

# Pemanfaatan Limbah Industri Abu Batu Kapur dan Sekam Padi Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Campuran Beton Tepat Mutu

Nurul Lia Suryani<sup>1)</sup>, Aldi Setiawan<sup>2)</sup>, Sendika Renaldi<sup>3)</sup>,  
Alfita Yusriyah<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madura,  
Pamekasan, Indonesia

Email: [liadhana20@gmail.com](mailto:liadhana20@gmail.com)

<sup>2)</sup> Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madura,  
Pamekasan, Indonesia

Email: [aldi.setiawan@unira.ac.id](mailto:aldi.setiawan@unira.ac.id)

<sup>3)</sup> Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madura,  
Pamekasan, Indonesia

Email: [sendikaleo20@unira.ac.id](mailto:sendikaleo20@unira.ac.id)

<sup>4)</sup> Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madura,  
Pamekasan, Indonesia

Email: [alfitayusriyah01@gmail.com](mailto:alfitayusriyah01@gmail.com)

Received: 2023-12-26; Accepted: 2024-01-17; Published: 2024-03-30

## Abstract

With the rapid development on the island of Madura driven by increasing investments due to the impact of the Suramadu Bridge construction, there has also been a significant increase in the use of concrete. Given the growing demand for concrete, an innovation in utilizing local waste materials is necessary, aiming to influence the compressive strength of the concrete. In addition to utilizing local materials such as coarse aggregates from the Waru District in Pamekasan Regency, one of the waste materials that can be used is limestone powder from the Batumarmar District in Pamekasan Regency and rice husk ash from the Proppo District in Pamekasan Regency as a partial replacement for some concrete constituents. This study is a laboratory research aimed at obtaining a concrete mix formula. For the planned testing, concrete in the form of cylinders with dimensions of 15x30 cm is scheduled to be tested at the ages of 7 and 14 days for each mix variation. The study involves several concrete mix variations, namely, 5%, 10%, 15%, and 20% replacement of cement with limestone powder and rice husk ash. The compressive strength test results for the 14-day concrete age showed a consistent decrease in compressive strength with each addition of rice husk ash and limestone powder beyond the 5% replacement. The maximum compressive strength value was found in the 5% variation, with an average compressive strength of 285.41 kg/cm<sup>2</sup> at the 7-day concrete age.

**Keywords:** Rice Husk; Limestone; Madura.

## Abstrak

Seiring pesatnya pembangunan di pulau Madura yang disebabkan dari semakin meningkatnya investasi di Madura akibat dari dampak pembangunan Jembatan Suramadu maka berakibat juga terhadap penggunaan beton yang semakin banyak. Dengan kebutuhan beton yang semakin banyak, maka diperlukan sebuah inovasi memanfaatkan bahan lokal yang bersifat limbah yang diharapkan dapat memberikan pengaruh terhadap kuat tekan beton nantinya, selain pemanfaatan material lokal berupa agregat kasar dari Kecamatan Waru Kabupaten Pamekasan, salah satu bahan limbah yang dapat digunakan adalah serbuk batu kapur dari Kecamatan Batumarmar Kabupaten Pamekasan dan abu sekam padi dari Kecamatan Proppo Kabupaten Pamekasan sebagai salah satu pengganti sebagian bahan penyusun beton. Penelitian ini merupakan penelitian laboratorium yang bertujuan untuk mendapatkan formula campuran beton. Pada pengujian ini direncanakan beton berbentuk silinder ukuran 15x30 cm dan diuji pada umur 7 hari dan 14 hari pada setiap variasi campuran. penelitian yang dilakukan menggunakan beberapa variasi campuran beton yaitu, 5%, 10%, 15% dan 20 % penggantian semen dengan serbuk batu kapur dan abu sekam padi. Dari hasil uji kuat tekan beton untuk umur beton 14 hari mendapatkan hasil pengujian yang sama yaitu mengalami penurunan kuat tekan setiap penambahan variasi abu sekam padi dan serbuk batu kapur setelah penambahan diatas 5%. Nilai kuat tekan maksimum terdapat pada penambahan variasi 5% dengan kuat tekan beton rata-rata sebesar 285.41 kg/cm<sup>2</sup> di umur beton 7 hari.

**Kata Kunci:** Sekam Padi; Batu Kapur; Madura.

## PENDAHULUAN

Beton memiliki berbagai macam keuntungan, antara lain seperti memiliki kekuatan yang tinggi, perawatan yang murah, dan dapat dicor sesuai dengan bentuk dan ukuran yang dikehendaki. Sehingga dengan berkembangnya zaman menjadikan beton sebagai bahan

baku utama konstruksi bangunan terhadap fasilitas infrastruktur konstruksi.

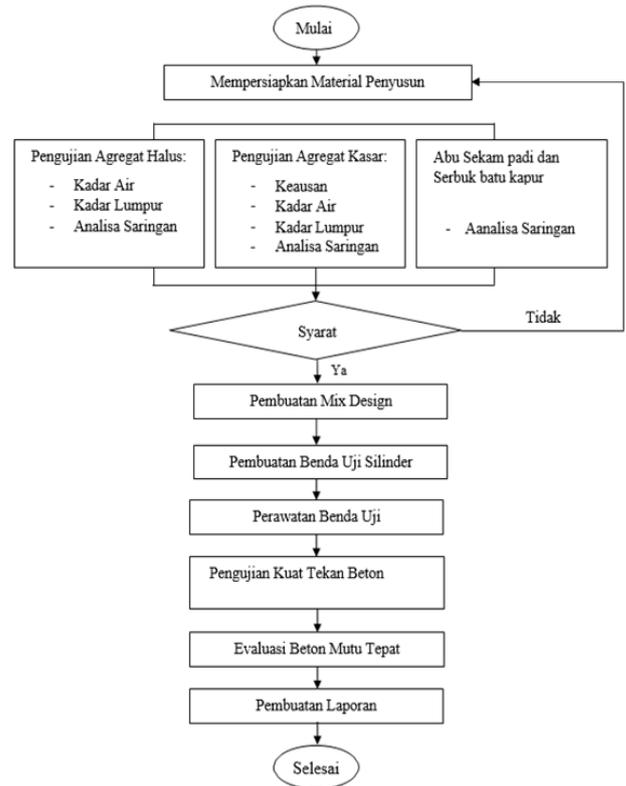
Seiring berkembangnya pembangunan di Indonesia, pelaksanaan pembangunan yang ramah lingkungan juga banyak dikembangkan untuk terwujudnya pembangunan berkelanjutan yang bertujuan mengurangi

dampak negatif bagi lingkungan. Berbagai penelitian dan percobaan pada beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton yang juga dapat menjawab tuntutan terhadap semakin tingginya pemakaian beton serta mengatasi kendala-kendala di lapangan. Peningkatan mutu beton dapat dilakukan dengan memberikan bahan ganti atau bahan tambah (Rego JAD, Marwanto, Zulaicha L, 2022).

Maka dari itu diperlukan sebuah inovasi atau alternatif lain bersifat limbah yang diharapkan dapat memberikan pengaruh terhadap kuat tekan beton nantinya, salah satu bahan limbah yang dapat dipertimbangkan sebagai substitusi semen adalah abu batu kapur yang berasal dari Lasong Daja dan abu sekam padi. Selama ini batu kapur di tempat tersebut hanya dimanfaatkan batu kapurnya saja, sedangkan abu batu kapurnya kurang dimanfaatkan sehingga bersifat limbah. Hal yang sama pada abu sekam padi yang merupakan limbah sisa pembakaran pada produksi batu bata. Maka dari itu kami berinovasi untuk memanfaatkan variasi abu batu kapur dan abu sekam padi sebagai salah satu pengganti sebagian bahan penyusun beton yaitu semen. Penelitian sebelumnya penggunaan limbah pernah dilakukan dengan memanfaatkan limbah cangkang kerang bambu dengan hasil paling besar terdapat pada penambahan variasi 6% dengan kuat tekan yang dihasilkan sebesar 21,94 Mpa (Irwanto TJ, Irmawan A, 2021). Selain itu, pada penelitian ini juga digunakan material lokal dari Kecamatan Waru Kabupaten Pamekasan sebagai agregat kasar. Selama ini penggunaan agregat lokal dari Kecamatan Waru Kabupaten Pamekasan kurang dimanfaatkan untuk untuk campuran sebagai agregat pada beton, sehingga pada penelitian ini ingin mengembangkan inovasi tersebut pada proporsi campuran beton untuk penambahan limbah industri dengan variasi 5%, 10%, 15%, 20% terhadap berat total semen ditinjau terhadap kuat tekan. Variasi limbah industri tersebut membagi komposisi masing-masing 50% untuk serbuk batu kapur dan sekam padi dari masing-masing variasi. Penelitian ini dilakukan untuk memecahkan pengaruh penggunaan abu sekam padi dan serbuk batu kapur sebagai variasi semen dengan menggunakan agregat lokal terhadap kuat tekan beton. Penyelesaian dimulai dengan studi literatur untuk mengetahui spesifikasi material beton dan tata cara pengujian serta pembuatan beton. Setelah itu dilanjutkan dengan pemilihan material, pengujian material, pembuatan benda uji serta pengujian benda uji untuk menyelesaikan permasalahan.

**METODE**

Tahapan penelitian yang akan dilaksanakan dijelaskan dalam Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian  
Sumber: Data Primer

Berdasarkan Gambar 1 Penelitian ini dilakukan sebagai berikut:

1. Material penelitian terdiri atas pasir jawa yang berasal dari pasirian Kab. Lumajang dan batu pecah lokal yang diambil dari Kecamatan Waru Kabuaptan Pamekasan. Abu sekam padi dan serbuk batu kapur sebagai bahan variasi semen berasal dari Batumarmar dan Proppo. Sedangkan semen yang digunakan yaitu jenis PCC.
2. Pengujian material penelitian yang akan dijadikan campuran dilakukan sesuai dengan Standart nasional Indonesia (SNI), terdiri atas:
  - Pengujian kadar lumpur untuk agregat kasar dan agregat halus sesuai PBI dan
  - Pengujian analisa saringan untuk agregat kasar dan agregat halus sesuai PBI dan ASTM C566-89
  - Penguujian kadar air untuk agregat kasar dan agregat halus sesuai ASTM C566-89
  - Pengujian kandungan kimia pada abu sekam padi dan serbuk batu kapur
3. Pembuatan benda uji pada penelitian ini adalah benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm yang berjumlah 24 buah secara keseluruhan untuk mendapatkan kekuatan tekan rata-rata pada masing-msaing pengujian. Rincian jumlah benda uji terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1 Jumlah benda Uji

Variasi Campuran	Umur Beton	Jumlah Sampel	Jenis Pengujian
5% abu sekam padi dan serbuk batu kapur	7	3	Kuat tekan
	28	3	Kuat tekan
10% abu sekam padi dan serbuk batu kapur	7	3	Kuat tekan
	28	3	Kuat tekan
15% abu sekam padi dan serbuk batu kapur	7	3	Kuat tekan
	28	3	Kuat tekan
20% abu sekam padi dan serbuk batu kapur	7	3	Kuat tekan
	28	3	Kuat tekan

Sumber: Data Primer

- Perencanaan pencampuran beton atau mix design merujuk pada SNI 03-2834-2000 tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal.
- Analisa dilakukan terhadap campuran beton untuk mengetahui pengaruh penggunaan abu sekam padi dan serbuk batu kapur dengan cara pengujian kuat tekan beton. Pada penelitan ini nantinya akan dilakukan pengujian pada umur 7 hari dan 14 hari.

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Pengujian Material**

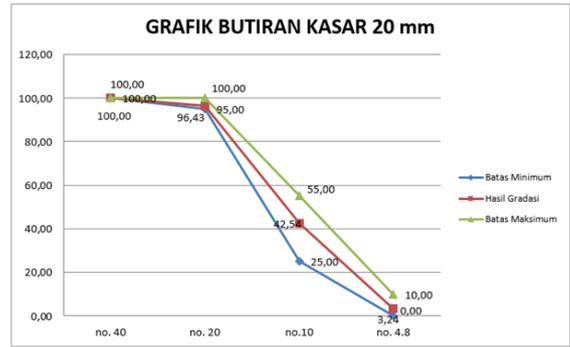
Material penyusun campuran beton terdiri dari agregat kasar, agregat halus, semen (batu kapur dan abu sekam padi) dan air. Hasil pengujian propertis material agregat kasar terdapat pada Tabel 2

Tabel 2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Ket.
1	Pengujian Abrasi	21,34%	Maksimal 40%	Memenuhi Spesifikasi
2	Analisa Saringan	Distribusi Agregat Kasar Ukuran 20 mm		
3	Kadar Air	0,17%		
4	Kadar Lumpur	0,94%	Maksimal 1%	Memenuhi Spesifikasi

Sumber: Data Primer

Dari hasil pengujian pada Tabel 2. didapat nilai keausan atau abrasi sebesar 21.34 %, maka nilai keausan memenuhi syarat (SNI 2417, 2008) dimana nilai maksimal uji keausan atau abrasi sebesar 40%. Pengujian batu pecah pamekasan lainnya juga menghasilkan nilai pengujian yang sama (Setiawan, A., Zabadi, F., & Maulana, R, 2023) . Penggunaan material pamekasan juga digunakan pada penelitian yang dilakukan oleh Irwanto, TJ dan Irmawan, A (2021) yaitu menggunakan batu pecah pamekasan untuk campuran beton dengan hasil uji abrasi memenuhi sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan. Untuk hasil pengujian distribusi agregat kasar sebagian berada pada ukuran 20 mm (Tabel 2 dan Gambar 2). Pengujian agregat kasar lainnya yaitu pengujian kadar air agregat kasar dan seperti yang terdapat pada Tabel 2 dari pemeriksaan laboratorium didapatkan nilai kadar air sebesar 0,17 % untuk agregat kasar sesuai spesifikasi (SNI 03-2834-2000). Pemeriksaan kadar lumpur yang dilakukan dilaboratorium teknik sipil Universitas Madura didapatkan nilai kadar lumpur yang memenuhi standar batasan yaitu 1% maksimum untuk agregat kasar (SNI 03-2834-2000) dengan hasil terdapat pada Tabel 2. Untuk pengujian propertis agregat halus terdapat pada Tabel 3.



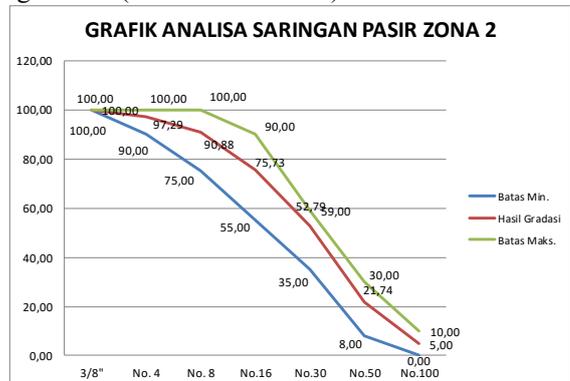
Gambar 2 Distribusi Ukuran Agregat Kasar  
Sumber: Data Primer

Tabel 3 Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Ket.
1	Analisa Saringan	Distribusi Agregat halus Zona 2		
2	Kadar Air	2,10%		
3	Kadar Lumpur	4,63%	Maksimal 5%	memenuhi

Sumber: Data Primer

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa agregat halus yang berasal dari Jawa berada pada zona 2. Selain itu berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 3 serta juga didapat nilai kadar air sebesar 2.1% dan nilai kadar lumpur yang memenuhi standar batasan yaitu 5% maksimum untuk agregat halus (SNI 03-2834-2000).



Gambar 3 Distribusi Ukuran Agregat Halus  
Sumber: Data Primer

**Perencanaan Campuran Beton**

Setelah material ditentukan dan dipilih, tahapan selanjutnya adalah merencanakan campuran beton (*Mix Design*). Adapun hasil campuran terdapat pada Tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4 Hasil Perencanaan Campuran Beton

Volume	Air (ltr)	Semen (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (Kg)
1 m3	205	455,56	695,2	1134,3
1 adukan (3 Sampel)	3,91	8,69	13,26	21,64
1 Adukan 1 Zak semen	18,00	40,00	61,04	99,59

Sumber: Data Primer

Berdasarkan Tabel 4 didapatkan hasil untuk 3 buah benda uji silinder tinggi 30 cm dan diameter 15 cm didapat untuk semen sebesar 8,69 kg, agregat halus sebesar 13,26 kg dan agregat kasar sebesar 21,64 kg. Untuk semen dilakukan variasi dengan abu sekam padi dan serbuk batu kapur masing – masing sebesar 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat kebutuhan semen.

**Hasil Uji Kuat Tekan Beton**

Pengujian kuat tekan beton adalah pengujian yang dilakukan sebagai kontrol terhadap mutu yang direncanakan dengan umur pengujian 7 hari dan 14 hari seperti yang terdapat pada Tabel 5, Gambar 4, Tabel 6 dan Gambar 5.

Tabel 5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

% Bahan Variasi	Berat (gram)	Umur Beton (Hari)	Kuat Tekan 28 Hari (fc) (kg/cm2)	Kuat Tekan Rata - Rata
	12300	7	299,68	
5%	12350	7	267,57	285,41
	12250	7	288,98	
10%	12200	7	246,16	253,30
	12350	7	224,76	
15%	12200	7	288,98	242,60
	11650	7	235,46	
20%	11700	7	235,46	281,84
	11800	7	256,87	
	11400	7	299,68	
	11500	7	278,27	
	11450	7	267,57	

Sumber: Data Primer



Gambar 4 Grafik Uji Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari  
Sumber: Data Primer

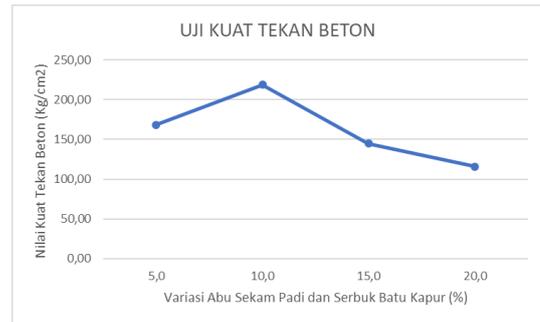
Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton pada Tabel 5 dan Gambar 4 untuk umur beton 7 hari mendapatkan hasil yang maksimal pada penambahan variasi abu sekam padi dan serbuk batu kapur sebesar 5%. Penelitian lainnya dengan penggunaan serbuk batu kapur mengalami peningkatan penggunaan serbuk batu kapur sebagai bahan substitusi sebesar 10% dan mengalami penurunan pada penambahan 20% (Nurul R, Gede S, 2019).

Tabel 6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

% bahan Variasi	Berat (gram)	Umur Beton (Hari)	Kuat Tekan 28 Hari (fc) (kg/cm2)	Kuat Tekan Rata - Rata
	12300	14	189,73	
5%	12350	14	181,83	168,65
	12250	14	134,39	
10%	12200	14	205,54	218,72

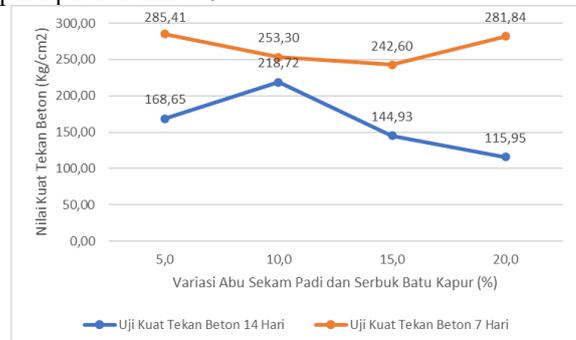
% bahan Variasi	Berat (gram)	Umur Beton (Hari)	Kuat Tekan 28 Hari (fc) (kg/cm2)	Kuat Tekan Rata - Rata
	12350	14	237,16	
	12200	14	213,45	
15%	11650	14	134,39	144,93
	11700	14	142,30	
20%	11800	14	158,11	115,95
	11400	14	110,68	
	11500	14	126,49	
	11450	14	110,68	

Sumber: Data Primer



Gambar 5 Grafik Uji Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari  
Sumber: Data Primer

Hasil uji kuat tekan beton pada Tabel 6 dan Gambar 5 untuk umur beton 14 hari mendapatkan hasil pengujian yang sama yaitu mengalami penurunan kuat tekan setiap penambahan variasi abu sekam padi dan serbuk batu kapur. Hasil penelitian lainnya dengan penggunaan abu sekam padi mengalami peningkatan pada penambahan sebagian abu sekam padi sebesar 10% (Hendrawan AS, Marwahyudi, Wahyu AP, 2021). Peningkatan hasil uji kuat tekan beton pada penelitian lainnya didapat kuat tekan beton yang mendekati kuat tekan beton normal pada penggantian sebagian dengan abu sekam padi penambahan 5% dan mengalami penurunan pada penambahan diatas 5% (Dewi Sri Wahyuni dan Firdaus, 2019). Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya maka pada penelitian ini mendapatkan hasil yang sama yaitu peningkatan hasil uji pada penggantian sebagian dengan serbuk batu kapur dan abu sekam padi 10%. Dengan hasil kuat tekan beton paling tinggi terdapat pada variasi 5% dengan hasil 285, 41 kg/cm2 seperti pada Gambar 6.



Gambar 6 Grafik Uji Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari dan 14 Hari  
Sumber: Data Primer

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa hasil uji kuat tekan beton maksimal terdapat pada campuran abu sekam padi dan serbuk batu kapur pada variasi 5 % untuk pengujian diumur 7 hari dengan nilai 285,41 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk pengujian diumur 14 hari kuat tekan maksimal terdapat pada variasi 10% dengan kuat tekan beton 218,72 kg/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan hasil tersebut juga dapat disimpulkan bahwa kuat tekan beton mengalami penurunan variasi diatas 10% untuk pengujian diumur 14 hari.

## SARAN

Dari hasil uji pada penelitian ini maka disarankan untuk melakukan pengujian lanjutan dengan variasi limbah lainnya dengan penggunaan batu pecah pamekasan sebagai agregat kasar. Selain itu juga dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan penambahan zat aditif untuk menjaga mutu beton rencana.

## DAFTAR PUSTAKA

- Rego JAD, Marwanto, Zulaicha L, (2022). "Pengaruh Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton". EQUILIB. 2022:115-125.
- Irwanto TJ, Irmawan A, (2021). "Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Bambu Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton dengan Penggunaan Agregat Kasar Madura". Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil, Vol. 4, no. 1, Mar. 2021, pp. 21-26
- Badan Standarisasi Nasional, (2008). "SNI 2417: 2008 Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles". Jakarta. BNS.
- Badan Standarisasi Nasional, (2000). SNI 03-2834-2000 Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Jakarta. BNS.
- Nurul R, Gede S, (2019). "Pengaruh Serbuk Batu Kapur terhadap Uji Tekan Beton". Reka Racana: Jurnal Teknik Sipil. 2019;4(5):13-20.
- Hendrawan AS, Marwahyudi, Wahyu AP, (2021). "Beton Ramah Lingkungan Dengan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Sebagian Semen Pada Era New Normal". Jurnal Riset Rekayasa Sipil. 2021;4(2):64-67.
- Setiawan, A., Zabadi, F., & Maulana, R. (2023). "Industrial Waste As Filler And Pamekasan Aggregate In The Mixture Asphalt Concrete - Wearing Course In Terms Of Marshall Characteristics". Journal Of Civil Engineering And Planning (JCEP), 4(2), 237-246.