

Potensi Penggunaan Abu Daun Jagung Sebagai Alternatif Pengganti Semen Pada Campuran Mortar

Muhammad Ernadi Ramadhan^a, Lusman Sulaiman^b, Rizky Citra Islami^b, Yanida Agustina^a

^a Program Studi Teknologi Konstruksi Jalan dan Jembatan, Politeknik Pekerjaan Umum Semarang

^b Program Studi Teknologi Konstruksi Bangunan Gedung, Politeknik Pekerjaan Umum Semarang

DOI: <https://doi.org/10.18196/bce.v3i2.21324>

Abstrak

Semen yang digunakan pada mortar terbuat dari bahan kapur yang tidak dapat diperbaharui dan dapat menimbulkan polusi udara ketika semen diproduksi dalam jumlah besar. Oleh karena itu, bahan alternatif yang lebih ramah lingkungan sangat dibutuhkan untuk mengurangi penggunaan material semen sebagai bahan ikat. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi material abu daun jagung sebagai bahan pengganti semen pada mortar. Variabel penelitian menggunakan empat macam variasi komposisi mortar berdasarkan jumlah semen yang diganti dengan abu daun jagung (Mortar semen, 3% abu daun jagung, 5% abu daun jagung, dan 7% abu daun jagung). Model uji diberi pengujian makroskopik (uji kuat tekan) dan mikroskopik (*X-Ray Diffraction*, *Energy Dispersive X – Ray Spectroscopy*, dan *Scanning Electron Microscope*). Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, penggunaan abu daun jagung 7% dari berat semen pada mortar menjadi variasi yang terkuat pada penelitian ini

Kata-kata kunci: Mortar, Abu Daun Jagung, Bahan Ikat

Abstract

Cement used on mortar was made from limestone that cannot produced naturally, causing air pollution when it produced on big amount. Therefore, an alternative green material was very important for reducing cement utilization as bounding material. The purpose of this research was evaluating corn leaves ash material as cement substitute on mortar. The research variables were using four different mortar composition based on cement amount which replaced by corn leaves ash (Cement mortar, 3% corn leaves ash, 5% corn leaves ash, and 7% corn leaves ash). The samples were tested by macroscopic method (compression test) and microscopic method (*X-Ray Diffraction*, *Energy Dispersive X – Ray Spectroscopy*, and *Scanning Electron Microscope*). Based on the test, the substitution of 7% corn leaves ash from cement on mortar became the strongest variation on this research

Keywords: Mortar, Corn Leaves Ash, Bound Material

© 2024. Bulletin Of Civil Engineering UMY

Article History

Received
15 January 2024

Revised
21 February 2024

Accepted
28 February 2024

*Penulis korespondensi
muhammadernadiramadhan@
lecturer.politeknikpu.ac.id

1 DESKRIPSI UMUM

Mortar merupakan bahan material yang tersusun dari air, semen, dan agregat halus dengan komposisi tertentu. Mortar memiliki fungsi sebagai bahan perekat untuk konstruksi struktural (beton) dan konstruksi non struktural (bahan plesteran dinding dan pengisi batu bata). Kuat tekan mortar dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kepadatan, umur mortar, jenis bahan ikat, dan sifat agregat (Siombing et al., 2018). Karena bahan pengikat yang digunakan dalam campuran mortar adalah semen, membuat jumlah ketersediaan material semen semakin hari semakin berkurang jika permintaan material mortar semakin meningkat. Material pembentuk semen yang berupa batu kapur, pasir besi, tanah liat, dan pasir silika dimana semua material ini merupakan material

dasar semen yang didapat dari penambangan bahan mentah (*quarry*).

Beberapa material mentah dalam produksi semen seperti kapur termasuk material yang tidak dapat diperbaharui. Eksplorasi bahan alam secara terus menerus akan mengganggu keseimbangan lingkungan. Dampak selanjutnya dari proses produksi semen adalah dapat meningkatkan emisi gas karbon dioksida (CO₂) sehingga dapat mempercepat pemanasan global (Aswin et al., 2020). Oleh karena itu, perlu dilaksanakan penelitian mengenai penggunaan bahan alternatif sebagai bahan pengganti semen untuk pembuatan campuran mortar sehingga menjadi lebih ramah lingkungan.

Beberapa bahan limbah alternatif dapat digunakan

sebagai bahan pengikat campuran mortar. Salah satunya adalah abu daun jagung. Penelitian yang dilakukan oleh Nasri et al (2017) menyimpulkan bahwa daun jagung memiliki kandungan silika sebesar 21,844%. dengan kadar abu sebesar 12,15. Qi et al (2020) meneliti tentang aktivitas pozolanik abu daun jagung yang diproduksi pada temperatur berbeda memberikan kesimpulan bahwa abu daun jagung memiliki kandungan senyawa SiO₂ sebesar 67,02% dan direkomendasikan untuk dibakar dan dikalsinasi pada suhu 500° Celcius selama 3 jam (Qi et al., 2020). Berdasarkan hal tersebut, maka abu daun jagung memiliki potensi untuk menjadi bahan pengikat alternatif.

Untuk mengevaluasi kekuatan dan durabilitas pada mortar

2 METODE PENELITIAN

Pembuatan campuran mortar direncanakan sesuai dengan SNI 03-6825-2002 tentang Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil. Pada penelitian ini, pasir yang digunakan adalah pasir yang berasal dari Kecamatan Muntilan, Kabupaten Magelang, sedangkan bahan pengikat yang digunakan dalam pembuatan mortar adalah Semen Gresik tipe PCC dan abu daun jagung yang berasal dari Kecamatan Mranggen, Kabupaten Demak, Jawa Tengah sebagai pengganti semen secara parsial dengan ukuran butiran saringan lolos No 200. Proses pengambilan sampel ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Pengambilan Sampel Daun Jagung

Daun jagung dilakukan proses pembakaran dengan dua kali proses pembakaran, yaitu pembakaran terbuka dan pembakaran tertutup. Pada pembakaran terbuka, daun jagung dibakar hingga menjadi serbuk berwarna kehitaman yang ditunjukkan pada Gambar 3. Pada pembakaran tertutup, serbuk daun hasil pembakaran di ruangan terbuka kemudian dibakar kembali pada oven tertutup dengan suhu 500° selama 3 jam (Qi et al., 2020). Proses pembakaran tertutup ini disebut juga dengan *furnace*. Pembakaran ini dilakukan dengan tujuan menghilangkan sisa zat karbon pada abu, sehingga diperoleh persentase SiO₂ yang tinggi (Wijaya, 2021). Pelaksanaan *furnace* dilaksanakan di Departemen Teknik Mesin dan Teknik Industri Universitas Gadjah Mada. Setelah sampel abu daun jagung dilakukan proses *furnace*

dapat dilihat pada Gambar 4, sampel abu daun jagung kemudian disaring menggunakan saringan nomor 200 dapat dilihat pada Gambar 5. Desain dari campuran mortar dan perawatan sampel mortar dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2 Pembakaran Sampel Daun Jagung



Gambar 3 Pendinginan Sampel Abu Daun Jagung



Gambar 4 Pelaksanaan *Furnace* Abu Daun Jagung



Gambar 5 Abu Daun Jagung yang Sudah Disaring

Tabel 1 Mix Design Mortar

Campuran Mortar	Material Penyusun	Benda Uji (Buah)	Waktu Perendaman (Hari)
MADJ 0%	Semen PCC 100%, Pasir, Air, Abu Daun Jagung 0%	5	7
		5	14
		5	21
		5	28
MADJ 3%	Semen PCC 97%, Pasir, Air, Abu Daun Jagung 3%	5	7
		5	14
		5	21
		5	28
MADJ 5%	Semen PCC 95%, Pasir, Air, Abu Daun Jagung 5%	5	7
		5	14
		5	21
		5	28
MADJ 7%	Semen PCC 93%, Pasir, Air, Abu Daun Jagung 7%	5	7
		5	14
		5	21
		5	28

Proporsi abu daun jagung yang akan digunakan pada penelitian ini adalah 0%, 3%, 5%, dan 7% terhadap berat semen. Sampel benda uji dibuat dengan bentuk kubus berukuran sisi 5 cm sebanyak 5 buah tiap sampel campuran mortar. Mortar segar yang tercetak kemudian didiamkan selama 24 jam pada kondisi kering udara hingga mortar mengeras. Sampel uji campuran mortar yang telah dibuat dan dirawat melalui perendaman air akan dilakukan evaluasi karakteristik secara makroskopik maupun mikroskopik. Pengujian makroskopik dilakukan dengan uji kuat tekan menggunakan Compression Testing Machine pada sampel uji kubus (5 cm x 5 cm x 5 cm) (Qomaruddin et al., 2017).



Gambar 6 Pengujian SEM

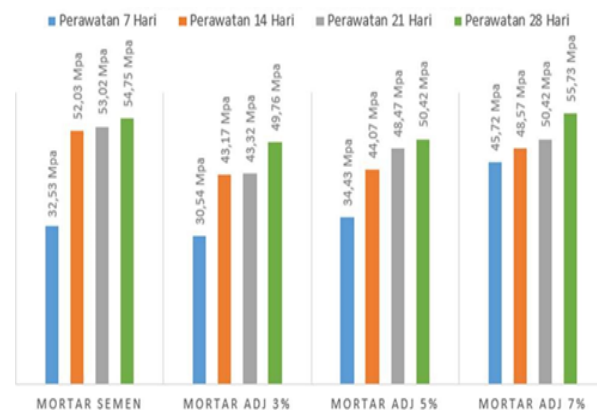
Pengujian mikroskopik dilakukan dengan metode Scanning Electron Microscope (SEM) Scanning electron microscope (SEM) banyak dimanfaatkan untuk mengamati struktur morfologi permukaan sampel dalam perbesaran yang tinggi dengan menggunakan berkas elektron berenergi tinggi (Ardhika et al., 2018). Selain itu, pengujian XRD dan EDS juga dilakukan untuk mengetahui kandungan mineral yang terkandung pada mortar campuran abu daun jagung. Lokasi pembuatan dan pengujian makroskopik sampel uji mortar dilaksanakan di Laboratorium Bahan Politeknik Pekerjaan Umum Semarang, sedangkan lokasi pengujian

mikroskopik dilaksanakan di dua tempat. Pengujian SEM dan EDS dilaksanakan di Teaching Industry Learning Centre Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada, sedangkan pengujian XRD dilaksanakan di Laboratorium Departemen Teknik Material Institut Teknologi Nopember Surabaya.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Kuat Tekan Mortar

Pada pengujian kuat tekan mortar, mortar semen sebagai variabel kontrol akan dibandingkan nilai kuat tekannya dengan mortar abu daun jagung 3%, 5%, dan 7% sesuai dengan variasi perendamannya (7, 14, 21, dan 28 hari). Hasil uji kuat tekan mortar dapat dijelaskan pada Gambar 7.



Gambar 7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan mortar, mortar semen + abu daun jagung 3% dan 5% memiliki kuat tekan yang lebih kecil dibandingkan dengan mortar semen sebagai variabel kontrol meskipun kuat tekan mortar semen + abu daun jagung 5% memiliki nilai kuat tekan awal yang lebih tinggi pada umur 7 hari dibandingkan dengan mortar semen. Pada pengujian ini, mortar semen + abu daun jagung 7% umur 28 hari memiliki nilai kuat tekan yang lebih baik dibandingkan dengan mortar semen dengan umur yang sama.

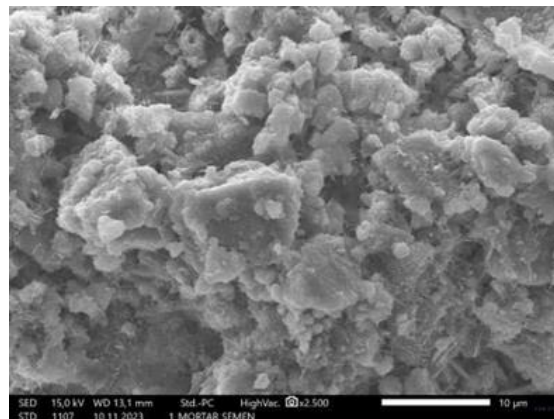
3.2 Pengujian XRD, SEM, dan EDS

Sampel mortar semen dan mortar semen + abu daun jagung kemudian dilakukan pengujian *X-Ray Diffraction* yang bertujuan untuk menguji kandungan senyawa yang terdapat pada sampel mortar. Hasil pengujian *X-Ray Diffraction* dapat disajikan pada Tabel 2.

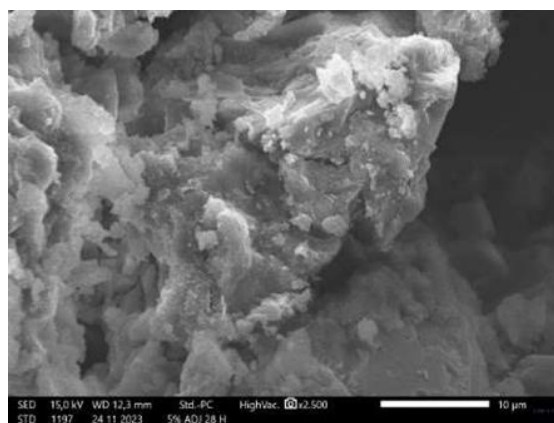
Tabel 2 Hasil Pengujian *X-Ray Diffraction*

Nama Varian Sampel	Komposisi	Rumus Kimia	Persentase (%)
Mortar Semen	Sodium	NaO.34	53
	Calcium	CaO.66	
	Aluminium Silicate	(Al1.66 Si2.34 O8)	
	Calcium	Ca Al2	
	Aluminium Silicate	(SiO4)2	
Mortar Semen + Abu Daun Jagung 3%	Calcium	Ca(CO3)	5
	Potassium	KO.02	
	Sodium	NaO.40	
	Calcium	CaO.58	
	Aluminium Silicate	Al1.58 Si2 42.O8	
Mortar Semen + Abu Daun Jagung 5%	Calcium	Ca Al2	28
	Aluminium Silicate	(SiO4)2	
	Calcium	Ca(CO3)	
	Carbonate		
	Calcium	Ca Al2	
Mortar Semen + Abu Daun Jagung 7%	Calcium	Ca Al2	51,5
	Aluminium Silicate	(SiO4)2	
	Calcium	Ca(CO3)	
	Carbonate		
	Sodium	Na Al Si3 O8	
Mortar Semen + Abu Daun Jagung 7%	Sodium	Na Al	80
	Aluminium Silicate	Si3 O8	
	Calcium	Ca(CO3)	
	Carbonate		

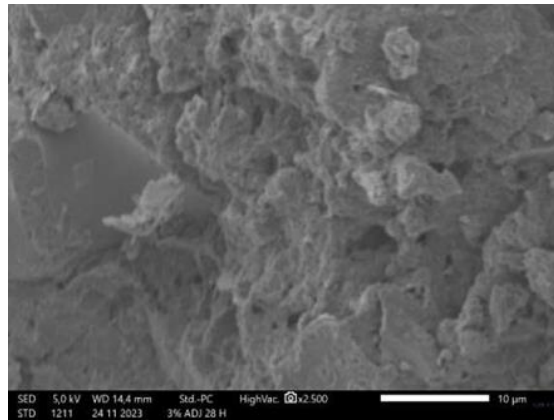
Sampel mortar semen dan mortar semen + abu daun jagung kemudian dilakukan pengujian SEM yang bertujuan untuk mengetahui perubahan morfologi permukaan sampel mortar. EDS bertujuan untuk menganalisis secara kuantitatif dari persentase masing-masing elemen penyusun material. EDS dihasilkan dari Sinar X karakteristik, yaitu dengan menembakkan sinar X pada posisi yang ingin diketahui komposisinya. Setelah ditembakkan pada posisi yang diinginkan maka akan muncul puncak - puncak tertentu yang mewakili suatu unsur yang terkandung (Sentosa et al., 2018).



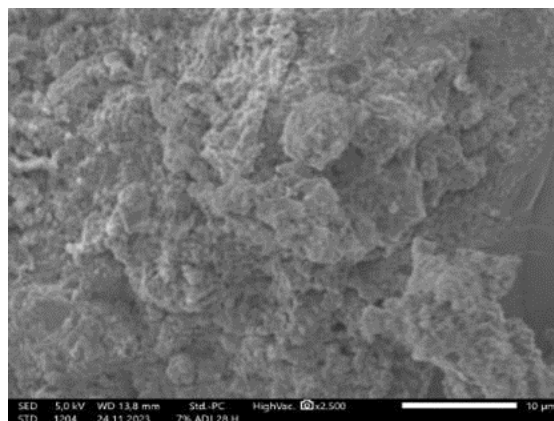
Gambar 8 Hasil Pengujian SEM Pada Mortar Semen dengan Pembesaran 2500 kali



Gambar 9 Hasil Pengujian SEM Pada Mortar Semen + 3% Abu Daun Jagung dengan Pembesaran 2500 kali



Gambar 10 Hasil Pengujian SEM Pada Mortar Semen + 5% Abu Daun Jagung dengan Pembesaran 2500 kali



Gambar 11 Hasil Pengujian SEM Pada Mortar Semen + 7% Abu Daun Jagung dengan Pembesaran 2500 kali

Tabel 3 Hasil Pengujian EDS

Unsur Kimia	Variasi Sampel			
	Mortar Semen	Mortar Semen + Abu Daun Jagung 3%	Mortar Semen + Abu Daun Jagung 5%	Mortar Semen + Abu Daun Jagung 7%
C	9,46%	9,80%	12,31%	9,59%
O	48,92%	44,62%	48,04%	45,08%
Na	3,06%	0,68%	-	-
Mg	0,09%	0,66%	0,62%	0,58%
Al	11,38%	2,37%	1,62%	1,38%
Si	18,5%	7,10%	6,28%	3,79%
Ca	8,59%	28,6%	30,58%	32,52%
Fe	-	4,28%	-	5,68%
K	-	1,89%	-	1,38%
S	-	-	0,55%	-

Hasil pengujian XRD menunjukkan bahwa penambahan abu daun jagung dapat meningkatkan senyawa kalsium karbonat (CaCO_3) seiring dengan penambahan abu daun jagung. Hal ini menunjukkan bahwa abu daun jagung mengandung unsur kalsium dan oksigen yang cukup banyak berdasarkan dari hasil uji EDS dimana semakin bertambahnya kandungan abu daun jagung, unsur kalsium dan oksigen akan semakin bertambah. Menurut Pandey dan Rabbani (2017), proses karbonasi terbentuk karena adanya senyawa CaOH_2 dari hasil proses hidrasi yang bereaksi dengan karbon dioksida dari udara sehingga akan menghasilkan kalsium karbonat.

Dari hasil foto SEM dengan pembesaran 2500 kali terlihat bahwa mortar semen memiliki permukaan yang jauh lebih kasar dan bergradasi jika dibandingkan dengan mortar semen + abu daun jagung yang cenderung membulat.

Hasil pengujian EDS pada Tabel 3 menunjukkan bahwa penambahan abu daun jagung dapat meningkatkan unsur Ca, namun unsur Si semakin menurun seiring dengan bertambahnya kadar abu daun jagung pada mortar dimana kedua unsur tersebut berperan penting dalam proses sementasi pada mortar. Jika dikaitkan pada hasil pengujian kuat tekan, terlihat bahwa mortar semen + abu daun jagung 7% dengan waktu perawatan 28 hari memiliki nilai uji kuat tekan yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan mortar semen dengan waktu perawatan 28 hari. Namun, mortar semen + abu daun jagung 3% dan 5% memiliki nilai kuat tekan mortar yang lebih rendah dibandingkan dengan mortar semen. Hal ini disebabkan karena mortar semen memiliki unsur Si yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan abu daun jagung sehingga dapat menghasilkan senyawa silika oksida ketika unsur Si bertemu dengan unsur O. Senyawa silika oksida merupakan senyawa penting pada semen yang paling reaktif sehingga dapat membentuk reaksi hidrasi yang lebih kuat (Romell et al., 2014). Mortar semen + abu daun jagung 7% pada umur 28 hari memiliki nilai kuat tekan yang sedikit lebih besar dibandingkan dengan mortar semen pada umur 28 hari dikarenakan mengandung unsur Ca dan O yang lebih banyak sehingga dapat membentuk ikatan senyawa kalsium karbonat dengan waktu perawatan yang cukup. Menurut Antoni et al (2015), pada penelitian mengenai pengaruh penggunaan fly ash, silica fume, dan kalsium karbonat pada workability dan kuat tekan mortar, senyawa kalsium karbonat

berkontribusi dalam meningkatkan kuat tekan awal pada mortar.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian makrostruktur mortar dengan uji kuat tekan mortar dan pengujian mikrostruktur dengan SEM, XRD, dan EDS, mortar semen + abu daun jagung dengan kadar 7% dengan waktu perawatan 28 hari memiliki nilai uji kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dengan variasi mortar lainnya. Hal ini disebabkan karena mortar semen + abu daun jagung 7% mengandung unsur Ca dan O yang lebih banyak sehingga dapat menghasilkan senyawa kalsium karbonat yang berperan dalam proses sementasi pada mortar dengan waktu perawatan yang cukup dan berkontribusi dalam memberikan kuat tekan awal pada mortar. Abu daun jagung juga dapat merubah morfologi dari permukaan mortar menjadi lebih membulat dan bergradasi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Unit Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Politeknik Pekerjaan Umum Semarang atas dukungan pembiayaan penelitian ini sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Nomor 148/KPTS/Mp/DIR/V/2023. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan dosen dan rekan-rekan mahasiswa yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aiyub. (2022). Perbandingan Karakteristik Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash Nagan Raya Terhadap Mortar Konvensional Dengan Fas 0,5. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 8(2), 171-181.
- Antoni. Chandra, L. H. (2015). The Impact of Using Fly Ash, Silica Fume and Calcium Carbonate on the Workability and Compressive Strength of Mortar. *Procedia Engineering*, 125, 773-779.
- Ardhika, D.R., Anindya, A.L., Tanuwijaya, V.V., Rachmawati, H. (2018). Teknik Pengamatan Sampel Biologi dan Non Konduktif Menggunakan Scanning Electron Microscopy. *Prosiding Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol, dan Otomasi*.

- Aswin, M., Maranatha. E.S, and Nola, L. (2020). Effect of use of corn leaf ash on concrete compressive strength. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*.
- Maskur,I.,Sataryono. I.,Siswanto, M.F. (2017). Perancangan Campuran Flow Mortar Untuk Pembuatan Self- Compacting Concrete Dengan Fas 0,5. *Dinamika Rekayasa*, 13(2), 89-96.
- Nasri,R.RDirgarini J.N.S., Gunawan, R. (2017). Sintesis Silika Mesopori SBA-15 Dari Abu Daun Jagung. *Jurnal Kimia FMIPA UNMUL*, 15(1), 60-65.
- Pandey, A. dan Rabbani,A. (2017). Stabilization of Pavements Subgrade Soil Using Lime and Cement. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 4(6), 5733-5735.
- Qi, T., Feng,G.,Wang.H. (2020). Pozzolanic Activity of Corn Straw Leaf Ash Produced at Different Temperatures and Treated with Portlandite Solution. *BioResources*, 15(4), 8708-8727.
- Qomaruddin,M.,Nabella.A.R.,Sitohang,I., Lie,H.A. (2017). Studi Pengaruh Air Laut Pada Mortar Beton Normal dan Mortar Beton Dengan Fly Ash. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, 14(3), 153-160.
- Romell, E., Kurniawati. D., Pradibta, A .P. (2014). erbaikan Sifat Fisik Dan Reaktifitas Fly Ash Sebagai Cementitious. *Media Teknik Sipil*, 12(2), 111-118.
- Sentosa, L., Subagio,B.S.,Rahman,H.,Yamin,R.A. (2018). Aktivitas Zeolit Alam Asal Bayah dengan Asam dan Basa sebagai Aditif Campuran Beraspal Hangat (Warm Mixed Asphalt). *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 25(3), 203-211.
- Siombing, A. P., Yusuar, and A., Gunawan. (2018). Pengaruh Penambahan Arang Batok Kelapa Terhadap Kuat Tekan Mortar. *Jurnal Inersia*, 10(1), 31-37.