

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian terdahulu tentang *Self-Compacting Concrete* diantaranya adalah sebagai berikut ini.

1. Penelitian Sifat-Sifat Beton yang Dimodifikasi dengan Penambahan *zeolite* (Nagroekiene dan Girskas, 2016).
2. Pengaruh *Pumice* dan *Zeolite* pada Kuat Tekan, Sifat Transpor dan Ketahanan terhadap Penetrasi Klorida dari *High Strength Self-Compacting Concrete* (Samimi dkk., 2017).
3. Difusi Klorida dan Ketahanan Asam dari Beton yang Mengandung *Zeolite* dan *Tuff* sebagai Pengganti Semen dan Pasir (Mohseni dkk., 2017).
4. Pengaruh *Superplasticizer* pada Sifat Beton Segar dan Beton Keras (Alsadey, 2015).
5. Penggunaan *Fiber Glass* dan *Nylon* dalam Beton untuk Mengendalikan Retakan Mikro Usia Dini di Geladak Jembatan (Khan dan Ali, 2016).
6. Kekuatan, Permeabilitas, dan Struktur Mikro dari *Self-Compacting Concrete* yang Mengandung Abu Sekam Padi (Chopra dkk., 2015).
7. Perbaikan pada Mikro Struktur Beton oleh *Polycarboxylate Superplasticizer* (PCE) dan Pengaruhnya terhadap Daya Tahan Beton (Huang dkk., 2016).
8. Pengaruh *Superplasticizer* pada Sifat Segar dan Keras dari *Self-Compacting Concrete* yang Mengandung *Fly Ash* (Dumme, S.M., 2015).
9. Retensi Kemampuan Kerja dan Kuat Tekan *Self-Compacting Concrete* dengan Menggabungkan *Pumice Powder* dan Peningkatan *Silica Fume* (Ardalan dkk., 2017).
10. Pengaruh *Nylon Fiber* dan Kekuatan Beton terhadap Penyusutan dan Perilaku Patah dari Beton yang Diperkuat *Fiber* (Ozsar dkk., 2017).

##### 2.1.1. Penelitian Terdahulu Tentang Agregat Halus

Pratiwi dkk. (2016), melakukan pengujian terhadap agregat halus (pasir) dari Sungai Progo. Pengujian ini meliputi gradasi daerah, MHB, berat jenis, berat satuan, kadar air, penyerapan air, dan kadar lumpur. Dari hasil pengujian pada

Tabel 2.1 diketahui bahwa agregat halus termasuk gradasi daerah no.2 dengan MHB (modulus halus butir) sebesar 2,648; berat jenis sebesar 2,58; berat satuan sebesar 1,31 gr/cm<sup>3</sup>; Kadar air sebesar 4,575%; penyerapan air sebesar 0,276; dan kadar lumpur sebesar 4,532%.

Tabel 2.1 Hasil pengujian agregat halus (Pratiwi dkk, 2016)

No.	Jenis Pengujian Agregat	Satuan	Hasil
1	Gradasi daerah	-	No. 2
2	Modulus halus butir	-	2,648
3	Berat Jenis	-	2,58
4	Berat satuan	gr/cm <sup>3</sup>	1,31
5	Kadar air	%	4,575
6	Penyerapan air	%	0,276
7	Kadar lumpur	%	4,532

### 2.1.2. Penelitian Terdahulu Tentang Agregat Kasar

Pratiwi dkk. (2016), dalam penelitiannya tentang kuat tekan beton serat menggunakan variasi *fibre optic* dan pecahan kaca telah melakukan pengujian terhadap agregat kasar (split) dari Clereng, Kulon Progo. Hasil pengujian agregat kasar pada Tabel 2.2 diketahui bahwa kadar air 0,549%; berat jenis 2,63; Penyerapan air 1,438%; Keausan 21,36%; Berat satuan 1,55 gr/cm<sup>3</sup>; dan Kadar lumpur 1,750%. Hasil pemeriksaan kadar lumpur belum memenuhi standar kadar lumpur yang diperbolehkan, maka dari itu perlu dicuci sebelum dipakai.

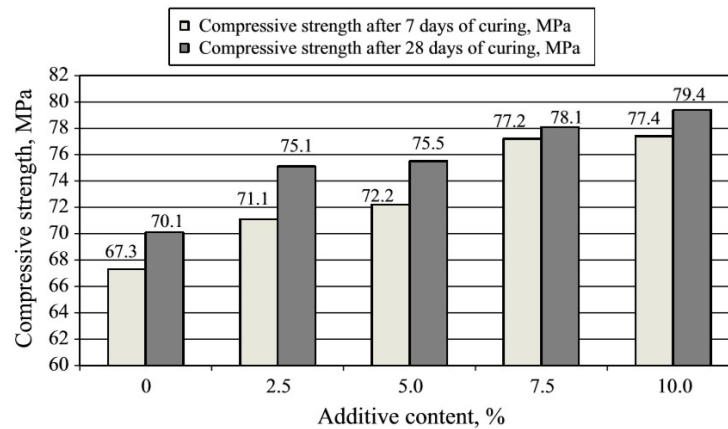
Soebandono dkk. (2013), melakukan pengujian terhadap agregat kasar berupa batu pecah (split) dengan ukuran 20 mm dari Clereng, Kulon Progo. Hasil pemeriksaan agregat kasar pada Tabel 2.2 diketahui bahwa kadar air 1,01%; berat jenis 2,69; Penyerapan air 0,4%; Keausan butir 18,5%; Berat satuan 1,57 gr/cm<sup>3</sup>; dan Kadar lumpur 1,9%.

Tabel 2.2 Hasil pengujian agregat kasar(split) Clereng, Kulon Progo (Pratiwi, 2016; Soebandono, 2013)

No.	Jenis Pengujian Agregat	Satuan	Penguji	
			Pratiwi dkk (2016)	Soebandono dkk (2016)
1	Berat jenis	-	2,63	2,69
2	Berat satuan	gr/cm <sup>3</sup>	1,55	1,57
3	Keausan	%	21,36	18,5
4	Kadar air	%	0,549	1,01
5	Penyerapan air	%	1,438	0,4
6	Kadar lumpur	%	1,750	1,9

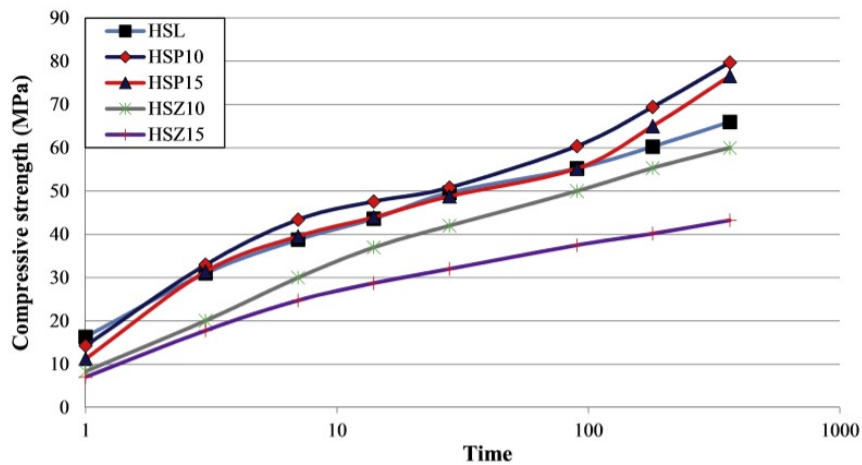
### 2.1.3. Penelitian Terdahulu Tentang Zeolite

Nagrockiene dan Girskas (2016), melakukan penelitian dengan menambahkan zeolit alam sebagai pengganti semen dengan persentase 0%; 2,5%; 5%; 7,5% dan 10%. Penelitian dilakukan dengan umur beton 7 dan 28 hari dimana masing-masing memiliki zeolit yang berbeda-beda. Parameter yang digunakan dalam pengujian ini adalah kuat tekan, penyerapan air, kepadatan, dan porositas. Hasil pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa dalam spesimen yang mengandung 10% penggantian zeolit, kuat tekan meningkat hingga 13,3% dan hingga 15% setelah 28 hari curing. Substansi hingga 10% dengan zeolit mengurangi penyerapan air 2,3 kali, dan meningkatkan kepadatan. Berdasarkan Gambar 2.1 dapat disimpulkan modifikasi beton dengan pengganti zeolit meningkatkan daya tahan beton yang dapat berhasil digunakan dalam berbagai struktur.



Gambar 2.1 Hubungan antara *compressive strength* dan *additive content* (Nagrockiene dan Girskas, 2016)

Samimi, Kianoosh dkk. (2017), melakukan pengujian untuk menyelidiki efek dari dua pozzolan alami yang berbeda batu apung dan zeolit pada kuat tekan, sifat transportasi dan ketahanan terhadap penetrasi klorida saat digunakan dalam high strength self-compacting concrete (HSSCC). Kuat tekan HSSCC diukur pada total 120 kubus, 100mm x 100 mm pada 1, 3, 7, 14, 28, 90, 180, dan 365 hari penuaan untuk setiap campuran, kuat tekan diuji pada tiga sampel. Penelitian ini menunjukkan bahwa substitusi semen Portland sebesar 15% batu apung atau 10% zeolit dalam HSSCC terjangkau dalam semua aspek yang ditunjukkan pada Gambar 2.2, termasuk masalah ekonomi dan lingkungan.

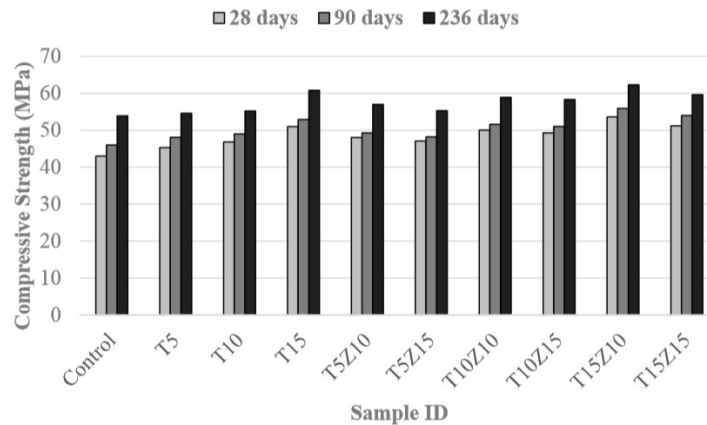


Gambar 2.2 Hubungan antara *compressive strength* dan *time* (Samimi, Kianoosh dkk., 2017)

Mohseni dkk. (2017) melakukan penelitian mempelajari sifat-sifat beton yang mengandung *zeolite* dan *tuff* sebagai pengganti semen dan pasir. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan, penyerapan air, difusi ion klorida, dan ketahanan terhadap lingkungan asam. Nilai kuat tekan beton diuji pada usia 28, 90, dan 236 hari dalam cetakan kubik 10cm x 10cm x 10cm. Superplasticizer yang digunakan pada penelitian ini adalah *Polycarboxylic ether* berbasis *water reducer* tingkat tinggi (HRWR) yaitu *Glenium 51* dengan kerapatan 1,08 g/cm<sup>3</sup>, yang campurannya ditunjukkan pada Tabel 2.3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton dengan zeolit lebih tinggi silika dapat meningkatkan secara signifikan dalam kuat tekan, dapat dilihat pada Gambar 2.3. Namun, pada Tabel 2.4 menunjukkan beton normal lebih baik dalam asam sulfat dari pada beton dengan variasi zeolite dan tuff setelah 236 hari perendaman.

Tabel 2.3 Proporsi campuran dengan variasi (Mohseni dkk., 2017)

	Semen (Kg/m <sup>3</sup> )	Air (Kg/m <sup>3</sup> )	Zeolite (Kg/m <sup>3</sup> )	Tuff (Kg/m <sup>3</sup> )	Pasir (Kg/m <sup>3</sup> )	Kerikil (Kg/m <sup>3</sup> )	HRWR (Kg/m <sup>3</sup> )
Kontrol	550	220	0	0	880	755	3
T5	550	220	0	44	836	740	4
T10	550	220	0	88	792	725	4
T15	550	220	0	132	748	710	5
T5Z10	495	220	55	44	836	720	4
T5Z15	467,5	220	82,5	44	836	715	4
T10Z10	495	220	55	88	792	700	4
T10Z15	467,5	220	82,5	88	792	695	4
T15Z10	495	220	55	132	748	690	5
T15Z15	467,5	220	82,5	132	748	685	5



Gambar 2.3 Hubungan antara *compressive strength* dan *sample* campuran (Mohseni dkk., 2017)

Tabel 2.4 Kuat tekan setelah 236 hari perendaman asam (Mohseni dkk., 2017)

Campuran	Kuat Tekan (MPa)		Pengurangan kuat dalam asam (%)
	28 hari dalam air + 28 hari dalam kondisi lab + 180 hari dalam paparan asam	236 hari dalam air	
Kontrol	51,2	53,9	5,01
T5	49,3	54,6	9,7
T10	50,1	55,2	9,2
T15	51,2	60,8	15,7
T5Z10	48,3	57	15,2
T5Z15	44,1	55,3	20,2
T10Z10	51,2	58,9	13,07
T10Z15	49,3	58,3	15,4
T15Z10	51,3	62,3	17,6
T15Z15	46,8	59,6	21,4

#### 2.1.4. Penelitian Terdahulu Tentang *Superplasticizer* (*Sikament LN*)

Huang dkk. (2016), dalam penelitiannya menyelidiki pengaruh *superplasticizer polycarboxylate* (PCEs) pada daya tahan beton. Pengujian dilakukan untuk membandingkan pengaruh dua jenis yaitu *superplasticizer polycarboxylate* dan *superplasticizer polynaphthalene* (PNS) terhadap karbonasi, impermeabilitas air dan permeabilitas klorida cepat dari beton. Pengujian dilakukan dengan menggunakan benda uji prisma 100mm x 100mm x 400mm dalam waktu curing selama 28 hari yang ditunjukkan pada Tabel 2.5, beserta masing-masing benda uji. Dari penelitian ini, ditemukan bahwa penambahan PCE

membuat beton lebih pada dibandingkan dengan PNS dan mengoptimalkan struktur pori beton. Oleh karena itu, PCE mengarahkan ke kinerja daya tahan yang lebih baik dari pada beton dengan PNS.

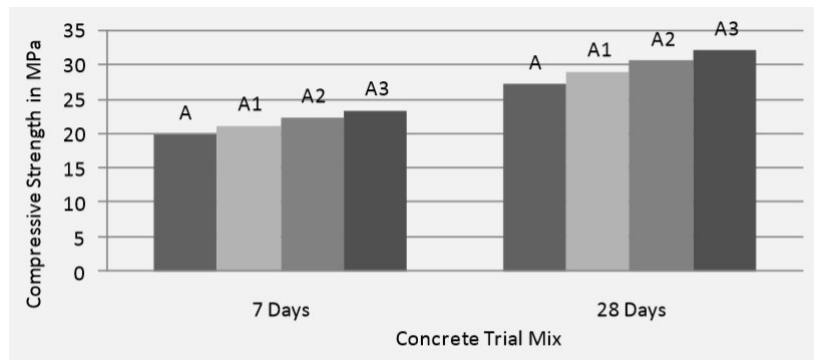
Tabel 2.5 Hasil perbandingan PCE (J1, J2, J3, J4, J5) dan PNS (N)

Benda uji	Dosis (kg/m <sup>3</sup> )	Slump (mm)	Kadar air	Kuat tekan 7 hari (MPa)	Kuat Tekan 28 hari (MPa)
J1	2,12	215	2,5	50,9	58,3
J2	1,75	200	3,2	42,7	58,9
J3	1,61	212	3,0	45,8	55,5
J4	1,42	213	3,4	40,1	52,6
J5	2,71	205	3,3	42,0	57,3
N	2,96	210	3,1	40,0	54,2

Dumnes, S. M. (2014), melakukan penelitian tentang pengaruh *superplasticizer* dengan dosis 0,25; 0,30; dan 0,35 persen pada kinerja *self-compacting concrete* yang mengandung 10% fly ash. *Superplasticizer* yang digunakan penelitian ini adalah *Conplast SP 430 G8* dengan kepadatan 1,2 kg/l. Campuran beton dilakukan pengujian slump flow, faktor kepadatan, berat unit dan kuat tekan pada usia 7 dan 28 hari dalam cetakan kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm. Penggunaan bahan tambah fly ash mampu meningkatkan workability dengan penghematan bahan semen. Hasil kuat tekan berbagai campuran dapat dilihat pada Tabel 2.6. Penambahan *superplasticizer* dengan fly ash 10% dari semen mempercepat dan meningkatkan kuat tekan *self-compacting concrete*.

Tabel 2.6 Kuat tekan berbagai campuran pada usia 7 dan 28 hari (Dumnes, S.M., 2014)

	Fly ash (%)	Superplasticizer (%)	Kuat tekan		Rata-rata		% Penambahan	
			7 hari	28 hari	7 hari	28 hari	7 hari	28 hari
A	-	0	19,00	27,11	19,90	27,11	-	-
			22,00	27,32				
			18,60	26,89				
A1	10	0,25	22,00	29,11	21,95	28,96	06,28	07,12
			22,44	29,32				
			21,55	28,42				
A2	10	0,30	22,36	31,56	22,29	30,48	12,01	12,43
			22,25	29,11				
			22,29	30,21				
A3	10	0,35	23,12	32,00	23,37	31,98	17,43	18,01
			22,98	31,52				
			24,45	32,67				



Gambar 2.4 Hubungan antara *compressive strength* dan *mix design concrete* pada usia 7 dan 28 hari (Dumnes, S.M., 2014)

Alsadey, Salahaldein. (2015), telah membuat upaya untuk mempelajari pengaruh *superplasticizer* dosis 0,6; 0,8; 1,2; 1,8; dan 2,5 persen pada kinerja beton. Penelitian ini diperuntukkan untuk uji slump dan uji kuat tekan pada 28 hari. *Superplasticizer* yang digunakan penelitian ini adalah *Liboment-163*. Grafik menunjukkan bahwa dosis optimum untuk beton *superplasticizer* adalah 800ml/100 kg semen. Dosis dengan rendah atau lebih tinggi dari nilai optimum ini akan mengurangi kekuatan tekan. kemampuan kerja beton juga ditingkatkan dengan menggunakan *Liboment-163*. Hasil penelitian menunjukkan kemampuan kerja beton dapat ditingkatkan dengan penambahan *superplasticizer*, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.7. Namun, dosis *superplasticizer* yang sangat tinggi cenderung mengganggu kekompakan beton.

Tabel 2.7 Kuat tekan berbagai campuran beton pada usia 28 hari (Alsadey, Salahaldein., 2015)

Campuran beton	SP%	Kuat Tekan N/mm <sup>2</sup>
		28 Hari
mc 1	0.0	37,68
MS 2	0,6	37,17
MS 3	0,8	40,24
MS 4	1,2	36,75
MS 5	1,8	36,75
MS 6	2,5	36,17

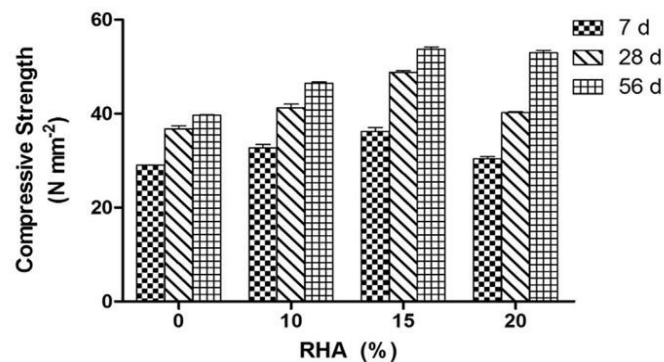
### 2.1.5. Penelitian Terdahulu Tentang *Self Fiber Compacting Concrete*

Chopra dkk. (2015), melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan kandungan semen dengan abu sekam padi sebagai bahan semen suplementasi di *self-compacting concrete* dan mengamati *Slump flow*, *V-funnel*, *U-box*, *L-box*.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kuat tekan, kuat tarik dan permeabilitas beton. Campuran beton yang digunakan adalah air, semen, agregat halus, agregat kasar, abu sekam padi, dan *superplasticizer*. *Superplasticizer* yang digunakan adalah *Conplast SP430* yang diformulasikan untuk memberikan pengurangan air hingga 25% tanpa kehilangan kemampuan bekerja. Persentase *Rise Husk Ash* (RHA) yang digunakan, yaitu 0%, 10, 15, dan 20% dari semen, tertera pada Tabel 2.8. Pengujian dilakukan dengan membuat sampel sebanyak 24 benda uji, dengan 9 kubus berukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm kuat tekan beton dan 9 silinder berukuran d15 cm x 30 cm untuk pengujian kuat tarik beton yang masing-masing diuji pada waktu 7, 28, dan 56 hari curing; serta 6 silinder berukuran d10 cm x 20 cm untuk menguji permeabilitas klorida pada 28 hari. Hasil yang dapat dilihat pada Gambar 2.5, bahwa kuat tekan yang baik untuk campuran yang mengandung 15% RHA. Kuat tarik belah optimum berada pada persentase RHA hingga penggantian 15%. Dilaporkan bahwa beton RHA penggantian 10% dari semen memiliki ketahanan yang sangat baik untuk penetrasi ion klorida. Penggantian semen oleh RHA sebagai bahan semen tambahan, memiliki efek positif pada semua sifat-sifat beton *self-compacting concrete*.

Tabel 2.8 Hasil pengujian beton segar (Chopra dkk., 2015)

Jenis Pengujian	Jarak (EFNARC,2002)	Rise Husk Ash (RHA)			
		0%	10%	15%	20%
V-Funnel	6 - 12	6	8	11	13
U-Box (H2-H1)	0 - 30	5	18	25	30
Slump flow (mm)	650 – 800	730	700	670	600
L-box (H2/H1)	0,8 – 1	1	0,9	0,8	Blocking



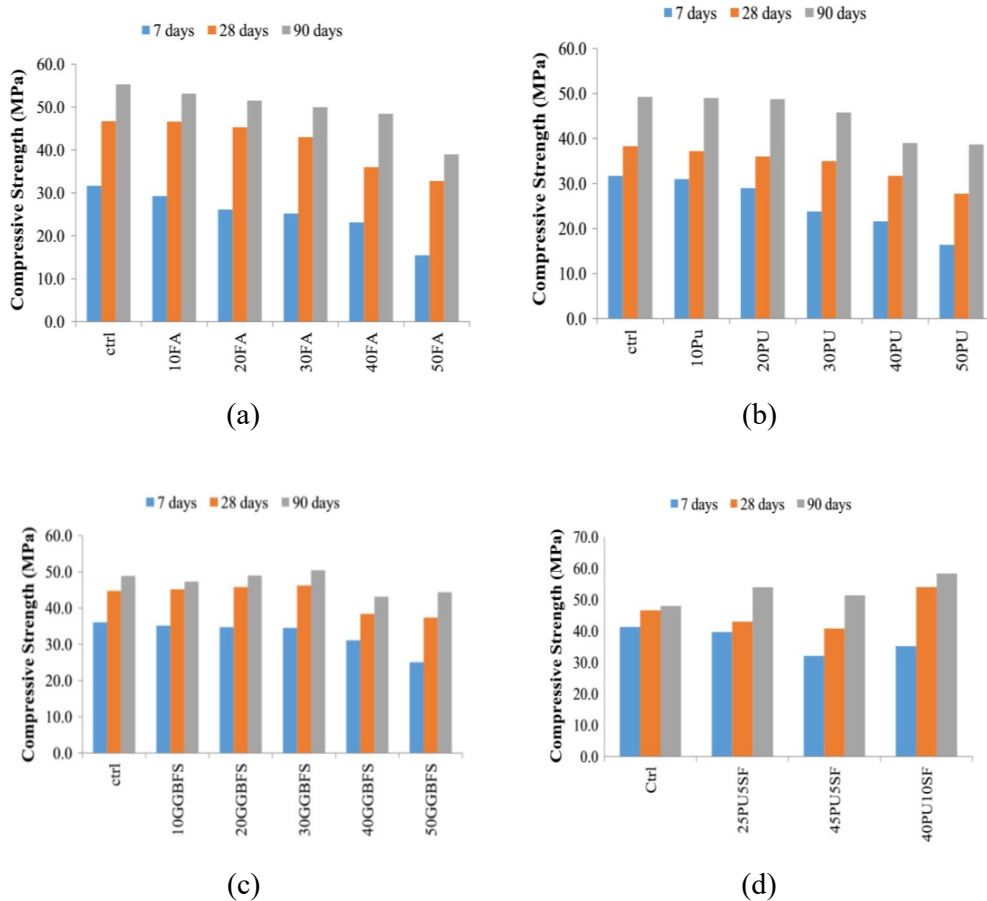
Gambar 2.5 Hubungan antara *compressive strength* dan *rice husk ash* pada umur 7, 28, 56 hari (Chopra dkk., 2015)



Ardalan dkk. (2017), melakukan penelitian menyelidiki kinerja campuran beton *Self-Compacting Concrete* dengan penambahan *slag*, *fly ash*, *pumice*, dan *silica fume*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan, *slump flow*, *V-funnel*, *L-box*, dan *slump flow*. *Superplasticizer* yang digunakan pada penelitian ini adalah *polycarboxylite-ether* tipe SP dengan gravitasi spesifik 1,08 untuk mencapai kemampuan kerja yang diinginkan. Campuran proporsi yang tertera pada Tabel 2.9, yang di uji pada usia 7, 28 dan 90 hari. Rata-rata tiga spesimen dari setiap proporsi dipertimbangkan untuk setiap umur dengan cetakan kubus dimensi 150 mm. Pengujian untuk memenuhi rekomendasi EFNARC sebagian terpenuhi. Hasil pada Gambar 2.6 (a), (b), (c), dan (d), menunjukkan penggantian lebih dari 30% semen *Portland* dengan bahan pozzolan (*slag*, *fly ash*, *pumice*, dan *silica fume*) mampu mengurangi campuran SCC. Campuran yang mengandung *pumice* membutuhkan dosis yang lebih tinggi daripada *fly ash* untuk mencapai nilai yang diinginkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *pumice* memiliki potensi signifikan dalam aktivitas pozzolan, terutama saat ditambahkan dengan *silica fume*.

Tabel 2.9 Campuran proporsi beton *self-compacting concrete* (kg/m<sup>3</sup>) (Ardhala dkk., 2017)

Nama	Air	Kerikil	Pasir	Semen	<i>Fly ash</i>	<i>Slag</i>	<i>Silica fume</i>	<i>Pumice</i>
Control	191	580	1070	500	-	-	-	-
10FA	191	590	1063	450	50	-	-	-
20FA	191	584	1052	400	100	-	-	-
30FA	191	578	1040	350	150	-	-	-
40FA	191	571	1029	300	200	-	-	-
50FA	191	565	1017	250	250	-	-	-
10GGBFS	191	595	1072	450	-	50	-	-
20GGBFS	191	594	1069	400	-	100	-	-
30GGBFS	191	592	1066	350	-	150	-	-
40GGBFS	191	590	1063	300	-	200	-	-
50GGBFS	191	580	1069	250	-	250	-	-
10PU	191	595	1072	450	-	-	-	50
20PU	191	594	1069	400	-	-	-	100
30PU	191	592	1066	350	-	-	-	150
40PU	191	590	1063	300	-	-	-	200
50PU	191	589	1060	250	-	-	-	250
25PU5SF	191	590	1063	350	-	-	25	125
45PU5SF	191	587	1057	250	-	-	25	225
40PU10SF	191	584	1051	200	-	-	50	200



Gambar 2.6 Hubungan antara *compressive strength* dan benda uji pada setiap umur: (a) *fly ash*, (b) *pumice*, (c) *slag*, (d) *silica fume*

### 2.1.6. Penelitian Terdahulu Bahan Tambah Serat *Nylon*

Ozsar dkk. (2017), melakukan penelitian tentang pengaruh serat *nylon* dan kekuatan beton pada perilaku penyusutan dan perilaku patah dari beton yang berserat. Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah kuat tekan, kuat tarik belah, energi fraktur, dan kuat lentur. Eksperimen menggunakan 5 desain yang berbeda yaitu DS-2, DS-3, DS-4, DS-5, dan DS-6. *Superplasticizer* berbasis *polycarboxylic-ether* digunakan untuk memiliki kemampuan kerja yang sama dengan jumlah yang berbeda. Dua jenis serat *nylon 6.6* ditambahkan ke campuran dengan ukuran yang berbeda yaitu serat *nylon* makro dan serat *nylon* mikro pada Tabel 2.10, yang menunjukkan sifat-sifatnya. Hasil penelitian menunjukkan kuat tekan komposit dengan serat mikro lebih tinggi dibandingkan dengan serat makro yang disajikan pada Tabel 2.11. Komposit dengan serat makro memiliki

kandungan udara yang lebih besar dibandingkan dengan serat mikro yang juga mempengaruhi hasil kuat tekan.

Tabel 2.10 sifat dari *nylon 6.6 fibres* (Ozsar dkk., 2017)

Sifat	Serat nylon makro	Serat nylon mikro
Panjang (mm)	54	12
Diameter (mm)	0,55	0,05
Aspek rasio (L/d)	98,18	240
Kekuatan tarik (N/mm <sup>2</sup> )	900	970

Tabel 2.11 Fraktur dan sifat kekuatan komposit (Ozsar dkk., 2017)

	DS-2	DS-3	DS-4	DS-5	DS-6
w/c	0,35	0,42	0,35	0,42	0,42
Serat lurus makro (%)	1	1	-	-	1
Serat lurus mikro (%)	-	-	0,5	0,5	0,5
Kuat tekan (MPa)	38,79	53,79	43,27	63,31	35,75
Kuat tarik belah (MPa)	5,26	5,45	5,7	5,5	4,77
Energi fraktur (N/m)	2356	2139	998	1099	2654
Kuat lentur (MPa)	3,75	5,58	4,34	5,35	3,58

Khan dkk. (2016), telah melakukan penelitian pengaruh penggunaan *nylon fiber* (NF) untuk mengurangi keretakan dini pada dek jembatan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan, tarik belah dan lentur dengan kandungan NF 5% pada beton. Efektifitas NF dalam beton diperiksa dengan membandingkan sifat mekanik dengan beton polos (PC). Rasio desain campuran PC adalah 1; 3,33; 1,67 (semen; pasir; agregat) dengan nilon yang memiliki panjang 50 mm. Pengujian *slump* dan *density* yang dilakukan dengan tambahan NF mampu berkurang hingga masing-masing 68,7% dan 1,8% dapat dilihat pada Tabel 2.12. perbandingan kuat tekan antara PC dan NF menunjukkan adanya penurunan kuat tekan sebesar 5,8% dan penyerapan energy pra-retak tekan sebesar 12,4% dapat dilihat pada Tabel 2.13. Beton berserat nylon dapat digunakan untuk mengontrol keretakan dini pada dek jembatan dan mampu meningkatkan durabilitasnya.

Tabel 2.12 Faktor air semen, *slump* dan *density nylon fiber* (Khan dkk., 2016)

Jenis	Faktor air semen	Slump (mm)	Density (kg/m <sup>3</sup> )
PC	0,71	41	2157,69
NF	0,71	13	2119,24

Tabel 2.13 Perbandingan kuat tekan antara PC dan NF (Khan dkk., 2016)

Parameter	Satuan	Jenis Beton	
		Beton Polos (PC)	Nylon Fiber (NF)
Kuat tekan	MPa	14,95	14,08
Penyerapan energy pra-retak tekan	kN.s	1037,81	909,08
Penyerapan energi retak tekan	kN.s	702,52	656,52
Penyerapan energy tekan	Max.P (kN.s)	1740,32	1565,56
Indeks ketangguhan tekan	-	1,68	1,72

### 2.1.7. Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang

Beberapa perbedaan antara penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang sebagai berikut.

Tabel 2.14 Perbedaan penelitian terdahulu dan penelitian sekarang

No	Penelitian	Jenis Penelitian	Perbedaan komposisi material	
			Terdahulu	Sekarang
1	Penelitian Sifat-Sifat Beton yang Dimodifikasi dengan Penambahan <i>Zeolite</i> (Nagroekiene dan Girskas, 2016)	Pengujian Lab	<i>Zeolite</i> sebagai pengganti semen dengan persentase 0%; 2,5%; 5%; 7,5; dan 10%	<i>Zeolite</i> 0%; 5%; 10%; dan 15% sebagai pengganti semen dalam campuran beton
2	Pengaruh <i>Pumice</i> dan <i>Zeolite</i> pada Kuat tekan, Sifat Transpor dan Ketahanan terhadap Penetrasi Klorida dari <i>High Strength Self-Compacting Concrete</i> (Samimi dkk., 2017)	Pengujian Lab	Pembandingan efek dari dua pozzolan yang berbeda ( <i>Pumice</i> dan <i>Zeolite</i> ) terhadap kuat tekan, sifat transport, dan ketahanan terhadap penetasi klorida	Bahan tambah <i>zeolite</i> dan <i>nylon</i> terhadap kuat tekan <i>self-fiber compacting concrete</i>
3	Difusi Klorida dan Ketahanan Asam dari Beton yang Mengandung <i>Zeolite</i> dan <i>Tuff</i> sebagai	Pengujian Lab	<i>Zeolite</i> dan <i>Tuff</i> sebagai pengganti semen dan pasir untuk diuji kuat tekan pada usia 28, 90,	<i>Zeolite</i> digunakan sebagai bahan tambah campuran beton

Tabel 2.14 Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang (Lanjutan)

No	Penelitian	Jenis Penelitian	Perbedaan komposisi material	
			Terdahulu	Sekarang
	Pengganti Semen dan Pasir (Mohseni dkk., 2017)		dan 236 hari	dan diuji kuat tekan pada usia 3, 7, dan 28 hari
4	Pengaruh Superplasticizer pada Sifat Beton Segar dan Beton Keras (Alsadey, 2015)	Pengujian Lab	<i>Superplasticizer Liboment-163</i> pada kadar 0,6%; 0,8%; 1,2%; 1,8%; dan 2,5%	<i>Superplasticizer Sikament LN</i> dengan dosis 1,5% dari berat semen.
5	Penggunaan <i>Fiber Glass</i> dan <i>Nylon</i> dalam Beton untuk Mengendalikan Retakan Mikro Usia Dini di Geladak Jembatan (Khan dan Ali, 2016)	Pengujian Lab	<i>Glass fiber</i> dan <i>nylon fiber</i> untuk mengetahui kuat tekan, tarik belah, dan lentur dengan nylon memiliki panjang 50 mm	<i>Nylon fiber</i> sebagai bahan tambah dengan panjang 50 mm untuk pengujian kuat tekan
6	Kekuatan, Permaabilitas, dan Stuktur Mikro dari <i>Self-Compacting Concrete</i> yang Mengandung Abu Sekam Padi (Chopra dkk., 2015)	Pengujian Lab	Abu sekam padi sebagai bahan tambah semen dengan kadar 0%, 10%, 15%, 20% dan <i>superplasticizer Conplast SP430</i>	Zeolite sebagai bahan tambah semen dengan persentase 0%, 5%, 10%, 15% dan <i>superplasticizer Sikament LN</i>
7	Perbaikan dan Mikro Struktur Beton oleh <i>Polycarboxylate Superplasticizer (PCE)</i> dan Pengaruhnya terhadap Daya Tahan Beton (Huang dkk., 2016)	Pengujian Lab	<i>Superplasticizer polycarboxylite (PCE)</i> dan <i>superplasticizer polynaphthalene (PNS)</i>	<i>Superplasticizer Sikament LN</i>
8	Pengaruh <i>Superplasticizer</i> pada Sifat Segar dan Keras dari <i>Self-Compacting Concrete</i> yang	Pengujian Lab	<i>Superplasticizer Conplast SP 430 G8</i> dengan kadar 0,25%; 0,30%; dan 0,35% yang	<i>Superplasticizer Sikament LN</i> 1,5% yang mengandung 0%, 5%, 10%,

Tabel 2.14 Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang (Lanjutan)

No	Penelitian	Jenis Penelitian	Perbedaan komposisi material	
			Terdahulu	Sekarang
	Mengandung <i>Fly ash</i> (Dumme, S.M., 2015)	Pengujian Lab	mengandung 10% <i>fly ash</i>	dan 15% <i>zeolite</i>
9	Retensi Kemampuan Kerja dan Kuat Tekan <i>Self-Compacting Concrete</i> dengan Menggabungkan <i>Pumice Powder</i> dan Peningkatan <i>Silica Fume</i> (Ardalan dkk., 2017)	Pengujian Lab	Penambahan <i>slag, fly ash, pumice</i> , dan <i>silica fume</i> pada <i>self-compacting concrete</i>	Penambahan <i>zeolite</i> pada <i>self-compacting concrete</i>
10	Pengaruh <i>Nylon Fiber</i> dan Kekuatan Beton terhadap Penyusutan dan Perilaku Patah dari Beton yang Diperkuat <i>Fiber</i> (Ozsar dkk., 2017)	Pengujian Lab	Perbandingan serat <i>nylon</i> 0,5% dan 1% dengan panjang 50 mm terhadap kuat tekan, penyusutan, dan perilaku patah beton berserat	Serat <i>nylon</i> dengan persentase 1% dari berat semen dan panjangnya 50 mm untuk diuji kuat tekan

Menurut hemat penyusun, penelitian dengan judul “Fresh Properties dan Kuat Tekan Self Fiber Compacting Concrete dengan Bahan Tambah Zeolite dan Serat Nylon” merupakan penelitian yang murni dan belum pernah ada yang meneliti sebelumnya.

## 2.2. Dasar Teori

### 2.2.1. Beton

Beton adalah suatu bahan komposit atau campuran dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air dan dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*) dengan perbandingan tertentu. Beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk. (Kardiyono, Tjokrodimulyo, 2007). Beton merupakan bahan yang banyak digunakan untuk pembangunan. Seiring dengan kemajuan teknologi serta banyak inovasi di bidang infrastruktur, berkembanglah salah satu inovasi dari beton ialah beton *self-compacting concrete* (SCC). Beton *self-compacting concrete* adalah beton yang

memiliki sifat kecairan (*fluidity*) yang tinggi sehingga mampu mengalir dan mengisi ruang-ruang didalam cetakan dengan memanfaatkan berat sendiri campuran beton (Wihardi dkk., 2006).

### 2.2.2. Bahan Penyusun Beton

#### 1. Semen

Menurut (BSN, 2004), semen *portland* merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen *portland* terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk Kristal senyawa kalsium silfat dan boleh ditambah dengan bahan tambah lain.

Menurut (BSN, 2004), semen *portland* dibagi menjadi lima jenis dan penggunaannya sebagai berikut ini.

- a. Jenis I, yaitu semen *portland* yang umum digunakan tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti pada jenis-jenis lain.
- b. Jenis II, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- c. Jenis III, yaitu semen *portland* yang memerlukan kekuatan tinggi pada tahapan permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d. Jenis IV, yaitu semen *portland* yang memerlukan kalor hidrasi rendah.
- e. Jenis V, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

#### 2. Air

Menurut (BSN, 2013), Air yang diperbolehkan dalam pembuatan campuran beton adalah sebagai berikut ini.

- a. Air untuk pengadukan (air yang diukur dan ditimbang di *batching plant*).
- b. Es
- c. Air yang ditambahkan oleh operator truk.
- d. Air bebas dari agregat.
- e. Air yang dapat diminum.
- f. Air yang telah dicampurkan dengan bahan tambah dan dapat meningkatkan rasio air semen.

- g. Air dari pencampuran yang seluruh atau sebagian terdiri dari sumber-sumber yang tidak dapat diminum.
- h. Sumber air yang tidak bisa diminum harus memenuhi syarat penggunaan sesuai pengujian dan persyaratan.
- i. Air kombinasi yang dicampur dari dua atau lebih sumber air, harus memenuhi syarat untuk penggunaan pengujian dan persyaratan.

### 3. Agregat Halus

Menurut (BSN, 2002a), Agregat halus adalah agregat dengan besar butiran maksimum 4,75 mm yang berasal dari alam atau hasil olahan. Agregat halus dihasilkan dari pemecahan, pemisahan butiran, disintegrasi dari batuan, dan dipanaskan pada temperature tinggi sampai mengembang. Persyaratan umum untuk agregat halus agar dapat digunakan menurut BSN (2002a) sebagai berikut ini.

- a. Agregat tidak boleh berbutir bulat dan berukuran seragam.
- b. Agregat tidak mengandung zat organik.
- c. Agregat bersifat kekal yang jika diuji dengan larutan sulfat bagian yang hancur maksimum 10% dan larutan natrium sulfat maksimum 15%.
- d. Kadar lumpur maksimum 5% dan bebas dari kotoran.
- e. Nilai modulus halus antara 2,0 sampai dengan 3,0.

### 4. Agregat Kasar

Menurut (BSN, 2002a), Agregat kasar merupakan kerikil dari hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm. Agregat kasar yang digunakan sebagai bahan bangunan sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut ini.

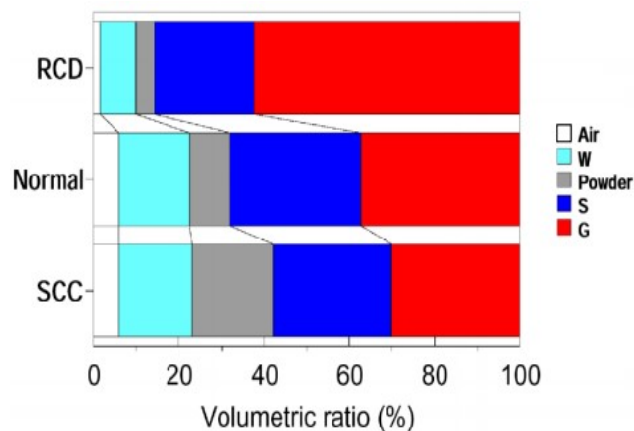
- a. Butirannya keras dan tidak berpori.
- b. Tidak mengandung lumpur lebih dari 1%, apabila melebihi harus dicuci terlebih dahulu untuk digunakan.
- c. Kekal, tidak mudah hancur apabila terkena terik matahari dan hujan.
- d. Tidak mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
- e. Modulus halus butir antara 6 – 7,10 dengan variasi butir sesuai standar gradasi.



### 2.2.3. *Self-Fiber Co.compacting Concrete*

*Self-compacting concrete* adalah suatu beton segar yang mampu mengalir melalui tulangan dan memenuhi seluruh ruang yang ada didalam cetakan secara padat tanpa menggunakan bantuan getaran mekanik atau pemadatan manual (Tjaronge dkk., 2006).

Komposisi agregat beton *self-compacting concrete* dan beton konvensional memiliki perbedaan. Proporsi campuran yang digunakan berbeda dengan beton konvensional dan beton *roller compacted concrete for dams* (RCD), dapat dilihat pada Gambar 2.7. Hasil perbandingan menunjukkan *self-compacting concrete* memiliki batasan agregat kasar (G), namun persentase *powder* untuk beton SCC lebih besar dibandingkan dengan beton normal dan RCD. Jumlah agregat kasar yang lebih sedikit dapat menghasilkan beton yang mampu mengalir dengan baik tanpa terjadi segregasi, serta penggunaan *powder* yang lebih, dapat menambah pengikat antar agregat (Okamura dan Ouchi, 2003).



Gambar 2.7 Perbandingan proporsi campuran beton SCC dan beton konvensional lain (Okamura dan Ouchi, 2003)

Beton *self-compacting concrete* (SCC) memiliki kemampuan untuk memenuhi seluruh ruang yang ada didalam cetakan tanpa getaran mekanik. Beton SCC dapat dikatakan seperti itu jika memenuhi syarat sebagai berikut.

#### 1. *Flowability*

*Flowability* adalah kemampuan cairan atau campuran dalam mengisi rongga-rongga dalam cetakan yang menunjukkan bahwa beton tersebut mempunyai daya alir yang baik atau tidak. Pengujian yang dapat dilakukan

untuk mengetahui *flowability* salah satunya ialah *slump flow* yang mempunyai syarat pengujian yaitu antara 550 mm – 850 mm (EFNARC, 2005).

## 2. *Viscosity*

Viskositas (*viscosity*) adalah kemampuan fluida untuk melawan *tensional stress* dan *shear stress* atau dapat digambarkan sebagai tingkat kekentalan. Pengukuran *viscosity* dapat dilihat secara visual dalam beberapa pengujian seperti T50cm, *slump flow*, dan *v-funnel*. Nilai waktu yang diperoleh bukan menunjukkan tingkatan *viscosity*, tetapi dapat dilihat dari laju alirannya. (EFNARC, 2005)

## 3. *Passing ability*

*Passing ability* merupakan kemampuan beton SCC dalam melewati halangan yang terpasang (tulangan) dan masuk kedalam celah sempit untuk mengisi ruang. Pemeriksaan ini dapat dilihat dengan menggunakan pengujian *L-Box* yang mengacu pada (EFNARC, 2005).

## 4. *Segregation resistance*

*Segregation resistance* adalah kemampuan beton agar tetap homogen atau komposisi agregat tidak terpisah sebelum beton mengeras. *Segregation resistance* sangat penting untuk mencegah agregat kasar menurun ke dasar beton segar yang mengakibatkan terjadinya rongga pada beton. Terpisahnya campuran agregat juga dapat menyebabkan penurunan kualitas beton.

Beton *self-compacting concrete* harus diperiksa terlebih dahulu, sebelum campuran beton digunakan untuk pengecoran. Pemeriksaan ini untuk mengetahui campuran beton telah memenuhi persyaratan untuk dapat digunakan atau tidak. Pemeriksaan mengacu pada *European Federation of National Trade Associations Representing Producers and Applicators of Specialist Building Products* (EFNARC). Persyaratan beton segar dengan pemeriksaan EFNARC tersaji pada Tabel 2.15. Metode yang harus dicapai untuk memenuhi persyaratan sebagai kriteria *self-compacting concrete*, sebagai berikut ini.

### 1. *Slump flow*

*Slump flow* merupakan pengujian yang dapat digunakan untuk menentukan *flowability* dari campuran beton segar, dan dengan menggunakan pengujian ini dapat diperoleh kondisi workabilitas beton

berdasarkan kemampuan penyebaran beton. Proses pengujian dilakukan diatas meja sebar T50cm seperti Gambar 2.8 dengan menggunakan *abrams cone*, dengan cara mengisi kerucut *abrams* hingga penuh, kemudian angkat kerucut keatas dengan sekali gerakan. Menurut *European Federation of National Trade Associations Representing Producers and Applicators of Specialist Building Products* (EFNARC) memiliki kriteria *slump flow* 550-850 mm.

2. Meja sebar (T50)

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan kemampuan alir atau *flowability* dari beton *self-compacting concrete*. Peralatan yang diperlukan untuk pengujian terdiri dari sebuah tatakan datar yang diberi sebuah lingkaran berdiameter 500 mm seperti pada Gambar 2.8. Pengujian dilakukan dengan cara mengisi kerucut uji dan menghitung waktu beton segar mengalir membentuk lingkaran diameter 500 mm. menurut (EFNARC, 2005) durasi yang dibutuhkan oleh beton segar mencapai T50 ialah 2 – 5 detik.

3. *L-box*

*L-box* merupakan pengujian untuk mengetahui *passing ability* dengan cara mengukur kemampuan beton SCC dalam melewati halangan terpasang yaitu celah diantara tulangan. Pengujian memiliki dua variasi yaitu menggunakan 2 tulangan atau 3 tulangan. Pengujian ini memiliki kriteria yang disyaratkan adalah dengan perbandingan H2/H1 antara 0,8-1 seperti pada Gambar 2.8.

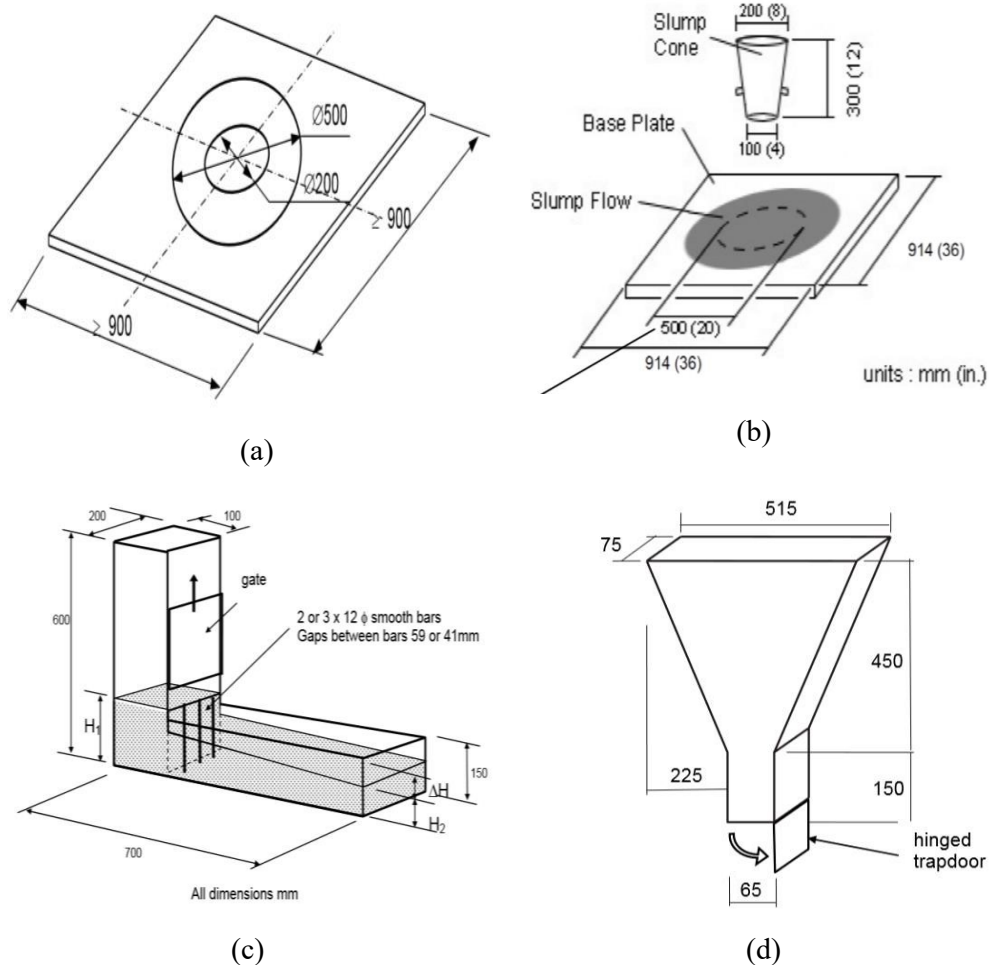
4. *V-funnel*

*V-funnel* merupakan pengujian untuk mengukur tingkat *viscosity* dan *flowability* dalam *self-compacting concrete*. Alat yang digunakan untuk pengujian ini adalah corong yang berbentuk V dimana bagian atas dan bawah terbuka dan bagian bawah terdapat pintu yang dapat dibuka dan ditutup, yang dapat dilihat pada Gambar 2.8. Menurut EFNARC seperti Tabel 2.16 hasil pengujian *v-funnel* memiliki durasi waktu 6-25 detik.

Nilai *fresh properties* telah ditentukan oleh *European Federation of National Trade Associations Representing Producers and Applicators of Specialist Buildings Product for Concrete* (EFNARC) yang tercantum pada Tabel 2.15.

Tabel 2.15 Batas-batas *fresh properties* campuran beton SCC (EFNARC, 2005)

Pemeriksaan	Kisaran
Slump flow	550 mm – 850 mm
V-funnel	6 – 25 detik
L-box	$\geq 0,8$
T50 cm	2 – 5 detik

Gambar 2.9 Sketsa alat: (a) Meja sebar (T50), (b) *slump flow*, (c) *L-Box*, dan (d) *V-funnel* (EFNARC,2005)

#### 2.2.4. Superplasticizer

Menurut DPU (1991) bahan tambah adalah suatu bahan berupa cairan atau bubuk, yang dibubuhkan kedalam campuran beton selama pengadukan dalam jumlah yang diinginkan dengan tujuan untuk mengubah beberapa sifat dan betonnya. Pembuatan beton *Self-fiber compacting concrete*, dibutuhkan

*superplasticizer* yang berfungsi mempercepat pengerasan beton dan mengurangi kebutuhan air. *Superplasticizer* dalam penelitian ini menggunakan *sikament LN* dari PT Sika Indonesia sebagai reduktor air untuk mempercepat pengerasan beton dan meningkatkan *workability* atau memudahkan pengerjaan sesuai dengan (ASTM, 1989).

### 2.2.5. Zeolite

*Zeolite* adalah bahan alam yang sebagian besar terdiri dari unsur-unsur silikat dan aluminat yang reaktif. *Zeolite* merupakan salah satu jenis *pozzolan* yang dapat dipakai sebagai bahan tambah semen *Portland* karena mengandung *silica* yang cukup banyak (62,75%) serta keseluruhan memiliki sifat yang serupa dengan semen, dapat dilihat pada Tabel 2.16. Salah satu jenis *pozzolan* ini mempunyai beberapa sifat yang mudah melepas air akibat pemanasan dan juga mudah mengikat kembali molekul air dalam kondisi lembab.

Tabel 2.16 Komposisi kimia semen dan *zeolite* (Mohseni dkk., 2017)

	Konstituen (wt.%)	Semen	<i>Zeolite</i>
Komposisi kimia	SiO <sup>2</sup>	21,75	69,2
	Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	5,15	15,28
	Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	3,23	3,01
	CaO	63,75	2,24
	MgO	1,18	1,4
	SO <sup>3</sup>	1,97	0,45
	K <sup>2</sup> O	0,56	2,1
	Na <sup>2</sup> O	0,33	2,2
Sifat fisik	Kehilangan saat pembakaran	2,08	4,12
	Permukaan spesifik (m <sup>2</sup> /g)	0,33	0,31
	Berat Jenis	3,15	2,24

### 2.2.6. Kuat Tekan Beton

Menurut (BSN, 2011), kuat tekan beton dengan benda uji silinder ialah pemberian beban tekan aksial terhadap benda uji beton berbentuk silinder, pada laju pembebanan yang berada dalam batas yang ditentukan hingga terjadi kehancuran. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton, seperti sifat dan proporsi campuran, kondisi pemeliharaan, dan faktor pengujian. Nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus pada persamaan 2.1.

$$\text{Kuat tekan beton } (F_c') = \frac{P}{A} \cdot \text{kg/cm}^2 \dots \dots \dots (2.1)$$

dengan pengertian,

$F_c'$  = kuat tekan beton, dinyatakan dalam MPa atau N/mm<sup>2</sup>,

P = gaya tekan aksial atau beban maksimum (kg), dan

A = luas penampang melintang (cm<sup>2</sup>).