

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Bahan Penyusun Beton

Pengujian bahan penyusun beton pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Program Studi teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, meliputi pengujian agregat kasar dan agregat halus. Berdasarkan pengujian bahan penyusun beton didapat hasil sebagai berikut ini.

4.1.1. Agregat Kasar

a) Pengujian berat jenis dan penyerapan air

Berdasarkan pengujian berat jenis dan penyerapan air didapat hasil nilai berat jenis yaitu 2,64 dan nilai penyerapan air 0,014 %. Agregat yang digunakan adalah agregat yang lolos saringan 1/2". Agregat berdasarkan berat jenisnya dibedakan menjadi 3 yaitu agregat ringan, agregat normal, dan agregat berat. Agregat ringan yaitu agregat yang berat jenisnya kurang dari 2.0, agregat normal yaitu agregat yang berat jenisnya berkisar antara 2,5 – 2,7, dan agregat berat yaitu agregat yang berat jenisnya lebih dari 2,8. Dari hasil pengujian maka agregat kasar yang digunakan tergolong dalam agregat normal.

b) Pengujian Kadar Air

Berdasarkan hasil pengujian kadar air agregat kasar didapat nilai 1,00 %. Hasil perhitungan pengujian ini dapat dilihat pada lampiran I.

c) Pengujian Kadar Lumpur

Berdasarkan hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar Clereng didapat nilai 2,52 %. Berdasarkan persyaratan kadar lumpur agregat kasar yaitu tidak lebih dari 1 % sedangkan dari pengujian didapatkan hasil yang lebih besar dari yang disyaratkan. Maka agregat kasar perlu dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan. Hasil perhitungan pengujian ini dapat dilihat pada lampiran I.

d) Pengujian Berat Satuan

Berdasarkan hasil pengujian, didapat nilai berat satuan agregat kasar sebesar $1,434 \text{ gr/cm}^2$. Pengujian ini menggunakan krikil dalam keadaan kering dengan menggunakan silinder 15 cm x 30 cm. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengindikasikan bahwa agregat kasar yang akan digunakan berongga atau mampat. Semakin besar nilai berat satuan maka semakin mampat agregat kasar. Hal ini akan mempengaruhi proses pengerjaan beton dalam jumlah besar dan juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Apabila nilai berat satuan semakin rendah maka agregat tersebut berongga dan dapat mengurangi kuat tekan beton. Berat satuan agregat normal adalah sekitar $1,5 - 1,8 \text{ gr/cm}^3$. Hasil pengujian berat satuan dapat dilihat pada lampiran I.

e) Pengujian Keausan Agregat Kasar

Pada pengujian keausan didapat nilai keausan agregat sebesar 25,17 % dimana nilai keausan yang disyaratkan dengan mesin uji *Los Angeles* adalah sebesar 40 %. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada lampiran I.

Hasil pengujian agregat kasar Clereng dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Jenis Pengujian Agregat	Hasil	Satuan
1	Berat Jenis	2,64	-
2	Penyerapan Air	0,014	%
3	Kadar Air	1,00	%
4	Kadar Lumpur	2,52	%
5	Berat Satuan	1,434	gr/cm^3
6	Keausan	25,7	%

4.1.2. Hasil Pengujian Agregat Halus

Pada pengujian ini agregat halus yang digunakan berasal dari Merapi, Yogyakarta. Pengujian agregat halus dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Pengujian agregat halus adalah sebagai berikut ini.

a. Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, nilai berat jenis agregat halus didapatkan sebesar $2,63 \text{ gr/cm}^3$ dan nilai penyerapan air sebesar 4,84 %. Agregat halus dapat dibedakan menjadi 3 berdasarkan berat jenisnya, yaitu agregat ringan, agregat normal, dan agregat berat. Agregat ringan yaitu yang berat jenisnya $\leq 2,0$, agregat normal yaitu yang berat jenisnya berkisar antara 2,5 – 2,7, sedangkan agregat berat yaitu yang berat jenisnya $\geq 2,8$. Berdasarkan nilai berat jenis yang didapat maka agregat halus yang akan digunakan termasuk dalam agregat normal. Hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran I.

b. Pengujian Gradasi Butiran

Pada pengujian gradasi didapat nilai modulus halus butir (MHB) sebesar 3,02 %. Berdasar nilai modulus halus butir maka agregat halus yang akan digunakan termasuk ke dalam daerah gradasi no. 3 yaitu pasir agak kasar. Untuk mengetahui daerah gradasi bisa dilihat pada Tabel 4.2. Hasil pengujian bisa dilihat pada Gambar 4.1.

Tabel 4.2. Daerah gradasi butiran

Lubang (mm)	% Berat Butir Lolos Saringan			
	Daerah 1	Daerah 2	Daerah 3	Daerah 4
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

c) Pengujian Kadar Air

Berdasarkan pengujian kadar air didapatkan nilai kadar air sebesar 11,904 %. Agregat yang digunakan merupakan agregat halus merapi. Hasil pengujian dapat dilihat pada lampiran I.

d) Pengujian Kadar Lumpur

Berdasarkan hasil pengujian kadar lumpur agregat halus didapatkan nilai kadar lumpur sebesar 5,3 %. Dalam SK SNI S-04-1989 (BSN, 1989), klasifikasi kadar lumpur agregat halus terbagi menjadi 3, yaitu agregat halus bersih dengan kadar lumpur 0 % - 3 %, agregat halus sedang dengan kadar lumpur 5 % - 7 %, agregat halus kotor dengan kadar lumpur > 5 %. Agregat halus yang akan digunakan termasuk dalam kategori agregat halus sedang. Hasil perhitungan kadar lumpur dapat dilihat pada lampiran I.

e) Pengujian Berat Satuan

Dari hasil pengujian didapatkan nilai berat satuan agregat halus sebesar 1,649 gram/cm³. Berat satuan digunakan untuk mengindikasikan bahwa agregat halus berongga atau mampat. Semakin besar nilai berat satuan maka semakin mampat agregat, hal ini juga akan mempengaruhi kuat tekan beton. Semakin rendah nilai berat satuan maka agregatnya berongga dan bisa menyebabkan terjadinya penurunan kuat tekan beton. Untuk berat satuan agregat halus normal adalah berkisar 1,5 – 1,8 gr/cm³. Untuk hasil lengkapnya bisa dilihat pada lampiran I. Adapun hasil pengujian agregat halus dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.3. Hasil pengujian agregat halus

No	Jenis Pengujian Agregat	Hasil	Satuan
1	Berat Jenis	2,63	-
2	Penyerapan Air	4,84	%
3	Modulus Halus Butir	3,02	-
4	Gradasi Butir	3	-
5	Kadar Air	11,904	%
6	Kadar Lumpur	5	%
7	Berat Satuan	1,694	gr/cm ³

4.2. Hasil Perancangan Campuran Beton (Mix Design)

Pada penelitian ini tata cara perancangan campuran beton mengacu pada metode ACI 211. 4R-93. Perancangan campuran bertujuan untuk mengetahui komposisi dan proporsi bahan penyusun beton. Hasil dari desain yang kami lakukan

dalam pembuatan benda uji beton tersebut dapat dilihat pada tabel 4.4 dan tabel 4.5. Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran XI.

Tabel 4.4. Kebutuhan Bahan Penyusun beton untuk 1 m³

Volume/ Berat	Variasi Superplasticizer			Satuan
	0,8 %	1,0 %	1,5 %	
Air	218,73	216,99	212,65	Kg
Semen	867,98	867,98	867,98	Kg
Kerikil	975,12	975,12	975,12	Kg
Pasir	287,76	287,76	287,76	Kg
Viscocrete 1003	6,94	8,68	13,02	Kg

Tabel 4.5. Kebutuhan bahan penyusun beton untuk silinder 15 cm x 30 cm

Volume/ Bahan	Variasi Superplasticizer			Satuan
	0,8 %	1,0 %	1,5 %	
Air	1320	1270	1190	ml
Semen	5,52	5,25	5,25	Kg
Kerikil	5,90	5,90	5,90	Kg
Pasir	1,74	1,74	1,74	Kg
Viscocrete 1003	42,01	52,51	84,02	ml

4.3. Hasil Pengujian *Slump*

Pengujian ini dilakukan setelah pencampuran beton. Menurut SNI 1972 – 2008 (BSN, 2008), pengujian *slump* bertujuan untuk mengetahui homogenitas dan *workability* beton segar dengan suatu kekentalan tertentu yang dinyatakan dengan nilai *slump*. Semakin tinggi nilai *slump* maka semakin mudah proses pengadukan, penuangan dan pemadatan, sebaliknya jika nilai *slump* semakin rendah maka akan memiliki nilai *workability* yang rendah, sehingga proses pencampuran, penuangan, pemadatan menjadi sulit. Untuk hasil pengujian *slump* dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6. Hasil Pengujian *Slump*

No	Variasi Superplasticizer (%)	Umur beton (Hari)	Nilai <i>Slump</i> (cm)
1	0,8	7	10
2	1,0	7	12
3	1,5	7	15
1	0,8	14	9
2	1,0	14	12
3	1,5	14	16
1	0,8	28	11
2	1,0	28	16
3	1,5	28	19

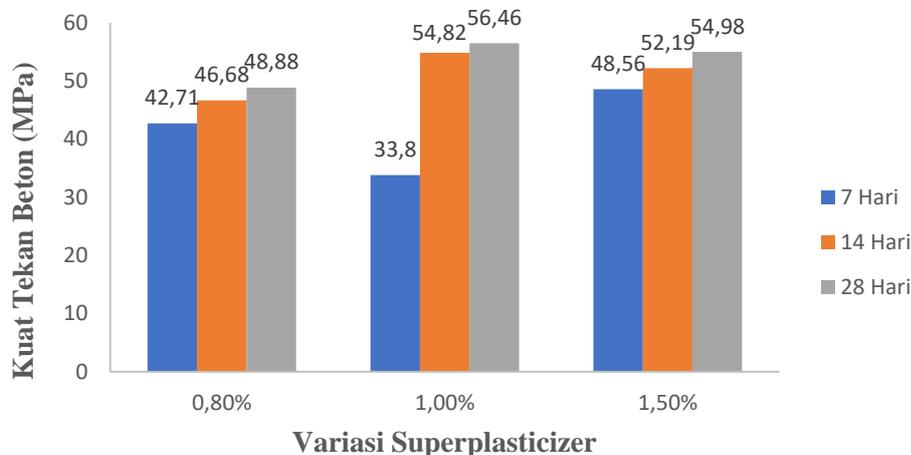
4.4. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pada penelitian ini. Pengujian kuat tekan beton mutu tinggi dengan variasi bahan tambah *superplasticizer* dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 4.7.

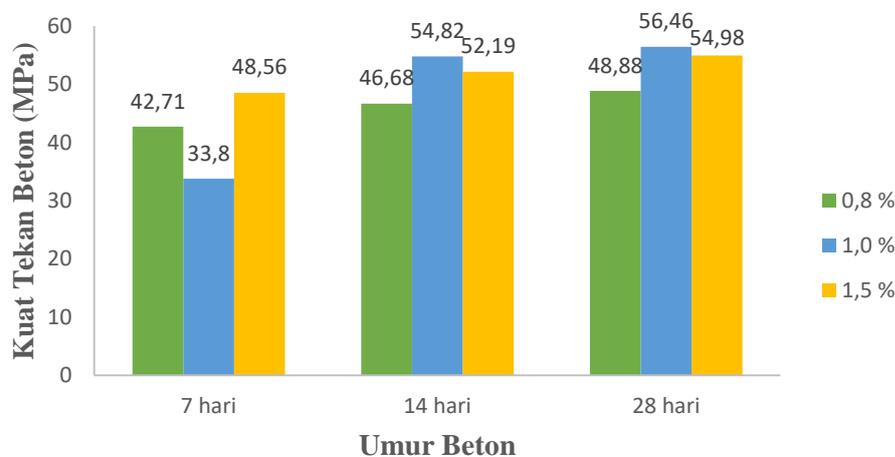
Tabel 4.7. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

No	Kode Benda Uji	Umur Benda Uji (Hari)			Satuan
		7	14	28	
1		48,30	48,95	35,9	
2	Variasi 0,8 %	36,44	43,80	48,7	MPa
3		43,40	47,30	62,06	
	Rata-rata	42,71	46,68	48,88	
1		30,29	51,59	55,00	
2	Variasi 1,0 %	33,47	61,45	54,50	MPa
3		37,64	51,43	59,88	
	Rata-rata	33,8	54,82	56,46	
1		48,67	53,05	52,71	
2	Variasi 1,5 %	50,39	43,65	55,58	MPa
3		46,73	59,88	57,19	
	Rata-rata	48,56	52,19	54,98	

Dapat dilihat pada Tabel 4.7 bahwa semua variasi mengalami peningkatan kuat tekan beton seiring dengan bertambahnya umur beton. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar 4.1. dan Gambar 4.2.



Gambar 4.1. Hubungan antara kuat tekan beton (MPa) dengan variasi *superplasticizer*



Gambar 4.2. Hubungan antara kuat tekan beton (MPa) dengan umur beton

Berdasarkan gambar 4.1. bahwa semakin lama umur beton maka kekuatan beton akan semakin meningkat. Sementara menurut gambar 4.2. dapat dilihat bahwa semakin tinggi kadar *superplasticizer* yang digunakan maka semakin besar kuat tekan beton yang dihasilkan, pada kadar 1,0 % dan 1,5 % umur beton 28 hari terjadi penurunan kuat tekan beton, hal ini dimungkinkan karena kurangnya ketelitian dan campuran beton yang tidak homogen pada saat pembuatan benda uji silinder. Secara keseluruhan kuat tekan hasil pengujian memenuhi syarat sebagai

beton mutu tinggi (> 40 MPa) tetapi tidak mencapai target yang diharapkan hal ini dikarenakan ukuran maksimumnya cukup kecil dan tidak cukup kuat berdasar nilai pengujian keausan agregat yang cukup besar,

4.5. Hasil penelitian sekarang dan terdahulu

Tabel 4.8. Hasil penelitian terdahulu dan sekarang

No	Terdahulu	Sekarang
1	Pada penelitian (Arman dkk., 2017) dengan menggunakan bahan tambah conplast SP 337 dan conplast R 1 % didapatkan kuat tekan beton secara berurut pada umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari sebesar 24,7 MPa, 30, 19 MPa dan 33,73 MPa.	Pada penelitian ini digunakan agregat halus dari Merapi, Yogyakarta, agregat kasar berasal dari Clereng, Yogyakarta dan menggunakan bahan tambah <i>superplasticizer</i> didapatkan kuat tekan beton rata-rata variasi SP 0,8 %, 1,0 %, 1,5 % pada umur beton 7 hari, 14 hari, dan 28 hari secara berurut adalah pada umur 7 hari = 42,71 MPa, 33,8 MPa dan 48,56 MPa, pada umur 14 hari = 46,68 MPa, 54,82 MPa dan 52,19 MPa, pada umur 28 hari = 48,88 MPa, 52,93 MPa dan 45,98 MPa.
2	Pada penelitian (Ervianto dkk., 2016) mengenai beton mutu tinggi dengan bahan tambah <i>fly ash</i> kadar 5 %, 7,5 %, 10 % dan <i>Besmittel</i> kadar 0,5 % didapatkan kuat tekan pada umur 28 hari sebesar 35,59 MPa, 41,49 MPa dan 40,45 MPa.	Pada penelitian ini dengan bahan tambah <i>superplasticizer</i> kadar 0,8 %, 1,0 % dan 1,5 % didapatkan kuat tekan beton pada umur 28 hari sebesar 48,8 MPa, 52,93 MPa dan 45,98 MPa
3	Pada penelitian (Lydiasari, 2009) dengan bahan tambah LSC309 kadar 2 % dan RHEOMAC SF100-MB-SF sebesar 5 %, 10%, dan 15%, didapat kuat tekan pada 7 hari sebesar 41,69 MPa, 45,52 MPa, 48,9 MPa, 55,08 MPa, sedangkan pada umur 28 hari didapatkan kuat tekan sebesar 64,52 MPa, 70,74 MPa, 74,14 MPa dan 82,81 MPa.	Pada penelitian ini dengan bahan tambah <i>superplasticizer</i> kadar 0,8 %, 1,0 % dan 1,5 % didapatkan kuat tekan pada umur 7 hari sebesar 42,71 MPa, 33,8 MPa, 48,56 MPa, sedangkan pada umur 28 hari didapatkan kuat tekan sebesar 48,88 MPa, 52,93 MPa dan 45,98 MPa.

Berdasarkan Tabel 4.8 dijelaskan bahwa nilai kuat tekan pada penelitian ini lebih kecil dikarenakan hanya memakai 1 bahan tambah yaitu *superplasticizer* yang menyebabkan peningkatan kuat tekan beton tidak terlalu signifikan. Disamping itu ada beberapa faktor lainnya seperti pengadukan beton, kebersihan bahan penyusun beton, pemadatan dan perawatan beton yang menyebabkan kuat tekan tidak optimal.