

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Adapun beberapa penelitian terdahulu tentang beton dengan bahan tambah abu sekam padi dan penelitian lainnya mengenai beton *Self Compacting Concrete* (SCC) dengan penambahan variasi pada campurannya. Berikut beberapa penelitian terdahulu.

2.1 Pengujian Sebelumnya Agregat Halus

Winalytra (2015) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Campuran 16,6% Abu Sekam Padi dan *Alkali Resistant Glass-Fibre (ARG)* Pada Variasi 0,25% 0,5% 0,75% dan 1% Dalam Perbandingan 1PC:10PS Terhadap Kuat Tekan *Pavin Block*” dilakukan pemeriksaan agregat halus yang berasal dari Progo. Penelitian yang dilakukan hasil pemeriksaan pasir Progo tersebut diketahui pasir tersebut termasuk dalam zona gradasi daerah no.2 dengan modulus halus butiran sebesar 3,281, berat jenis sebesar 2,24, penyerapan air sebesar 10,4%, kadar air sebesar 5,71 %, kadar lumpur sebesar 4,8%, dan berat satuan 1,51 gr/cm³.

Menurut Pujiono (2013) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Faktor Air Semen dengan Agregat Batu Apung Terhadap Kuat Tekan Beton” dilakukan pemeriksaan agregat halus dari kali Progo. Dari hasil pemeriksaan tersebut diketahui pasir tersebut termasuk dalam zona gradasi daerah 1 dengan modulus halus butiran sebesar 3,647, berat jenis sebesar 2,76, penyerapan air sebesar 1,01%, kadar air sebesar 3,86%, kadar lumpur sebesar 2,90%, dan berat satuan 1,738 gr/cm³.

Rizky (2014) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Penggunaan *Silica Fume, FlyAsh* dan *Superplasticizer* Pada Beton Mutu Tinggi Memadat Sendiri” dilakukan pemeriksaan agregat halus dari Kali Progo. Dari hasil pemeriksaan tersebut diketahui pasir tersebut termasuk dalam zona gradasi daerah 2 dengan modulus halus butiran sebesar 3,21, berat jenis sebesar 2,57, penyerapan air sebesar 1,2%, kadar air sebesar 2,68%, kadar lumpur sebesar 0,18%, dan berat satuan 1,72 gr/cm³.

Tabel 2.1 Hasil pengujian agregat halus asal Kali Progo

No	Jenis Pengujian	Satuan	Penguji		
			Winalytra (2015)	Pujiono (2013)	Rizky (2014)
1	Gradasi	-	Daerah 2	Daerah 1	Daerah 2
2	Modulus Halus Butir	-	3,281	3,647	3,21
3	Berat jenis	-	2,24	2,76	2,57
4	Penyerapan Air	%	10,4	1,01	1,2
5	Kadar Air	%	5,71	3,86	2,68
6	Kadar Lumpur	%	4,8	2,90	0,18
7	Berat Satuan	gram/cm ³	1,51	1,738	1,72

2.2 Pengujian Sebelumnya Agregat Kasar

Rizky (2014) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Penggunaan *Silica Fume*, *Fly Ash* dan *Superplasticizer* Pada Beton Mutu Tinggi Memadat Sendiri” yang berasal dari Clereng. Hasil pengujian pada agregat kasar Clereng, Kulon Progo tersebut, diketahui berat jenis sebesar 2,51, penyerapan air sebesar 1,52%, berat satuan sebesar 1,514 gram/cm³, kadar lumpur sebesar 1%, kadar air sebesar 1,32%, dan nilai keausan agregat sebesar 24,96%.

Setyawan (2016) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Flowability dan Kuat Tekan Pada Self Compacting Concrete”. Dari hasil pengujian pada agregat kasar Clereng, Kulon Progo tersebut, diketahui berat jenis sebesar 2,63, penyerapan air sebesar 1,423%, berat satuan sebesar 1,55 gram/cm³, kadar lumpur sebesar 1,75%, kadar air sebesar 0,771%, dan nilai keausan agregat sebesar 21,36%.

Wibowo (2016) dalam penelitiannya tentang studi kuat lentur balok dengan penambahan *glenium ACE 8590* dan *fly ash*, dilakukan beberapa pengujian pada agregat kasar yang berasal dari Clereng, Kulon Progo, Yogyakarta. Dari hasil pengujian tersebut berat jenis sebesar 2,55%, penyerapan air 3,27%, berat satuan 1,31gr/cm³, kadar lumpur sebesar 1,57%,

kadar air sebesar 3,70%, dan keausan terhadap agregat kasar sebesar 29%. Agregat kasar yang digunakan berasal dari Clereng, Kulon Progo, Yogyakarta.

Tabel 2.2 Hasil pengujian agregat kasar asal Clereng

No	Jenis Pengujian	Satuan	Penguji		
			Rizky (2014)	Setyawan (2016)	Wibowo (2016)
1	Berat jenis	-	2,51	2,63	2,55
2	Penyerapan air	%	1,52	1,423	3,27
3	Kadar air	%	1,32	0,771	3,70
4	Kadar Lumpur	%	1	1,75	1,57
5	Keausan	%	24,96	21,36	29
6	Berat Satuan	gram/cm ³	1,514	1,55	1,31

2.3 Karakteristik Abu Sekam Padi

Kasih, dkk (2012) Abu sekam padi (ASP) adalah suatu material yang merupakan limbah dari hasil pengolahan padi menjadi beras pada pabrik penggilingan padi, yang tidak digunakan untuk proses lanjutan sehingga abu sekam padi tersebut merupakan limbah yang tidak mengalami pengolahan kembali. Sebagai material limbah hasil pengolahan pabrik penggilingan padi, abu sekam padi merupakan salah satu alternatif bahan pengganti dari semen dengan kandungan kimia pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kandungan Kimia ASP

Kandungan Kimia	% Berat
SiO ₂	92,31
Al ₂ O ₃	2,31
Fe ₂ O ₃	2,23
CaO	2,4
MgO	0,03

Sumber: Kasih, dkk (2012)

Suhirkam dan Dafrimon (2014) dilakukan penelitian tentang “*Beton Mutu K-400 Dengan Penambahan Abu Sekam Padi dan Superplastizer*”, pada penelitian tersebut digunakan abu sekam padi sebagai pengganti dari sebagian penggunaan semen dengan persentase sebesar 2,5%; 5%; 7,5%; dan 10% dan tambahan *superplastizicer* sebesar 0,6%. Penelitian ini dilakukan uji tekan dengan diggunakannya kubus dengan ukuran (15 x 15 x 15) cm berjumlah 16 benda uji, di peroleh hasil peningkatan kuat tekan beton maksimal pada usia 28 hari dengan persentase penambahan ASP 10% sebesar 16,816%, dan benda uji silinder dengan ukuran (15 x 30) cm berjumlah 5 benda uji untuk pengujian kuat tarik diperoleh hasil kuat tarik maksimal pada usia 28 hari dengan persentase 10% sebesar 5,8 MPa, serta dapat disimpulkan bahwa hasil uji kuat tekan dan kuat tarik dengan penggunaan campuran abu sekam padi dengan *superplastizicer* lebih besar dibandingkan dengan beton normal.

Raharja dkk (2013) dilakukan penelitian tentang, “*Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi*”. Dalam penelitian ini peneliti dilakukan eksperimen penelitian dengan 18 benda uji berbentuk silinder dengan ukuran (7,62 x 15,24) cm dan variasi komposisi ASP 0%; 2,5%; 5%; 7,5%; 10%; dan 15%, untuk setiap variasi berjumlah 3 benda uji. Untuk mutu beton yang direncanakan adalah 80 MPa, dan setelah dilakukan uji kuat tekan beton pada usia 28 hari diperoleh hasil maksimal pada variasi ASP 10%, rata - rata sebesar 101,07 MPa. Dapat disimpulkan bahwa, semakin tinggi nilai dari modulus elastisitas maka akan berbanding lurus dengan peningkatan penggunaan ASP sebagai bahan pengganti sebagian semen.

Yulianto dan Mukti (2015) dilakukan penelitian tentang “*Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi pada Kuat Tekan Beton campuran 1 pc : 2 ps : 3kr*”, dalam penelitian ini yang dilakukan peneliti adalah ingin mengetahui berapa takaran yang pas untuk campuran abu sekam padi pada mutu beton 20 MPa yang biasa digunakan oleh masyarakat dalam bangunan sederhana.

Eksperimen yang dilakukan peneliti dengan penggunaan variasi beton sebesar 5% ; 10% dan 15%, serta usia beton yang diuji yaitu 7, 14, 21, 28, dan 56 hari, sampel beton yang dibuat dalam bentuk silinder dengan ukuran (tinggi 30 cm x diameter 15 cm). Diperoleh hasil pengujian kuat tekan maksimal pada variasi 5% penambahan abu sekam padi.

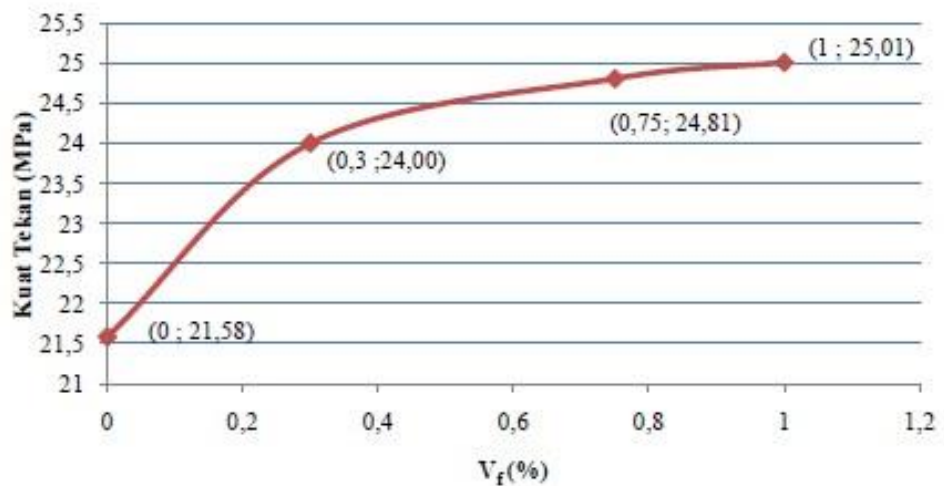
2.4 Kawat Bendrat (serat)

Purwanto (2011) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Persentase Penambahan Serat Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Ringan”. Penelitian ini dilakukan penggantian agregat kasar dengan agregat yang lebih ringan yaitu ALWA. Penelitian ini mengevaluasi seberapa besar kemampuan beton ringan berserat kawat galvanis terhadap pengujian mekanik berupa kuat tekan dan kuat tarik belah. Benda uji pada penelitian terdiri dari benda uji silinder diameter 100 mm tinggi 200 mm untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah. Variasi serat yang digunakan yaitu 0%; 0,3%; 0,75%; 1% dengan panjang serat 60 mm diameter 1 mm. Benda uji berjumlah 12 buah untuk pengujian kuat tekan dan 12 buah untuk pengujian kuat tarik belah dan masing-masing 3 buah untuk setiap variasi serat. Hasil pengujian kuat tekan, nilai untuk masing-masing variasi serat 0%; 0,3%; 0,75% dan 1% berturut-turut adalah 21,58 MPa; 24,00 MPa; 24,81 MPa dan 25,01 MPa. Peningkatan kuat tekan optimum terjadi pada variasi serat 1% yaitu 15,89%. Hasil pengujian kuat tarik belah, nilai untuk masing-masing variasi serat 0%; 0,3%; 0,75% dan 1% berturut adalah 2,23 MPa; 2,76 MPa; 3,50 MPa dan 3,61 MPa. Peningkatan kuat tarik belah optimum terjadi pada variasi serat 1% yaitu 61,90%. Dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan serat kawat galvanis ke dalam adukan beton ringan hanya sedikit meningkatkan kuat tekan beton ringan namun meningkatkan kuat tarik belah beton sesuai dengan peningkatan jumlah volume fraksi serat dan mengubah beton dari bahan yang getas menjadi bahan yang lebih daktail. Hasil pengujian kuat tekan seluruh benda uji disajikan dalam Tabel 2.4 dan Gambar 2.1. Hasil pengujian kuat tarik belah seluruh benda uji disajikan dalam Tabel 2.5 dan Gambar 2.2.

Tabel 2.4. Hasil pengujian kuat tekan beton

No	kode	Umur (umur)	Beban Maks (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)	Peningkatan (%)
1	T-0.1	28	180	21,78	21,58	-
2	T-0.2	28	175	21,18		
3	T-0.3	28	180	21,78		
4	T-0,3.1	28	210	25,41	24,00	11,21
5	T-0,3.2	28	190	22,99		
6	T-0,3.3	28	195	23,60		
7	T-0,75.1	28	200	24,20	24,81	14,95
8	T-0,75.2	28	225	27,23		
9	T-0,75.3	28	190	22,99		
10	T-1.1	28	190	22,99	25,01	15,89
11	T-1.2	28	225	27,23		
12	T-1.3	28	205	24,81		

Sumber : Purwanto (2011)

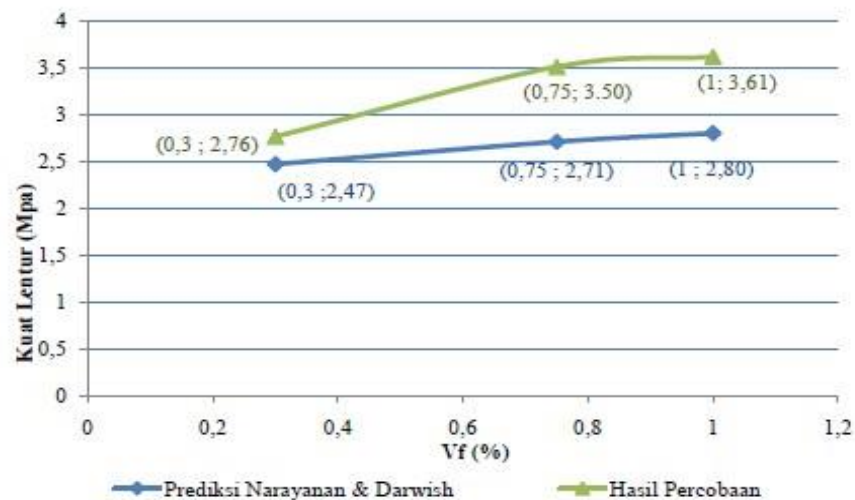


Gambar 2.1. Hubungan kuat tekan dengan V_f (Purwanto, 2011)

Tabel 2.5 Hasil pengujian kuat Tarik belah beton

No	Kode	Umur (umur)	Beban Maks (kN)	Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tarik rata-rata (MPa)	Peningkatan (%)
1	B-0.1	28	70	2,23	2,23	-
2	B-0.2	28	65	2,07		
3	B-0.3	28	75	2,39		
4	B-0,3.1	28	85	2,71	2,76	23,81
5	B-0,3.2	28	80	2,55		
6	B-0,3.3	28	100	3,03		
7	B-0,75.1	28	120	3,82	3,50	57,14
8	B-0,75.2	28	100	3,18		
9	B-0,75.3	28	115	3,50		
10	B-1.1	28	125	3,98	3,61	61,90
11	B-1.2	28	100	3,50		
12	B-1.3	28	110	3,34		

Sumber : Purwanto (2011)



Gambar 2.2. Hubungan kuat tarik dengan V_f (Purwanto, 2011)

Nikmah (2015) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Penambahan Serat Seng Pada Beton Ringan Dengan Teknologi Gas Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah Dan Modulus Elastisitas”. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Pengujian kuat tekan, kuat tarik belah dan modulus elastisitas menggunakan silinder 10 cm ×

20 cm dengan variasi persentase serat 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1% berjumlah 6 buah per sampel benda uji akan diuji setelah berumur 28 hari. Hasil penelitian didapat berat jenis beton ringan gas berserat seng rata-rata adalah sebesar 1895,37 kg/m³. Kuat tekan dengan kadar serat 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1% berturut-turut adalah 8,431 MPa, 10,284 MPa, 13,374 MPa, 11,814 MPa, dan 9,755 MPa. Kuat tekan maksimum adalah pada beton ringan gas dengan kadar serat 0,509% dengan nilai optimum adalah sebesar 13,377 MPa. Kuat tarik belah dengan kadar serat sebesar 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1% berturut-turut adalah 1,385 MPa, 1,895 MPa, 2,023 MPa, 1,945 MPa, dan 1,816 MPa. Kuat tarik belah maksimum adalah pada beton ringan gas dengan serat sebesar 0,497% dengan nilai optimum adalah sebesar 2,023 MPa. Nilai modulus elastisitas dengan kadar serat sebesar 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1% berturut-turut adalah 9551 MPa, 10749 MPa, 16773 MPa, 14449 MPa, dan 10339 MPa. Modulus elastisitas maksimum adalah pada penambahan serat sebesar 0,545% dengan nilai optimum adalah sebesar 17056 MPa.

Ramarhiska (2012) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Beton Ringan Menggunakan Serat Kawat Bendrat Dan Serat *Polypropylene* Dengan Agregat Batu Apung Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Ringan”. Persentase penambahan serat dalam adukan beton ringan dipakai 1 (satu) variasi untuk serat *polypropylene* yaitu 0,1%, dan 5 (lima) variasi serat baja yaitu: 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; 2%. Dibutuhkan material benda uji beton dalam satu meter kubik dengan f.a.s 0,45 sebanyak semen 455 kg/m³, air 225 liter/m³, pasir 538,524 kg/m³ dan *pumice* 606,812 kg/m³. Pengujian yang dilakukan adalah kuat tekan dan modulus elastisitas dilakukan setelah beton berumur 56 hari dengan 3 (tiga) benda uji silinder berukuran 15 × 30 cm. Dari hasil penelitian, dengan penambahan serat *polypropylene* 0,1% dan serat baja 0%; 0,5%; 1%; 1,5% dan 2%. Didapatkan nilai kuat tekan maksimal pada penambahan serat baja 1% sebesar 20,14 MPa. Nilai modulus elastisitas maksimal terjadi pada penambahan serat baja 0,5% sebesar 9125,92 MPa. Komposisi optimum penambahan variasi serat baja terhadap breksi batu

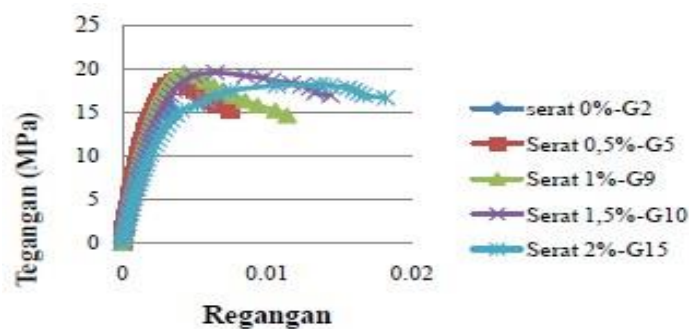
apung beton ringan sebesar 1%. Hasil lengkap pengujian pada masing-masing benda uji dengan penambahan serat *polypropylene* 0,1% dapat dilihat pada Gambar 2.3. Berdasarkan Gambar 2.3, pada penambahan serat baja sebesar 0,5% hingga 1%, terjadi kenaikan kuat tekan pada beton ringan agregat breksi *pumice* sebesar 16,41% dan 22,43% terhadap penambahan serat 0%. Sedangkan pada penambahan serat sebesar 1,5% dan 2% menunjukkan adanya penurunan kuat tekan berturut-turut sebesar 8,51% dan 5,06% terhadap penambahan serat 1%. Semakin banyak serat nilai kuat tekan akan semakin turun dan akan mengurangi daya ikat beton itu sendiri. Hasil pengujian modulus elastisitas masing-masing benda uji dengan penambahan serat *polypropylene* 0,1% dapat dilihat pada Gambar 2.4. Dari hasil penelitian pada Gambar 2.4, penambahan serat baja sebesar 0,5% terjadi kenaikan modulus elastisitas pada beton ringan agregat breksi *pumice* sebesar 24,71% terhadap penambahan serat 0%. Pada penambahan serat sebesar 1%, 1,5% dan 2% menunjukkan adanya penurunan nilai modulus elastisitas berturut-turut sebesar 11,4%, 21,8% dan 33,5% terhadap penambahan serat 0,5%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa fungsi serat dapat mengurangi regangan dan nilai modulus elastisitas akan semakin besar. Berdasarkan Gambar 2.5 yang menunjukkan grafik hubungan tegangan regangan menunjukkan adanya kenaikan nilai tegangan pada penambahan serat 0,5% dan 1% berturut-turut sebesar 15,20% dan 22,15%, terhadap penambahan serat 0%. Pada penambahan serat 1,5% dan 2% terjadi penurunan nilai tegangan berturut-turut sebesar 21,20% dan 12,47% terhadap penambahan serat 1%. Nilai regangan tertinggi berada pada penambahan serat sebesar 1,5%.



Gambar 2.3 Kuat tekan dengan variasi serat baja dan serat *Polypropylene* (Ramarhiska, 2012)



Gambar 2.4 Grafik modulus elastisitas rata-rata variasi serat baja dan serat *polypropylene* (Ramarhiska, 2012).



Gambar 2.5 Grafik penambahan variasi serat baja dan serat *Polypropylene* (Ramarhiska, 2012)

2.5 Self Compacting Concrete

Firnanda (2016) dalam penelitiannya yang berjudul “*Self Compacting Concrete Dengan Variasi Replacement Kerikil Menggunakan Cangkang Kelapa Sawit*” melakukan penelitian dengan penggunaan cangkang kelapa

sawit sebagai pengganti agregat kasar pada beton SCC. Cangkang kelapa sawit sering disebut juga tempurung sawit adalah bagian keras yang terdapat pada buah kelapa sawit yang berfungsi melindungi isi atau karnel dari buah sawit tersebut. Cangkang kelapa sawit yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kelapa sawit yang sudah terpisah dengan bijinya yang kemudian diambil cangkangnya sebagai bahan pengganti agregat kerikil. Cangkang kelapa sawit memiliki ukuran berkisar antara 2mm–15mm. Untuk mendapatkan hasil yang optimum penyusun, membuat beberapa *mix design* dengan memperoleh hasil SCC segar cangkang kelapa sawit seperti yang dapat di lihat pada Tabel 2.6 Berdasarkan umur beton SCC dengan bahan pengganti cangkang kelapa sawit didapat hasil pengujian kuat tekan yang disajikan pada Tabel 2.7. Pada penelitian ini penyusun mengemukakan bahwa kuat tekan beton dengan bahan pengganti cangkang kelapa sawit sebesar 5% berumur 28 hari memiliki kekuatan tertinggi. Berdasarkan pengujian tersebut dapat dilihat bahwa setiap variasi *replacement* agregat kasar dengan penggunaan cangkang kelapa sawit (OPS) memenuhi batas-batas sifat beton (EFNARC, 2002). Pada pengujian kuat tekan beton *Self Compacting Concrete* (SCC) *replacement* agregat kasar dengan digunakannya cangkang kelapa sawit/*Oil Palm Shell* (OPS) dan kuat tekan beton *Self Compacting Concrete* (SCC) tanpa cangkang kelapa sawit/*Oil Palm Shell* (OPS) di laboratorium, didapatkan hasil kuat tekan Tabel 2.7, hubungan kuat tekan beton dengan umur pengujian Gambar 2.6 yang diuji dengan menggunakan *Compression Concrete Machine*.

Tabel 2.6 Hasil pengujian *fresh properties* berdasarkan variasi pengganti parsial

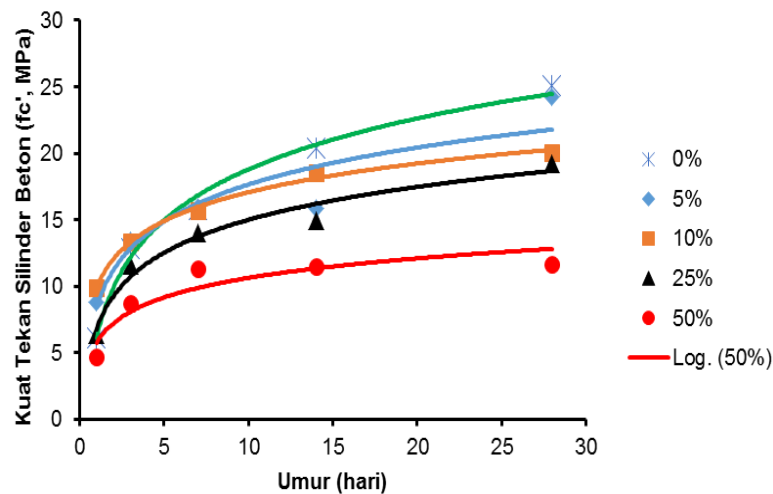
Variasi	T _{50cm}	V-Funnel	L-Box H ₂ /H ₁	J-Ring
0 %	4 detik	7 detik	0,8	51 cm
5 %	4 detik	5 detik	0,8	51 cm
10 %	4 detik	6 detik	0,875	51 cm
25 %	5 detik	8 detik	0,9	51 cm
50%	5 detik	10 detik	1	51 cm

Sumber: Firnanda (2016)

Tabel 2.7 Nilai kuat tekan beton pada tiap variasi *replacement* dan umur (MPa)

Benda uji	Umur (hari)	Replacement								
		0%	5%	Rerata	10%	Rerata	25%	Rerata	50%	Rerata
1A	1	6,1	8,41	8,79	9,35	9,87	6,69	6,33	5,46	4,7
1B	1		9,16		10,39		5,96		3,93	
3A	3	12,82	13,54	13,43	14,47	13,37	12,53	11,6	8,76	8,68
3B	3		13,31		12,26		10,67		8,59	
7A	7	15,8	15,28	15,91	17,02	15,72	16,02	13,97	10,69	11,33
7B	7		16,53		14,42		11,92		11,96	
14A	14	20,37	13,87	15,88	19,67	18,55	16,87	14,91	11,54	11,48
14B	14		17,89		17,43		12,95		11,42	
28A	28	25,06	22,25	24,22	19,4	20,04	16,87	19,24	11,03	11,63
28B	28		26,19		20,68		21,6		12,13	

Sumber: Firnanda (2016)



Gambar 2.6 Hubungan kuat tekan beton dengan umur pengujian (Firnanda, 2016)

Krisnamurti (2013) dalam penelitiannya yang berjudul “*pengaruh pemanfaatan abu kertas dan abu sekam padi pada campuran powder terhadap perkembangan kuat tekan self-compacting concrete*” dilakukan penelitian penggunaan abu kertas dan abu sekam padi sebagai pengganti agregat halus pada beton SCC. Abu sekam padi (*rice husk ash*) dihasilkan dari hasil pembakaran sekam/kulit padi pada industri pembuatan bata. Seperti diketahui Penggunaan limbah abu sekam padi sebagai bahan tambah agregat

halus pada *self-compacting concrete*. Pada penelitiannya sekam padi yang digunakan adalah limbah dari hasil penggilingan padi, dimana limbah tersebut sangat banyak dari sisa-sisa hasil penggilingan padi pasca panen. Sebelum dilakukan pencampuran bahan penyusun, dilakukan beberapa pengujian bahan seperti agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 2.10 dan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 2.9. Pada pengujian semen Pc Gresik dapat dilihat pada Tabel 2.8 dan analisis pengujian abu sekam padi dan abu kertas dapat dilihat pada tabel 2.11. Untuk mendapatkan hasil yang optimum, penyusun membuat beberapa *mix design* dengan diperoleh hasil SCC segar abu sekam padi seperti yang dapat di lihat pada Tabel 2.12. Berdasarkan umur beton SCC dengan bahan tambah abu sekam padi didapat hasil pengujian kuat tekan yang disajikan pada Tabel 2.13. Pada penelitian ini penyusun mengemukakan bahwa kuat tekan beton dengan bahan tambah abu sekam padi sebesar 10% dan 15% berumur 28 hari memiliki kekuatan tertinggi. Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan limbah abu sekam padi sangat mungkin untuk membuat Beton berkekuatan tinggi.

Tabel 2.8 Pengujian semen PC Gresik

No.	Jenis Pengujian	Satuan	Rata-rata
1	Konsistensi normal	%	22,5
2	Berat jenis	-	3,17
3	Berat volume	gr/cm ³	1,195
4	Waktu mengikat semen	Menit	90
5	Waktu mengeras semen	Menit	120

Sumber: Krisnamurti (2013)

Tabel 2.9 Pengujian agregat halus

No.	Jenis Pengujian	Satuan	Rata-rata
1	Kadar air	%	2,18
2	Air resapan	%	14,47
3	Berat jenis	-	2,76
4	Berat volume	gr/cm ³	1,425
5	Kadar lumpur	%	1,67
6	Modulus kehalusan	-	3,57

Sumber: Krisnamurti (2013)

Tabel 2.10 Pengujian agregat kasar

No.	Jenis Pengujian	Satuan	Rata-rata
1	Kadar air	%	0,88
2	Air resapan	%	2,09
3	Berat jenis	-	2,36
4	Berat volume	gr/cm ³	1479,87
5	Kadar lumpur	%	1,42
6	Ketahanan agregat	%	6,89
7	Modulus kehalusan		6,82

Sumber: Krisnamurti (2013)

Tabel 2.11 Pengujian abu sekam padi dan abu kertas

No.	Jenis Pengujian	Satuan	Abu Sekam Padi	Abu Kertas
1	Kadar air	%	18,111	0,68
2	Air resapan	%	58,04	53,47
3	Berat jenis	-	2,78	2,55
4	Berat volume	gr/cm ³	0,44	0,43

Sumber: Krisnamurti (2013)

Tabel 2.12 Uji hasil SCC segar abu sekam padi

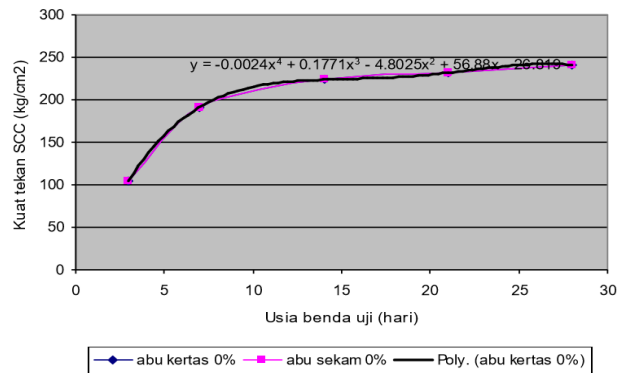
No.	Kandungan (%)	Slump (cm)	T50 (detik)	Funnel (detik)
1	0	70	3,18	8,11
2	5	65	5,62	8,10
3	10	55	12	9,00
4	15	47	-	11,60
5	20	35	-	32
6	25	32	-	-

Sumber: Krisnamurti (2013)

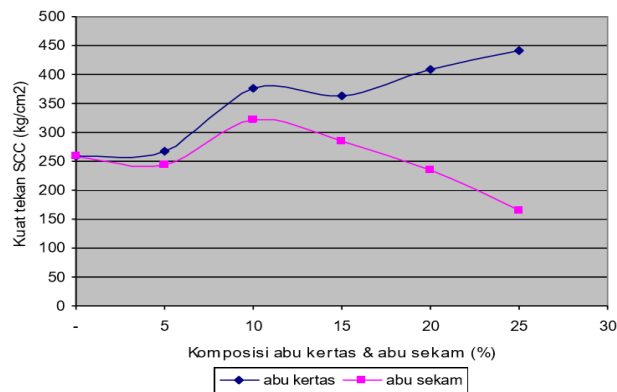
Tabel 2.13 Hasil uji kuat tekan scc dengan abu sekam padi

Hari	Kuat Tekan SCC (kg/cm ²) menurut komposisi abu sekam Hari					
	0%	5%	10%	15%	20%	25%
3	105,19	108,15	145,93	132,59	111,85	51,85
7	191,11	134,07	217,78	177,04	160,00	121,48
14	223,70	187,41	270,37	211,85	167,41	146,67
21	231,85	246,67	290,37	267,41	221,48	147,41
28	240,74	269,63	300,00	300,00	222,22	182,96

Sumber: Krisnamurti (2013)



Gambar 2.7 Perkembangan kuat tekan SCC tanpa abu kertas dan abu sekam padi (Krisnamurti, 2013)



Gambar 2.8 Perbandingan kuat tekan SCC dengan % campuran abu kertas dan abu sekam padi dalam powder (Krisnamurti, 2013)

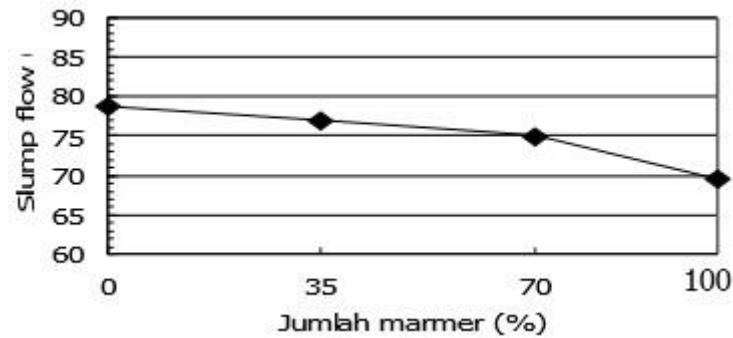
Wihardi dkk. (2006) meneliti tentang Pecahan marmer sebagai pengganti parsial agregat kasar *Self Compacting Concrete* (SCC). Penelitian ini menggunakan pecahan marmer sebagai pengganti parsial agregat kasar *Self Compacting Concrete* (SCC). Bahan yang digunakan yaitu semen, pasir, batu pecah, abu terbang (*fly ash*), *superplacizer* tipe *viscocrete V*, pecahan marmer dengan persentase penggantian 0%, 35%, 70% dan 100% dari 1 m³ beton segar, dan perbandingan air semen sebesar 0,32. Beberapa pengujian yang dilakukan oleh Wihardi dkk. (2006) meliputi pengujian sifat fisik agregat, pengujian sifat fisik beton segar dan pengujian kuat tekan. Hasil pengujian sifat fisik agregat tersaji pada Tabel 2.14 . Pada pengujian sifat fisik beton segar, yaitu pengujian *slump flow* dengan hasil dari tiap-tiap variasi tersaji pada Gambar 2.9. Hasil pengujian kuat tekan beton, disajikan pada Gambar

2.10. Pada Gambar 2.9 menjelaskan bahwa semakin tinggi jumlah pecahan marmer yang digunakan maka nilai *slump flow* yang didapat semakin rendah. Namun, dari keseluruhan nilai yang didapat semua nilai *slump flow* memenuhi kelecekan aliran desain ($75 \pm 7,5$ cm, JIS A 1150-2001). Pada Gambar 2.10 menunjukkan hasil dari nilai kuat tekan SCC berdasarkan variasi jumlah pecahan marmer yang digunakan. Terlihat bahwa nilai kuat tekan menurun dari kadar 0% hingga 70% dan kembali meningkat pada variasi 100%, di mana nilai kuat tekan *Self Compacting Concrete* (SCC) tanpa pecahan marmer adalah 67,62 MPa. *Self Compacting Concrete* (SCC) dengan pecahan marmer 35% adalah 57,72 MPa, kekuatannya turun 16,64% dibandingkan *Self Compacting Concrete* (SCC) tanpa pecahan marmer. *Self Compacting Concrete* (SCC) dengan pecahan marmer 70% memiliki kekuatan 53,76 MPa, kekuatannya menurun 20,49% dibanding *Self Compacting Concrete* (SCC) tanpa pecahan marmer dan *Self Compacting Concrete* (SCC) dengan pecahan marmer 100% memiliki kekuatan 63,94 MPa, hanya mengalami penurunan 5,4% dibanding dengan kuat tekan *Self Compacting Concrete* (SCC) yang menggunakan batu pecah secara keseluruhan. Wihardi dkk. (2006) mengemukakan bahwa penurunan kekuatan terjadi karena bentuk pecahan marmer pipih dan memanjang sehingga pada saat menerima beban lebih mudah hancur dibandingkan pecahan marmer yang berbentuk kotak.

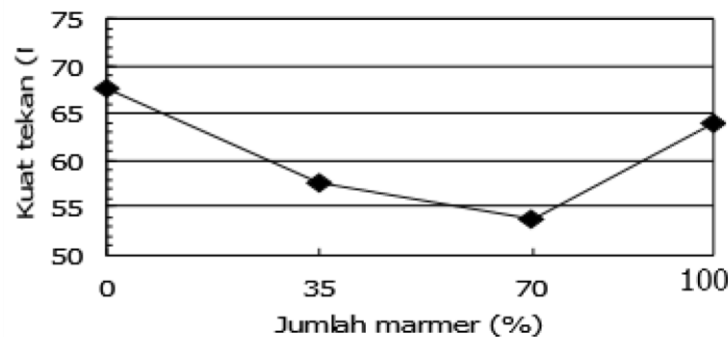
Tabel 2.14 Sifat fisik agregat

Sifat		Agregat		
		Batu pecah	Pecahan marmer	Pasir
Ukuran maksimum (mm)		20	20	5
Berat jenis (kg/l)	Kering permukaan	2,66	2,62	2,45
	Kering total	2,63	2,61	2,35
(24 jam) Absorpsi (%)		0,86	1,21	2,67
Abrasi (%)		22,19	31,08	-

Sumber: Wihardi dkk (2006)



Gambar 2.9 Hubungan antara jumlah marmer dengan kelecakan (*slump flow*) (Wihardi dkk, 2006)



Gambar 2.10 Hubungan antara jumlah pecahan marmer dengan kuat tekan (Wihardi dkk, 2006)

2.6 Superplasticizer

Pujianto, (2011) melakukan penelitian tentang, Beton Mutu Tinggi dengan *Admixture Superplasticizer* dan Adiktif *Silicafume*, dalam penelitian ini yang dilakukan peneliti adalah ingin menciptakan beton mutu tinggi dengan melakukan eksperimen dengan kadar *superplasticizer* sebesar 0% ; 0,5% ; 1% ; 1,5% ; 2% ; dan 2,5%, dan kadar *silicafume* sebesar 0% ; 5% ; 10% ; dan 15% terhadap berat semen. Dalam penelitian ini dilakukan uji tekan dengan menggunakan benda uji silinder ukuran (15 x 30) cm berjumlah 24 benda uji untuk pengujian awal, kemudian 20 benda uji untuk pengujian lanjutan, dan diperoleh hasil uji kuat tekan beton maksimal pada variasi *silicafume* 10%, dengan kadar *superplasticizer* 2%, dan sebesar 9,20 cm dengan hasil pengujian sebesar 65,062 MPa. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 2.15.

Tabel 2.15 Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari

No	Kode benda uji	Variasi abu terbang (%)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
1	BN	0	32,2718
2	B1	5	33,9137
3	B2	10	35,3291
4	B3	15	36,1783
5	B4	20	36,8011
6	B5	25	37,2541

Sumber: Pujiyanto, (2011)

2.7 Perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang

Terdapat beberapa perbedaan dengan penelitian terdahulu mengenai beton dengan bahan tambah abu sekam padi dan penelitian lainnya mengenai beton *Self-Compacting Concrete* (SCC) dengan penambahan variasi pada campurannya sebagai berikut ini.

Tabel 2.16 Perbedaan penelitian terdahulu dan yang sekarang dilakukan

No	Penelitian	Tahun	Jenis penelitian	Perbedaan komposisi yang dipakai pada Penelitian	
				Terdahulu	Sekarang
1	Wihardi, dkk	2006	Penelitian lab	Pemanfaatan pecaha murmer sebagai pengganti parsial agregat kasar dengan kadar penggantian 0%, 35%, 70% dan 100% dengan menggunakan <i>superpalsticizer</i> tipe <i>viscocrete V</i> .	Analisis kuat tekan <i>self compacting concrete</i> dengan penambahan abu sekam padi 10%, <i>superplasticizer</i> 1% dan variasi serat fiber kawat bendrat 0,5%, 1%, dan 1,5%.

2	Pujianto	2011	Penelitian Lab	Penggunaan <i>admixture superplasticizer</i> dengan kadar 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; 2%; dan 2,5% dan adiktif <i>silicafume</i> dengan kadar 0%; 5%; 10%; dan 15% terhadap berat semen untuk menciptakan beton mutu tinggi.	Analisis kuat tekan <i>self compacting concrete</i> dengan penambahan abu sekam padi 10%, <i>superplasticizer</i> 1% dan variasi serat fiber kawat bendrat 0,5%, 1%, dan 1,5%.
3	Ramarhiska	2012	Peelitian Lab	Dilakukan penelitian tentang pengaruh menggunakan serat kawat bendrat dengan variasi kadar 0%; 0,5%; 1%; 1,5%; 2% dan serat <i>polypropylene</i> 0,1% dengan agregat batu apung terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas pada beton ringan.	Analisis kuat tekan <i>self compacting concrete</i> dengan penambahan abu sekam padi 10%, <i>superplasticizer</i> 1% dan variasi serat fiber kawat bendrat 0,5%, 1%, dan 1,5%.
4	Krisnamurti	2013	Penelitian Lab	Pemanfaatan abu kertas dan abu sekam padi pada campuran <i>powder</i> sebagai pengganti sebagian agregat halus terhadap perkembangan kuat tekan beton SCC pada umur 28 hari, dengan komposisi	Analisis kuat tekan <i>self compacting concrete</i> dengan penambahan abu sekam padi 10%, <i>superplasticizer</i> 1% dan variasi serat fiber kawat bendrat 0,5%, 1%, dan 1,5%.
5	Suhirkam dan Dafrimon	2014	Penelitian Lab	Dilakukan penelitian tentang, Beton mutu <i>K-400</i> dengan penambahan abu sekam padi dengan kadar 2,5%, 5%, 7,5% dan 10% sebagai pengganti dari sebagian penggunaan semen dan Superplastizer dengan kadar 0,6%.	Analisis kuat tekan <i>self compacting concrete</i> dengan penambahan abu sekam padi 10%, <i>superplasticizer</i> 1% dan variasi serat fiber kawat bendrat 0,5%, 1%, dan 1,5%.

6	Nikmah	2015	Penelitian Lab	Pengaruh penambahan serat sengk dengan kadar persentase serat 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1% dengan teknologi gas terhadap kuat tekan pada beton ringan.	Analisis kuat tekan <i>self compacting concrete</i> dengan penambahan abu sekam padi 10%, <i>superplasticizier</i> 1% dan variasi serat fiber kawat bendrat 0,5%, 1%, dan 1,5%.
7	Firnanda	2016	Pengujian Lab	Dilakukan penelitian dengan memanfaatkan limbah cangkang kelapa sawit sebagai bahan pengganti agregat kasar sebesar 0%, 5%, 10%, 25%, dan 50% untuk menciptakan komposisi ideal beton SCC.	Analisis kuat tekan <i>self compacting concrete</i> dengan penambahan abu sekam padi 10%, <i>superplasticizier</i> 1% dan variasi serat fiber kawat bendrat 0,5%, 1%, dan 1,5%.