

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1. Hasil Pengujian Sifat Bahan Penyusun Beton**

Pengujian bahan-bahan penyusun beton dilakukan sebelum membuat *mix design* untuk mengetahui sifat-sifatnya. Bahan penyusun beton terbagi menjadi 2, yaitu agregat halus dan agregat kasar. Dari kedua bahan penyusun tersebut dilakukan pengujian sifat fisik dan mekanik yang dilakukan sesuai standar tata cara pengujian. Pada penelitian ini, untuk pengujian sifat-sifat beton segar *Self-Compacting Concrete* (SCC) hanya dilakukan 4 pengujian, yaitu pengujian *V-Funnel*, Meja Sebar (T50), *J-Ring* dan *L-Box*. Adapun hasil yang didapat dari pengujian sifat-sifat bahan penyusun dan sifat-sifat beton segar (*fresh properties*) diuraikan sebagai berikut ini.

#### **4.2. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)**

##### **4.2.1. Pengujian kadar lumpur agregat halus**

Agregat yang baik untuk digunakan sebagai bahan penyusun beton sebaiknya memiliki kadar lumpur sekecil mungkin, karena hal tersebut dapat mempengaruhi kekuatan beton. Dari hasil pengujian agregat halus berupa pasir Kali Progo, nilai kadar lumpur yang diperoleh sebesar 2,97%, lebih kecil dari batas yang disyaratkan untuk kadar lumpur agregat halus sebesar 5% sesuai dengan (BSN, 1989), sehingga pasir dapat digunakan sebagai bahan penyusun beton tanpa harus dicuci terlebih dahulu. Pratiwi dkk. (2016) melakukan pengujian agregat halus berupa pasir dari Sungai Progo, dengan nilai kadar lumpur sebesar 4,532%. Selisih nilai hasil yang didapatkan dengan penelitian Pratiwi, dkk (2016) adalah 1,562%. Hasil pemeriksaan kadar lumpur dapat dilihat pada Lampiran A.5.

##### **4.2.2. Pengujian kadar air agregat halus**

Hasil dari pengujian kadar air agregat halus Kali Progo, diperoleh kadar air rata-rata sebesar 8,5%. Kadar air yang diperoleh termasuk kedalam kondisi basah (Tjokrodinuljo, 2010). Kadar air yang didapat dari hasil pengujian pasir Kali Progo menunjukkan bahwa agregat yang dipakai merupakan agregat normal. Pratiwi dkk. (2016) melakukan pengujian kadar air agregat halus yang bersal dari

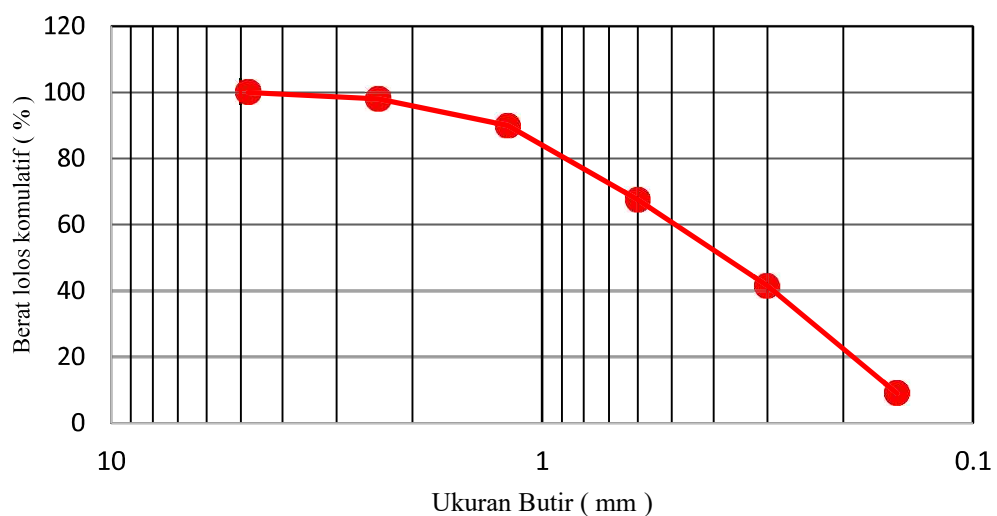
Kali Progo, nilai kadar air yang didapatkan sebesar 4,575%. Selisih nilai hasil yang didapatkan dengan penelitian Pratiwi dkk. (2016) adalah 3,925%. Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran A.2.

#### 4.2.3. Pengujian gradasi butiran

Berdasarkan hasil pengujian gradasi agregat halus yang dilakukan, diketahui bahwa agregat halus pasir Sungai Progo memenuhi kriteria standarisasi menurut (ASTM, 1986) Untuk mengetahui daerah gradasi dapat dilihat pada Tabel 2.14 dan Gambar 4.1 serta perhitungan selengkapnya tersedia pada lampiran A.1.

Tabel 4.1. Hasil pemeriksaan gradasi butiran agregat halus

Ukuran	Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Persen Berat Tertahan (%)	Persen berat Tertahan Kumulatif (%)	Persen Berat Lolos Kumulatif (%)
No.4	4,8	0	0	0	100
No.8	2,4	25	2,00	2,00	98,00
No.16	1,2	80	8,00	10,00	90,00
No.30	0,6	225	22,50	32,50	67,50
No.50	0,3	260	26,00	58,50	41,50
No.100	0,15	325	32,50	91,00	9,00
Pan		90	9,00	100,00	0
Total		1000	100,00	294,00	



Gambar 4.1 Hasil gradasi butiran agregat halus ASTM

#### 4.2.4. Pengujian berat satuan agregat halus

Hasil pengujian berat satuan agregat halus pasir SSD diperoleh nilai sebesar  $1,520 \text{ gram/cm}^3$ . Fungsi berat satuan ini adalah untuk mengetahui apakah agregat tersebut berongga atau mampat. Semakin besar nilai berat satuan yang didapat, maka semakin mampat permukaan agregat tersebut. Sebaliknya, semakin kecil nilai berat satuan yang didapat, maka semakin berongga permukaan agregat tersebut. Hal ini akan mempengaruhi proses pengerjaan beton dalam jumlah besar dan juga berpengaruh pada kuat tekannya. Apabila agregatnya berongga, maka semakin rendah nilai kuat tekan beton yang dihasilkan, begitu pula sebaliknya. Berat satuan yang dimiliki agregat normal adalah  $1,50-1,80 \text{ gram/cm}^3$  (Tjokrodimuljo, 2010). Pratiwi dkk. (2016) melakukan pengujian berat satuan pada agregat halus Kali Progo, hasil berat satuan yang didapat sebesar  $1,31 \text{ gram/cm}^3$ . Selisih nilai hasil yang didapatkan dengan penelitian Pratiwi dkk. (2016) adalah 0,21%. Hasil pengujian berat satuan agregat halus dapat dilihat pada Lampiran A.4.

#### 4.2.5. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Berdasarkan hasil pemeriksaan, didapat berat jenis pasir jenuh kering muka sebesar 2,495. Penyerapan air dari keadaan kering menjadi keadaan jenuh kering muka sebesar 0,091%. Agregat dibedakan berdasarkan berat jenisnya yang terbagi menjadi 3 yaitu agregat normal, agregat berat dan agregat ringan. Agregat normal yaitu agregat yang berat jenisnya 2,5-2,7, agregat berat yaitu agregat yang berat jenisnya lebih dari 2,8 dan agregat ringan adalah agregat yang berat jenisnya kurang dari 2,0 (Tjokrodimuljo, 2010). Pratiwi dkk. (2016) melakukan pengujian terhadap berat jenis dan penyerapan air agregat halus pasir Progo, nilai yang didapatkan sebesar 2,58 untuk berat jenis dan 0,276% untuk penyerapan air. Selisih nilai yang diperoleh dari pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus pasir Progo berturut-turut dengan penelitian sebelumnya (Pratiwi dkk., 2016) adalah sebesar 0,083 dan 0,185. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran A.3.

Tabel 4.2 Hasil pengujian agregat halus

No	Pengujian	Satuan	Nilai
1	Gradasi	-	Memenuhi standar ASTM 1986
2	Kadar Lumpur	%	2,97
3	Berat Satuan	gr/cm <sup>3</sup>	1,520
4	Kadar Air	%	8,5
5	Berat Jenis	-	2,495
6	Penyerapan Air	%	0,091

### 4.3. Hasil pengujian agregat kasar (*split/kerikil*)

#### 4.3.1. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Berdasarkan hasil pengujian, didapat nilai berat jenis *split/kerikil* jenuh kering muka sebesar 2,491. Menurut Tjokrodinuljo (2010) agregat dibedakan berdasarkan berat jenisnya yang terbagi menjadi 3 yaitu agregat normal, agregat berat dan agregat ringan. Agregat normal yaitu agregat yang berat jenisnya 2,5 – 2,7, agregat berat yaitu agregat yang berat jenisnya lebih dari 2,8 dan agregat ringan adalah agregat yang berat jenisnya kurang dari 2,0. Dari pengujian berat jenis dapat diketahui bahwa agregat yang berasal dari Clereng termasuk kedalam agregat normal. Penyerapan air dari keadaan kering menjadi jenuh kering muka sebesar 2,1%. Soebandono dkk. (2013) melakukan pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar berasal dari Clereng, nilai yang didapat berturut turut adalah sebesar 2,69 dan 0,4%. Nilai pengujian berat jenis dan penyerapan air yang diperoleh dari pengujian tersebut memiliki selisih sebesar 0,199 dan 1,7%. Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran B.1.

#### 4.3.2. Pengujian berat satuan agregat kasar

Berdasarkan hasil pengujian, didapat berat satuan *split/kerikil* sebesar 1,536 gram/cm<sup>3</sup>. Fungsi dari berat satuan ini adalah untuk mengetahui apakah agregat tersebut porous atau mampat. Semakin besar nilai berat satuan, maka semakin mampat permukaannya. Hal ini berpengaruh terhadap kuat tekannya dan pada proses pengerjaan beton dalam jumlah besar. Semakin porous permukaannya

maka kuat tekannya akan semakin rendah. Berat satuan yang dimiliki agregat normal ialah 1,50-1,80 gram/cm<sup>3</sup> (Tjokrodimuljo, 2010). Dari hasil pengujian, diketahui bahwa agregat kasar Clereng termasuk kedalam agregat normal. Soebandono dkk. (2013) melakukan pengujian berat satuan agregat kasar berasal dari Clereng, dari hasil pengujian berat satuan yang didapat sebesar 1,57 g/cm<sup>3</sup>. Selisih berat satuan yang didapat dengan penelitian sebelumnya adalah 0,034 g/cm<sup>3</sup>. Analisis pengujian berat satuan agregat kasar secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran B.2.

#### **4.3.3. Pengujian kadar lumpur agregat kasar**

Kadar lumpur dapat mempengaruhi kekuatan beton, sebisa mungkin agregat yang akan digunakan memiliki kadar lumpur rendah. Karena semakin rendah kadar lumpur pada agregat, beton yang dihasilkan akan semakin kuat. Dari hasil pengujian, diperoleh nilai kadar lumpur sebesar 15,26% dimana kadar lumpur tersebut tidak memenuhi standar. Berdasarkan standar (BSN, 1989), kadar lumpur maksimal sebesar 1%, sehingga kerikil/*split* ini perlu dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan. Soebandono dkk. (2013) melakukan pengujian kadar lumpur agregat kasar Clereng, nilai yang didapatkan sebesar 1,9%. Selisih nilai hasil pengujian kadar lumpur dengan penelitian sebelumnya adalah sebesar 13,36%. Hasil pemeriksaan kadar lumpur dapat dilihat pada Lampiran B.3.

#### **4.3.4. Pengujian kadar air agregat kasar**

Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan kadar air rata-rata sebesar 3,325%. Kadar air yang dimiliki agregat kasar Clereng termasuk kedalam kondisi kering udara (Tjokrodimuljo, 2010). Kadar air yang terdapat dalam *split*/kerikil menunjukkan bahwa agregat yang dipakai merupakan agregat normal. Soebandono dkk. (2013) melakukan pengujian kadar air agregat kasar yang berasal dari Clereng, nilai kadar air yang didapat sebesar 1,01%. Selisih nilai kadar air agregat kasar dengan penelitian sebelumnya sebesar 2,315%. Hasil pengujian kadar air agregat kasar secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran B.4.

#### **4.3.5. Pengujian keausan agregat kasar**

Agregat kasar berupa batu pecah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Clereng, Kulon Progo. Batu pecah yang digunakan berukuran 5 mm – 10 mm, dengan ukuran partikel rata-rata,  $d_{50}$  adalah 7,5 mm. Menurut BSN

(1991), standar nilai abrasi maksimal keausan agregat kasar adalah sebesar 40%. Dari hasil pengujian keausan menggunakan mesin *los angeless* didapat nilai keausan agregat kasar batu pecah sebesar 36,1%, dengan demikian batu pecah tersebut dapat digunakan sebagai bahan penyusun beton dengan mutu tinggi > 20 MPa. Soebandono dkk. (2013) melakukan pengujian keausan agergat kasar yang berasal dari Clereng. Dari pengujian tersebut, didapat nilai keausan sebesar 18,5%. Selisih nilai keausan yang didapat dengan penelitian sebelumnya sebesar 17,6%. Hasil pengujian keausan agregat kasar selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran B.5.

Tabel 4.3 Hasil pengujian agregat kasar

No	Pengujian	Satuan	Nilai
1	Kadar lumpur	%	15,260
2	Pemeriksaan keausan	%	36,1
3	Berat satuan	gr/cm <sup>3</sup>	1,536
4	Kadar air	%	3,325
5	Berat jenis	-	2,491
6	Penyerapan air	%	2,1

#### 4.4. Hasil Pengujian Utama

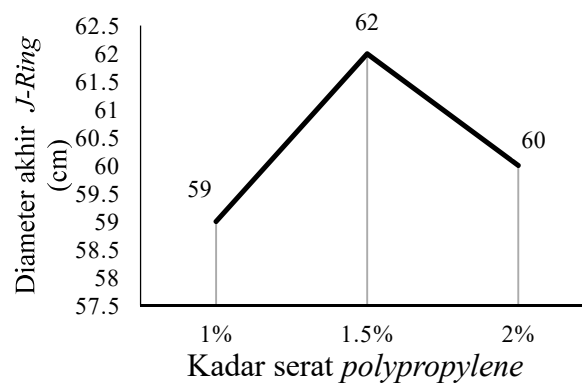
##### 4.4.1. Hasil pengujian *fresh properties*

Pengujian sifat-sifat beton segar dilakukan sebelum beton dicetak pada silinder cetakan. Banyak sekali pilihan pengujian sifat beton segar pada *Self Compacting Concrete* (SCC) untuk mengetahui kemampuan mengalir (*flowability blocking*), kemampuan mengisi (*filling ability*), kemampuan melewati (*passing ability*), stabilitas maupun segregasi. Pada penelitian ini, dilakukan 4 pengujian sifat-sifat beton segar, yaitu pengujian *V-Funnel*, *L-Box*, Meja Sebar (T50) dan *J-Ring*. Hasil dari pengujian sifat-sifat beton segar dapat dilihat pada Tabel 4.4. Dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa beton *Self Compacting Concrete* dengan bahan tambah kaolin dan serat *polypropylene* telah masuk dalam klasifikasi batas-batas sifat beton segar EFNARC (2002), kecuali pada pengujian *J-Ring*. Standar yang ditetapkan EFNARC (2002), diameter akhir pada pengujian *J-ring*  $\pm 10$  mm diukur dari garis lingkaran diameter 500mm, sedangkan hasil yang didapatkan dari ketiga variasi serat *polypropylene* 1%, 1,5% dan 2% untuk total diameter akhir berturut-turut yaitu sebesar 590 mm, 620 mm, dan 600 mm.

Dengan demikian hasil pengukuran akhir dari lingkaran garis lingkaran diameter 500 mm didapatkan hasil pengujian *J-Ring* 90 mm, 120 mm dan 100 mm sehingga tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan EFNARC (2002). Hasil pengujian *J-Ring* dapat dilihat pada gambar 4.2.

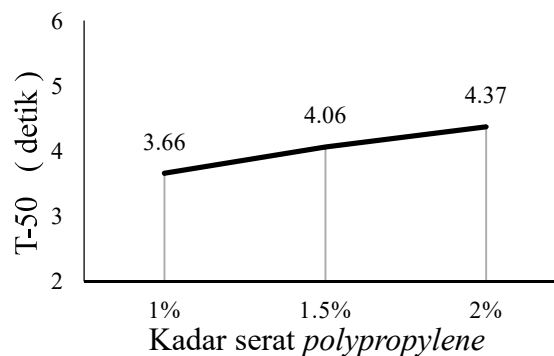
Tabel 4.4 Hasil pengujian *fresh properties* variasi serat

Variasi serat	T <sub>50cm</sub>	V-Funnel	L-Box H <sub>2</sub> /H <sub>1</sub>	Slum flow
1 %	3,66 detik	8,32detik	0,87 cm	720 mm
1.5 %	4,06 detik	9,51 detik	0,84 cm	700 mm
2 %	4,37 detik	11,02 detik	0,83 cm	690 mm



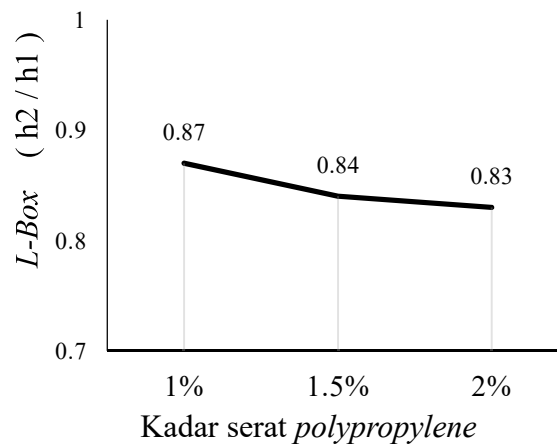
Gambar 4.2 Hubungan antara diameter akhir *J-Ring* dengan kadar serat *polypropylene*

Hasil dari pengujian beton segar meja sebar (T50), dapat diketahui bahwa dari kadar variasi serat *polypropylene* 1%, 1,5% dan 2% didapatkan hasil berturut-turut sebesar 3,66 detik, 4,06 detik dan 4,57 detik. Dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa masing-masing beton segar variasi serat *polypropylene* sudah memenuhi standar pengujian meja sebar yang ditentukan oleh EFNARC (2002) yaitu 2 – 5 detik. Hasil uji meja sebar (T50) dapat lihat pada gambar 4.3



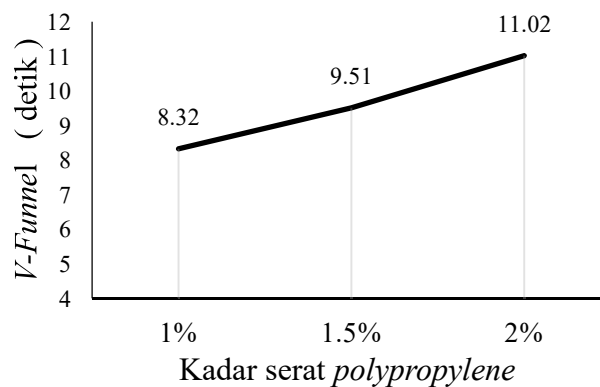
Gambar 4.3 Hubungan antara T50 dengan kadar serat *polypropylene*

Hasil dari pengujian beton segar *L-Box*, dapat diketahui bahwa dari kadar variasi serat *polypropylene* 1%, 1,5% dan 2% didapatkan hasil berturut-turut sebesar 0,87 cm, 0,84 cm dan 0,83 cm. dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui bahwa masing-masing beton segar variasi serat *polypropylene* sudah memenuhi standar pengujian *L-Box* yang ditentukan oleh EFNARC ( 2002) yaitu  $h_2/h_1 \geq 0,8$ . Untuk lebih jelasnya, hasil uji *L-Box* dengan penambahan kaolin dan variasi serat *polypropylene* dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Hubungan antara *L-Box* dengan kadar serat *polypropylene*

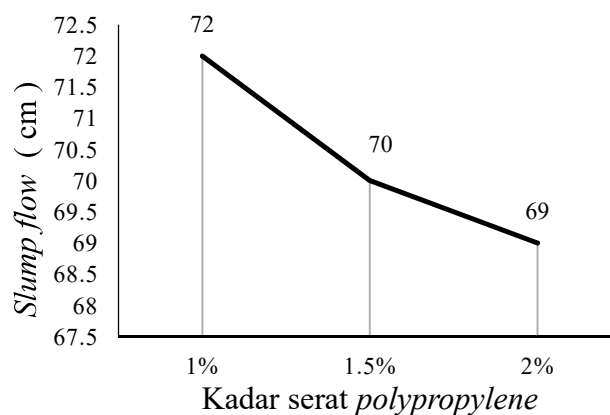
Hasil dari pengujian beton segar *V-Funnel*, dapat diketahui bahwa dari kadar variasi serat *polypropylene* 1%, 1,5% dan 2% didapatkan hasil berturut-turut sebesar 8,32 detik, 9,51 detik dan 11,02 detik. Dengan demikian dari masing-masing variasi beton segar *self compacting concrete* (SCC) sudah memenuhi standar yang ditentukan oleh EFNARC (2002) yaitu 6-12 detik. Hasil pengujian beton segar *V-Funnel* dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Hubungan antara *V-Funnel* dengan kadar serat *polypropylene*

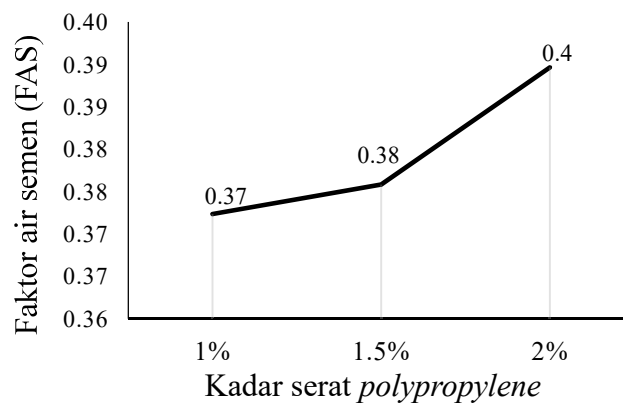


Hasil dari pengujian beton segar *slump flow* menurun seiring bertambahnya persentase serat. Semakin besar persentase serat, kemampuan mengalir (*flowability*) beton segar akan semakin menurun. Begitu pula sebaliknya, semakin kecil persentase serat maka kemampuan mengalir (*flowability*) beton segar akan meningkat. Nilai *slump flow* yang didapat dari persentase beton serat 1%, 1,5% dan 2% berturut-turut sebesar 720 mm, 70 mm dan 690 mm. dengan demikian masing-masing variasi beton segar dengan serat *polypropylene* telah memenuhi standar yang ditentukan menurut EFNARC (2002). Hasil pengujian beton segar *slump flow* dapat dilihat pada Gambar 4.6.



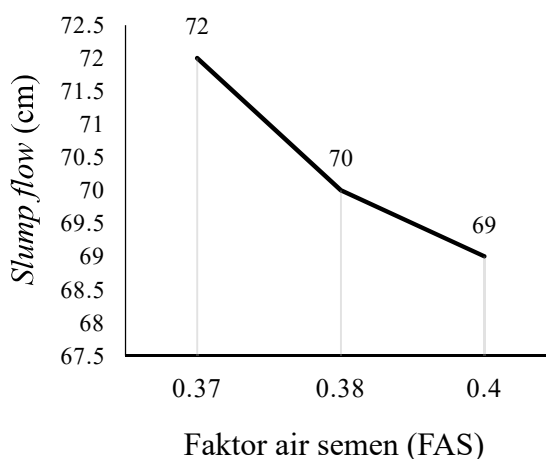
Gambar 4.6 Hubungan antara *slump flow* dengan kadar serat.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa nilai FAS semakin meningkat seiring meningkatnya persentase serat yang digunakan. Apabila kadar serat *polypropylene* yang digunakan dalam adukan beton semakin tinggi, maka kebutuhan air juga semakin meningkat. Hubungan nilai FAS dan kadar serat *Polypropylene* dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Hubungan antara faktor air semen (FAS) beton dengan kadar serat *polypropylene*

Hubungan nilai FAS dan *slump flow* menunjukkan bahwa nilai FAS semakin tinggi, maka nilai pengujian *slum flow* menurun. Hal ini dapat disebabkan karena adanya pengaruh dari serat, dengan adanya penambahan serat dalam campuran beton maka kemampuan mengalir (*flowability*) beton semakin menurun. Namun penurunan nilai *flowability* beton segar dengan adanya tambahan serat *polypropylene* tidak terlalu signifikan, dan masih memenuhi standar yang telah ditetapkan menurut EFNARC (2002). Hubungan nilai FAS dan *slump flow* dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Hubungan antara nilai *slump flow* dengan faktor air semen (FAS)

#### 4.4.2. Hasil pengujian kuat tarik belah *Self-Compacting Concrete*

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan untuk memperoleh nilai kuat tarik beton *self compacting concrete* (SCC) dengan adanya penambahan kaolin sebagai bahan tambah semen dan variasi serat *polypropylene*. Pengujian kuat tarik dilakukan sesuai standar (BSN, 2002). Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada benda uji umur 7, 14 dan 28 hari. Pada penelitian ini, digunakan kaolin sebagai bahan tambah semen sebanyak 5% dari berat semen dan variasi serat *polypropylene* sebesar 1%, 1,5% dan 2% dari berat semen, serta menggunakan bahan tambah zat *additive superplasticizer* dengan jenis *Viscocrete 1003* sebesar 1% dari berat semen dan kaolinnnya. Merujuk hasil pengujian kuat tarik belah beton variasi serat *polypropylene* 1% dengan umur beton 7, 14 dan 28 hari didapatkan nilai kuat tarik beton rata-rata berturut-turut sebesar 1,531 MPa, 1,869 MPa dan 1,646 MPa. Hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat dilihat pada

Tabel 4.5 untuk kadar serat 1%, Tabel 4.6 untuk hasil pengujian kadar serat 1,5% dan Tabel 4.7 untuk hasil pengujian kadar serat 2%.

Tabel 4.5 Hasil uji kuat tarik belah beton variasi serat *polypropylene* 1%

No	Kode Benda Uji	Umur (hari)	Kadar S.P (%)	Kadar kaolin (%)	Kadar Serat P.P (%)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)
1	A7S1%	7				1,277	
2	B7S1%	7				1,619	1,531
3	C7S1%	7				1,699	
4	A14S1%	14				2,312	
5	B14S1%	14	1%	5%	1%	1,613	1,869
6	C14S1%	14				1,681	
7	A28S1%	28				1,689	
8	B28S1%	28				1,303	1,646
9	C28S1%	28				1,945	

Hasil kuat tarik belah beton umur 7, 14 dan 28 hari dengan bahan tambah kaolin dan variasi serat *polypropylene* 1,5% dari berat semen, didapatkan kuat tarik belah beton rata-rata berdasarkan umur beton 7, 14 dan 28 hari secara berturut-turut sebesar 1,713 MPa; 1,610 MPa dan 2,092 MPa. Hasil uji kuat tarik kadar serat 1,5% dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil uji kuat tarik belah beton variasi serat *polypropylene* 1,5%

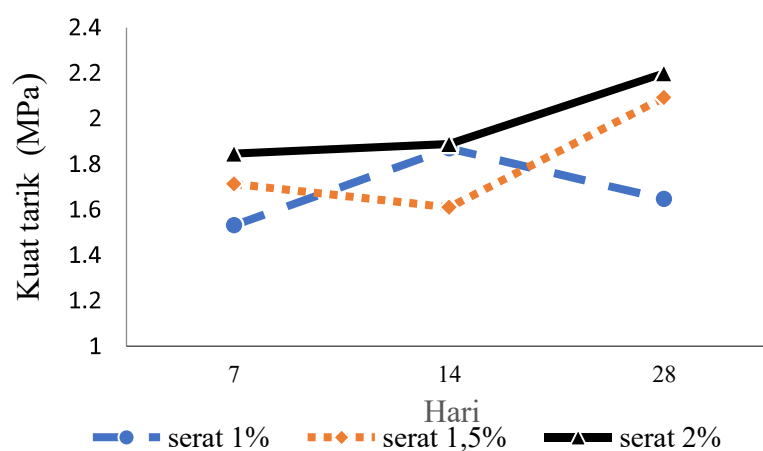
No	Kode Benda Uji	Umur (hari)	Kadar S.P (%)	Kadar kaolin (%)	Kadar Serat P.P (%)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)
1	D7S1,5%	7				1,689	
2	E7S1,5%	7				1,702	1,713
3	F7S1,5%	7				1,747	
4	D14S1,5%	14				2,084	
5	E14S1,5%	14	1%	5%	1,5%	1,404	1,610
6	F14S1,5%	14				1,341	
7	D28S1,5%	28				1,990	
8	E28S1,5%	28				1,879	2,092
9	F28S1,5%	28				2,408	

Hasil pengujian kuat tarik belah beton pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari dengan bahan tambah kaolin dan variasi serat *polypropylene* 2% diperoleh nilai kuat tarik belah beton rata-rata berdasarkan umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari berturut-turut sebesar 1,847 MPa; 1,888 MPa dan 2,200 MPa. Hasil uji kuat tarik belah beton variasi serat *polypropylene* 2% dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Hasil uji kuat tarik belah beton variasi serat *polypropylene* 2%

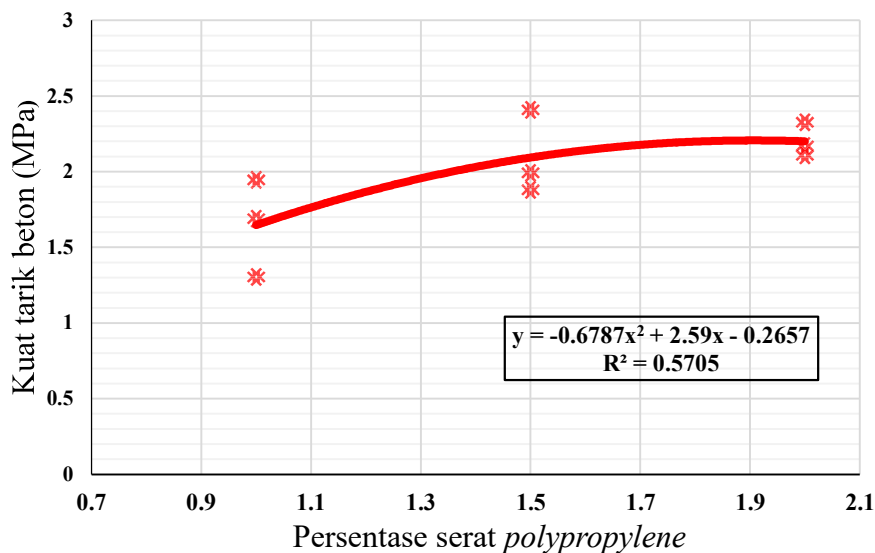
No	Kode Benda Uji	Umur (hari)	Kadar S.P (%)	Kadar kaolin (%)	Kadar Serat P.P (%)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-rata (Mpa)
1	G7S2%	7				1,708	
2	H7S2%	7				2,083	1,847
3	I7S2%	7				1,750	
4	G14S2%	14				2,033	
5	H14S2%	14	1%	5%	2%	1,822	1,888
6	I14S2%	14				1,810	
7	G28S2%	28				2,325	
8	H28S2%	28				2,168	2,200
9	I28S2%	28				2,106	

Hasil kuat tarik belah beton tertinggi adalah pada kadar serat 2% dimana kuat tariknya mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya umur beton. Sedangkan pada kadar serat 1% dan 2% terdapat adanya penurunan kuat tarik seiring bertambahnya umur beton. Untuk kadar serat 1% terjadi penurunan kuat tarik pada umur 28 hari, dimana nilai kuat tarik beton umur 28 hari lebih rendah dibandingkan umur 14 hari. Pada kadar serat 1,5% terjadi penurunan kuat tarik pada umur 14 hari, dimana kuat tarik beton umur 14 hari lebih rendah dibandingkan umur 7 hari. Hal ini dapat disebabkan karena pada saat menuangkan beton kedalam cetakan, serat tidak menyebar dengan baik dan naik ke permukaan beton sehingga kandungan serat di didalam beton menjadi berkurang dan nilai kuat tarik yang dihasilkan tidak optimum. Hubungan antara persentase serat *polypropylene* dan kuat tarik belah beton digambarkan pada Gambar 4.9.



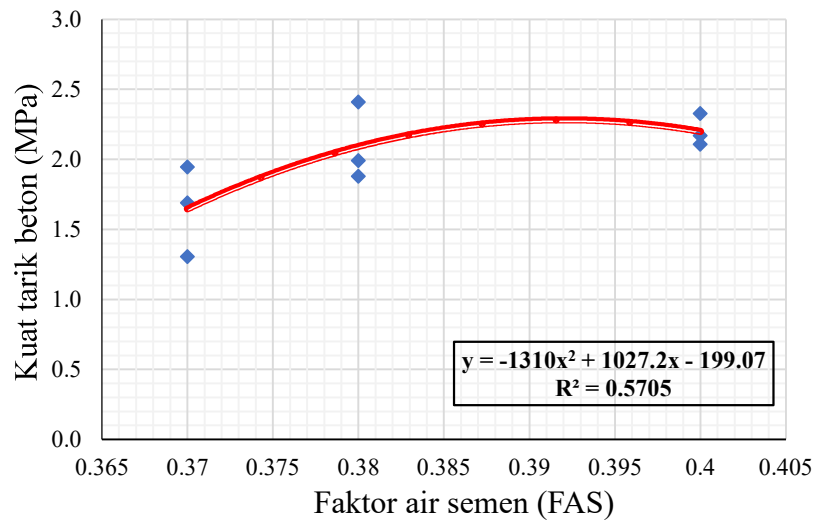
Gambar 4.9 Hubungan antara kuat tarik beton dengan umur beton

Berdasarkan persamaan  $y = -0.6787x^2 + 2.59x - 0.2657$  pada Gambar 4.10 dibawah, dapat diperoleh nilai kuat tarik belah optimum dari rentang kadar variasi serat *polypropylene* antara 1%, 1,5% dan 2% yaitu pada kadar 1,9% sebesar 2,205 MPa. Dari perhitungan persamaan diatas dapat diketahui apabila semakin besar kadar serat yang digunakan pada campuran beton, maka nilai kuat tariknya akan semakin tinggi. Kuat tarik akan meningkat sampai batas kadar serat tertentu, apabila menggunakan kadar serat berlebih akan membuat nilai kuat tarik beton semakin menurun atau tidak dapat diperoleh nilai kuat tarik beton yang optimum. Hubungan persentase serat *polypropylene* dan kuat tarik beton dapat dilihat pada Gambar 4.10.



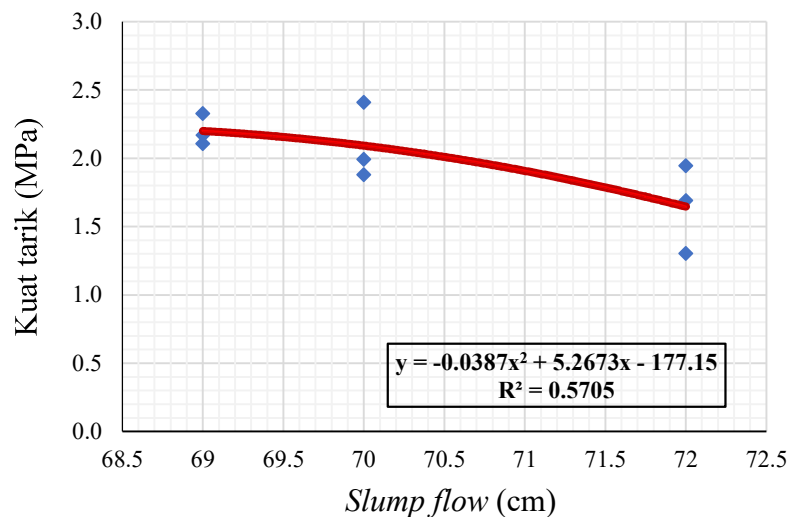
Gambar 4.10 Hubungan kadar serat dengan kuat tarik beton

Berdasarkan persamaan  $y = -1310x^2 + 1027.2x - 199.07$  pada Gambar 4.11 dibawah, dapat diperoleh nilai FAS optimum dari rentang kadar variasi serat *polypropylene* antara 1%, 1,5% dan 2% yaitu pada nilai FAS 0,39 sebesar 2,287 MPa. Dari perhitungan persamaan diatas menjelaskan kuat tarik belah beton semakin meningkat seiring bertambahnya nilai FAS sampai batas tertentu, apabila melebihi batas tersebut maka kuat tarik betonnya akan semakin menurun. Hubungan antara faktor air semen (FAS) dengan kuat tarik beton dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 hubungan nilai FAS dengan kuat tarik beton

Berdasarkan persamaan  $y = -0.0387x^2 + 5.2673x - 177.15$  pada Gambar 4.12 dibawah, diperoleh nilai *slump flow* optimum dari rentang kadar variasi serat *polypropylene* antara 1%, 1,5% dan 2% yaitu pada nilai *slump flow* 68 cm sebesar 2,077 MPa. Dari perhitungan persamaan tersebut dapat diketahui apabila nilai *slump flow* semakin besar, maka kuat tarik yang didapatkan menurun.



Gambar 4.12 Hubungan nilai *slump flow* dengan kuat tarik beton

#### 4.4.3. Perbandingan Hasil dengan Penelitian Sebelumnya

Terdapat perbedaan pada hasil penelitian ini dengan penelitian sebelumnya, perbandingan hasil pada penelitian ini dengan penelitian sebelumnya diuraikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Perbandingan hasil dengan penelitian sebelumnya

No	Penelitian	Jenis penelitian	Perbedaan hasil penelitian	
			Terdahulu	Sekarang
1	Perilaku Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Campuran Limbah Plastik HDPE (Soebandono dkk., 2013)	Pengujian Lab	Kuat tarik tertinggi dicapai oleh beton normal sebesar 2,71 MPa. Kekuatan tarik beton berangsur menurun seiring dengan penambahan variasi limbah HDPE. Dapat disimpulkan bahwa penggantian agregat kasar batu pecah dengan limbah plastik HDPE menurunkan kuat tarik beton.	Kuat tarik tertinggi dicapai beton dengan kadar serat 2% sebesar 2,2 MPa. Kekuatan tarik beton berangsur naik seiring dengan penambahan kadar serat pada batas tertentu. Dapat disimpulkan bahwa penambahan serat <i>polypropylene</i> dapat menaikkan kuat tarik beton.
2	Pengaruh Penambahan Serat Goni Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton (Nuklirullah, 2017)	Pengujian Lab	Berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui bahwa kuat tarik rata-rata beton mengalami penurunan dengan adanya penambahan serat goni. Nilai kuat tarik yang didapat dari kadar serat goni 0%, 1% dan 3% secara berturut-turut sebesar 2,78 MPa, 2,59 MPa, dan 2,12 MPa.	Berdasarkan hasil pengujian dapat diketahui bahwa kuat tarik rata-rata beton dengan penambahan serat <i>polypropylene</i> mengalami kenaikan. Nilai kuat tarik rata-rata umur 28 hari yang didapat dari kadar serat <i>polypropylene</i> 1%, 1,5% dan 2% secara berturut-turut sebesar 1,64 MPa, 2,09 MPa, dan 2,2 MPa
3	Pengaruh Penggunaan Serat <i>High Density Polyethylene</i> (HDPE) Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tarik Beton. (Rommel dkk., 2014)	Pengujian Lab	Kuat tarik beton dengan penggunaan serat <i>High Density Polyethylene</i> HDPE tertinggi diperoleh pada kadar serat 4% yaitu sebesar 2,86 MPa.	Kuat tarik beton dengan penggunaan serat <i>polypropylene</i> tertinggi diperoleh pada kadar serat 2% yaitu sebesar 2,2 MPa.

No	Penelitian	Jenis penelitian	Perbedaan hasil penelitian	
			Terdahulu	Sekarang
4	Pengaruh Bahan Tambah Serbuk Bata dan Serat Fiber Pada <i>Self Compacting Concrete</i> (SCC) (Safarizki, 2017)	Pengujian Lab	Nilai <i>slump flow</i> yang dihasilkan dari pengujian beton normal tanpa bahan tambah sedikitpun, beton dengan bahan tambah 2,78% serbuk bata serta 0,07% fiber dan beton dengan 2,78% serbuk bata serta 0,55% fiber berturut-turut sebesar 12 cm, 67 cm, dan 34 cm.	Nilai <i>slump flow</i> yang dihasilkan dari pengujian beton SCC dengan kadar serat 1%, 1,5% dan 2% berturut-turut sebesar 72 cm, 70 cm, dan 69 cm.