

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hasil Penggunaan Agregat Halus untuk Beton

Pujiono (2013) melakukan pengujian yang sama terhadap bahan susun beton yaitu agregat halus (pasir) yang berasal dari Sungai Progo. Hasil pengujian menunjukkan gradasi agregat termasuk dalam daerah gradasi No.1, yaitu pasir kasar dengan modulus halus butir sebesar 3,647. Kadar air agregat halus diperoleh sebesar 3,860% yang termasuk dalam koridor normal, berat jenis pasir jenuh kering muka diperoleh sebesar 2,67 dan penyerapan air dari keadaan kering menjadi keadaan jenuh kering muka adalah 1,01%. Berat satuan pasir SSD diperoleh sebesar 1,738 gram/cm³ dan kadar lumpur sebesar 2,9%.

Rizky (2014) melakukan pemeriksaan gradasi pasir berada pada (daerah 2) pasir kasar, dan diperoleh hasil pengujian gradasi pasir dengan modulus halus 3,21. Pada pengujian kadar air pasir yang dilakukan di laboratorium kadar air pasir diperoleh 2,68 %, pasir yang digunakan dalam pengujian termasuk kadar air yang normal dan kadar air tidak melebihi 5 %. Pada pemeriksaan berat jenis pasir, diperoleh hasil pengujian pasir berat jenis kering jenuh muka SSD yaitu sebesar 2,57. Pada pemeriksaan kadar lumpur yang terdapat pada pasir diperoleh kadar lumpur sebesar 0,18%. Pada pemeriksaan berat satuan pasir diperoleh hasil pengujian sebesar 1,726 gram/m³.

Saputra (2015) melakukan pemeriksaan gradasi agregat halus pasir kali progo berada pada daerah 4 dengan modulus halus butiran sebesar 2,204. Pada pemeriksaan berat jenis pasir kering di dapat sebesar 2,809 sehingga pasir ini tergolong dalam agregat berat dimana batas jenis agregat berat diatas 2,8. Pada pemeriksaan kadar lumpur agregat halus di peroleh hasil pengujian kadar lumpur sebesar 2,2 % lebih kecil dari nilai standar yang di tetapkan yaitu 5%. Pada pemeriksaan kadar air agregat halus pada kondisi SSD, di dapat sebesar 0,81 %. Pada pemeriksaan berat satuan agregat halus berat satuan pasir SSD di dapat sebesar 1,23 gram/cm³.

Perbandingan ketiga hasil pengujian agregat halus (pasir) yang berasal dari Sungai Progo tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Hasil pengujian agregat halus (pasir) Sungai Progo

No.	Jenis Pengujian Agregat	Penguji 1	Penguji 2	Penguji 3
		Pujiono (2013)	Rizky (2014)	Saputra (2015)
1	Gradasi daerah	No. 1	No.2	No. 4
2	Modulus halus butir	3,647	3,21	2,204
3	Berat jenis	2,76	2,57	2,809
4	Berat satuan (gr/cm ³)	1,738	1,726	1,23
5	Kadar air (%)	3,86	2,68	0,81
6	Penyerapan air (%)	1,01	1,2	-
7	Kadar lumpur (%)	2,90	0,18	2,2

B. Hasil Penggunaan Agregat Kasar untuk Beton

Rizky (2014) melakukan pemeriksaan kadar diperoleh hasil pengujian sebesar 1,32 %. Pada pemeriksaan berat jenis batu pecah jenuh kering muka diperoleh hasil sebesar 2,51, dan penyerapan air sebesar 1,52 % agregat tersebut tergolong kedalam agregat normal 2,5 sampai 2,7. Pada pemeriksaan keausan batu pecah diperoleh hasil pengujian sebesar 24,96 %. Pada pemeriksaan berat satuan agregat kasar diperoleh hasil pengujian sebesar 1,514 gram/m³. Pada pengujian kadar lumpur agregat kasar dilapangan tanpa proses pencucian terlebih dahulu didapat hasil pengujian sebesar 1 % dan belum melebihi dari ambang normal yaitu 1%, makadari itu sebelum digunakan sebagai bahan campur perlu dicuci terlebih dahulu.

Christiadi (2014) melakukan pemeriksaan kadar air yang terdapat dalam agregat kasar kadar air yang terkandung dalam kerikil sebesar 1,21 % dan syarat kandungan air dalam kerikil maksimal adalah sebesar 2 %. Pada pemeriksaan kadar lumpur terdapat kadar lumpur kerikil sebesar 0,6 % dan syarat kadar lumpur kerikil tidak melebihi batas maksimal sebesar 2%. Pada pemeriksaan berat jenis kerikil didapat hasil pengujian sebesar 2,57, sehingga kerikil tergolong kedalam agregat normal yaitu 2,5 – 2,7. Pada pemeriksaan berat satuan agregat kasar

didapat hasil pengujian sebesar 1,421 gram/m³. Pada pemeriksaan pengujian keausan agregat kasar diperoleh hasil 13,44 %, sehingga keausan kerikil di anggap normal, batas maksimum keausan kerikil tidak boleh lebih dari 40 %. Untuk pengujian kadar lumpur diperoleh kadar lumpur sebesar 0,02 %.

Yoehanes (2014) juga melakukan pemeriksaan bahan susun agregat kasar terhadap pembuatan beton yang berasal dari Clereng, Kulon Progo. Dari pemeriksaan kadar air agregat kasar diperoleh kadar air sebesar 3,36%. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar diperoleh berat jenuh kering muka 2,44, penyerapan air dari keadaan kering menjadi keadaan jenuh kering muka sebesar 0,86%, dan penyerapan air untuk agregat normal maksimum adalah 2%. Untuk pengujian kadar lumpur diperoleh kadar lumpur sebesar 8,25% melebihi ketentuan 1%, sehingga sebelum digunakan agregat perlu dicuci terlebih dahulu. Keausan agregat kasar sebesar 45,28% dan untuk berat satuan agregat kasar diperoleh 1,55 gram/cm³.

Perbandingan ketiga hasil pengujian agregat kasar (*split*) yang berasal dari Clereng, Kulon Progo tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Hasil pengujian agregat kasar (*split*) Clereng, Kulon Progo

No.	Jenis Pengujian Agregat	Penguji 1 Rizky (2014)	Penguji 2 Christiadi (2014)	Penguji 3 Yoehanes (2014)
1	Berat jenis	2,51	2,57	2,44
2	Berat satuan (gr/cm ³)	1,514	1,421	1,55
3	Keausan (%)	24,96	13,44	45,28
4	Kadar air (%)	1,32	1,21	3,36
5	Penyerapan air (%)	1,52	0,6	0,86
6	Kadar lumpur (%)	1	0,02	8,25

C. Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton

Nugroho (2006), mengkaji tentang penambahan abu ampas tebu dan abu arang *briket* sebagai *filler* terhadap kuat tekan dan Tarik pada beton. 1990-03, variasi bahan tambah abu ampas tebu sebesar 7,5% ; 10% ; 12,5% dari berat semen dan abu arang *briket* sebesar 7,5% ; 10% ; 12,5% dari berat semen. Pada penelitian ini

menggunakan fas sebesar 0,45 dengan umur beton 14 hari. Beton yang dibuat berbentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. Dari hasil pengujian kuat tekan rata-rata optimum tertinggi diperoleh pada variasi abu ampas tebu 10% dan abu arang *briket* 12,5% sebesar 90% dari kuat tekan beton normal. Dari pengujian kuat tarik rata-rata optimum tertinggi diperoleh pada variasi abu ampas tebu 10% dan abu arang *briket* 12,5% sebesar 43,85% dari kuat tarik beton normal. Ktekan dan tarik beton dengan bahan tambah filler abu ampas tebu dan abu arang *briket* dengan fas 0,45, diperoleh kuat tekan beton tertinggi adalah 26,880 MPa dan kuat tarik tertinggi adalah 2,782 MPa.

Tabel 2.3 Kuat tekan rata-rata beton dengan variasi penambahan *filler* abu arang *briket* - abu ampas tebu pada fas 0,45

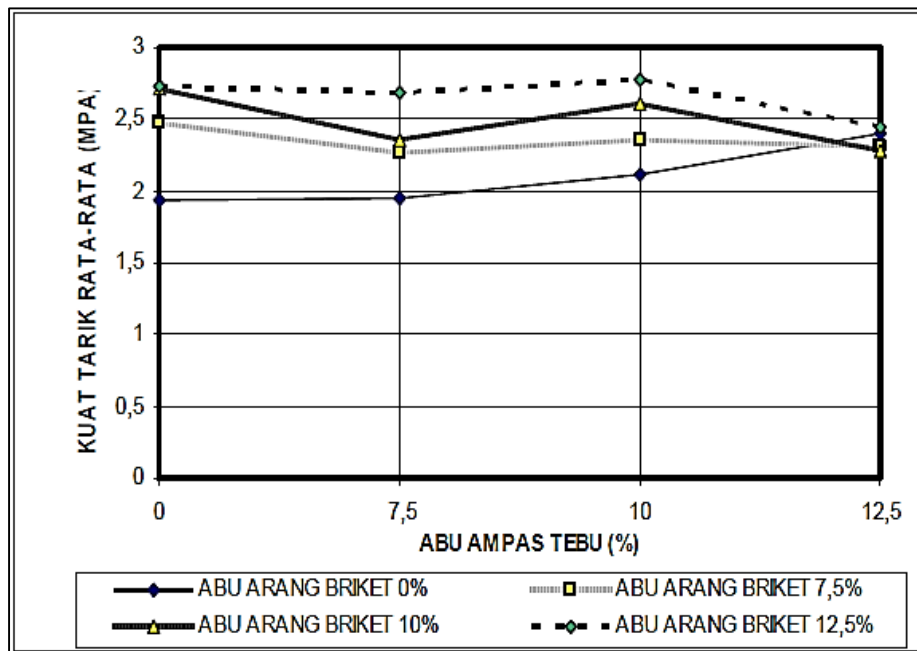
Kuat tekan rata-rata		Kadar abu ampas tebu			
		0 %	7,5 %	10 %	15 %
Kadar abu arang <i>briket</i>	0 %	14,147	18,580	25,088	25,465
	7,5 %	22,541	23,013	23,484	21,503
	10 %	24,899	23,578	24,993	23,673
	15 %	24,239	22,541	26,880	24,899

Sumber : Hasil penelitian (Nugroho,2006)

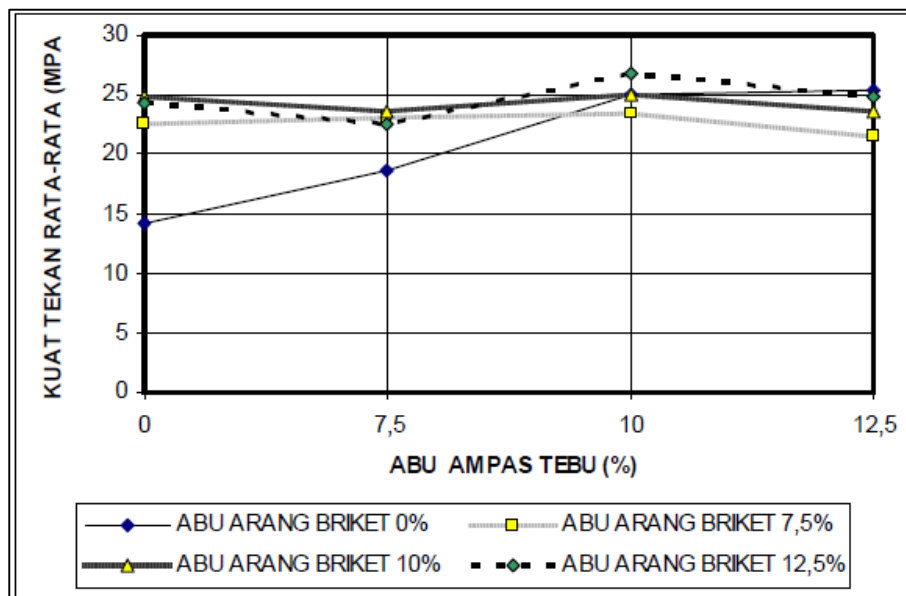
Tabel 2.4 Kuat tarik rata-rata beton dengan variasi penambahan *filler* abu arang *briket* - ampas tebu pada fas 0,45

Kuat tarik rata-rata		Kadar abu ampas tebu			
		0 %	7,5 %	10 %	15 %
Kadar abu arang <i>briket</i>	0 %	1,934	1,957	2,122	2,405
	7,5 %	2,476	2,263	2,358	2,311
	10 %	2,711	2,358	2,617	2,287
	15 %	2,735	2,688	2,782	2,452

Sumber : Hasil penelitian (Nugroho,2006)



Gambar 2.1 Gabungan hubungan kuat tarik rata-rata dengan variasi bahan tambah abu ampas tebu - abu arang briket (Nugroho, 2006).



Gambar 2.2 Gabungan hubungan kuat tekan rata-rata dengan variasi bahan tambah *filler* abu ampas tebu - abu arang briket (Nugroho, 2006).

Christiadi (2014), meneliti tentang pengaruh penambahan Abu Ampas Tebu (AAT) sebesar 5% sebagai bahan pengganti sebagian semen terhadap variasi umur dari umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari dan 40 hari untuk mengetahui

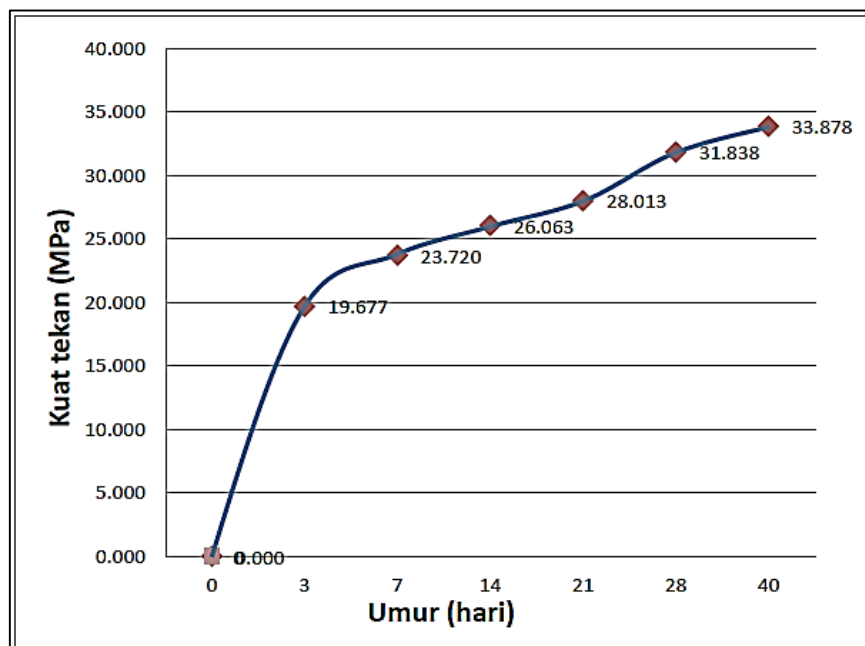
kenaikan uji kuat tekan beton. Dalam perancangan campuran beton (*Mix Design*) ini digunakan SK SNI : 03-2847-2002 (Tjokrodimuljo, 2007).

Pada penelitian ini, didapatkan hasil uji kuat tekan masing-masing variasi umur dengan penambahan abu ampas tebu sebesar 5% pada umur 3 hari dengan kuat tekan rata-rata sebesar 19,677 MPa, pada umur 7 hari sebesar 23,720 MPa, pada umur 14 hari sebesar 26,063 MPa, pada umur 21 hari sebesar 28,013 MPa, pada umur 28 hari sebesar 31,838 MPa, dan pada umur 40 hari sebesar 33,838 MPa.

Tabel 2.5 Hasil uji kuat tekan beton

Variasi Umur	Kuat tekan beton (Mpa)				Faktor pengali
	Sampel I	Sampel II	Sampel III	Rata - rata	
3	19,870	19,531	19,629	19,677	1,721
7	24,409	24,853	21,898	23,720	1,428
14	24,371	24,211	29,607	26,063	1,299
21	30,623	25,760	27,658	28,013	1,209
28	26,973	43,495	25,045	31,838	1,064
40	51,061	25,583	25,990	33,878	1,000

Sumber : Hasil penelitian (Christiadi, 2014)



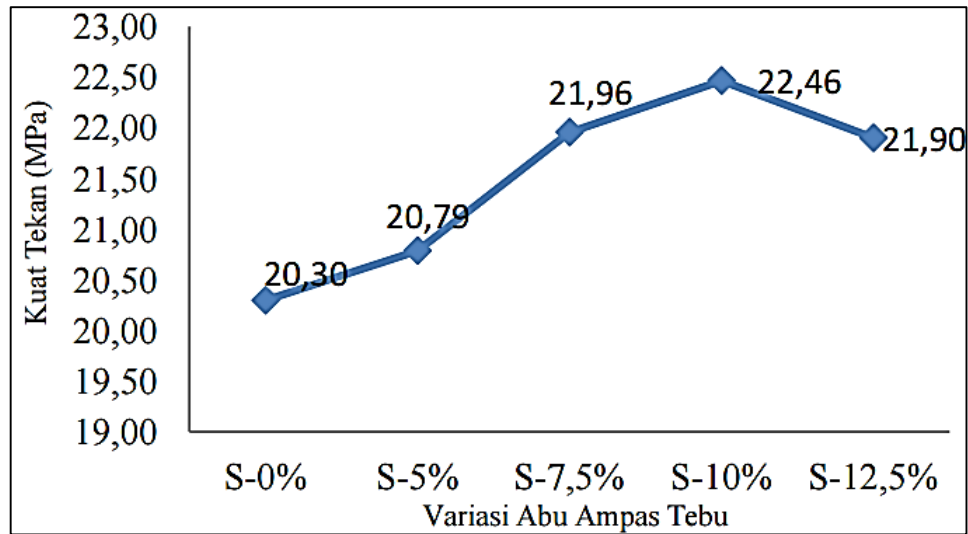
Gambar 2.3 Hubungan antara variasi umur dengan kuat tekan beton (Christiadi, 2014).

Harjianto (2015), membuat beton dengan memanfaatkan Abu Ampas Tebu Dari Hasil Pembakaran Nira Pg. Gondang Baru Klaten Dan Kapur Tohor Pengganti Semen Untuk Campuran Beton bertujuan untuk mengetahui perbedaan kuat tekan, tarik dan lentur yang dihasilkan dari penambahan abu ampas tebu dengan perekat kapur tohor atau pun menggunakan semen. Persentase variasi penambahan abu ampas tebu 0%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% dari berat semen atau kapur tohor untuk variasi 5 benda uji. Untuk kuat tekan dan kuat tarik belah beton menggunakan cetakan silinder dengan dimensi diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 60 benda uji. Untuk uji kuat lentur balok tanpa tulangan menggunakan cetakan balok dengan dimensi panjang 60 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 20 cm sebanyak 30 benda uji. Mix design menggunakan metode Road Note No.4. pengujian dilakukan ketika benda uji berumur 28 hari. Dari hasil pengujian kuat tekan menggunakan perekat semen atau kapur tohor dapat disimpulkan bahwa untuk campuran beton menggunakan semen dengan penambahan abu ampas tebu sebesar 10% menghasilkan kuat tekan maksimal sebesar 22,46 MPa sehingga mengalami peningkatan sebesar 21,6% dari beton normal 20,30 MPa. Untuk perkat kapur tohor pengujian kuat tekan maksimal sebesar 10% menghasilkan kuat tekan 2,23 sehingga mengalami peningkatan sebesar 61,20% dari beton normal 1,62 MPa.

Tabel 2.6 Hasil pengujian kuat tekan beton menggunakan AAT

Variasi Abu Ampas Tebu	No	Luas Permukaan (mm ²)	Beban Maksimum (N)	Kuat Tekan		Kuat Tekan Rata-rata (Mpa)
				(N/ mm ²)	Mpa	
S - 0 %	A	17672	350000	19,805	19,805	20,30
	B		368000	20,824	20,824	
	C		358000	20,528	20,528	
S - 5,0 %	A	17672	368000	20,824	20,824	20,79
	B		367000	20,767	20,767	
	C		367000	20,767	20,767	
S- 7,5 %	A	17672	389000	22,012	22,012	21,96
	B		385000	21,786	21,786	
	C		390000	22,069	22,069	
S - 10 %	A	17672	399000	22,578	22,578	22,46
	B		397000	22,465	22,465	
	C		385000	22,352	22,352	
S - 12,5 %	A	17672	387000	21,899	21,899	21,90
	B		385000	21,786	21,786	
	C		289000	22,012	22,012	

Sumber : Hasil penelitian (Harjianto,2015)



Gambar 2.4 Hubungan antara variasi abu ampas tebu dengan pengujian kuat tekan beton dengan perekat semen (Harjianto, 2015).

D. Penambahan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tekan Beton

Pujianto (2011), mengkaji penambahan *superplasticizer* dan *silica fume* terhadap beton mutu tinggi. Perancangan bahan susun beton dengan mengacu pada SK.SNI.03-2834-1992. Variasi penambahan *superplasticizer* yang dipakai yaitu 0,5 %, 1,0 %, 1,5 %, 2 %, dan 2,5 %, sedangkan penambahan *silica fume* yang digunakan yaitu 2,5 %, 5 %, 7,5 %, 10 %, 12,5 %, 15 %, 17,5 % dan 20 %. Pembuatan benda uji dan perawatan (SK SNI 03-2493-1991). Setiap variasi campuran berjumlah sebanyak 4 buah benda uji, maka jumlah sampel untuk pengujian awal sebanyak $6 \times 4 = 24$ benda uji. Untuk pengujian lanjutan sebanyak $5 \times 4 = 20$ benda uji, sehingga jumlah total sebanyak 44 benda uji. Kuat tekan beton optimum yang dapat dicapai sebesar 65,06 MPa dengan kadar *silicafume* 10%, kadar *superplastisizer* 2%, dan slump sebesar 9,20 cm.

Tabel 2.7 Hasil uji *slump* beton segar tanpa *silica fume* dengan kadar *superplastisizer* bervariasi

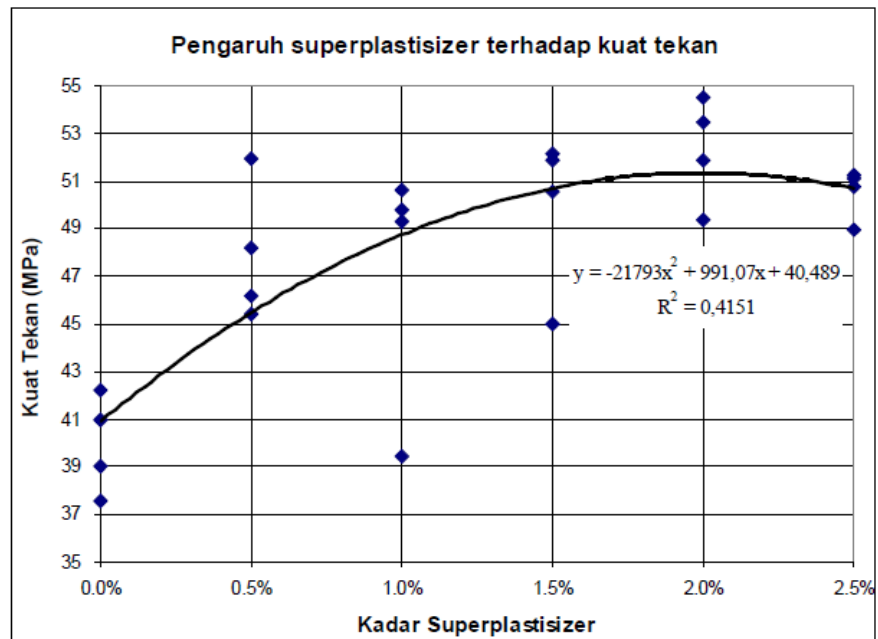
Kadar Superplastisizer (%)	Volume		Berat Semen (kg)	Berat Pasir (kg)	Berat Korral (kg)	Slump (cm)	Slump rata-rata (cm)
	Air (liter)	Superplastisizer (liter)					
0.0%	225.00	0	750	764.40	705.60	2.30 2.20	2.25
0.5%	216.56	8.44	750	764.40	705.60	6.50 7.10	6.80
1.0%	208.13	16.88	750	764.40	705.60	8.90 9.30	9.10
1.5%	199.69	25.31	750	764.40	705.60	9.70 9.90	9.80
2.0%	191.25	33.75	750	764.40	705.60	12.70 13.10	12.90
2.5%	182.81	42.19	750	764.40	705.60	13.20 14.00	13.60

Sumber : Hasil penelitian (Pujianto, 2012)

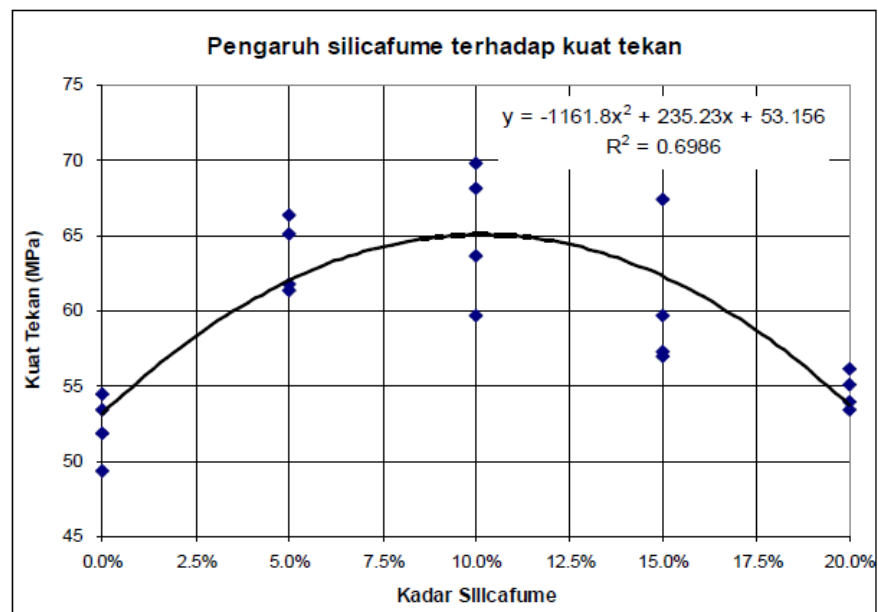
Tabel 2.8 Hasil uji *slump* beton segar dengan kadar *superplastisizer* 2 % dan kadar *silicafume* yang bervariasi

Kadar Silicafume (%)	Kadar Superplastisizer (%)	Volume		Berat		Berat Pasir (kg)	Berat Korral (kg)	Slump (cm)	Slump rata-rata (cm)
		Air (liter)	Superplastisizer (liter)	Silicafume (kg)	Semen (kg)				
0.0%	2.0%	191.25	33.75	-	750.00	764.40	705.60	12.70 13.10	12.90
5.0%	2.0%	191.25	33.75	37.50	712.50	764.40	705.60	11.50 11.20	11.35
10.0%	2.0%	191.25	33.75	75.00	675.00	764.40	705.60	9.10 9.30	9.20
15.0%	2.0%	191.25	33.75	112.50	637.50	764.40	705.60	8.20 8.10	8.15
20.0%	2.0%	191.25	33.75	150.00	600.00	764.40	705.60	7.90 7.80	7.85

Sumber : Hasil penelitian (Pujianto, 2012)



Gambar 2.5 Pengaruh kadar *superplastisizer* terhadap kuat tekan beton
(Pujiyanto, 2012)



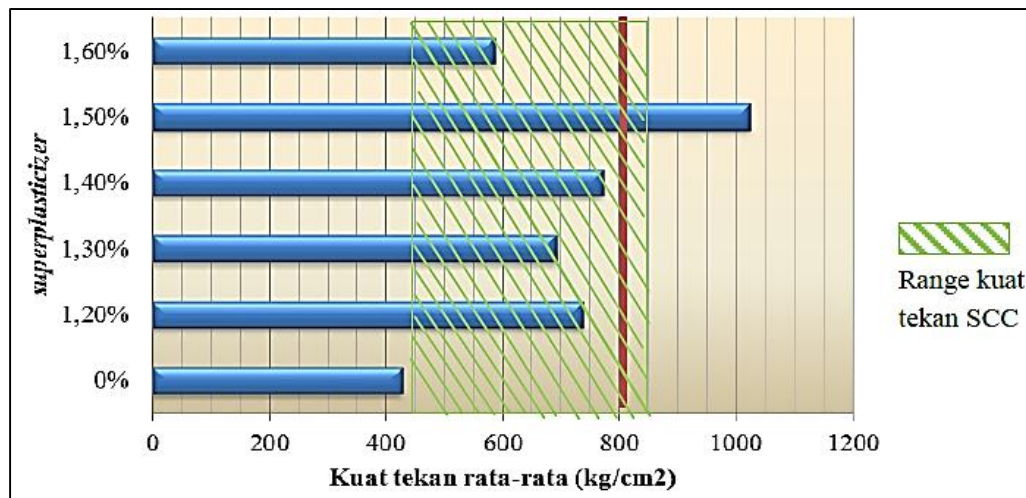
Gambar 2.6 Pengaruh kadar *silicafume* terhadap kuat tekan beton
(Pujiyanto, 2012)

Citrakusuma (2012), meneliti tentang penggunaan *superplasticizer* untuk mengetahui karakteristik dan kuat tekan *self compacting concrete* dengan kadar yang berbeda. Penelitian ini menggunakan *mix design* metode DoE dengan bahan tambah berupa *superplasticizer* dengan kadar 1,2%, 1,3%, 1,4%, 1,5% serta 1,6% dari berat semen. Pengujian benda uji dilakukan dua tahap yaitu pada saat beton segar dilakukan uji menggunakan alat *V-funnel*, *L-box*, dan *slump*, sedangkan beton keras akan dilakukan uji kuat tekan pada waktu 14 hari yang nantinya akan dikonversikan 28 hari. Dari semua hasil pengujian pada beton dengan variasi *superplasticizer* yaitu 1,2%, 1,3%, 1,4%, 1,5% dan 1,6% didapat nilai kuat tekan rata-rata tertinggi pada prosentase *superplasticizer* 1,5% yaitu sebesar 1024,14 kg/cm² dengan nilai f.a.s 0,288. Pengujian kuat tekan di umur 14 hari tiap penambahan *superplasticizer* dengan nilai f.a.s yang sama dapat menurunkan kuat tekan rata-rata beton, hal ini dapat dilihat pada prosentase 1,2% - 1,3% dimana kuat tekan rata-ratanya 737,21 kg/cm² dan 691,14 kg/cm², prosentase 1,5% - 1,6% dimana kuat tekan rata-ratanya 1024,14 kg/cm² - 586,42 kg/cm². Sedangkan untuk pengujian beton pada kondisi segar baik pada sifat *fillingability*, *passingability* dan *segregation resistance* menunjukkan bahwa dari ke 5 (lima) variasi *superplasticizer* memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh EFNARC 2002. Proporsi beton SCC yaitu semen, pasir, kerikil dan air dapat diperoleh dengan menggunakan metode DoE namun dengan kerikil ukuran maksimal 10 mm, faktor air semen maksimal 0,3 dan menggunakan bahan tambah berupa *superplasticizer viscocrete-10*. Hasil dari pengujian beton segar dapat dilihat pada tabel 2.6

Tabel 2.9 Hasil tes *Slump*, T₅₀, *V-funnel*, dan *L- box*

Sample	V-Funnel (detik)	PA ≥ 0,8	T ₅₀ (detik)	Slump flow (mm)	Keterangan
0 %	≥13	≥1	≥15	≤500	Beton normal
1,2 %	11,93	0,89	3,37	745	SCC
1,3 %	10,6	1	3	750	SCC
1,4 %	11,96	1	3,41	715	SCC
1,5 %	12	1	4,156	715	SCC
1,6 %	11,35	1	4	725	SCC

Sumber : Hasil penelitian (Citrakusuma,2012)



Gambar 2.7 Hasil kuat tekan *Self Compacting Concrete* (Citrakusuma, 2013)

Syahrizal (2013) mengkaji tentang penambahan *silica fume* dan *superplasticizer* terhadap kuat tekan beton mutu tinggi dengan metode *American Concrete Institute* (ACI). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *silica fume* dan *superplasticizer* terhadap kuat tekan beton mutu tinggi. Kadar *silica fume* yang digunakan sebanyak 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen dan *superplasticizer* sebanyak 2% dari berat semen untuk semua variasi. Mutu beton yang direncanakan $f'c$ 70 MPa yang diuji pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari setelah terlebih dahulu dilakukan curing. Penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder ukuran \varnothing 15 cm x 30 cm, sebanyak 100 benda uji dimana untuk setiap variasi sebanyak 20 benda uji. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa pada penambahan *silica fume* 10% dan *superplasticizer* 2% dari berat semen diperoleh kuat tekan beton optimum sebesar 81,76 MPa pada umur 28 hari dan mempunyai kuat tekan beton karakteristik sebesar 960 kg/cm^2 .

Tabel 2.10 Hasil pengujian slump beton segar dengan kadar *superplasticizer* 2% dan kadar *silica fume* bervariasi

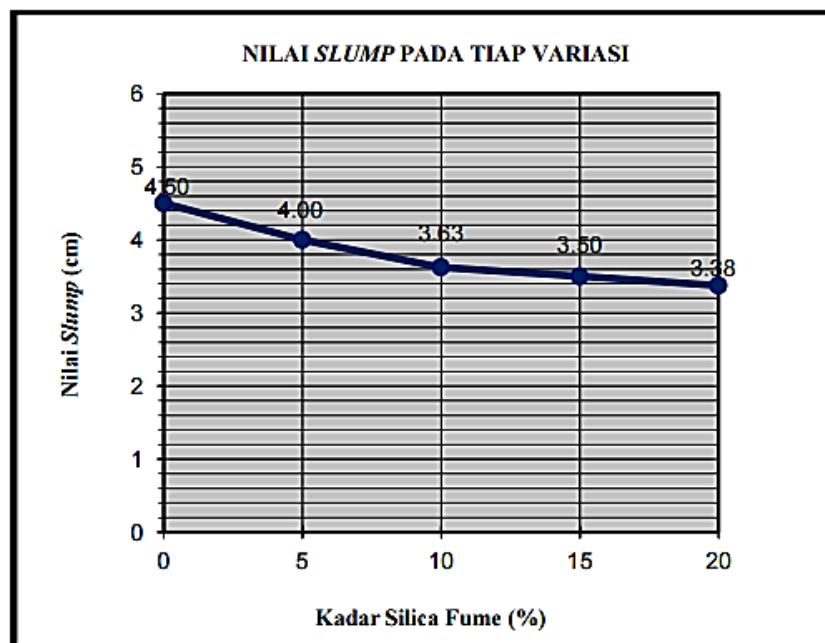
Kadar SF (%)	Kadar SP (%)	Volume		Berat		Berat Pasir (Kg)	Berat Kerikil (Kg)	Slump rata-rata (cm)
		AIR (liter)	Sp (liter)	SF (Kg)	Semen (Kg)			
0 %	2,0 %	160,52	11,90	0	595	614	1057	4,50
5 %	2,0 %	160,52	11,305	29,75	565,25	609,096	1057	4,00
10 %	2,0 %	160,52	10,710	59,50	535,50	604,144	1057	3,63
15 %	2,0 %	160,52	10,115	89,25	505,75	596,716	1057	3,50
20 %	2,0 %	160,52	9,520	119	476	591,764	1057	3,38

Sumber : Hasil penelitian (Syahrizal, 2012)

Tabel 2.11 Hasil pengujian kuat tekan rata-rata pada saat pengujian di lapangan

Kode Benda Uji	f'_c Rata-rata pada saat pengujian (Mpa)			
	7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari
BN	49,82	66,67	71,48	74,73
BS 5	51,86	69,41	74,14	77,68
BS 10	54,58	73,04	78,24	81,76
BS 15	50,96	67,94	72,58	75,30
BS20	47,33	62,85	67,03	71,11

Sumber : Hasil penelitian (Syahrizal, 2012)

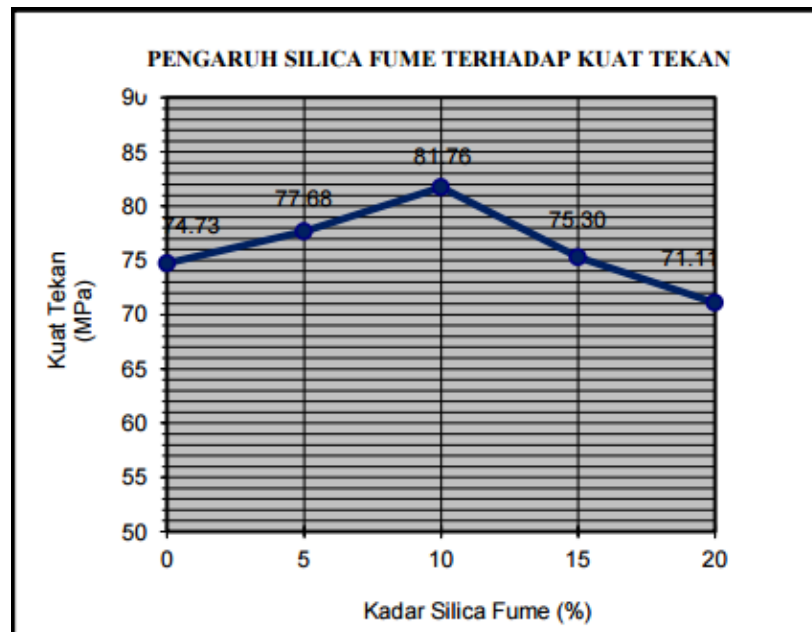


Gambar 2.8 Pengaruh kadar *silica fume* terhadap nilai slump (Syahrizal, 2012)

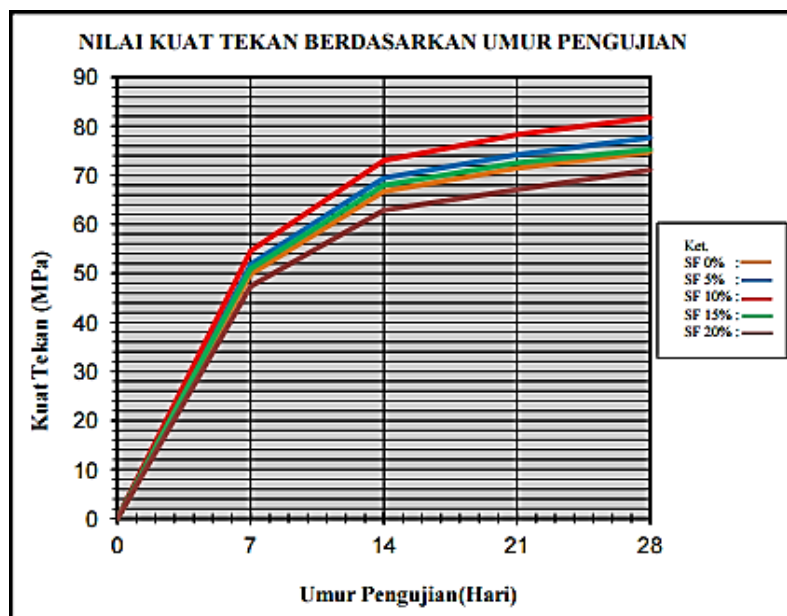
Tabel 2.12 Hasil pengujian kuat tekan rata-rata pada umur 28 Hari

Kode Benda Uji	f'_c Rata-rata setelah di konversi ke umur 28 hari (Mpa)			
	7 Hari	14 Hari	21 Hari	28 Hari
BN	76,65	75,76	75,24	74,73
BS 5	79,79	78,88	78,07	77,68
BS 10	83,97	77,21	82,6	81,76
BS 15	78,39	67,94	76,40	75,30
BS20	72,82	71,41	5670,	71,11

Sumber : Hasil penelitian (Syahrizal, 2012)



Gambar 2.9 Peningkatan kekuatan tekan beton gabungan berdasarkan umur pengujian di lapangan (Syahrizal, 2012)



Gambar 2.10 Kuat tekan rata-rata pada umur 28 hari (Syahrizal, 2012).

E. *Self Compacting Concrete*

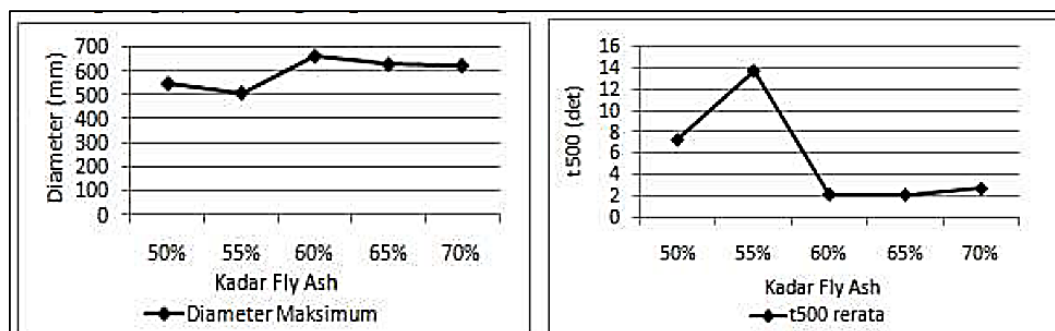
Putri (2014), meneliti tentang pengaruh rasio semen - *fly ash* terhadap sifat segar dan kuat tekan *high volume fly ash - self compacting concrete* (HVFA-SCC). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sifat segar dan kuat tekan pada beton yang memiliki kandungan *fly ash* dalam volume tinggi. Metode yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu dengan membuat komposisi campuran beton dengan penggunaan *fly ash* sebagai pengganti sebagian semen pada campuran HVFA-SCC. Kadar *fly ash* yang di gunakan pada penelitian ini yaitu 50 %, 55 %, 60 %, 65 % dan 70 %. Pengujian beton segar dilakukan dengan 5 (lima) metode pengujian yaitu: *j-ring flow table test*, *l-box test*, dan *v-funnel test*. Pengujian beton keras dilakukan terhadap kuat tekan silinder beton pada umur 7 hari, 28 hari, 56 hari serta 90 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *fly ash* pada pengujian *J-ring* (*slump flow* dan T50) paling optimum yaitu dengan kadar *fly ash* 60% memiliki sifat *fillingability* yang paling baik. Seperti halnya pada pengujian *J-ring*, pada pengujian *L-box* dengan kadar *fly ash* 60% juga di peroleh hasil yang paling optimum. Sedangkan pada pengujian *V funnel*, campuran beton dengan kadar *fly ash* 65% memiliki

waktu alir yang paling singkat, dikarenakan pada campuran ini memiliki viskositas yang moderat. Pada penelitian ini semakin besar kadar *fly ash* akan membuat nilai sifat segar maupun kuat tekannya menjadi semakin besar ataupun semakin kecil.

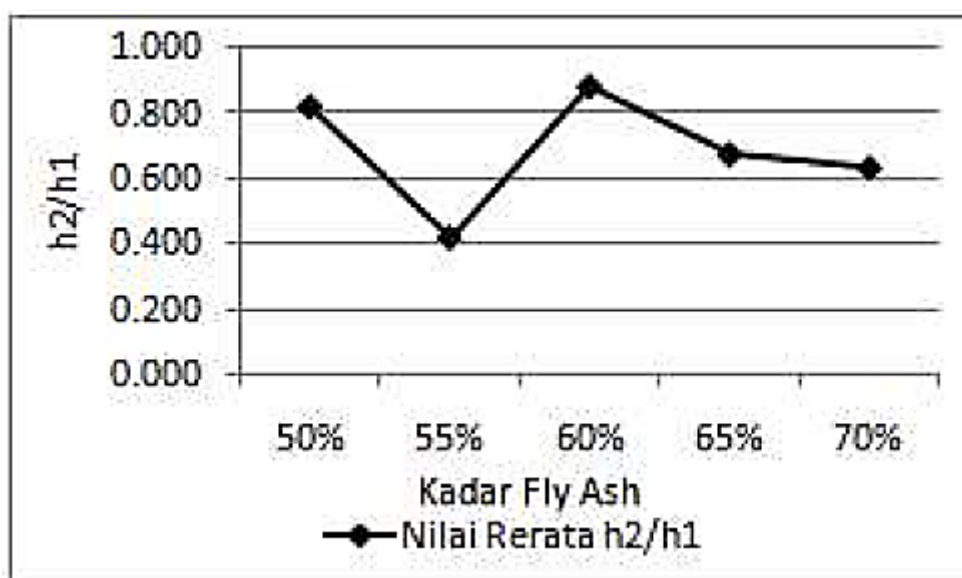
Tabel 2.13 Hasil Pengujian Beton Segar HVFA-SCC

Jenis Pengujian	Parameter	Hasil Pengujian Beton Segar					Syarat SCC
		C-F 50	C-F 55	C-F 60	C-F 65	C-F 70	
Flow table	Diameter (mm)	680	655	780	730	720	700 mm
	T ₅₀₀ (detik)	3,77	9,51	2,43	2,02	2,41	2-5 detik
J-Ring	Diameter (mm)	545	505	660	625	620	600 mm
	T ₅₀₀ (detik)	7,18	13,6	2,05	2,01	2,62	2-5 detik
L-Box	H ₂ /H ₁	0,813	0,412	0,875	0,667	0,625	≥ 0,8
V-Funnel	Tv (detik)	13,75	20,77	12,36	11,5	12,34	5-12 detik

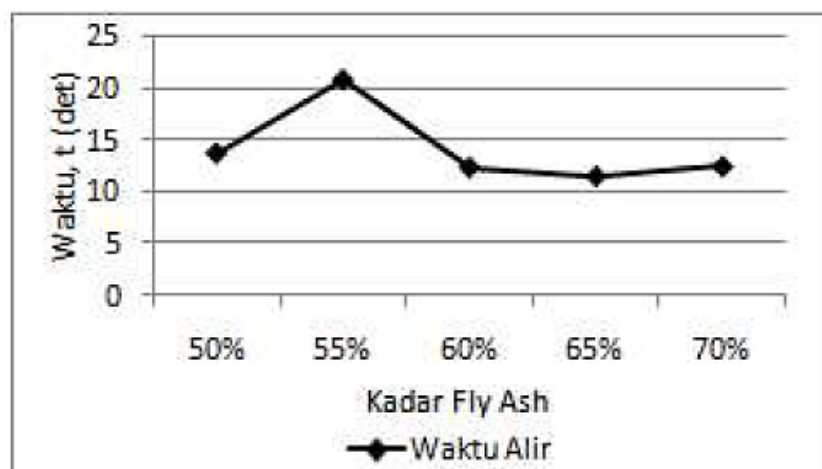
Sumber : Hasil penelitian (Putri, 2014)



Gambar 2.11 Hubungan antara variasi kadar *fly ash* dengan diameter maksimal (a), waktu mencapai sebaran 500 mm (b) padaa pengujian *J-ring test* (Putri, 2014).



Gambar 2.12 Hubungan antara variasi kadar *fly ash* dengan nilai rerata h2/h1 pada pengujian *L-box test* (Putri, 2014)



Gambar 2.13 Hubungan antara variasi kadar *fly ash* dengan waktu aliran pada alat *V-Funnel* (Putri, 2014).

Priatama (2012), melakukan penelitian tentang Pengaruh Kadar *Fly Ash* sebagai Pengganti Sebagian Semen terhadap Kuat Tarik Belah dan *Modulus of Rupture* pada *High Volume Fly Ash – Self Compacting Concrete*.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan total benda uji kuat tarik belah sebanyak 27 buah berbentuk silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm, serta 27 buah benda uji *modulus of rupture* berbentuk balok dengan dimensi 10 x 10 x 50 cm. Variasi kadar *fly ash* yang ditinjau dalam penelitian ini adalah 35%, 55%, dan 65%. Kadar *fly ash* 35% digunakan sebagai pembanding sesuai dengan syarat penggunaan maksimum *fly ash* pada beton dalam ASTM C618-86. Pengujian kuat tarik belah dan *modulus of rupture* tiap variasi kadar *fly ash* diuji pada umur 7, 28 dan 56 hari.

Dari hasil pengujian kuat tarik belah maupun *modulus of rupture* HVFA-SCC diketahui bahwa penggunaan *fly ash* yang semakin banyak dalam beton akan mengurangi nilai kuat tarik belah serta *modulus of rupture* pada umur awal beton. Pada umur 7 hari nilai kuat tarik belah beton dengan variasi kadar *fly ash* 65% cenderung sama dengan variasi kadar *fly ash* 35% dan 55% yaitu sebesar 1,952 MPa. Sedangkan nilai *modulus of rupture* dengan variasi kadar *fly ash* 65% pada umur 7 hari didapat sebesar 2,133 MPa, Nilai *modulus of rupture* beton dengan

kadar *fly ash* 65% mengalami peningkatan terhadap umur beton yang lebih signifikan dibanding beton dengan variasi kadar *fly ash* yang lebih rendah.

Tabel 2.14 Hasil Pengujian *J-Ring flow table test* HVFA-SCC

Kadar Fly Ash	Sampel pencampuran	J-Ring Flow Table					
		Diameter maksimal			Waktu		kecepatan
		d1 (mm)	d2 (mm)	d rerata (mm)	t ₅₀₀ (dt)	t _{max} (mm/dt)	(mm/dt)
35 %	26 maret 2016	600	610	605	9,58	33,69	17,958
55 %	20 Maret 2012	650	710	680	8,36	19,22	35,380
65 %	3 April 2012	650	680	7,15	7,15	17,32	38,395

Sumber : Hasil penelitian (Priatama, 2012)

Tabel 2.15 Hasil pengujian *L-Box test* HVFA-SCC

Kadar Fly Ash	Sampel pencampuran	<i>L-Box test</i>				
		t ₂₀₀ (dt)	t ₄₀₀ (dt)	H ₁ (mm)	H ₂ (mm)	H ₂ / H ₁ (mm)
35 %	26 maret 2016	3,34	6,5	100	80	0,727
55 %	20 Maret 2012	4,2	6,7	100	90	0,900
65 %	3 April 2012	5,4	7,285	100	85	0,850

Sumber : Hasil penelitian (Priatama, 2012)

Tabel 2.16 Hasil pengujian *Box-type test* HVFA-SCC

Kadar Fly Ash	Sampel pencampuran	<i>Box Type</i>		
		H ₁ (mm)	H ₂ (mm)	H ₂ / H ₁ (mm)
35 %	26 maret 2016	350	350	1
55 %	20 Maret 2012	350	350	1
65 %	3 April 2012	350	350	1

Sumber : Hasil penelitian (Priatama, 2012).

Tabel 2.17 Hasil Pengujian *V-Funnel Test* HVFA-SCC

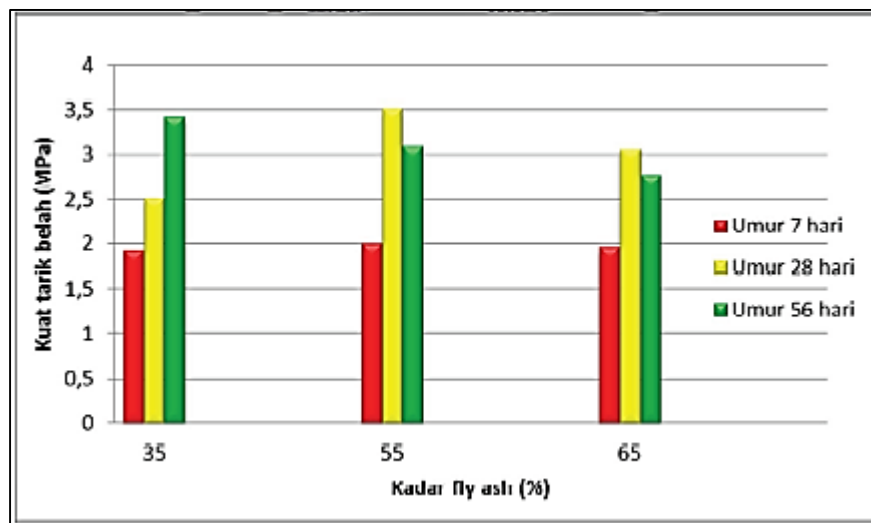
Kadar Fly Ash	Sampel Pencampuran	V-Funnel Test, t (dt)
35 %	26 maret 2016	24,73
55 %	20 Maret 2012	22,98
65 %	3 April 2012	16

Sumber : Hasil penelitian (Priatama, 2012).

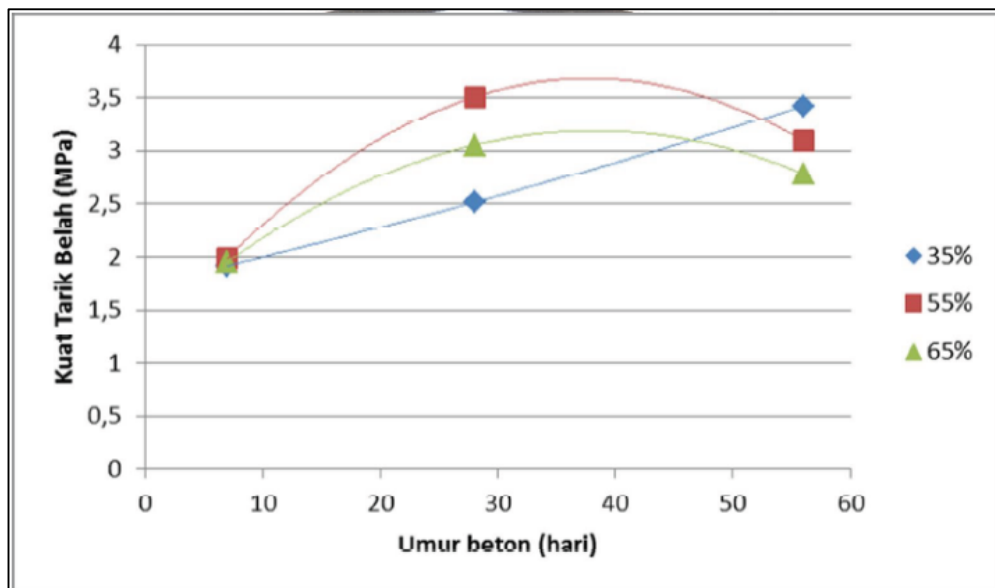
Tabel 2.18 Hasil Uji Kuat Tarik Belah Rata-Rata HVFA-SCC

Kadar Fly Ash	Kuat tarik belah rata-rata (Mpa)		
	Umur Beton		
	7 Hari	28 Hari	56 Hari
35 %	1,918	2,514	3,419
55 %	1,991	3,505	3,091
65 %	1,952	3,052	2,785

Sumber : Hasil penelitian (Priatama, 2012).



Gambar 2.14 Hubungan nilai kuat tarik belah rata-rata dengan *fly ash* HVFA-SCC (Priatama, 2012).



Gambar 2.15 Hubungan kuat tarik belah rata-rata dan umur HVFA-SCC (Priatama, 2012).

Lianasari (2012), mengkaji pengaruh penggunaan material lokal zeolit sebagai *filler* untuk produksi beton memadat mandiri (*self compacting concrete*). *Viscocrete-10*, dan ukuran agregat maksimum 10 mm. Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimental dengan pelaksanaan sebagai berikut : (1) Variabel bebas berupa variasi penambahan *filler* (zeolit) yang diberikan dengan takaran 0%, 10%, dan 20% dan *viscocrete-10* dengan dosis 0,5% dan 1% dihitung berdasarkan berat semen yang diperlukan, (2) Variabel terikat berupa kuat tekan dan nilai serapan air *Self Compacting Concrete*, (3) Variabel pengendali terdiri dari *water per binder ratio* sebesar 0,45, jenis semen, jenis dan ukuran agregat, jenis *superplastisizer*, nilai *slump-flow* minimal 60 cm, umur beton dan ukuran *filler* yang digunakan. Perencanaan adukan beton menggunakan metode SK SNI T-15-1990-03 dengan kuat tekan rencana 25MPa. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan zeolit sebagai *filler* dan *viscocrete-10* 1% dalam memproduksi *Self Compacting Concrete* dapat meningkatkan kuat tekan beton sebesar 14% dari beton normal umur 28 hari dan 16,5% dari beton normal umur 90 hari. Sedangkan bila dibandingkan dengan beton normal tidak dipadatkan lebih tinggi 34,8% pada umur 28 hari dan 42,3% pada umur 90 hari. Berdasarkan hasil pengujian disimpulkan bahwa material zeolit dapat digunakan sebagai *filler* dalam *Self Compacting Concrete*.

Tabel 2.19 Hasil pengujian kuat tekan beton berbagai variasi bahan susun beton

Kode Beton	Kuat Tekan Beton (Mpa)	
	28 hari	29 hari
BN	39.78	45.49
BNT	33.64	37.26
Z10V0,5	25.72	32.11
Z10V1,0	45.35	53.01
Z10V1,5	34.80	29.00
Z20V1,5	19.62	19.94
Z20V1,0	38.52	48.47
Z20V1,5	36.49	38.31

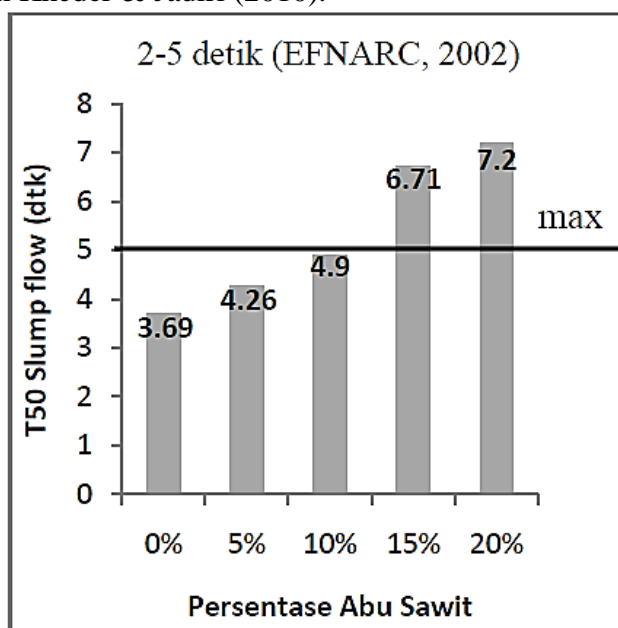
Sumber : Hasil penelitian (Lianasari , 2012).

Tabel 2.20 Hasil pengujian kuat tekan beton dalam persentase terhadap beton normal

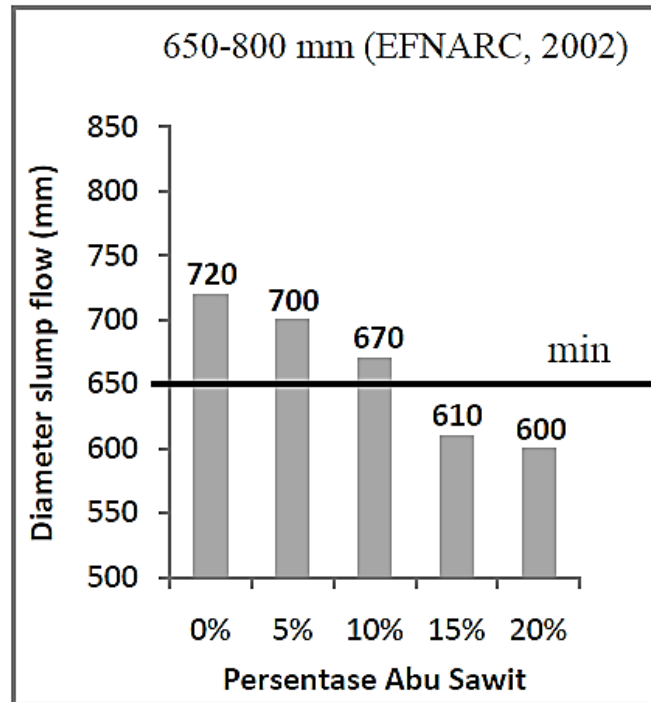
Kode beton	Terhadap beton normal dipadatkan		Terhadap beton normal tidak dipadatkan	
	28 Hari	90 Hari	28 Hari	90 Hari
BN	100 %	100 %	118,3 %	122,1 %
BNT	84,6 %	81,9 %	100 %	100 %
Z10V0,5	64,7 %	70,6 %	76,5 %	86,2 %
Z10V1,0	114 %	116,5 %	134,8 %	142,3 %
Z10V1,5	87,5 %	63,8 %	103,4%	77,8 %
Z20V0,5	49,3 %	43,8 %	103,4%	53,5 %
Z20V1,0	96,8%	106,6 %	114,5 %	130,1 %
Z20V1,5	91,7 %	84,2 %	108,5 %	102,8 %

Sumber : Hasil penelitian (Lianasari , 2012).

Kurniawandy (2013), melakukan penelitian mengenai penambahan abu sawit sebagai *binder* pada *self compacting concrete*. Pada penelitian ini variasi kadar abu sawitt yang digunakan yaitu 5 % , 10 % , 15 % dan 20 % dari berat semen. Untuk mengetahui sifat segar beton tersebut, maka pada penelitian ini dilakukan pemeriksaan *Workability*, *Flowability*, *Fillingability*, dan *Passingability*. Perencanaan Campuran SCC mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Kheder & Jadiri (2010).

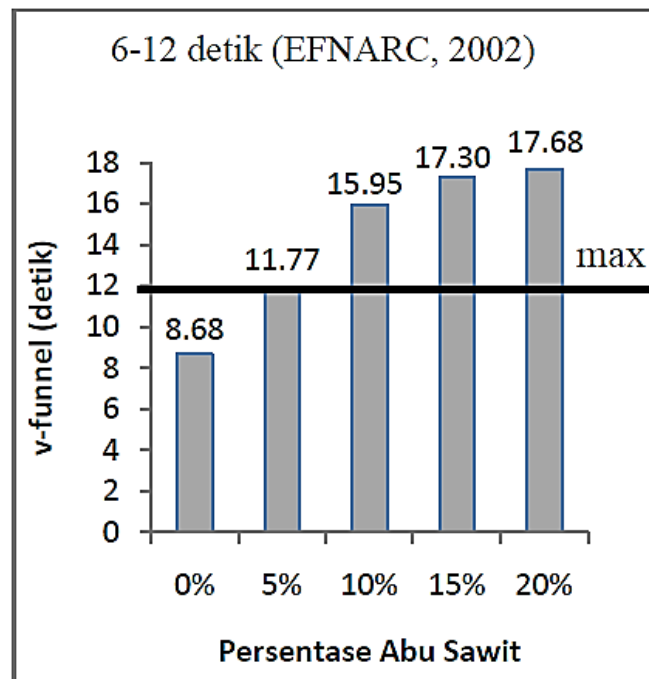


Gambar 2.16 Hubungan nilai T50 terhadap persentase abu sawit (Kurniawandy, 2013).



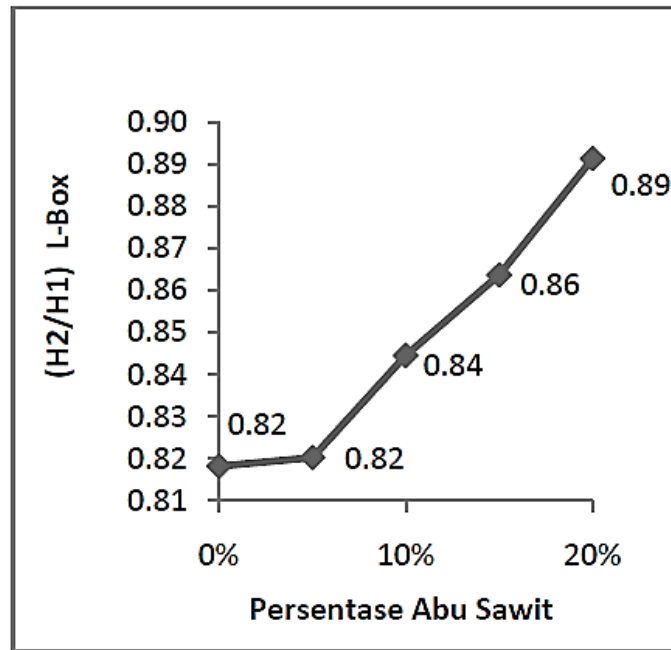
Gambar 2.17 Hubungan *slump flow* terhadap persentase abu sawit

(Kurniawandy, 2013)



Gambar 2.18 Hubungan nilai *V-Funnel* terhadap persentase abu sawit.

(Kurniawandy, 2013)



Gambar 2.19 Hubungan nilai *passing ratio* L-Box terhadap persentase abu sawit (Kurniawandy, 2013)

Tabel 2.21 Perbedaan penelitian terdahulu dengan yang sekarang dilakukan.

NO	Penelitian	Tahun	Jenis Penelitian	Perbedaan komposisi yang dipakai pada Penelitian	
				Terdahulu	Sekarang
1	Pengaruh Variasi Umur terhadap Nilai Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan Abu Ampas Tebu (AAT) Sebesar 5% Sebagai Bahan Pengganti sebagian Semen (Cristiadi).	2014	Pengujian Lab	Penambahan Abu Ampas Tebu (AAT) sebesar 5% sebagai bahan pengganti sebagian semen terhadap variasi umur dari umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari dan 40 hari. Hasil pengujian kuat tekan optimum pada variasi umur 40 hari yaitu sebesar 33,383 MPa.	Membuat variasi penambahan abu ampas tebu (AAT) dengan dengan komposisi campuran sebesar 5%, 10%, dan 15% untuk mengetahui karakteristik sifat dari <i>Self Compacting Concrete</i> . Terjadi kuat tekan maksimal pada campuran 5% AAT dan <i>superplasticizer</i> 1,2 % sebesar 21,50 Mpa.
2	Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Dari Hasil Pembakaran Nira Pg.Gondang Baru Klaten Dan Kapur Tohor Pengganti Semen Untuk Campuran Beton. (Nugroho)	2015	Pengujian Lab	Besarnya penambahan variasi penambahan abu ampas tebu dalam penelitian yaitu 0%,5%, 7,5%, 10%, 12,5%. Kuat tekan maksimum pada umur 28 hari diperoleh pada campuran dengan penambahan abu ampas tebu 10% sebesar 34,82 MPa 22,46 MPa sehingga meningkat sebesar 21,6% dari beton normal 20,30 MPa.	Membuat variasi penambahan abu ampas tebu (AAT) dengan dengan komposisi campuran sebesar 5%, 10%, dan 15% untuk mengetahui karakteristik sifat dari <i>Self Compacting Concrete</i> . Terjadi kuat tekan maksimal pada campuran 5% AAT dan <i>superplasticizer</i> 1,2 % sebesar 21,50 Mpa.

NO	Penelitian	Tahun	Jenis Penelitian	Perbedaan komposisi yang dipakai pada Penelitian	
				Terdahulu	Sekarang
3	Penggunaan <i>superplasticizer</i> untuk mengetahui karakteristik dan kuat tekan <i>self compacting concrete</i> dengan kadar yang berbeda. (Citrakusuma)	2012	Pengujian Lab	Kadar <i>superplasticizer</i> yang digunakan yaitu 1,2%, 1,3%, 1,4%, 1,5% serta 1,6% dari berat semen. Pada penelitian ini didapat nilai kuat tekan rata-rata tertinggi pada prosentase <i>superplasticizer</i> 1,5% yaitu sebesar 1024,14 kg/cm ² dengan nilai f.a.s 0,288.	Membuat variasi penambahan abu ampas tebu (AAT) dengan dengan komposisi campuran sebesar 5%, 10%, dan 15% untuk mengetahui karakteristik sifat dari <i>Self Compacting Concrete</i> . Terjadi kuat tekan maksimal pada campuran 5% AAT dan <i>superplasticizer</i> 1,2 % sebesar 21,50 Mpa..
4	Penambahan <i>silica fume</i> dan <i>superplasticizer</i> terhadap kuat tekan beton dengan metode American Concrete Institute (ACI). (Syahrizal)	2013	Pengujian Lab.	Kadar <i>silica fume</i> yang digunakan sebanyak 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen dan <i>superplasticizer</i> sebanyak 2% dari berat semen untuk semua variasi. pengujian di lakukan pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan optimum di peroleh sebesar 81,76 MPa pada umur 28 hari dengan kadar <i>silica fume</i> 10 % dan <i>superplasticizer</i> 2 %	Membuat variasi penambahan abu ampas tebu (AAT) dengan dengan komposisi campuran sebesar 5%, 10%, dan 15% untuk mengetahui karakteristik sifat dari <i>Self Compacting Concrete</i> . Terjadi kuat tekan maksimal pada campuran 5% AAT dan <i>superplasticizer</i> 1,2 % sebesar 21,50 Mpa.

NO	Penelitian	Tahun	Jenis Penelitian	Perbedaan komposisi yang dipakai pada Penelitian	
				Terdahulu	Sekarang
5	Pengaruh Kadar <i>Fly Ash</i> sebagai Pengganti Sebagian Semen terhadap Kuat Tarik Belah dan <i>Modulus of Rupture</i> pada <i>High Volume Fly Ash – Self Compacting Concrete</i> . (Priatama)	2012	Pengujian Lab.	Variasi kadar <i>fly ash</i> yang ditinjau dalam penelitian ini adalah 35%, 55%, dan 65%. Kadar <i>fly ash</i> 35% digunakan sebagai pembanding sesuai dengan syarat penggunaan maksimum <i>fly ash</i> pada beton dalam ASTM C618-86. Pengujian kuat tarik belah dan <i>modulus of rupture</i> tiap variasi kadar <i>fly ash</i> diuji pada umur 7, 28 dan 56 hari. Nilai optimum <i>modulus of rupture</i> dengan variasi kadar <i>fly ash</i> 65% pada umur 7 hari didapat sebesar 2,133 MPa	Membuat variasi penambahan abu ampas tebu (AAT) dengan dengan komposisi campuran sebesar 5%, 10%, dan 15% untuk mengetahui karakteristik kondisi segar dari <i>Self Compacting Concrete</i> dan di uji pada umur 28 hari. Benda uji dalam bentuk silinder kuran 15 cm x 30 cm, beton rencana 20 Mpa, pengujian umur 28 hari , diperoleh hasil uji kuat tekan 21 Mpa.
6	Penambahan Abu Sawit sebagai <i>binder</i> pada <i>Self Compacting Concrete</i> (Kurniawandy)	2013	Pengujian Lab.	Pada penelitian ini variasi kadar abu sawitt yang digunakan yaitu 5 %, 10 % , 15 % dan 20 % dari berat semen.	Membuat variasi penambahan abu ampas tebu (AAT) dengan dengan komposisi campuran sebesar 5%, 10%, dan 15% untuk mengetahui karakteristik sifat dari <i>Self Compacting Concrete</i> .

NO	Penelitian	Tahun	Jenis Penelitian	Perbedaan komposisi yang dipakai pada Penelitian	
				Terdahulu	Sekarang
7	Pengaruh rasio semen - <i>fly ash</i> terhadap sifat segar dan kuat tekan <i>high volume fly ash - self compacting concrete</i> (HVFA-SCC). (Putri)	2014	Pengujian Lab.	Kadar <i>fly ash</i> yang digunakan pada penelitian ini yaitu 50 %, 55 %, 60 %, 65 % dan 70 %. Pengujian beton segar dilakukan dengan 5 (lima) metode pengujian yaitu: <i>j-ring flow table test</i> , <i>l-box test</i> , dan <i>v - funnel test</i> . Pengujian beton keras dilakukan terhadap kuat tekan silinder beton pada umur 7 hari, 28 hari, 56 hari serta 90 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan <i>fly ash</i> pada pengujian <i>J-ring</i> (<i>slump flow</i> dan T50) paling optimum yaitu dengan kadar <i>fly ash</i> 60% memiliki sifat <i>fillingability</i> yang paling baik. Seperti halnya pada pengujian <i>J-ring</i> , pada pengujian <i>L-box</i> dengan kadar <i>fly ash</i> 60%	Membuat variasi penambahan abu ampas tebu (AAT) dengan dengan komposisi campuran sebesar 5%, 10%, dan 15% untuk mengetahui karakteristik kondisi segar dari <i>Self Compacting Concrete</i> dan di uji pada umur 28 hari. Benda uji dalam bentuk silinder kuran 15 cm x 30 cm, beton rencana 20 Mpa, pengujian umur 28 hari , diperoleh hasil uji kuat tekan 21 Mpa. Pengujian beton pada kondisi segar menunjukkan bahwa pada pengujian <i>J-ring</i> (<i>slump flow</i> dan T50) paling optimum yaitu 2,64 detik dengan kadar AAT 10 %. Untuk pengujian <i>Slump Flow</i> diameter penyebaran beton segar SCC paling optimum yaitu pada komposisi abu ampas tebu 10 % dengan kadar <i>viscocrete</i> sebesar 1,6 % yaitu

					sebesar 70,9 cm. Untuk pengujian <i>V-Funnel</i> di peroleh nilai optimum dengan kadar AAT 10 % dan <i>viscocrete</i> 1,4 % sebesar 7,38 detik, dan di peroleh nilai optimum pada pengujian <i>L-Box</i> dengan kadar AAT 10 % dan <i>viscocrete</i> 1,4 % sebesar 1,66.
--	--	--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------