

BAB VI

PELAKSANAAN DAN HASIL PENELITIAN

6.1 Umum

Penelitian ini merupakan studi eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Benda uji yang direncanakan sebanyak 51 silinder beton, meliputi 3 (tiga) macam campuran beton berdasarkan variasi gradasi agregat kasar dengan nilai fas dan “slump” yang sama.

Setiap campuran beton dibuatkan benda uji sebanyak 17 (tujuh belas) buah silinder dengan waktu pengujian 7, 14, 21 dan 28 hari.

Pelaksanaan yang akan diuraikan dalam bab ini meliputi persiapan bahan, persiapan alat, penentuan proporsi campuran dan pembuatan, proses pengujian benda uji serta hasil penelitian yang disajikan dalam bentuk tabel.

6.2 Persiapan Bahan

Bahan yang digunakan untuk pembuatan benda uji dalam penelitian ini adalah Semen portland, agregat halus, agregat kasar dan air.

1. Semen Portland

Semen portland yang digunakan adalah semen portland dengan merk Nusantara, dengan data-data sebagai berikut :

tipe semen : Tipe I, dan

Bj semen : $3,15 \text{ g/cm}^3$.

2. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan adalah pasir alam dengan data-data sebagai berikut :

asal pasir : Kaliboyong, kabupaten Sleman, dan

Bj pasir : $2,58 \text{ g/cm}^3$.

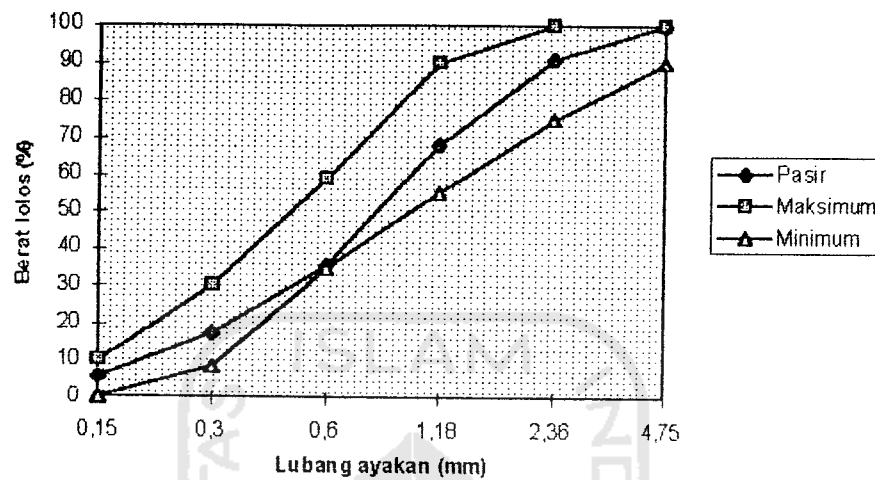
Adapun modulus halus butir dan karakteristik gradasi dari pasir tersebut dapat dilihat dari Tabel 6.1 dan Gambar 6.1.

Tabel 6.1 Gradasi Pasir Alam Asal Kali Boyong

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (Gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Komulatif (%)	Berat Lolos Saringan (%)	Syarat ASTM
4,75	0	0	0	100	90,0-100
2,36	495,9	8,87	8,87	91,13	75,0-100
1,18	1287,5	23,028	31,898	68,102	55,0-90,0
0,6	1800,5	32,203	64,161	35,899	35,0-59,0
0,3	1039,1	18,585	82,686	17,314	8,0-30,0
0,15	660	11,805	94,491	5,509	0,0-10,0
PAN	308	5,509	-	-	-
Jumlah	5591	100	282,046	-	-

Dari data tabel diperoleh :

$$\text{Modulus halus butir (mhb)} = (282,046 / 100) \times 100\% = 2,82$$



Gambar 6.1 Grafik Gradasi Pasir Alam Asal Kali Boyong

3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan adalah agregat Breksi Batuapung Hijau (Breksi B.A.H), dengan data sebagai berikut ini.

Asal agregat Breksi Batuapung Hijau : Dusun Mongkrong, Desa Sampang, Kecamatan Patuk Gunungkidul.

Bj SSD : 1,6771 gr/cm³.

Bj kering tusuk : 1,1320 gr/cm³.

Penyerapan air : 17,331 %.

Keausan (“abrasi”) : 47,22 %.

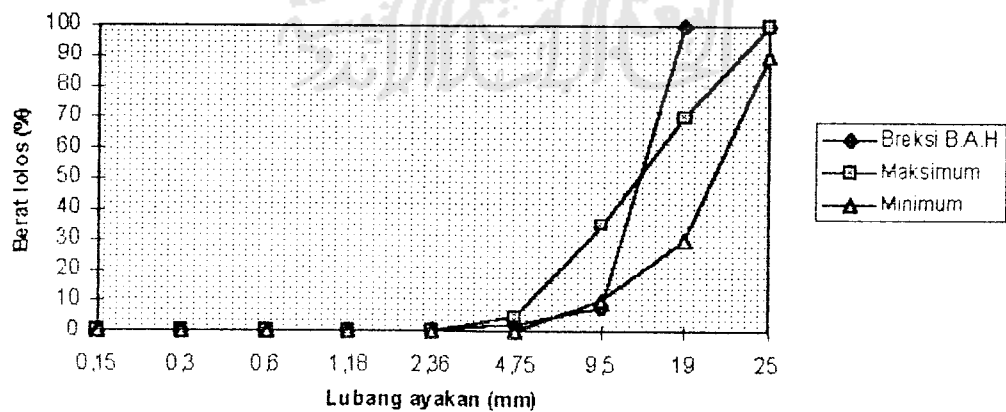
Modulus halus butir dan karakteristik gradasi agregat ini dapat dilihat pada tabel 6.2 dan Gambar 6.2.

Tabel 6.2 Gradasi Agregat Breksi Batuapung Hijau

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (Gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Kumulatif (%)	Berat Lolos Saringan (%)	Syarat ASTM C33-71a (%)
25	0	0	0	100	90-100
19	0	0	0	100	30-70
9,5	2782	92,7333	92,7333	7,2667	10-35
4,75	158	5,2667	98,0000	2,0000	0-5
2,36	46	1,5333	99,5333	0,4667	-
1,20	-	-	99,5333	-	-
0,60	-	-	99,5333	-	-
0,30	-	-	99,5333	-	-
0,15	-	-	99,5333	-	-
PAN	14	0,4667	-	-	-
Jumlah	3000	100	688,3998	-	-

Dari data tabel diperoleh :

$$\text{Modulus halus butir (mhb)} = (688,3998 / 100) \times 100\% = 6,883$$



Gambar 6.2 Grafik Gradasi Breksi Batuapung Hijau

Gradasi agregat kasar Breksi Batuapung Hijau yang digunakan dalam penelitian ini dibuat dalam 3 (tiga) macam variasi berikut ini.

1. Lolos saringan 9,5 mm 5 % dan 19,0 mm 95% dari kebutuhan total agregat kasar.
2. Lolos saringan 9,5 mm 15 % dan 19,0 mm 85 % dari kebutuhan total agregat kasar.
3. Lolos saringan 9,5 mm 30 % dan 19,0 mm 70 % dari kebutuhan total agregat kasar.

Sebelum dilaksanakan pencampuran adukan agregat Breksi Batuapung Hijau dicuci / dibersihkan dari kotoran dan lumpur terlebih dahulu.

Agregat Breksi Batuapung Hijau yang dipakai dalam proses pencampuran adalah agregat dalam keadaan jenuh kering-muka (“Saturated surface dry”, SSD), karena (Tjokrodimulyo, 1992) :

1. merupakan keadaan kebasahan agregat yang hampir sama dengan agregat dalam beton, sehingga agregat tidak akan menambah maupun mengurangi air dari pastinya, dan
 2. kadar air di lapangan lebih banyak yang mendekati keadaan SSD daripada yang kering tungku.
3. Air

Air yang digunakan untuk pembuatan benda uji dalam penelitian ini adalah air yang diambil dari laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

6.3 Persiapan Alat

Alat yang digunakan pada pengujian ini meliputi alat uji desak, alat uji tarik dan alat uji modulus elastisitas.

6.3.1 Alat Uji Desak

Alat uji desak yang digunakan adalah alat elektrikal hidrolik dengan merk Controls. Cara menjalankan alat ini cukup dengan menekan tombol yang ada dan besarnya gaya desak dapat dibaca pada dial pembacaan beban.

6.3.2 Alat Uji Tarik

Alat uji tarik yang digunakan sama dengan alat yang digunakan untuk pengujian desak ,yaitu alat elektrikal hidrolik dengan merk Control.

6.3.3 Alat Uji Modulus Elastisitas

Alat uji modulus elastisitas beton yang digunakan sama dengan alat yang digunakan untuk pengujian desak maupun tarik, yaitu alat elektrikal dengan merk Control untuk memberikan beban desak dan kompressometer yang dilengkapi dengan “stop watch” yang dipasang pada benda uji.

6.4 Penentuan Proporsi Campuran dan Pembuatan Benda Uji

Penentuan proporsi bahan susun beton ini menggunakan metode takaran coba-coba, dengan langkah-langkah perencanaan sebagai berikut ini.

1. Menentukan fas rencana.



fas yang direncanakan diambil 0,5340.

2. Menentukan perbandingan berat bahan-bahan penyusun beton.

Berdasarkan modulus halus butir (Mhb) pasir, nilai fas yang direncanakan dan ukuran maksimum agregat kasar Breksi Batuapung Hijau (Breksi B.A.H), maka dengan menggunakan Tabel 5.1 dapat ditentukan perbandingan berat bahan-bahan penyusun beton sebagaimana tercantum dalam Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Perbandingan Berat Bahan Penyusun Beton

Nilai fas	Semen (kg)	Pasir (kg)	Breksi B.A.H (kg)	Air (kg)
0,5340	1,0000	2,5000	2,8200	0,5340

3. Menentukan perbandingan volume bahan-bahan penyusun beton.

Berdasarkan berat jenis masing-masing bahan-bahan penyusun beton dan perbandingan berat pada Tabel 6.3, maka dapat dihitung perbandingan volumenya sebagaimana tercantum dalam Tabel 6.4.

Tabel 6.4 Perbandingan Volume Bahan Penyusun Beton

Nilai fas	Semen (m ³)	Pasir (m ³)	Breksi B.A.H (m ³)	Air (m ³)
0,5340	0,0003	0,0009	0,0017	0,0005

4. Menentukan volume bahan yang dibutuhkan.

Berdasarkan perbandingan volume pada Tabel 6.4, jumlah perbandingan volume dan volume sampel yang diinginkan, maka dapat dihitung kebutuhan bahan penyusun beton untuk tiap variasi adalah sama, sebagaimana tercantum pada Tabel 6.5

Tabel 6.5 Volume Bahan Penyusun Beton yang Dibutuhkan

Nilai fas	Jumlah perbandingan volume agregat	Volume sampel (m ³)	Perbandingan volume agregat			
			Semen (m ³)	Pasir (m ³)	Breksi Batuapung Hijau (m ³)	Air (m ³)
0,534	0,0034	0,0901	0,0079	0,024	0,0451	0,013

5. Menentukan bahan penyusun beton yang dibutuhkan dalam satuan berat.

Berdasarkan berat jenis masing-masing bahan penyusun dan kebutuhan bahan penyusun pada Tabel 6.5, maka kebutuhan bahan penyusun beton dalam satuan berat dapat dihitung sebagaimana tercantum pada Tabel 6.6.

Tabel 6.6 Bahan Penyusun Beton yang Dibutuhkan dalam Satuan Berat

Nilai fas	Perbandingan Berat Agregat			
	Semen (kg)	Pasir (kg)	Breksi B.A.H (kg)	Air (kg)
0,5340	25,0425	61,533	75,5489	13,25

6. Proses pencampuran.

Langkah-langkah yang dilakukan pada waktu proses pencampuran adalah sebagai berikut ini.

- a. Kurang lebih 80% dari campuran pasir dan breksi batuapung hijau yang disediakan dituangkan ke dalam mesin pengaduk.
- b. Semen portland dan air dimasukkan secara bertahap dengan perbandingan fas yang direncanakan, kemudian diaduk sampai plastik.

- c. Konsistensinya diperiksa dengan pengujian “slump”. Bila slump yang diperoleh kurang dari 5 cm, maka tambahkan air dan semen secara bersamaan dengan perbandingan yang tetap sesuai dengan fas yang diinginkan sedikit demi sedikit hingga diperoleh slump yang direncanakan yaitu : 5 cm.
- d. Jika ternyata pada pengujian slump untuk pertama kali didapat slump lebih besar dari 5 cm, maka ditambahkan campuran pasir dan breksi batuapung hijau secara bertahap dan diaduk lagi. Hal ini dilanjutkan sampai slump mencapai 5 cm.
7. Menentukan volume bahan susun yang dibutuhkan setelah proses pencampuran. Perhitungan ini berdasarkan atas penambahan campuran bahan penyusun beton yang telah dicampur karena belum terpenuhinya slump 5 cm. Setelah pencampuran bahan penyusun beton, dihasilkan penambahan bahan sebagaimana tercantum pada Tabel 6.7. Penambahan ini terjadi pada 3 (tiga) macam variasi yang diuji dengan penambahan berat bahan yang sama.

Tabel 6.7 Penambahan Bahan Penyusun Beton Dalam Satuan Berat

Nilai fas	Penambahan Bahan			
	Semen (kg)	Pasir (kg)	Breksi B.A.H (kg)	Air (kg)
0.5340	5,0000	-	-	2,67

Jumlah total bahan-bahan penyusun beton yang digunakan pada setiap variasi gradasi adalah sama seperti tercantum pada Tabel 6.8.

Tabel 6.8 Daftar Kebutuhan Total Bahan Penyusun Beton yang Digunakan

Nilai fas	Kebutuhan Bahan yang Digunakan			
	Semen (kg)	Pasir (kg)	Breksi B.A.H (kg)	Air (kg)
0.5340	30,0425	61,533	75,5489	15,92

Tabel 6.9 Daftar Perbandingan Bahan Penyusun Beton yang Digunakan

Nilai fas	Perbandingan Kebutuhan Bahan yang Digunakan			
	Semen (kg)	Pasir (kg)	Breksi B.A.H (kg)	Air (kg)
0.5340	1	2,0482	2,5147	0,5340

8. Proses pencetakan.

Adukan yang telah mencapai “slump” 5 cm dimasukkan ke dalam cetakan dalam tiga lapis, setiap lapis diisi kira-kira 1/3 isi cetakan. Masing-masing lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali secara merata. Untuk memperoleh permukaan bagian atas yang rata, permukaan cetakan diratakan dan ditutup dengan menggunakan kaca. Untuk masing-masing variasi gradasi digunakan 17 cetakan benda uji.

9. Perawatan benda uji.

Setelah didiamkan selama 24 jam, benda uji dilepas dari cetakannya. Untuk menjamin terjadinya proses hidrasi secara terus menerus, maka benda uji direndam dalam bak berisi air. Perendaman dilakukan sampai sehari menjelang proses pengujian.

6.5 Proses Pengujian Benda Uji

Pengujian benda uji dilakukan setelah benda uji berumur 7, 14, 21 dan 28 hari, meliputi pengujian berat volume, kuat tekan, modulus elastisitas dan kuat tarik dengan proses pengujian sebagaimana yang diuraikan berikut ini.

1. Pengujian berat volume.

Berat volume diukur dengan mengukur volume dan menimbang masing-masing benda uji. Untuk memperkecil kesalahan dalam pengukuran, masing-masing sisi diukur 3 kali dengan tempat pengukuran yang berbeda, kemudian diambil rata-ratanya. Berat volume yang dihasilkan dapat dihitung dengan cara membagi berat benda uji dengan volumenya.

2. Pengujian desak beton.

Beban vertikal yang dikerjakan pada benda uji, diberikan dengan mesin desak hidrolis. Setelah benda uji siap dalam posisi vertikal pada tempat pengujian, pembebanan dilakukan secara berangsur-angsur sampai mencapai beban maksimum, yaitu saat benda uji mengalami kehancuran.

3. Pengujian modulus elastisitas beton.

Beban vertikal yang dikerjakan pada benda uji, diberikan dengan mesin desak hidrolis. Setelah benda uji yang telah dipasang kompressometer siap dalam posisi vertikal pada tempat pengujian, pembebanan dilakukan secara berangsur-angsur dan setiap penambahan beban 10 KN dicatat hasilnya sampai mencapai beban maksimum, yaitu saat benda uji mengalami kehancuran.

4. Pengujian kuat tarik beton.

Beban vertikal yang dikerjakan pada benda uji, diberikan dengan mesin desak hidrolis. Setelah benda uji siap dalam posisi horizontal/rebah pada tempat pengujian, pembebanan dilakukan secara merata terhadap permukaan dengan penambahan beban secara berangsur-angsur sampai mencapai beban maksimum, yaitu saat benda uji terbelah.

6.6 Hasil Penelitian

Faktor konversi 1 KN = 101,971 kg.

Hasil pengujian kuat tekan dan kuat tarik silinder beton berdasarkan variasi gradasi agregat kasar dan faktor umur dapat dilihat pada Tabel-Tabel berikut ini.

Tabel 6.10 Pengujian kuat tekan beton pada variasi I

Umur (hari)	No	Berat (kg)	Berat Volume (gr/cm ³)	Beban (KN)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)
7	1	10,6	1,9940652	175	102,11920	103,8585397
	2	10,5	1,9894335	171	100,18755	
	3	10,5	1,9940567	185	109,26887	
14	1	10,5	1,9858319	229	134,16929	137,4084092
	2	10,5	1,9753646	235	137,49989	
	3	10,6	1,9880101	242	140,55605	
21	1	10,3	1,9465527	290	168,99949	168,6839341
	2	10,4	1,9946621	286	168,80992	
	3	10,4	1,9794299	286	168,24239	
28	1	10,5	1,977053	311	180,51123	182,6543187
	2	10,3	1,9878163	309	184,61881	
	3	10,5	1,9621245	315	182,83292	

Tabel 6.11 Pengujian kuat tarik beton pada variasi I

Umur (hari)	No	Berat (kg)	Berat Volume (gr/cm ³)	Beban (KN)	Kuat Tarik (kg/cm ²)	Kuat Tarik Rata-rata (kg/cm ²)
28	1	10,6	1,9769173	125	17,781603	17,12544149
	2	10,6	1,9796808	115	16,349092	
	3	10,5	1,9905820	119	17,092407	
	4	10,4	1,9796090	120	17,270908	
	5	10,5	1,9720692	120	17,133197	

Tabel 6.12 Pengujian kuat tekan beton pada variasi II

Umur (hari)	No	Berat (kg)	Berat Volume (gr/cm ³)	Beban (KN)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)
7	1	10,3	1,9812482	189	112,84564	114,8050367
	2	10,2	1,8966954	202	117,16690	
	3	10,3	1,9480807	195	114,40257	
14	1	10,4	1,9800832	260	152,94763	145,2638262
	2	10,4	1,9804835	245	145,29467	
	3	10,3	1,9830523	231	137,54918	
21	1	10,4	1,9978583	300	179,12006	172,2604565
	2	10,3	1,9597504	283	166,47761	
	3	10,3	1,9629875	291	171,18369	
28	1	10,5	1,9812108	320	187,23389	186,1326518
	2	10,3	1,9643673	311	185,43628	
	3	10,3	1,9403422	317	185,72779	

Tabel 6.13 Pengujian kuat tarik beton pada variasi II

Umur (hari)	No	Berat (kg)	Berat Volume (gr/cm ³)	Beban (KN)	Kuat Tarik (kg/cm ²)	Kuat Tarik Rata-rata (kg/cm ²)
28	1	10,5	1,9895895	115	16,598518	17,59133456
	2	10,3	1,9877356	115	16,763611	
	3	10,6	1,9869153	130	18,623665	
	4	10,4	1,9979523	123	17,878764	
	5	10,3	1,9743076	125	18,092116	

Tabel 6.14 Pengujian kuat tekan beton pada variasi III

Umur (hari)	No	Berat (kg)	Berat Volume (gr/cm ³)	Beban (KN)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)
7	1	10,5	1,9912679	200	117,73124	115,8712563
	2	10,6	1,9710756	191	110,78853	
	3	10,5	1,9358872	203	119,09601	
14	1	10,4	1,9800832	240	141,18243	149,5198574
	2	10,55	1,9848348	250	146,47302	
	3	10,4	1,9675181	275	160,90413	
21	1	10,4	1,9447614	294	170,87242	176,1781893
	2	10,5	1,9978038	300	176,47803	
	3	10,4	1,9820456	303	181,18412	
28	1	10,5	1,9812108	323	188,98921	188,8770617
	2	10,4	1,9515769	320	187,73755	
	3	10,4	1,9603554	325	189,90443	

Tabel 6.15 Pengujian kuat tarik beton pada variasi III

Umur (hari)	No	Berat (kg)	Berat Volume (gr/cm ³)	Beban (KN)	Kuat Tarik (kg/cm ²)	Kuat Tarik Rata-rata (kg/cm ²)
28	1	10,3	1,9889193	120	17,361109	17,80295366
	2	10,2	1,9063519	115	16,338985	
	3	10,3	1,9389546	120	17,172597	
	4	10,2	1,9466574	135	19,480987	
	5	10,5	1,9934031	130	18,661091	