

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

Fresh Properties Analysis and Compressive Strength of Self-Fiber Compacting Concrete (SFCC) With Silica Fume and Nylon Fiber

Shindo Sutopo, Fadillawaty Saleh

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Beton adalah salah satu bahan konstruksi yang umum digunakan pada infrastruktur. Perkembangan infrastruktur perlu didukung dengan teknologi terbarukan seperti *self-compacting concrete*. *Self-compacting concrete* merupakan beton inovatif yang sudah banyak digunakan dilapangan dengan kelebihan mampu mempersingkat waktu pekerjaan, meminimalisir rongga pada beton, mengisi ruang pada celah sempit, dan memadat sendiri. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *fresh properties* dan kuat tekan *self-fiber compacting concrete* dengan bahan tambah *zeolite* dan serat *nylon*. *Zeolite* sebagai pengganti semen digunakan dengan kadar 0%, 5%, 10%, dan 15% serta serat *nylon* 1% dari berat semen, ditambahkan dengan tujuan untuk meningkatkan kuat tekan dari *self-fiber compacting concrete*. Adapun *superplasticizer* jenis sikament LN dengan kadar 1,5% digunakan untuk meningkatkan *workability*. Penambahan *zeolite* dan serat *nylon* terhadap pengujian sifat beton segar telah memenuhi standar yang ditetapkan EFNARC (2005). Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur beton 7, 14, dan 28 hari menggunakan benda uji silinder dengan dimensi 15 cm x 30 cm. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan hasil kuat tekan optimum pada penambahan *zeolite* 5% dan serat *nylon* 1% pada umur 28 hari, yaitu sebesar 34,4 MPa. Penambahan *zeolite* 5% dan serat *nylon* 1% pada umur 7, 14, dan 28 hari berturut-turut mengalami kenaikan sebesar 14%, 13%, dan 4% dari beton normal. Sedangkan pada penambahan *zeolite* 10% dan 15% mengalami penurunan kuat tekan jika dibandingkan dengan beton normal.

Kata-kata kunci: *self-fiber compacting concrete*, *zeolite*, serat *nylon*, sikament LN, dan kuat tekan

Abstract. Concrete is one of the commonly used construction materials in infrastructure. Infrastructure development needs to be supported by renewable technology such as *self-compacting concrete*. *Self-compacting concrete* is renewable technology concrete that is already widely used in the field with the advantages of being able to shorten the time of work, minimize the cavity in concrete, fill the space on the narrow gaps, and *self-compacting*. The purpose of this research is to analyze the *fresh properties* and *compressive strength* for *self-fiber compacting concrete* with *zeolite* and *nylon fiber* added. *Zeolite* as a replacement for cement used with contents of 0%, 5%, 10%, and 15% also *nylon fiber* 1% of the weight cement is added, with the aim to increase the *compressive strength* from *self-fiber compacting concrete*. As for the sikament LN is type *superplasticizer* with the content of 1.5% used to increase *workability*. The addition of *zeolite* and *nylon fiber* against testing *fresh properties* in concrete has fulfilled a standard set EFNARC (2005). *Compressive strength test* does do of the concrete age 7, 14, 28 days using cylinder mold. In summary, this results is *compressive strength* highest on *zeolite* added 5% and 1% *nylon fiber* at the age of 28 days, amounted to 34,4 MPa. The addition of *zeolite* 5% and 1% *nylon fiber* at the age of 7, 14, and 28 days respectively increased of 14%, 13%, and 4% from normal concrete. While for *zeolite* addition on the 10% and 15% decrease of *compressive strength* when compared to normal concrete.

Keywords: *self-fiber compacting concrete*, *zeolite*, *nylon fiber*, sikament LN, and *compressive strength*

1. Pendahuluan

Indonesia saat ini telah mengalami perubahan yang sangat pesat. Sebagai negara berkembang Indonesia mampu melakukan banyak perubahan seperti negara-negara maju, salah satunya dibidang infrastruktur.

Perkembangan infrastruktur ini berjalan dengan adanya bahan konstruksi seperti kayu, baja, dan beton. Tetapi pada umumnya, bahan yang banyak digunakan ialah beton. Beton digunakan karena memiliki kekuatan yang baik untuk menahan beban berat dan tahan terhadap

tekan dan korosi. Salah satu permasalahan dalam proses pembuatan beton adalah tahap pemadatan yang memerlukan bantuan alat getaran dan tumbukkan untuk mengisi seluruh ruang. Untuk beberapa keadaan, campuran beton terhalang oleh tulangan-tulangan yang menyebabkan kesulitan untuk pemadatan sempurna dan mampu mengurangi kualitas beton. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan beton yang mampu mengisi ruang sendiri dan tidak memerlukan alat getaran (vibrator) tanpa mengurangi kualitas beton ialah memberikan bahan tambah kimia pada campuran beton, yang dikenal sebagai *Self-Compacting Concrete* (SCC) (Dumne, 2014).

Self-compacting concrete (SCC) adalah salah satu inovasi pada beton yang mampu ditempatkan dalam bentuk apapun dan dapat melalui penghalang dengan beratnya sendiri tanpa perlu getaran (Siddique, 2011). Beton memadat sendiri melibatkan penggunaan agregat yang terbatas, rasio air rendah (w/b) dan penggunaan *superplasticizer* (Okamura & Ouchi, 2003). SCC, karena fluiditas yang tinggi dan ketahanan terhadap segregasi. Maka, mampu dipompa dari jarak yang lebih jauh (Bartos, 2000). Kekuatan serta daya tahannya dapat ditingkatkan dengan memasukkan bahan tambah semen (SCM's). *Supplementary Cementitious Materials* (SCM's) adalah serbuk tanpa nilai semen, tetapi ketika dicampur dengan semen mampu bereaksi terhadap senyawa semen dan memiliki sifat seperti semen (Detwiler, 1997). Penggabungan Bahan tambah pada semen mampu meningkatkan sifat-sifat campuran (Ardalan dkk, 2017).

Supplementary Cementitious Materials (SCM's) atau biasa disebut pozzolan mampu mengatasi permasalahan lingkungan yang disebabkan oleh 5-7% dari emisi CO₂ industri semen yang terus meningkat (Samimi, 2017). Penggunaan pozzolan untuk menggantikan sebagian dari semen dalam produksi beton dapat digunakan sebagai pilihan yang nyaman untuk mengurangi polusi dan lebih ekonomis (Chopra dkk, 2015). Menurut Nagrockiene & Girskas (2016), Mohseni (2017) Substitusi hingga 10% dengan *zeolite* mampu meningkatkan kuat tekan beton, mengurangi penyerapan air, dan meningkatkan kepadatan.

Dalam studi ini, menganalisis pengaruh variasi bahan tambah *zeolite* sebagai substitusi semen dan serat *nylon*. Penggunaan *superplasticizer* berupa sikament LN dengan kadar 1,5% untuk mereduksi air dan mempercepat pengerasan beton. Kuat tekan dan sifat beton segar juga dikaji untuk mengetahui kontribusi atau pengaruh *zeolite* dan serat *nylon* terhadap *self-compacting concrete*.

2. Metode Penelitian

Secara umum metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen yang memperhatikan pengaruh penambahan *zeolite* dan serat *nylon* terhadap *self-compacting concrete*.

Bahan

Agregat halus (pasir)

Agregat halus pada pengujian ini merupakan pasir yang berasal dari kali Progo, Kulon Progo, DI Yogyakarta. Pasir yang digunakan memiliki sifat-sifat mekanik dengan klasifikasi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Sifat mekanik pasir kali Progo

| No | Pengujian | Satuan | Nilai |
|----|-----------------|--------------------|-----------------------|
| 1 | Gradasi butiran | - | Memenuhi standar ASTM |
| 2 | Kadar lumpur | % | 4 |
| 3 | Berat Jenis | - | 2,65 |
| 4 | Penyerapan air | % | 2,81 |
| 5 | Kadar air | % | 1,97 |
| 6 | Berat satuan | gr/cm ³ | 1,72 |

Agregat kasar (kerikil)

Agregat kasar pada pengujian ini merupakan kerikil yang berasal dari Clereng, Kulon Progo, DI Yogyakarta. Kerikil yang digunakan memiliki sifat-sifat mekanik dengan klasifikasi seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Sifat mekanik pasir kali Progo

| No | Pengujian | Satuan | Nilai |
|----|----------------|--------------------|-------|
| 1 | Kadar lumpur | % | 4,91 |
| 2 | Keausan | % | 32,87 |
| 3 | Berat jenis | - | 2,58 |
| 4 | Penyerapan air | % | 2,82 |
| 5 | Kadar air | % | 3,71 |
| 6 | Berat satuan | gr/cm ³ | 1,531 |

Semen

Semen merupakan bahan utama penyusun beton yang bersifat hidrualis (mengeras jika bereaksi dengan air). Semen yang digunakan pada penelitian ini ialah semen holcim *power max*, jenis *Portland Composite Cement* (PCC) dengan karakteristik lebih mudah dikerjakan, kedap air, dan tahan sulfat.

Air

Air pada penelitian ini digunakan sebagai pemicu proses kimiawi semen sebagai bahan perekat dan melumasi agregat agar mudah dikerjakan. Air yang digunakan berasal dari laboratorium UMY.

Zeolite

Zeolite merupakan salah satu jenis pozzolan yang dapat dipakai sebagai bahan tambah semen *Portland* karena mengandung silika yang cukup banyak (62,75%) serta keseluruhan memiliki sifat yang serupa dengan semen. Penelitian ini menggunakan *zeolite* dengan komposisi kimia seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi kimia *zeolite*

| Komposisi kimia | Kadar (%) |
|--------------------------------|-----------|
| SiO ₂ | 69,2 |
| Al ₂ O ₃ | 15,28 |
| Fe ₂ O ₃ | 3,01 |
| CaO | 2,24 |
| MgO | 1,4 |
| SO ₃ | 0,45 |
| K ₂ O | 2,1 |
| Na ₂ O | 2,2 |

Superplasticier

Menurut DPU (1991), bahan tambah adalah suatu bahan berupa cairan atau bubuk, yang dibubuhkan kedalam campuran beton selama pengadukan dalam jumlah yang diinginkan dengan tujuan mengubah beberapa sifat dan beton. *Self-compacting concrete* merupakan beton yang membutuhkan *superplasticizer* dengan fungsi mempercepat

pengerasan beton dan mengurangi kebutuhan air (ASTM,2015). Menurut Alsadey (2015), dosis *superplasticizer* optimum pada beton adalah 0,8%. Dosis yang lebih tinggi dari nilai optimum ini akan mengurangi kekuatan tekan. Penambahan *superplasticizer* mengoptimalkan struktur pori beton yang mengarahkan kepada kinerja daya tahan yang lebih baik (Huang dkk, 2016). Pada penelitian ini, *superplasticizer* yang digunakan ialah sikament LN yang mampu mereduksi air dengan mempercepat pengerasan beton dan meningkatkan *workability*.

Serat Nylon

Serat *nylon* merupakan bahan tambah komposit yang digunakan untuk meningkatkan kekuatan tarik beton dan kuat lentur. Serat *nylon* yang digunakan pada penelitian ini memiliki panjang 50 mm bertujuan untuk mengontrol keretakan dini dan meningkatkan durabilitas (Khan dkk, 2016). Serat *nylon* digunakan sebanyak 1% dari berat semen

Prosedur Pengujian

Pengujian sifat fisik dan mekanik material

Pemeriksaan sifat fisik dan sifat mekanik material campuran beton dilakukan untuk memenuhi kelayakan bahan penyusun beton yang bertujuan sebagai standarisasi dalam pembuatan *mix design*. Pengujian material bahan penyusun meliputi agregat halus, agregat kasar, dan *zeolite*.

Mix design

Mix design beton yang digunakan pada penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian (Aggarwal dkk, 2008) dengan mutu rencana 30 MPa dan nilai Fas 0,28. Keseluruhan benda uji akan digunakan untuk pengujian kuat tekan dengan variasi persentase *zeolite* 0%,5%, 10%, dan 15% dari berat semen yang disajikan pada Tabel 4 dengan *mix design* campuran pada Tabel 5.

Tabel 4. *Mix design* per m³

| <i>Zeolite</i> (%) | <i>Zeolite</i> (kg/m ³) | Semen (kg/m ³) | Pasir (kg/m ³) | Kerikil (kg/m ³) | <i>Superplasticier</i> (liter/m ³) | <i>Nylon</i> (kg/m ³) | Air (liter/m ³) |
|--------------------|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|--|-----------------------------------|-----------------------------|
| 0 | 0 | 485 | 600 | 561 | 7,275 | 0 | 135 |
| 5 | 24,25 | 460,75 | 600 | 561 | 7,275 | 4,85 | 135 |
| 10 | 48,5 | 436,5 | 600 | 561 | 7,275 | 4,85 | 135 |
| 15 | 72,75 | 412,25 | 600 | 561 | 7,275 | 4,85 | 135 |

Tabel 5. *Mix design* per 3 benda uji

| <i>Zeolite</i> (%) | <i>Zeolite</i> (kg/m ³) | Semen (kg/m ³) | Pasir (kg/m ³) | Kerikil (kg/m ³) | <i>Superplasticier</i> (liter/m ³) | <i>Nylon</i> (kg/m ³) | Air (liter/m ³) |
|-----------------------|--|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---|--------------------------------------|--------------------------------|
| 0 | 0 | 12,14 | 11,02 | 14,04 | 0,182 | 0 | 3,378 |
| 5 | 0,61 | 11,53 | 11,02 | 14,04 | 0,182 | 0,121 | 3,378 |
| 10 | 1,21 | 10,92 | 11,02 | 14,04 | 0,182 | 0,121 | 3,378 |
| 15 | 1,82 | 10,32 | 11,02 | 14,04 | 0,182 | 0,121 | 3,378 |

Pengujian *Fresh Properties*

Pemeriksaan *fresh properties* atau sifat beton segar merupakan syarat utama dalam pembuatan *self-fiber compacting concrete* untuk mengetahui karakteristik beton. Pengujian *fresh properties* pada penelitian ini meliputi pengujian *Slump flow*, Meja sebar (T50), *V-funnel*, dan *L-box*. Pengujian tersebut telah mewakili nilai *flowability*, *viscosity*, *passing ability*, dan *segregation resistance*. *Fresh properties* menggunakan metode yang mengacu pada *European Federation of National Associations Representing Producers and Applicators of Specialist Building Products for Concrete* (EFNARC, 2005).

Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan dan membandingkan hasil kuat tekan dengan kuat tekan rencana. Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah melalui proses pengecoran, pencetakan dan perawatan (*curing*). beton di uji pada umur 3, 7, 28 hari menggunakan *compression testing machine*.

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan memberi tekanan beban aksial ke benda uji silinder sampai terjadi kegagalan. Cara penghitungan kuat tekan dapat ditentukan melalui persamaan :

$$\text{Kuat tekan beton } (F'_c) = \frac{P}{A} \cdot \text{kg/cm}^2 \quad (1)$$

dimana:

$$F'_c = \text{kuat tekan beton (MPa atau N/mm}^2)$$

$$P = \text{beban maksimum (kg)}$$

$$A = \text{luas penampang (cm}^2)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian *Fresh Properties*

Slump Flow

Pengujian *slump flow* dilakukan untuk mengetahui kemampuan mengalir (*flowability*) campuran beton untuk mengisi rongga. Pengujian ini merupakan pemeriksaan utama

dari beton SFCC. Berdasarkan hasil pengujian *slump flow* dengan bahan tambah *zeolite* variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% secara berturut-turut menunjukkan penurunan yang signifikan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 1 (a) yang menunjukkan semakin bertambahnya *zeolite* membuat aliran semakin kental. *Slump flow* mempunyai syarat pengujian yaitu antara 550 mm – 850 mm (EFNARC, 2005). Hasil yang didapat sudah memenuhi syarat.

Meja Sebar (T50)

Pengujian meja sebar (T50) dilakukan untuk mengetahui laju aliran SFCC tanpa halangan yang terpasang. Proses pengujian T50 seperti halnya *slump flow*, yang membedakan ialah acuannya, dimana T50 merupakan waktu yang dibutuhkan campuran beton segar untuk mencapai diameter 50 cm. Berdasarkan hasil pengujian T50 dari beton SFCC dengan bahan tambah *zeolite* variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% menandakan penambahan *zeolite* sangat berpengaruh untuk meningkatkan kekentalan beton. Peningkatan ditunjukkan dengan bertambahnya *zeolite* 5% dapat dilihat pada Gambar 1 (b). Pengujian T50 memiliki persyaratan durasi waktu 2- 5 detik. Hasil yang didapat dari pengujian T50 sudah memenuhi syarat,

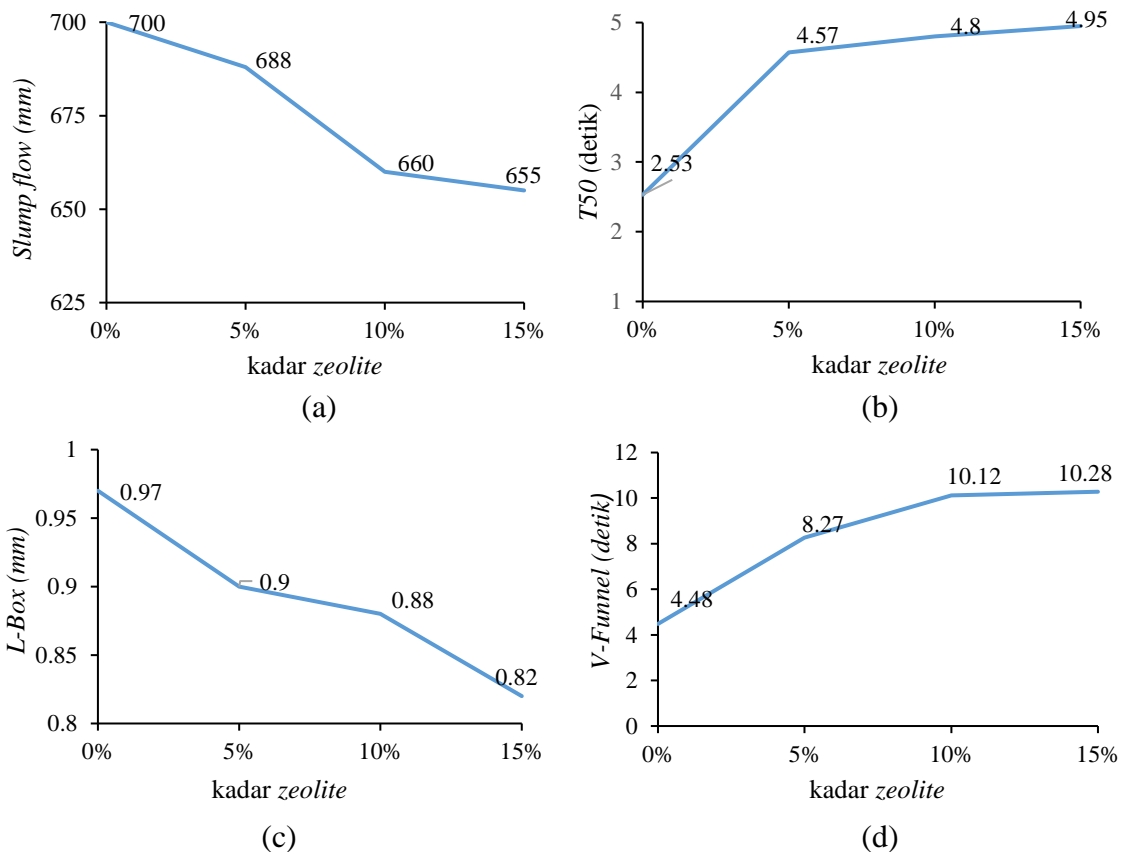
L-Box

Pengujian *L-box* dilakukan untuk mengetahui kemampuan melewati (*passing ability*) halangan yang terpasang dan masuk kedalam celah sempit untuk mengisi ruang tanpa mengalami segregasi. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan penurunan, campuran beton menandakan semakin bertambahnya *zeolite* membuat aliran semakin kental dan menurunkan kemampuan melewati halangan. Nilai pengujian dari setiap variasi dapat dilihat pada Gambar 1 (c). Pengujian *L-box* memiliki syarat yaitu, perbandingan h_2/h_1 antara 0,8-1 (EFNARC, 2005). Hasil yang didapat dari pengujian *L-box* sudah memenuhi syarat.

V-Funnel

Pengujian *V-funnel* dilakukan untuk mengukur tingkat *viscosity* dan *flowability* dalam SFCC sebagai acuan kekentalan. alat yang digunakan pada pengujian adalah corong berbentuk V yang bagian bawah memiliki pintu yang dapat dibuka dan ditutup. Berdasarkan hasil pengujian *V-funnel* dari beton SFCC dengan bahan tambah *zeolite* mengalami

peningkatan. Nilai waktu yang diperoleh menunjukkan laju alirannya. *Viscosity* yang rendah akan memiliki aliran yang cepat, sedangkan *viscosity* yang tinggi akan memiliki waktu alir yang lebih lama. Menurut EFNARC (2005), hasil pengujian *V-funnel* dikatakan memenuhi kriteria memiliki durasi waktu 6 – 25 detik. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 1 (d) *V-funnel*, sudah memenuhi syarat.



Gambar 1 Hubungan *zeolite* dan: a. *Slump flow* (mm); b. T50 (detik); c. *L-Box* (mm); d. *V-Funnel* (detik)

Pengujian Kuat Tekan Beton SFCC

Pengujian dilakukan untuk memperoleh nilai kuat tekan beton *self fiber compacting concrete* (SFCC) pada umur beton 7, 14, 28 hari. *Zeolite* digunakan dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% sebagai substitusi semen. Zat *additive* berupa sikament LN 1,5% dari berat *powder* sebagai *superplasticizer*. Serat *nylon* 1% untuk memperoleh kekuatan tekan beton yang optimum. Tahapan pencampuran beton menggunakan acuan sebagaimana tercantum dalam (BSN,2011) sebagai berikut ini.

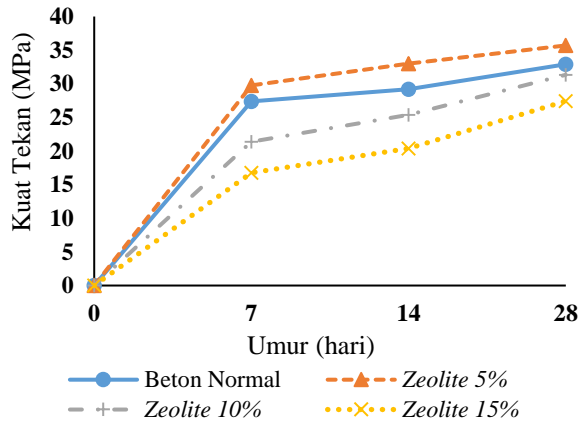
a. Agregat halus, semen dan bahan tambah *zeolite* dimasukkan kedalam mesin pengaduk tanpa penambahan air.

- b. Mesin diputar hingga bahan-bahan tercampur merata.
- c. Agregat kasar ditambahkan kedalam mesin dan mesin diputar hingga campuran merata.
- d. Air dan *superplasticizer* ditambahkan kedalam campuran hingga campuran beton seragam.
- e. Serat *nylon* ditambahkan sedikit demi sedikit. Setiap penambahan serat, mesin diputar 1 sampai 2 kali meratakan serat. Pemutaran yang terlalu lama menyebabkan serat menggumpal pada campuran.

Berdasarkan pengujian kuat tekan beton, *zeolite* dapat digunakan sebagai bahan tambah campuran beton. Hasil kuat tekan beton dapat dilihat dalam Tabel 6 dan Gambar 2.

Tabel 6. Hasil Kuat Tekan beton

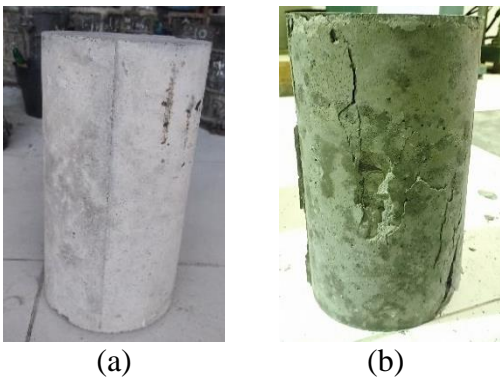
| Kode | 7 hari (MPa) | 14 hari (MPa) | 28 hari (MPa) |
|----------|--------------|---------------|---------------|
| TK0% ZT | 27,4 | 29,2 | 32,9 |
| TK5% ZT | 29,8 | 33,0 | 35,7 |
| TK10% ZT | 21,4 | 25,4 | 31,3 |
| TK15% ZT | 16,8 | 20,4 | 27,4 |



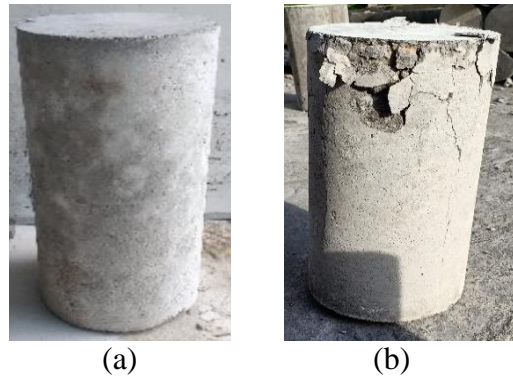
Gambar 2 Hubungan kuat tekan beton dan umur

Kondisi Fisik setelah Pengujian Kuat Tekan

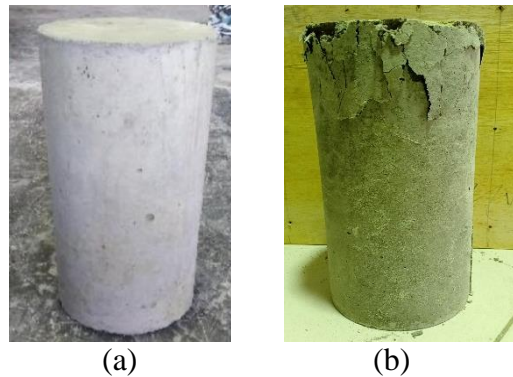
Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dengan menggunakan *Compressive machine test* diperoleh perbedaan kondisi fisik dari benda uji sebelum dan setelah diuji. Beton normal mengalami retak diseluruh bagian yang ditunjukkan pada Gambar 3. Beton dengan variasi *zeolite* 5% mengalami kerusakan pada bagian atas yang dapat dilihat pada Gambar 4. Beton dengan variasi *zeolite* 10% mengalami kerusakan pada bagian atas yang dapat dilihat pada Gambar 5. Beton dengan variasi *zeolite* 15% mengalami retak garis melintang pada bagian selimut silinder yang ditunjukkan pada Gambar 6.



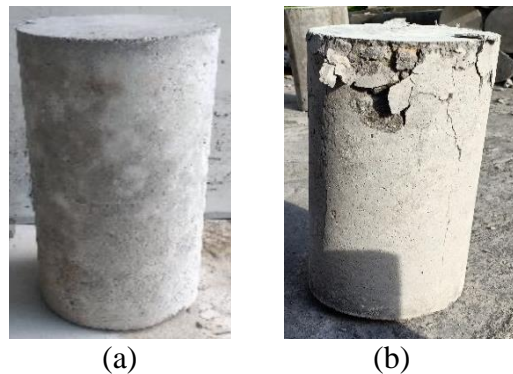
Gambar 3 Beton normal: (a) SCC tanpa serat (b) SCC dengan serat



Gambar 4 Variasi *zeolite* 5%: (a) SCC tanpa serat (b) SCC dengan serat



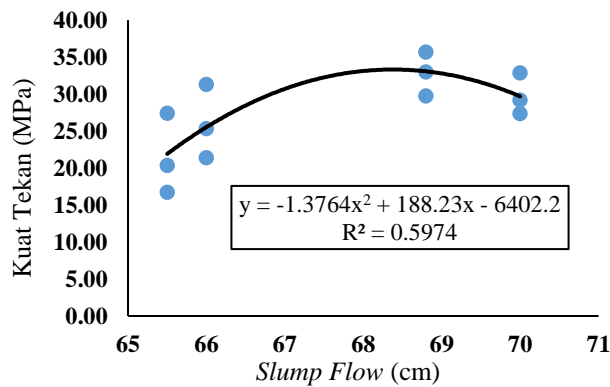
Gambar 5 Variasi *zeolite* 10%: (a) SCC tanpa serat (b) SCC dengan serat



Gambar 6 Variasi *zeolite* 15%: (a) SCC tanpa serat (b) SCC dengan serat

Pengaruh Nilai *Slump Flow* terhadap Kuat Tekan Beton

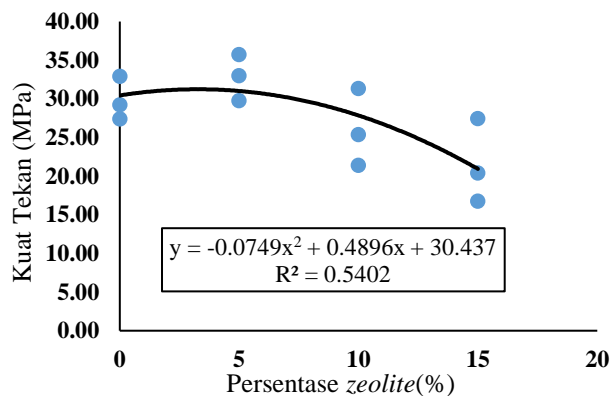
Berdasarkan persamaan $y = -1,376x^2 + 188,23x - 6402,2$, menunjukkan bahwa beton SCC variasi *zeolite* 5% memiliki nilai *slump flow* yang optimum dibandingkan dengan beton variasi *zeolite* lain. Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah nilai *slump* campuran beton akan semakin kental, dan sebaliknya. Tingginya viskositas pada campuran disebabkan air pada campuran beton diserap kedalam butiran *zeolite* dan serat *nylon*.



Gambar 8. Hubungan kuat tekan dan slump flow

Hubungan Kuat Tekan dengan Persentase Zeolite

Berdasarkan persamaan $y = -0,0749x^2 + 0,489x + 30,437$ pada Gambar 7 Diperoleh nilai kuat tekan optimum pada substitusi zeolite sebesar 5%. Campuran beton dengan bahan tambah zeolite 5% mampu meningkatkan kuat tekan beton, namun apabila kadar ditambahkan maka mengurangi nilai kuat tekan beton.



Gambar 7 Hubungan kuat tekan beton dan persentase zeolite

Pengaruh Zeolite dan Serat Nylon

Zeolite dan serat nylon merupakan bahan tambah yang ditujukan untuk meningkatkan nilai kuat tekan beton, hal ini disebabkan sifat zeolite sebagai pozzolan dengan nilai silica yang tinggi memiliki reaksi kimia yang sama seperti semen apabila dicampurkan dengan air. Namun, penggunaan kadar zeolite lebih dari 5% mengurangi kuat tekan beton, dikarenakan sifat pozzolan yang menyerap air lebih banyak sehingga mengurangi proporsi air yang dibutuhkan beton. Penambahan serat nylon bertujuan untuk peningkatan daktilitas yang meningkatkan nilai kuat tarik belah dan kuat lentur beton

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh pada penelitian mengenai *self-fiber compacting concrete* (SFCC) dengan bahan tambah variasi zeolite 0%, 5%, 10%, dan 15% serta *superplasticizer* 1,5% dan serat nylon 1% dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut ini.

- Hasil kuat tekan beton *self-compacting concrete* tanpa bahan tambah atau beton normal digunakan sebagai acuan. Penggunaan zeolite 5% dan serat nylon mengalami peningkatan pada umur 7, 14, 28 hari, dengan nilai optimum berada pada umur beton 28 hari yaitu 35,7 MPa.
- Hasil pengujian *fresh properties* dengan *mix design* yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh *European Federation of National Trade Associations Representing Producers and Applicators of Specialist Building Products* (EFNARC, 2005).
- Perawatan dan umur saling berpengaruh terhadap kuat tekan beton self-fiber compacting concrete. Nilai kuat tekan berbanding lurus dengan umur beton, perawat yang intensif dalam jangka waktu yang lama, didapatkan nilai kuat tekan beton yang semakin meningkat.

5. Daftar Pustaka

- Aggarwal, P., Siddique, R. Aggarwal, Y., & Gupta, S. 2008. Self-compacting concrete-procedure for mix design. *Leonardo electronic journal of practices and technologies*, 12, 15-24.
- Alsadey, S. 2015. Effect of superplasticizer on fresh and hardened properties of concrete. *Jornal of Agricultural Science and Engineering*, 1(2), 70-74.
- Ardalan, R.B., Joshaghani, A., & Hooton, R.D. 2015. Workability retention and compressive strength of self-compacting concrete incorporating pumice powder and silica fume. *Contruction and Building Material*, 134, 116-122.
- ASTM, 2015, ASTM C494/C494M-15: Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete, ASTM International, Philadelphia, USA.

- Bartos, J.M. 2000. Measurement of key properties of fresh self-compacting concrete. *Paris: CEN/PNR*. Workshop.
- Chopra, D., & Siddique, R. 2015. Strength, permeability and microstructure of self-compacting concrete containing rice husk ash. *Biosystems Engineering*, 130, 72-80.
- Detwiler, R.J. 1997. Microstructure of durable concrete. *In Proceedings of 6th international colloquium on concrete in developing countries*, Lahore Pakistan (pp. 459e468).
- DPU, 1991, SNI 03-2495-1991: *Spesifikasi Bahan Tambahan untuk Beton*, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Dumne, S.M. 2014. Effect of superplasticizer on fresh and hardened properties of self-compacting concrete containing fly ash. *American Journal of Engineering Research*, 3(03), 205-211.
- European Federation of National Associations Respresenting Producers and Applicators of Specialist Building Products for Concrete (EFNARC), *The European Guidelines for Self-Compacting concrete*, May 2005, Hampshire, U.K.
- Huang, H., Qian, C., Zhao, F., Qu, J., Guo, J., & Danzinger, M. 2016. Improvement on microstructure of concrete by polycarboxylate superplasticizer (PCE) and its influence on durability of concrete. *Construction and Building Material*, 110, 293-299.
- Khan, M., & Ali, M. 2016. Usen of glass and nylon fibers in concrete for controlling early age micro cracking in bridge decks. *Construction and Building Material*, 125, 800-808.
- Mohseni, E., Tang, W., & Cui, H. (2017). Chloride diffusion and acid resistance of concrete containing zeolite and tuff as partial replacements of cement and sand. *Material*, 10(4), 372.
- Nagrockiene, D., & Girskas, G. 2016. Research into the properties of concrete modified with natural zeolite addition. *Construction and Building Material*, 113, 964-969.
- Okamura, H., & Ouchi, M. 2003. Self-compacting concrete. *Journal of advanced concrete technology*, 1(1),5-15.
- Ozsar, D.S., Ozalp, F., Yilmaz, H.D., & Akcay, B. 2017. Effects of nylon fibre and concrete strength on the Shrinkage and Fracture Behaviour of Fibre Reinforced Concrete. *In International Conference on Strain Hardening Cement-Based Composites* (pp.188-194). Springer, Dordrecht.
- Samimi, K, Kamali-Bernard, S., Maghsoudi, A. A., Maghsoudi, M., & Siad, H. 2017. Influence of pumice and zeolite on compressive strength, transport properties and resistance to chloride penetration of high strength self-compacting concretes. *Construction and building material*, 151, 292-311.
- Siddique, R. 2011. Properties of self-compacting concrete containing class F fly ash. *Materials & Design*, 32, 1501–1507.