAMAN KERETA CEPAT NEGARA LAIN DARI SUDUT PANDANG EKONOMI.* UNIVERSITAS LAMPUNG.
- Lestari, F., & Aldino, A. A. (2020). Pemilihan Moda Dan Preferensi Angkutan Umum Khusus Perempuan Di Kota Bandar Lampung. *Jurnal Teknik Sipil: Rancang Bangun*, 6(2), 57–62.
- Lestari, F., Purba, A., & Zakaria, A. (2018). Komparasi Pembangunan Kereta Cepat di Indonesia Dengan Kereta Cepat di Negara Lain dari Sudut Pandang Ekonomi. *Prosiding Semnas SINTA FT UNILA Vol. 1 Tahun 2018*, 1(1), 266–272.
- Lestari, F., & Puspaningrum, S. (2021). *Pengembangan Denah Sekolah untuk Peningkatan Nilai Akreditasi pada SMA Tunas Mekar Indonesia.* 2(2), 1–10.
- Lestari, F., Setiawan, R., & Pratiwi, D. (2018). PERHITUNGAN DIMENSI SEAWALL MENGGUNAKAN LAZARUS. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 1118–1124.
- Lestari, F., Susanto, T., & Kastamto, K. (2021). PEMANENAN AIR HUJAN SEBAGAI PENYEDIAAN AIR BERSIH PADA ERA NEW NORMAL DI KELURAHAN

- SUSUNAN BARU. *SELAPARANG Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 4(2), 427–434.
- Phelia, A., & Damanhuri, E. (2019). *Kajian Evaluasi Tpa Dan Analisis Biaya Manfaat Sistem Pengelolaan Sampah Di Tpa (Studi Kasus TPA Bakung Kota Bandar LPhelia, A., & Damanhuri, E. (2019). Kajian Evaluasi Tpa Dan Analisis Biaya Manfaat Sistem Pengelolaan Sampah Di Tpa (Studi Kasus TPA Bakun.*
- Phelia, A., & Sinia, R. O. (2021). Skenario Pengembangan Fasilitas Sistem Pengolahan Sampah Dengan Pendekatan Cost Benefit Analysis Di Kelurahan Kedamaian Kota Bandar Lampung. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(1).
- Pramita, G. (2019). *Studi Pengaruh Ruang Henti Khusus (RHK) Sepeda Motor Terhadap Arus Jenuh di Pendekat Simpang Bersinyal*. UNIVERSITAS LAMPUNG.
- Pramita, G., Lestari, F., & Bertarina, B. (n.d.). Study on the Performance of Signaled Intersections in the City of Bandar Lampung (Case Study of JL. Sultan Agung-Kimaja Intersection durig Covid-19. *Jurnal Teknik Sipil*, 20(2).
- Pramita, G., & Sari, N. (2020). STUDI WAKTU PELAYANAN KAPAL DI DERMAGA I PELABUHAN BAKAUHENI. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 1(01), 14–18.
- Prasetyo, A., Pangestu, A., Defrindo, Y., & Lestari, F. (2020). RENCANA PEMBANGUNAN SANITASI BERBASIS LINGKUNGAN DI DESA DADISARI KABUPATEN TANGGAMUS. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 26–32.
- Pratiwi, D. (2020). Studi Time Series Hidro Oseanografi Untuk Pengembangan Pelabuhan Panjang. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 1(01), 1–13.
- Pratiwi, D., & Fitri, A. (2021). Analisis Potensial Penjalaran Gelombang Tsunami di Pesisir Barat Lampung, Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 29–37.
- Pratiwi, D., Sinia, R. O., & Fitri, A. (2020). PENINGKATAN PENGETAHUAN MASYARAKAT TERHADAP DRAINASE BERPORUS YANG DIFUNGSIKAN SEBAGAI TEMPAT PERESAPAN AIR HUJAN. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 1(2).
- Purba, A., Kustiani, I., & Pramita, G. (2019). A Study on the Influences of Exclusive Stopping Space on Saturation Flow (Case Study: Bandar Lampung). *International Conference on Science, Technology & Environment (ICoSTE)*.
- Rosmalasari, T. D., Lestari, M. A., Dewantoro, F., & Russel, E. (2020). Pengembangan E-Marketing Sebagai Sistem Informasi Layanan Pelanggan Pada Mega Florist Bandar Lampung. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 1(1), 27–32.
- Safuan, A. P. (2014). *REVITALISASI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH PADA BEBERAPA TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR SAMPAH DI PROVINSI LAMPUNG*.
- Science, E. (2019). *The impact of parameter changes of a detached breakwater on coastal morphodynamic at cohesive shore : A simulation The impact of parameter changes of a detached breakwater on coastal morphodynamic at cohesive shore : A simulation*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/365/1/012054>
- Setiawan, R., Lestari, F., & Pratiwi, D. (2017). PENGARUH SULFAT PADA KEKUATAN BETON YANG MENGGUNAKAN LIMBAH BATU BARA SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEMEN. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(2), 1093–1098.
- Study, E., & Main, U. S. M. (2013). *Effectiveness of Aman Lake as Flood Retention Ponds in Flood Mitigation Effectiveness of Aman Lake as flood retention ponds in flood mitigation effort : study case at USM Main Campus , Malaysia. December*.