

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini, hasil dari pengujian sifat dan kekuatan tekan beton untuk semua variasi akan dianalisis, dimana cara pengujian dan prosesnya telah dijelaskan pada bab 4. Analisis dari penelitian ini terdiri dari dua bagian, yaitu:

- a. Sifat beton segar *Self Compacting Concrete* (SCC), dan
- b. Kuat tekan beton keras *Self Compacting Concrete* (SCC).

A. Hasil pengujian Sifat Bahan

Pengujian sifat-sifat bahan penyusun beton *Self Compacting Concrete* (SCC) ini dilakukan sebelum pembuatan *mix design*. Dilakukan pengujian sifat fisik dan sifat mekanik sesuai tata cara dan standar pengujian terhadap agregat kasar dan agregat halus. Hasil dari pengujian sifat-sifat bahan dan beton segar (*fresh properties*) adalah sebagai berikut ini.

1. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Kerikil yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Clereng, Kulonprogo. Agregat kasar berukuran 5 mm – 10 mm dengan ukuran partikel rata-rata, d_{50} adalah 7,5 mm.

a. Pengujian kadar lumpur agregat kasar

Pengujian kadar lumpur dilakukan untuk mengetahui kadar lumpur yang terkandung dalam agregat. Kadar lumpur pada agregat kasar diperoleh sebesar 1,75 % (tidak memenuhi standar), sedangkan menurut SK SNI S04-1989-F standar kadar lumpur yang terkandung di dalam agregat maksimal sebesar 1 %, maka perlu dilakukan pencucian pada kerikil untuk mengurangi kadar lumpurnya. Selisih kadar lumpur yang didapat dengan penelitian sebelumnya adalah 0,75%. Hasil pemeriksaan kadar lumpur dapat dilihat pada Lampiran A2.

b. Pengujian keausan agregat kasar

Berdasarkan SNI 03-2417-1991 standar nilai abrasi maksimal keausan agregat kasar adalah sebesar 40%. Dalam pengujian didapatkan hasil keausan kerikil sebesar 36,43 %, sehingga kerikil dapat digunakan sebagai agregat dalam beton SCC ini. Penelitian sebelumnya oleh

Setyawan (2013) agregat kasar yang berasal dari Clereng, nilai keausan yang didapatkan sebesar 21,36%. Selisih nilai keausan yang didapat dengan nilai keausan pada penelitian sebelumnya adalah sebesar 1%. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran A2.

c. Pengujian berat satuan agregat kasar

Berat satuan kerikil SSD diperoleh sebesar 1,55 gram/cm³. Berat satuan yang dimiliki agregat normal ialah 1,50 - 1,80 gram/cm³ (Tjokrodimuljo, 2010). Hasil yang diperoleh dari pemeriksaan agregat kasar pada pemeriksaan agregat kasar Clereng termasuk agregat normal. Setyawan (2014) melakukan pengujian berat satuan kerikil dari Clereng, berat satuan yang di peroleh sebesar 1,55 gram/cm³. Selisih berat satuan yang didapat pada penelitain ini dengan penelitian sebelumnya diperoleh adalah 0,036 gram/cm³. Analisis pemeriksaan berat satuan dapat dilihat pada Lampiran A2.

d. Pengujian kadar air agregat kasar

Kadar air rata – rata yang diperoleh dari hasil pemeriksaan sebesar 3,325 %. Kadar air yang dimiliki agregat kasar berasal dari Clereng termasuk ke dalam kondisi kering udara (Tjokrodimuljo, 2010). Kadar air yang terdapat dalam kerikil menunjukkan bahwa agregat yang dipakai merupakan agregat normal. Setyawan (2014) melakukan pengujian kadar air agregat kasar berasal dari Clereng, nilai kadar air yang diperoleh adalah 0,771 %. Kadar air yang di peroleh memiliki selisih 0,766%. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran A2.

e. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Berdasarkan hasil pemeriksaan, berat jenis kerikil/split jenuh kering muka didapat sebesar 2,5. Menurut Tjokrodimuljo (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. Berat jenis yang didapat pada agregat

kasar yang berasal dari Clereng termasuk kedalam agregat normal. Penyerapan air dari keadaan kering menjadi keadaan jenuh kering muka adalah 2,1 %. Setyawan (2014) menguji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar yang berasal dari Clereng, nilai berat jenis dan penyerapan air yang didapat adalah 2,63 dan 1,423 %. Nilai pengujian berat jenis dan penyerapan air yang diperoleh dari pemeriksaan tidak jauh berbeda dengan pemeriksaan yang dilakukan.

Tabel 5.1 Hasil pengujian agregat kasar

No	Pengujian	Nilai
1	Kadar lumpur agregat kasar	11,533 %
2	Pemeriksaan keausan agregat kasar	36,43 %
3	Berat satuan agregat kasar	1,536 g/cm ³
4	Kadar air agregat kasar	3,325 %
5	Berat jenis	2,491
6	Penyerapan air	2,1 %

2. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

a. Pengujian gradasi butiran

Berdasarkan hasil pemeriksaan gradasi yang dilakukan, agregat halus (pasir dari Sungai Progo) termasuk dalam daerah gradasi No. 2, menurut SNI 03-2834-1992 gradasi agregat halus yaitu pasir agak kasar dengan modulus halus butir (MHB) sebesar 2,648.

b. Pengujian kadar lumpur agregat halus

Agregat yang digunakan sebaiknya memiliki kadar lumpur sekecil mungkin, karena hal tersebut dapat mempengaruhi kekuatan dari beton yang dihasilkan. kadar lumpur agregat halus diperoleh sebesar 2,97 %, lebih kecil dari batas yang ditetapkan untuk kadar lumpur agregat halus sebesar 5% sesuai dengan SK SNI S-04-1989-F sehingga pasir dapat digunakan tanpa melakukan pencucian agregat. Setyawan (2014) melakukan pengujian kadar lumpur agregat halus Sungai Progo dan diperoleh nilai sebesar 4,532 %. Hasil pemeriksaan kadar lumpur dapat dilihat pada Lampiran A1.

c. Pengujian berat satuan agregat halus

Berat satuan pasir SSD diperoleh sebesar 1,31 gram/cm³. Berat satuan ini berfungsi untuk dapat mengetahui apakah agregat tersebut porous atau mampat. Semakin berat satuan maka semakin mampat permukaan agregat tersebut. Hal ini akan berpengaruh pada proses pengerjaan beton dalam jumlah besar, dan juga berpengaruh pada kuat tekan beton, dimana apabila semakin porous agregatnya maka semakin rendah uji kuat tekan betonnya dan apabila semakin mampat agregatnya maka akan semakin tinggi uji kuat tekannya. Berat satuan yang dimiliki agregat normal ialah 1,50 – 1,80 gram/cm³ (Tjokrodimuljo, 2010). Dalam hasil pemeriksaan tersebut agregat halus Progo termasuk agregat normal. Setyawan (2014) melakukan pengujian berat satuan dari Sungai Progo, dan diperoleh nilai pengujian sebesar 1,31 gram/cm³. Analisis pemeriksaan berat satuan dapat dilihat pada Lampiran A1.

d. Pengujian kadar air agregat halus

Hasil dari pengujian kadar air, diperoleh kadar air rata-rata sebesar 6,8%. Kadar air yang didapat termasuk kedalam kondisi basah (Tjokrodimuljo, 2010). Setyawan (2014) melakukan pengujian kadar air agregat halus berasal dari Sungai Progo, dan diperoleh nilai sebesar 4,575 %. Kadar air yang didapat dari hasil pengujian terdapat didalam pasir menunjukkan bahwa agregat yang dipakai merupakan agregat normal. Hasil pemeriksaan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran A1.

e. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus

Berdasarkan hasil pemeriksaan, berat jenis pasir jenuh kering muka didapat sebesar 2,495. Penyerapan air dari keadaan kering menjadi keadaan jenuh kering muka adalah 0,091 %. Menurut Tjokrodimuljo (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. Setyawan (2014)

melakukan pemeriksaan berat jenis pasir jenuh kering muka diperoleh hasil sebesar 2,59. Nilai yang diperoleh dari pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus tidak jauh berbeda dengan penelitian sebelumnya. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran A1.

Tabel 5.2 Hasil pengujian agregat halus

No	Pengujian	Nilai
1	Gradasi Agregat Halus	Daerah II
2	Kadar Lumpur Agregat Halus	2,97 %
3	Berat Satuan Agregat Halus	1,52 g/cm ³
4	Kadar Air Agregat Halus (%)	6,8 %
5	Berat Jenis	2,495
6	Penyerapan Air (%)	0,091 %

B. Hasil Pengujian Utama

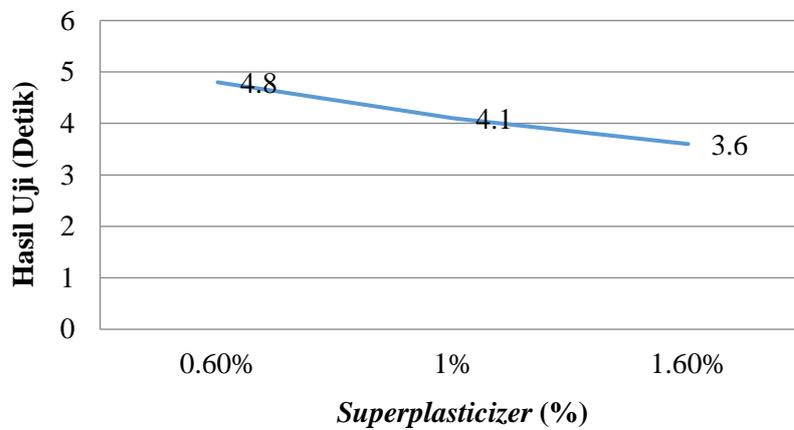
1. Hasil pengujian *fresh properties*

Pengujian *fresh properties* bertujuan untuk untuk mengetahui kemampuan mengisi (*filling ability*), kemampuan mengalir (*flowability blocking*), kemampuan melewati (*passing ability*), stabilitas maupun segregasi. Dalam penelitian ini, dilakukan tiga pengujian sifat-sifat beton segar, yaitu pengujian *V-Funnel*, *L-Box*, dan *J-Ring*. Adapun hasil yang didapatkan dari pengujian sifat-sifat beton segar tersaji pada Tabel 5.3. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, tambahan abu sekam padi dan kawat bendrat dengan variasi kadar *superplasticizer* 0,6%, 1%, dan 1,6% yang digunakan *Self Compacting Concrete* (SCC) masuk dalam klasifikasi batas-batas sifat beton segar *European Federation Of National Trade Associations Representing Producers and Applicators of Specialist Building Products* (EFNARC), kecuali pada pengujian *J-Ring*, standar yang telah ditetapkan EFNARC diameter akhir pada pengujian *J-Ring* \pm 10 mm diukur dari garis lingkaran diameter 500 mm, sedangkan hasil yang didapatkan dari ketiga variasi *superplasticizer* 0,6%, 1%, dan 1,6% untuk total diameter akhir berturut-turut yaitu sebesar 560 mm, 580 mm, dan 580 mm, dengan demikian

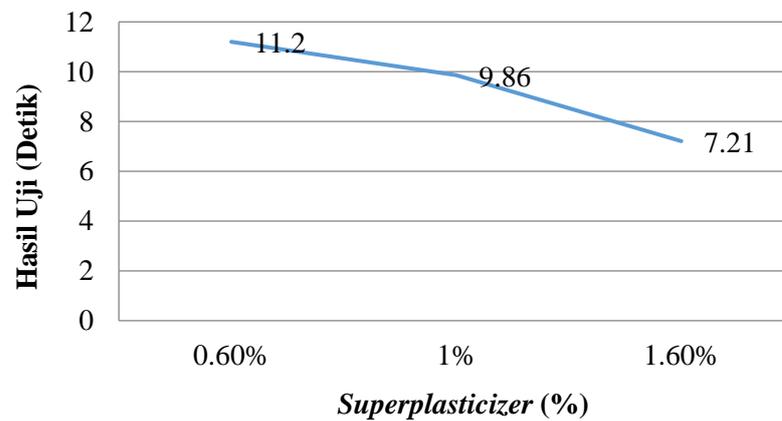
hasil pengukuran akhir dari garis lingkaran diameter 500 mm didapatkan hasil *J-Ring* 60 mm, 80 mm, dan 80 mm sehingga tidak memenuhi standar.

Tabel 5.3 Hasil pengujian *fresh properties* berdasarkan variasi SP

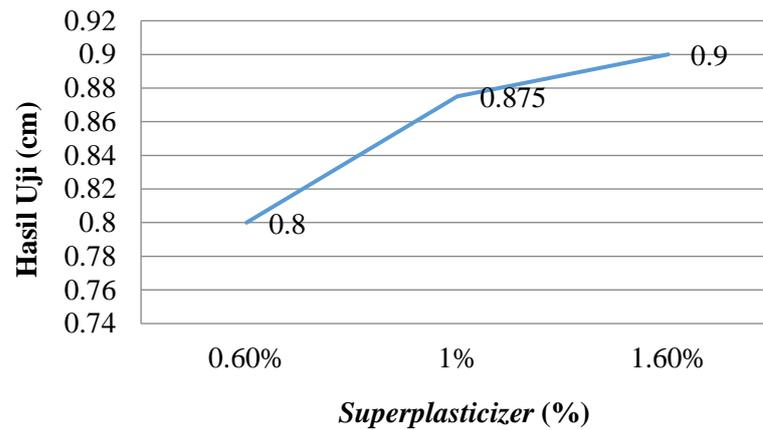
Variasi SP	T _{50cm}	V-Funnel	L-Box H ₂ /H ₁	J-Ring
0,6 %	4,8 detik	11,2 detik	0,8 cm	56 cm
1 %	4,1 detik	9,86 detik	0,875 cm	58 cm
1,6 %	3,6 detik	7,21 detik	0,9 cm	58 cm



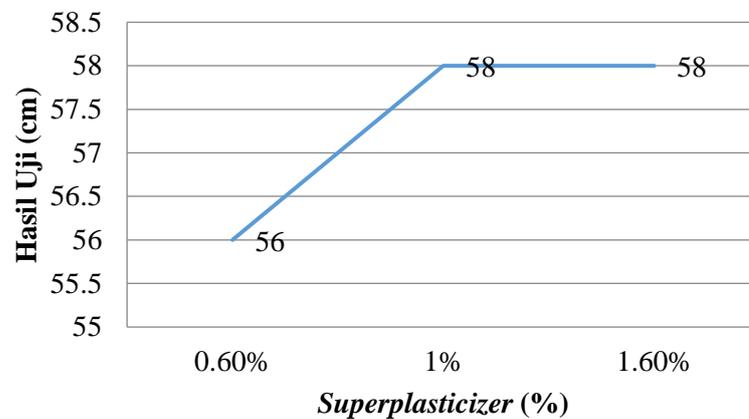
Gambar 5.1 Hasil pengujian T50 berdasarkan kadar *superplasticizer*



Gambar 5.2 Hasil pengujian V-Funnel berdasarkan kadar *superplasticizer*



Gambar 5.3 Hasil pengujian *L-Box* berdasarkan kadar *superplasticizer*



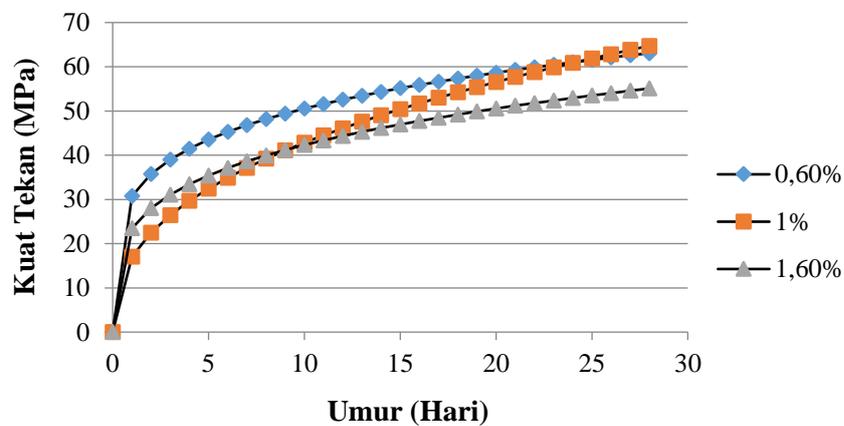
Gambar 5.4 Hasil pengujian *J-Ring* berdasarkan kadar *superplasticizer*

2. Hasil pengujian kuat tekan beton *Self-Compacting Concrete*

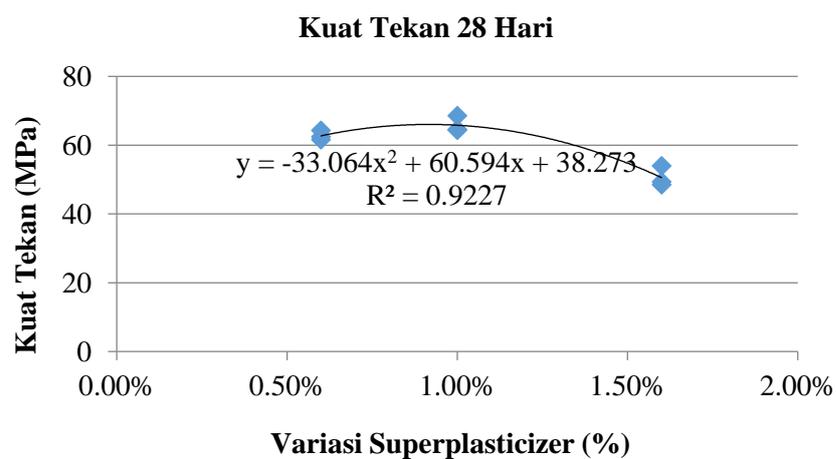
Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk memperoleh nilai kuat tekan beton dengan adanya perbedaan variasi *superplasticizer*. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada benda uji umur 7, 14, dan 28 hari. Pengujian kuat tekan ini tentunya memiliki nilai kuat tekan yang direncanakan yaitu 40 MPa. Tabel 5.4 dibawah ini memperlihatkan hasil pengujian kuat tekan dengan variasi kadar *superplasticizer* 0,6%, 1%, dan 1,6 pada umur 7, 14, dan 28 hari.

Tabel 5.4 Nilai kuat tekan beton pada tiap variasi kadar *superplasticizer* dan umur beton SCC (MPa)

Benda Uji	Umur (Hari)	Kuat Tekan (Mpa)					
		0.6%	Rata-Rata	1%	Rata-Rata	1.6%	Rata-Rata
A	7	45,28	46,56	36,16	37,75	31,95	35,52
B	7	49,5		38,81		38,61	
C	7	44,91		38,28		36	
A	14	52,19	54,99	48,6	47,52	55,68	54,83
B	14	57,44		44,59		54,49	
C	14	55,34		49,36		54,33	
A	28	62,37	62,73	64,36	65,80	48,44	50,58
B	28	61,58		64,5		53,96	
C	28	64,23		68,55		49,34	



Gambar 5.5 Hubungan kuat tekan beton dengan umur beton SCC



Gambar 5.6 Hubungan variasi *superplasticizer* dengan kuat tekan beton SCC pada umur 28 hari

Nilai kuat tekan stabil yaitu untuk umur 7 hari kadar 0,6 % sebesar 46,56 MPa, 1 % sebesar 37,75 MPa, 1,6 % sebesar 35,52 MPa, untuk umur 14 hari kadar 0,6 % sebesar 54,99 MPa, 1 % sebesar 47,52 MPa, dan 1,6 % sebesar 54,83 MPa, pada umur 28 hari untuk kadar 0,6 % sebesar 62,73 MPa, 1 % sebesar 65,80 MPa, dan 1,6 % sebesar 50,58 MPa. Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan yang terlihat pada Tabel 5.4 dan Gambar 5.5 di atas, terjadi peningkatan kuat tekan pada setiap variasi untuk umur beton (7, 14, dan 28 hari), kecuali pada variasi 1,6 % terjadi penurunan kuat tekan dari umur 14 hari ke 28 hari. Faktor yang menyebabkan itu terjadi dikarenakan kondisi material dimana pada saat pencampuran untuk benda uji 28 hari tersebut, pasir beserta kerikil dalam keadaan basah sehingga kandungan kadar air meningkat yang berpengaruh terhadap kualitas SCC yang dibuat. Oleh karena itu, nilai kuat tekan pada umur 14 hari lebih tinggi dibandingkan dengan umur 28 hari. Seharusnya umur pengujian berhubungan dan berpengaruh pada nilai kuat tekan beton, semakin tinggi umur pengujian semakin tinggi pula nilai kuat tekan yang didapatkan. Nilai kuat tekan tertinggi yang didapat dalam penelitian ini berada pada variasi *superplasticizer* 1 % pada umur 28 hari yaitu sebesar 65,80 MPa.

Berdasarkan persamaan regresi $y = -33.064x^2 + 60.594x + 38.273$ pada Gambar 5.6, dilakukan analisa dengan aplikasi *Microsoft Excel*. Kuat tekan yang diambil adalah pada umur 28 hari. Hasil analisa persamaan tersebut diperoleh nilai kuat tekan optimum yang bisa dicapai dari rentang kadar *superplasticizer* 0,6% sampai 1,6%, berada pada kadar variasi *superplasticizer* 0,92% dengan kuat tekan sebesar 66,034 MPa.

C. Perbedaan Hasil dengan Penelitian Terdahulu

Pada tabel di bawah ini, memperlihatkan perbedaan hasil antara penelitian yang dilakukan saat ini dengan penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya.

Tabel 5.5 Perbedaan hasil penelitian sekarang dengan penelitian-penelitian sebelumnya

No.	Judul Penelitian	Tahun	Hasil Penelitian	
			Terdahulu	Sekarang
1.	Kuat Tekan <i>Self Compacting Concrete</i> dengan kadar <i>superplasticizer</i> yang bervariasi (Citrakusuma J.L)	2012 (Lab)	Didapatkan hasil penelitian, kuat tekan rata-rata tertinggi berada pada variasi <i>superplasticizer</i> 1,5% sebesar 1024,14 Kg/cm ² (100,43 MPa)	Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan hasil kuat tekan tertinggi pada variasi <i>superplasticizer</i> 1% % sebesar 65,80 MPa.
2	Pengaruh Penambahan Kawat Bendrat pada Campuran Beton terhadap Kuat Tekan Beton (Sahay & Ngini)	2006 (Lab)	Kuat tekan rata-rata beton ringan maksimum yang dihasilkan berada pada campuran kawat bendrat 2% yaitu sebesar 20,374 MPa	Hasil kuat tekan tertinggi sebesar 65,80 MPa, dimana penelitian ini menggunakan campuran kawat bendrat 1% dari berat total
3	Pengaruh Pemanfaatan Abu Kertas Dan Abu Sekam Padi pada Campuran <i>Powder</i> terhadap Perkembangan Kuat Tekan <i>Self-Compacting Concrete</i> (Krisnamurti)	2013 (Lab)	Kuat tekan tertinggi didapatkan pada campuran 10% abu kertas dan abu sekam, yaitu berturut-turut sebesar 375,20 kg/cm ² (36,79 MPa) dan 31,63 kg/cm ² (31,62 MPa)	Didapatkan kuat tekan tertinggi sebesar 65,80 MPa, menggunakan tambahan abu sekam padi 10% dan <i>superplasticizer</i> dengan kadar 1%.
4	Pengaruh Pemakaian Serat Kawat Berkait pada Kekuatan Beton Mutu Tinggi Berdasarkan Optimasi Diameter Serat (Ariantama, A)	2007 (Lab)	Kuat tekan beton optimal pada beton serat dengan diameter kawat 0,9 mm dan panjang 67,5 cm pada umur 28 hari sebesar 58,63 MPa.	Kuat tekan beton SCC tertinggi pada variasi <i>superplasticizer</i> 1% dengan campuran potongan kawat bendrat 1% dan panjang 1-2 cm, pada umur 28 hari sebesar 65,80 MPa
5	Pengaruh Perbandingan Penggunaan Pozolan Alami (Abu Sekam Padi)	2014 (Lab)	Kuat tekan optimal beton SCC yang didapat pada penggunaan 8% abu sekam padi	Penggunaan 10% campuran abu sekam padi yang menggunakan variasi <i>superplasticizer</i>

Tabel 5.6 Perbedaan hasil penelitian sekarang dengan penelitian-penelitian sebelumnya (lanjutan)

No	Judul Penelitian	Tahun	Hasil Penelitian	
			Terdahulu	Sekarang
	dan Pozolan Buatan (<i>Silica Fume</i>) Untuk Peningkatan Kekuatan <i>Self Compacting Concrete</i> (Oktaviana & Prahara)		adalah 44,48 Mpa, sedangkan kuat tekan optimal dengan campuran <i>silica fume</i> 10% sebesar 62,06 MPa.	diperoleh kuat tekan optimal sebesar 65,80 MPa (variasi <i>superplasticizer</i> 1%)
6	Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu terhadap <i>Flowability</i> dan Kuat Tekan <i>Self Compacting Concrete</i> (Setyawan)	2016 (Lab)	Kuat tekan maksimal pada umur beton 28 hari didapat pada komposisi campuran variasi abu ampas tebu dengan presentase 5% dari berat semen yaitu sebesar 21,50 MPa.	Kuat tekan maksimal beton didapatkan pada umur 28 hari menggunakan campuran abu sekam padi 10% dan variasi <i>superplasticizer</i> 1% yaitu sebesar 65,80 Mpa.
7	<i>Self Compacting Concrete</i> dengan Variasi <i>Replacement Agregat Kasar</i> Menggunakan Cangkang Kelapa Sawit (Firnanda)	2016 (Lab)	Kuat tekan beton tertinggi diperoleh pada <i>replacement</i> 5% dimana nilai kuat betonnya tidak jauh berbeda dengan <i>replacement</i> 0% sebagai pembanding, yaitu 24,220 MPa dan 25,060 MPa pada umur 28 hari.	Kuat tekan beton tertinggi diperoleh pada variasi <i>superplasticizer</i> 1% pada umur 28 hari dengan campuran abu sekam padi 10% dan potongan kawat bendrat 1% yaitu sebesar 65,80 MPa.