

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Adapun cara ilmiah yang dimaksud adalah kegiatan penelitian yang didasarkan pada ciri-ciri keilmuan, yaitu rasional, empiris dan sistematis.

Dalam karya ilmiah ini, metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. “Penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali” (Sugiyono, 2008 : 72).

Dalam penelitian ini, eksperimen yang dilakukan adalah dengan cara membandingkan antara beton normal yang bertindak sebagai kelompok kontrol dengan beton substitusi yang bertindak sebagai kelompok eksperimen. Selanjutnya kedua kelompok tersebut diuji kekuatan tekannya. Dari Hasil Pengamatan dan Perhitungan tersebut, diharapkan dapat diketahui pengaruh perlakuan yang diberikan pada kelompok eksperimen.

Pada intinya, dengan menggunakan metode eksperimen ini penulis berusaha untuk mengetahui pengaruh substitusi agregat kasar dari limbah marmer terhadap kuat tekan beton.

3.2 Variabel dan Paradigma Penelitian

3.2.1 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat dua macam variabel yang digunakan, yang diberi notasi sebagai variabel X dan variabel Y. Variabel X merupakan variabel bebas (*independent variable*), sedangkan variabel Y merupakan variabel terikat (*dependent variable*).

Yang dimaksud dengan variabel bebas (X) adalah variabel yang menentukan arah atau perubahan tertentu pada variabel terikat, sementara variabel bebas berada pada posisi yang lepas dari pengaruh variabel terikat. Sedangkan yang dimaksud dengan variabel terikat (Y) adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Sehingga hubungan antara kedua variabel tersebut dapat dikatakan sebagai hubungan sebab akibat.

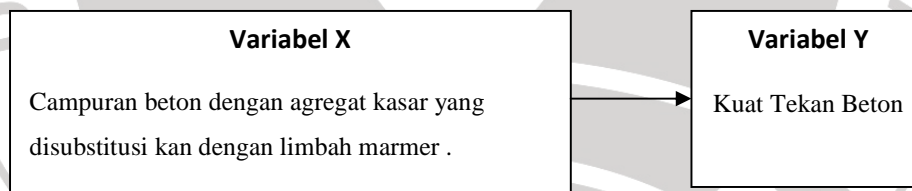


Diagram 3.1 Hubungan Antar Variabel

3.2.2 Paradigma Penelitian

Paradigma penelitian dapat diartikan sebagai pola pikir yang menunjukkan hubungan antara variabel yang akan diteliti yang sekaligus mencerminkan jenis dan jumlah rumusan masalah yang perlu dijawab melalui penelitian.

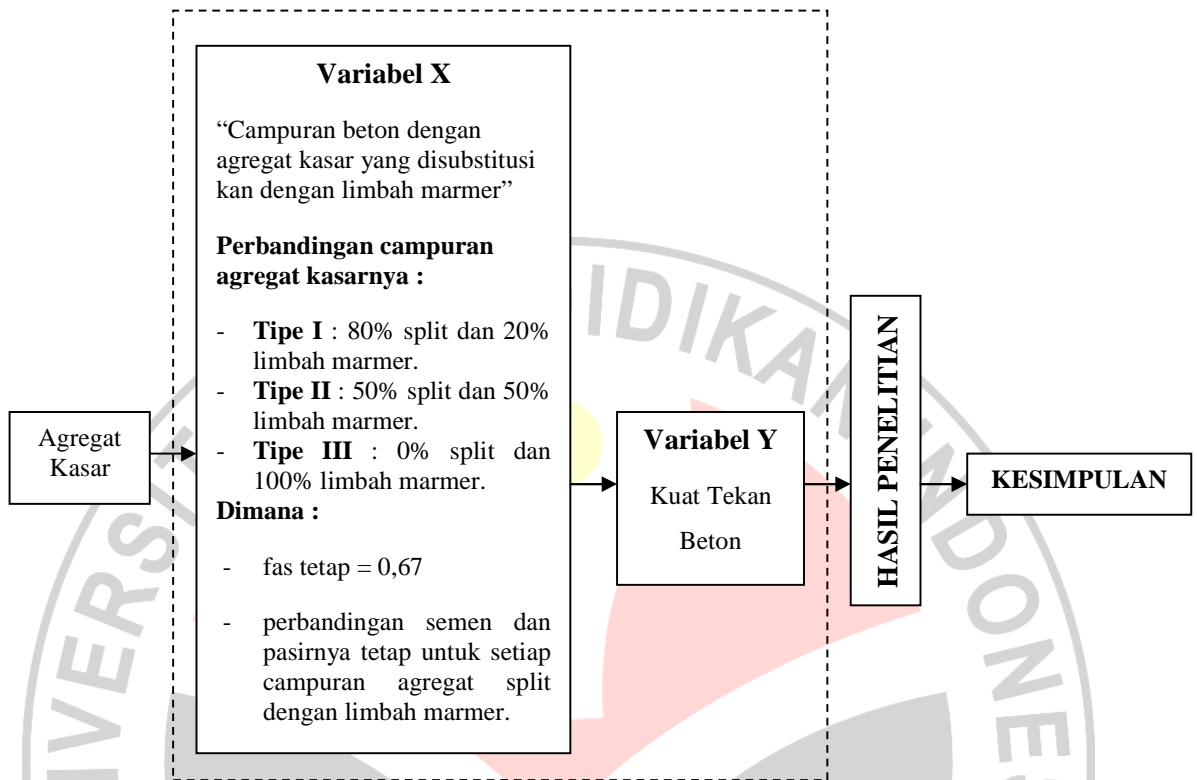




Diagram 3.2 Paradigma Penelitian

Keterangan :

-  = Proses penelitian
-  = Arah Penelitian

3.3 Alur Penelitian

Alur penelitian merupakan serangkaian proses atau tahapan-tahapan yang dilakukan selama penelitian berlangsung.

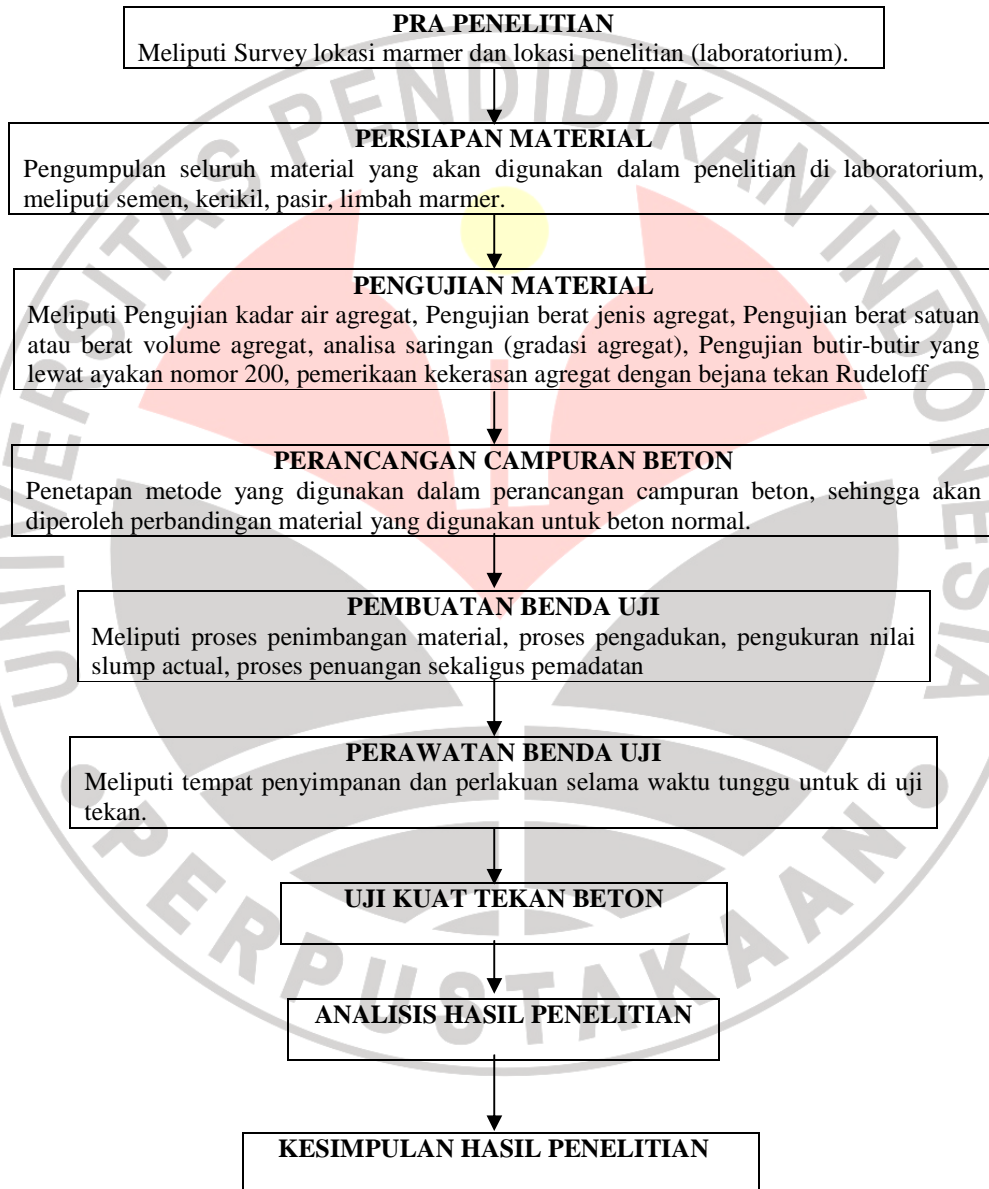


Diagram 3.3 Alur Penelitian

3.4 Data dan Sumber Data

Pada penelitian ini, data ataupun sumber data diperoleh berdasarkan hasil pengamatan dan perhitungan material dan uji kuat tekan beton yang dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Institut Teknologi Bandung, Jalan Ganesha No.10 Bandung.

3.5 Populasi dan Sampel

3.5.1 Populasi

Populasi dapat diartikan sebagai wilayah generalisasi yang terdiri dari obyek atau subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Dalam penelitian ini populasi yang dipakai adalah limbah marmer dari Padalarang, Kabupaten Bandung Barat.

3.5.2 Sampel

Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi, sehingga dapat mewakili populasi yang sedang diteliti. Secara umum marmer dianggap memiliki susunan mineral yang sama, untuk itu dalam penelitian ini sampel yang digunakan adalah limbah marmer dari PT. Java Stone, Padalarang.

3.6 Tahapan Pengujian Material

Berikut ini merupakan tahapan-tahapan pengujian material yang dilakukan :

3.6.1 Tahapan Pengujian Kadar Air Agregat

a. Bahan :

- 1) Pasir beton galunggung
- 2) Kerikil atau split asal Banjar
- 3) Limbah marmer asal Padalarang, Kabupaten Bandung Barat.



Gambar 3.1 Pasir dan kerikil



Gambar 3.2 Limbah Marmer

b. Alat yang dipakai :

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,1% dari berat benda yang diuji
- 2) Oven yang suhunya dapat diatur sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$
- 3) Sendok pengaduk atau sekop
- 4) Talam tahan panas



Gambar 3.3 Timbangan, oven, sekop dan talam

c. Langkah Kerja :

- 1) Benda uji diambil, kemudian ditimbang beratnya.
- 2) Benda uji yang sudah ditimbang beratnya kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan menggunakan talam tahan panas.
- 3) Setelah berat benda uji mencapai berat tetap (kering), timbang kembali berat benda uji tersebut.



Gambar 3.4 Proses pelaksanaan pengujian kadar air

3.6.2 Tahapan Pengujian Berat Jenis Agregat

a. Bahan :

- 1) Pasir beton galunggung (lihat gambar 3.1)
- 2) Kerikil atau split asal Banjar (lihat gambar 3.1)
- 3) Limbah marmer asal Padalarang (lihat gambar 3.2)

b. Alat yang dipakai :

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,1% dari berat benda yang diuji (lihat gambar 3.3)
- 2) Oven (lihat gambar 3.3)
- 3) Sekop (lihat gambar 3.3)
- 4) Talam (lihat gambar 3.3)
- 5) Gelas ukur



Gambar 3.5 Gelas ukur

c. Langkah kerja :

- 1) Benda uji diambil kemudian ditimbang beratnya.

- 2) Benda uji yang sudah ditimbang beratnya kemudian dimasukan ke dalam oven dengan menggunakan talem tahan panas sampai mencapai berat tetap.
- 3) Setelah mencapai berat tetap, timbang kembali berat benda uji tersebut, kemudian masukan benda uji ke dalam gelas ukur yang telah diisi air. Kemudian diamkan benda uji dalam gelas ukur yang berisi air kurang lebih selama 24 jam.
- 4) Catat volume air dalam gelas ukur sebelum dan sesudah benda uji dimasukan.

3.6.3 Tahapan Pengujian Berat Satuan atau Volume Agregat

a. Bahan :

- 1) Pasir beton galunggung (lihat gambar 3.1)
- 2) Kerikil atau split asal Banjar (lihat gambar 3.1)
- 3) Limbah marmer asal Padalarang, Kabupaten Bandung
(lihat gambar 3.2)

b. Alat yang dipakai :

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,1% berat benda uji
(lihat gambar 3.3)
- 2) Talem dengan kapasitas cukup besar untuk mengeringkan benda uji
(lihat gambar 3.3)

- 3) Tongkat pemadat dengan diameter 15 mm, panjang 60 cm, yang ujungnya bulat
- 4) Mistar perata
- 5) Sekop (lihat gambar 3.3)
- 6) Wadah baja yang cukup kaku berbentuk silinder yang dilengkapi dengan alat pemegang, dimana kapasitas wadah tertera pada tabel 2.6



Gambar 3.6 Tongkat pemadat dan wadah baja

c. Langkah Kerja :

- 1) Timbang dan catat berat wadah yang akan digunakan (B_1).
- 2) Isi wadah dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal. (Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat yang ditusk-tusuk sebanyak 25 kali secara merata, dimana setiap tusukan tidak boleh sampai ke lapisan sebelumnya)
- 3) Setelah selesai ditusuk-tusuk, ratakan permukaan benda uji tersebut dengan menggunakan mistar perata.

- 4) Timbang kembali berat wadah beserta benda uji yang ada di dalamnya (B_2).



Gambar 3.7 Proses pelaksanaan pengujian berat satuan agregat

3.6.4 Tahapan Pengujian Analisis Gradasi Agregat

a. Bahan :

- 1) Pasir beton galunggung (lihat gambar 3.1)
- 2) Kerikil atau split asal Banjar (lihat gambar 3.1)
- 3) Limbah marmer asal Padalarang (gambar 3.2)

b. Alat yang dipakai :

- 1) Timbangan dengan ketelitian 0,1% dari berat benda yang diuji (lihat gambar 3.3)
- 2) Seperangkat saringan dengan ukuran lubang yang telah ditentukan (lihat gambar 2.1)
- 3) Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu (lihat gambar 3.3)
- 4) Talam dan sekop (lihat gambar 3.3)
- 5) Kuas, sikat kawat untuk membersihkan ayakan.

c. Langkah kerja :

- 1) Benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu antara 100°C dan 110°C sampai beratnya tetap.
- 2) Kemudian benda uji yang telah dikeringkan tersebut dicurahkan ke dalam saringan dengan susunan saringan mulai dari yang lubangnya besar (berada di bagian atas) sampai dengan lubang yang lubangnya kecil (berada di bagian bawah).
- 3) Getarkan ayakan tersebut baik dengan menggunakan mesin penggetar (selama 15 menit) atau secara manual dengan tangan.
- 4) Pindahkan benda uji yang tertahan di atas ayakan ke dalam talam agar tidak hilang.
- 5) Setelah semuanya selesai, timbang kembali berat benda uji yang tertahan pada saringan.



Gambar 3.8 Proses Analisis Ayak

3.6.5 Tahapan Pengujian Butir-Butir yang Lewat Ayakan Nomor 200

a. Bahan :

Pasir beton asal galunggung (lihat gambar 3.1)

b. Alat yang dipakai :

- 1) Saringan nomor 200
- 2) Wadah pencuci benda uji dengan kapasitas yang cukup besar sehingga pada waktu diguncang-guncangkan benda uji atau air pencuci tidak tumpah (lihat gambar 3.3)
- 3) Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu sampai $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ (lihat gambar 3.3)
- 4) Timbangan dengan ketelitian 0,1% dari berat benda yang diuji (lihat gambar 3.3)
- 5) Talam berkapasitas cukup besar untuk mengeringkan benda uji (lihat gambar 3.3)
- 6) Sekop (lihat gambar 3.3)



Gambar 3.9 Saringan nomor 200

c. Langkah Kerja :

- 1) Benda uji terlebih dahulu dimasukan ke dalam oven hingga mencapai berat tetap.
- 2) Setelah itu, timbang berat benda uji yang telah di oven.
- 3) Masukan benda uji ke dalam wadah, dan beri air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam.
- 4) Guncang-guncangkan wadah tersebut kemudian tuangkan air cucian ke dalam saringan nomor 200.
- 5) Masukan kembali air pencuci baru dan ulangi pekerjaan nomor (3) dan (4) sampai air cucian menjadi jernih.
- 6) Kembalikan lagi semua bahan (benda uji) yang tertahan pada saringan nomor 200 ke dalam wadah. Setelah itu masukan kembali seluruh benda uji yang telah dicuci bersih ke dalam talam, lalu masukan lagi ke dalam oven hingga mencapai berat tetap.
- 7) Setelah itu timbang kembali benda uji yang telah di oven.



Gambar 3.10 Proses pengujian butir-butir yang lewat ayakan nomor 200

3.6.6 Tahapan Pengujian Kekerasan Agregat Kasar dengan Bejana Tekan

Rudelloff

a. Bahan :

- 1) Kerikil atau split asal Banjar (lihat gambar 3.1)
- 2) Limbah marmer asal Padalarang (lihat gambar 3.2)

b. Alat yang dipakai :

- 1) Bejana rudelloff berbentuk silinder baja dengan garis tengah bagian dalam 11,8 cm, tinggi 40 cm lengkap dengan stempel dan dasarnya
- 2) Mesin tekan dengan kapasitas 40 ton
- 3) Ayakan dengan diameter 30 mm; 19,2 mm; 9,60 mm; 2,0 mm (lihat gambar 3.7)
- 4) Timbangan dengan kapasitas 5 kg dengan ketelitian 0,1% dari berat benda yang ditimbang (lihat gambar 3.3)

c. Langkah Kerja :

- 1) Benda uji dimasukkan ke dalam oven hingga mencapai berat tetap. Kemudian timbang berat uji yang telah dikeringkan tersebut.
- 2) Setelah itu benda uji dimasukkan ke dalam silinder rudelloff sebanyak 1,1 liter.
- 3) Pasang stempel penekan silinder rudelloff. Setelah itu tempatkan silinder rudelloff tersebut dalam mesin penekan. Bebani stempel penekan dengan tekanan 20 ton yang dicapai dalam waktu 1,50

menit, kemudian tahan beban selama 0,50 menit, kemudian kembalikan beban ke nol.

- 4) Benda uji yang telah ditekan kemudian dikeluarkan dari silinder rudeloff, lalu ayak dengan ayakan 2 mm.
- 5) Berat uji yang tertahan di ayakan dan yang lolos ayakan 2 mm kemudian ditimbang beratnya.



Gambar 3.11 Proses pengujian kekerasan agregat

3.7 Tahapan Perancangan Campuran Beton

3.7.1 Perancangan Beton Normal

Pada penelitian ini, perancangan campuran beton didasarkan pada metode *American Concrete Institute* (ACI). Berikut ini merupakan langkah-langkah perancangan campuran beton dengan menggunakan metode ACI :

- (1) Menghitung kuat tekan rata-rata beton, berdasarkan kuat tekan rencana dan margin,

$$f'_{cr} = m + f'c \dots\dots\dots \text{persamaan (10)}$$

dimana :

(a) $m = 1,64 \cdot S_d$ persamaan (11)

Standar deviasi (Sd) diambil dari tabel 3.1 berdasarkan mutu pelaksanaan yang diinginkan.

(b) Kuat tekan rencana ($f'c$) dapat ditentukan sendiri.

Tabel 3.1 Nilai Standar Deviasi

Volume Pekerjaan	Mutu Pelaksanaan (MPa)		
	Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil (<1000 m ³)	4,5 < sd ≤ 5,5	4,5 < sd ≤ 6,5	6,5 < sd ≤ 8,5
Sedang (1000 m ³ –3000 m ³)	3,5 < sd ≤ 4,5	4,5 < sd ≤ 5,5	5,5 < sd ≤ 7,5
Besar (>3000 m ³)	2,5 < sd ≤ 3,5	3,5 < sd ≤ 4,5	4,5 < sd ≤ 6,5

Sumber : Mulyono, 2003 : 161

(2) Menentukan nilai slump dapat dengan melihat tabel 3.2 dan ukuran butir agregat dapat ditentukan dengan melihat tabel 3.3.

Tabel 3.2 Slump yang Disyaratkan untuk Berbagai Konstruksi Menurut ACI

Jenis Konstruksi	Slump (mm)	
	Maksimum*	Minimum
Dinding penahan dan pondasi	76,2	25,4
Pondasi sederhana, sumuran, dan dinding sub.struktur	76,2	25,4
Balok dan dinding beton	101,6	25,4
Kolom structural	101,6	25,4
Perkerasan dan slab	76,2	25,4
Beton massal	50,8	25,4

Sumber : Mulyono, 2003 : 161

(3) Untuk menentukan jumlah air yang dibutuhkan dapat dilihat berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump dari tabel 3.3

Tabel 3.3 Perkiraan Air Campuran dan Persyaratan Kandungan Udara untuk Berbagai Slump dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum

Slump (mm)	Air (ltr/m ³)							
	9,5mm	12,7mm	19,1mm	25,4mm	38,1mm	50,8mm	76,2mm	152,4mm
25,4 s/d 50,8	210	201	189	165	156	156	132	114
76,2 s/d 127	231	219	204	180	171	171	147	126
152 s/d 177,8	246	231	216	189	180	180	162	-
Mendekati jumlah kandungan udara dalam beton <i>air-entrained</i> (%)	3,0	2,5	1,5	1,0	0,5	0,5	0,3	0,2
25,4 s/d 50,8	183	177	168	162	150	144	123	108
76,2 s/d 127	204	195	183	177	165	159	135	120
152 s/d 177,8	219	207	195	186	174	168	156	-
Kandungan udara total rata-rata yang disetujui(%)								
Diekspose sedikit	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
Diekspose menengah	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5	3,0
Sangat diekspose	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0

Sumber : Mulyono, 2003 : 162

Kemudian menentukan nilai faktor air semen (fas) berdasarkan tabel 3.4. Untuk nilai kuat tekan dalam MPa yang berada di antara nilai yang diberikan dilakukan interpolasi.

Tabel 3.4 Nilai Faktor Air Semen

Kekuatan Tekan 28 hari (MPa)	FAS	
	Beton Air-entrained	Beton Non Air-entrained
41,4	0,41	-
34,5	0,48	0,40
27,6	0,57	0,48
20,7	0,68	0,59
13,8	0,62	0,74

Sumber : Mulyono, 2003 : 163

- (4) Setelah itu, hitunglah kebutuhan semen yang diperlukan dari langkah (3) dan (4), yaitu dengan rumus jumlah air dibagi dengan faktor air semen (fas).
- (5) Tetapkan volume agregat kasar berdasarkan agregat maksimum dan modulus halus butir (MHB) agregat halus sehingga didapat persen agregat kasar (tabel 3.5). Jika nilai modulus halus butirnya berada di antaranya, maka dilakukan interpolasi. Dimana volume agregat = agregat kasar dikalikan dengan berat kering agregat kasar.

Tabel 3.5 Volume Agregat Kasar Per Satuan Volume Beton

Ukuran Agregat Maks. (mm)	Volume Agregat Kasar Kering Per Satuan Volume untuk Berbagai Modulus Halus Butir (MHB)			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,50	0,50	0,48	0,46	0,44
12,7	0,59	0,57	0,55	0,53
19,1	0,66	0,64	0,62	0,60
25,4	0,71	0,69	0,67	0,65
38,1	0,75	0,73	0,71	0,69
50,8	0,78	0,76	0,74	0,72
76,2	0,82	0,80	0,78	0,76
152,4	0,87	0,85	0,83	0,81

Sumber : Mulyono, 2003 : 164

- (6) Setelah menghitung volume agregat, estimasikan berat beton segar berdasarkan tabel 3.6, kemudian hitung agregat halus, yaitu berat beton segar – (berat air + berat semen + berat agregat kasar)

Tabel 3.6 Estimasi Berat Awal Beton Segar (kg/m^3)

Ukuran Agregat Maks. (mm)	Beton Air-entrained	Beton Non Air-entrained
9,50	2.304	2.214
12,7	2.334	2.256
19,1	2.376	2.304
25,4	2.406	2.340
38,1	2.442	2.376
50,8	2.472	2.400
76,2	2.496	2.424
152,4	2.538	2.472

Sumber : Mulyono, 2003 : 165

- (7) Setelah semuanya selesai, kemudian hitung proporsi bahan, semen, air, agregat kasar dan agregat halus.
 - (a) Semen didapat dari langkah (5)
 - (b) Air didapat dari langkah (3)
 - (c) Agregat kasar didapat dari langkah (6)
 - (d) Agregat halus didapat dari langkah (7) dikurangi langkah [(3)+(5)+(6)]
- (8) Lakukan pengkoreksian kembali proporsi tersebut berdasarkan nilai daya serap air pada agregat.

3.7.2 Perancangan Beton Alternatif

Berdasarkan rancangan campuran beton normal, maka akan diketahui berapa besar kebutuhan akan material penyusun beton dalam 1m^3 . Dengan kata lain, dari hasil rancangan tersebut, akan diketahui perbandingan komposisi antar material penyusun beton normal.

Sesuai dengan judul karya ilmiah yang sedang ditulis, yaitu “*Pengaruh substitusi agregat kasar dari limbah marmer terhadap kuat tekan beton*”, peneliti akan merencanakan tiga tipe beton alternatif, dengan cara mensubstitusikan agregat kasar (berupa kerikil atau split) dengan limbah marmer.

Adapun substitusi yang dimaksud adalah mengganti agregat kasar dengan limbah marmer, baik secara total ataupun sebagian. Pensubstitusian ini berdasarkan atas volume total agregat kasar (dari rancangan beton normal), dimana perbandingan antara semen, agregat halus dan air tetap atau sama dengan beton normal.

Berikut ini merupakan rancangan berbanding agregat kasar yang dimaksud :

- (1) Beton tipe I, 80% kerikil atau split dan 20% limbah marmer.
- (2) Beton tipe II, 50% kerikil atau split dan 50% limbah marmer.
- (3) Beton tipe III, 0% kerikil atau split dan 100% limbah marmer.

Tabel 3.7 Rencana Komposisi dan Banyak Benda Uji

Tipe Beton	Campuran Beton				Air (%)	Jumlah Benda Uji yang Digunakan (Per Hari)				Total Benda Uji
	Semen (%)	Agregat Halus (%)	Agregat Kasar (%)			7	14	21	28	
			Split	Limbah Marmer						
I	100*	100**	80***	20***	100****	3	3	3	3	12
II	100*	100**	50***	50***	100****	3	3	3	3	12
III	100*	100**	0***	100***	100****	3	3	3	3	12
Total Benda Uji						9	9	9	9	36

- Keterangan :
- * = Persentase dari volume total semen pada beton normal
 - ** = Persentase dari volume total agregat halus pada beton normal
 - *** = Persentase dari volume total agregat kasar pada beton normal
 - **** = Persentase dari volume total air pada beton normal

3.8 Tahapan Pembuatan Benda Uji

Sebelum pembuatan benda uji dilaksanakan, ada beberapa tahapan kegiatan yang harus dilakukan terlebih dahulu, antara lain :

3.8.1 Tahapan Penimbangan (Penakaran) Material

Alat timbangan atau takaran yang digunakan dalam penelitian ini ada dua jenis, yaitu timbangan digital dan timbangan biasa. Pada penelitian ini, timbangan digital digunakan pada saat pembuatan benda uji, sedangkan timbangan biasa digunakan pada saat akan menimbang material untuk pengujian material.

Adapun cara penggunaannya, baik yang digital atau pun yang biasa pada dasarnya sama saja. Material yang akan ditimbang diletakkan pada tempat yang telah disediakan pada timbangan, yang beratnya disesuaikan dengan berat yang direncanakan atau hanya sebatas ingin mengetahui berat benda yang dimaksud.



Gambar 3.12 Proses penimbangan

3.8.2 Tahapan Pengadukan Campuran Beton

Pada proses pengadukan campuran beton, alat yang digunakan selama penelitian adalah dengan menggunakan mesin pengaduk (molen). Adapun tahapan-tahapan pemasukan material kedalam mesin pengaduk (molen) yaitu :

- (1) Masukan agregat kasar ke dalam mesin pengaduk (molen) dengan ditambahkan sedikit air.
- (2) Masukan agregat halus, semen, dan sisa air yang tadi telah dipakai terlebih dahulu. Biarkan beberapa saat agar semua material tercampur menjadi rata sehingga akan diperoleh adukan yang seragam.



Gambar 3.13 Proses pelaksanaan pengadukan

3.8.3 Tahapan Pengukuran Nilai Slump Beton Segar (dengan Kerucut Terpancung Abrams)

a. Bahan :

Pasta beton yang berupa campuran beton yang sudah direncanakan, meliputi semen, agregat kasar, agregat halus dan air dengan perbandingan tertentu.

b. Alat yang dipakai :

- (1) Kerucut terpancung, dengan tinggi 300 mm, dan diameter bagian atas 100 mm dan bagian bawah 200 mm.
- (2) Batang rojokan yang terbuat dari baja dengan ujung bulat peluru dengan ukuran $\Phi 16 - 600$ mm (lihat gambar 3.5)
- (3) Penggaris
- (4) Cetok kecil (lihat gambar 3.3)

- (5) Float baja
- (6) Pelat baja sebagai landasan, dengan ukuran 500 mm x 500 mm

c. Langkah kerja :

- (1) Berdirikan kerucut terpancung tersebut pada pelat baja dengan posisi diameter yang besar berada dibagian sebelah bawah.
- (2) Ambil adukan beton secukupnya. Masukkan adukan tersebut ke dalam kerucut sebanyak $\frac{1}{3}$ bagian dari tinggi kerucut.
- (3) Tusuk-tusuk adukan beton yang ada di dalam kerucut sebanyak 25 kali secara merata. Setiap tusukan jangan sampai tembus ke lapisan sebelumnya.
- (4) Lakukan hal yang sama dengan pekerjaan (2) dan (3) untuk $\frac{1}{3}$ bagian yang ke dua dan $\frac{1}{3}$ bagian yang ke tiga.
- (5) Setelah kerucut tersebut terisi penuh, ratakan permukaan bagian atasnya dengan menggunakan float baja. Bersihkan sekitar kerucut dari adukan beton yang tumpah.
- (6) Tarik kerucut tersebut ke atas secara vertikal dengan perlahan-lahan. Kemudian berdirikan kerucut tersebut di samping adukan beton tadi. Letakan rojokan baja di atas kerucut secara horizontal.
- (7) Ukurlah berapa besar penurunan adukan beton dari kondisi awal.



Gambar 3.14 Proses pelaksanaan uji slump

3.8.4 Tahapan Penuangan dan Pematatan Beton Segar

Setelah dilakukan uji kelecakan beton segar, yaitu dengan cara *slump test*, secepatnya beton segar yang masih ada di dalam mesin pengaduk harus segera dituangkan ke dalam bak tampungan, yang kemudian akan dicetak ke dalam silinder-silinder benda uji. Proses penuangan harus disegarakan karena dikhawatirkan beton segar akan cepat mengeras, yang akhirnya dapat mengakibatkan kurang sempurnanya proses pematatan. Untuk proses pematatan beton segar, dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu secara manual dan dengan menggunakan mesin.

Untuk proses pematatan yang dilakukan secara manual yaitu dengan menggunakan tangan. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

- (1) Masukkan beton segar sebanyak $\frac{1}{3}$ bagian dari tinggi silinder.
- (2) Tusuk-tusuk beton segar tersebut sebanyak 25 kali.
- (3) Lakukan hal yang sama pada $\frac{2}{3}$ dan $\frac{3}{3}$ bagian dari tinggi silinder.
- (4) Hal yang harus diingat, pada saat menusuk-nusuk beton segar jangan sampai melewati lapisan sebelumnya.

- (5) Setelah semua bagian silinder terisi penuh, ratakan bagian permukaannya dengan menggunakan sekop.

Sedangkan untuk pemadatan beton segar yang dilakukan dengan menggunakan mesin, yaitu dengan menggunakan meja vibrator. Adapun cara pemadatannya yaitu dengan meletakkan cetakan benda uji (silinder) di atas meja vibrator. Kemudian nyalakan tombol *power* pada meja vibrator. Usahakan geraturan yang dihasilkan meja tersebut jangan terlalu kencang, dan selain itu pemadatan pun jangan dilakukan terlalu lama, cukup sampai gelembung-gelembung yang terlihat dari atas permukaan beton segar hilang. Hal ini perlu diperhatikan karena jika terlalu lama dapat mengakibatkan *segregasi* (pemisahan butir) pada beton. Setelah itu ratakan permukaan cetakan dengan menggunakan sekop.



Gambar 3.15 Proses Pemadatan

3.9 Tahapan Perawatan Benda Uji

Setelah cetakan dibuka mulailah tahapan selanjutnya, yaitu perawatan benda uji dengan cara direndam ke dalam air. Hal ini dilakukan untuk menjaga kelembaban beton, agar beton dapat memaksimalkan kekuatannya. Lama perawatan pada umumnya

semakin lama semakin baik. Namun pada praktik ini benda uji diangkat dari rendaman air dua hari sebelum pengujian.



Gambar 3.16 Proses perawatan benda uji

3.10 Tahapan Kaping

Bahan atau material yang digunakan untuk kaping beton terbuat dari belerang. Akan tetapi, untuk mendapatkan belerang sekarang ini harus menempuh proses perijinan pembelian yang cukup rumit, sehingga tidak setiap orang dapat membeli belerang dengan bebas. Sebagai bahan pengganti, dapat pula digunakan bahan dari gips atau kapur.

Adapun cara penggunaan kaping adalah pertama belerang tersebut dipanaskan hingga mencair, kemudian tuangkan belerang yang telah mencair tersebut ke dalam cetakan. Lalu letakkan salah satu bidang benda uji tersebut ke dalam cetakan. Biarkan hingga kering lalu angkat.



Gambar 3.17 Proses kaping

3.11 Tahapan Pengujian Kuat Tekan Beton Keras

a. Bahan :

Silinder beton yang berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

b. Alat yang dipakai :

- (1) Timbangan dengan ketelitian 0,1% dari berat benda yang diuji.
- (2) UTM, sebagai alat penguji kuat tekan benda uji



Tabel 3.18 *Universal Testing Machine (UTM)*

c. Langkah kerja :

- (1) Setelah menjalani masa perawatan dengan jangka waktu yang telah direncanakan. Ambil benda uji berupa silinder beton, kemudian timbang.
- (2) Setelah ditimbang, letakkan silinder tersebut pada UTM.
- (3) Nyalakan UTM, kemudian beri beban sampai terlihat retak rambut pada silinder benda uji tersebut.

- (4) Catat berapa besar beban yang diberikan sampai benda uji mengalami retak rambut.



Gambar 3.19 Proses uji kuat tekan beton

3.12 Tahapan Analisis Hasil Penelitian

Tahapan analisis penelitian dapat dilakukan setelah proses pengolahan data. Data tersebut didapat dari hasil pengujian, mulai dari pengujian material hingga menganalisis hasil uji kuat tekan beton, dan ini akan dibahas lebih lanjut pada bab IV.

3.13 Tahapan Kesimpulan Hasil Penelitian

Kesimpulan hasil penelitian akan diperoleh setelah dilakukan pengolahan data hingga menganalisis hasil penelitian dan ini akan dibahas pada bab V.