



## **Pengaruh Variasi Faktor Air Semen Terhadap Sifat Reologi dan Kuat Tekan Pada *Self Compacting Concrete* (SCC) Dengan Campuran Zeolit**

**Putra Andika<sup>\*1</sup>, Mery Silviana<sup>1</sup>, Muhammad Zardi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Abulyatama, Aceh Besar, 23372, Indonesia.

\*Email korespondensi: andikapa900306@gmail.com

Diterima Desember 2025; Disetujui 31 Januari 2026; Dipublikasi 31 Januari 2026

**Abstract:** This study aims to analyze the effect of W/C variations on the rheological properties and compressive strength of SCC with zeolite mixed as a 10% substitute for cement weight. The method used was a laboratory experiment with three FAS variations, namely 0.4, 0.45, and 0.5, on SCC concrete with zeolite and non-zeolite mixtures. The rheological properties of fresh concrete were tested using the Slump Test/Flow Ability, while the compressive strength was tested on 15 × 15 cm cube specimens at 28 days of age. The results showed that an increase in FAS improved workability, as indicated by an increase in the Slump Test/Flow Ability value. However, the use of zeolite tended to reduce compressive strength compared to normal concrete. At FAS 0.4, the compressive strength of zeolite-mixed concrete decreased by 12.15%. At FAS 0.45, there was a decrease of 12.76%. Meanwhile, at FAS 0.5, the decrease reached 30.11%. Despite the decrease in compressive strength, concrete with zeolite mixture showed better stability of fresh concrete flow. The FAS value of 0.45 is recommended because it provides a balance between workability and compressive strength. Proper FAS adjustment is very important in designing SCC, and the use of zeolite can be an environmentally friendly alternative without sacrificing concrete performance.

**Keywords:** *Self Compacting Concrete, Cement Water Content, Zeolite, Rheology, Compressive Strength.*

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi FAS terhadap sifat reologi dan kuat tekan SCC dengan campuran zeolit sebagai substitusi 10% dari berat semen. Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan tiga variasi FAS, yaitu 0,4, 0,45 dan 0,5, pada beton SCC dengan campuran zeolit dan non-zeolit. Sifat reologi beton segar diuji menggunakan Slump Test/Flow Ability, sedangkan kuat tekan diuji pada benda uji kubus berukuran 15 × 15 cm pada umur 28 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan FAS meningkatkan workability, yang ditunjukkan oleh kenaikan nilai Slump Test/Flow Ability. Namun, penggunaan zeolit cenderung menurunkan kuat tekan dibandingkan beton normal. Pada FAS 0,4, beton campuran zeolit kuat tekan menurun sebesar 12,15%. Pada FAS 0,45 terjadi penurunan sebesar 12,76%. Sedangkan pada FAS 0,5 penurunan mencapai 30,11%. Meskipun mengalami penurunan kuat tekan, beton dengan campuran zeolit memperlihatkan kestabilan aliran beton segar yang lebih baik. Nilai FAS 0,45 direkomendasikan karena memberikan keseimbangan antara workability dan kekuatan tekan. Pengaturan FAS yang tepat sangat penting dalam merancang SCC, dan penggunaan zeolit dapat menjadi alternatif ramah lingkungan tanpa mengorbankan performa beton.

**Kata kunci :** *Self Compacting Concrete, Faktor Air Semen, Zeolit, Reologi, Kuat Tekan.*

Beton merupakan salah satu material konstruksi utama yang banyak digunakan karena kekuatan, keawetan, dan kemudahan pembentukannya. Seiring perkembangan teknologi, lahirlah Self Compacting Concrete (SCC), yaitu beton inovatif yang mampu mengalir dan memadat sendiri tanpa pemanfaatan mekanis.

Kinerja SCC sangat dipengaruhi oleh Faktor Air Semen (FAS) yang menentukan kemampuan alir (workability) dan kekuatan tekan beton. FAS yang terlalu tinggi dapat menurunkan kekuatan beton, sedangkan FAS yang terlalu rendah dapat mengurangi kemampuan alir. Penggunaan superplasticizer memungkinkan peningkatan workability tanpa harus menambah jumlah air berlebih, sehingga mutu beton tetap terjaga.

Di sisi lain, produksi semen memberikan dampak lingkungan yang cukup besar, seperti tingginya emisi CO<sub>2</sub>. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengurangan penggunaan semen dengan memanfaatkan bahan tambahan mineral yang ramah lingkungan. Salah satu alternatifnya adalah zeolit alam, yang memiliki sifat pozzolanik dan mampu bereaksi dengan kalsium hidroksida hasil hidrasi semen untuk membentuk senyawa yang memperbaiki kekuatan dan durabilitas beton. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai komposisi FAS yang optimal sehingga diperoleh beton SCC yang memiliki keseimbangan antara kemampuan alir dan kekuatan tekan, sekaligus lebih ramah lingkungan serta memanfaatkan potensi bahan lokal yang melimpah.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi FAS terhadap sifat reologi beton SCC dengan campuran zeolit dan tanpa zeolit, yang meliputi nilai *Slump Test/Flow Ability*.
2. Bagaimana pengaruh variasi FAS terhadap kuat tekan beton SCC dengan campuran zeolit dan tanpa zeolit pada umur 28 hari.
3. Bagaimana perbandingan hasil uji reologi dan kuat tekan beton SCC antara campuran zeolit dan tanpa zeolit, serta penentuan nilai FAS yang optimal

## KAJIAN PUSTAKA

Kajian pustaka berisi tentang teori-teori ataupun kepustakaan yang melandasi penelitian ini. Kajian pustaka akan terdiri dari beberapa judul sub bab.

### Beton

Beton tidak diragukan lagi merupakan bahan bangunan yang menarik. Di satu sisi, ini sangat sederhana siapa pun dapat mencampur air, semen, dan agregat, menuangkannya ke dalam cetakan dari hampir semua bentuk dan akhirnya mendapatkan batu buatan dengan kekuatan tertentu. Di sisi lain, ini adalah bahan yang sangat sulit tidak ada yang sepenuhnya memahami perilaku kompleksnya baik saat segar maupun saat mengeras. Ambiguitas ini membuat beton menjadi bahan bangunan yang paling banyak digunakan di dunia dan bahan yang menciptakan banyak masalah jika tidak dirancang atau ditempatkan dengan benar (De Schutter, 2008).

### *Self Compacting Concrete (SCC)*

*Self Compacting Concrete (SCC)* adalah sebuah inovasi dalam teknologi pembuatan beton yang tidak memerlukan proses pemanfaatan untuk menepati bekistingnya tanpa bantuan pemanfaatan

sama sekali.

(Sutrisno, 2023).

### Komposisi *Self Compacting Concrete (SCC)*

SCC terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu:

#### 1. Semen

Menurut (Mulyono 2003), Jenis-jenis semen dapat dibedakan melalui kandungan kimianya maupun kehalusan butirannya, perbandingan bahan-bahan utama semen Portland tersusun dari kapur (CaO) 60%-65%, alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) serta oksida besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 7%-12% dan silika (SiO<sub>2</sub>) 20%-25%, bahan - bahan tersebut merupakan penyusun utama semen.

#### 2. Air

Air merupakan bahan dasar dalam pembuatan beton dengan harganya paling murah, fungsi air untuk berinteraksi dengan semen dan sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan.

#### 3. Agregat halus

Agregat halus adalah salah satu bahan pembuatan beton yang berupa pasir, agregat ini terdiri dari butiran-butiran yang keras, tajam, kuat dan memiliki ukuran antara 0,075 mm-5 mm.

Sebelum melakukan pembuatan beton, dilakukan pengujian agregat terlebih dahulu, tahap-tahap pengujian agregat halus sebagai berikut :

##### a. Pengujian Gradasi Agregat Halus

Pada pengujian gradasi, digunakan metode analisis saringan dengan menggunakan pedoman dari ASTM, (1986). Jumlah maximum yang diizinkan dari agregat yang tertahan pada saringan dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Analisa Saringan Berdasarkan (ASTM, 1986)

Ukuran Lubang Ayakan (mm)	Persen Lolos Kumulatif
9,5	100
4,75	95-100
2,36	80-100
1,18	50-85
0,6	25-60
0,3	5-30
0,15	0-10

##### b. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

Pengujian dilakukan dengan mengacu pada BSN (1990), dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- 1) Berat jenis curah =  $\frac{BK}{B+500-Bt}$
- 2) Berat jenis jenuh kering muka =  $\frac{500}{B+500-Bt}$
- 3) Berat jenis semu =  $\frac{BK}{B+Bk-Bt}$
- 4) Penyerapan =  $\frac{500}{B+500-Bt}$

Dengan:

Bk = berat benda uji kering oven (gram)

B = berat piknometer berisi air (gram)

Bt = berat piknometer berisi benda uji dan air (gram)

500 = berat benda uji dalam keadaan jenuh kering muka (gram)

##### c. Pengujian berat satuan agregat halus

Pengujian berat satuan dilakukan mengacu pada BSN (1998), dengan langkah-langkah sebagai berikut.

$$M = \frac{(G-T)}{V}$$

Dengan :

M = Berat isi agregat dalam kondisi kering oven (kg/m<sup>3</sup>)

G = Berat agregat dan penakar (kg)

T = Berat Penakar (kg)

V = Volume penakar (m3)

#### 4. Agregat kasar

Agregat kasar merupakan salah satu bahan dalam pembuatan beton yang berupa batu-batu pecah yang biasa disebut dengan istilah split dan kerikil dengan ukuran lebih besar dari 4,80 mm. Agregat yang baik adalah tidak berpori, tidak mudah rapuh, bersih dan kuat terhadap kondisi cuaca. Agregat kasar terdapat beberapa pengujian, tahap pengujian agregat kasar sebagai berikut :

##### a. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar

Pengujian dilakukan dengan mengacu pada BSN (1990), dengan langkah-langkah sebagai berikut :

$$1) \text{ Berat jenis curah} = \frac{BK}{Bj-Ba}$$

$$2) \text{ Berat jenis jenuh kering muka} = \frac{Bj}{Bj-Ba}$$

$$3) \text{ Berat jenis semu} = \frac{BK}{Bk-Ba}$$

$$4) \text{ Penyerapan} = \frac{Bj-Bk}{Bk} \times 100\%$$

Dengan :

B = berat benda uji kering oven (gram)

Ba = berat benda uji dibawah air (gram)

Bj = berat benda uji dalam keadaan jenuh kering muka (gram)

##### b. Pengujian berat satuan agregat kasar

Pengujian berat satuan dilakukan dengan mengacu pada BSN (1998), dengan langkah-langkah sebagai berikut :

$$M = \frac{(G-T)}{V}$$

Dengan :

M = Berat isi agregat dalam kondisi kering oven (kg/m3)

G = Berat agregat dan penakar (kg)

T = Berat Penakar (kg)

V = Volume penakar (m3)

#### c. Berat volum agregat

Pengujian dan perhitungan Berat volume agregat sesuai dengan ASTM C127, 1993) dihitung dengan Persamaan sebagai berikut :

$$Wv = \frac{W_{ca}}{V_c}$$

Dengan :

Wv = berat volume (kg/l)

Wca = berat wadah berisi agregat (kg)

Wc = berat wadah (kg)

Vc = volume wadah (l)

#### 5. Superplasticizer

Pembuatan (SCC), diperlukan suatu zat aditif yaitu *superplasticizer*. *Superplasticizer* memiliki kemampuan mengalir yang baik dan mengoptimalkan kohesi pada beton. juga bersifat memadatkan beton karena mampu mengurangi FAS hingga 30.



Gambar 1 Superplasticizer

#### 6. Zeolit

Zeolit adalah mineral yang terdiri dari kristal alumino silikat terhidrasi dan mengandung kation alkali atau alkali 7 tanah. Zeolit memiliki luas permukaan spesifik yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan penyerap (*adsorbent*).

Tabel 2 Komposisi Kimia Semen Dan Zeolit Alam

Komponen	Jumlah (massa %)	
	Semen	Zeolit
SiO <sub>2</sub>	21,89	68,15
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,60	12,30
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,75	1,30
CaO	62,33	2,63
MgO	1,04	0,90
K <sub>2</sub> O	0,92	2,80
Na <sub>2</sub> O	0,11	0,75
TiO <sub>2</sub>	0,30	0,20
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,17	-
SO <sub>3</sub>	2,88	-

Zeolit alam merupakan salah satu pozzolan alami, istilah pozzolan dikaitkan dengan abu vulkanik alami dan tanah yang dikalsinasi yang bereaksi dengan kapur.

Campuran beton dengan zeolit telah banyak digunakan dalam konstruksi sejak zaman dahulu. Saat ini, lebih dari 50 zeolit alam dan 150 zeolit sintetik dikenal dan digunakan di berbagai industri.



Gambar 2 Zeolit

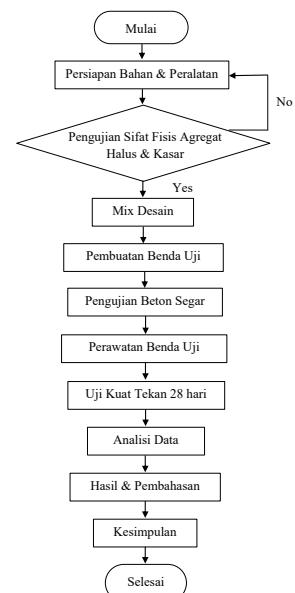
### Hasil Penelitian Terdahulu

Beberapa studi empiris telah menunjukkan bahwa peningkatan kadar zeolit dalam SCC dapat meningkatkan kuat tekan pada rasio air-semen tertentu. (SCC) dengan tambahan zeolit 10%

menunjukkan peningkatan kuat tekan hingga 10-20% dibandingkan (SCC) tanpa zeolit pada W/C ratio optimal (misalnya, antara 0.35-0.40). Peningkatan kuat tekan ini terjadi karena efek filler dari zeolit yang memperbaiki kepadatan pasta semen.

### METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan metode *eksperimental* yakni uji laboratorium dan analisis data. *Eksperimen* yang dilakukan adalah dengan menambahkan zeolit pada campuran beton. Dari hasil penelitian dan perencanaan campuran, diharapkan dapat diketahui pengaruh penambahan zeolit terhadap kuat tekan beton.



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini mencakup beberapa jenis pengujian untuk memperoleh data karakteristik material serta performa beton SCC dengan campuran zeolit. Pengujian awal dilakukan terhadap agregat halus dan agregat kasar, yang

meliputi analisis gradasi melalui uji saringan, penentuan MHB, pengujian berat jenis dan penyerapan air, kadar air, serta kandungan lumpur. Selain itu, dilakukan pula pengujian terhadap bahan pengikat, yaitu semen dan zeolit, guna mengetahui berat jenis dan karakteristik fisisnya. Selanjutnya, dilakukan pengujian terhadap beton segar untuk menilai sifat reologi campuran SCC, yaitu berupa *Slump Test/Flow Ability* yang mengukur kemampuan alir, beton yang telah mengeras diuji kuat tekannya menggunakan *Compression Testing Machine* pada umur 28 hari, guna mengetahui seberapa besar daya tahan beton dalam menahan beban tekan. Seluruh pengujian tersebut dilakukan sesuai standar yang berlaku untuk menjamin akurasi dan validitas hasil penelitian.

### Hasil Pengujian Agregat Halus

Pengujian agregat halus terdiri dari analisa saringan agregat halus, pemeriksaan modulus kehalusan, gradasi pasir, kadar lumpur.

#### a. Analisa saringan agregat halus

Pengujian analisis saringan agregat halus bertujuan untuk mengetahui distribusi ukuran butiran pasir yang digunakan dalam campuran beton. Adapun hasil pemeriksaan agregat halus dapat dilihat pada Tabel

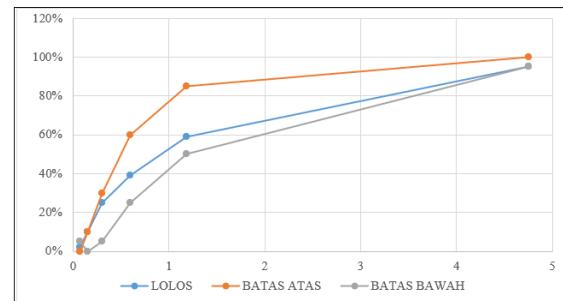
**Tabel 3. Analisa Saringan Agregat Halus**

Nomor Saringan	ukuran saringan (mm)	Berat Tertahan (gr)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Tertahan Kumulatif (%)	Persentase Lelos Kumulatif (%)	Batas Atas	Batas Bawah
no 4	4,75	25	5,0	5	95	100%	95%
no 16	1,18	180	36	41	59	85%	50%
no 30	0,6	100	20	61	39	60%	25%
no 50	0,3	70	14	75	25	30%	5%
no 100	0,15	75	15	90	10	10%	0%
no 200	0,075	40	8	98	2	0%	5%
Lolos		10	2	100	0		
Jumlah		500	100	370			
MHB	3,700						

$$\text{Modulus Kehalusan (MK)} =$$

$$\Sigma \frac{\% \text{ Tertahan}}{100} = \frac{370,000}{100} = 3,700$$

Material agregat halus tersebut dapat dikatakan bahwa pasir ini termasuk batas gradasi no.2 yang berarti gradasi pasir sesuai dengan ketentuan. Sebagian besar butiran berada pada ukuran sedang hingga halus, serta hampir seluruhnya lolos pada saringan 4,75 mm.



**Gambar 4 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus**

Gambar 4 menunjukkan grafik hasil analisa saringan agregat halus (pasir) berdasarkan persentase kumulatif butiran yang lolos saringan. Kurva lolos berada di antara batas atas dan batas bawah standar.

Secara keseluruhan, grafik ini menunjukkan bahwa pasir yang diuji memiliki distribusi ukuran butir yang baik dan sesuai standar, sehingga layak digunakan dalam campuran beton, termasuk pada jenis SCC yang membutuhkan agregat halus dengan gradasi baik untuk mencapai sifat reologi yang optimal.

### b. Pengujian kandungan lumpur

Dari beberapa pemeriksaan yang dilakukan Pengujian kandungan lumpur pada agregat bertujuan untuk mengetahui persentase kandungan lumpur yang menempel pada permukaan agregat. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian sesuai dengan standar SNI 03-4142-1996. Adapun hasil kandungan lumpur agregat halus dapat dilihat pada tabel

**Tabel 4. Pengujian Kandungan Lumpur**

Sebelum Percobaan	Setelah Percobaan
Tinggi Pasir = 600 mm	Tinggi Pasir + lumpur = 630 mm
Tinggi Air + Pasir = 1,500 mm	Tinggi Pasir (V1) = 600 mm Tinggi Lumpur (V2) = 30 mm

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{V2}{V1+V2} \times 100 \% \\ = \frac{30}{600+30} \times 100 \% = \frac{30}{630} \times 100 = 4,76 \%$$

Hasil pengujian menunjukkan bahwa agregat halus yang digunakan memiliki kandungan lumpur sebesar 4,76%, yang masih berada di bawah batas maksimum yang diperbolehkan, yaitu 5% menurut standar. Dengan demikian, agregat tersebut memenuhi syarat untuk digunakan dalam campuran beton karena tidak mengandung lumpur dalam jumlah yang dapat mengganggu kualitas beton.

### Hasil pengujian agregat kasar

Dari beberapa pemeriksaan yang dilakukan dalam tahap uji bahan, maka dapat diperoleh hasil yang menggambarkan sifat serta karakteristik terhadap agregat kasar. Untuk pengujian agregat kasar terdiri dari pemeriksaan analisa saringan agregat kasar, pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar, modulus kehalusan.

### a. Analisa saringan agregat kasar

Pengujian analisa saringan terhadap agregat kasar dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran butiran kerikil yang digunakan dalam campuran beton. Adapun hasil pemeriksaan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel

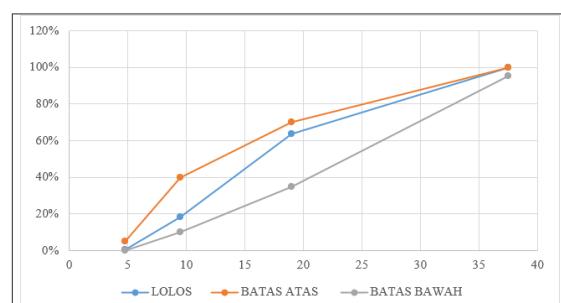
**Tabel 5. Analisa Ayakan Agregat Kasar**

Nomor Saringan	ukuran saringan (mm)	Berat Tertahan (gr)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Tertahan Kumulatif (%)	Persentase Lolos Kumulatif (%)	Batas Atas	Batas Bawah
no 25	37,5	0	0	0	100,00	100%	95%
no 10	19	725	36,25	36,25	63,75	70%	35%
no 9,50	9,5	905	45,25	81,50	18,50	40%	10%
no 4	4,75	365	18,25	99,75	0,25	5%	0%
Lolos		5	0,25	100	0		
Jumlah		2000	100	270			
MHB 2,175							

Modulus Kehalusinan (MK)

$$= \frac{\sum \% \text{ Tertahan}}{100} = \frac{217,500}{100} = 2,175$$

Berdasarkan hasil pengujian gradasi agregat kasar, diperoleh nilai Modulus Halus Butir (MHB) sebesar 2,175. Nilai tersebut menunjukkan bahwa agregat kasar tersebut tergolong ke dalam Zona 1 berdasarkan grafik gradasi dalam standar SNI 03-2834-2000 untuk agregat dengan ukuran maksimum 20 mm.



**Gambar 5 Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar**

Gambar 5 menunjukkan grafik hasil analisa saringan agregat kasar berupa batu pecah. Grafik ini menggambarkan persentase kumulatif butiran agregat kasar yang lolos dari berbagai ukuran saringan. Terdapat tiga garis

pada grafik, yaitu kurva lolos (biru) sebagai hasil pengujian, serta kurva batas atas (oren) dan batas bawah (abu-abu) sebagai acuan standar. Berdasarkan grafik, kurva lolos berada di antara batas atas dan batas bawah, yang berarti gradasi agregat kasar memenuhi standar yang dipersyaratkan. Distribusi butiran menunjukkan sebaran yang merata dan sesuai untuk digunakan dalam campuran beton.

#### b. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.

Pengujian dilakukan sesuai dengan standar SNI 1970-2008 tentang metode uji berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Sampel batu pecah yang telah dibersihkan dan dikeringkan terlebih dahulu direndam dalam air selama 24 jam, kemudian ditimbang dalam kondisi jenuh permukaan kering (SSD), terendam air, dan kering oven. Dari hasil penimbangan tersebut dihitung berat jenis kering oven, berat jenis SSD, dan penyerapan air.

**Tabel 6 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar**

DESCRIPTION	NILAI
Berat benda uji kering oven B <sub>k</sub>	4,000 kg
Berat benda uji kering permukaan jenuh (ssd) B <sub>J</sub>	4,100 kg
Berat benda uji di dalam air kg B <sub>a</sub>	2,670 kg
Berat Jenis (Bulk) = $\frac{B_k}{(B_J - B_a)}$	2,79 kg
Berat Jenis Jenuh (ssd) = $\frac{B_J}{(B_J - B_a)}$	2,867 kg
Berat Jenis (Apparent) = $\frac{B_k}{(B_k - B_a)}$	3,007 kg
Penyerapan Air = $\frac{(B_J - B_k)}{B_k} \times 100\%$	2,5 %

Dari hasil pengujian penyerapan air senilai 2,5% dan berat jenis yang didapat yaitu 3,007 kg. Keadaan SSD adalah bila semua pori terisi oleh air atau yang disebut dengan keadaan jenuh dan kering muka. Hasil dari berat jenis yang didapat nantinya akan digunakan untuk

merencanakan mix design beton.

#### Pengujian *Slump Test/Flow Ability*

Uji Slump adalah suatu uji empiris/metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi/kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari campuran beton segar untuk menentukan tingkat workability nya. Adapun hasil pengujian nilai Slump Test/Flow Ability dapat dilihat pada tabel

**Tabel 7 Pengujian Nilai *Slump Test/Flow Ability* Dengan Faktor Air Semen**

FAS	Flow Ability	
	Campuran Zeolit (mm)	Non Campuran Zeolit (mm)
0,4	595	625
0,45	640	650
0,5	680	695

Berdasarkan hasil pengujian flowability diperoleh nilai slump flow yang bervariasi sesuai dengan nilai FAS yang digunakan. Pada campuran zeolit, nilai slump flow berkisar antara 595 mm hingga 680 mm, sedangkan pada campuran tanpa zeolit berada pada rentang 625 mm hingga 695 mm.

Berdasarkan standar EFNARC, maka pada FAS 0,4 dan 0,45, baik campuran zeolit maupun non-campuran zeolit termasuk dalam kelas SF1 (550–650 mm). Sementara itu, pada FAS 0,50, baik beton dengan campuran zeolit maupun tanpa campuran zeolit masuk ke dalam kelas SF2 (660–750 mm). Hal ini menunjukkan peningkatan kemampuan alir beton seiring bertambahnya nilai FAS.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa peningkatan FAS memberikan dampak positif terhadap nilai flowability beton SCC, penambahan zeolit sedikit menurunkan nilai

slump flow dibanding beton tanpa zeolit, meskipun keduanya masih berada dalam kelas yang sesuai untuk digunakan.

**Tabel 8 Perhitungan nilai *slump test/flow ability***

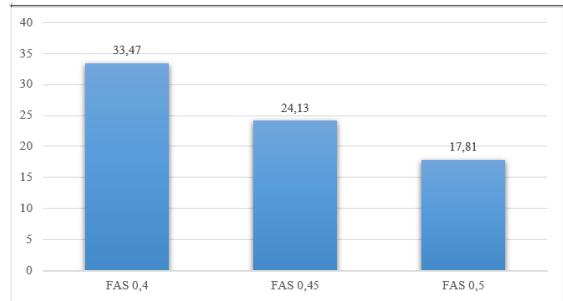
FAS	Flow Ability					
	Campuran Zeolit (cm)		mm	Non Campuran Zeolit (cm)		mm
0,4	59	60	595	58	59	625
0,45	60	68	640	60	70	650
0,5	66	70	680	68	71	695

### Hasil Pengujian Kuat Tekan Dengan Campuran Zeolit

Pengujian kuat tekan dilakukan pada beton SCC yang menggunakan zeolit sebagai bahan tambahan. Adapun variasi kadar zeolit yang digunakan adalah sebesar 10% dari berat semen, dengan tiga variasi FAS 0,4, 0,45 dan 0,5. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari untuk mengetahui pengaruh variasi FAS terhadap kuat tekan beton SCC dengan campuran zeolit terhadap benda uji berbentuk kubus berukuran  $15 \times 15$  cm sesuai dengan standar pengujian yang berlaku (SNI 1974:2011). Hasil rata-rata kuat tekan ditampilkan dalam Tabel 9.

**Tabel 9 Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari Dengan Campuran Zeolit**

Pengujian Kuat Tekan Beton SCC Dengan Campuran Zeolit					
FAS	Benda Uji	Kuat Tekan (kn)	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
0,4	BU 1	713	320,36516	31,689	32,09
	BU 2	721	323,95972	32,044	
	BU 3	732	328,90224	32,533	
0,45	BU 1	578	259,70696	25,689	24,13
	BU 2	527	236,79164	23,422	
	BU 3	524	235,44368	23,289	
0,5	BU 1	367	164,90044	16,311	17,81
	BU 2	369	165,79908	16,400	
	BU 3	466	209,38312	20,711	



**Gambar 6 Grafik Analisa Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari Dengan Campuran Zeolit**

Dari hasil grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah kuat tekan beton yang dihasilkan, nilai kuat tekan beton mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya nilai FAS, sehingga kekuatannya menurun. Namun demikian, beton SCC dengan campuran zeolit 10% masih menunjukkan kuat tekan yang cukup baik dan memenuhi standar. Hal ini menunjukkan bahwa zeolit dapat digunakan sebagai bahan substitusi sebagian semen tanpa mengurangi performa beton secara signifikan, terutama pada nilai FAS 0,4.

Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton SCC dengan campuran zeolit 10% pada umur 28 hari, FAS 0,4 menghasilkan kuat tekan rata-rata 33,47 MPa yang termasuk kategori beton mutu menengah-tinggi. FAS 0,45 menghasilkan kuat tekan rata-rata 24,13 MPa yang termasuk kategori mutu menengah, cocok untuk bangunan bertingkat rendah hingga sedang, balok lantai, pelat, dinding penahan ringan, sloof, serta pondasi dangkal untuk gedung perumahan atau komersial ringan. FAS 0,5 menghasilkan kuat tekan rata-rata 17,81 MPa yang termasuk kategori mutu rendah-menengah, lebih sesuai digunakan untuk elemen non-kritis atau struktur ringan seperti

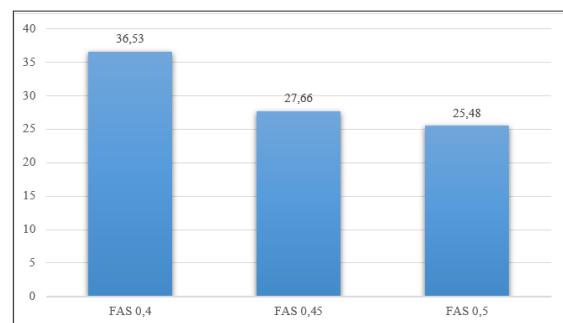
lantai gudang, dinding pembatas non-struktural, elemen prasarana ringan, pelat kerja, dan perkerasan ringan. Penggunaan di lapangan harus tetap memperhatikan perhitungan struktural sesuai SNI 2847:2019, kondisi lingkungan, serta kontrol mutu pelaksanaan.

### Hasil Pengujian Kuat Tekan Non Campuran Zeolit

Pengujian kuat tekan dilakukan pada beton SCC tanpa campuran zeolit atau non-campuran digunakan sebagai kontrol dalam penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan zeolit terhadap kuat tekan beton. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari dengan tiga variasi FAS 0,4 0,45; dan 0,5. Hasil rata-rata kuat tekan ditampilkan dalam Tabel 10

**Tabel 9 Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari Dengan Non Campuran**

Pengujian Kuat Tekan Beton SCC Non Campuran					
FAS	Benda Uji	Kuat Tekan (kn)	Kuat Tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
0,4	BU 1	799	359,00668	35,511	36,53
	BU 2	825	370,689	36,667	
	BU 3	842	378,32744	37,422	
0,45	BU 1	622	279,47704	27,644	27,66
	BU 2	694	311,82808	30,844	
	BU 3	551	247,57532	24,489	
0,5	BU 1	562	252,51784	24,978	25,48
	BU 2	553	248,47396	24,578	
	BU 3	605	271,8386	26,889	

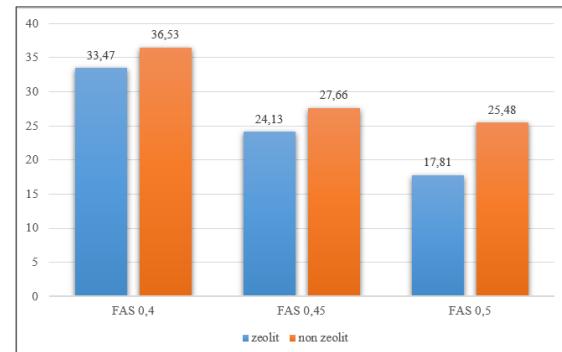


**Gambar 6 Grafik Analisa Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari Non Campuran Zeolit**

Gambar ini menunjukkan grafik kuat tekan beton pada umur 28 hari tanpa campuran zeolit (non-campuran) dengan variasi FAS 0,4 0,45 dan 0,5. Grafik ini memperlihatkan bahwa semakin tinggi nilai FAS, kuat tekan beton menurun.

### Perbandingan Kuat Tekan Beton SCC Campuran Zeolit dan Tanpa Campuran

Perbandingan antara beton SCC dengan campuran zeolit 10% dan tanpa campuran zeolit dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana pengaruh penggunaan zeolit terhadap kekuatan beton. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari dengan tiga variasi FAS 0,4 0,45; dan 0,5. Hasil rata-rata kuat tekan beton dari kedua jenis campuran tersebut disajikan pada Grafik



**Gambar 7 Grafik Pengujian Kuat Tekan Beton Rata-Rata Umur 28 Hari Dengan Campuran Zeolit dan Non Campuran Zeolit**

memperlihatkan grafik perbandingan rata-rata kuat tekan beton umur 28 hari antara beton dengan campuran zeolit dan tanpa campuran zeolit. Untuk tiga variasi FAS yaitu 0,4, 0,45, dan 0,5. Grafik ini menunjukkan bahwa:

1. Secara umum, kuat tekan beton menurun seiring dengan kenaikan FAS untuk kedua jenis beton (zeolit dan non-zeolit).
2. Beton tanpa zeolit memiliki kuat tekan

- yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton yang menggunakan zeolit, pada semua variasi FAS.
3. Penambahan zeolit berpotensi menurunkan kuat tekan, kemungkinan disebabkan oleh:
  4. Reaktivitas zeolit yang lebih lambat dibanding semen.
  5. Beton dengan FAS 0,4 memberikan hasil kuat tekan terbaik.
  6. Penggunaan zeolit cenderung menurunkan kuat tekan beton pada umur 28 hari, meskipun bisa jadi memiliki keunggulan lain seperti kinerja jangka panjang atau efisiensi biaya dan lingkungan.

### Analisis Dan Interpretasi

Pada bagian ini dilakukan analisis terhadap hasil pengujian yang telah diperoleh, baik terkait sifat reologi maupun kuat tekan beton SCC dengan variasi FAS dan campuran zeolit sebesar 10% dari berat semen. Data yang dianalisis mencakup hasil pengujian Slump Test/Flow Ability, dan kuat tekan umur 28 hari.

#### a. Pengaruh variasi FAS terhadap kuat tekan SCC

Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa beton dengan FAS rendah 0,4 menghasilkan kuat tekan yang paling tinggi pada umur 28 hari. Sebaliknya, beton dengan FAS tinggi 0,5 menunjukkan kuat tekan yang paling rendah. Hal ini sesuai dengan teori bahwa semakin rendah FAS, semakin padat dan kuat struktur beton yang terbentuk karena jumlah air yang lebih sedikit menyebabkan pori-pori yang terbentuk setelah pengujian juga lebih sedikit.

Penggunaan zeolit sebagai bahan tambahan sebesar 10% juga berpengaruh terhadap peningkatan kekuatan beton. Zeolit memiliki sifat pozzolan yang memungkinkan reaksi tambahan dengan kalsium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) dari hasil hidrasi semen, membentuk senyawa kalsium silikat hidrat (C-S-H) tambahan yang memperkuat struktur beton. Reaksi ini berlangsung lebih signifikan pada umur beton yang lebih panjang, kekuatan lebih terlihat dibandingkan pada umur 28 hari.

#### b. Interpretasi hubungan antara reologi dan kuat tekan

Terdapat hubungan yang saling memengaruhi antara sifat reologi dan kuat tekan. Beton dengan FAS tinggi memiliki workability yang baik tetapi kekuatan yang rendah, sedangkan beton dengan FAS rendah memiliki kekuatan yang tinggi namun workability yang terbatas. Oleh karena itu, pemilihan FAS harus mempertimbangkan tujuan penggunaan beton.

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh variasi faktor air semen (FAS) terhadap sifat reologi dan kuat tekan beton Self Compacting Concrete (SCC) dengan campuran zeolit, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan zeolit sebesar 10% sebagai substitusi semen pada Self Compacting Concrete (SCC) berpengaruh terhadap sifat reologi dan kuat tekan. Hasil uji kuat tekan menunjukkan penurunan dibanding

- beton non-zeolit pada semua variasi FAS, yaitu 12,15% pada FAS 0,4, 12,76% pada FAS 0,45 dan 30,11% pada FAS 0,5.
2. Peningkatan FAS menyebabkan penurunan kuat tekan baik pada beton normal maupun zeolit. FAS rendah (0,4) menghasilkan kuat tekan tertinggi, sedangkan FAS tinggi (0,5) menghasilkan kuat tekan terendah.
  3. Nilai FAS 0,45 dengan campuran zeolit merupakan titik optimal yang memberikan keseimbangan terbaik antara workability dan kuat tekan, serta masih memenuhi kriteria beton struktural menengah.

#### Saran

1. Perlu penelitian dengan variasi kadar zeolit yang lebih luas untuk menemukan persentase optimum yang mampu menekan penggunaan semen tanpa mengorbankan kuat tekan.
2. Disarankan menguji variasi FAS di bawah 0,4 atau di atas 0,5 agar diperoleh gambaran lebih lengkap mengenai pengaruhnya terhadap SCC dengan campuran zeolit.
3. Penelitian lanjutan sebaiknya mencakup uji sifat mekanik dan durabilitas lain kuat tarik belah, modulus elastisitas, ketahanan sulfat, klorida, dan siklus basah-kering.
4. Perlu dilakukan uji coba pada skala lapangan untuk mengevaluasi kinerja beton SCC dengan zeolit dalam kondisi konstruksi nyata.

#### DAFTAR PUSTAKA

- A. R. Cusens, "Concrete technology: D. F. Orchard 3rd Edition, Volume 3. The Properties and Testing of Aggregates. Applied Science, London. 281 pp. £10.00 (1976)," *Building and Environment*, vol. 11, no. 3. 1976.
- De chutter, G.. 2005. Pedoman Pengujian Beton Pemadatan Mandiri Segar.
- De Schutter, G. (2008). Pemompaan beton yang memadat sendiri: kenyataan tersembunyi. *Beton-Teknologi, Konstrukce, Sanace*, (5), 50-56.
- EFNARC, "Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete," *Rep. from EFNARC*, no. May, p. 68, 2005.
- Iqbal, A. S. (2018). Pengaruh zeolit sebagai material pengganti semen pada campuran beton self compacting concrete (SCC) terhadap kuat tekan dan porositas beton. *Rekayasa Teknik Sipil*, 1(01), 167-175.
- Poerwadi, M. R., Zacoeb, A., & Syamsudin, R. (2014). *Pengaruh penggunaan mineral lokal zeolit alam terhadap karakteristik self-compacting concrete (SCC)* (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- R. RABEHI, M. AMIEUR, and M. RABEHI, "Characterizations of self-consolidating concrete (SCC) from a physicalmechanical perspective with various additions," *Int. Conf. Recent Acad. Stud.*, vol. 1, 2023, doi: 10.59287/icras.672.
- Relative Density ( Specific Gravity ), and Absorption of Coarse Aggregate," *ASTM Stand. B.*, no. C, 2013.
- Sirapanji, O. M., dkk. (2017). Studi Pengembangan Beton 100% Fly Ash Tipe C: Pengaruh W/Fa, Superplasticizer, dan Kalsium Terhadap Kuat Tekan Pasta. *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 6(2), 171-178.

Sjafei Amri Pengaruh Penggunaan Mineral Lokal  
Zeolit Alam Terhadap Karakteristik Self-  
Compacting Concrete (ScC).

Sutrisno, N. (2023). *Analisa Perbandingan Kuat  
Tekan Beton Normal Fc'30 Dan Beton  
Fc'30 ScC (Self Compacting Concrete)*  
Menggunakan Superplasticizer (Doctoral  
Dissertation, Fakultas Teknik Dan Ilmu  
Komputer Teknik Sipil).

T. Mulyono, *Teknologi Beton*, Jakarta, no. March.  
2003.

W. Mandela and A. D. Purwantoro, *Panduan  
Praktikum Teknologi Beton Prodi Teknik  
Sipil Universitas Muhammadiyah Sorong*.  
2018. doi: 10.31227/osf.io/v2wqc.

Wijaya, O. A., dkk. (2018). Pengaruh Penambahan  
Superplasticizer pada Beton Geopolimer  
Berbahan Dasar NaOH 14m Molar Terhadap  
Kuat Tekan dan Porositas. Rekayasa Teknik  
Sipil.

Y. Aidjouli, C. Belebchouche, A. Hammoudi, E. H.  
Kadri, S. Zaouai, and S. Czarnecki,  
“Modeling the Properties of Sustainable  
Self-Compacting Concrete Containing  
Marble and Glass Powder Wastes Using  
Response Surface Methodology,” *Sustain.*,  
vol. 16, no. 5 : 1972, 2024, doi:  
<https://doi.org/10.3390/su16051972>.

Zulkarnain, F., & Pasaribu, S. E.  
(2022). *Pengembangan Campuran Beton  
K-300 Untuk Infrastruktur Perumahan  
Tahan Gempa Di Indonesia* (Vol. 1).  
umsu press.