

Pengaruh Variasi Bahan Tambah Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton Memadat Sendiri

Study of Self-Compacting Concrete's Compressive Strength by Varying Rice Husk Ash Ratio as Fine Aggregate's Replacement

Fattanda Magalin, Hakas Prayuda, Taufiq Ilham Maulana

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Beton memadat sendiri merupakan pengembangan dari beton konvensional yang dapat memadat sendiri dan mengalir ke celah-celah terkecil tanpa memerlukan alat penggetar. Pada penelitian ini digunakan abu sekam padi sebagai pengganti agregat halus karena banyaknya limbah sekam padi yang ada dan belum dimanfaatkan dengan maksimal. Perancangan campuran beton memadat sendiri ini menggunakan spesifikasi EFNARC 2005 dengan variasi abu sekam padi 0%, 20%, 40%, dan 60%. Bahan tambah yang digunakan adalah *superplasticizer* yang berfungsi sebagai *admixture* untuk pengurangan jumlah air agar mencapai spesifikasi beton memadat sendiri. Hasil uji tekan pada umur 28 hari dengan variasi 0%, 20%, 40%, dan 60% berturut-turut adalah: 32,6 MPa, 32,1 MPa, 27,1 MPa, dan 25,0 MPa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak abu sekam padi yang digunakan maka semakin berkurang kuat tekan beton.

Kata Kunci: beton memadat sendiri, abu sekam padi, *superplasticizer*

Abstract. Self-compacting concrete is the development of conventional concrete that can self-compacting and flow into the no-load cracks. In this study, rice husk ash as fine aggregate is used because it has a quantity and has not been used maximally. The design of this self-assembled mixture uses EFNARC 2005 with specification 0%, 20%, 40%, and 60% as rice husk ash. The added ingredients used are superplasticizer that serve as admixture for reducing the amount of water to achieve the self-compacted concrete specifications. The results of the compression test at the age of 28 days with variations 0%, 20%, 40%, and 60% respectively are: 32.6 MPa, 32.1 MPa, 27.1 MPa, and 25.0 MPa. The result show that the more rice husk ash is used, the less the compressive strength of the concrete.

Keywords: self-compacting concrete, rice husk ash, superplaticizer

1. Pendahuluan

Self-Compacting Concrete (SCC) merupakan variasi beton menggunakan bahan tambah *admixture* (kimiawi) sebagai salah satu cara agar memudahkan pelaksanaan pekerjaan ketika pengecoran. Hal ini karena beton SCC dapat memadat sendiri dan mengalir dengan sendirinya menuju celah-celah terkecil. Keuntungan lain dari penggunaan beton SCC adalah hemat biaya dan waktu karena tidak perlu mendatangkan alat *vibrator* untuk menggetarkan beton agar sampai ketempat-tempat yang sulit terjangkau. Hal ini tentu menjadi pertimbangan karena semakin cepat beton memadat maka semakin cepat pula pengerjaannya selesai.

Beton digetarkan untuk kemudian dialirkan ke bentuk-bentuk yang rumit

sehingga digunakan beton SCC karena beton dapat mengalir dengan mudah (Dinesh dkk., 2015). Manfaat SCC adalah peningkatan daya tahan terkait dengan efek penambahan mineral karena meningkatnya masa pakainya dari beton konvensional (Awang., dkk 2016). Serbuk limbah kaca dan abu sekam padi dapat dijadikan inovasi sebagai pengganti semen dengan memperhatikan volume penambahannya (Marhendi dan Yusup, 2016). Abu sekam padi mengandung sekitar 90% SiO₂ yang berfungsi sebagai bahan pozolan. Oleh karena itu sangat penting untuk mempelajari penggunaan abu sekam padi dalam *self-compacting concrete* (Rahman dkk., 2013). Abu sekam padi sebagai agregat halus membutuhkan air dalam jumlah yang besar dan berat satuan dari beton memadat sendiri menurun dengan

meningkatnya nilai abu sekam padi (Makul, 2017). Untuk mengetahui *flowability* beton dilakukan pengujian *slump flow* dan *v-funnel* sedangkan pengujian *j-ring* dan *l-box* dilakukan guna mengetahui *passingability* beton segar (Setyawan dkk., 2016). Nilai kuat tekan beton meningkat dengan penambahan abu sekam padi sebesar 5% (Ningsih dkk., 2012). *Superplasticizer* (SP) digunakan untuk meningkatkan kemampuan kerja beton segar (Pelisser., dkk 2017). Semakin banyak *superplasticizer* yang digunakan maka akan terjadi pemisahan agregat (segregasi) (Maskur dkk., 2017). Penggunaan dosis yang optimal dari *superplasticizer* adalah untuk mencapai kemampuan aliran yang dibutuhkan (Bakhrakh., dkk 2017). Adanya penambahan *admixture* meningkatkan viskositas pada beton sehingga beton lebih tahan terhadap segregasi (Ahmad dan Umar, 2017).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan nilai kuat tekan beton *self-compacting concrete* dengan menggunakan variasi abu sekam padi 0%, 20%, 40% dan 60% menggunakan bahan tambah (*admixture*) *superplasticizer* untuk mengurangi viskositas/kekentalan pada beton

2. Metode Penelitian

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. *Mixer concrete* sebagai mesin yang digunakan untuk pencampuran bahan-bahan penyusun beton *Self Compacting Concrete*.
2. Meja sebar, Kerucut Abram, *V-funnel*, *H-Ring*, *L-Box*.
3. Cetakan Silinder beton, pengujian ini menggunakan cetakan berukuran 15 cm x 30 cm
4. Mesin uji tekan untuk melakukan pengujian kuat tekan beton.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Agregat halus yaitu pasir yang berasal dari kali Kulon Progo, Yogyakarta.
2. Agregat kasar yaitu kerikil yang berasal dari Clereng, Yogyakarta.

3. Semen yang digunakan pada penelitian ini merupakan produk dari Holcim dengan jenis *Portland*.
4. Air yang digunakan adalah air dari laboratorium struktur dan bahan konstruksi, Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Abu sekam padi berasal dari persawahan pada daerah Godean, Yogyakarta.
6. *Superplasticizer* yang digunakan merupakan jenis *viscocrete* dengan tipe 1003 dari Sika.

Pelaksanaan Penelitian

Urutan pengujian pada penelitian ini diawali dengan pengujian bahan-bahan yang akan digunakan, yaitu:

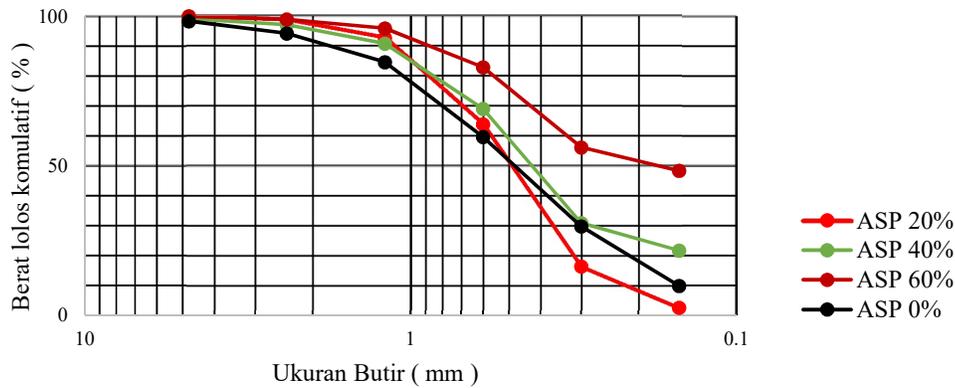
1. Pengujian agregat halus (kadar air, kadar lumpur, berat jenis dan penyerapan air, berat satuan/isi dan gradasi butiran)
2. Pengujian agregat kasar (kadar air, kadar lumpur, berat jenis dan penyerapan air, berat satuan/isi dan keausan)
3. Pengujian abu sekam padi (pengujian gradasi)

Penelitian ini menggunakan *mix design* dari penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Aggarwal dkk (2008). Setelah itu dilakukan pengujian beton SCC berdasarkan EFNARC 2005 dan EFNARC 2002 (uji *slump flow*, uji *j-ring*, uji *v-funnel* dan uji *l-box*). Beton yang telah diuji dimasukkan kedalam cetakan. *Curing* (perawatan) dilakukan selama 7 hari, 14 hari dan 28 hari kemudian dilakukan pengujian kuat tekan.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Pengujian Agregat

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil pengujian agregat kasar dan hasil agregat halus pada Tabel 1. Nilai pengujian kadar lumpur pasir adalah 1,73% dan kadar lumpur kerikil adalah 1,79%. Berdasarkan BSN, 1989 kadar lumpur maksimum yang boleh terkandung pada kerikil hanya 5% maka dalam pelaksanaannya kerikil untuk pengujian ini di cuci terlebih dahulu. Hasil pengujian gradasi agregat halus (pasir) dan variasi abu sekam padi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Hasil gradasi pasir dan ASP

Tabel 1 Hasil pengujian agregat

Pengujian	Pasir	Kerikil	Satuan
Kadar Air	9,7	1,9	%
Kadar Lumpur	1,73	1,79	%
Berat Jenis	2,19	2,72	-
Penyerapan Air	22,43	4,98	%
Berat Satuan	1,41	1,76	kg/cm ³
Keausan	-	32,48	%

Hasil Pengujian Beton Segar

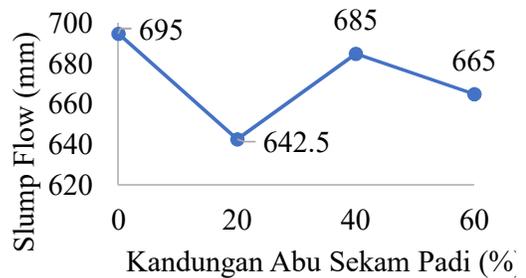
Setelah pengujian agregat dilakukan, dilanjutkan dengan pengujian beton segar. Metode pengujian yang dilakukan adalah: kemampuan mengisi (*filling ability*) dengan pengujian *slump flow* dan *v-funnel* dan kemampuan lewat (*passing ability*) dengan pengujian *j-ring* dan *l-box*. Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengujian beton segar

Variasi ASP	Jenis Pengujian			
	Slump Flow (mm)	J-Ring (mm)	V-Funnel (detik)	L-Box
20%	642,5	22	21	1,44
40%	685	24	25	0,12
60%	655	25	25	0,22

Hasil pengujian *slump flow* terhadap penggunaan variasi abu sekam padi dapat dilihat pada Gambar 2 diketahui bahwa terjadi peningkatan nilai *slump flow* dari 20% ke 40% penggunaan abu sekam padi dengan

nilai 642,5 mm ke 685 mm dan kembali terjadi penurunan pada penggunaan 60% yaitu 655 mm. Hal ini bisa terjadi karena kesalahan saat pelaksanaan di laboratorium yang mengangkat kerucut Abrams dengan tidak lurus sehingga terjadi ketidakseimbangan atau saat pengadukan yang kurang maksimal. Berdasarkan EFNARC, 2005 hasil pengujian ini sudah memenuhi standar yaitu termasuk dalam kelas SF2 (660 mm – 750 mm).



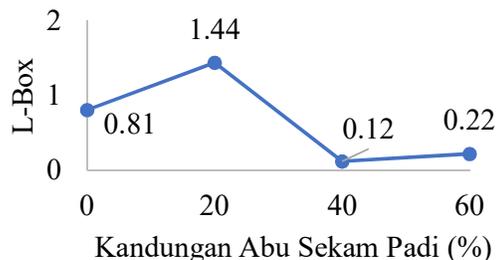
Gambar 2 Hubungan *slump flow* dengan Variasi ASP

Hubungan pengujian *J-Ring* dengan kandungan abu sekam padi dapat dilihat pada Gambar 3 bahwa dengan semakin bertambahnya variasi abu sekam padi maka semakin tinggi pula nilainya. Hasil pengujian yang didapatkan yaitu 20 mm untuk variasi 0%, 22 mm untuk variasi 20%, 24 mm untuk variasi 40% dan 25 mm untuk variasi 60%. Berdasarkan spesifikasi EFNARC, 2002 menyatakan nilai *j-ring* adalah 0-10 mm. Hal ini menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh belum memenuhi spesifikasi yang ada.



Gambar 3 Hubungan *j-ring* dengan variasi ASP

Hasil pengujian yang dimasukkan dalam pengujian *L-Box* adalah perbedaan tinggi beton hulu dan hilir (h_2/h_1) pada alat. Adapun hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4. Dari variasi 0% abu sekam padi adanya kenaikan nilai ke 20%. Kemudian terjadi penurunan yang sangat signifikan dari variasi 20% ke 40% dan nilai *l-box* kembali menurun saat penggunaan variasi 60%. Kriteria nilai *l-box* untuk beton SCC berdasarkan EFNARC, 2005 adalah $\geq 0,75$. Hal ini menunjukkan bahwa hasil yang didapat sudah sesuai dengan kriteria yang ada.



Gambar 4 Hubungan *l-box* dengan variasi ASP

Hasil pengujian *v-funnel* menunjukkan peningkatan tiap penambahan variasi, dapat dilihat pada Gambar 5. Hasil tersebut sudah sesuai dengan spesifikasi yang tertera pada EFNARC, 2005 yang termasuk dalam kelas VS2/VF2 dengan nilai 9 sampai 25 detik.



Gambar 5 Hubungan *v-funnel* dengan variasi ASP

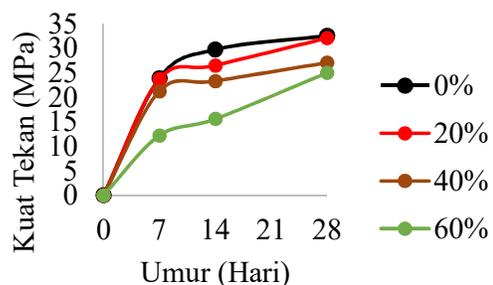
Hasil Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 3. Uji kuat tekan dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Nilai kuat tekan tertinggi pada beton dengan campuran abu sekam padi yaitu 32,1 MPa dengan variasi 20% pada umur 28 hari. Semakin banyak penambahan abu sekam padi pada campuran beton maka nilai kuat tekannya semakin menurun pula. Dan nilai kuat tekan beton semakin meningkat dengan semakin bertambahnya umur beton.

Tabel 3 Hasil pengujian kuat tekan

Variasi ASP	Umur 7 hari (MPa)	Umur 14 hari (MPa)	Umur 28 hari (MPa)
0%	23,43	29,76	32,6
20%	23,7	26,5	32,1
40%	21,3	23,3	27,1
60%	12,2	15,6	25,0

Hasil pengujian ini dapat digambarkan pada grafik hubungan kuat tekan dengan umur beton yang dapat dilihat pada Gambar 6. Dari grafik hubungan tersebut dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan tertinggi adalah 32,1 MPa pada umur 28 hari dengan penggunaan variasi 20%. Semakin bertambah umur beton maka semakin tinggi nilai kuat tekannya. Dan semakin banyak penggunaan abu sekam, semakin berkurang nilai kuat tekannya.

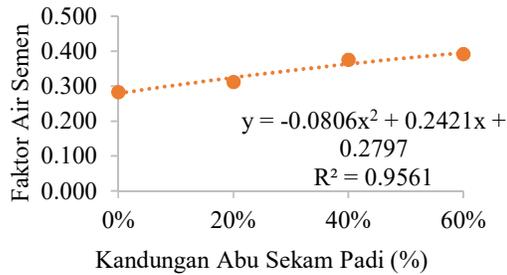


Gambar 6 Hubungan kuat tekan dengan umur beton

Faktor Air Semen

Setelah dilakukan pengujian menggunakan variasi abu sekam padi (ASP), didapatkan pula nilai faktor air semen yang berbeda setiap penambahan jumlah ASP. Untuk melihat perbandingan fas dengan

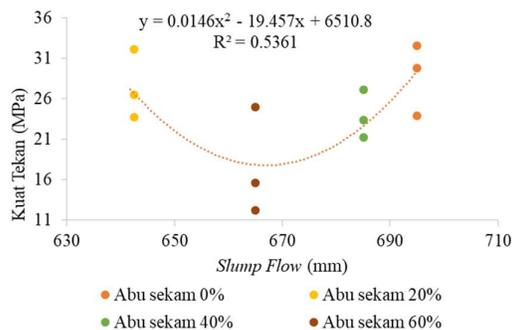
persentase variasi ASP dapat dilihat pada Gambar 7. Perbedaan nilai fas yang digunakan ini karena adanya kandungan abu sekam padi. Abu sekam padi menyerap air sehingga semakin banyak kadar abu sekam padi yang digunakan maka semakin banyak juga air yang dibutuhkan agar mencapai beton SCC.



Gambar 7 Hubungan FAS dengan variasi ASP

Kuat Tekan dengan Variasi ASP

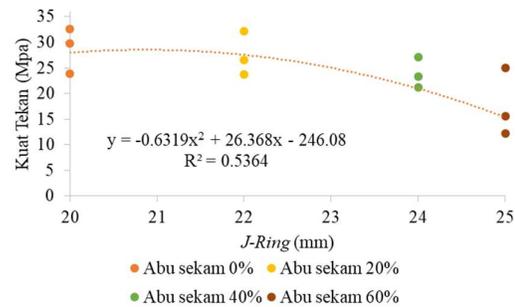
Hubungan kuat tekan dengan *slump flow* dapat dilihat pada Gambar 8. Nilai *slump flow* menunjukkan penggunaan air pada pengujian. Semakin banyak air yang digunakan, nilai *slump flow* akan tinggi. Berdasarkan hasil yang diperoleh, didapatkan bahwa nilai *slump* tertinggi 695 yaitu pada variasi 0%. Nilai *slump* menurun dengan penambahan variasi 20% kemudian meningkat lagi dengan variasi 40% dan kembali menurun pada penggunaan variasi 60%.



Gambar 8 Hubungan kuat tekan dan *slump flow*

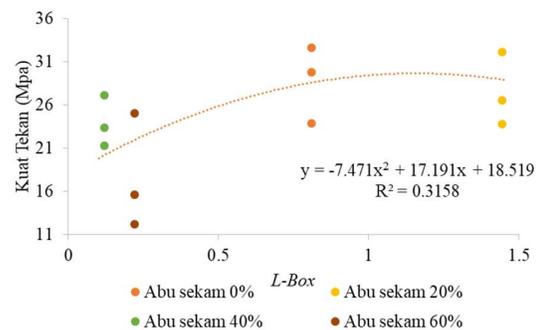
Nilai kuat tekan pada pengujian *j-ring* mengalami penurunan saat nilai *j-ring* meningkat. Pada penelitian ini semakin bertambah variasi abu sekam padi yang digunakan maka semakin tinggi pula nilai *j-ring* nya sehingga menghasilkan kuat tekan

yang rendah. Nilai *j-ring* pada kuat tekan tertinggi adalah 20 mm dengan kuat tekan 32,6 MPa. Dan kuat nilai *j-ring* dengan kuat tekan tertinggi dengan variasi adalah 22 mm dengan kuat tekan 32,1 MPa pada variasi 20% abu sekam padi. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Hubungan kuat tekan dan *j-ring*

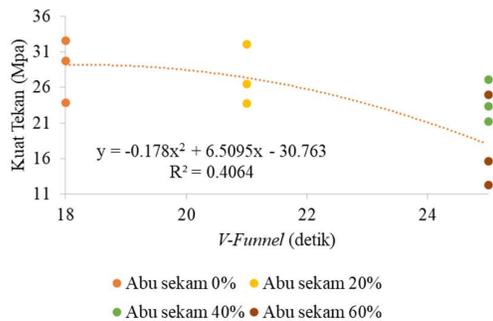
Umumnya, semakin besar nilai beda tinggi pada *l-box* maka kuat tekan semakin turun. Pada 40% dan 60% terjadi penurunan nilai rasio beda tinggi (Gambar 10) namun tetap terjadi penurunan nilai kuat tekan. Hal ini bisa terjadi karena kesalahan saat melakukan penelitian akibat pengukuran yang kurang tepat atau pencampuran yang tidak sempurna saat melakukan pengadukan. Persamaan yang diperoleh dari hubungan antara *j-ring* dan kuat tekan adalah $y = -0,6319x^2 + 26,368x - 246,08$. Nilai *j-ring* terendah adalah 20 mm dengan kuat tekan 32,59 MPa pada umur 28 hari dengan tanpa menggunakan abu sekam padi.



Gambar 10 Hubungan kuat tekan dan *l-box*

Semakin tinggi nilai *v-funnel* maka kuat tekan beton akan turun. Pada percobaan ini sudah sesuai dengan teori yang ada. Nilai kuat tekan semakin menurun dengan

bertambahnya nilai *v-funnel* hal ini dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11 Hubungan kuat tekan dan *v-funnel*

4. Kesimpulan

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa beton *self-compacting concrete* (SCC) dengan variasi abu sekam padi mempengaruhi kuat tekan beton. Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Kuat tekan beton *self-compacting concrete* dengan bahan tambah 20%, 40% dan 60% pada umur 28 hari berturut-turut adalah 32,1 MPa, 27,1 MPa, 25 MPa.
2. Kuat tekan beton pada *self-compacting concrete* tanpa bahan tambah abu sekam padi pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari adalah 23,43 MPa, 29,76 MPa dan 32,6 MPa.
3. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa kuat tekan beton normal lebih tinggi bila dibandingkan dengan kuat tekan menggunakan variasi abu sekam padi sebagai pengganti pasir. Nilai kuat tekan tertinggi didapat pada penggunaan abu sekam padi 20%.

4. Daftar Pustaka

Aggarwal, P., Siddique, R., Aggarwal, Y., & Gupta, S. M., 2008, Self Compacting Concrete Procedure for Mix Design, *Leonardo electronic journal of practices and technologies*, 12, 15-24

Ahmad, S., & Umar, A., 2017, Characterization of Self-Compacting Concrete. *Procedia Engineering*, 173(February), 814–821.

Awang, H., Atan, M. N., Abidin, N. Z., & Yusof, N., 2016, A cost-reduction of self-compacting concrete incorporating raw rice husk ash, *Journal of Engineering Science and Technology*, 11(1), 96–108.

BSN, 1989, SK SNI S-04-1989-F, *Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)*, Badan Standardisasi Nasional, Bandung.

Bakhrakh, A., Solodov, A., Larsen, O., Naruts, V., & Aleksandrova, O., 2017, SCC with high volume of fly ash content, *3016*, 1–4.

Dinakar, P., Kartik Reddy, M., & Sharma, M., 2013, Behaviour of self compacting concrete using Portland pozzolana cement with different levels of fly ash, *Materials and Design*, 46, 609–616.

Dinesh, A., Harini, S., Jasmine Jeba, P., Jiney, J., & Shagufta, J., 2015, Experimental Study on Self Compacting Concrete, *9655(8)*, 475–480.

European Federation of National Association Representing Concrete Specification and Guidelines for Self Compacting Concrete (EFNARC), 2005, *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete*.

Natt, Makul., 2017, Principles of Self Compacting Concrete, 27-39.

Ningsih, T., Chairunnisa, R., & Miskah, S., 2012, Pemanfaatan Bahan Additive Abu Sekam Padi pada Semen Portland PT. Semen Baturaja (Persero), *Jurnal Teknik Kimia*, 18, 59–67.

Marhendi, T., & Yusup, F., 2016, Pemanfaatan Limbah Kaca Dan Abu Sekam Padi Sebagai Powder Pada Self Compacting Concrete (Beton Memadat Sendiri), *17(2)*, 067–072.

Maskur, I., Satyarno, I., & Siswanto, M. F., 2017, Perancangan Campuran Flow Mortar Untuk Pembuatan Self - Compacting Concrete Dengan Fas 0.5, *13(2)*, 89–96

Pelisser, F., Vieira, A., & Bernardin, A. M., 2018, Efficient self-compacting concrete with low cement consumption. *Journal of Cleaner Production*, 175, 324–332.

- Rahman, M. E., Muntohar, A. S., Pakrashi, V., Nagaratnam, B. H., & Sujan, D., 2014, Self compacting concrete from uncontrolled burning of rice husk and blended fine aggregate. *Materials and Design*, 55, 410–415.
- Setyawan, D., Saleh, F., & Payuda, H., 2016, Pengaruh Variasi Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Flowability Dan Kuat Tekan Self Compacting Concrete. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 12(2), 40–49