

PENGARUH PENAMBAHAN WATERGLASS PADA SIFAT MEKANIK BETON

Oleh: Anita Setyowati Srie Gunarti, Subari, Guntur Alam

ABSTRAK

Berbagai penelitian dan percobaan dibidang beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton. Salah satu cara untuk meningkatkan mutu beton adalah dengan memberikan bahan tambah (*additive*). Dari beberapa bahan tambah yang dikembangkan saat ini salah satunya adalah *waterglass*. Tujuan dari penelitian dan pengujian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan zat aditif jenis *waterglass* dalam campuran beton terhadap *slump*, kuat tekan, dan kekedapan beton dengan mutu rencana K-200.

Penelitian ini dilakukan dengan cara menguji bahan material, *mix design*, dan membuat benda uji di Laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, Balai Irigasi, Bekasi. Pedoman penelitian mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dan *Japanese Industrial Standard* (JIS). Komposisi penambahan *waterglass* dalam penelitian ini sebesar 1%, 2%, 3%, dan 4% dari berat semen dan 0% (beton normal) sebagai pembanding dengan umur perawatan 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari.

Dari hasil penelitian dan pengujian nilai *slump* mengalami penurunan dari *slump* rencana yaitu 12 cm, pada 1% penambahan *waterglass* nilai *slump* turun sebanyak 16,67%, pada 2% turun 37,50%, pada 3% turun 58,33%, dan pada 4% turun 83,33%. Kuat tekan optimum didapat pada proporsi campuran *waterglass* 2% umur 28 hari, peningkatan mutunya sebesar 33,25% dari mutu rencana K-200 dengan pembanding kuat tekan beton normal pada umur 28 hari sebesar 19,68% dari mutu rencana yang sama. Untuk kekedapan beton pada proporsi campuran 2% lebih kedap 17,95% daripada beton normal. Secara umum, penambahan *waterglass* sebesar 2% terhadap berat semen dengan mutu beton K-200 memiliki kuat tekan dan kekedapan yang lebih baik dari beton normal dengan mutu beton yang sama.

Kata kunci: *additive*, kuat tekan, porositas, sifat beton, *waterglass*

1. Pendahuluan

Beton merupakan salah satu pilihan sebagai bahan struktur dalam pembangunan. Beton sangat diminati karena bahan ini merupakan bahan konstruksi yang mempunyai banyak kelebihan antara lain, mudah dikerjakan dengan cara mencampur semen, agregat, air, dan bahan tambahan lain bila diperlukan dengan perbandingan tertentu. Kelebihan beton yang lain adalah ekonomis (dalam pembuatannya menggunakan bahan dasar lokal yang mudah diperoleh), dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan yang dikehendaki, mampu menerima kuat tekan dengan baik, tahan aus, rapat air, dan mudah perawatannya, maka beton sangat populer dipakai baik untuk struktur-struktur besar maupun kecil. Untuk itu bahan konstruksi ini dianggap sangat penting untuk terus dikembangkan.

Peningkatan mutu beton dapat dilakukan dengan memberikan bahan tambah. Dari beberapa bahan tambah yang tengah dikembangkan saat ini salah satunya adalah *waterglass*. *Waterglass* dengan reaksi kimia Na_2SiO_3 adalah salah satu bahan yang digunakan dalam campuran semen dan tekstil, merupakan material yang dapat memberikan perlindungan terhadap api. Pada penelitian ini akan dianalisa pengaruh penambahan zat aditif jenis

waterglass terhadap nilai *slump*, kuat tekan, porositas (kekedapan) beton dengan mutu rencana K-200.

2. Tinjauan Pustaka

1. Beton

Menurut Tjokrodimulyo (1992), beton merupakan suatu bahan yang komposit (campuran) dari beberapa material yang bahan utamanya terdiri dari medium campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air serta bahan tambahan lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk. Beton dibentuk dari pencampuran bahan batuan yang diikat dengan bahan perekat semen. Bahan batuan yang digunakan untuk menyusun beton umumnya dibedakan menjadi agregat kasar (kerikil/batu pecah) dan agregat halus (pasir).

2. Agregat

Agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari saringan nomor 8 (2,36 mm) terdiri dari batu pecah atau kerikil pecah alam yang bersih tidak mengandung kotoran atau bahan lain yang merugikan dan berfungsi sebagai kerangka untuk memberikan stabilitas pada campuran melalui bentuk permukaannya yang kasar.

Agregat halus (pasir) adalah agregat dengan ukuran butir lebih halus dari saringan nomor 8 (2,36 mm) dan tertahan saringan nomor 200 (0,075 mm), berfungsi sebagai pengunci dan dapat meningkatkan stabilitas campuran melalui saling mengunci (*interlocking*) antar butir.

2.3. Filler

Bahan pengisi yang disebut *filler* adalah bahan pengisi yang berfungsi sebagai bahan perekat pada campuran beton. *Filler* yang biasa digunakan untuk campuran beton berupa semen, kapur, atau abu batu. Bahan pengisi yang ditambahkan harus bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan secara basah harus mengandung bahan yang lolos ayakan nomor 200 (0,075 mm). Pada pengkajian ini *filler* yang digunakan adalah semen. Semen sebagai bahan pengikat yang lazim digunakan adalah bahan pengikat yang bersifat hidrolik dalam pengertian akan mengikat dan mengeras dengan baik apabila dicampur air. Bahan pengikat yang sering digunakan dalam campuran beton adalah jenis semen abu-abu yang biasa disebut *Portland Cement* (PC).

2.4. Air

Dalam pembuatan beton, air merupakan salah satu faktor penting, karena air dapat bereaksi dengan semen, yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat desak beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan pada kekuatan beton itu sendiri. Selain itu kelebihan air akan mengakibatkan beton menjadi *bleeding*, yaitu air bersama-sama semen akan bergerak ke atas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekatan antara lapis-lapis beton yang akan menjadikan berkurangnya kekuatan beton.

2.5. Bahan Tambah (*Additive*)

Bahan tambah adalah bahan selain unsur pokok beton (air, semen, dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton. Tujuannya adalah untuk mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras.

Waterglass dengan reaksi kimia Na_2SiO_3 adalah salah satu bahan yang digunakan dalam campuran semen dan tekstil, merupakan material yang dapat memberikan perlindungan terhadap api. *Waterglass* dikenal sebagai air bening (*waterglass*) atau larutan bening (*liquidglass*). *Waterglass*, berwarna putih dengan bentuk padat, dapat larut dalam air (menghasilkan larutan alkali). *Waterglass* bersifat stabil, baik dalam bentuk biasa maupun larutan alkali. *Waterglass* merupakan salah satu bahan tertua dan paling aman yang sering

digunakan di dalam industri kimia, hal ini dikarenakan proses produksi yang lebih sederhana maka sejak tahun 1818 *waterglass* berkembang dengan cepat.

Zat kimia ini dapat dibuat dengan dua proses yaitu proses kering dan proses basah. Pada proses kering, pasir (SiO_2) dicampur dengan *sodium carbonate* (Na_2CO_3) atau dengan *potassium carbonate* (K_2CO_3) pada temperatur 1100 – 1200°C. Hasil reaksi tersebut menghasilkan kaca (*cullets*) yang dilarutkan ke dalam air dengan tekanan tinggi menjadi cairan bening dan agak kental. Sedangkan pada proses pembuatan basah, pasir (SiO_2) dicampur dengan *sodium hydroxide* (NaOH) melalui proses filtrasi akan menghasilkan *waterglass* murni. Seperti halnya bahan kimia lainnya, *waterglass* juga mempunyai konsentrasi. Pada umumnya konsentrasi *waterglass* dinyatakan melalui *baume degree* ($^\circ\text{Be}$). *Baume degree* merupakan satuan untuk menyatakan konsentrasi sebuah larutan berdasarkan *Specific Gravity* (SG) yang dibandingkan dengan air. Untuk SG larutan yang lebih besar dari air, *baume degree* dihitung dengan rumus $^\circ\text{Be} = 145 - 145/\text{SG}$. Sedangkan untuk SG larutan yang lebih kecil dari air, *baume degree* dihitung dengan rumus $^\circ\text{Be} = 140/\text{SG} - 130$. Selain *baume degree*, *waterglass* juga dinyatakan dengan *mole ratio* (R). *Mole ratio* adalah perbandingan antara SiO_2 dengan Na_2O .

2.6.

Kuat Tekan

Sifat yang paling penting dari beton adalah kuat tekan beton. Kuat tekan beton biasanya berhubungan dengan sifat-sifat lain, maksudnya apabila kuat tekan beton tinggi, sifat-sifat yang lain juga baik (Tjokrodimulyo, 1995).

2.7. Beton dengan Campuran *Waterglass*

Dalam penelitian ini, campuran beton ditambahkan zat aditif jenis *waterglass* terhadap berat semen. Persentase penambahan *waterglass* dalam campuran beton dapat dilihat pada Tabel 2. 1. Standar pemakaian persentase 0%, 1%, 2%, 3%, dan 4% mengacu pada kadar yang dianjurkan PT. Bumi Tirtamas Nusantara yakni sebesar 0,5% – 4,5% terhadap berat semen.

Tabel 2.1 *Sample* Beton yang Akan Diuji

No.	Penambahan <i>Waterglass</i>	Usia Beton	<i>Sample</i>
1.	0%	7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari	@ 3 <i>sample</i>
2.	1%	7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari	@ 3 <i>sample</i>
3.	2%	7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari	@ 3 <i>sample</i>
4.	3%	7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari	@ 3 <i>sample</i>
5.	4%	7 hari, 14 hari, 21 hari, 28 hari	@ 3 <i>sample</i>
Jumlah : 5 x 4 x 3			= 60 <i>sample</i>

Sumber: Hasil Analisa, 2010

Untuk pengujian porositas beton dilakukan ketika beton berumur 28 hari. Pengujian dilakukan pada beton normal (tanpa campuran *waterglass*) dan pada campuran beton dengan penambahan *waterglass* yang memiliki nilai kuat tekan optimum.

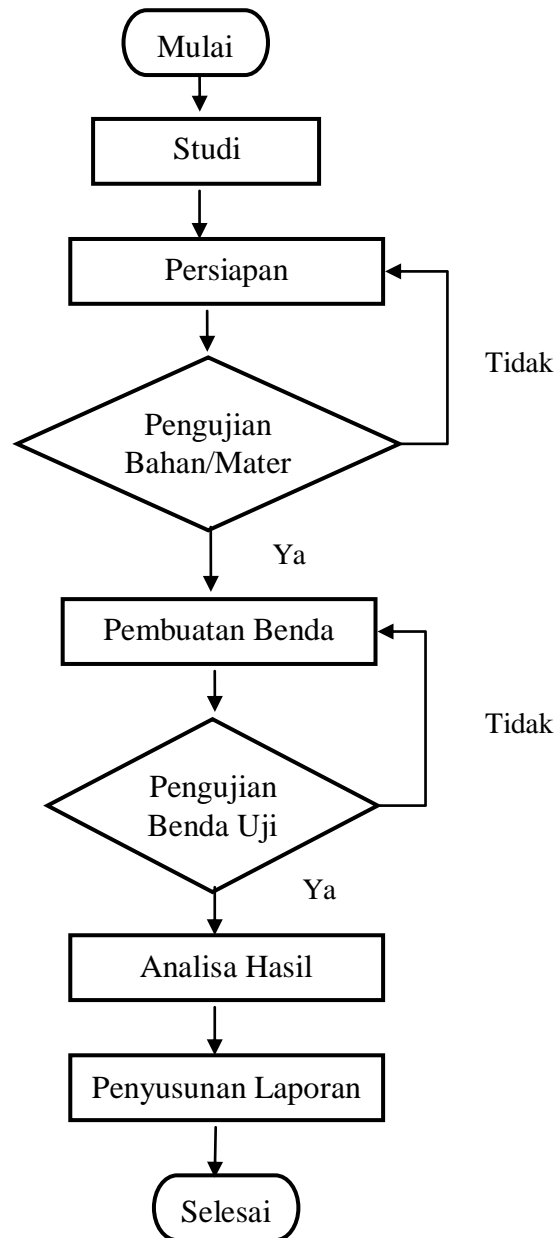
3. Metodologi

Metode yang dilakukan penulis untuk menyusun skripsi mengenai *Pengaruh Penambahan Waterglass Pada Sifat Mekanik Beton* ini sebagai berikut ini:

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, Balai Irigasi, Bekasi.
2. Mutu rencana beton K-200.

3. Bahan yang digunakan berupa agregat halus dari Galunggung, agregat kasar dari Purwakarta, *filler* berupa semen produksi PT. Indocement, dan zat tambah jenis *waterglass* yang dijual bebas di toko kimia.
4. Dosis penambahan *waterglass* sebesar 1%, 2%, 3%, dan 4% terhadap berat semen.
5. Penelitian dilakukan dengan cara menguji bahan material, *mix design*, dan membuat benda uji sesuai dengan rencana campuran yang telah ditentukan, kemudian *sample* diuji berdasarkan umur perawatan benda uji (7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari) dengan cara tekan.
6. Pengujian porositas dilakukan pada benda uji tanpa campuran zat aditif jenis *waterglass* dan benda uji dengan penambahan *waterglass* yang memiliki kuat tekan optimum pada umur 28 hari.
Tahapan penelitiannya sebagai berikut:
 1. Tahap pertama
Penelitian terhadap bahan dasar pembentuk beton. Tujuannya untuk mengetahui sifat dan karakteristik bahan-bahan tersebut.
 2. Tahap kedua
Perhitungan perencanaan campuran beton, pencampuran beton, pengujian *slump*, pembuatan benda uji silinder, serta perawatan benda uji selama proses pengikatan awal.
 3. Tahap ketiga
Pengujian kuat tekan benda uji yang berbentuk silinder dan pengujian porositas benda uji.
 4. Tahap keempat
Menganalisa data hasil pengujian benda uji dan membuat kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

Langkah-langkah penelitian tergambar dalam bagan alur berikut ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

4. Hasil dan Analisa

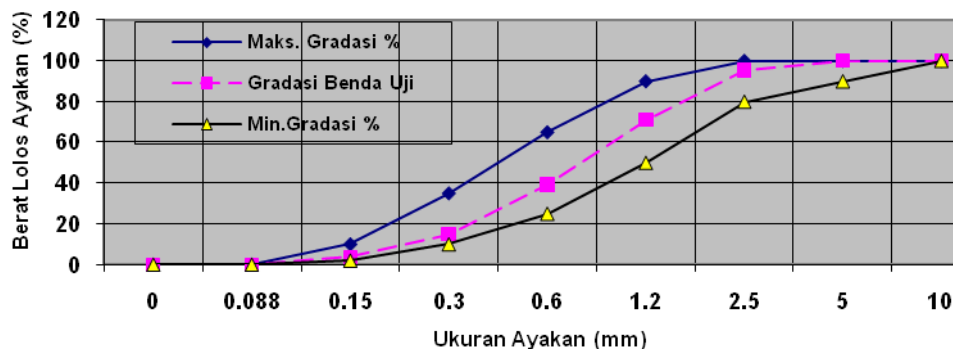
4.1. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Data dari pengujian analisa saringan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 4.1 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Nama : Guntur Alam		Tanggal : 08 Maret 2010			
Temperatur : Ruang 30°C, Air 25 °C, Oven 105 °C			Kelembaban : 92%		
Contoh : Pasir Galunggung					
Lolos Ayakan (mm)	Jumlah Berat Sisa		Berat Sisa Masing ²		Berat Lolos (%)
	(gr)	(%)	(gr)	(%)	
10	-	-	-	-	100,00
5	-	-	-	-	100,00
2,5	23,9	4,72	23,9	4,72	95,28
1,2	146,4	28,94	122,5	24,22	71,06
0,6	307,6	60,80	161,2	31,86	39,20
0,3	430,8	85,15	123,2	24,35	14,85
0,15	486,9	96,24	56,1	11,09	3,76
<i>Pan</i>	505,9	100	19	3,76	0,00
Jumlah	-	-	505,9	100	-
M. Kehalusan	FM : 2,76				

Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2010



Gambar 4.1 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus

Dari hasil pengujian analisa saringan agregat halus adalah untuk menentukan gradasi agregat halus. Pada Tabel 4.1 didapat modulus kehalusan agregat halus sebesar 2,76%, sementara modulus kehalusan yang disyaratkan dalam SNI 1968:2008 atau JIS A. 1102–1976 adalah antara 2,3% - 3,1%. Selain itu, pada Grafik 4.1 terlihat persentase berat lolos agregat halus berada di antara batas minimum dan maksimum. Artinya, agregat halus yang berasal dari Galunggung ini memenuhi syarat untuk dijadikan bahan dalam penelitian ini.

4.2. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Data dari pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.2 berikut ini:

Tabel 4.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Nama : Guntur Alam	Tanggal : 08 Maret 2010	
Temperatur : Ruang 30°C, Air 25°C, Oven 105°C	Kelembaban : 92%	
Contoh : Pasir Galunggung		
Nomor Pemeriksaan	1	2
1) Nomor <i>Picnometer</i>	8	9
2) Berat <i>Picnometer</i> (g)	185,7	184,8
3) Berat Contoh (g)	500	500
4) Berat (<i>picnometer</i> + contoh + air) (g)	988,0	986,2
5) Berat Air (g)	302,3	301,4
6) Berat Jenis = $\frac{500}{500 - (5)}$	2,53	2,52
7) Perbedaan Hasil	0,01	
8) Hasil Rata-rata	2,52	
9) Berat Contoh Sesudah Kering (g)	485,1	486,2
10) Penyerapan = $\frac{500 - (9)}{(9)} \times 100\%$ (%)	3,07	2,84
11) Perbedaan Hasil (%)	0,23	
12) Hasil Rata-rata (%)	2,93	

Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2010

Dari hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus didapat berat jenis agregat halus yang berasal dari Galunggung ini sebesar 2,52 dan untuk penyerapannya sebesar 2,93%, sementara itu berat jenis yang disyaratkan dalam SNI 1970:2008 atau JIS A. 1109-1951 untuk agregat halus yang baik minimal 2,50 dan penyerapannya tidak boleh lebih dari 3%. Artinya, agregat halus yang berasal dari Galunggung ini memenuhi syarat untuk dijadikan bahan campuran beton dalam penelitian ini.

4.3. Hasil Pengujian Kadar Lumpur/Lolos Saringan 0,075 mm

Data dari pengujian kadar lumpur atau bahan lolos saringan 0,075 mm untuk agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini:

Tabel 4.3 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Nama : Guntur Alam	Tanggal : 08 Maret 2010 – 09 Maret 2010	
Temperatur : Ruang 30°C, Air 25°C, Oven 105°C	Kelembaban : 92%	
Contoh : Pasir Galunggung		
Nomor Pemeriksaan	1	2
(1) Berat Contoh Kering Sebelum Dicuci (g)	500	500
(2) Berat Contoh Kering Sesudah Dicuci (g)	481,8	482,7
(3) Berat yang Hilang (g)	18,2	17,3
Persentase Bahan yang Lolos (4) = $\frac{(1) - (2)}{(1)} \times 100\%$ (%)	3,64	3,46
(5) Hasil Rata-rata (%)	3,55	

Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2010

Dari hasil pengujian kadar lumpur atau bahan lolos saringan 0,075 mm yang terdapat dalam Tabel 4.3, kadar lumpur yang terkandung dalam agregat halus yang berasal dari Galunggung ini sebesar 3,55%. Sementara itu, kadar lumpur yang disyaratkan dalam SNI 4142:2008 atau JIS A. 1103–1964 untuk agregat halus yang baik, yaitu kadar lumpur tidak boleh lebih dari 5%. Artinya, agregat halus dari Galunggung ini memenuhi syarat untuk dijadikan bahan campur dalam penelitian beton ini.

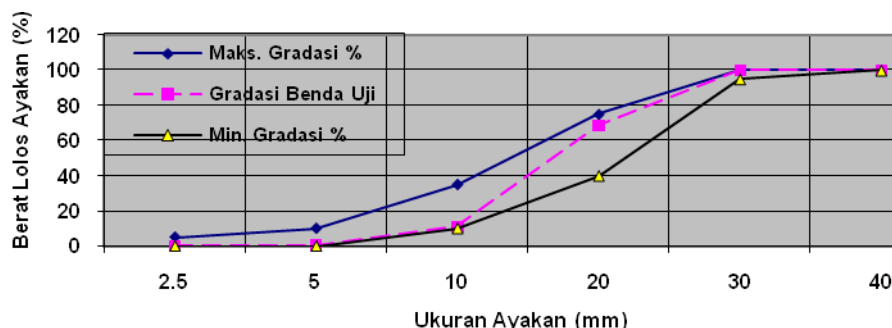
4.4. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar

Data dari pengujian analisa saringan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut ini:

Tabel 4.4 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar

Nama	: Guntur Alam		Tanggal: 08 Maret 2010		
Temperatur: Ruang	30°C, Air 25°C, Oven 105°C		Kelembaban: 92%		
Contoh	: Agregat Kasar Kuningan				
Ukuran Ayakan (mm)	Jumlah Berat Sisa		Berat Sisa Masing ²		Berat Lolos (%)
	(gr)	(%)	(gr)	(%)	
40	-	-	-	-	100
30	-	-	-	-	100
20	5.049	31,48	5.049	31,48	68,52
10	14.221	88,65	9.172	57,18	11,34
5	15.954	99,46	1.733	10,80	0,54
2,5	15.994	99,71	40	0,25	0,29
<i>Pan</i>	16.041,2	100	47,2	0,29	0
Jumlah	-		16.041,2	100	-
M. Kehalusan	FM : 7,19				

Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2010



Gambar 4.2 Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar

Dari hasil pengujian analisa saringan agregat kasar adalah untuk menentukan gradasi agregat kasar. Pada Tabel 4.4 didapat modulus kehalusan agregat kasar sebesar 7,19, sementara modulus kehalusan yang diisyaratkan dalam SNI 1968:2008 atau JIS A. 1102–1953 adalah antara 6 - 8. Selain itu, pada Grafik 4.2 terlihat persentase berat lolos agregat kasar berada di antara batas minimum dan maksimum. Artinya, agregat kasar yang berasal dari Kuningan ini memenuhi syarat untuk dijadikan bahan campuran beton dalam penelitian ini.

4.5. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Data dari pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini:

Tabel 4.5 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Nama : Guntur Alam	Tanggal: 08 - 09 Maret 2010	
Temperatur: Ruang 30°C, Air 25°C, Oven 105°C	Kelembaban: 92%	
Contoh : Agregat Kasar Kuningan		
Nomor Pemeriksaan	I	II
(1) Berat Contoh SSD (g)	4741	4637
(2) Berat dalam Air (contoh + keranjang) (g)	3301	3237
(3) Berat dalam Air (keranjang) (g)	391	384
(4) Berat dalam Air (contoh) (g)	2901	2853
(5) Berat Jenis SSD = $\frac{(1)}{(1) - (4)}$ (g)	2,58	2,60
(6) Perbedaan Hasil	0,02	
(7) Hasil Rata-rata	2,59	
(8) Berat Contoh Kering Oven (g)	4604	4509
(9) Penyerapan = $\frac{(1) - (8)}{(8)} \times 100\%$ (%)	2,97	2,84
(10) Perbedaan Hasil	0,14	
(11) Hasil Rata-rata (%)	2,91	

Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2010

Dari hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar didapat berat jenis agregat kasar yang berasal dari Kuningan ini sebesar 2,59 dan untuk penyerapannya sebesar 2,91%, sementara itu berat jenis yang disyaratkan dalam SNI 1969:2008 atau JIS A. 111–1951 untuk agregat kasar yang baik minimal 2,5 dan penyerapannya tidak boleh lebih dari 3%. Artinya, agregat kasar yang berasal dari Kuningan ini memenuhi syarat untuk dijadikan bahan campuran beton yang akan dijadikan penelitian ini.

4.6. Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar

Data dari pengujian keausan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut ini:

Tabel 4.6 Pengujian Keausan Agregat Kasar

Nama : Guntur Alam	Tanggal : 09 Maret 2010	
Temperatur : Ruang 30°C, Air 25°C, Oven 105°C	Kelembaban : 92%	
Contoh : Agregat Kasar Kuningan		
Nomor Pemeriksaan	I	II
(1) Jenis Tipe Dari Contoh		
(2) Jumlah Berat Contoh Sebelum Diuji (g)	5.000	5.000
(3) Jumlah Berat Contoh Sesudah Diuji (g)	3.800	3.800
Keausan Pada Agregat (4) = $\frac{(2) - (3)}{(2)} \times 100\%$ (%)	24	24
(5) Hasil Rata-rata (%)	24	

Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2010

Dari hasil pengujian keausan agregat kasar dalam Tabel 4.6, keausan agregat kasar sebesar 24%. Sementara itu, keausan yang disyaratkan untuk konstruksi beton dalam SNI 2417:2008 atau JIS A. 1121-1954 untuk agregat kasar yang baik, yaitu maksimum 45%. Artinya, agregat kasar memenuhi syarat untuk dijadikan bahan campuran dalam penelitian beton.

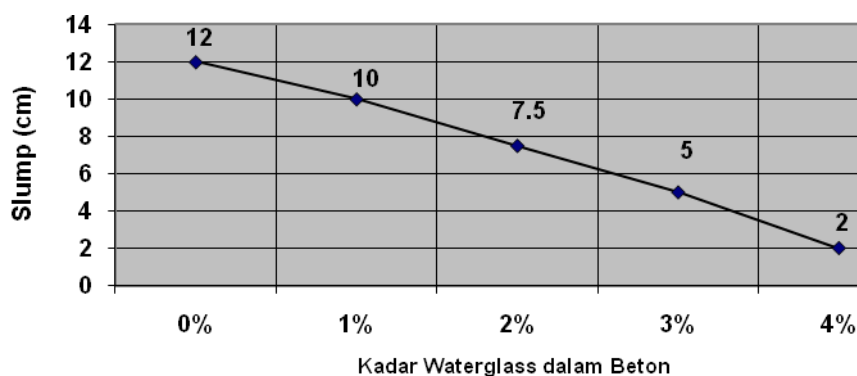
4.7. Hasil Pengujian Kekentalan (*Slump*) Beton

Dalam penelitian ini, penulis juga membandingkan pengaruh penambahan zat aditif jenis *waterglass* ini terhadap nilai *slump* beton yang dihasilkan. Data dari pengamatan pengujian *slump* beton dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut ini:

Tabel 4.12 Pengaruh *Waterglass* Terhadap *Slump* Beton

Penambahan <i>Waterglass</i> dalam Beton (%)	<i>Slump</i> Rencana (cm)	<i>Slump</i> yang Didapat (cm)	Persentase <i>Slump</i> (%)
0	12	12	0
1	12	10	-16,67
2	12	7,5	-37,50
3	12	5	-58,33
4	12	2	-83,33

Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2010



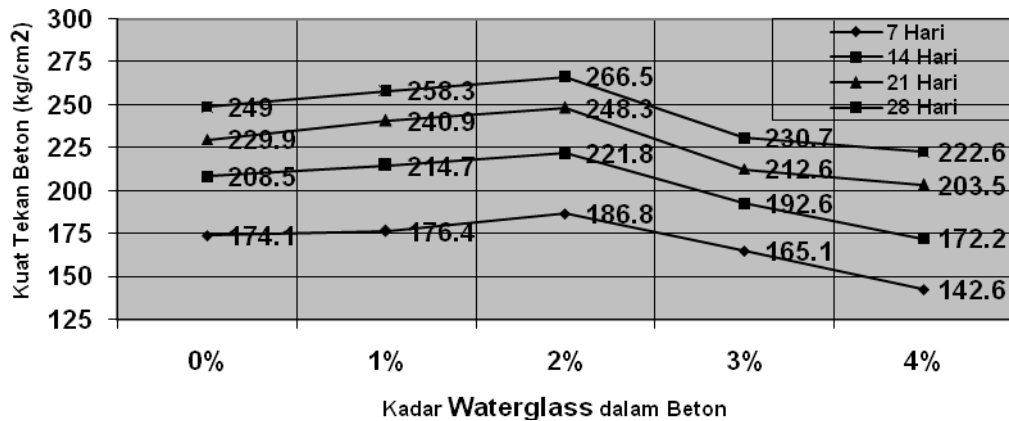
Gambar 4.4 Grafik Nilai *Slump* Beton dengan Penambahan *Waterglass*

Dari hasil pengamatan nilai *slump* beton, semakin besar persentase penambahan *waterglass* terhadap berat semen ke dalam campuran beton, nilai *slump* beton semakin berkurang.

Sehingga campuran beton semakin cepat mengental dan mengering, hal ini membuat kesulitan pada saat pengerjaan pengadukan, penuangan, dan pemadatan beton.

4.8. Grafik Kuat Tekan Beton dengan Persentase *Waterglass*

Dari analisa hasil pengujian kuat tekan beton dan penambahan *waterglass* pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Grafik 4.9 berikut ini.



Gambar 4.9 Grafik Kuat Tekan Beton Umur Perawatan

Pada Grafik 4.9, kuat tekan pada masing-masing persentase campuran beton mengalami peningkatan. Dari hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari, kuat tekan beton tanpa campuran *waterglass* sebesar 249, 0 kg/cm², sementara kuat tekan optimum campuran beton yang ditambahkan *waterglass* ada di campuran beton yang ditambahkan *waterglass* sebesar 2% yaitu 266,5 kg/cm². Untuk kuat tekan campuran 1% sebesar 258,3 kg/cm² dan mengalami penurunan pada campuran 3% dan 4%, masing-masing sebesar 230,7 kg/cm² dan 222,6 kg/cm². Sedangkan nilai kuat tekan yang harus dicapai berdasarkan rencana sebesar 200 kg/cm². Artinya, pada penambahan *waterglass* sebesar 1% dan 2% terhadap campuran beton normal, akan menambah kuat tekan beton. Namun, penambahan *waterglass* melebihi dari persentase tersebut akan mengurangi mutu beton normal.

4.9. Hasil Pengujian Porositas Beton

Hasil pengujian porositas beton dengan penambahan *waterglass* sebesar 2% terhadap berat semen dan beton normal dapat dilihat pada Tabel 4.16 berikut ini:

Tabel 4.17 Hasil Pengujian Porositas Beton

Nama : Guntur Alam	Tanggal: 3-6 Mei 2010	
Temperatur : Ruang 30°C, Air 25°C, Oven 105°C	Kelembaban : 92%	
Contoh : Beton Silinder		
Jenis Campuran Beton yang Diuji	0%	2%
(1). Diameter Contoh (cm)	10	10
(2). Tebal Contoh (L) (cm)	1,4	1,3
(3). Luas Contoh = $\frac{1}{4} \Pi d^2$ (cm ²)	78,54	78,54
(4). Tinggi Air (h) (cm)	20	20
(5). Tinggi Air yang Merembes (cm)	43	38
(6). Waktu yang Digunakan (t1-t2) (cm)	86400	86400
(7). Debit Air (Q) = $\frac{\text{Tinggi Air yang Merembes}}{\text{Waktu yang Digunakan}}$	4,977 ⁻⁷	4,398 ⁻⁷
(8). Porositas = $\frac{L}{h} \frac{Q}{A (t1-t2)}$ (cm/dtk)	5,133 ⁻¹²	4,212 ⁻¹²
(9). Selisih (%)	17,95	

Sumber: Hasil Uji Laboratorium, 2010

Pada Tabel 4.16 didapat nilai K untuk beton normal sebesar $5,133^{-12}$ cm/dtk dan untuk beton dengan penambahan zat aditif jenis *waterglass* sebanyak 2% terhadap berat semen memiliki nilai K sebesar $4,212^{-12}$ cm/dtk. Selisihnya 17,95%. Artinya, campuran beton yang ditambahkan *waterglass* sebanyak 2% terhadap berat semen dengan mutu beton K-200 memiliki kekedapan yang lebih baik dibandingkan beton normal dengan mutu yang sama.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan analisa hasil pengujian, maka hasil penelitian *Pengaruh Penambahan Waterglass Pada Sifat Mekanik Beton* dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Semakin besar persentase penambahan *waterglass* dalam campuran beton terhadap berat semen, nilai *slump* beton semakin berkurang. *Slump* rencana sebesar 12 cm, pada campuran beton dengan penambahan *waterglass* sebesar 1% nilai *slump* turun sebanyak 16,67%, pada 2% turun 37,50%, pada 3% turun 58,33%, dan pada 4% turun 83,33%.
2. Penambahan *waterglass* sebesar 1% dan 2% terhadap berat semen dalam campuran beton normal K-200, dapat meningkatkan kuat tekan beton. Kuat tekan beton normal umur 28 hari sebesar $249,0 \text{ kg/cm}^2$ atau naik sebanyak 19,68% dari mutu rencana. Pada campuran yang ditambahkan 1% *waterglass* terhadap berat semen memiliki kuat tekan sebesar $258,3 \text{ kg/cm}^2$ atau naik 29,15% dan pada 2% sebesar $266,5 \text{ kg/cm}^2$ atau naik 33,25% dengan mutu rencana yang sama.
3. Penambahan *waterglass* melebihi 2% terhadap berat semen dalam campuran beton normal dengan mutu rencana K-200, kuat tekannya tidak lebih baik dari beton tanpa campuran *waterglass*. Kuat tekan beton umur 28 hari dengan penambahan *waterglass* sebanyak 3% sebesar $230,7 \text{ kg/cm}^2$ atau naik 15,35% dan 4% sebesar $222,6 \text{ kg/cm}^2$ atau naik 11,3%. Sedang kuat tekan beton normal umur 28 hari sebesar $249,0 \text{ kg/cm}^2$ atau naik 19,68% dengan mutu yang sama.
4. Beton dengan penambahan *waterglass* sebanyak 2% terhadap berat semen memiliki kekedapan yang lebih baik dari pada beton normal yaitu sebesar $4,212^{-12}$ cm/detik, sedang pada beton normal didapat nilai porositas/kekedapan sebesar $5,133^{-12}$ cm/detik. Artinya, beton dengan penambahan *waterglass* sebanyak 2% lebih kedap 17,95% daripada beton tanpa campuran *waterglass* dengan mutu rencana yang sama.
5. Dari hasil penelitian ini, penambahan *waterglass* dalam beton memungkinkan untuk digunakan dalam konstruksi-konstruksi yang berhubungan dengan air karena memiliki kekedapan yang lebih baik seperti saluran pembuangan dan perlindungan proyek terowongan.

5.2. Saran

Dari uraian di atas dan merujuk kepada hasil penelitian, maka untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Perlu diperhatikan perhitungan volume air dalam campuran agar campuran tidak cepat mengental dan nilai *slump* beton tetap memenuhi standar serta mutu beton yang diinginkan masih bisa tercapai.
2. Untuk penelitian sejenis, perlu dilakukan *yield test* agar volume beton yang dihasilkan benar-benar 1 m^3 seperti yang direncanakan.
3. Penelitian ini tidak melakukan perhitungan untuk aplikasi di lapangan, untuk itu pada penelitian lanjutan disarankan agar dilakukan perhitungan untuk aplikasi di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 2008, *Panduan Praktikum Teknologi Beton*, Dept. PU Puslitbang SDA Balai Irigasi, Bekasi.
- _____, 2008, *SNI 1968:2008 (Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar)*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

- _____, 2008, *SNI 1969:2008 (Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar)*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- _____, 2008, *SNI 1970:2008 (Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus)*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- _____, 2008, *SNI 1974:2008 (Metode Pengujian Kekentalan (Slump) Beton)*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- _____, 2008, *SNI 1972:2008 (Metode Pengujian Kuat Tekan Beton)*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Antono, A., 1995, *Teknologi Beton*, Penerbit Unibersitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Antono, A., 1995, *Bahan Konstruksi Teknik Sipil*, Penerbit Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.
- Dipohusodo, I., 1994, *Struktur Beton Bertulang*, Penerbit Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Fitriatna, R., 2006, *Penelitian Pengaruh Penambahan Abu Kaca Pada Kuat Tekan Beton*, Tugas Akhir Fakultas Teknik Sipil, Universitas Islam "45", Bekasi.
- Hernando, F., 2009, *Perencanaan Campuran Beton Mutu Tinggi dengan Penambahan Superplasticizer dan Pengaruh Penggantian Sebagian Semen dengan Fly-Ash*, Tugas Akhir Fakultas Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Mulyono, T., 2003, *Teknologi Beton*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Prijatama, H., 2 Januari 2010, *Beton Keramik dengan Waterglass*, <http://www.inovasi.lipi.go.id>.
- Suparma, L.B., 2002, *Teknik Jalan Raya*, Penerbit Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Tjokrodimulyo, K., 1996, *Teknologi Beton*, Penerbit Nafiri, Yogyakarta.
- Tjokrodimulyo, K., 1995, *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil UGM, Yogyakarta.
- Wikipedia, 27 Juli 2009, *Sodium Silicate*, <http://www.en.wikipedia.org>

