

Fresh Properties dan Kuat Tarik Belah Self-Fiber Compacting Concrete (SFCC) dengan Bahan Tambah Zeolite dan Serat Nylon

Fresh Properties and Split Tensile Strength of Self-Fiber Compacting Concrete (SFCC) with Zeolite and Nylon Fiber Added Materials

Anisha Anggraini, Fadillawaty Saleh

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. *Self-Fiber Compacting Concrete (SFCC)* merupakan beton berserat yang memiliki tingkat kecairan yang tinggi dibandingkan dengan beton normal, sehingga beton SFCC tidak membutuhkan *vibrator* atau alat pemadat lainnya saat pengecoran. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui *fresh properties* beton segar dan kuat tarik belah *self-fiber compacting concrete* dengan penambahan *zeolite* dan serat *nylon*. Presentase variasi *zeolite* yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, dan 15% serta serat *nylon* 1% dengan panjang 50 mm. Penambahan *admixture superplasticizer Sikament LN* diberikan pada campuran beton sebanyak 1,5% dari berat semen dan *zeolite*. Pemeriksaan *fresh properties* beton dilakukan untuk mengetahui karakteristik beton segar yang mengacu pada *European Federation of National Trade Associations Representing Producers and Applicators of Specialist Building Products (EFNARC)*. Pemeriksaan yang dilakukan pada penelitian ini adalah *slump flow*, *L-box*, *V-funnel*, dan meja sebar T50. Hasil pemeriksaan *fresh properties* telah memenuhi acuan dalam EFNARC (2002). Pengujian kuat tarik belah dilakukan pada umur beton 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Hasil pengujian kuat tarik belah tertinggi dimiliki campuran beton dengan variasi *zeolite* 5%, serat *nylon* 1% panjang 50 mm, dan *Sikment LN* 1,5% pada umur beton 28 hari yaitu 3,20 MPa.

Kata-kata kunci : *Self-fiber compacting concrete, fresh properties, kuat tarik belah beton, zeolite, dan serat nylon*

Abstract. *Self-Fiber Compacting Concrete (SFCC)* is fibrous concrete with a high level of liquidity compared to normal concrete. The use, SFCC does not need vibrator or other compactor machines during casting process. The objective of this research is to identify the fresh properties of fresh concrete and the split tensile strength of self-fiber compacting concrete with zeolite and nylon fiber added materials. The zeolite percentage variation used in the research were 0%, 5%, 10%, and 15% whilst for the nylon fiber was 1% with 50 mm in length. Admixture superplasticizer Sikament LN was added to the concrete mixture with the percentage of 1,5% of the cement and zeolite weight. An inspection on fresh properties concrete aiming at identifying the characteristics of fresh concrete was done in accordance to European Federation of National Trade Associations Representing Producers and Applicators of Specialist Building Products (EFNARC). The inspections conducted in the research were slump flow, L-box, V-funnel, and spread table of T50. The result indicated that the inspection on fresh properties had been in accordance with EFNARC (2002). The split tensile strength test was done when the concrete aged 7 days, 14 days, and 28 days. The highest result on the split tensile strength test was taken from the 5% zeolite variation, 1% nylon fiber with 50 mm length, and 1,5% Sikment LN at the concrete age of 28 days amounting at 3,20 Mpa.

Keywords: self-fiber compacting concrete, fresh properties, split tensile strength test, zeolite, and nylon fiber.

1. Pendahuluan

Penggunaan beton yang semakin mudah membuat hampir semua pembangunan menggunakan beton. Bahan campuran pembuat beton adalah agregat halus, agregat kasar, semen, air dan apabila diperlukan maka ditambahkan bahan tambah (*admixture*).

Penggunaan *vibrator* maupun *compactor* sangat diperlukan dalam pekerjaan pengecoran di lapangan. Akan tetapi keadaan di lapangan ada lokasi yang tidak bisa menggunakan *vibrator* maupun *compactor* pada pengecoran. Sehingga diperlukan beton yang mampu

memadat sendiri tanpa membutuhkan bantuan *vibrator* atau alat pemadat lainnya yaitu beton *self-fiber compacting concrete*.

Tang dkk. (2016) melakukan penelitian untuk menguji sifat campuran beton *self-compacting concrete* dengan menggunakan agregat kasar daur ulang. Jaya, E, J., dkk. (2017) melakukan penelitian untuk mengoptimalkan kinerja campuran beton *self-compacting concrete* dengan menggunakan campuran serbuk gelas, *silica fume*, *polycarboxylate ether*, dan agregat kasar. Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan dan pemeriksaan *fresh properties*. Al-Bawi dkk. (2017) melakukan penelitian untuk mengetahui kekuatan dan kegagalan penggunaan agregat yang berasal dari limbah kaca pada campuran *self-compacting concrete*, *silica fume* ditambahkan pada campuran beton sebanyak 20% dari total berat semen. Vaiciukyniene dkk. (2015) melakukan penelitian dengan menggunakan dua jenis *zeolite* sebagai bahan tambah pada pasta yang dimaksudkan untuk mengurangi penggunaan semen portland. Khan dan Sharma (2015) melakukan penelitian dengan menguji ketahanan beton *self-compacting concrete* dengan menggunakan campuran *fly ash*, *serbuk kapur*, metakaolin dan dengan *superplasticizer*. Gulbandilar dan Kocak (2017) memprediksi kuat tarik beto dengan menggnkan bahan tambah *zeolite* dan tanah diatom yang dimodelkan dengan menggunakan ANN.

Shafigh dan Yahaghi (2016) melakukan penelitian untuk mengetahui efek dosis *superplasticizer* (SP) pada campuran beton ringan dengan menggunakan cangkang kelapa sawit sebagai agregat ringan yang dipakai. Mbugua dkk. (2016) melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh *gum Arabic karro* (GAK) sebagai bahan tambah untuk mengurangi air. Lee (2019) melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan serat *nylon* pada campuran beton dan membandingkan beton dengan menggunakan agregat kasar yang berasal dari daur ulang dan agregat kasar yang berasal dari bati yang dipecahkan. Singh dkk. (2014) melakukan penelitian untuk mengetahui kekuatan beton, kuat tarik dan permeabilitas air pada campuran beton yang mengandung serat baja. Familia

(2018) melakukan penelitian kuat tarik belah beton SCC dengan bahan tambah kaolin dan serat *polypropylene*.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui *fresh properties* dan kuat tarik belah beton *self-fiber compacting concrete* dengan menggunakan bahan tambah *zeolite* dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% serta penambahan serat *nylon* dengan panjang 50 mm sebanyak 1% dari berat semen dan *zeolite*. Selain itu juga untuk mengetahui perkembangan nilai kuat tarik belah dengan penambahan umur beton.

2. Metode Penelitian

Bahan

Agregat halus (pasir)

Agregat halus (pasir) yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Kali Progo. Sifat-sifat mekanik agregat halus (pasir) yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Sifat mekanik agregat halus (pasir)

No	Pengujian	Satuan	Nilai
1	Gradasi	-	Memenuhi standar ASTM
2	Kadar lumpur	%	4,00
3	Kadar air	%	1,97
4	Berat jenis	-	2,67
5	Penyerapan air	%	2,81
6	Berat satuan	gr/cm ³	1,72

Agregat kasar (kerikil)

Agregat kasar (kerikil) yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Clereng, Kulon Progo dengan maksimal ukuran butiran 19 mm. Sifat-sifat mekanik agregat kasar yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Sifat mekanik agregat kasar (kerikil)

No	Pengujian	Satuan	Nilai
1	Keausan agregat	%	33
2	Kadar lumpur	%	4,91
3	Kadar air	%	3,71
4	Berat jenis	-	2,58
5	Penyerapan air	%	2,82
6	Berat satuan	gr/cm ³	1,53

Semen

Semen yang digunakan pada penelitian ini adalah *holcim powermax* yang berasal dari PT Holcim Indonesia Tbk.

Air

Air yang digunakan pada penelitian ini merupakan air yang berasal dari laboratorium struktur UMY.

Zeolite

Zeolite digunakan sebagai bahan tambah campuran beton pada penelitian ini. *Zeolite* merupakan salah satu jenis pozzolan. *Zeolite* yang digunakan pada penelitian kali ini berasal dari Jawa Tengah.

Superplasticizer

Superplasticizer (SP) merupakan bahan tambah (*admixture*) yang digunakan untuk mengurangi penggunaan air. *Superplasticizer* yang digunakan pada penelitian ini adalah *Sikament LN* yang berasal dari PT Sika Indonesia Tbk.

Serat

Serat digunakan untuk menambah kekuatan dari beton yang telah mengeras. Serat yang digunakan adalah serat *nylon* merupakan benang tukang dan kasar yang dipotong 50 mm, penggunaan serat *nylon* sebanyak 1% dari berat semen dan *zeolite*.

Alat

Alat uji *fresh properties*

Alat uji *fresh properties* yang digunakan untuk pemeriksaan *flowability* beton dengan pengujian *slump flow* dan meja sebar T50, pemeriksaan *passing ability* beton dengan pengujian *l-box*, dan pemeriksaan *filling ability* dengan pengujian *v-funnel*.

Concrete mixer

Concrete mixer digunakan untuk mencampurkan bahan-bahan pembuatan campuran beton.

Cetakan beton

Cetakan beton yang digunakan adalah silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm.

Mesin uji tarik belah

Mesin yang digunakan untuk pengujian kuat tarik belah beton dengan mesin yang digunakan untuk uji tekan yaitu *Compression Tester Machine* dengan kapasitas 4000 kN.

Prosedur Pengujian

Pengujian sifat fisik dan mekanik agregat

Pemeriksaan fisik dan mekanik material perlu dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari material yang digunakan dalam campuran beton.

Mix design

Mix design yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada penelitian Aggarwal dkk. (2008) yang telah dikembangkan. Tabel 3 menunjukkan *mix design* yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 3 *Mix design* untuk 1 m³

Bahan (kg/m ³)	Kadar <i>zeolite</i>			
	0%	5%	10%	15%
Semen	485	460,75	436,5	412,25
Pasir	600	600	600	600
Kerikil	561	561	561	561
Air	135	135	135	135
<i>Zeolite</i>	-	24,25	48,5	72,75
Serat <i>nylon</i>	-	4,85	4,85	4,85
<i>Superplasticizer</i>	7,28	7,28	7,28	7,28

Pengujian *fresh properties* beton

Pengujian *fresh properties* campuran beton segar dilakukan untuk mengetahui karakteristik beton *self-fiber compacting concrete*. Pemeriksaan yang dilakukan pada penelitian ini adalah *slump flow*, *v-funnel*, *l-box*, dan meja sebar T50. Pengujian mengacu pada EFNARC (2002). Tabel 4 menunjukkan kriteria pemeriksaan *fresh properties* menurut EFNARC (2002)

Tabel 4 Kriteria *fresh properties* menurut EFNARC (2002)

Pemeriksaan	Kisaran
<i>Slump flow</i>	650 mm – 800 mm
<i>V-funnel</i>	6 – 12 detik
<i>L-box</i>	≥ 0,8
T50 cm	2 – 5 detik

Pengujian kuat tarik belah

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur beton 7, 14, dan 28 hari. Gambar 1 menunjukkan pengujian kuat tarik belah beton, dimana benda uji di pasang memanjang dan diberi plat baja dibagian bawah dan atas benda uji. Pemberian plat dimaksudkan untuk mendistribusikan beban tekan ke seluruh bagian selimut beton.

Menurut BSN (2002) kuat tarik belah ditentukan berdasarkan kuat tekan-belah silinder beton yang ditekan pada sisi panjangnya. Sehingga menyebabkan keruntuhan tarik.



Gambar 1 Peletakan benda uji pada mesin pengujian

Analisis data

Hasil dari pembebanan untuk mendapatkan nilai kuat tarik belah beton, maka perlu dihitung dengan persamaan 1 sebagai berikut ini.

$$F_{ct} = \frac{2P}{\pi LD} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

F_{ct} = kuat tarik belah (MPa)

P = beban maksimum (N)

L = panjang benda uji (mm), dan

D = Diameter (mm).

3. Hasil dan Pembahasan

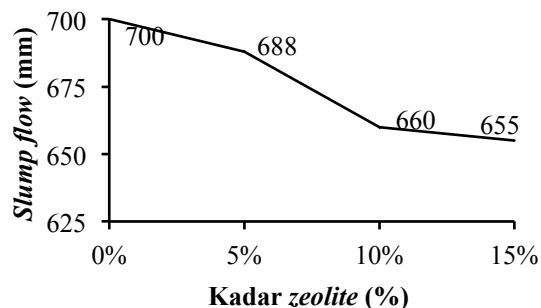
Pengujian fresh properties beton

Pengujian *fresh properties* dilakukan untuk setiap variasi *zeolite* yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15%. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil *fresh properties* dengan bahan tambah *zeolite*

Variasi	Slump flow (mm)	V-funnel (detik)	L-box H2/H1	T50 (detik)
0%	700	4,48	0,97	2,53
5%	688	8,27	0,9	4,57
10%	660	10,12	0,88	4,8
15%	655	10,28	0,82	4,95

Gambar 2 menunjukkan hasil pengujian *slump flow* beton SFCC dengan menggunakan variasi *zeolite* 0%, 5%, 10%, dan 15%. Hasil pengujian menunjukkan semakin tinggi kadar *zeolite* maka kemampuan beton untuk menyebar semakin berkurang, karena campuran beton akan semakin kental. Hasil pengujian memenuhi kriteria yang ditetapkan EFNARC (2002)



Gambar 2 Hubungan *slump flow* dan kadar *zeolite*

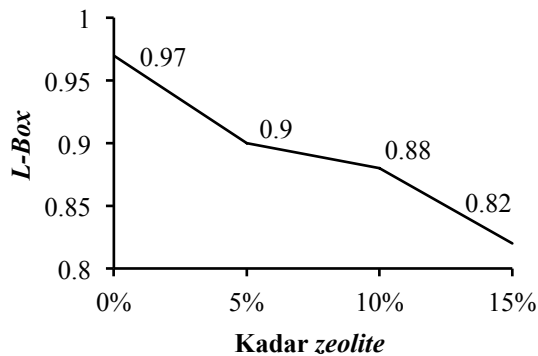
Gambar 3 menunjukkan hasil pengujian *v-funnel* dengan variasi *zeolite* 0%, 5%, 10%, dan 15%. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan semakin tinggi kadar *zeolite* yang ditambahkan maka campuran beton segar semakin kental, ini dilihat campuran beton memerlukan waktu lebih lama untuk mengalir. Hasil pengujian memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh EFNARC (2002), kecuali pada variasi *zeolite* 0%.



Gambar 3 Hubungan hasil uji *v-funnel* dan kadar *zeolite*

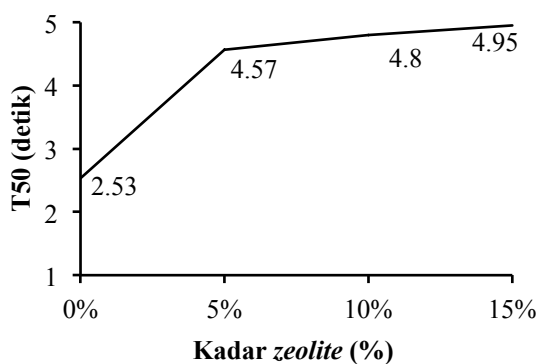
Gambar 4 menunjukkan hasil pengujian *l-box* (h2/h1) dengan variasi *zeolite* 0%, 5%, 10%, dan 15%. Berdasarkan pengujian semakin tinggi kadar *zeolite* yang

digunakan maka kemampuan beton mengisi ruang semakin rendah, ini dikarenakan campuran beton akan semakin kental. Hasil pengujian memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh EFNARC (2002).



Gambar 4 Hubungan hasil uji *l-box* dan kadar *zeolite*

Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian meja sebar T50, diketahui variasi *zeolite* yang digunakan adalah 0%, 5%, 10%, dan 15%. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar *zeolite* yang digunakan, maka kemampuan campuran beton untuk mencapai diameter 50 cm akan semakin lama, ini dikarenakan campuran beton yang semakin kental. Hasil pengujian memenuhi kriteria yang ditetapkan oleh EFNARC (2002)



Gambar 5 Hubungan hasil uji T50 dan kadar *zeolite*

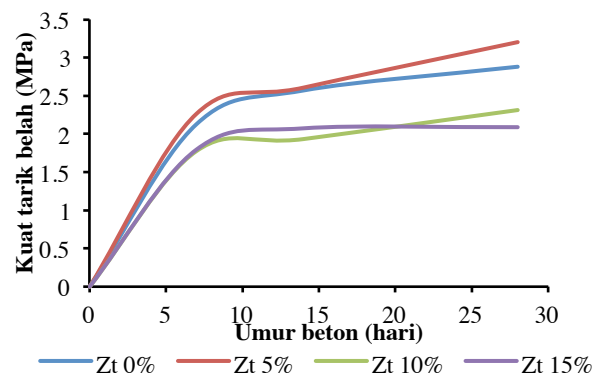
Pengujian kuat tarik belah beton

Pengujian dilakukan pada umur beton 7, 14, dan 28 hari dengan benda uji silinder ukuran 15 x 30 cm, hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil pengujian kuat tarik belah SFCC

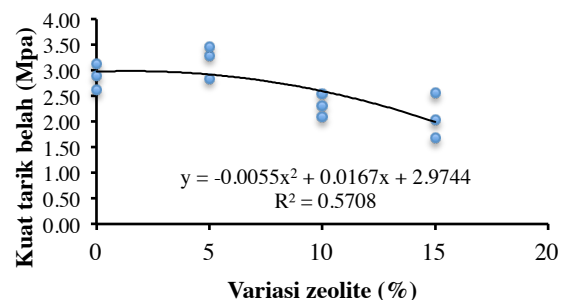
Kode	Kuat tarik belah (MPa)		
	7 hari	14 hari	28 hari
TB0%Zt	2,13	2,57	2,88
TB5%Zt	2,26	2,61	3,20
TB10%Zt	1,78	1,93	2,31
TB15Zt	1,80	2,07	2,09

Gambar 6 menunjukkan kuat tarik belah meningkat dengan bertambahnya umur beton. Nilai kuat tarik belah tertinggi ditunjukkan pada campuran beton dengan variasi *zeolite* 5%.



Gambar 6 Hubungan kuat tekan belah dan umur beton

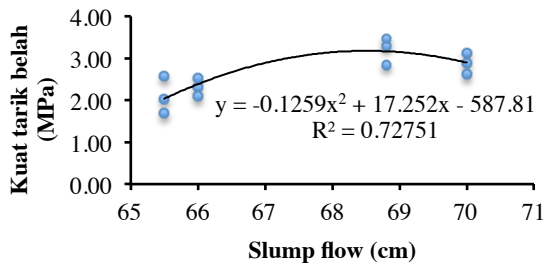
Gambar 7 menunjukkan hubungan kuat tarik belah beton dan variasi *zeolite* dengan persamaan $y = -0,0055x^2 + 0,0167x + 2,9744$, berdasarkan persamaan tersebut diperoleh nilai kuat tarik belah optimum dihasilkan pada variasi *zeolite* 2% dengan nilai kuat tarik belah 2,99 MPa. Berdasarkan hasil tersebut maka penggunaan kadar *zeolite* yang berlebih maka kuat tarik belah beton akan semakin lemah.



Gambar 7 Hubungan kuat tarik belah dan variasi *zeolite*

Gambar 8 menunjukkan hubungan kuat tarik belah dan hasil uji *slump flow*. Berdasarkan persamaan $y = -0,1259x^2 + 17,$

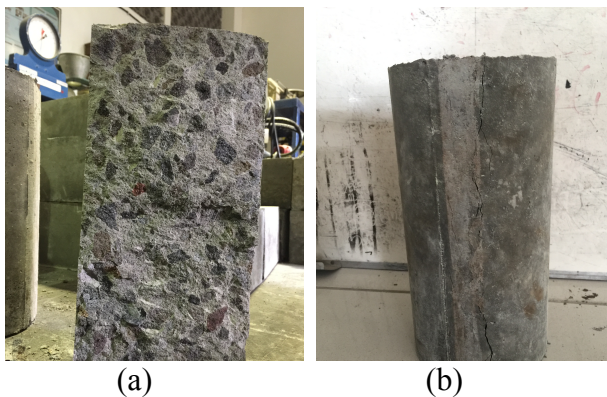
252x – 587,81 diperoleh nilai kuat tarik belah optimum dapat dicapai dengan nilai *slump flow* 68,5 cm dengan kuat tarik belah sebesar 3,20 MPa. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kuat tarik belah akan meningkat hingga nilai *slump flow* mencapai 68,5 cm, kemudian setelah *slump flow* meningkat maka kuat tarik belah akan menurun.



Gambar 8 Hubungan kuat tarik belah dan *slump flow*

Kondisi fisik benda uji setelah diuji tarik belah

Kondisi benda uji normal yang dalam campuran beton tidak ditambahkan *zeolite* dan serat *nylon* setelah diuji kuat tarik belah terbagi menjadi dua, ini dikarenakan tidak ada bahan yang mampu menahan beton saat diuji tarik dan ditunjukkan pada Gambar 9(a). Gambar 9(b) menunjukkan kondisi benda uji dengan bahan tambah variasi *zeolite* dan serat *nylon*, setelah diuji kuat tarik belah benda uji hanya mengalami keretakan pada selimut beton, ini dikarenakan serat *nylon* yang digunakan pada campuran beton mampu menahan saat diuji tarik.



Gambar 9 (a) Benda uji normal (b) Benda uji dengan tambah *zeolite* dan serat *nylon*

Pengaruh umur beton terhadap kuat tarik belah

Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa umur beton mempengaruhi kuat tarik belah, semakin lama umur beton maka nilai kuat tarik belah akan semakin meningkat.

Pengaruh variasi *zeolite* dan serat *nylon*

Penambahan *zeolite* dan serat *nylon* pada campuran beton dapat meningkatkan nilai kuat tarik belah, hal ini disebabkan ukuran *zeolite* yang lebih kecil dari semen sehingga dapat mengisi rongga-rongga, selain itu sifat *zeolite* sebagai *pozzolan* yang mana apabila dicampurkan dengan air akan memiliki reaksi kimia yang sama dengan semen. Serat *nylon* ditambahkan untuk menambah daktilitas yang memungkinkan beton untuk menahan gaya tarik. Namun, penggunaan kadar *zeolite* yang tinggi dapat mengurangi kuat tarik belah beton, ini dikarenakan sifat *zeolite* yang menyerap air sehingga kandungan air dalam beton berkurang.

Pengaruh nilai *slump flow* terhadap kuat tarik belah beton

Berdasarkan hasil pengujian *fresh properties* beton normal menunjukkan nilai *slump flow* yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton yang ditambah *zeolite* dan serat *nylon*. Penambahan kadar *zeolite* yang semakin tinggi mampu mengurangi nilai *slump flow*, ini dikarenakan campuran beton *self-fiber compacting concrete* akan semakin mengental apabila diberi penambahan *zeolite*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah diuraikan pada bab sebelumnya mengenai *self-fiber compacting concrete* dengan menggunakan bahan tambah *zeolite* variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% serta menggunakan serat *nylon* 1% dan *superplasticizer* 1,5% dapat disimpulkan sebagai berikut ini.

1. Hasil pengujian kuat tarik belah beton *self-fiber compacting concrete* dengan bahan tambah variasi *zeolite* 0%, 5%, 10%, dan 15% serta serat *nylon* 1% tertinggi yaitu variasi *zeolite* 5% pada umur beton 28 hari yaitu 3,20 MPa.
2. Hasil pengujian *fresh properties* dengan *mix design* yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh *European Federation Of National Trade*

Associations Representing Producers and Applicators of Specialist Building Products (EFNARC).

3. Berdasarkan hasil pengujian semakin umur beton bertambah untuk masing-masing variasi mengalami peningkatan kuat tarik belah beton.

5. Daftar Pustaka

- Aggarwal, P., Siddique, R., Aggarwal, Y., dan M Gupta, S. 2008. Self-Compacting Concrete Procedure for Mix Design. *Leonardo Electronic Journal of Practices and technologies*, 12, 15-24.
- Al-Bawi, R. K., Kadhim, I. T., dan Al-Kerttani, O. 2017. Strengths and Failure Characteristics of Self-Compacting Concrete Containing Recycled Waste Glass Aggregate. *Advances in Materials Science and Engineering*, vol. 2017, 1-12.
- BSN. 2002. *SNI 03- 2491- 2002 Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- European Federation of National Trade Associations Representing Producers and Applicator of Specialist Building Products (EFNARC), Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete*. (Februari 2002). U. K: Hampshire.
- Familia, A. R. 2018. *Kuat Tarik Belah Beton Self Compacting Concrete dengan Bahan Tambah Kaolin dan Variasi Serat Polypropylene*. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Gulbandilar, E., dan Kocak, Y. 2017. Prediction of Splitting Tensile Strength of Concrete Containing Zeolite and Diatomite by ANN. *International Journal of Economic and Environmental Geology*, 8(1), 32-40.
- Jaya, E. J., A, Y. R., dan Triwulan. 2016. Optimizing High Performance Self Compacting Concrete. In *MATEC Web of Conferences*, 97, 1-7.
- Khan, R. A., dan Sharma, A. 2015. Durability Properties of Self Compacting Concrete Containing Fly Ash, Lime Powder and metakaolin. *Journal Of Materials and Engineering Structures (JMES)*, 2(4) , 206-212.
- Lee, S. 2019. Effect of Nylon Fiber Addition on the Performance of Recycled Agregate Concrete. *Applied Sciences*, 9(4), 767.
- Mbugua, R., Salim, R., dan Ndambuki, J. 2016. Effect of Gum Arabic karoo as a Water-Reducing Admixture in Cement Mortar. *Case Studies in Contruction Materials*, 5, 100-111.
- Shafigh, P., dan Yahaghi, J. 2016. The Importance of Superplastizer Dosage in the Mix Design of Lightweight Agregate Concrete Reinforced with Plypropylene Fiber. In *MATEC Web of Conferences*, 66, 1-4.
- Singh, M. P., Singh, S. P., dan Singh, A. P. 2014. Effect of Fibre Hybridization on Compressive Strength, Split Tensile Strength and Water Permeability of SFRC. *Journal of Materials and engineering Structures (JMES)*, 1(2), 110-117.
- Tang, W.C., Ryan, P. C., Cui, H. Z., dan Liao, W. 2016. Properties of Self-Compacting Concrete with Recycled Coarse Aggregate. *Advances in Materials Science and Engineering*, vol. 2016, 1-11.
- Vaiciukyniene, D., Vaitkevicius, V., Kantautas, A., Kartovickis, A., dan Rudzionis, Z. 2015. Blended Cements Produced with Synthetic Zeolite from Industrial By-Product. *Materials Sciences*, 21(1), 136-142.