

Penentuan Klasifikasi Jenis Tanah dengan Menggunakan Pengujian CBR Laboratorium

Adelia Agustina¹⁾, Destiana Safitri¹⁾
¹ Teknik Sipil
*) destianasfr567@gmail.com

Abstrak

Tanah dasar merupakan bagian terpenting pada konstruksi jalan raya. Kekuatan dan keawetan konstruksi pekerasan tergantung dari sifat dan daya dukung tanah. Menjaga kestabilan tanah, khususnya kadar air dibutuhkan perhatian lebih. Ketika musim penghujan tanah cenderung bersifat jenuh air. Kejenuhan air berpengaruh terhadap perkerasan jalan, sifat air yang mengalir ke bagian yang lebih rendah dan menyerap/mengalir melalui ruang pori-pori udara menjadikan permukaan jalan mudah terkikis dan berlubang. Kondisi inilah yang umumnya terjadi di perlintasan jalan Penawangan-Purwodadi. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kandungan air pada tanah dasar, karena itu dilakukan pengujian CBR laboratorium. California Bearing Ratio (CBR) merupakan metode yang dipergunakan untuk menentukan tebal lapisan suatu perkerasan jalan. Uji CBR dilakukan untuk pengujian kepadatan tanah melalui usaha (energi) tetap dengan menambahkan kadar air pada kondisi/batas tertentu. Dalam penelitian ini menggunakan pengujian CBR unsoaked (tanpa rendaman) dengan penambahan kadar air yang digunakan pada % dari pengujian pendahuluan yaitu batas Atterberg dan kadar air optimum. Makin tinggi kadar airnya makin kecil nilai CBR dari tanah lempung itu sendiri. Walau demikian, tidak berarti tanah dasar sebaiknya dipadatkan dengan kadar air rendah untuk mendapatkan nilai CBR tinggi, karena air tidak tahan konstan pada nilai rendah.

Kata Kunci: Tanah, CBR Laboratorium, Kadar Air.

PENDAHULUAN

Tanah memiliki peranan yang penting baik sebagai bahan, kontribusi maupun sebagai tempat diletakkannya suatu konstruksi (Arniza Fitri et al., 2011). Sesuai dengan proses terjadinya, tanah tersusun dari berbagai mineral, sifat dan partikel yang berbeda-beda. Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak terementai (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel tersebut (Purba et al., 2019).

Tanah umumnya dapat disebut sebagai krikil, pasir, lanau atau lempung (Prasetyo et al., 2020). Tergantung pada ukuran partikel yang paling dominan pada tanah tersebut. Tanah yang digunakan dalam pekerjaan teknik sipil memiliki sifat fisik dan mekanik yang berbeda, maka dari itu diperlukan pemeriksaan tanah yang bertujuan untuk menyelidiki sifat tersebut (Setiawan et al., 2017).

Penyelidikan tanah di lapangan bertujuan untuk mengetahui kondisi tanah suatu daerah atau lokasi yang ditinjau, memenuhi syarat atau tidak untuk didirikan suatu konstruksi sipil terbangun (Pramita & Sari, 2020). Pengujian di laboratorium bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik tanah dari sampel tanah yang diambil (Kusuma & Lestari, 2021).

Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kandungan air pada tanah dasar, karena itu dilakukan pengujian CBR laboratorium (Arniza Fitri et al., 2019). California Bearing Ratio (CBR) merupakan metode yang dipergunakan untuk menentukan tebal lapisan suatu perkerasan jalan (Pratiwi, 2020). Uji CBR dilakukan untuk pengujian kepadatan tanah melalui usaha (energi) tetap dengan menambahkan kadar air pada kondisi/batas tertentu. Pengujian CBR Laboratorium pada tanah dilakukan untuk mengetahui sifat fisik tanah, yaitu sifat fisik tanah dalam keadaan asli dan untuk menenukan jenis tanah (Arniza Fitri et al., 2021).

KAJIAN PUSTAKA

Uji CBR Laboratorium (*CBR Laboratoty Test*)

Tujuan Uji CBR Laboratorium adalah untuk mengetahui kuat hambatan tanah terhadap penetrasi untuk menentukan nilai CBR tanah pada kadar air tertentu yang digunakan oleh *California Division of Highway, USA* (Pramita, 2019). CBR singkatan dari *California Bearing Ratio*. CBR laboratorium biasanya digunakan antara lain untuk perencanaan pembangunan jalan baru dan lapangan (Lestari & Aldino, 2020). Untuk menentukan nilai CBR laboratorium harus disesuaikan dengan peralatan dan data hasil pengujian kepadatan, yaitu Pengujian Pemadatan Ringan Untuk Tanah, (SKBI 3.3.30. 1987/UDC. 624.131.43 (02) atau Pengujian Pemadatan Berat Untuk Tanah (SKBI 3.3.30.1987/UDC. 624.131.53.(02) (Lestari, Purba, et al., 2018).

Tanah

Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah merupakan sistem penggolongan dari jenis-jenis tanah yang mempunyai sifat dan karakteristik yang sama ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok berdasarkan pemakaiannya (Safuan, 2014). Tujuan dari pembuatan sistem klasifikasi tanah adalah untuk memberikan informasi mengenai karakteristik dan sifat fisik tanah (Kasus et al., 2017). Sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan adalah sistem klasifikasi AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Classification Official) dan Sistem Klasifikasi Unified Soil Classification System (USCS) (Lestari, 2020).

Tanah Timbunan

Tanah timbunan merupakan tanah yang berfungsi untuk mencapai elevasi subgrade yang telah ditentukan dalam gambar rencana (Pratiwi et al., 2020). Terdapat dua jenis tanah timbunan yaitu timbunan biasa dan timbunan pilihan dimana spesifikasi nilai CBR laboratorium untuk tanah timbunan biasa adalah minimal 6% dan untuk timbunan pilihan adalah minimal 10% (Rencana Spesifikasi Umum Bina Marga Revisi 3, 2010) (Lestari et al., 2021).

Pemadatan Tanah

Definisi Pemadatan Tanah

Pemadatan tanah adalah proses dimana terjadi naiknya kerapatan tanah dengan jarak antar partikel yang semakin kecil sehingga volume udara tereduksi dari dalam tanah (Phelia & Damanhuri, 2019). Kepadatan tanah dapat dinilai dari berat volume kering dimana nilai

berat volume kering akan bertambah seiring dengan penambahan kadar air (Dewantoro et al., 2019). Namun berat volume kering akan mengalami penurunan ketika kadar air optimum telah tercapai (Pramita et al., n.d.).

Pengujian Modified Proctor

Untuk memenuhi persyaratan kepadatan dilakukan pengujian pemadatan yang dalam penelitian ini digunakan metode modified proctor (Lestari, 2015). Pengujian dilakukan dengan penumbuk seberat 4,5 kg dan tinggi jatuh 45,7 cm sebanyak lima lapis tanah. Pada setiap percobaan diketahui nilai kadar air pada setiap sampel dan diketahui pula nilai berat volume kering dari sampel tanah tersebut (A. Fitri et al., 2017). Hubungan berat volume kering (γ_d) dengan Korelasi Nilai Cbr Laboratorium Modified Terhadap Tekanan pada Roda Kendaraan Alat Berat (Alfian & Phelia, 2021).

Berat volume basah (γ_b) dan kadar air (w), dinyatakan dalam persamaan :
Dimana rumus berat volume kering adalah sebagai berikut (Arniza Fitri et al., 2020).

$$\gamma_d = \gamma_b (1+w)$$

Pemadatan Tanah dengan Metode Tekanan

Metode tekanan dimaksudkan untuk menggantikan pemadatan tanah dengan menggunakan tumbukan dimana dengan metode tumbukan luas permukaan hammer yang digunakan relatif kecil yang mengakibatkan tumbukan yang tidak merata (LESTARI, 2018). Dengan metode tekanan kepadatan yang dihasilkan lebih seragam dikarenakan tekanan yang merata pada setiap bagian dan lebih memudahkan dalam proses pemadatan (A. Fitri & Yao, 2019). Selain itu tekanan yang diberikan juga dapat diukur sehingga lebih terkontrol dalam pengerjaannya (Study & Main, 2013).

METODE

Bahan

Sampel tanah yang diambil terdiri dari dua jenis yaitu sampel tanah terganggu (disturbed sample) dan sampel tanah tak terganggu (undisturbed sampel) (Phelia & Sinia, 2021). Selanjutnya sampel tersebut digunakan dalam pengujian sifat fisik dan pengujian CBR laboratorium modified (Huang & Fitri, 2019).

Pelaksanaan Pengujian

Pengujian sampel tanah ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah.

Pengujian Sifat Fisik Tanah

Pengujian Kadar Air Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air tanah yang terkandung pada sampel tanah (Lestari, Setiawan, et al., 2018).

Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis bertujuan untuk menentukan berat jenis tanah yaitu kepadatan massa butiran atau partikel tanah yang lolos saringan No. 40 dengan menggunakan picnometer (Dewantoro, 2021)

Pengujian Berat Volume

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat volume tanah dengan keadaan asli (undisturbed sampel) yang merupakan perbandingan antara berat tanah dengan volume tanah (Adma et al., 2020).

Pengujian Analisis Saringan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui persentase ukuran butiran tanah dan susunan butiran tanah (gradasi) dari sampel tanah yang tertahan di atas saringan No. 200 (Pratiwi & Fitri, 2021).

Pengujian Batas Atterberg

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kadar air tanah pada batas antara keadaan plastis dan cair, sesuai dengan ketentuan atterberg (Rosmalasari et al., 2020). Pengujian ini dilakukan dalam dua tahap, terdiri dari pengujian batas cair (liquid limit test) dan pengujian batas plastis (plastic limit test) (Hashim et al., 2016).

Pengujian Hidrometer

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan distribusi ukuran butir-butir tanah untuk tanah yang tidak mengandung butir tertahan saringan No. 200 (Chen et al., 2019).

Pengujian Pemadatan Tanah

Modified Proctor Method Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kepadatan maksimum tanah dengan cara tumbukan (Lestari & Puspaningrum, 2021). Dari hasil uji modified proctor akan didapatkan nilai berat volume kering maksimum (γ_{dmaks}) dan kadar air (ω) yang akan digunakan pada pengujian CBR laboratorium (A. Fitri et al., 2019).

Pengujian CBR (California Bearing Ratio)

Pengujian CBR Laboratorium Modified Pengujian ini bertujuan untuk menentukan nilai CBR material tanah yang dipadatkan menggunakan hammer pada kadar air optimum (W_{opt}) (Abdul Maulud et al., 2021). Pengujian dibagi menjadi dua Korelasi Nilai Cbr Laboratorium Modified Terhadap Tekanan pada Roda Kendaraan Alat Berat (Science, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Percobaan

- a. Diameter *mold* (d) = 16 cm
- b. Tinggi *mold* (t) = 18 cm
- c. Angka kalibrasi = 25,9
- d. Kadar air = 12%
- e. Penambahan air = 600 cc
- f. Sampel I dengan penumbukkan 10 kali
 - 1. Berat tanah + *mold* = 8761 gr
 - 2. Berat *mold* = 3929 gr
 - 3. Berat tanah basah + kontainer (Wcs) = 39,563 gr
 - 4. Berat tanah kering + kontainer (Wds) = 33,643 gr
 - 5. Berat Kontainer (Wc) = 11,863 gr
- g. Sampel II dengan penumbukan 25 kali
 - 1. Berat tanah + *mold* = 9558 gr
 - 2. Berat *mold* = 4027 gr
 - 3. Berat tanah basah + kontainer (Wcs) = 25,296 gr
 - 4. Berat tanah kering + kontainer (Wds) = 20,476 gr
 - 5. Berat kontainer (Wc) = 2,786 gr
- h. Sampel III dengan penumbukan 55 kali
 - 1. Berat tanah + *mold* = 9598 gr
 - 2. Berat *mold* = 4100 gr
 - 3. Berat tanah basah + kontainer (Wcs) = 35,593 gr
 - 4. Berat tanah kering + kontainer (Wds) = 29,963 gr
 - 5. Berat kontainer (Wc) = 12,58 gr

Tabel 1. Hasil pembacaan dial

No	Penurunan (mm)	10 ×	25 ×	55 ×
1.	31,75	2	10	12
2.	63,5	3	11	19
3.	127	4	12	23
4.	190	5	14	26
5.	254	6	15	30
6.	381	6,5	18	33
7.	508	8	19	37

Hasil dan Perhitungan

Tabel 2. Data hasil percobaan Dial pada penetrasi CBR dengan angka kalibrasi 25,9.

No	Penurunan (mm)	10 ×	25 ×	55 ×
1.	31,75	51,8	259	310,8
2.	63,5	77,7	284,9	492,1

3.	127	103,6	310,8	595,7
4.	190	129,5	362,6	673,4
5.	254	155,4	388,5	777
6.	381	168,35	466,2	854,7
7.	508	207,2	492,1	958,3

a. Perhitungan untuk 10 kali penumbukan:

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Berat tanah (W)} &= (\text{berat tanah} + \text{mold}) - \text{Berat mold} \\
 &= 8761 \text{ gr} - 3929 \text{ gr} \\
 &= 4832 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Volume mold (vmold)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 16^2 \times 18 \\
 &= 3619,11 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ Berat volume } (\gamma) &= \frac{W}{V} \\
 &= \frac{4832}{3619,11} \\
 &= 1,3351 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4) \text{ Kadar air } (\bar{\omega}) &= \frac{W_{cs} - W_{ds}}{W_{ds} - W_c} \times 100\% \\
 &= \frac{39,563 - 33,643}{33,643 - 11,863} \times 100\% \\
 &= 27,18\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5) \text{ Berat volume kering } (\gamma_d) &= \frac{\gamma}{1 + \omega} \\
 &= \frac{1,3351}{1 + 0,2718} \\
 &= 1,0497 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

b. Perhitungan untuk 25 kali penumbukan:

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Berat tanah (W)} &= (\text{berat tanah} + \text{mold}) - \text{Berat mold} \\
 &= 9558 \text{ gr} - 4027 \text{ gr} \\
 &= 5531 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Volume mold (vmold)} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 16^2 \times 18 \\
 &= 3619,11 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ Berat volume } (\gamma) &= \frac{W}{V} \\
 &= \frac{5531}{3619,11} \\
 &= 1,5282 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4) \text{ Kadar air } (\bar{\omega}) &= \frac{W_{cs}-W_{ds}}{W_{ds}-W_c} \times 100\% \\
 &= \frac{25,296-20,476}{20,476-2,786} \times 100\% \\
 &= 27,2470\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5) \text{ Berat volume kering } (\gamma_d) &= \frac{\gamma}{1+\omega} \\
 &= \frac{1,5282}{1+0,2724} \\
 &= 1,2010 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

c. Perhitungan untuk 55 kali penumbukan:

$$\begin{aligned}
 1) \text{ Berat tanah } (W) &= (\text{berat tanah} + \text{mold}) - \text{Berat mold} \\
 &= 9598 \text{ gr} - 4100 \text{ gr} \\
 &= 5498 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \text{ Volume mold } (V_{\text{mold}}) &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 16^2 \times 18 \\
 &= 3619,11 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \text{ Berat volume } (\gamma) &= \frac{W}{V} \\
 &= \frac{5498}{3619,11} \\
 &= 1,5191 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4) \text{ Kadar air } (\bar{\omega}) &= \frac{W_{cs}-W_{ds}}{W_{ds}-W_c} \times 100\% \\
 &= \frac{35,593-29,963}{29,963-12,58} \times 100\% \\
 &= 32,38\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 5) \text{ Berat volume kering } (\gamma_d) &= \frac{\gamma}{1+\omega} \\
 &= \frac{1,5191}{1+0,3238} \\
 &= 1,1475 \text{ gr/cm}^3
 \end{aligned}$$

d. Perhitungan nilai CBR:

1) Penurunan 0,1"

$$\begin{aligned}
 \text{a) Penumbukan 10 kali} &= \frac{\text{beban}}{3 \times 1000} \times 100\% \\
 &= \frac{51,8}{3 \times 1000} \times 100\% \\
 &= 1,726\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b) Penumbukan 25 kali} &= \frac{\text{beban}}{3 \times 1000} \times 100\% \\
 &= \frac{259}{3 \times 1000} \times 100\% \\
 &= 8,63\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) Penumbukan 55 kali} &= \frac{\text{beban}}{3 \times 1000} \times 100\% \\ &= \frac{310,8}{3 \times 1000} \times 100\% \\ &= 10,360\% \end{aligned}$$

2) Penurunan 0,2"

$$\begin{aligned} \text{a) Penumbukan 10 kali} &= \frac{\text{Beban}}{3 \times 1500} \times 100 \% \\ &= \frac{168,35}{3 \times 1500} \times 100 \% \\ &= 3,741 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Penumbukan 25 kali} &= \frac{\text{Beban}}{3 \times 1500} \times 100 \% \\ &= \frac{466,2}{3 \times 1500} \times 100 \% \\ &= 10,360 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) Penumbukan 55 kali} &= \frac{\text{Beban}}{3 \times 1500} \times 100 \% \\ &= \frac{854,7}{3 \times 1500} \times 100 \% \\ &= 18,993 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) Nilai CBR rata-rata} &= \frac{1,726+8,63+10,360+3,741+10,36+18,993}{6} \\ &= 8,9683 \% \end{aligned}$$

e) Berat volume Kering Optimum

$$\begin{aligned} \gamma_d \text{ Optimum} &= 95\% \times \gamma_d \text{ rata - rata} \\ &= 95\% \times 1,1327 = 1,0760 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

SIMPULAN

- 1) Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, didapat nilai berat volume kering untuk penumbukan 10 kali sebesar $1,0497 \text{ gram/cm}^3$, penumbukan 25 kali sebesar $1,2010 \text{ gram/cm}^3$, dan untuk penumbukan 55 kali sebesar $1,1475 \text{ gram/cm}^3$.
- 2) Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, nilai CBR didapat adalah sebagai berikut :
 - Pada penurunan 31,75 mm
Nilai CBR untuk penumbukan 10 kali sebesar 1,726 %,
Nilai CBR untuk penumbukan 25 kali sebesar 8,63 %, dan Nilai CBR untuk penumbukan 55 kali sebesar 6,043 %.
 - Pada penurunan 381 mm
Nilai CBR untuk penumbukan 10 kali sebesar 3,741 %,
Nilai CBR untuk penumbukan 25 kali sebesar 10,360 %, dan nilai CBR untuk penumbukan 55 kali sebesar 18,993 %.

- 3) Dari Tabel Deskripsi tanah, jenis tanah yang dipakai termasuk jenis tanah sedang, karena memiliki nilai CBR rata-rata sebesar 8,9683%, karena nilai CBR yang praktikan dapat berada diantara 7,00 – 20,00

Tabel 3. Tabel Deskripsi Tanah Nilai CBR

DESKRIPSI	NILAI CBR
JELEK SEKALI	0,00-3,00
JELEK	3,00-7,00
SEDANG	7,00-20,00
BAIK	20,00-50,00
BAIK SEKALI	>50,00

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., Shamsirband, 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.*