

Waktu Pengikat Semen *Portland* (Konsistensi Normal) dengan Alat *Vicat*

Raden Muhammad Julian Passa¹⁾, Destiana Safitri¹⁾
¹ Teknik Sipil
*) destianasfr567@gmail.com

Abstrak

Semen merupakan komoditas yang paling penting bagi Indonesia. Sebagai negara berkembang yang terus melakukan pembangunan infrastruktur. Pembangunan infrastruktur akan terus dikerjakan guna meningkatkan perekonomian negara. Semen berasal dari kata *caementum* (bahasa latin) yang artinya memotong menjadi bagian-bagian kecil tak beraturan. Sedangkan dalam pengertian nya semen adalah zat yang digunakan untuk merekatkan batubata, batako maupun bahan bangunan lainnya. Contoh semen hidraulis adalah semen *Portland*, semen campur, semen khusus dan sebagainya. Tujuan dari praktikum ini adalah menentukan waktu pengikat semen portland (dalam keadaan konsistensi normal) dengan alat *vicat*.

Kata Kunci: Semen, *Portland*, Alat *Vicat*.

PENDAHULUAN

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia semen adalah serbuk atau tepung yang terbuat dari kapur dan material lainnya yang dipakai untuk membuat beton, merekatkan batubata ataupun membuat tembok. Semen merupakan bahan hidraulis yang dapat bereaksi secara kimia dengan air, disebut hidrasi, sehingga membentuk material batu padat (Arniza Fitri et al., 2011). Semen dalam pengertian umum adalah bahan yang mempunyai sifat adhesive dan cohesive, digunakan sebagai bahan pengikat (*bonding material*), yang dipakai bersama sama dengan batu kerikil dan pasir (Purba et al., 2019). Semen dapat dibagi atas 2 kelompok, yaitu (Prasetio et al., 2020):

- a. Semen non hidraulis adalah semen yang tidak dapat mengeras dalam air atau tidak stabil dalam air. Contoh semen non hidraulis (*hydraulic binder*) adalah lime dimana lime ini merupakan perekat klasik dalam bangunan yang dibuat dengan memanaskan limestone pada suhu 850oC. CaCO_3 dari limestone akan melepaskan CO_2 dan menghasilkan burn lime atau quick lime (CaO).
- b. Semen hidraulis adalah semen yang dapat mengeras dalam air menghasilkan padatan yang stabil dalam air. Oleh karena mempunyai sifat hidraulis, maka semen tersebut bersifat :
 - Dapat mengeras bila dicampur air
 - Tidak larut dalam air
 - Dapat mengeras walau dalam air 2
 -

Contoh semen hidraulis adalah semen *Portland*, semen campur, semen khusus dan sebagainya (Setiawan et al., 2017). Semen merupakan komoditas yang paling penting bagi Indonesia (Kusuma & Lestari, 2021). Sebagai negara berkembang yang terus melakukan pembangunan infrastruktur. Pembangunan infrastruktur akan terus dikerjakan guna meningkatkan perekonomian negara (Pratiwi, 2020). Semen berasal dari kata *caementum*

(bahasa latin) yang arti nya memotong menjadi bagian bagian kecil tak beraturan (Arniza Fitri et al., 2021). Sedangkan dalam pengertian nya semen adalah zat yang digunakan untuk merekatkan batubata, batako maupun bahan bangunan lainnya (Lestari, Purba, et al., 2018). Tujuan dari praktikum ini adalah menentukan waktu pengikat semen portland (dalam keadaan konsistensi normal) dengan alat *vicat*.

KAJIAN PUSTAKA

SEMEN

Semen adalah bahan pengikat hidrolis (Safuan, 2014). Semen portland adalah semen yang diperoleh dengan mencampur bahan-bahan yang mengandung kapur, membakarnya pada temperature yang mengakibatkan terbentuknya klinker dan kemudian menghaluskan klinker dengan gips sebagai bahan tambahan (Lestari et al., 2021). Fungsi semen adalah untuk merekatkan butiran-butiran agregat agar terjadi massa yang padat dan semennya juga berguna untuk mengisi rongga-rongga pada butiran agregat (Phelia & Damanhuri, 2019).

Sesuai dengan pemakaian semen dibagi menjadi 5 jenis, yaitu:

1. Tipe 1

Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti pada jenis lain. Semen jenis ini merupakan semen yang paling banyak digunakan yaitu 80% - 90% dari produksi semen portland (Dewantoro et al., 2019).

2. Tipe 2

Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang. Untuk mencegah serangan sulfat maka pada semen jenis ini, senyawa C3A harus dikurangi (Lestari, 2015). Semen jenis ini biasaya digunakan pada bangunan-bangunan sebagai berikut:

- a. Pelabuhan, bangunan-bangunan lepas pantai
- b. Pondasi atau basement dimana tanah/air tanah terkontaminasi oleh sultat.
- c. Bangunan-bangunan yang berhubungan dengan rawa
- d. Aluran-saluran air bangunan/ limbah

3. Tipe 3

Semen portland yang dalam penggunaannya menurut peryaratan kekuatan awal yang tinggi. Pada emen jenis ini kuat tekan pada unsur 3 hari mendekati dengan umur 7 hari pada semen jenis 1 (Alfian & Phelia, 2021). Utuk mempercepat proes hidrasi dari 200 cm²/gr (Arniza Fitri et al., 2020). Proprsri senyawa C3S dibuat lebih besar dan proporsi senyawa C₂ S lebih kecil (LESTARI, 2018). Semen jenis ini biasanya di gnakan pada bangunan-bangunan sebagai berikut (Study & Main, 2013):

- a. Pembuatan bton pracetak
- b. Bangunan yang membutuhkan pembongkaran bekisting yang lebih cepat
- c. Perbaikan pavement (beton)
- d. Pembetonan di daerah udara digin (salju)

4. Tipe 4

Semen portland yang dalam penggunaannya menurut peryaratan panas hindrai yag rendah. retak yang terjadi setelah pengecoran beton massa (Phelia & Sinia, 2021).

Untuk mengurangi panas hidrasi yang terjadi (penyebab retak) maka jenis ini senyawa C_3S dan C_3A dikurangi (Huang & Fitri, 2019). Semen jenis ini mempunyai kuat tekan yang lebih rendah pada bangunan-bangunan sebagai berikut (Lestari, Setiawan, et al., 2018):

- a. Konstruksi
- b. Basement
- c. Pembentukan pada daerah bercuaca panas

5. Tipe 5

Semen portland yang dalam penggunaannya menurut persyaratan yang sangat tahan terhadap sulfat (Dewantoro, 2021). Penggunaan semua jenis ini sama dengan pada semen jenis II dengan kontaminasi sulfat yang lebih pekat (Adma et al., 2020).

Sifat Fisik Semen & Pengujiannya

Semen sebagai bahan perekat untuk beton sangat menentukan terhadap kualitas betonnya, karena beban yang bekerja pada beton juga diderita oleh pasta semennya (Pratiwi & Fitri, 2021). Pengujian pada semen perlu dilakukan apabila semen tersebut sudah lama disimpan atau sebagian semen sudah ada yang mengeras sehingga mutunya diragukan. Sifat fisik semen yang mempengaruhi kualitas pada semen diantaranya adalah (Rosmalasari et al., 2020):

1. Berat Jenis

Berat jenis pada semen secara teoritis antara 3.1 sampai 3.3. Nilai ini dapat berubah tergantung kondisi semennya. Jika semen tersebut pada waktu pembuatan dicampur dengan bahan lain, seperti abu batu yang warnanya menyerupai semen atau semen tersebut sudah ada yang mengeras maka berat jenisnya akan lebih rendah (Pratiwi et al., 2020). Untuk menguji berat jenis pada semen digunakan tabung **Le Chatelier** (Lestari, 2020).

2. Konsistensi

Semen sebagai perekat hidrolis memerlukan air untuk proses hidrasi. Banyaknya air untuk proses hidrasi sangat tergantung dari komposisi senyawa dalam semen dan kehalusan semen (Pramita, 2019). Jika air untuk proses hidrasi tersebut kurang, maka tidak semua butiran semen akan terhidrasi, demikian pula jika air terlalu banyak, maka kekuatan pasta semen akan menurun. Untuk itulah perlu dicari berapa kebutuhan air yang optimum sehingga proses hidrasi dapat berjalan sempurna dan kekuatan semen dapat mencapai maksimum. Untuk mengetahui berapa banyaknya air yang diperlukan, dilakukan pengujian konsistensi. Menurut standar SII atau ASTM untuk uji konsistensi dilakukan dengan menggunakan alat **Vicat** (Lestari & Puspaningrum, 2021). Cara pengujiannya dengan mencoba – coba persentase air, sehingga tercapai konsistensi. Konsistensi tercapai apabila jarum vicat dengan diameter 10 mm masuk ke dalam pasta semen dalam waktu 30 detik sedalam (10 ± 1) mm). Umumnya persentase air untuk mencapai konsistensi berkisar antara 26% – 29%. Nilai ini tergantung dari kehalusan semen, komposisi senyawa dalam semen, suhu udara dan kelembaban disekitarnya (Pramita & Sari, 2020).

3. Waktu Ikat

Semen setelah bercampur dengan air akan mengalami pengikatan, dan setelah mengikat lalu mengeras. Lamanya pengikatan sangat tergantung dari komposisi senyawa dalam semen dan suhu udara sekitarnya (Lestari & Aldino, 2020). Waktu pengikatan pada pasta semen ada 2 (dua) macam, yaitu waktu ikat awal (*setting time*) dan waktu ikat akhir (*final setting*) (Pramita et al., n.d.). Waktu ikat awal adalah waktu yang dibutuhkan sejak semen

bercampur dengan air dari kondisi plastis menjadi tidak plastis, sedangkan waktu ikat akhir adalah waktu yang dibutuhkan sejak semen bercampur dengan air dari kondisi plastis menjadi “keras”. Yang dimaksud dengan keras pada waktu ikat akhir adalah hanya bentuknya saja yang sudah kaku, tetapi pasta semen tersebut belum boleh dibebani, baik oleh berat sendiri maupun beban dari luar. Waktu ikat awal menurut standar SII minimum 45 menit, sedangkan waktu ikat akhir maksimum 360 menit. Waktu ikat awal tercapai apabila masuknya jarum vicat ke dalam sampel dalam waktu 30 detik sedalam 25 mm. Waktu ikat akhir tercapai apabila pada saat jarum vicat diletakkan diatas sampel selama 30 detik, pada permukaan sampel tidak berbekas atau tidak tercetak. Catat berapa jam waktu ikat akhir tercapai. Dalam pengujian waktu ikat pada semen kadang – kadang dalam waktu kurang dari 10 menit, semen sudah mencapai waktu ikat awal, yang ditandai dengan masuknya jarum vicat kurang dari 25 mm. Waktu ikat awal tersebut bukanlah waktu ikat awal yang sebenarnya, tetapi waktu ikat awal palsu (*false setting*). Ini terjadi karena gips alam yang terdapat dalam semen berubah menjadi gips hemihidrat karena panas, baik panas pada waktu dicampur dengan klinker maupun panas pada saat penyimpanan, akibatnya gips alam yang asalnya stabil menjadi tidak stabil sehingga cepat bereaksi dengan air (A. Fitri et al., 2017).

4. *Kehalusan*. Kecepatan reaksi antara semen dengan air sangat dipengaruhi oleh kehalusan butiran semennya. Makin halus butiran semen, maka makin cepat semen tersebut bereaksi. Untuk menguji kehalusan pada semen menurut SNI 15-2045-1994 menggunakan alat **Bline**. Dengan alat Bline yang didapat adalah luas permukaan spesifik butirannya. Makin halus butiran semen, maka luas permukaan butirannya lebih besar, sehingga butiran tersebut makin cepat bereaksi dengan air, dan mengikat agregat lebih luas. Semen dinyatakan halus apabila dari hasil uji dengan alat Bline memberikan nilai luas permukaan spesifiknya lebih dari 280 m²/kg. Kehalusan pada semen dipengaruhi oleh proses penggilingan klinker di pabrik dan kondisi semen itu sendiri, semen yang sudah mengeras karena terhidrasi oleh air akan memberikan luas spesifik yang rendah, karena butiran semen tersebut sudah saling mengikat, sehingga tidak berupa butiran yang halus lagi (Abdul Maulud et al., 2021).
5. *Kekekalan*. Semen sebagai bahan perekat pada beton harus kekal tidak boleh berubah bentuk, karena jika semen mengembang (tidak kekal) pada beton yang sudah mengeras, dalam beton timbul tegangan tarik, padahal tegangan tarik pada beton sangat kecil, akibatnya beton akan mengalami retak. Sifat mengembang pada semen disebabkan oleh bahan yang dikandung oleh semen itu sendiri dan factor dari luar. Dalam semen ada senyawa MgO dan CaO, apabila ke dua senyawa ini bereaksi dengan air akan terbentuk Ca(OH)₂ dan Mg(OH)₂ yang disertai dengan perubahan volume, dimana volumenya lebih besar dari asalnya (Science, 2019).
6. Perubahan volume pada kedua senyawa tersebut kejadiannya tidak bersamaan, pada CaO lebih cepat. Pada MgO memerlukan waktu yang lama. Inilah yang membahayakan, karena jika semen tersebut sudah menjadi struktur beton, maka struktur beton tersebut akan mengembang, sehingga dalam struktur tersebut timbul tegangan tarik yang mengakibatkan retak atau pecah. Mengembangnya semen akibat MgO dapat diuji dengan alat **autoclave**. Semen dinyatakan kekal jika diuji dengan autoclave perubahan bentuknya tidak melebihi 0.8%. sifat mengembang pada semen juga bias diakibatkan dari luar, seperti perubahan suhu yang tinggi, reaksi antara C₃A dalam semen dengan sulfat dan lainnya (A. Fitri et al., 2019).

7. *Kuat tekan.* Pasta semen sebagai bahan perekat pada beton harus memiliki kekuatan yang memenuhi syarat, karena untuk beton struktural, apabila kuat tekan semennya tidak memenuhi standard, maka mutu betonnya juga tidak akan memenuhi syarat. Kekuatan pada semen timbul karena reaksi anatara C_3S dan C_2S dengan air membentuk Calsium Silikat Hidrat ($C_3S_2H_3$) atau dalam semen disebut Tobermorin (Chen et al., 2019).

METODE

Metode uji ini dapat digunakan untuk menentukan pengaruh dari variabel-variabel seperti kandungan air, merek, tipe, dan jumlah dari material semen atau bahan tambah (admixture) ketika menentukan waktu pengikatan beton (Hashim et al., 2016). Metode uji ini juga dapat digunakan untuk mortar dan graut yang dibuat (A. Fitri & Yao, 2019). Namun apabila waktu pengikatan beton yang diinginkan, pengujian harus dilakukan pada mortar yang disaring dari campuran beton dan bukan dari mortar yang telah disiapkan untuk simulasi fraksi mortar dari beton (Kasus et al., 2017). Karena telah ditunjukkan bahwa waktu pengikatan awal dan akhir akan meningkat pada saat menggunakan benda uji dari mortar yang telah disiapkan (Arniza Fitri et al., 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan

- a. Semen Portland sebanyak 400 gram.



Gambar 1. Semen 400 gram

- b. Air bersih (dengan temperatur kamar).



Gambar 2. Air bersi

Peralatan

a. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.



Gambar 3. Timbangan

b. Alat *vicat*.



Gambar 4. Alat *vicat*

c. Kontainer



Gambar 4. Kontainer.

d. Gelas ukur dengan kapasitas 150 atau 200 ml



Gambar 6. Gelas ukur

- e. Alat penghitung waktu atau *Stopwatch*.



Gambar 7. *Stopwatch*

Prosedur Percobaan

- a. Menimbang semen sebanyak 400 gram.



Gambar 8. Semen 400 gram

- b. Masukkan air kedalam gelas ukur sebanyak 28% dari berat semen atau 112 ml kemudian menimbangya sebanyak 100 gram.



Gambar 9. Air

- c. Mencampurkan 400 gram semen dengan air sampai membentuk adonan pasta.



Gambar 10. Mencampur semen dengan air

- d. Membentuk adonan pasta menjadi bulat lalu melempar dengan kedua tangan berjarak 30 cm sebanyak 10 kali lemparan agar pasta menjadi solid.



Gambar 11. Membentuk adonan pasta menjadi bulat

- e. Memasukkan pasta semen kedalam cetakan kemudian meratakannya dengan mistar perata.



Gambar 12. Adonan semen

- f. Simpan benda uji diruang lembab selama 30 menit.



Gambar 13. Menyimpan benda uji diruang lembab

- g. Menempatkan benda uji pada alat *vicat* dengan jarak dari pinggir 1 cm, kemudian turunkan jarum sehingga menyentuh permukaan pasta semen.



Gambar 14. Menempatkan benda uji pada alat *vicat*.

- h. Setelah menunggu selama 15 menit, lepaskan sekrup dan jarum jatuh kepasta kemudian catat penetrasinya.



Gambar 15. Melepaskan sekrup dan jarum ke adonan pasta

- i. Lakukan poin (f), (g) dan (h) setiap 15 menit sampai penetrasi lebih kecil dari 25 mm dan jarum tidak membekas pada benda uji.



Gambar 16. Poin (f)



Gambar 17. Poin (g)



Gambar 18. Poin (h)

Data Hasil Percobaan

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, diperoleh data yang tercantum dalam table sebagai berikut :

Tabel 1. Data Hasil Percobaan

NO	Waktu (menit)	Kedalaman Penetrasi (mm)
1	0 menit	0 mm
2	15 menit	1 mm
3	30 menit	2 mm
4	45 menit	2 mm
5	60 menit	4 mm
6	75 menit	20 mm
7	90 menit	27 mm

SIMPULAN

Berdasarkan percobaan dan teori *Setting* dan *Hardening* pada semen yang menyatakan bahwa durasi pengikat awal minimum adalah 0 menit dan waktu akhir maksimum 1.5 jam, maka dapat disimpulkan bahwa data didapat dari hasil percobaan telah memenuhi standar yaitu waktu pengikatan semen selama 90 menit dengan kedalaman penetrasi 2 mm hingga akhirnya berhasil memenuhi target kedalaman penetrasi kurang dari 25 mm yaitu sedalam 27 mm pada menit ke-90. Keberhasilan dalam percobaan ini mungkin disebabkan oleh proporsi air yang pas yaitu 10% dari berat semen yang sebesar 400 gram, kebersediaan kami untuk mengulang percobaan ini selama beberapa kali demi menemukan hasil yang objektif, dan perlakuan terhadap objek percobaan yang baik.

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.*