

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Hasil Pengujian Agregat Halus**

##### **4.1.1. Pengujian Kadar Lumpur**

Pengujian kadar lumpur agregat halus dilakukan untuk mengetahui agregat yang baik digunakan sebagai bahan penyusun beton harus memiliki kadar lumpur sekecil mungkin. Persyaratan kadar lumpur maksimal agregat halus sebesar 5% (BSN, 1989). Dari hasil pengujian agregat halus berupa pasir Progo diperoleh nilai kadar lumpur rata-rata 4%, lebih kecil dari batas yang disyaratkan. Pratiwi dkk. (2016) melakukan pengujian kadar lumpur pada agregat halus yang didapat dari pasir Progo, dengan nilai kadar lumpur sebesar 4,532%. Hasil yang didapatkan dari penelitian pratiwi memiliki selisih nilai sebesar 0,532%. Persentase dari pemeriksaan kadar lumpur dapat dilihat pada Lampiran 5.

##### **4.1.2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air**

Pengujian berat jenis dan penyerapan air dilakukan untuk menentukan berat jenis kering oven (*bulk specific gravity*), berat jenis jenuh muka (*saturated surface dry*, SSD), berat jenis semu (*apparent specific gravity*) dan penyerapan agregat. Berdasarkan hasil pemeriksaan, didapatkan berat jenis kering oven sebesar 2,797 ; berat jenis jenuh muka sebesar 2,65 ; berat jenis semu sebesar 2,878 ; dan nilai penyerapan air agregat halus sebesar 2,81. Pratiwi dkk. (2016) melakukan penelitian terhadap berat jenis dan penyerapan agregat halus berupa pasir progo. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut sebesar 2,58 untuk berat jenis dan 0,276% untuk penyerapan air. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus dapat dilihat pada Lampiran 3.

##### **4.1.3. Pengujian Gradasi Butiran**

Pengujian gradasi butiran dilakukan untuk mengetahui agregat halus yang berupa pasir sungai progo memenuhi persyaratan standarisasi yang mengacu pada ASTM (2014). Hasil pengujian diperoleh nilai modulus halus butir sebesar 2,255, hasil ini sesuai dengan persyaratan nilai MHB. Tabel 4.1 menunjukkan hasil pemeriksaan persentase gradasi butiran untuk agregat halus yang dijadikan acuan

dalam menentukan daerah gradasi. Perhitungan penentuan gradasi butiran agregat halus dapat dilihat pada Lampiran 1.

Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan gradasi agregat halus

Nomor Saringan	Berat Tertahan (gram)	Persen berat Tertahan (%)	Persen berat Tertahan Kumulatif (%)	Persen Berat Lolos Kumulatif (%)
No. 4 (4,75 mm)	0	0	0	100
No. 8 (2,4 mm)	25	2,5	2,5	97,5
No. 16 (1,2 mm)	147	14,7	17,2	82,8
No. 30 (0,6 mm)	280	28,0	45,2	54,8
No. 50 (0,3 mm)	251	25,1	70,3	29,7
No. 100 (0,15 mm)	200	20,0	90,3	9,7
Pan	97	9,7	100	0
Jumlah	1000	100	325,5	

#### 4.1.4. Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui nilai yang nantinya digunakan untuk koreksi takaran air dalam adukan beton yang sesuai kondisi lapangan. Hasil pengujian kadar air dari pasir Progo diperoleh nilai kadar air rata-rata 1,97% dalam kondisi benda uji keadaan jenuh kering permukaan. Pratiwi dkk. (2016) melakukan pengujian kadar air berupa pasir progo diperoleh nilai kadar air sebesar 4,575%. Hasil pengujian dan persentase kadar lumpur dapat dilihat pada Lampiran 2.

#### 4.1.5. Pengujian Berat Satuan

Pengujian berat satuan dilakukan untuk mengetahui agregat yang digunakan berongga atau mampat. Berat satuan menentukan kemampatan agregat. Semakin kecil nilai berat satuan yang didapat, maka semakin berongga permukaan agregat atau kemampatan agregat rendah dan, sebaliknya. semakin besar nilai berat satuan maka semakin kecil rongga didalamnya atau kemampatan agregat bagus. Pratiwi dkk. (2016) melakukan pengujian berat satuan dari pasir Progo memperoleh nilai berat satuan sebesar 1,31 gram/cm<sup>3</sup>. Hasil pemeriksaan berat satuan agregat halus dapat dilihat pada Lampiran 4.

Pengujian sifat fisik dan mekanik material yang berupa pasir Progo dapat disimpulkan bahwa memenuhi persyaratan agregat halus yang ditetapkan masing-masing pengujian, sehingga dapat digunakan sebagai bahan campuran beton. Hasil seluruh pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.2 Hasil pengujian agregat halus pasir progo

No	Pengujian	Satuan	Nilai
1	Kadar lumpur	%	4
2	Gradasi butiran	-	Memenuhi standar (ASTM, 2013)
3	Berat jenis	-	2,65
4	Penyerapan air	%	2,81
5	Kadar air	%	1,97
6	Berat satuan	gr/cm <sup>3</sup>	1,72

## 4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

### 4.2.1. Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian kadar lumpur agregat kasar dilakukan untuk mengetahui agregat yang baik digunakan sebagai bahan penyusun beton harus memiliki kadar lumpur sekecil mungkin. Persyaratan kadar lumpur maksimal agregat halus sebesar 1% (Balitbang PU, 1997). Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar berupa kerikil Clereng diperoleh nilai rata-rata sebesar 4,91%. Nilai kadar lumpur ini melampaui standar, maka agregat kasar termasuk kategori kotor sehingga perlu dicuci terlebih dahulu untuk mengurangi kadar lumpur yang melekat. Pratiwi dkk. (2016) melakukan pengujian kadar lumpur terhadap kerikil Clereng memperoleh persentase kadar lumpur sebesar 1,75%. Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dapat dilihat pada Lampiran 9

### 4.2.2. Pengujian Keausan

Pengujian keausan agregat kasar dilakukan untuk mengetahui kemampuan agregat menahan gesekan yang dihitung berdasarkan kehancuran agregat tersebut. Menurut Puslitbang (2005), agregat kasar yang memenuhi persyaratan memiliki nilai keausan maksimum sebanyak 40%. Dari hasil pengujian diperoleh nilai keausan agregat sebesar 32,87%. Pratiwi dkk. (2016) melakukan pengujian keausan terhadap kerikil Clereng memperoleh nilai keausan sebesar 21,36%. Hasil pemeriksaan keausan agregat kasar dapat dilihat pada Lampiran 10.

### 4.2.3. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar sama halnya dengan pengujian terhadap agregat halus. Berdasarkan hasil pemeriksaan, didapatkan berat jenis kering permukaan sebesar 2,58 dan penyerapan air sebesar 2,82%. Menurut Mulyono (2004), agregat berdasarkan beratnya dibagi menjadi tiga jenis

yaitu agregat ringan, agregat normal, dan agregat berat. Agregat yang digunakan ialah agregat normal yang memiliki berat jenis pada rentang 2,5 – 2,7. Pratiwi dkk. (2016) melakukan penelitian terhadap berat jenis dan penyerapan agregat kasar berupa kerikil Clereng. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut sebesar 2,63 pada berat jenis dan 1,438% untuk penyerapan air. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar dapat dilihat pada Lampiran 6.

#### 4.2.4. Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara berat air dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan kadar air dari kerikil Clereng dengan nilai rata-rata 3,71% dengan keadaan jenuh kering permukaan. Pratiwi dkk (2016) melakukan penelitian terhadap kadar air agregat kasar berupa kerikil Clereng. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut sebesar 0,549%. Hasil pengujian kadar air dapat dilihat pada Lampiran 8.

#### 4.2.5. Pengujian Berat Satuan

Pengujian berat satuan dilakukan untuk mengetahui kemampuan atau rongga yang ada pada agregat yang akan digunakan. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan hasil sebesar 1,53 gram/cm<sup>3</sup> dalam keadaan jenuh kering permukaan. Pratiwi dkk (2016) melakukan penelitian terhadap berat satuan agregat kasar berupa kerikil Clereng. Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut sebesar 1,55 gram/cm<sup>3</sup>. Hasil pengujian berat satuan dapat dilihat pada Lampiran 7.

Pengujian sifat fisik dan mekanik material yang berupa kerikil Clereng dapat disimpulkan bahwa memenuhi persyaratan agregat kasar yang ditetapkan dari masing-masing pengujian, sehingga dapat digunakan sebagai bahan campuran beton. Hasil seluruh pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.2.

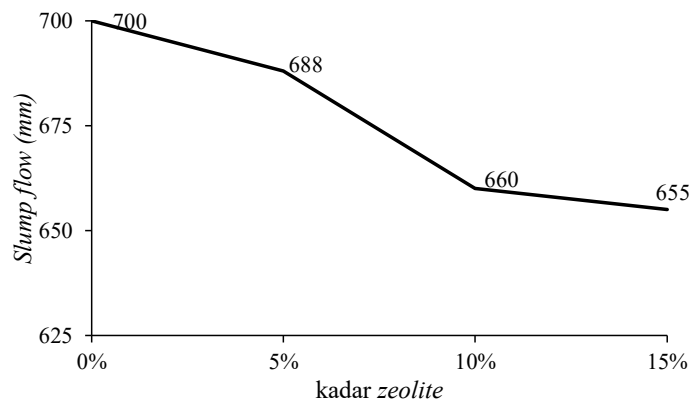
Tabel 4.3 Hasil pengujian agregat kasar kerikil Clereng

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 <sup>3</sup>	1,531

### 4.3 Hasil Pengujian Fresh Properties

#### 4.3.1. Pengujian *Slump flow*

Pengujian *Slump flow* dilakukan untuk mengetahui kemampuan mengalir (*flowability*) campuran beton untuk mengisi rongga. Pengujian ini merupakan pemeriksaan utama dari beton *self fiber compacting concrete* (SFCC). Berdasarkan hasil pengujian *slump flow* dari beton SFCC dengan bahan tambah *zeolite* variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% secara berturut-turut menunjukkan penurunan yang signifikan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.1 yang menunjukkan semakin bertambahnya *zeolite* membuat aliran semakin kental. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui *slump flow* mempunyai syarat pengujian yaitu antara 550 mm – 850 mm (EFNARC, 2005). Hasil yang didapat dari pengujian *slump flow* sudah memenuhi syarat.

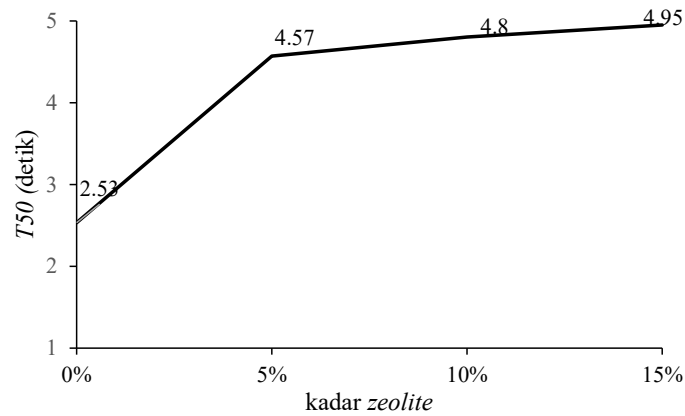


Gambar 4.1 Hubungan antara nilai *slump flow* dan kadar *zeolite*

#### 4.3.2. Pengujian 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% secara berturut-turut menunjukkan peningkatan. Peningkatan signifikan ditunjukkan dengan bertambahnya *zeolite* 5% dapat dilihat pada Gambar 4.2. Campuran menandakan penambahan *zeolite* sangat berpengaruh untuk meningkatkan kekentalan beton. Menurut EFNARC (2005), pengujian T50

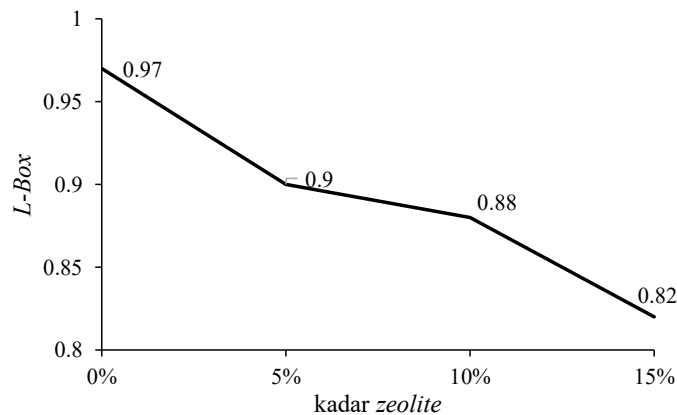
memiliki persyaratan durasi waktu 2 – 5 detik. Hasil yang didapat dari pengujian T50 sudah memenuhi syarat.



Gambar 4.2 Hubungan antara nilai T50 dan kadar *zeolite*

#### 4.3.3. Pengujian *L-Box*

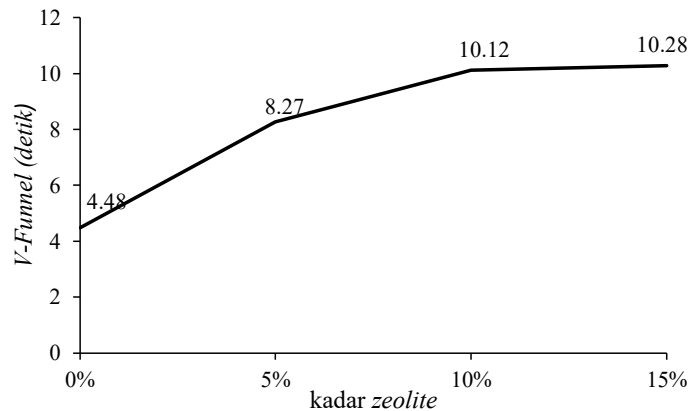
Pengujian *L-Box* dilakukan untuk mengetahui kemampuan melewati (*passing ability*) halangan yang terpasang dan masuk kedalam celah sempit untuk mengisi ruang tanpa mengalami segregasi. Berdasarkan hasil pengujian *L-Box* dari beton SFCC dengan bahan tambah *zeolite* variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% secara berturut-turut 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 4.3. Pengujian *L-Box* memputnyai syarat yaitu perbandingan  $h_2/h_1$  antara 0,8 – 1 (EFNARC, 2005). Hasil yang didapat dari pengujian *L-Box* sudah memenuhi syarat.



Gambar 4.3 Hubungan antara nilai *L-Box* dan kadar *zeolite*

#### 4.3.4. Pengujian *V-Funnel*

Pengujian *V-Funnel* dilakukan untuk mengukur tingkat *viscosity* dan *flowability* dalam *Self Fiber Compacting Concrete* sebagai acuan kekentalan. Alat yang digunakan pada pengujian ini 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* variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% secara berturut-turut menunjukkan peningkatan. Nilai pengujian dari setiap variasi dapat dilihat pada Gambar 4.4. 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* dapat dikatakan memenuhi kriteria memiliki durasi waktu 6 – 25 detik. Hasil yang didapat dari pengujian *V-Funnel* sudah memenuhi syarat.



Gambar 4.4 Hubungan antara nilai *V-Funnel* dan kadar *zeolite*

#### 4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton *Self Fiber Compacting Concrete*

Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk memperoleh nilai kuat tekan beton *Self Fiber Compacting Concrete* (SFCC) dengan bahan tambah variasi *zeolite*, *superplasticizer*, dan serat *nylon* pada umur beton 7, 14, dan 28 hari. Pada penelitian ini, digunakan *zeolite* dengan variasi 0%, 5%, 10%, dan 15% sebagai bahan tambah semen, zat *additive* berupa Sikament LN sebagai *superplasticizer* 1,5% dari berat total semen, serta serat *nylon* 1% dari berat semen.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton *Self Fiber Compacting Concrete* dengan persentase *zeolite* 0% pada umur beton 7, 14, dan 28 hari diperoleh hasil berturut-turut sebesar 27,4 MPa, 29,2 MPa, dan 32,9 MPa. Beton

dengan persentase *zeolite* 0% dikatakan beton normal yang digunakan sebagai pembandingan dan kontrol terhadap variasi yang menggunakan *zeolite* dan serat *nylon*. Hasil kuat tekan beton normal dengan persentase *zeolite* 0% dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil uji kuat tekan beton normal

Kode benda uji	Usia (hari)	Kadar <i>Zeolite</i> (%)	Kadar S.P (%)	Kadar Serat <i>Nylon</i> (%)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
TK 0% ZT.1	7				22,2	
TK 0% ZT.2	7				30,2	27,4
TK 0% ZT.3	7				29,8	
TK 0% ZT.1	14				26,3	
TK 0% ZT.2	14	0	1,5	0	31,8	29,2
TK 0% ZT.3	14				29,5	
TK 0% ZT.1	28				32,4	
TK 0% ZT.2	28				33,8	32.9
TK 0% ZT.3	28				32,5	

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton *Self Fiber Compacting Concrete* dengan variasi *zeolite* 5% dan serat *nylon* pada umur beton 7, 14, dan 28 hari diperoleh hasil berturut-turut sebesar 29,8 MPa, 33,0 MPa, dan 35,7 MPa. Kuat tekan beton dengan variasi *zeolite* 5% dan serat *nylon* mengalami peningkatan yang signifikan. Campuran ini menunjukkan penambahan variasi mampu meningkatkan kuat tekan. Hasil kuat tekan beton dengan variasi *zeolite* 5% dan serat *nylon* dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil uji kuat tekan beton variasi *zeolite* 5%

Kode benda uji	Usia (hari)	Kadar <i>Zeolite</i> (%)	Kadar S.P (%)	Kadar Serat <i>Nylon</i> (%)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
TK 5% ZT.1	7				28,4	
TK 5% ZT.2	7				28,7	29.8
TK 5% ZT.3	7				32,2	
TK 5% ZT.1	14				33,7	
TK 5% ZT.2	14	5	1,5	1	30,3	33.0
TK 5% ZT.3	14				35,0	
TK 5% ZT.1	28				37,9	
TK 5% ZT.2	28				36,6	35.7
TK 5% ZT.3	28				32,6	



Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton *Self Fiber Compacting Concrete* dengan variasi *zeolite* 10% dan serat *nylon* pada umur beton 7, 14, dan 28 hari diperoleh hasil berturut-turut sebesar 21,4 MPa, 25,4 MPa, dan 31,3 MPa. *Zeolite* 10% dan serat *nylon* mengurangi kualitas dan kuat tekan beton terhadap beton normal. Hasil kuat tekan beton dengan variasi *zeolite* 10% dan serat *nylon* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil uji kuat tekan beton variasi *zeolite* 10%

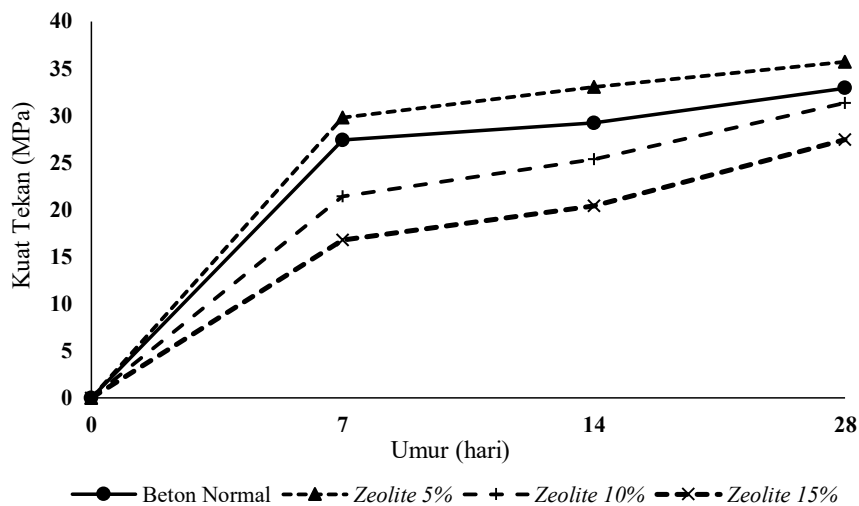
Kode benda uji	Usia (hari)	Kadar <i>Zeolite</i> (%)	Kadar S.P (%)	Kadar Serat <i>Nylon</i> (%)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
TK 10% ZT.1	7				19.7	
TK 10% ZT.2	7				20.9	21.4
TK 10% ZT.3	7				23,6	
TK 10% ZT.1	14				26.0	
TK 10% ZT.2	14	10	1,5	1	25.9	25.4
TK 10% ZT.3	14				24.2	
TK 10% ZT.1	28				30.8	
TK 10% ZT.2	28				33.9	31.3
TK 10% ZT.3	28				29.3	

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton *Self Fiber Compacting Concrete* dengan variasi *zeolite* 15% dan serat *nylon* pada umur beton 7, 14, dan 28 hari diperoleh hasil berturut-turut sebesar 16,8 MPa, 20,4 MPa, dan 27,3 MPa. Namun penambahan *zeolite* 15% dan serat *nylon* mengurangi kualitas dan kuat tekan beton terhadap beton normal. Hasil kuat tekan beton dengan variasi *zeolite* 15% dan serat *nylon* dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil uji kuat tekan beton variasi *zeolite* 15%

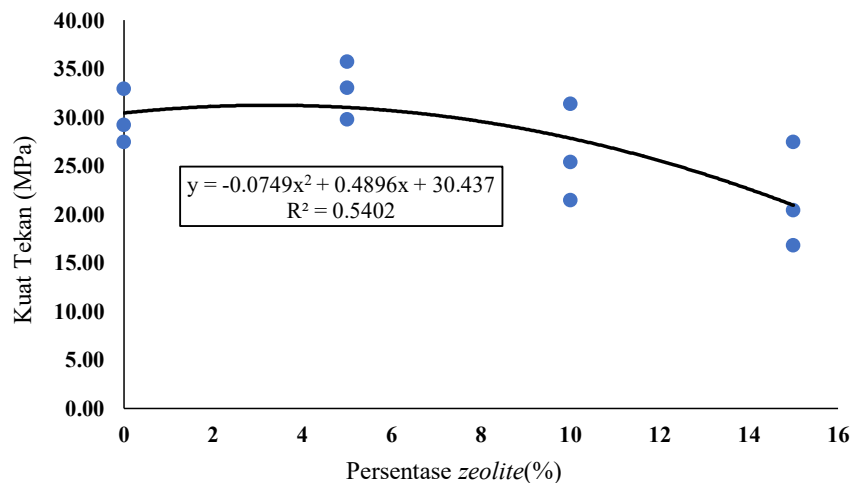
Kode benda uji	Usia (hari)	Kadar <i>Zeolite</i> (%)	Kadar S.P (%)	Kadar Serat <i>Nylon</i> (%)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)
TK 15% ZT.1	7				19,5	
TK 15% ZT.2	7				15,6	16,8
TK 15% ZT.3	7				15,2	
TK 15% ZT.1	14				22.7	
TK 15% ZT.2	14	15	1,5	1	17,6	20.4
TK 15% ZT.3	14				20,9	
TK 15% ZT.1	28				25.9	
TK 15% ZT.2	28				28,6	27.4
TK 15% ZT.3	28				27.8	

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan variasi yang berbeda-beda, diperoleh nilai kuat tekan tertinggi pada variasi *zeolite* 5% dengan serat *nylon*. Hubungan antara persentase *zeolite* dan kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 4.5



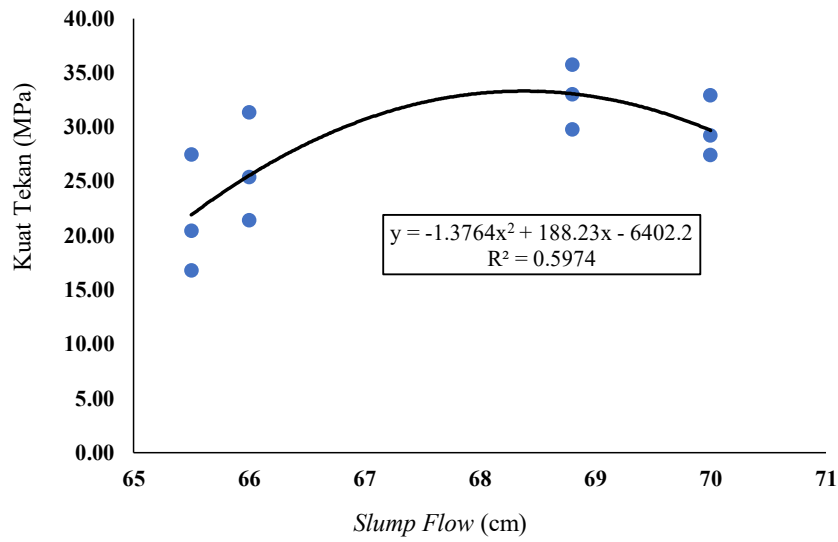
Gambar 4.5 Hubungan kuat tekan dan umur beton

Berdasarkan persamaan  $y = -0,0749x^2 + 0,489x + 30,437$  pada Gambar 4.6 dibawah, menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi pada penambahan *zeolite* sebanyak 5%. Campuran beton dengan bahan tambah *zeolite* 5% mampu meningkatkan kuat tekan beton, namun apabila kadar *zeolite* ditambahkan maka kuat tekan beton semakin lemah.



Gambar 4.6 Hubungan kuat tekan beton dan persentase *zeolite*

Berdasarkan persamaan  $y = -1,376x^2 + 188,23x - 6402,2$  pada Gambar 4.7 dibawah, menunjukkan nilai kuat tekan tertinggi dapat dicapai pada nilai *slump flow* 68,8 cm dengan kuat tekan sebesar 34,4 MPa. Nilai kuat tekan beton mencapai kuat tekan tertinggi pada nilai *slump flow* 68,8 cm, apabila nilai *slump flow* semakin bertambah maka kuat tekan yang didapatkan semakin menurun.











Gambar 4.7 Hubungan kuat tekan beton dan *slump flow*

Berdasarkan data hubungan kuat tekan beton dan *slump flow* pada beton *self-fiber compacting concrete* menunjukkan serupa dengan beton konvensional yaitu, semakin rendah nilai *slump* campuran beton akan semakin kental, dan sebaliknya semakin tinggi nilai *slump* campuran beton akan semakin cair. Penggunaan *superplasticier* pada campuran beton mampu meningkatkan kuat tekan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi mutu beton *self-fiber compacting concrete* dengan *mix design* yang mengacu pada Aggarwal (2008) yaitu sebagai berikut ini.

1. Pemilihan material yang sesuai,
2. *Mix design*,
3. Pencampuran dan pengadukan benda uji,
4. Perawatan beton,
5. Cuaca, dan
6. Analisis.

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dengan menggunakan alat *Compressive machine test* diperoleh perbedaan kondisi fisik dari benda uji sebelum dan setelah diuji. Hasil kondisi setelah dilakukan uji kuat tekan dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut ini.

Tabel 4.9 Perbedaan fisik sebelum dan setelah benda uji

Variasi	Sebelum diuji	Setelah diuji	Keterangan
0%			Benda uji mengalami kerusakan diseluruh bagian
5%			Benda uji mengalami kerusakan pada bagian atas
10%			Benda uji mengalami kerusakan pada bagian atas
15%			Benda uji mengalami rusak garis melintang pada bagian selimut silinder

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dibandingkan nilai kuat tekan pada penelitian sekarang dengan penelitian terdahulu. Kuat tekan tertinggi yang diperoleh penelitian terdahulu pada persentase kaolin 5% dan serat *polypropylene* sebesar 1% dengan nilai sebesar 31,0 MPa pada umur 28 hari. Kuat tekan tertinggi yang diperoleh penelitian sekarang pada persentase *zeolite* 5% dan serat *nylon* 1,5% dengan nilai sebesar 35,7 MPa pada umur 28 hari. Perbandingan hasil dengan penelitian terdahulu terdapat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.10 Perbandingan penelitian terdahulu dan sekarang

Judul	Umur beton (hari)		
	7	14	28
Kuat Tekan <i>Self Compacting Concrete</i> dengan Bahan Tambah Kaolin dan Variasi Serat <i>Polypropylene</i>	23,6	28,3	31,0
<i>Fresh Properties</i> dan Kuat Tekan <i>Self Fiber Compacting Concrete (SFCC)</i> dengan Bahan Tambah <i>Zeolite</i> dan Serat <i>Nylon</i>	29,8	33,0	35,7

Berdasarkan data perbandingan diatas, maka hasil penelitian ini lebih baik dibandingkan hasil penelitian yang dilakukan sebelumnya dikarenakan nilai kuat tekan diperoleh hasil yang lebih tinggi dibandingkan pada penelitian sebelumnya pada semua usia beton.