

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi dan Sample Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Struktur, Departemen Pendidikan Teknik Sipil, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan yang beralamatkan jalan Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154 Jawa Barat – Indonesia. Sampel dalam penelitian menggunakan benda uji yang berupa silinder ukuran diameter 10 cm x 20 cm, terdiri dari benda uji beton normal dengan kandungan limbah bongkahan beton sebesar 0%, 20%, 40%, 60%, 80% dan 100%. Masing-masing variasi dibuat 3 buah sampel yang akan di uji pada umur 3,7,14 dan 28 hari hingga total benda uji sebanyak 72 buah. Target kuat tekan beton rencana ( $f_c'$ ) pada umur 28 hari adalah  $\pm 20$  MPa.

#### 3.2 Metode Penelitian

Pada penelitian ini, berencana untuk membuat beton normal dengan campuran limbah bongkahan beton sebagai bahan penelitiannya, merupakan metode *trial mix* atau bisa disebut metode eksperimen. Penambahan limbah bongkahan beton sebesar 0%, 20%, 40%, 60%, 80% dan 100% terhadap berat agregat kasar. Pengujian pada beton membandingkan hasil pengujian antar beton tanpa menggunakan limbah bongkahan beton sebagai sampel kontrol dengan beton yang dicampur limbah bongkahan beton sebagai sampel eksperimen.

#### 3.3 Definisi Operasional

Definisi operasional optimalisasi pada penelitian ini adalah pencarian nilai tertinggi (Maksimum) atau terbaik dari hasil eksperimen yang tersedia dari fungsi yang diberikan pada suatu konteks, dimana dalam penelitian ini substitusi limbah

bongkahan beton merupakan variabel bebas dan kuat tekan beton merupakan variabel terikat.

### 3.4 Material dan Peralatan Penelitian

#### 3.4.1 Material

Material yang dipergunakan dalam penelitian ini terdiri dari sebagai berikut :

1. Semen Portland yang digunakan adalah semen Tipe I (semen normal) yang merupakan semen tanpa kemampuan khusus yang mengacu pada standar ASTM C150-83a. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen tiga roda.
2. Agregat kasar yang digunakan adalah *split*. Ukuran nominal agregat adalah 10 mm sampai dengan 20 mm.
3. Agregat halus yang digunakan adalah pasir beton, dengan ukuran yang disesuaikan dengan gradasi yang dibutuhkan.
4. Air yang digunakan adalah air tanah dari Laboratorium Struktur dan Bahan UPI yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 04-1989-F tentang Spesifikasi Bahan Bangunan bagian A (Bahan Bangunan bukan Logam).
5. Limbah bongkahan beton yang digunakan adalah limbah bongkahan beton bekas rumah/gedung/bangunan dan bekas pengujian sampel.

#### 3.4.2 Peralatan

Peralatan penelitian yang di perlukan untuk melaksanakan berbagai pengujian dalam penelitian ini terdiri dari :

1. Timbangan analitis 25 kg dengan skala 100 gram.  
Digunakan unuk menimbang berat material benda uji dan berat sampel beton.
2. Oven yang suhunya dapat diatur sampai  $(110 \pm 5)^0 c$

Digunakan mengeringkan agregat kasar untuk mengetahui berat kering oven material.

3. Gelas ukur 1000cc

Digunakan untuk melakukan pengujian kadar lumpur agregat kasar.

4. Takaran berbentuk silinder dengan volume 5 liter.

Digunakan untuk melakukan pengujian berat volume agregat kasar.

5. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram.

Digunakan untuk menimbang berat material benda uji.

6. Mesin aduk beton (*Mixer*)

Digunakan untuk mengaduk bahan penyusun beton dalam *trial mix* beton..

7. Cetakan beton silinder diameter 10 cm dan tinggi 20 cm

Digunakan untuk membuat sampel benda uji.

8. *Standard Proctor Hammer*

Digunakan untuk memadatkan benda uji beton pada cetakan silinder.

9. Alat uji slump test

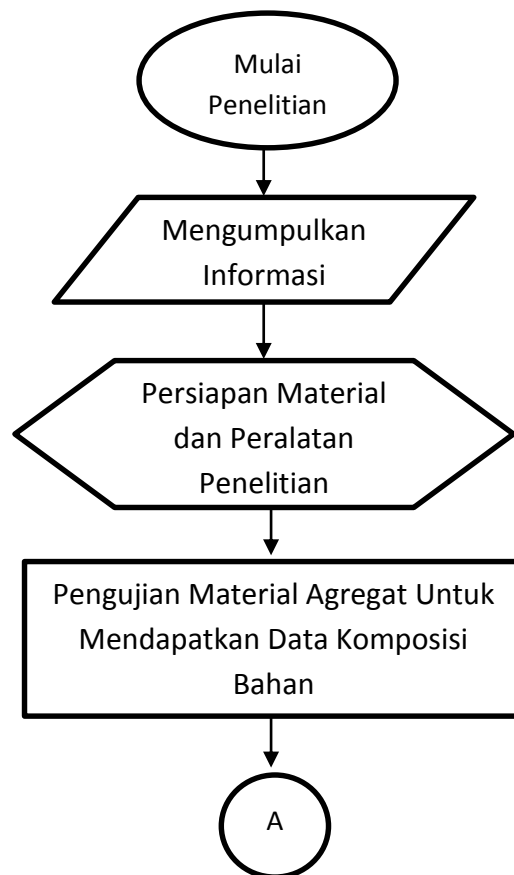
Digunakan untuk uji slump.

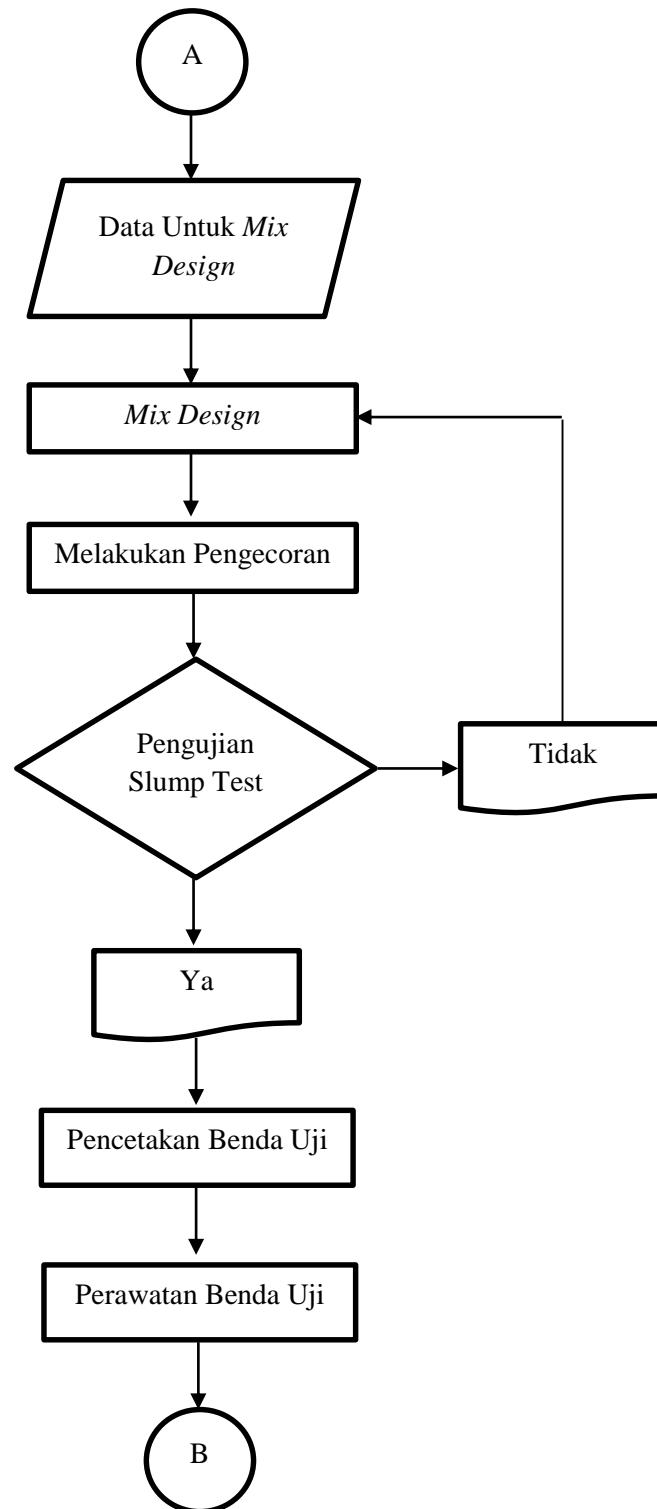
10. Mesin kuat tekan

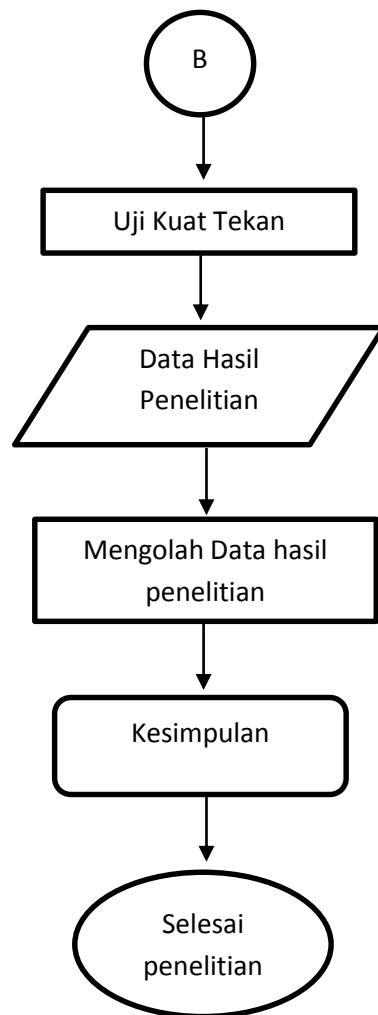
Digunakan untuk pengujian kuat tekan sampel benda uji.

### 3.5 Alur Penelitian

Penelitian ini berbentuk percobaan yang dilakukan di laboratorium yang bertujuan untuk menghasilkan semua data-data yang dibutuhkan. Untuk mempermudah dan memberikan arah pada penelitian, maka dilakukan langkah-langkah penelitian seperti di bawah ini :







Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.5.1 Mengumpulkan Informasi

Dalam melaksanakan penelitian, dibutuhkan acuan yang digunakan baik itu peraturan standar seperti SNI, ASTM, PB, SII, BS, ACI dan sebagainya, selain itu informasi dalam buku, jurnal-jurnal penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian campuran limbah bongkahan beton. Informasi yang didapat digunakan sebagai acuan dalam melakukan penelitian di laboratorium.

### 3.5.2 Persiapan Material dan Peralatan Penelitian

Material penyusun beton (semen, *split*, pasir beton, limbah bongkahan beton) di simpan di tempat yang terlindung dari pengaruh cuaca secara langsung sehingga tidak mempengaruhi kualitas material, maka material di simpan di Laboratorium Struktur dan Bahan UPI. Untuk peralatan dilakukan pengecekan kelengkapan peralatan baik peralatan pengujian material, peralatan pengujian beton segar, peralatan pengadukan beton serta perlengkapan pengujian kuat tekan.

### 3.5.3 Pengujian Material

Pengujian material pada penelitian ini hanya fokus pada pengujian material alam yang kondisi, kualitas dan ukurannya masih heterogen sehingga perlu kontrol yang ketat untuk mendapat material yang disyaratkan. Pengujian material alam yaitu :

- a. Pengujian agregat kasar (Batu pecah/krikil/split)
  - a. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.
  - b. Pemeriksaan kadar air agregat kasar.
  - c. Pemeriksaan berat volume.
  - d. Pemeriksaan gradasi agregat kasar.

- b. Pengujian agregat Halus (pasir)
  - a. Pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus.
  - b. Pemeriksaan kadar air agregat halus.
  - c. Pemeriksaan kadar lumpur.
  - d. Pemeriksaan berat volume.
  - e. Pemeriksaan gradasi agregat halus.
- c. Pengujian agregat pengganti (limbah beton)

Karena tidak ada aturan yang mengikat dan menjelaskan tentang tata cara pengujian limbah beton, maka pengujian limbah beton kurang lebih disamakan dengan pengujian agregat kasar.

### 3.5.3.1 Pengujian Kadar Air Agregat

Kadar air agregat adalah besar perbandingan antara berat air dalam agregat dengan agregat kering yang dinyatakan dalam persen. Pengujian kadar air agregat dilakukan untuk melihat persentase air yang terkandung dalam agregat. Agregat tidak boleh terlalu basah dan terlalu kering. Agregat yang basah dapat meningkatkan faktor air-semen karena campuran mejadi lebih basah. Sedangkan agregat yang kering akan membuat kelecakan beton menurun karena air pada campuran diserap agregat.

Kadar air yang terkandung dalam agregat dibagi kedalam 4 kondisi yaitu :

1. Kadar air kering kerontang, yaitu agregat tidak mengandung air sama sekali.
2. Kadar air kering udara, yaitu agregat kering dipermukaan tapi masih mengandung air dalam butirnya.
3. Kadar air jenuh kering permukaan atau *Saturated Surfaced Dry (SSD)*, yaitu keadaan agregat yang jenuh air dalam butirnya tapi



kering di permukaan. Keadaan ini dipakai dalam perancangan campuran.

4. Keadaan basah, yaitu keadaan agregat basah dipermukaan dan di dalam butir.

Berdasarkan SNI-1971-2011, nilai kadar air yang terdapat dalam agregat dapat diperoleh dengan menggunakan rumus berikut :

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$$

Keterangan :

W1 = berat benda uji semula (gram)

W2 = berat benda uji kering tungku (gram)

### 3.5.3.2 Berat Satuan atau Berat Volume Agregat

Berat satuan atau berat volume agregat adalah berat agregat per satuan volume agregat. Besarnya berkisar antara 1200 – 1750 dinyatakan dalam kg/m<sup>3</sup>. Berat satuan agregat dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$\text{Berat satuan agregat} = \frac{B_3}{V}$$

Keterangan :

V = isi bejana (dm<sup>3</sup>)

B<sub>1</sub> = berat bejana kosong (gram)

B<sub>2</sub> = berat bejana + berat agregat

B<sub>3</sub> = berat agregat (B<sub>2</sub> – B<sub>1</sub>)

### 3.5.3.3 Analisis Gradasi Agregat

Analisis gradasi agregat dilakukan dengan tujuan untuk melihat distribusi ukuran butir agregat pada beton. Gradasi agregat terdiri dari gradasi agregat halus dan gradasi agregat kasar. Kelecekan (*Workability*) beton lebih ditentukan oleh gradasi agregat halus karena fungsinya sebagai pelumas, sedangkan agregat kasar hanya mengisi ruang saja, Nugraha dan Antoni (2007:44).

Dari analisis gradasi maka dapat diketahui modulus halus butir (MHB). Modulus halus butir merupakan angka yang menggambarkan rata-rata ukuran butir agregat secara kasar. MHB dapat dihitung menggunakan rumus berikut :

$$\text{MHB} = \frac{\text{Total persen kumulatif berat tertinggal}}{\text{Total persen tertinggal}}$$

### 3.5.3.4 Pemeriksaan Kadar Lumpur dalam Agregat Halus

Menentukan kadar persentase kadar lumpur dalam agregat halus. Kandungan lumpur < 5% merupakan ketentuan dalam peraturan bagi penggunaan agregat halus untuk pembuatan beton.

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{V_2}{V_1+V_2} \times 100\%$$

Keterangan :

$V_1$  = ukur tinggi pasir (ml)

$V_2$  = tinggi lumpur (ml)

### 3.5.3.5 Analisis Specific-Gravity dan Penyerapan

Analisis specific-gravity dan penyerapan adalah analisis yang dilakukan untuk menentukan *bulk* dan *apparent*. Nilai tersebut digunakan dalam penentuan komposisi volume agregat dalam adukan beton. Rumus yang digunakan untuk mendapatkan nilai *bulk* dan *apparent* agregat halus berbeda dengan agregat kasar.

#### a. Agregat Halus

$$\text{Apparent specific gravity} = \frac{E}{(E+D-C)}$$

$$\text{Bulk S.G. kondisi kering} = \frac{E}{(B+D-C)}$$

$$\text{Bulk S.G. kondisi SSD} = \frac{B}{(B+D-C)}$$

$$\text{Prosentase absorption air} = \frac{B-E}{E} \times 100\%$$

Keterangan :

A = berat piknometer (gram)

B = berat contoh SSD (gram)

C = berat piknometer + air + contoh SSD (gram)

D = berat piknometer + air (gram)

E = berat contoh (gram)

#### b. Agregat Kasar

$$\text{Apparent specific gravity} = \frac{C}{(C-B)}$$

$$\text{Bulk S.G. kondisi kering} = \frac{C}{(A-B)}$$

$$\text{Bulk S.G. kondisi SSD} = \frac{A}{(A-B)}$$

$$\text{Prosentase absorption air} = \frac{A-C}{A} \times 100\%$$

Keterangan :

A = berat contoh SSD (gram)

B = berat contoh dalam air (gram)

C = berat contoh kering udara (gram)

### 3.5.4 Mix Design

#### A. Mix Desain Beton Normal (tanpa limbah bongkahan beton)

Metode mix desain yang diterapkan untuk Beton normal (tanpa *limbah bongkahan beton*) adalah *American Concrete Institute* (ACI), yang dijelaskan pada Bab sebelumnya dengan penambahan limbah bongkahan beton, kuat tekan yang direncanakan ( $f_c'$ ) pada umur 28 hari adalah  $\pm 20$  MPa. Untuk setiap benda uji diberi kode identifikasi, pengkodean dijelaskan pada tabel 3.1.

## B. Mix Desain Beton Normal dengan Tambahan Limbah Bongkahan Beton

Metode mix desain yang digunakan adalah dengan metode *American Concrete Institute (ACI)*. Berikut ini adalah tabel pembuatan sampel dari keseluruhan kombinasi mix desain beton:

Tabel 3.1 Sampel beton yang akan diteliti

Klasifikasi	Nama	Umur Beton	Jumlah Sampel	Total
Sampel Beton Normal (tanpa limbah Bongkahan Beton) 0%	BNTLB <sub>N</sub>	3 hari	3	
		7 hari	3	
		14 hari	3	
		28 hari	3	
Jumlah			12	12
Beton Normal + Limbah Bongkahan Beton 20 %	BNLB - 20%	3 hari	3	
		7 hari	3	
		14 hari	3	
		28 hari	3	
Jumlah			12	12
Beton Normal + Limbah Bongkahan Beton 40 %	BNLB - 40%	3 hari	3	
		7 hari	3	
		14 hari	3	
		28 hari	3	
Jumlah			12	12
Beton Normal + Limbah	BNLB - 60%	3 hari	3	
		7 hari	3	

Bongkahan Beton 60 %		14 hari	3	
		28 hari	3	
Jumlah			12	12
Beton Normal + Limbah Bongkahan Beton 80 %	BNLB - 80%	3 hari	3	
		7 hari	3	
		14 hari	3	
		28 hari	3	
Jumlah			12	12
Beton Normal + Limbah Bongkahan Beton 100 %	BNLB - 100%	3 hari	3	
		7 hari	3	
		14 hari	3	
		28 hari	3	
Jumlah			12	12
<b>JUMLAH TOTAL SAMPEL</b>				<b>72</b>

### 3.5.4.1 Tahapan Perencanaan Campuran Beton

Beton yang bertindak sebagai beton kontrol ditentukan memiliki kekuatan tekan ( $f^c$ ) sebesar  $\pm 20$  MPa. Perancangan beton ( $f^c$ )  $\pm 20$  MPa menggunakan metode *American Concrete Institute* (ACI). Langkah-langkah perancangan beton metode ACI adalah sebagai berikut :

1. Hitung kuat tekan rata-rata beton, berdasarkan kuat tekan dan margin
 
$$f^c_r = m + f^c$$
  - a. Nilai margin dihitung dengan rumus  $m = 1,64 \times S_d$
  - b. Standar deviasi ( $S_d$ ) diambil dari tabel 3.2 berdasarkan mutu pelaksanaan yang diinginkan.

Tabel 3.2 Nilai Standar Deviasi Menurut ACI

Volume pekerjaan	Mutu Pelaksanaan (MPa)		
	Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil (<1000m <sup>3</sup> )	4,5<sd≤5,5	5,5<sd≤6,5	6,5<sd≤8,5
Sedang (1000-3000m <sup>3</sup> )	3,5<sd≤4,5	4,5<sd≤5,5	5,5<sd≤6,5
Besar (>3000m <sup>3</sup> )	2,5<sd≤3,5	3,5<sd≤4,5	4,5<sd≤5,5

Sumber : Tri Mulyono (2005:161)

- c. Kuat tekan rencana ( $f'c$ ) ditentukan berdasarkan rencana atau dari hasil uji yang lalu.

2. Tetapkan nilai slump

- a. Nilai slump ditentukan atau dapat mengambil data dari tabel 3.3.

Tabel 3.3 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 struktural	101,6	25,4
Perkerasan dan slab	76,2	25,4
Beton massal	50,8	25,4

\*) Dapat ditambahkan sebesar 25,4 mm untuk pekerjaan beton yang tidak menggunakan birator, tetapi menggunakan metode konsolidasi

Sumber : Tri Mulyono (2005:161)

- b. Ukuran maksimum agregat dihitung dari  $1/3$  tebal plate dan atau  $3/4$  jarak bersih antar baja tulangan, tendon, *bundle bar*, atau *ducting* dan atau  $1/5$  jarak terkecil bidang bekisting ambil yang terkecil atau dapat diambil dari data pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Ukuran Maksimum Agregat Menurut ACI

Dimensi Minimum, mm	Balok/Kolom	Plat
62,5	12,4 mm	20 mm
150	40 mm	40 mm
300	40 mm	80 mm
750	80 mm	80 mm

Sumber : Tri Mulyono (2005:162)

3. Tetapkan jumlah air yang dibutuhkan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump, dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Perkiraan Air Campuran dan Persyaratan Kandungan Udara untuk Berbagai Slump dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum, ACI

Slump (mm)	Air (lt/m <sup>3</sup> )							
	9,5 mm	12,7 mm	19,1 mm	25,4 mm	38,1 mm	50,8 mm	76,2 mm	152,4 mm
25,4 s/d 50,8	210	201	189	180	165	156	132	114
76,2 s/d 127	231	219	204	195	180	171	147	126
152,4 s/d 177,8	246	231	216	204	189	180	162	-
Mendekati jumlah kandungan udara dalam beton air-entrained (%)	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	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
152,4 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 : Tri Mulyono (2005:162)

#### 4. Tetapkan nilai faktor air semen (FAS) berdasarkan tabel 3.6

Tabel 3.6 Nilai Faktor Air Semen Menurut ACI

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

Sumber : Tri Mulyono (2005:163)

- a. Apabila nilai kuat tekan berada diantara nilai yang diberikan maka dilakukan interpolasi.
5. Hitung jumlah semen yang dibutuhkan dengan cara jumlah air dibagi FAS.
6. Tetapkan volume agregat kasar berdasarkan agregat maksimum dan modulus halus butir (MHB) agregat halusnya sehingga didapat persen agregat kasar, data ditampilkan pada tabel 3.7.



Tabel 3.7 Volume Agregat Kasar Per Satuan Volume Beton, Metode ACI

Ukuran Agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering persatuan volume untuk berbagai modulus halus butir			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	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 : Tri Mulyono (2005:164)

- a. Apabila nilai modulus halus butirnya berada diantaranya, maka dilakukan interpolasi.
- b. Volume agregat kasar = persen agregat kasar x berat kering agregat kasar

7. Estimasi berat beton segar berdasarkan tabel 3.8.

Tabel 3.8 Estimasi Berat Awal Beton Segar ( $\text{kg/m}^3$ ), Metode ACI

Ukuran agregat maksimum (mm)	Beton air-entrained	Beton non air-entrained
9,5	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 : Tri Mulyono (2005:165)

- a. Hitunglah agregat halus dengan cara berat beton segar – (berat air + berat semen + berat agregat kasar)
8. Hitung proporsi bahan, semen, air, agregat kasar dan agregat halus, kemudian koreksi berdasarkan nilai daya serap air pada agregat.
  - 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 – langkah (3+5+6)

### 3.6 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Langkah-langkah dalam tahap ini dijelaskan secara rinci sebagai berikut :

#### 3.6.1 Persiapan Bahan

Setelah ditetapkan data dan unsur-unsur campuran pada *mix design*, prosedur berikutnya adalah mempersiapkan bahan-bahan yang akan digunakan dalam proses pelaksanaan pengecoran. Antara lain :

- Bahan :
  1. Semen (Merek Tiga Roda)
  2. Agregat kasar (Kerikil)
  3. Agregat halus (pasir beton)
  4. Limbah bongkahan beton
  5. Air

### 3.6.2 Persiapan Peralatan

Kemudian mempersiapkan peralatan yang akan digunakan antara lain:

- Peralatan
  1. Timbangan 100 kg
  2. Takaran air
  3. Ember dan sendok beton (sekop)
  4. *Mixer* beton (mesin adukan beton)
  5. Bak tempat adonan basah
  6. Alat uji slump test
  7. Tongkat pemadat.
  8. Cetakan benda uji
  9. Bak untuk perawatan.
  10. Alat uji kuat tekan.

### 3.6.3 Pelaksanaan Pengecoran

Merupakan proses pencampuran material-material yang digunakan dalam penelitian.

- Prosedur Pelaksanaan :
  1. Siapkan bahan campuran sesuai dengan rencana berat pada wadah yang terpisah.
  2. Siapkan wadah yang cukup untuk menampung volume beton basah/segar.
  3. Memebersihkan bagian dalam *mixer*.
  4. Hidupkan mesin *mixer*.
  5. Masukkan agregat kasar dan agregat halus kedalam *mixer* hingga tercampur merata.

6. Kemudian tambahkan semen lalu aduk hingga merata, sehingga diperoleh adukan kering agregat dan semen yang merata.
7. Tuangkan  $\frac{1}{3}$  jumlah air total kedalam *mixer*, dan lakukan pencampuran sampai terlihat konsistensi adukan yang merata.
8. Tambahkan kembali  $\frac{1}{3}$  jumlah air kedalam wadah dan ulangi proses untuk mendapatkan konsistensi adukan.
9. Kemudian letakan wadah didepan *mixer* sedemikian rupa sehingga adukan campuran beton dapat jatuh kedalam wadah dan tidak tercecer.
10. Setelah diperoleh campuran yang homogen, buka kunci tuas pengungkit lalu gulingkan *mixer*, sehingga campuran beton yang ada didalamnya tumpah kedalam wadah.
11. Adukan siap dicetak.

#### **3.6.4 Percobaan Slump Test**

Penentuan ukuran derajat kemudahan pengecoran adukan beton dengan cetakan berupa kerucut terpancung dengan diameter bagian bawah 20 cm, bagian atas 10 cm dan tinggi 10 cm. bagian bawah dan atas cetakan terbuka dan tongkat pemadat dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm.

- Prosedur Pelaksanaan :
  1. Cetakan dan pelat dibasahi dengan kain basah.
  2. Letakan cetakan diatas plat.
  3. Isilah cetakan sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapisan. Tiap lapisan kira-kira diisi  $\frac{1}{3}$  cetakan. Setiap lapisan dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata. Tongkat pemadat harus masuk tepat sampai lapisan bagian bawah tiap-tiap lapisan. Pada lapisan pertama, penusukan bagian tepi dilakukan dengan tongkat dimiringkan sesuai dengan kemiringan dinding cetakan.

4. Setelah selesai pemadatan, ratakan permukaan benda uji dengan tongkat, tunggu selama beberapa detik dan dalam jangka waktu ini semua kelebihan beton segar disekitar cetakan harus dibersihkan.
5. Cetakan diangkat secara perlahan-lahan tegak lurus keatas.
6. Balikan cetakan dan letakkan disamping benda uji.
7. Ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata dari benda uji. Nilai slump = tinggi cetakan – tinggi rata-rata benda uji.
8. Catatan untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti, dilakukan dua kali pemeriksaan untuk adukan yang sama.

### 3.6.5 Pembuatan Benda Uji

Setelah lulus hasil uji slump yang di rencanakan, kemudian masuk pada pembuatan benda uji atau pengecoran pada benda uji.

- Prosedur Pelaksanaan :
  1. Cetakan dioleskan/dilumurin dengan minyak oli agar nantinya beton mudah dilepaskan dari cetakan.
  2. Adukan beton diambil langsung dari wadah adukan beton dengan menggunakan ember atau alat lainnya yang tidak menyerap air. Bila dirasakan perlu bagi konsistensi adukan, lakukan pengadukan ulang sebelum dimasukkan kedalam cetakan.
  3. Padatkan adukan dalam cetakan, sampai penuh dan permukaan cetakan rata dan mengkilap.
  4. Isilah cetakan dengan adukan beton dalam 3 lapisan, tiap-tiap lapisan dipadatkan dengan 25 tusukan secara merata dan digetarkan dengan penggetar (*vibrator*). Pada saat melakukan pemadatan lapisan pertama, tongkat pemadat tidak boleh mengenai dasar cetakan. Pada saat pemadatan lapisan kedua serta ketiga tongkat pemadat lebih masuk antara 25,4 mm kedalam lapisan bawahnya. Penggetaran dengan

*vibrator* dilakukan tiap lapis dengan tiap kali penggetaran waktunya tidak lebih dari 7 detik.

5. Setelah selesai melakukan pematatan, ketuklah sisi cetakan perlahan-lahan sampai rongga bekas tusukan tertutup. Ratakan permukaan beton dan tutuplah segera dengan bahan yang kedap air dan tahan karat. Kemudian biarkan beton dalam cetakan selama 24 jam dan tempatkan ditempat yang bebas dari getaran.
6. Setelah 24 jam, bukalah cetakan dan keluarkan benda uji.
7. Lakukan perawatan dengan membasahi beton dengan air setiap hari dan beton atau ditutupi dengan karung goni basah, lagar beton tetap lembab untuk mengurangi hidrasi beton yang berlebihan.

### 3.6.6 Perawatan Benda Uji (*Curing*)

Kemudian dilakukan perawatan (*Curing*) pada benda uji selama waktu yang direncanakan.

- Prosedur Pelaksanaan :
  1. Simpan benda uji di tempat yang terlindungi dan aman.
  2. Siapkan tempat untuk merendam benda uji.
  3. Tutup bagian atas tempat rendaman benda uji.
  4. Lakukan perawatan secara periodic sehingga beton tidak dibiarkan kering

### 3.6.7 Pengujian Kuat Tekan

- Prosedur Pelaksanaan :
  1. Ambil benda uji yang akan ditentukan kekuatan tekannya dari bak perendaman/pematangan (*curing*), kemudian bersihkan dari kotoran yang menempel dengan kain lembab.

2. Timbang berat benda uji.
3. Permukaan benda uji yang akan dites dibersihkan dan diletakkan pada alat tes.
4. Benda uji harus ditempatkan ditengah konsentrasi dari alat tes.
5. Kecepatan pembebanan harus kontinu dan tanpa hentakan.
6. Dilihat dan dicatat nilai kemampuan hancur dari benda uji.

### **3.7 Analisis Data Pengujian**

Analisis data yang akan dibahas dalam penelitian ini meliputi :

1. Kuat tekan beton.
2. Komposisi maksimum campuran

Data diatas akan dianalisis dan disajikan secara deskriptif kuantitatif dalam bentuk grafik dan tabel untuk selanjutnya diketahui dan dibandingkan seberapa jauh kemampuan mix desain beton normal tanpa limbah bongkahan beton dan beton normal dengan penambahan limbah bongkahan beton yang mempengaruhi 2 aspek tersebut.