

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Sebelum pembuatan campuran beton perlu dilakukan pengujian dari bahan-bahan yang akan digunakan pada pembuatan beton untuk mendapatkan komposisi yang pas untuk dijadikan sebagai rancangan *mix design*. Penelitian ini telah selesai dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dari hasil pengujian material yang dilakukan berupa pengujian agregat kasar dan agregat halus, berat jenis dan penyerapan air, kandungan lumpur, kadar air, berat satuan, keausan dan kadar lumpur.

A. Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton

Pemeriksaan bahan penyusun beton dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dari hasil pemeriksaan bahan penyusun beton didapat hasil sebagai berikut:

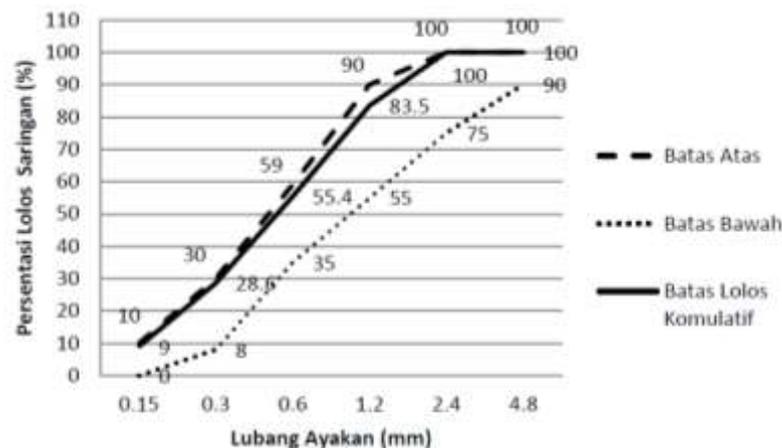
1. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir Progo)

a. Pemeriksaan gradasi agregat halus

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada agregat halus (Pasir progo) didapat bahwa gradasi agregat halus termasuk dalam daerah gradasi no.3, yaitu pasir agak halus dengan modulus halus butir sebesar 3,85 %. Dapat dilihat pada tabel 5.1 dan untuk lebih jelasnya pada lampiran 1.

Tabel 5. 1 Hasil pemeriksaan gradasi agregat halus (pasir)

Ukuran Saringan	Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Berat Tertahan (%)	Berat Tertahan Komulatif (%)	Berat Lolos Komulatif (%)
No. 4	4,8	0	0	0	100
No. 8	2,4	0	0	0	100
No. 16	1,2	18	1,8	1,8	98,2
No. 30	0,6	244	24,4	26,2	73,8
No. 50	0,3	351	35,1	61,3	38,7
No. 100	0,15	339	33,9	95,2	4,8
Pan		48	4,8	100,0	0,0
Total		1000	100,0	284,5	



Gambar 5.1 Hasil gradasi butiran agregat halus (pasir)

b. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus

Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air dapat dilihat pada Tabel 5.2. Pada hasil penelitian berat jenis pasir jenuh kering muka didapat nilai 2,57 sehingga pasir ini dapat digolongkan menjadi agregat normal karena hasilnya terletak diantara 2,5 sampai 2,7 (Tjokrodinuljo, 2007). Dapat di lihat pada tabel 5.2 dan lebih jelasnya pada lampiran 3.

Tabel 5.2 Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat halus

No.	Jenis Pemeriksaan	Hasil
1	Berat jenis tampak	2,59
2	Berat jenis curah	2,56
3	Berat jenis jenuh kering muka	2,57
4	Penyerapan air	0,005%

Sumber : Hasil Penelitian, 2017.

c. Pemeriksaan kadar air agregat halus

Hasil pengujian kadar air pasir didapat nilai rata-rata sebesar 6,8%. Kondisi ini termasuk dalam kondisi yang tidak normal dimana kadar air untuk agregat halus (pasir) pada umumnya antara 1% sampai 2% (Tjokrodinuljo, 2007). Maka dilakukan penjemuran atau pengeringan dengan udara terbuka, sehingga keadaan permukaan pasir kering guna mengurangi kadar air pada pasir. Dapat di lihat pada tabel 5.3 dan pada lampiran 2.

Tabel 5.3 Kadar Air Agregat Halus

Uraian	Satauan	Benda Uji		
		D4	D9	D1
Berat wadah (W1)	gram	285	291	289
Bearat wadah + Berat isi pasir (W2)	Gram	1433	1479	1450
Berat wadah + berat isi pasir keluar dari oven (W3)	Gram	1385	1400	1355
Bearat air (W3)	Gram	48	79	95
Kadar air	%	4,36	7,12	8,91
Rata-rata	%	6,80		

d. Pemeriksaan berat satuan agregat halus

Menurut tjokrodimuljo (2010) berat satuan adalah berat agregat dalam satu satuan volume bejana dinyatakan dalam kg/liter atau ton/ m³ . Jadi berat satuan ialah berat agregat dalam satu satuan bejana, rata-rata hasil yang didapatkan dari pengujian laboratorium adalah 1667,43 Gram/c m³ , hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan pada lampiran 4.

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Berat Satuan Agregat Halus

Uraian	Satuan	Benda Uji		
		C1	C2	C3
Berat bejana koson (B1)	kg	10	10,8	10,5
Berat bejana kosong +pasir (B2)	kg	19,12	19,43	19,28
Berat satuan (Bsat)	Gram/m ³	1719,60	1627,21	1655,49
Berat satuan rata-rata	Gram/m ³	1667,43		

e. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus

Kadar lumpur agregat halus rata-rata diperoleh sebesar 2,96, lebih kecil dari batas yang ditetapkan pada SK SNI S-04-1989-F tentang spesifikasi bahan bangunan bagian A, bahwa untuk beton normal kandungan lumpur tidak boleh lebih dari 5%. Sehingga pasir dapat digunakan tanpa harus dicuci terlebih dahulu. Dapat di lihat pada tabel 5.5 dan lebih jelasnya pada lampiran 5.

Tabel 5.5 Kadar Lumpur Agregat Halus

Uraian	Satuan	Benda Uji		
		D9	D2	D4
Berat wadah + psir setelah keluar oven (pertama) atau jenuh kering muka (B1)	Kg	1400	1355	1385
Berat wadah + pasir setelah keluar oven (kedua) (B2)	Kg	1334	1330	1353
Kandungan air (B3=B1-B2)	Kg	66	25	32
Kadar lumpur	%	4,7	1,8	2,3
Rata-rata	%	2,96		

2. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah Clereng)

a. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air agregat kasar

Berat jenis batu pecah jenuh kering muka adalah 2,5 sehingga batu ini tergolong agregat normal yaitu antara 2,5 sampai 2,7. Dapat di lihat pada tabel 5.6 dan lebih jelasnya lagi di lampiran 7.

Tabel 5.6 Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Uraian	Satuan	Benda Uji		
		A1	A2	A3
Berat kerikil setelah di keringkan (Bk)	Gram	5000	5000	5000
Berat kerikil di bawah air (Ba)	Gram	3094	3100	3095
Berat kerikil keadaan jenuh kering muka(Bj/	Gram	5140	5120	5125
Berat jenis curah	Gram	2,44	2,48	2,46
Berat jenis jenuh kering muka	Gram	2,51	2,53	2,52
Berat jenis tampak	Gram	2,62	2,63	2,62
Penyerapan air agregt kasar	%	2,8	2,4	2,5
Berat jenis jenuh kering muka rata-rata	gram	2,52		

b. Pemeriksaan kadar air agregat kasar

Hasil pengujian kadar air agregat kasar didapat nilai rata-rata sebesar 3,3 %, jadi agregat kasar batu pecah (*split*) ini termasuk agregat normal, karena syarat kadar air maksimum untuk agregat normal adalah sebesar 2 %

(Mulyono, 2004). Dapat di lihat di tabel 5.7 dan lebih jelasnya ada di lampiran 6.

Tabel 5.7 Kadar Air Agegat Kasar

Uraian	Satuan	Benda Uji		
		B2	B5	B7
Berat wadah (W1)	Gram	121,29	123,69	121,5
Berat wadah + berat isi krikil (W2)	Gram	1130,4	1133,5	1127,7
Berat wadah + berat isi kerikil keluar dari oven (W3)	Gram	1099	1099	1093
Berat air (W4)	Gram	31,4	34,5	34,7
Kadar air	%	3,11	3,42	3,45
Rta-rata	%	3,33		

c. Pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar

Kadar lumpur agregat kasar rata-rata diperoleh sebesar 2,3 % , lebih besar dari batas yang ditetapkan pada SK SNI S-04-1989-F tentang spesifikasi bahan bangunan bagian A, bahwa untuk beton normal kandungan lumpur tidak boleh lebih dari 1%. Karena lebih dari dari 1%, agregat kasar dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan untuk pencampuran beton. Dapat di lihat di tabel 5.8 dan untuk lebih jelasnya ada di lampiran 10.

Tabel 5.8 Kadar Lumpur Agregat Kasar

Uraian	Satuan	Benda Uji		
		C2	C5	C6
Berat wadah + pasir setelah keluar oven (pertama) atau jenuh kering muka (B1)	Kg	1000	1000	1000
Berat wadah + pasir setelah keluar oven (kedua) (B2)	Kg	996	975	960
Kandungan air (B3= B1-B2)	Kg	4	25	40
Kadar lumpur	%	0,4	2,5	4
Rata-rata	%	2,3		

d. Pemeriksaan berat satuan agregat kasar

Menurut Tjokrodimuljo (2010) berat satuan adalah berat agregat dalam satu satuan volume bejana dinyatakan dalam kg/liter atau ton/m³. Jadi berat satuan ialah berat agregat dalam satu satuan bejana ada pengujian berat satuan agregat kasar di Laboratorium di dapatkan hasil rata-rata adalah sebesar 1411,38 gr/cm³. Dapat dilihat di tabel 5.9 dan lampiran 9.

Tabel 5.9 Berat Satuan Agregat Kasar

Uraian	Satuan	Benda Uji		
		S1	S2	S3
Berat bejana kosong (B1)	Kg	10,8	10,686	10,74
Berat bejana kosong – kerikil (B2)	Kg	17,917	18,35	18,415
Berat satuan	kg/m ³	1341,93	1445,06	1447,14
Rata-rata	kg/m ³	1441,38		

e. Pemeriksaan keausan agregat kasar

Keausan butir batu pecah yang diperoleh dari hasil pemeriksaan adalah 34,7 %, lebih kecil dari batas maksimum yang ditetapkan yaitu 40 % apabila agregat kasar diuji dengan mesin *Los Angeles* (Tjokrodimuljo, 2007). Dapat dilihat di tabel 5.10 dan lebih jelasnya lagi bisa dilihat di lampiran 8

Tabel 5.10 Keausan Agregat Kasar

Uraian	Satuan	Benda Uji		
		E1	E2	E3
Berat sebelum masuk mesin los angeles (B1)	gram	5000	5000	5000
Berat setelah masuk mesin los angeles (B2/	gram	3265	3285	3240
Keausan	%	34,7	34,3	35,2

B. Hasil Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perencanaan campuran beton (*mix design*) diperlukan untuk mengetahui akan kebutuhan yang diperlukan pada perancangan beton. Untuk kuat tekan yang

direncanakan 30 MPa dengan nilai f_{as} 0,44 didapat rencana kebutuhan bahan untuk tiap adukan beton yang dapat ditampilkan pada Tabel 5.11 dan Tabel 5.12 Perhitungan perencanaan campuran beton dengan metode SK SNI 03-2847-2002 (Tjokrodinuljo, 2007). Untuk lebih jelasnya pada lampiran 11.

Tabel 5.11 Kebutuhan bahan susun untuk tiap 1 m³ adukan beton normal

Jenis Bahan	Kebutuhan Bahan	Satuan
Air	205	liter/ m ³
Semen	465,91	kg/ m ³
Agregat halus	492,62	kg/ m ³
Agregat kasar	1096,47	kg/ m ³

Tabel 5.12 Kebutuhan bahan susun untuk tiap 1 benda uji beton normal

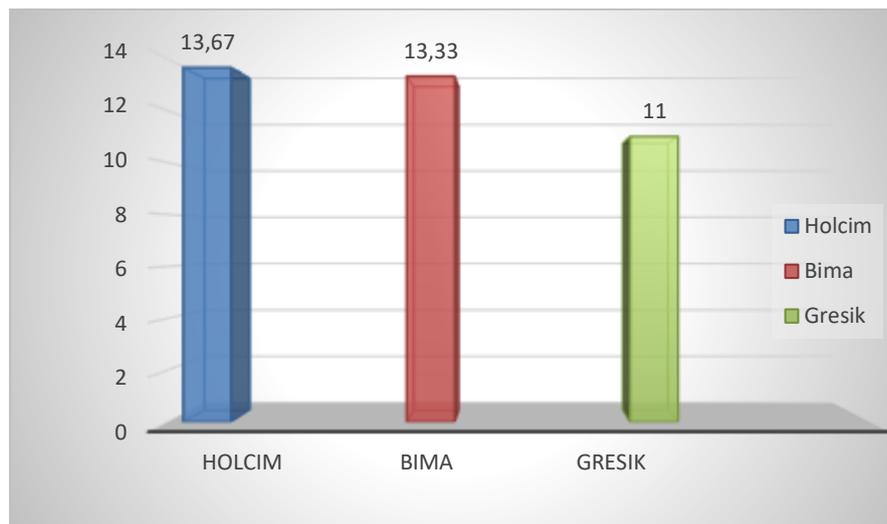
Jenis Bahan	Kebutuhan Bahan	Satuan
Air	1,09	liter
Semen	2,47	kg
Agregat halus	2,61	kg
Agregat kasar	5,82	kg

C. Hasil Pengujian *Slump* Beton Segar

Pengujian *slump* dilakukan pada saat pengadukan pencampuran beton, untuk hasil pengujian *slump* yang dilakukan dapat dilihat di Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Hasil uji *slump* beton dari semua merk semen

No	Merk Semen	Umur (hari)	Nilai <i>slump</i> (cm)
1	Semen Holcim	7	13
2		14	13
3		28	15
		Rata-rata	13,67
1	Semen Bima	7	14
2		14	13
3		28	13
		Rata-rata	13,33
1	Semen Gresik	7	13
2		14	10
3		28	10
		Rata-rata	11



Gambar 5.2 Grafik uji *slump*

Slump ialah salah satu cara untuk mengukur kelecakan beton segar, yang di pakai pula untuk memperkirakan tingkat kemudahan dalam pengerjaan. Bisa kita lihat grafik diatas bahwa uji *slump* dari masing-masing merk semen, pada semen Holcim nilai *slump* 13,36 dan kuat tekan yang dihasilkan rendah, sedangkan untuk semen Bima nilai *slump* 13,33 kuat tekan yang dihasilkan lebih tinggi dari merk semen yang lain, dan untuk semen Gresik nilai *slump* 11 kuat tekan yang dihasilkan masih lebih rendah dari kuat tekan merk semen Bima.

Hasil uji nilai *slump* ke tiga merek semen sesuai dengan yang dibutuhkan, karena menunjukkan rata-rata nilai *slumpnya* antara 11 - 14 cm, sesuai dengan Tabel 3.1 yang menetapkan nilai *slump* untuk beton normal sesuai dengan yang direncanakan adalah 7,5 – 15 cm.

D. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan beton normal antara beton yang menggunakan Semen A, Semen B, dan Semen C. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel 5.14 dan lebih jelasnya lagi dapat di lihat di lampiran 13.

Tabel 5.14 Hasil uji kuat tekan beton

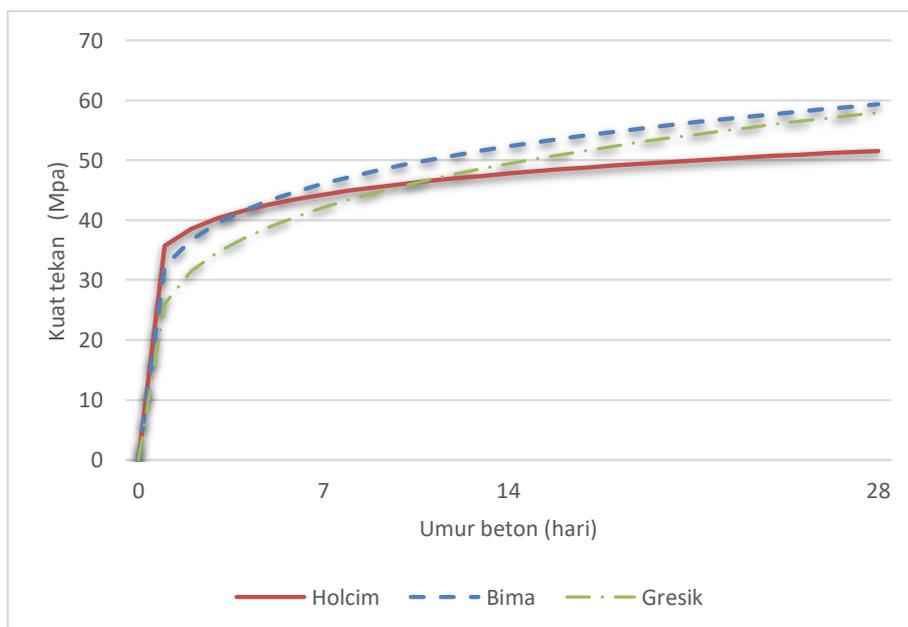
Merk Semen	Umur Beton (hari)	Benda Uji I (MPa)	Benda Uji II (MPa)	Benda Uji III (MPa)	Rata-rata (MPa)
Semen Holcim	7	39,72	44,40	46,66	43,60
	14	49,94	48,34	50,30	49,86

	28	51,90	62,02	40,43	51,45
Semen Bima	7	41,49	49,00	50,60	47,03
	14	58,21	45,12	49,46	50,93
	28	66,20	57,78	57,36	60,44
Semen Gresik	7	38,46	46,56	34,94	39,98
	14		52,88	51,46	52,17
	28	51,99	53,99	58,15	54,71

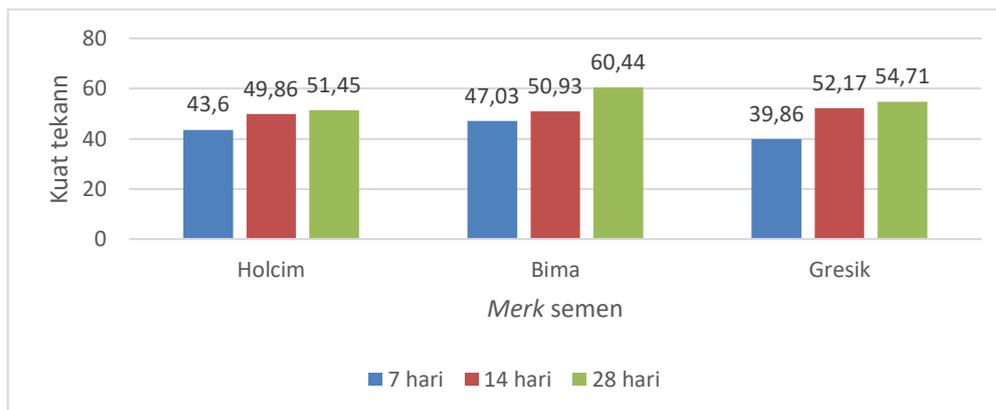
Dari hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari semakin meningkat, bisa dilihat dari tabel 5.14 hasil pengujian yang saya lakukan.

E. Hubungan antara Umur dan Kuat Tekan Beton

Grafik hubungan antara umur dan kuat tekan beton yang menggunakan Semen Holcim, Bima, dan semen Gresik. Menunjukkan bahwa bertambahnya umur beton sangat berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton. Perbandingan nilai kuat tekan beton rata-rata antara masing-masing merek semen dapat dilihat pada Gambar 5.2 dan 5.3.



Gamabar 5.2 Hubungan umur dan kuat tekan beton



Gambar 5.3 Perbandingan kuat tekan beton antara masing-masing merk semen

Nilai kuat tekan beton yang direncanakan harus dikorelasikan dengan nilai kuat tekan beton yang didapat dari hasil penelitian, supaya bisa diketahui apakah nilai kuat tekan beton yang diteliti sesuai dengan nilai kuat tekan beton yang direncanakan. Dari Gambar 5.3 tampak bahwa nilai kuat tekan beton dari benda uji yang diteliti semua beton yang nilai kuat tekannya melebihi kuat tekan rencana.

F. Faktor Pengali

Nilai faktor pengali berfungsi untuk mengetahui kekuatan beton pada umur tertentu. Nilai faktor pengali dalam dunia konstruksi secara umum digunakan untuk mengetahui mutu beton yang disyaratkan. Misalkan pada sebuah proyek konstruksi tahap awal pasti diadakan pengambilan sampel beton sebelum dilakukan pengecoran, dari sampel kemudian diuji pada umur 7 hari dikalikan dengan faktor pengali.

Faktor pengali diperoleh dari perbandingan antar nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari terhadap nilai kuat tekan beton pada umur 7 hari dan 14 hari. Dan faktor pengali kuat tekan beton yang menggunakan Semen Holcim, Semen Bima, dan Semen Gresik dengan persamaan sebagai berikut :

-Faktor pengali kuat tekan beton pada Semen Holcim:

$$\text{-Faktor pengali umur 7 hari} = \frac{\text{Kuat tekan 28 hari}}{\text{Kuat tekan 7 hari}} = \frac{51,45}{43,60} = 1,18$$

-Faktor pengali kuat tekan beton pada Semen Bima:

$$\text{-Faktor pengali umur 7 hari} = \frac{\text{Kuat tekan 28 hari}}{\text{Kuat tekan 7 hari}} = \frac{60,44}{47,03} = 1,28$$

-Faktor pengali kuat tekan beton pada Semen Gresik:

$$\text{-Faktor pengali umur 7 hari} = \frac{\text{Kuat tekan 28 hari}}{\text{Kuat tekan 7 hari}} = \frac{54,71}{39,98} = 1,36$$

Hasil faktor pengali untuk masing-masing *merk* semen dengan variasi umurnya dapat dilihat pada Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Hasil faktor pengali

No	Merek Semen	Umur (hari)	Faktor pengali
1	Semen Holcim	7	1,18
		14	1,03
		28	1
2	Semen Bima	7	1,28
		14	1,18
		28	1
3	Semen Gresik	7	1,36
		14	0,98
		28	1