



## Analisis Kuat Tekan Terhadap Penggunaan *Filler Fly Ash* Pada *High Strength Self Compacting Concrete*

Rizki Andika Mahmud<sup>#a</sup>, Ellen J. Kumaat<sup>#b</sup>, Reky S. Windah<sup>#c</sup>

<sup>#Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia</sup>  
<sup>#rizkimahmud117@gmail.com; #ekumaat@unsrat.ac.id; rekywindah@unsrat.ac.id</sup>

### Abstrak

*High Strength Self Compacting Concrete* adalah salah satu inovasi beton dengan keunggulan memiliki *workability* dan mutu beton yang tinggi. *Fly ash* dapat digunakan sebagai *filler* atau bahan pengganti semen. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian *slump* yang meliputi *slump flow test*, *l box test* dan *v funnel test* serta pengujian kuat tekan dengan waktu *curing* 14 hari untuk persentase 1%, 5%, 15% dan 20% dan waktu *curing* 28 hari untuk persentase 1%. Benda uji berbentuk silinder dengan dimensi 100 mm dan 200 mm. Dari hasil penelitian diperoleh penggunaan *fly ash* persentase 1% memenuhi syarat untuk *Self Compacting Concrete* menurut EFNARC dengan nilai *slump flow test* 700 mm dan memenuhi syarat untuk *High Strength Concrete* dengan nilai kuat tekan rata-rata 70,61 MPa pada *curing* 14 hari. Kemudian dilakukan penelitian lanjut menggunakan persentase 1% untuk memperoleh nilai *slump* pada ketiga pengujian *slump* serta nilai kuat tekan pada 28 hari. Sehingga diperoleh nilai *slump flow test* 719 mm, *l box test* 1 cm dan *v funnel* 19,99 detik dengan kuat tekan rata-rata 41,52 MPa pada 14 hari dan 44,36 MPa pada 28 hari. Penggunaan *fly ash* sebagai *filler* dengan persentase 1% mereduksi biaya produksi sebesar 0,81% terhadap biaya produksi HSSCC tanpa *filler fly ash*.

*Kata kunci: High Strength Self Compacting Concrete, Fly Ash, Filler, slump, kuat tekan*

### 1. Pendahuluan

#### 1.1. Latar Belakang

Beton merupakan salah satu material yang sangat penting dalam pembangunan berbagai infrastruktur, yang banyak diminati karena memiliki kelebihan dibandingkan dengan bahan yang lain. Seiring dengan perkembangan pengetahuan dan teknologi, inovasi beton terus berkembang dan meningkat guna menghasilkan beton yang memiliki kualitas optimal yang melebihi kemampuan beton normal.

*High Strength Self Compacting Concrete* (HSSCC) adalah salah satu inovasi beton dengan keunggulan seperti tidak memerlukan alat vibrator dan pemadat untuk mengisi ruang kosong tanpa menyebabkan terjadinya *bleeding* dan *segregasi* dengan mutu beton yang tinggi. Untuk memperoleh *High Strength Self Compacting Concrete* dibutuhkan bahan tambah yaitu *superplasticizer* dan menggunakan komposisi semen yang besar di dalam campuran beton. Penggunaan beton ini masih belum bisa dimanfaatkan dengan baik karena biaya produksi yang tinggi karena penggunaan semen yang lebih banyak daripada beton normal. Untuk mengatasi kendala yang dialami maka digunakan *fly ash* pada campuran beton. *fly ash* merupakan limbah dari sisa pembakaran batu bara bisa digunakan sebagai bahan tambahan untuk mengurangi penggunaan semen, sehingga dapat sekaligus mengurangi biaya produksi.

#### 1.2. Rumusan Masalah

Penulis ingin melakukan penelitian tentang kuat tekan pada *High Strength Self Compacting*

*Concrete* dengan melihat pengaruhnya terhadap penggunaan *fly ash* sebagai bahan tambah pada campuran beton, sehingga penggunaan semen pada campuran beton dapat dikurangi dan dapat menekan biaya produksi.

### 1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang terdapat dalam penyusunan penelitian ini untuk membatasi permasalahan yang ada agar tidak terjadi pembahasan penelitian yang menjadi luas, sebagai berikut:

1. *Superplasticizer* yang digunakan adalah Betonmix dari *Aquaproof*
2. Agregat kasar yang digunakan berupa batu pecah dari Kema
3. Agregat halus yang digunakan berupa pasir dari Girian
4. Semen yang digunakan adalah semen Portland merek Semen Tiga Roda
5. *Fly Ash* yang digunakan diperoleh dari PLTU Sulut-3 2x50 MW Kema
6. Air yang dipakai adalah air yang tersedia di Laboratorium Rekayasa Material dan Struktur Universitas Sam Ratulangi.
7. Pengujian kuat tekan dilakukan 28 hari dan beberapa pengujian dilakukan pada 14 hari kemudian dikonversi ke 28 hari.
8. Kuat tekan rencana  $\geq 50$  MPa.
9. Bentuk benda uji adalah silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm.
10. Pengaruh suhu, udara dan faktor lain diabaikan.

### 1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa pengaruh kuat tekan dengan penggunaan *filler fly ash* pada *High Strength Self Compacting Concrete*.
2. Mendapatkan komposisi *High Strength Self Compacting Concrete* yang optimal.
3. Memperoleh pengaruh penggunaan *filler fly ash* terhadap biaya produksi *High Strength Self Compacting Concrete*.

### 1.5. Manfaat Penelitian

1. Untuk memanfaatkan *Fly Ash* yang tersedia di PLTU Sulut-3 2x50 MW
2. Dengan adanya penelitian ini dapat meningkatkan perkembangan teknologi beton dengan workabilitas dan kekuatan beton secara bersamaan.
3. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat menjadi acuan dalam penekanan biaya produksi *High Strength Self Compacting Concrete*.

## 2. Metode

### 2.1. Persiapan Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian meliputi *Concrete Mixer* sebagai media untuk mencampur bahan yang digunakan, timbangan digital, cetakan silinder berbentuk silinder dengan dimensi diameter 10 cm dan tinggi 20 cm, Saringan Agregat, serta alat pengujian untuk slump dan kuat tekan. Bahan yang digunakan pada penelitian meliputi air, semen, agregat kasar, agregat halus, *superplasticizer*, dan *fly ash*. Agregat kasar yang digunakan adalah agregat yang lolos saringan No. ½ dengan ukuran maksimal 12,05 mm sedangkan agregat halus yang digunakan adalah agregat yang lolos saringan No. 4 dengan maksimal ukuran 4,75 mm. *Fly ash* yang digunakan adalah yang lolos saringan No.200.

### 2.2. Pengujian Agregat

Pengujian agregat dilakukan untuk memperoleh data karakteristik agregat yang akan digunakan pada pembuatan beton. Pengujian yang dilakukan diantaranya pengujian analisis saringan agregat halus dan kasar, pengujian kadar air agregat, berat jenis dan absorpsi agregat,

pemeriksaan ketahanan aus agregat kasar, pemeriksaan berat volume agregat, pemeriksaan kadar lumpur agregat halus, pengujian kadar zat organik agregat halus.

### 2.3. Mix Design

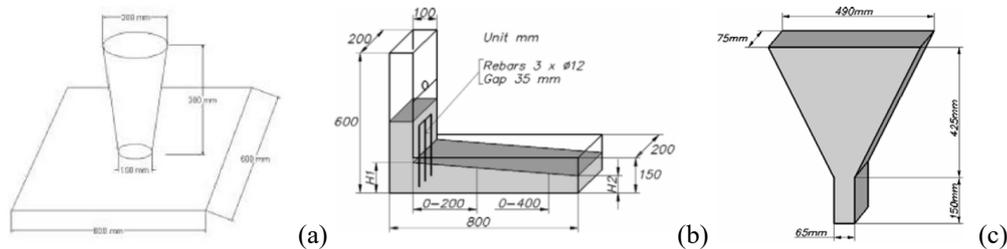
Mix design yang digunakan dalam penelitian ini ditetapkan dan diperoleh berdasarkan hasil trial mix yang mengacu pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh A. Korua, 2019. Mix design yang digunakan disajikan dalam tabel berikut:

**Tabel 1.** Mix Design

Material	Berat Jenis (kg/m <sup>3</sup> )	Persentase (%)
Semen	780	34,04
Air	210,825	9,20
Agregat Halus	760	33,17
Agregat Kasar	528	23,04
Superplasticizer	12,48	0,54
Total	2291,31	100

### 2.4. Pengujian Slump

Berdasarkan EFNARC, 2002, untuk mengukur sifat workability dari *Self Compacting Concrete* perlu dilakukan pengujian terhadap *filling ability*, *passing ability*, dan *segregation resistance*. Banyak metode pengujian yang berbeda telah dikembangkan dalam upaya untuk mengkarakterisasi sifat-sifat SCC, diantaranya adalah *slump flow test*, *l box test* dan *v funnel test*.



**Gambar 1.** (a) *Slump Flow Test*; (b) *L Box Test*; (c) *V Funnel Test* (EFNARC, 2002)

### 2.5. Pengujian Kuat Tekan

Sebelum dilakukan pengujian kuat tekan, permukaan benda uji terlebih dahulu dilapisi belerang (*capping*) agar tekanan yang diberikan tersebar merata. Setelah itu dilanjutkan dengan pengujian kuat tekan dengan menggunakan *Compression Testing Machine*. Pengujian kuat tekan dilakukan di Laboratorium Rekayasa Material Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi dengan mengacu pada SNI 1974:2011:

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Kuat tekan beton dengan benda uji silinder dinyatakan dalam MPa atau N/mm<sup>2</sup> dengan keterangan P adalah gaya tekan aksial yang dinyatakan dengan Newton (N) sedangkan A adalah luas penampang melintang benda uji yang dinyatakan dalam mm<sup>2</sup>.

### 3. Kajian literatur

#### 3.1. Self Compacting Concrete

SCC dapat memadat ke setiap sudut dari struktur bangunan dan dapat mengisi tinggi permukaan yang diinginkan dengan rata (*self-leveling*) tanpa mengalami *bleeding* dan segregasi. Pada SCC diperlukan *admixture* yang bersifat mengurangi air. Selain dari penambahan *admixture*, beton SCC juga memerlukan bahan yang halus (*finer*) yang berfungsi sebagai pelumas sehingga dapat meningkatkan *flowability* dan *workability* nya, dan sebagai bahan pengisi (*filler*) yang berfungsi mengisi rongga-rongga pada beton.

#### 3.2. Beton Mutu Tinggi

Beton mutu tinggi didefinisikan sebagai beton yang memiliki kuat tekan yang disyaratkan lebih besar sama dengan 41,4 MPa. Kuat tekan yang disyaratkan untuk menentukan proporsi campuran beton kekuatan tinggi dapat dipilih untuk umur 28 hari atau 56 hari.

#### 3.3. Fly Ash

*Fly ash* atau abu terbang yang merupakan sisa-sisa pembakaran batubara, yang berbentuk partikel halus dan merupakan bahan anorganik yang terbentuk dari perubahan bahan mineral karena proses pembakaran batu bara. Penggunaan material *fly ash* sebagai material pembentuk beton didasari pada sifat material ini yang memiliki kemiripan dengan sifat semen. Secara fisik, material *fly ash* memiliki kemiripan dengan semen dalam hal kehalusan butir-butirnya. Menurut ACI, *fly ash* mempunyai butiran yang cukup halus, yaitu lolos ayakan No. 325 (45 mili micron) 5-27 % dengan specific gravity antara 2,15-2,6 dan berwarna abu-abu kehitaman. Sifat kimia yang dimiliki oleh *fly ash* berupa silica dan alumina dengan persentase mencapai 80%. Berdasarkan kandungan kimia, *fly ash* menurut ASTM C168-12a diklasifikasikan sebagai berikut:

**Tabel 2.** Klasifikasi Fly Ash

	Class		
	N	F	C
Silicon dioxide (SiO <sub>2</sub> ) plus aluminum oxide (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) plus iron oxide (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), min, %	70	70	50
Sulfur trioxide (SO <sub>3</sub> ), max, %	4	5	5
Moisture content, max, %	3	3	3
Loss on ignition, max, %	10	6	6

*Fly ash* tidak mampu sebaik semen menggantikan sifat semen yang berfungsi utama sebagai pengikat material pada beton, namun *fly ash* sebagai *additive* mampu meningkatkan kuat tekan pada beton. Karena *fly ash* lebih tepat berfungsi sebagai *filler* atau pengisi. Dimana pori yang diisi oleh *fly ash* akan menambah kekedapan beton yang akan berbanding lurus dengan kuat tekan beton.

Dengan menggunakan *fly ash* pada campuran beton, dapat meningkatkan sifat reologi dari SCC dan mengurangi panas hidrasi semen sehingga dapat mengurangi potensi retak. Hidrasi semen adalah proses yang terjadi pada semen setelah bercampur dengan air yang mengakibatkan beton dapat mengeras. Kinerja mekanik beton sangat dipengaruhi oleh perawatan termal. Efek utama muncul dari evolusi struktur mikro yang lebih padat dengan peningkatan pembentukan kalsium silika hidrat (C-S-H) sehingga mencapai keunggulan karakteristik mekanis Ketika

dicampur dengan semen portland dan air, menghasilkan produk yang mirip dengan yang dibentuk oleh hidrasi semen tetapi memiliki struktur mikro adenser yang kurang permeable.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 4.1. Hasil Pemeriksaan Kandungan Fly Ash

Sebelum mengaplikasikan *fly ash* pada mix design, perlu diketahui komposisi kandungan senyawa yang terkandung di dalamnya. Maka dari itu dilakukan pengujian E 965 Oksida pada *fly ash* yang akan digunakan. Berikut dilampirkan hasil pengujian tersebut.

**Tabel 3.** Komposisi Senyawa Fly Ash  
(Laboratorium Sentral Mineral dan Material Maju, Universitas Negeri Malang, 2022)

Senyawa	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO
Conc	8,5%	19,4%	0,2%	9,0%	1,1%	17,2%	1,1%	0,04%	0,079%	0,43%

**Tabel 4.** Lanjutan Komposisi Senyawa Fly Ash  
(Laboratorium Sentral Mineral dan Material Maju, Universitas Negeri Malang, 2022)

Senyawa	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	NiO	CuO	SrO	MoO <sub>3</sub>	BaO	Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Yb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Re <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
Conc	37,32%	0,02%	0,043%	0,55%	4,2%	0,27%	0,41%	0,02%	0,27%

##### 4.2. Hasil Pelaksanaan Trial Mix

Trial mix dilakukan untuk memenuhi syarat *High Strength Concrete* menurut SNI dan *Self Compacting Concrete* menurut EFNARC. Terdapat beragam perlakuan diantaranya prosedur dan waktu pelaksanaan *mixing*. Sebagai langkah awal dilakukan pengujian *slump* terhadap beton segar sebelum meninjaunya terhadap kuat tekan. Pengujian *slump* mengacu pada EFNARC dengan melakukan *slump flow test*, *l box test* dan *v funnel test*.

**Tabel 5.** Hasil *Slump Flow Test Trial Mix*

Benda Uji	Nilai Slump Flow mm	Standar EFNARC mm	Ket
Trial Mix 1	540	650-800	Tidak Memenuhi
Trial Mix 2	700		Memenuhi
Trial Mix 3	790		Memenuhi
Trial Mix 4	850		Tidak Memenuhi
Trial Mix 5	605		Tidak Memenuhi
Trial Mix 6	582		Tidak Memenuhi
Trial Mix 7	600		Tidak Memenuhi
Trial Mix 8	662		Memenuhi
Trial Mix 9	688		Memenuhi

**Tabel 6.** Hasil *L Box Test Trial Mix*

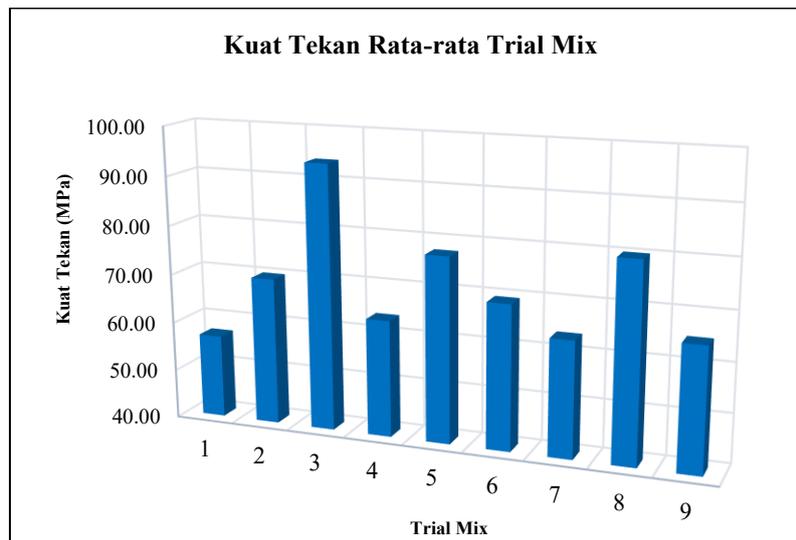
Benda Uji	Nilai L-Box mm	Standar EFNARC mm	Ket
Trial Mix 1	1,375	0,8-1,0	Tidak Memenuhi
Trial Mix 2	1,18		Tidak Memenuhi
Trial Mix 3	-		Tidak Diuji
Trial Mix 4	1,018		Tidak Memenuhi
Trial Mix 5	-		Tidak Diuji

Benda Uji	Nilai L-Box mm	Standar EFNARC mm	Ket
Trial Mix 6	-		Tidak Diuji
Trial Mix 7	-		Tidak Diuji
Trial Mix 8	1,117		Tidak Memenuhi
Trial Mix 9	1,022		Tidak Memenuhi

**Tabel 7.** Hasil *V Funnel Test Trial Mix*

Benda Uji	V-Funnel mm	Standar EFNARC detik	Ket
Trial Mix 1	30		Tidak Memenuhi
Trial Mix 2	77,06		Tidak Memenuhi
Trial Mix 3	-		Tidak Diuji
Trial Mix 4	12,38		Tidak Memenuhi
Trial Mix 5	24,7	6-12	Tidak Memenuhi
Trial Mix 6	-		Tidak Diuji
Trial Mix 7	-		Tidak Diuji
Trial Mix 8	-		Tidak Diuji
Trial Mix 9	24,54		Tidak Memenuhi

Dalam pelaksanaan pengujian *slump* terdapat beberapa kendala, diantaranya adalah waktu pengujian. Diperlukan waktu yang cukup untuk melakukan tiga pengujian pada beton segar karena penggunaan *superplasticizer* pada campuran mengakibatkan beton cepat mengeras. Selain itu alat pengujian yang digunakan terkadang mengalami masalah seperti pintu pada *l box* dan *v funnel* yang sulit untuk dibuka. Setelah memperoleh nilai pengujian *slump*, dilanjutkan dengan melakukan pencetakan benda uji. Kemudian dilakukan pengujian kuat tekan pada benda uji setelah curing 7 hari. Hasil pengujian kuat tekan rata-rata dilampirkan sebagai berikut:



**Gambar 2.** Kuat Tekan Rata-rata *Trial Mix*

#### 4.3. Hasil Pemeriksaan Kuat Tekan dengan Variasi Persentase Fly Ash

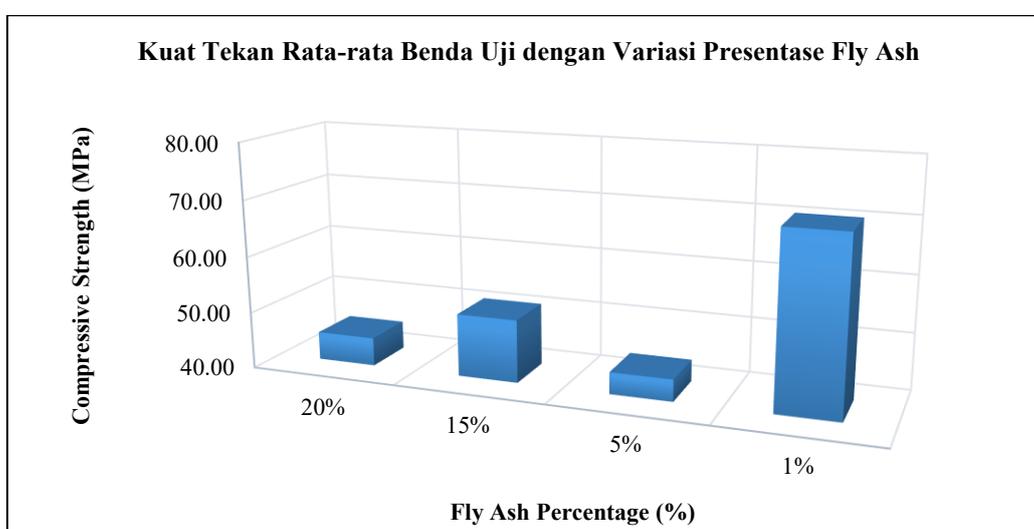
Penulis melakukan penelitian terhadap variasi penggunaan *fly ash* dengan persentase 20%, 15%, 5% dan 1% dengan waktu *curing* 14 hari yang kemudian dikonversi ke 28 hari. Berikut hasil pengujian *slump flow test* dan kuat tekan:

5.

**Tabel 8.** Hasil Pengujian *Slump* Benda Uji dengan Variasi Persentase *Fly Ash*

Persentase Fly Ash	Nilai Slump Flow mm	Standar EFNARC mm
20%	890	650-800
15%	654	
5%	664	
1%	700	

Berdasarkan hasil pengujian *slump flow test* diperoleh hasil yang beragam. Penggunaan *fly ash* pada campuran menyebabkan penggumpalan. Hal ini mengakibatkan terjadinya peningkatan kebutuhan air pada campuran. Oleh karena itu penulis menambahkan air dengan variasi yang disesuaikan dengan persentase *fly ash*. Hal ini berpengaruh pada hasil *slump flow test* yang diperoleh.

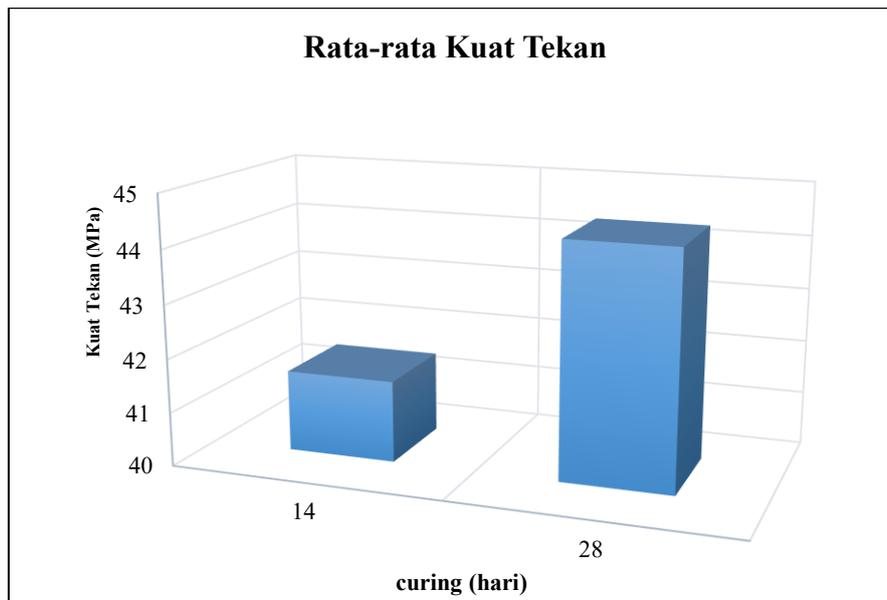
**Gambar 3.** Hasil Kuat Tekan Rata-rata Benda Uji dengan Variasi Persentase Fly Ash

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, penggunaan *fly ash* sebagai *filler* berpengaruh pada kebutuhan air yang digunakan pada *mix design*. Semakin tinggi persentase penggunaan *fly ash*, berbanding lurus dengan kebutuhan air yang diperlukan agar campuran tidak menggumpal. Sehingga ketika proses *mixing*, penulis menambahkan air yang beragam sesuai dengan persentase *fly ash*. Peningkatan penggunaan air pada campuran sangat mempengaruhi kuat tekan pada benda uji. Benda uji dengan persentase *fly ash* 1% menghasilkan kuat tekan rata-rata tertinggi yaitu 70,61 MPa dengan nilai *slump flow* adalah 700 mm.

Setelah melakukan pemeriksaan kuat tekan dengan menggunakan persentase fly ash sebanyak 1%, 5%, 15% dan 20% diperoleh bahwa penggunaan *fly ash* persentase 1% memperoleh kuat tekan tertinggi dengan nilai slump flow test yang memenuhi. Sehingga penulis melanjutkan penelitian menggunakan persentase tersebut dengan waktu *curing* selama 28 hari. Penulis juga menyiapkan benda uji dengan waktu curing 14 hari sebagai nilai koreksi. Berikut dilampirkan hasil pengujian *slump flow test* dan kuat tekan:

**Tabel 9.** Hasil Kuat Tekan Rata-rata Benda Uji dengan Variasi Persentase Fly Ash

Pengujian	Nilai	Standar EFNARC	Keterangan
<i>Slump Flow Test</i>	719 mm	650-800 mm	Memenuhi
<i>L Box Test</i>	1,00 cm	0,8-1,0 cm	Memenuhi
<i>V Funnel Test</i>	19,99 detik	6-12 detik	Tidak Memenuhi



**Gambar 4.** Hasil Kuat Tekan Rata-rata Benda Uji dengan Variasi Persentase Fly Ash

#### 4.4 Pembahasan Analisa Kuat Tekan

Penggunaan *fly ash* berpengaruh pada kuat tekan beton. Saat semen memulai hidrasi, *fly ash* berfungsi meningkatkann laju hidrasi awal pada  $C_3S$ . *Fly ash* sendiri dapat masuk ke dalam ruang antara butiran semen dengan cara yang sama seperti pasir mengisi celah antara partikel agregat kasar dan semen, sehingga terjadi perbaikan sifat mekanik pada beton karena menyebabkan terjadinya pepadatan struktur pori. Dilakukan uji hubungan korelasi untuk melihat hubungan antara persentase *fly ash* yang digunakan dan nilai kuat tekan beton yang dihasilkan menggunakan SPSS:

**Tabel 10.** Hasil Uji Hubungan Korelasi Persentase Fly Ash dan Nilai Kuat Tekan Beton

		Persentase Fly Ash	Nilai Kuat Tekan Beton
Persentase Fly Ash	Pearson Correlation	1	-0,581
	Sig. (2-tailed)		0,047
	N	12	12
Nilai Kuat Tekan Beton	Pearson Correlation	-0,581	1
	Sig. (2-tailed)	0,047	
	N	12	12

Berdasarkan data yang disajikan, diperoleh bahwa persentase *fly ash* dan nilai kuat tekan beton yang dihasilkan berkorelasi karena hasil yang diperoleh  $<0,05$  yaitu sebesar 0,047. Melalui pengujian tersebut, diperoleh derajat hubungannya adalah hubungan korelasi sedang dan memiliki hubungan negatif. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi penggunaan persentase *fly ash* maka nilai kuat tekan beton yang dihasilkan akan semakin menurun.

Penggunaan *fly ash* pada campuran beton perlu diperhatikan kebutuhan air yang digunakan karena penggunaan air pada beton dapat mempengaruhi kuat tekan yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena kandungan air pada campuran akan menguap sehingga penggunaan air berlebihan akan menghasilkan lebih banyak rongga pada beton.

#### 4.5 Pengaruh Penggunaan Filler Fly Ash terhadap Biaya Produksi

Penggunaan *fly ash* pada beton sebagai *filler* akan berpengaruh pada biaya produksi karena mengurangi penggunaan semen. Tetapi dalam pelaksanaannya ternyata dengan menggunakan *filler* tersebut tidak mempunyai pengaruh yang signifikan pada biaya produksi beton.

**Tabel 11.** Perbandingan Biaya Produksi per m<sup>3</sup>

Persentase	Harga Produksi
0%	Rp1.861.233,67
1%	Rp1.846.194,57
5%	Rp1.798.770,57
15%	Rp1.680.210,57
20%	Rp1.620.930,57

Melalui uji hubungan korelasi menggunakan SPSS diperoleh bahwa persentase *fly ash* dan biaya produksi memiliki korelasi karena mempunyai nilai  $<0,05$  yaitu 0,00. Selain itu derajat hubungannya adalah korelasi sempurna dengan hubungan negatif. Hal ini menunjukkan bahwa semakin meningkatnya penggunaan *fly ash* pada beton akan diikuti dengan semakin menurunnya biaya produksi.

**Tabel 13.** Hasil Uji Hubungan Korelasi Persentase Fly Ash dan Biaya Produksi

		Persentase Fly Ash	Biaya Produksi
Persentase Fly Ash	Pearson Correlation	1	-1,00
	Sig. (2-tailed)		0,00
	N	5	5
Biaya Produksi Beton	Pearson Correlation	-1,00	1
	Sig. (2-tailed)	0,00	
	N	5	5

## 5 Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian mengenai analisis kuat tekan terhadap penggunaan *filler fly ash* pada *high strength Self Compacting concrete* berdasarkan benda uji, hasil analisa dan pembahasan yang telah dilaksanakan adalah sebagai berikut:

1. Hasil uji hubungan korelasi yang menggunakan data kuat tekan benda uji yang dipengaruhi oleh peningkatan kebutuhan air menyatakan bahwa kuat tekan beton akan menurun seiring dengan peningkatan penggunaan *fly ash* pada campuran beton.
2. Penggunaan *fly ash* sebagai *filler* terhadap *mix design* menyebabkan campuran menggumpal sehingga kebutuhan air meningkat dan mempengaruhi kuat tekan beton yang dihasilkan.
3. Nilai kuat tekan beton dengan variasi penggunaan *filler fly ash* 1% merupakan persentase yang optimal dikarenakan mendapatkan nilai *slump flow test* 719 mm, nilai *l box test* 1 mm, nilai *v funnel test* 19,99 detik serta kuat tekan 41,52 MPa pada 14 hari dan 44,36 MPa pada 28 hari.
4. Biaya produksi *high strength Self Compacting concrete* dengan *filler fly ash* tidak berpengaruh signifikan. Penggunaan *fly ash* sebagai *filler* dengan persentase 1% hanya mereduksi biaya produksi sebesar 0,81%.

## 6 Saran

Dengan merujuk pada hasil pengujian dan analisis penelitian, dapat diberikan beberapa saran yang bertujuan untuk pengembangan penelitian lanjut sebagai berikut:

1. Benda uji yang digunakan sebaiknya berjumlah lebih dari 3 buah untuk setiap pengujian (termasuk *trial mix*) agar hasil pengujian lebih akurat dan teliti jika nantinya terjadi kesalahan dalam pengujian.
2. Hendaknya dalam penelitian selanjutnya dapat memperhatikan perbandingan persentase penggunaan air dan *fly ash* pada benda uji. Semakin tinggi penggunaan persentase *fly ash* pada campuran, semakin tinggi juga kebutuhan air yang diperlukan.

3. Dalam pembuatan beton mutu tinggi dengan menggunakan *fly ash*, diperlukan adanya penambahan zat *additive* yang mempermudah pengerjaan (*workability*) karena fas yang dihasilkan rendah.
4. Karena dalam penelitian ini menggunakan *superplasticizer*, maka perlu memperhatikan waktu *mixing*. *Superplasticizer* bersifat mempercepat pengerasan beton.
5. Dalam pengujian kuat tekan beton, hendaknya permukaan benda uji harus rata. Biasanya dalam proses *capping*, terdapat kesalahan sehingga menghasilkan *cape* yang miring sehingga akan berpengaruh pada kuat tekan yang dihasilkan.

## Referensi

- Ahmad, S., Umar, A., & Masood, A. (2017). Properties of Normal Concrete, Self-Compacting Concrete and Glass Fibre-reinforced Self-Compacting Concrete: An Experimental Study. ASTM C618-12a. Standard Specification for Coal Fly Ash and Rawor Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete.
- Bahedh, M. A., & Jaafar, M. S. (2018). Ultra High-performance Concrete Utilizing Fly Ash as Cement Replacement Under Autoclaving Technique. EFNARC 2002, Februari. *Specification and Guidelines for Self Compacting Concrete*
- Ervianto, M., Saleh, F., & Prayuda, H. (2016, Oktober). Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Bahan Tambah Abu Terbang (Fly Ash) dan Zat Adiktif (Bestmittel).
- Haf, B. B. (2012, Februari). Pengaruh Penggunaan Fly Ash Pada Beton Mutu Normal dan Mutu Tinggi Ditinjau dari Kuat Tekan dan Absorpsi.
- Korua, A. M., Dapas, S. O., & Handono, B. D. (2019). Kinerja High Strength Self Compacting Concrete Dengan Penambahan Admixture "Beton Mix" Terhadap Kuat Tarik Belah.
- Marthinus, A. P., Sumajow, M. D., & Windah, R. S. (2015, November). Pengaruh Penambahan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Kuat Tarik Belah Beton.
- Mira Setiawati. Fly Ash sebagai Pengganti Semen pada Beton.
- Miza, S. D., Wallah, S. E., & Mondoringin, M. R. (2019). Perilaku Mekanis High Strength Self Compacting Concrete Dengan Penambahan Admixture "Beton Mix" Terhadap Kuat Tarik Lentur.
- Nath, P., & Sarker, P. (2011). Effect of Fly Ash on the Durability Properties of High Strength Concrete.
- Neville, M. M., & Brooks, J. J. (2010). *Concrete Technology, Second Edition*.
- Ozyildirim, C., & Carino, N. J. (2006). *Significance of Tests and Properties of Concrete and Concrete Making Materials*.
- Risdianto, Y. (2010, Juli). Penerapan Self Compacting Concrete (SCC) Pada Beton Mutu Normal.
- Rusyandi, K., Mukodas, J., & Gunawan, Y. (2012). Perancangan Beton Self Compacting Concrete (Beton Memadat Sendiri) Dengan Penambahan Fly Ash dan Structuro.
- SNI 03-6468:2000. Tata Cara Perencanaan Campuran Tinggi dengan Semen Portland dengan Abu Terbang.
- SNI 1974:2011. Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder.