

Kuat Tarik *Self Compacting Concrete* dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus

Tensile Strength of Self Compacting Concrete With Ash Rice Husk as Partial Replacement of Fine aggregate

Ramadhan, Fadillawaty Saleh, Fanny Monika

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. *Self compacting concrete* (SCC) merupakan beton yang dapat mengalir dan memadat dengan berat sendirinya, sehingga dapat mempercepat dan mempermudah pengecoran dalam suatu pekerjaan proyek konstruksi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui *flowability* dan kuat tarik *self compacting concrete* dengan penambahan abu sekam padi sebagai pengganti sebagian agregat halus dan penambahan *silica fume* sebagai pengganti sebagian semen. Kadar *silica fume* yang digunakan sebesar 5% dari berat semen, sedangkan variasi abu sekam padi yang digunakan sebesar 20%, 40%, 60% dari berat agregat halus. Pengujian beton segar menggunakan metode slump flow, J-ring, L-box and V-funnel. Pengujian kuat tarik beton dilakukan pada umur 3 hari, 7 hari, 28 hari dengan benda uji berbentuk silinder ukuran 15 x 30 cm. Berdasarkan hasil penelitian didapat bahwa semakin banyak abu sekam padi yang digunakan maka kuat tarik mengalami penurunan. Kuat tarik optimal dimiliki oleh campuran abu sekam padi 20% dengan kuat tarik rata-rata sebesar 1,23 Mpa pada umur 3 hari, 1,24 Mpa pada umur 7 hari, 1,31 Mpa pada umur 28 hari.

Kata kunci: *silica fume*, abu sekam padi, kuat tarik, *self compacting concrete*, *flowability*..

Abstract. *Self compacting concrete* (SCC) is a concrete that can flow and solidify with its own weight, so it can accelerate and simplify the casting of a construction work. The purpose of this research is to know the *flowability* and tensile strength of *self compacting concrete* with the addition rice husk ash as a substitute of some fine aggregate and the addition *silica fume* as a substitute of some fine cement. The *silica fume* content used 5% from the weight of the cement, while the rice husk ash variations used are 20%, 40% and 60% from the weight of fine aggregate. Fresh concrete testing using slump flow testing method, J-ring, L-box, and V-funnel. Tensile strength testing conducted at the age of 3, 7 and 28 days with cylinder test object size 15 x 30 cm. Based on the result obtained that the more rice husk ash is used the tensile strength of concrete will be decreased. The maximum strength is held by 20% rice husk ash mixture with an average tensile strength of 1,23 Mpa at 3days, 1,24 Mpa at 7 days and 1,31 mpa at 28 days.

Keywords : *silica fume*, rice husk ash, tensile strength, *self compacting concrete*, *flowability*.

1. Pendahuluan

Butiran abu sekam padi pada beton bersifat menyerap kelebihan air dan menutupi rongga yang terdapat diantara agregat pembentuk beton sehingga dapat memberikan kekuatan beton (Tata dkk., 2016). Penggunaan *Superplastisizer* pada meningkatkan *workabilitas* dari beton segar dengan tidak berpengaruh banyak pada nilai kuat tekan beton tersebut (Setyawan dkk., 2016). Serat plastik HDPE dicampurkan diakhir pengadukan beton dan melewati melalui saringan pada ketinggian tertentu sehingga diperoleh penyebaran secara acak serta merata (Rommel dkk., 2014). Penambahan serbuk bata dan

limbah fiber pada pembuatan beton SCC dapat menambah nilai *workability* dan *flowability* yang ditujukan dengan bertambahnya nilai dari *slump flow* (Safarizki, 2017). *Self Compacting Concrete* merupakan metode yang sangat efektif dan efisien, namun jika di lapangan terjadi kelalaian dalam pelaksanaan khususnya setelah pengecoran para pekerja lalai dalam pemeliharaan beton maka kualitas mutu yang diharapkan akan terjadi efek yang tidak diinginkan (Eniati, 2016). Pengurangan agregat kasar, penambahan volume agregat halus yang digunakan, penambahan bahan pengisi (*filler*) dan penggunaan bahan tambah (*admixtures*)

untuk mengurangi kebutuhan air dan meningkatkan *workability* (Patrisia, 2014).

Beton Mutu Tinggi Memadat Mandiri (HSSCC) memiliki keunggulan *workability*, durabilitas dan kekuatan tinggi sehingga dapat dihasilkan dengan baik di lapangan (Sabrina dkk., 2017). Penggunaan *filler* dan bahan *pozolan* pada *self compacting concrete* akan mempengaruhi prositas beton, sehingga akan didapatkan komponen yang padat (Insiyroh dkk., 2018).

Penggunaan agregat halus juga berpengaruh pada sifat *fillingability*, agregat halus dengan butir yang semakin lembut diperlukan untuk menjaga viskositas campuran beton (Andriawan dkk., 2014). Penurunan nilai kuat tarik dan kuat tekan seiring penambahan limbah plastik HDPE, permukaan limbah plastik HDPE licin dan halus mengakibatkan ikatan penyusun beton kurang kuat (Soebandono dkk., 2013). Sifat getas yang dimiliki beton kurang kuat dalam menahan tarik, menulangi beton dengan fiber yang disebarkan secara merata merupakan tujuan mengatasi sifat getas. (Nuklirullah, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *silica fume* dan abu sekam padi terhadap *flowability*, kuat Tarik dan mutu pada *self compacting concrete*.

2. Metode Penelitian

Alat

Pengujian ini menggunakan alat alat sebagai berikut ini.

1. *Mixer Concrete* sebagai mesin yang digunakan untuk mencampur bahan-bahan penyusun beton SCC.
2. Meja sebar, Kerucut *abrams*, *V-funnel*, *J-Ring*, *L-Box*, penggaris, *stopwath*, ember ssebagai alat untuk melakukan pengujian *flowability* beton segar *self compacting concrete*.
3. Silinder beton dalam pengujian ini berukuran 15 x 30 cm untuk mencetak benda uji.
4. *Concrete Tester Machine* untuk melakukan pengujian kuat tarik beton.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan sebagai komposisi campuran beton yaitu ini.

1. Agregat Kasar yang digunakan merupakan split/batu pecah berukuran ± 2 cm yang diperoleh dari daerah Clereng, Kulon Progo, Yogyakarta.
2. Agregat Halus berupa pasir yang diperoleh dari Sungai Progo, Kulon Progo, Yogyakarta.
3. Semen yang digunakan merupakan produk dari Holcim dengan jenis PCC.
4. Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universits Muhammadiyah Yogyakarta.
5. *Superplasticizier* yang digunakan dari produk Sika yaitu *Viscocrete-1003*.
6. *Silica Fume* yang digunakan dari merek dagang sika fume.
7. Abu sekam padi diperoleh dari sisa pembakaran sekam padi yang digunakan dalam industry pembakaran bata merah.

Pelaksanaan Penelitian

1. Pemeriksaan bahan komposisi beton
Terdapat pengujian yang dilakukan untuk mengetahui spesifikasi dari bahan yang akan digunakan, sebagai berikut ini.
 - a) Pemeriksaan kadar air agregat halus dan agregat kasar.
 - b) Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dan agregat kasar.
 - c) Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus dan agregat kasar.
 - d) Pemeriksaan berat satuan agregat halus dan agregat kasar.
 - e) Pemeriksaan gradasi agregat halus dan abu sekam padi.
 - f) Pemeriksaan keausan agregat kasar.
2. *Mix Design*
Pengujian pada beton SCC ini menggunakan *mix design* dari penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Aggarwal dkk. (2008).
3. Pengujian Beton Segar
Untuk mengetahui *flowability* dari suatu beton segar, dilakukan pengujian dengan mengacu pada EFNARC 2005, yaitu sebagai berikut ini.
 - a) *Slump flow test*
 - b) *J-Ring test*
 - c) *V-funnel test*

d) *L-Box test*

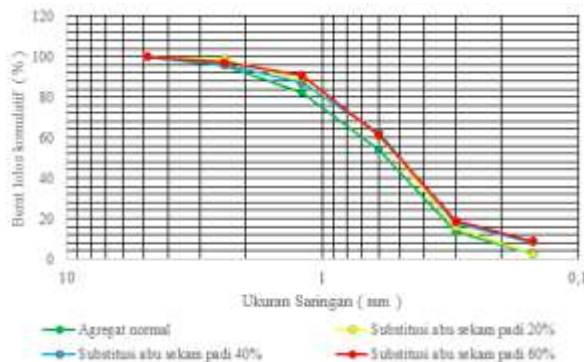
4. Pengujian Kuat Tarik

Setelah dilakukan pengujian terhadap beton segar dan kemudian beton segar dicetak, maka selanjutnya dilakukan pengujian kuat tarik terhadap beton.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Pemeriksaan Agregat

Penelitian yang dilakukan di laboratorium struktur dan bahan konstruksi, program studi teknik sipil, fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta ini, melakukan pengujian terhadap material-material yang akan digunakan pada campuran pada *self compacting concrete* yaitu agregat halus yang berasal dari Sungai Progo, kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta dan agregat kasar yang berasal dari batu pecah Clereng, kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta. Hasil pengujian gradasi agregat halus dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil pengujian agregat halus dapat dilihat pada tabel 1 dan hasil pengujian agregat kasar dapat dilihat pada tabel 2.



Gambar 1. Hasil pemeriksaan gradasi agregat halus

Tabel 1. Hasil pengujian agregat halus

Jenis Pengujian	Satuan	Hasil
Berat jenis	-	2,25
Modulus butir	-	3,47
Penyerapan air	%	17,3
Kadar Air	%	9,01
Kandungan lumpur	%	1,31
Berta satuan	gr/cm ³	1,31

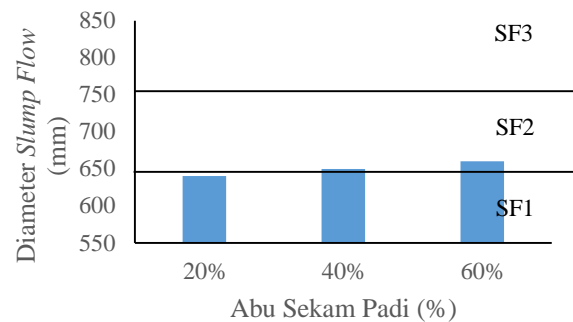
Tabel 2. Hasil pengujian agregat kasar

Jenis Pengujian	Satuan	Hasil
Berat jenis	-	2,73
Penyerapan air	%	1,45

Kadar Air	%	2,74
Penyerapan air	%	1,89
Keasuan Agregat	%	30,97
Berat satuan	gr/cm ³	1,76

Pengujian slump flow

Hasil pengujian *slump flow* memiliki diameter antara 640 - 660 mm, hasil yang didapat merupakan hasil rata-rata diameter dari arah vertical dan horizontal. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 2. Semakin banyak campuran abu sekam padi yang digunakan maka sebaran beton segar akan bertambah. Diameter slump flow yang dihasilkan pada penelitian ini dengan bahan tambah abu sekam padi 20%, 40% dan 60% sebesar 640,650 dan 680 mm. Hasil pada kadar abu sekam padi 20% masuk dalam kategori SF1, sedangkan pada kadar abu sekam padi 40% dan 60% masuk kategori SF2 berdasarkan (EFNARC, 2005).

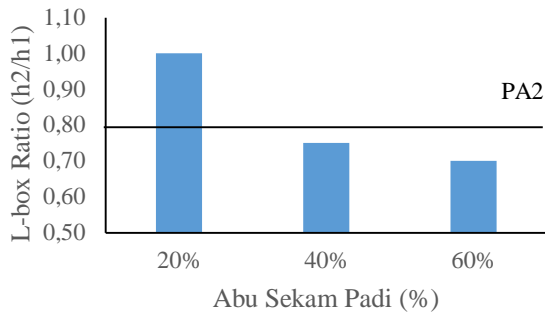


Gambar 2. Hasil pengujian *slump flow*

Pengujian L-box

Berdasarkan hasil pengujian *L-box* didapat nilai rasio beda tinggi (h_2/h_1) dengan bahan tambah abu sekam padi 20%, 40% dan 60% sebesar 1; 0,75; dan 0,70 seperti yang ditampilkan pada gambar 3. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan beton segar untuk melewati tulangan yang rapat tanpa mengalami segregasi ataupun blocking yang membuat beton segar tidak dapat mengalir. Nilai rasio beda tinggi (h_2/h_1) dari pengujian harus sama atau lebih tinggi dari 0,8. Rasio *L-box* mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya kadar abu sekam padi yang digunakan pada campuran beton SCC, hal tersebut terjadi karena beton segar masih kental dan material-material penyusun beton belum tercampur secara sempurna sehingga beberapa beton segar tertinggal pada tulangan. Dari hasil

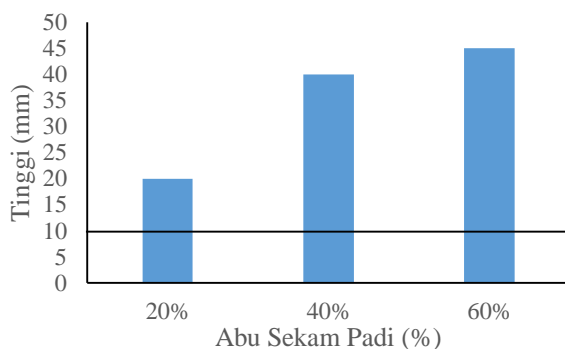
pengujian ini, hanya beton segar dengan kadar abu sekam padi 20% yang masuk dalam kategori PA2 karena menggunakan L-box dengan 3 tulangan dan mempunyai rasio beda tinggi atau sama dari 0,8.



Gambar 3. Hasil pengujian L-box

Pengujian J-ring

Dari hasil pengujian *J-ring* didapat tinggi beton segar pada kadar abu sekam padi 20% sebesar 20 mm, pada kadar abu sekam padi kadar 40% sebesar 40 mm dan kadar abu sekam padi 60% sebesar 45 mm. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4. Semakin banyak kadar abu sekam yang digunakan, tinggi beton segar SCC juga mengalami peningkatan. Tinggi beton meningkat karena beton segar sulit untuk melewati tulangan dan tertahan pada alat *J-ring*. Dari hasil pengujian beton segar SCC tidak ada beton segar dari variasi abu sekam padi yang memenuhi persyaratan EFNARC 2002, karena memiliki tinggi beton segar dibawah atau sama dengan 10 mm.

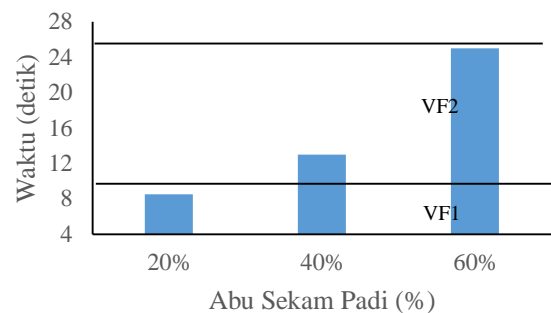


Gambar 4. Hasil pengujian J-ring

Pengujian V-funnel

Berdasarkan pengujian *V-funnel* didapat waktu yang diperlukan beton segar SCC untuk keluar secara sempurna tanpa mengalami segregasi pada kadar abu sekam padi 20% sebesar 8,5 detik, pada kadar abu sekam padi

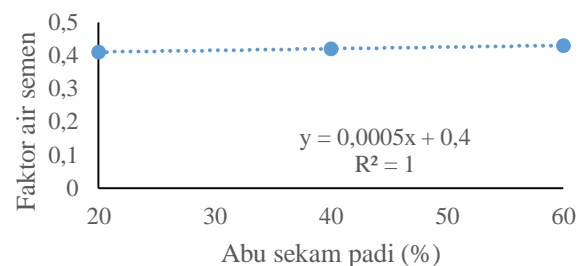
40% sebesar 13 detik, pada kadar abu sekam padi 60% sebesar 25 detik. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 5. Pengujian *V-funnel* bertujuan untuk mengetahui tingkat kekentalan pada beton segar. Dengan bertambahnya abu sekam padi yang digunakan maka semakin lama beton segar keluar dari alat, hal tersebut kemungkinan terjadi karena metode pencampuran beton kurang sempurna, pengaruh abu sekam padi dan beton segar mengalami sedikit pemisahan agregat (segregasi). Berdasarkan hasil pengujian yang didapat beton segar masuk dalam kategori VF2 dengan nilai antara 9-25 detik.



Gambar 5. Hasil pengujian V-funnel

Faktor air semen (FAS)

Semakin banyak kadar abu sekam padi yang digunakan maka penggunaan air juga semakin banyak, karena abu sekam padi banyak menyerap kebutuhan air. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Hubungan antara faktor air semen dengan kadar abu sekam padi

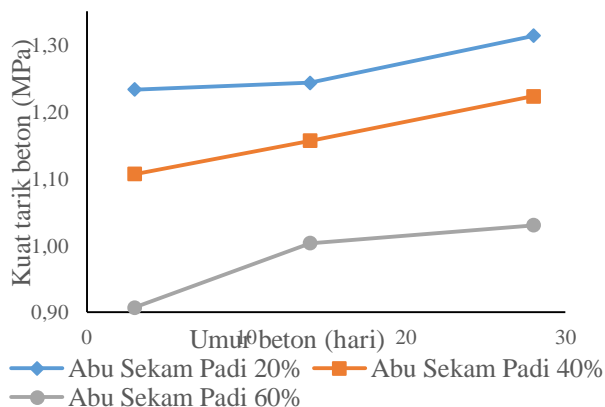
Hasil pengujian kuat tarik

Berdasarkan gambar 7 terlihat bahwa kuat tarik beton mengalami kenaikan bersamaan dengan bertambahnya umur. Kuat Tarik beton mengalami kenaikan yang signifikan dari umur beton mengalami kenaikan yang signifikan dari umur 3 hari menuju umur 7 hari, tetapi pada

umur 7 hari menuju 28 hari kuat tarik beton mengalami kenaikan yang relatif sedikit. Hal tersebut bisa terjadi karena reaksi dari semen dan agregat telah terikat secara sempurna. Kuat tarik beton tertinggi pada umur 3 hari dimiliki oleh campuran beton dengan bahan tambah abu sekam padi 20% yaitu sebesar 1,23 MPa dan kuat tarik terendah pada beton dengan bahan tambah abu sekam padi 60% yaitu sebesar 0,91 MPa. Pada umur 7 hari kuat tarik tertinggi dimiliki oleh beton dengan bahan tambah abu sekam padi 20% yaitu sebesar 1,24 MPa, sedangkan kuat tarik terendah dimiliki oleh beton dengan bahan tambah abu sekam padi 60% yaitu sebesar 1,00 MPa. Kuat tarik beton tertinggi pada umur 28 hari yaitu 1,31 MPa dengan bahan tambah abu sekam padi 20% dan kuat tarik terendah dengan bahan tambah abu sekam padi 60% yaitu sebesar 1,03 MPa. Hasil pengujian kuat tarik beton dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian kuat tarik

Kode	Umur beton		
	3 Hari	7 Hari	28 Hari
SCC 20%	1,23 MPa	1,24 MPa	1,31 MPa
SCC 40%	1,11 MPa	1,16 MPa	1,23 MPa
SCC 60%	0,91 MPa	1,00 MPa	1,03 MPa

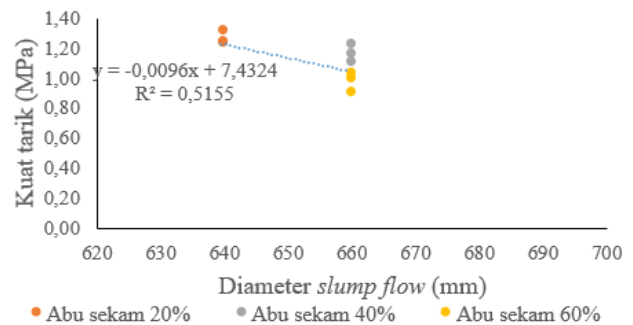


Gambar 7. Hubungan umur beton dengan kuat tarik

Hubungan *slump flow* dan kuat tarik beton

Kuat tarik beton pada umumnya akan mengalami peningkatan apabila nilai *slump flow* nya semakin kecil, tetapi jika nilai *slump flow* terlalu tinggi maka akan rentan terhadap pemisahan agregat (*segregasi*) karena beton segar tersebut terlalu cair serta nilai *slump flow* yang ideal menurut EFNARC 2005 berkisar

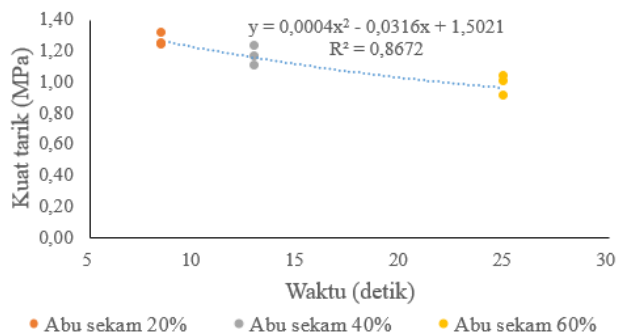
antara 660 sampai 750 mm dan masuk pada kategori SF2. Berdasarkan hasil pengujian *slump flow* dengan bahan tambah abu sekam padi sebagai pengganti sebagian agregat halus sebesar 40% dan 60% didapat semakin kecil nilai *slump flow* maka tarik beton mengalami peningkatan, namun pada tambahan abu sekam padi 20% nilai *slump flow* didapat lebih tinggi dan nilai kuat tarik beton juga lebih tinggi. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Hubungan antara kuat tarik dan nilai *slump flow*

Hubungan *V-funnel* dengan kuat tarik beton

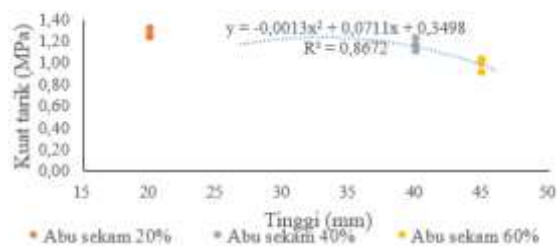
Kuat tarik beton pada umumnya mengalami penurunan bersamaan dengan banyaknya waktu yang dicapai pada pengujian *v-funnel*. Berdasarkan hasil pengujian didapat kuat tarik mengalami penurunan bersamaan dengan banyaknya waktu yang dicapai beton segar untuk keluar dari alat *V-funnel* pada penggunaan kadar abu sekam padi sebesar 20%, 40% dan 60%, dan waktu paling lama yang dibutuhkan beton segar untuk keluar dari alat *v-funnel* yaitu pada kadar abu sekam padi 60%. Pada pengujian dengan kadar abu sekam padi sebanyak 60% kemungkinan mengalami sedikit *segregasi* dan pengaruh abu sekam padi yang relatif banyak sehingga waktu yang dibutuhkan relatif lama dan kuat tekan lebih rendah. Hasil pengujian hubungan antara *v-funnel* dan kuat tekan beton dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Hubungan antara kuat tarik dan nilai *V-funnel*

Hubungan *J-ring* dengan kuat tarik beton

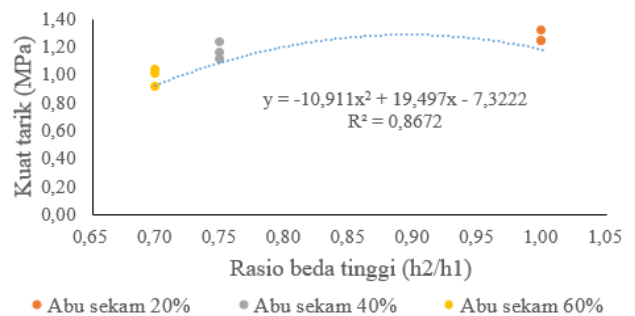
Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan kuat tarik mengalami penurunan bersamaan dengan semakin tinggi hasil pengujian *j-ring*. Hal tersebut terjadi kemungkinan karena pencampuran material yang kurang sempurna dan pengaruh abu sekam padi yang relatif banyak. Nilai pengujian *j-ring* paling tinggi didapat pada bahan tambah abu sekam padi sebesar 20% dan paling kecil pada kadar abu sekam padi 60%. Hasil pengujian hubungan antara *j-ring* dan kuat tarik beton dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Hubungan antara kuat tarik dengan *J-ring*

Hubungan pengujian *L-box* dengan kuat tarik beton

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapat bahwa pada penggunaan abu sekam padi 0% dan 20% nilai *L-box* dan kuat tarik lebih tinggi dibanding penggunaan abu sekam padi 40% dan 60%. Pada penggunaan abu sekam padi dengan kadar 40% dan 60% nilai pengujian *L-box* semakin rendah bersamaan dengan kuat tariknya dan tidak masuk pada syarat SCC. Hal tersebut terjadi kemungkinan karena metode pelaksanaan campuran beton yang kurang sempurna dan beton masih kental, bisa juga karena pengaruh abu sekam padi yang banyak. Hasil penelitian hubungan antara pengujian *L-box* dan kuat tarik beton dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Hubungan antara kuat tarik dan pengujian *L-Box*

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Kuat tarik beton semakin rendah bersamaan dengan banyaknya kadar abu sekam padi yang digunakan dan kuat tarik beton semakin tinggi bersamaan dengan bertambahnya umur beton. Pada umur 3 hari menuju 7 hari laju kenaikan kuat tarik beton dengan tambahan abu sekam padi lebih cepat dibandingkan dengan umur 28 hari.
2. Semakin banyak kadar abu sekam padi yang digunakan maka akan mempengaruhi kemampuan mengalir pada beton segar atau yang biasa disebut *flowability*. Hasil dengan kadar abu sekam padi 40% dan 60% masuk dalam kategori SF2, sedangkan dengan kadar abu sekam padi 20% masuk dalam kategori SF1 berdasarkan *EFNARC 2005*.
3. Penggunaan *silica fume 5%* dan *sika viscocrete-1003 1%* dari berat semen menghasilkan beton yang memiliki kuat tarik yang baik. Kuat tarik tertinggi dimiliki oleh beton dengan kadar abu sekam padi sebesar 20% dengan kuat tarik rata-rata sebesar 1,31 MPa pada umur 28 hari. Sedangkan kuat tarik terendah dimiliki oleh beton dengan kadar abu sekam padi 60% dengan kuat tarik rata-rata sebesar 0,91 MPa pada umur 3 hari.

5. Daftar Pustaka

- Andriawan, V. R., Kristiawan, S. A., & Sunarmasto., 2014, Pengaruh Volume Agregat Halus Terhadap Sifat Segar dan Kuat Pada *High Volume Fly Ash Concrete (HVFAC)*. *Matriks Teknik Sipil*, 2(3), 304-312.

- Erniati, 2016, Karakteristik Self Compacting Concrete (SCC) tanpa Curing. *Jurnal Ilmiah. Techno Entrepreneur Acta*, 1(2), 143-147.
- European Federation of National Trade Associations Representing Producers and Applicators of Specialist Building Products (EFNARC)*, 2005, *The European for Guidelines for Self- Compacting Concrete Specification Production and Use*, Hampshire, UK.
- Insiyroh, F. R. N., Budi, A. S., & Sangadji, S., 2018, Pengaruh Ukuran Spesimen Terhadap Hubungan Tegangan dan Regangan Pada Beton High Volume Fly Ash Self Compacting Concrete. *e-jurnal Matriks Teknik Sipil*, 6(1), 56-62.
- Nuklirullah, M., 2017, Pengaruh Penambahan Serat Goni Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton. *Jurnal Civronlit Universitas Batanghari*. 2(2), 34-39.
- Patrisia, Y., 2104, Self Compacting Concrete Dengan Memanfaatkan Fly Ash dan Abu Batu Sebagai Material Pengisi (Filler). *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Balanga*, 2(1), 70-80.
- Rommel, E., Rusdianto, Y., dan Kurniati, A., 2014, Pengaruh Penggunaan Serat High Density Polyethylene (HDPE) Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tarik Beton. *Media Teknik Sipil*, 2(1), 30-37.
- Sabrina, N. A., Wibowo, & Supardi., 2017, Kajian Penggunaan Variasi Penambahan Bahan Retarder Terhadap Parameter Beton Memadat Mandiri Dengan Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi. *e-Jurnal Teknologi*, 5(4), 1341-1348.
- Safarizki, A. H., 2017, Pengaruh Bahan Tambah Serbuk Bata dan Serat Fiber Pada Self Compacting Concrete (SCC). *Jurnal Ilmiah Teknologi Sains*, 3(2), 68-71.
- Setyawan, D., Saleh, F. & Prayuda, H., 2016, Pengaruh Variasi Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Flowability dan Kuat Tekan Self Compacting Concrete. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 12(2), 40-49.
- Soebandono, B., Pujianto, A., dan Kurniawan, D. (2013). Perilaku Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Campuran Limbah Plastik HDPE. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, Vol. 16 No. 1, 76-82.
- Tata, A., Sultan, M. A., & Sumartini., 2016, Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Sebagai Campuran Bahan Baku Beton Terhadap Sifat Mekanis Beton. *Jurnal Sipil Sains*, 6(11), 23-30.
- Winata, W. S., Christianto, F. J., Antoni, & Hardjanto, D., 2015, Pengaruh Penggunaan Superplasticizier Terhadap Rheology Pasta dan Mortar Dengan Cementitious Materials. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 4(1), 1-8.

