

Substitusi Parsial Bahan *Grouting Girder* Menggunakan Abu Sekam Padi Terhadap Viskositas

Afida Nadhifa Zahira, Haka Darmawan, Riza Susanti

Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur, Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro,
Jl. Prof., Soedarto 13, Semarang
Email: afidanzhr@gmail.com

Abstrak

Indonesia merupakan negara yang tengah berkembang dalam segi infrastruktur. Dalam pembangunan tersebut, pemerintah turut mengusahakan supaya pembangunan infrastruktur dapat merata. Untuk mewujudkan pembangunan tersebut, maka angka pembangunan semakin meningkat. Begitupun material pokok pembangunan berupa semen mengalami peningkatan dalam permintaannya. Abu sekam padi memiliki kandungan *silika amorf* (SiO_2) dapat dijadikan pilihan sebagai material substitusi parsial semen. Penggantian sebagian material semen ini digunakan pada *grouting* balok girder, yang berfungsi sebagai pengisi dan penutup benang kawat pada girder. Inovasi ini berkaitan dengan material *grouting girder* menggunakan abu sekam padi sebagai substitusi parsial semen. Dalam penelitian ini membandingkan antara campuran grout normal, dengan substitusi parsial semen campuran 5%; 10%; dan 15%. Benda uji yang digunakan berupa cetakan mortar ukuran (5x5x5) cm sebanyak 3 buah untuk pengujian *viskositas* dan kuat tekan. Pengujian *flow cone* bertujuan mengetahui waktu alir dan kekentalan campuran grout. Hasil dari pengujian *flow cone* terjadi penurunan waktu alir seiring bertambahnya abu sekam padi dan menandakan penambahan campuran tidak membuat kental. Dari pengujian laboratorium kuat tekan pada umur campuran 3 hari dan 7 hari didapat kuat tekan tertinggi pada campuran 10% dibandingkan dengan campuran normal dan campuran setelahnya pada 15% mengalami penurunan kuat tekan. Selain itu penambahan komposisi abu sekam padi membuat penurunan berat benda uji yang mengakibatkan benda uji semakin ringan.

Kata Kunci : Abu Sekam Padi, *Grouting Girder*, *Viskositas*

Abstract

Indonesia is a developing country in infrastructure. In the process, governments contribute to the sustainable development of infrastructure. In order to achieve that development, the rate of development is increasing. And so, the building materials of cement have increased in his demand. The Rice Husk Ash has silica amorphous (SiO_2) content that can be used as a choice as a partial substitution material. Partial replacement of this cement material is used in grouting girder blocks, which act as a filler and wire mesh over girder. This research analyzing the grouting girder material using rice husk ash as a partial substitution of cement. In this study compares between mixed normal grout, with partial cement substitutions 5%; 10%; And 15%. The test object used was a mortar (5x5x5 cm) in size (3 cm) for testing viscosity and compressive strength. The flow cone test is for knowing the time of flow and of grout alloy. The results of testing the flow cone decreased in time as the rice husk ash grow and indicated that the addition of the mixture did not make it condensed. From severe laboratory testing, compressive strength at mixed ages 3 days and 7 days of strong, highest-pressure on a 10% mix compared with normal mixed and subsequent comings at 15% with a strong drop. The addition of rice husk ash composition makes the weight of the test object decrease which causes the test object to be lighter.

Keyword : Rice Husk Ash, *Grouting Girder*, *Viscosity*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia termasuk negara yang mulai meningkat dalam segi infrastruktur. Menurut Widodo (2019) Pemerintah turut mengusahakan pembangunan infrastruktur dapat merata guna menjadi pondasi agar mampu berkompetisi dengan negara lain. Menurut Sumadi (2020) Transportasi merupakan bagian dari pembangunan infrastruktur yang menjadi tulang punggung dalam pembangunan nasional dalam segala aspek.

Menurut Parikesit (2020) Salah satu program Pemerintah dalam mendorong pembangunan nasional adalah pembangunan jalan tol. Pembangunan infrastruktur jalan bebas hambatan secara global dapat berproduktifitas melalui perubahan struktural. Pembangunan jalan tol merupakan bagian penting guna mengangkat perubahan ekonomi menuju ke sektor jasa dan barang. Dalam pembangunannya, jalan tol yang akan melintasi sungai, maka diperlukan jembatan untuk menghubungkan jalan atau disebut underbridge. Jembatan yang umum dijumpai pada jalan tol adalah jembatan menggunakan balok girder. Dalam tahapan pelaksanaan jembatan balok girder terdapat proses *grouting* menggunakan semen.

Semen adalah salah satu bahan material yang sangat vital pada pembangunan. Permintaan produksi semen makin meningkat selaras dengan peningkatan polusi pada produksi semen yang melepas gas karbondioksida (CO₂). Pelepasan emisi CO₂ tersebut menjadi salah satu isu baru-baru ini pada perkembangan industri. Hal tersebut dapat mempengaruhi jumlah pencemaran udara pada produksi beton akibat penggunaan material yang berkelanjutan (Hardianto, 2020). Maka diperlukan bahan substitusi semen yang ramah lingkungan guna menanggulangi dampak tersebut. Abu sekam padi dapat menjadi alternatif bahan substitusi sebagian semen pada campuran beton agar ramah lingkungan. Kandungan pozzolan pada abu sekam padi dapat menggantikan semen karena bersifat mengikat.

Untuk mengatasi permasalahan mengenai pembangunan infrastruktur dan banyaknya produksi emisi karbon. Maka dalam penelitian ini dibuatlah inovasi bahan *grouting* untuk balok girder menggunakan material ramah lingkungan. Karena material *grouting* sendiri menggunakan semen, sehingga penelitian ini mencoba men-substitusi parsial material tersebut menggunakan abu sekam padi agar ramah lingkungan dan akan diuji terhadap viskositas.

Sehingga penelitian ini bertujuan untuk Menganalisis pengaruh penggantian abu sekam padi pada semen *grout* girder terhadap waktu *flow cone*, menganalisis hasil kuat tekan material campuran abu sekam padi, dan menganalisis penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian semen terhadap berat benda uji campuran.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan mencari akibat dari

sesuatu yang dilakukan secara sengaja oleh peneliti. Tugas Akhir ini membahas tentang pengaruh substitusi parsial abu sekam padi terhadap semen guna mengetahui nilai viskositas dan kuat tekan beton setelahnya.

Alur pelaksanaan dalam pembuatan material *grouting girder* dengan abu sekam padi terdapat beberapa tahapan, yaitu studi literatur, identifikasi hasil pengamatan lapangan, konsultasi ide inovasi, perhitungan mix design, pembuatan benda uji, pengujian viskositas, masa perawatan, dan pengujian kuat tekan pada benda uji.

Pada pengujian kuat tekan terhadap benda uji digunakan rumus sebagai berikut:

$$KT = \frac{F}{A}$$

(1)

Keterangan:

KT = Kuat Tekan

F = Gaya/beban pada objek

A = Luas permukaan penampang

Dengan luas permukaan penampang (A):

A = sisi × sisi

= 5cm × 5cm

= 25 cm²

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perencanaan Mix Design

Untuk menentukan komposisi campuran *grouting girder* maka diperlukan perencanaan campuran (*mix design*) yang mengacu pada SNI 03-6825-2002 dan telah disesuaikan dengan kebutuhan komposisi campuran *grouting girder*. Dengan acuan untuk campuran 40 kg semen menggunakan aditif 180 gram dan air 17 liter.

Pada campuran *grouting girder* dengan cetakan kubus mortar ukuran 5 cm × 5 cm × 5 cm sebanyak 2 buah dengan setiap cetakan berisi 3 kubus mortar, sehingga setiap campuran masing-masing berjumlah 6 buah. Campuran *grout* normal, substitusi semen menggunakan abu sekam padi sebanyak 5%, 10%, dan 15%.

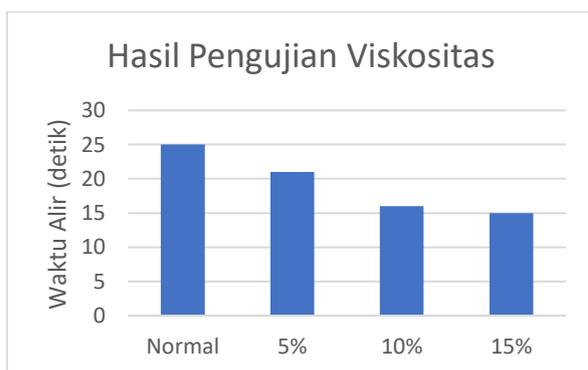
Tabel 1. Mix Design Grouting Girder dengan substitusi Abu Sekam Padi

Campuran	Kode Benda Uji	Semen	Aditif	Air	Substitusi Abu Sekam Padi
Normal	A1; A2; A3 (3 Hari)	5000	22	2	-
	A4; A5; A6 (7 Hari)				

Substitusi 5%	B1; B2; B3 (3 Hari) B4; B5; B6 (7 Hari)	4750	22	2	250 gr
Substitusi 10%	C1; C2; C3 (3 Hari) C4; C5; C6 (7 Hari)	4500	22	2	500 gr
Substitusi 15%	D1; D2; D3 (3 Hari) D4; D5; D6 (7 Hari)	4250	22	2	750 gr

3.2 Hasil Analisis Pengujian Viskositas

Pengujian viskositas merupakan pengujian waktu alir menggunakan corong yang mengacu pada SNI 03-6808-2002. Dilakukan sebelum cairan *grout* disuntikkan untuk mengisi tendon untuk mengetahui kekentalannya. Waktu alir berkisar pada 15-25 detik, tidak boleh terlalu cepat karena cairan *grout* terlalu cair, dan tidak boleh terlalu lama karena cairan *grout* terlalu kental.



Gambar 1. Hasil Pengujian Viskositas

Hasil pengujian *flowcone* yang didapat pada campuran normal memiliki waktu alir terlalu lama daripada tambahan campuran substitusi abu sekam padi. Waktu *flowcone* mengalami penurunan sebanyak 40% antara campuran normal dan substitusi 15%.

Berdasarkan grafik dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian *flowcone* mengalami penurunan pada penggantian material semen dengan abu sekam padi. Hal ini menunjukkan bahwa penggantian sebagian semen menggunakan abu sekam padi tidak membuat cairan *grout* menjadi terlalu kental, terbukti dengan lebih cepatnya waktu alir dengan penambahan komposisi abu sekam padi.

3.3 Hasil Analisis Berat Benda Uji

Pengujian kuat tekan pada campuran grouting dilakukan menggunakan *Compression Testing Machine* yang berada pada laboratorium bahan bangunan Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro. Alat *Compression Testing Machine* yang digunakan memberikan nilai kuat tekan pada benda uji dalam satuan kilo newton (kN). Pengujian dilakukan setelah melalui proses perawatan (*curing*) dan benda uji telah mencapai umur rencana. Pada pengujian ini dilakukan pada saat benda uji telah mencapai umur 3 hari dan 7 hari. Campuran *grout* yang akan diuji kuat tekannya terlebih dahulu ditimbang untuk mengetahui berat benda uji.

Tabel 2. Berat Benda Uji Campuran Grout Usia 3 Hari

Campuran	Kode Benda Uji	Berat Benda Uji (gram)	Rata-Rata Berat Benda Uji (gram)
Normal	A1	250	246.66
	A2	240	
	A3	250	
Substitusi 5%	B1	230	228.33
	B2	225	
	B3	230	
Substitusi 10%	C1	220	221.66
	C2	220	
	C3	225	
Substitusi 15%	D1	195	196.66
	D2	200	
	D3	195	

Berdasarkan hasil berat benda uji pada umur 3 hari didapat rata-rata berat benda uji tertinggi di campuran normal yaitu 246.66 gram dan nilai terendah pada campuran substitusi 15% yaitu sebesar 196.66 gram. Adapun benda uji terberat pada umur 3 hari yaitu benda uji A1 dan A3 dengan campuran normal, dan nilai terendah yaitu benda uji D1 dan D3 pada campuran substitusi 15%. Menurut Bixapathi, G. dan Saravanan, M. (2021) Persentase penambahan abu sekam padi membuat penurunan berat. Hal ini membuktikan bahwa substitusi abu sekam padi terhadap semen pada campuran *grout* dapat mengurangi berat benda uji.

Tabel 3. Berat Benda Uji Campuran Grout Usia 7 Hari

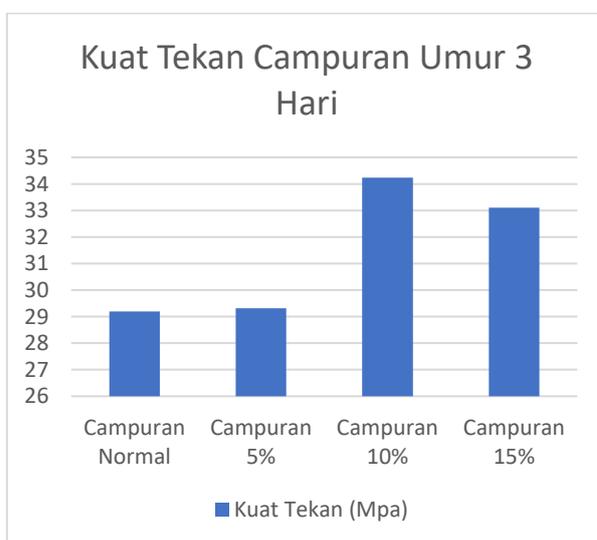
Campuran	Kode Benda Uji	Berat Benda Uji	Rata-Rata Berat
----------	----------------	-----------------	-----------------

		(gram)	Benda Uji (gram)
Normal	A4	230	233.33
	A5	235	
	A6	230	
Substitusi 5%	B4	220	218.33
	B5	215	
	B6	220	
Substitusi 10%	C4	210	215
	C5	215	
	C6	220	
Substitusi 15%	D4	210	211.66
	D5	215	
	D6	210	

Berdasarkan hasil berat benda yang diuji pada tabel di atas mempunyai berat rata-rata terbesar 221.66 gram, untuk berat benda uji minimum sebesar 195 gram pada campuran *grout* 15% umur 7 hari, dan untuk berat maksimum sebesar 250 gram pada campuran *grout* normal. Menurut Kumar, A. dan R. Gopi. (2022) Terjadinya penurunan berat seiring bertambahnya persentase substitusi abu sekam padi. Hal ini menunjukkan bahwa campuran *grout* menggunakan substitusi abu sekam padi menyebabkan penurunan pada berat benda uji dikarenakan sebagian semen yang di substitusikan dengan abu sekam padi.

Terjadi penurunan berat benda uji pada umur 3 hari sebesar 20.27%. Adapun pada berat benda uji umur 7 hari mengalami penurunan sebesar 9,28%. Hal ini berkaitan pada hasil penelitian oleh Kumar, A. dan R. Gopi. (2022) Terjadinya penurunan berat benda uji pada 7 hari sebesar 9.78%. Dapat diketahui bahwa penambahan komposisi abu sekam padi sebagai parsial semen mengakibatkan penurunan berat benda uji dan telah terbukti pada penelitian ini semakin tinggi substitusi abu sekam padi pada semen, berat benda uji mengalami penurunan.

3.4 Hasil Analisis Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Umur 3 Hari



Gambar 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 3 Hari

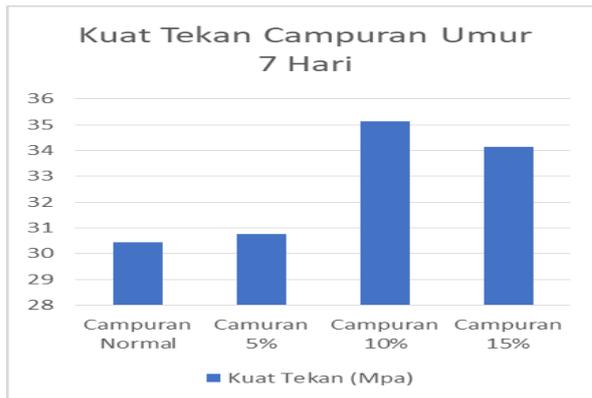
Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton pada umur 3 hari terjadi kenaikan nilai kuat tekan beton pada setiap interval campuran substitusi abu sekam padi terhadap semen. Grafik menunjukkan nilai paling tinggi untuk umur campuran 3 hari terjadi pada campuran substitusi abu sekam padi 10% yaitu sebesar 34.23 Mpa. Namun terjadi penurunan pada interval setelahnya yaitu campuran abu sekam padi 15% yaitu sebesar 33.11 Mpa. Ini menunjukkan bahwa hasil analisa kuat tekan pada campuran substitusi abu sekam padi terhadap semen di umur 3 hari mengalami kenaikan hingga 10% dan mengalami penurunan pada 15% campuran. Kenaikan kuat tekan yang terjadi sebesar 17,22% pada campuran 10% dan mengalami penurunan 3,27% pada campuran 15%.

Menurut S.A. Zareei *et al* (2020) hasil pengujian terdapat kenaikan hingga 15% campuran abu sekam padi. Adapun menurut Adnan *et al* (2020) Hasil pengujian yang bersangkutan mendapatkan hasil limitasi maksimal terjadi kenaikan nilai kuat tekan hanya sampai 15%.

Terjadi perbedaan hasil daripada yang didapat terhadap hasil penelitian terdahulu. Hal ini dapat terjadi karena banyak faktor diantaranya; penggunaan air campuran yang berbeda pada nilai pH dapat menimbulkan perbedaan hasil nilai kuat tekan benda uji, penggunaan cetakan benda uji pula dapat menimbulkan perbedaan hasil karena pada penelitian seringkali terjadi *bleeding* pada campuran yang dimasukkan kedalam cetakan benda uji, adapun lama waktu *mixing* juga berpengaruh terhadap proses campuran benda uji yang bersifat heterogen menjadi homogen.

Menurut Kartini *et al* (2012) Kuat tekan tertinggi terjadi pada campuran substitusi 10%, dikarenakan penurunan kuat tekan terendah pada campuran 10% penurunan terjadi sebanyak 3% dan untuk penambahan campuran abu sekam padi mengakibatkan penurunan kekuatan semakin tinggi, sehingga kuat tekan tertinggi pada campuran 10%. Hal ini berkaitan dengan hasil penelitian yang didapat yaitu kuat tekan tertinggi terjadi pada substitusi 10% dengan kenaikan sebesar 17,22% pada umur 3 hari. Hal tersebut membuktikan bahwa substitusi abu sekam padi sebanyak 10% mendapat hasil kuat tekan tertinggi dengan kenaikan sebanyak 17,22%.

3.5 Hasil Analisis Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Umur 7 Hari



Gambar 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Umur 7 Hari

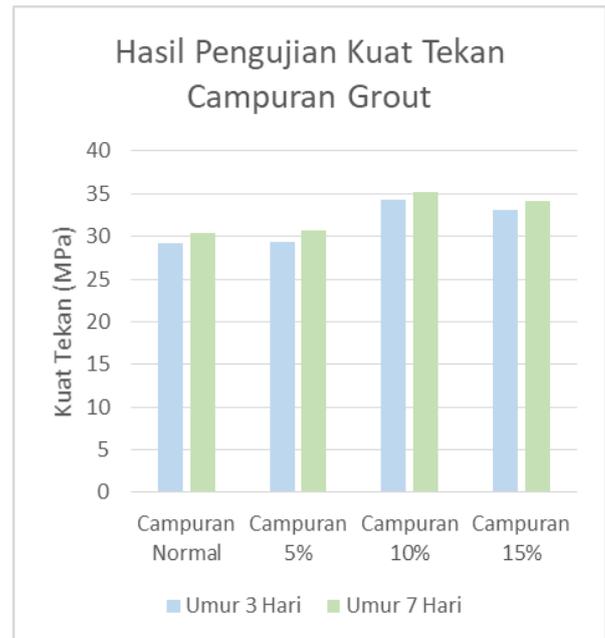
Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton pada umur 7 hari terjadi kenaikan nilai kuat tekan beton pada setiap interval campuran substitusi abu sekam padi terhadap semen. Nilai tertinggi untuk umur campuran 7 hari terjadi pada campuran substitusi abu sekam padi 10% sebesar 35.13 MPa dan kenaikan kuat tekan yang terjadi sebesar 15.44%. Serta mengalami penurunan pada campuran substitusi abu sekam padi 15% sebesar 2.87%.

Menurut Adnan *et al* (2020) Pembatasan tambahan campuran abu sekam padi pada 5% sampai 15% di luar dari persentase tersebut cenderung menurun kuat tekannya. Adapun menurut S.A. Zareei *et al* (2020) Terjadi hubungan baik antara penggantian abu sekam padi sebanyak 15%.

Terjadi perbedaan hasil daripada yang didapat terhadap hasil penelitian terdahulu. Hal ini dapat terjadi karena banyak faktor diantaranya; penggunaan air campuran yang berbeda pada nilai pH dapat menimbulkan perbedaan hasil nilai kuat tekan benda uji, penggunaan cetakan benda uji pula dapat menimbulkan perbedaan hasil karena pada penelitian seringkali terjadi *bleeding* pada campuran yang dimasukkan kedalam cetakan benda uji, adapun lama waktu *mixing* juga berpengaruh terhadap proses campuran benda uji yang bersifat heterogen menjadi homogen.

Menurut Suhirkam, Djoko. Dan Latif, A. (2013) Kekuatan tekan tertinggi pada campuran substitusi 10% dibandingkan beton normalnya. Hal ini membuktikan relevansi pada penelitian ini dengan penelitian sebelumnya kuat tekan tertinggi pada 10%. Pada kuat tekan umur 7 hari ini mengalami kenaikan sebesar 15.44% pada substitusi 10% dan menurun sebesar 2.87% pada substitusi 15%.

3.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji



Gambar 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Berdasarkan grafik di atas dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian kuat tekan pada campuran *grout* menggunakan substitusi parsial abu sekam padi terhadap semen mengalami kenaikan pada interval campuran normal hingga campuran 10%, namun terjadi penurunan pada interval 15%. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas substitusi parsial abu sekam padi pada semen dalam campuran *grouting* girder hanya terbatas 5 – 15% dan mendapat nilai efektif pada kadar 10%.

Hasil uji kuat tekan pada umur 3 hari mengalami kenaikan sebesar 17.22% pada campuran substitusi abu sekam padi 10% dan mengalami penurunan sebanyak 3.27% pada substitusi 15%. Hal yang sama juga terjadi pada kuat tekan umur 7 hari dengan kenaikan 15.44% pada substitusi 10% dan menurun sebesar 2.87% pada substitusi abu sekam padi 15%.

4. KESIMPULAN

Maksud dari penelitian adalah menganalisis pengaruh penggantian abu sekam padi terhadap semen pada material *grouting* girder berpengaruh pada waktu viskositas dan nilai kuat tekan. Maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh penggantian abu sekam padi pada semen *grout* girder terhadap waktu *flowcone* mengalami penurunan. Berdasarkan penelitian yang telah kami lakukan, menunjukkan adanya penurunan sebesar 40% dari campuran *grout* normal hingga campuran *grout* menggunakan substitusi parsial abu sekam padi terhadap semen terbanyak 15%. Hal ini menunjukkan bahwa penggantian sebagian semen menggunakan abu sekam padi tidak membuat cairan *grout* menjadi terlalu kental.

2. Pada kuat tekan umur 3 hari, terjadinya kenaikan sebesar 17,22% dari campuran normal terhadap substitusi 10% dan mengalami penurunan sebesar 3,27% pada substitusi 15%. Dan pada kuat tekan umur 7 hari mengalami kenaikan pada campuran normal terhadap substitusi 10% sebesar 15,44% dan mengalami penurunan sebesar 2,87% pada substitusi 15%.
3. Berat benda uji mengalami penurunan seiring bertambahnya persentase substitusi abu sekam padi. Pada umur benda uji 3 hari mengalami penurunan berat sebesar 20,27% dan pada umur 7 hari terjadi penurunan berat benda uji sebesar 9,28%.

- Kumar, Aegula Shraavan. dan R, Gopi. (2022). *Strength and durability studies on paver blocks with rice husk ash as partial replacement of cement*. Diakses dari <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.10.080>
- S.A Zareei, et al. (2017). *Rice husk ash as a partial replacement of cement in high strength concrete containing micro silica: Evaluating durability and mechanical properties*. Diakses dari <http://dx.doi.org/10.1016/j.cscm.2017.05.001>
- Sugiyono (2013). *Metode penelitian Pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Yogyakarta: Alfabeta

DAFTAR PUSTAKA

- Abdian, R. dan Bernardinus, H. (2010). Pengaruh Kehalusan Dan Kadar Abu Sekam Padi Pada Kekuatan Beton Dengan Kuat Tekan 500 MPa. Konferensi Nasional Teknik Sipil 4: Bali.
- Adnan, Zaidatul Syahida, et al. (2021). *Review Paper: Performance of rice husk ash as a material for partial cement replacement in concrete*. Diakses dari <https://doi.org/10/1016/j.matpr.2021.02.400>
- ASTM C1107/C1107M-11. (2013). *Standard Specification for Packaged Dry, Hydraulic-Cement Grout (Nonshrink)*. Diakses dari https://www.astm.org/c1107_c1107m-11.html
- ASTM International. *Standard Practice for Proportioning Grout Mixtures for Preplaced-Agregat Concrete*. United State: ASTM International
- Badan Standardisasi Nasional – BSN. (2002). *Metode pengujian kekentalan graut untuk beton agregat pracetak (metode pengujian corong alir)*. Jakarta: BSN
- Bixapathi, Guguloth. dan Saravanan, M. (2021). *Strength and durability of concrete using Rice Husk ash as a partial of cement*. Diakses dari <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.267>
- Kartini et al. (2012). *Effect of Silica in Rice Husk Ash (RHA) in Producing High Strength Concrete*. International Journal of Engineering and Technology Volume 2: Selangor.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2019). KIPRAH Vol 101/Tahun XIX/Edisi November 2019 “Capaian dan Keberlanjutan Pembangunan Infrastruktur”
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2020). Spesifikasi Umum Jalan Bebas Hambatan dan Jalan Tol.