

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan sebuah metode yang paling penting yakni dimana para peneliti dapat mencapai sebuah tujuan dan dapat menemukan jawaban sebagai masalah yang akan di ajukan. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono,2008).

Metode eksperimen dilakukan dengan membandingkan beton dengan rencana $f'c = 35$ Mpa sebagai kontrol dengan beton eksperimen. Kedua jenis beton tersebut akan dilakukan beberapa pengujian yaitu uji kuat tekan, dan uji berat isi beton. Metode eksperimen dalam penelitian ini ditujukan untuk dapat mengetahui pengaruh substitusi biji plastik ABS terhadap kuat tekan beton dan berat isi beton itu sendiri.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Universitas Pendidikan Indonesia di Jl. Dr. Setiabudhi no 207 Kota Bandung, Provinsi Jawa Barat, Indonesia.

3.3 Material

Data bahan-bahan yang akan digunakan pada pembuatan sampel beton yaitu sebagai berikut:

1. Semen

Semen Portland yang digunakan merupakan semen Tipe I yaitu semen tanpa kemampuan khusus yang mengacu pada standar ASTM C150-83a. Semen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu semen tiga roda.

2. Agregat halus (pasir)

Pasir yang digunakan yaitu pasir beton yang berasal dari daerah Cimalaka, sebelum dilaksanakannya pembuatan beton dilakukan analisis saringan untuk menentukan pengujian kadar lumpur dan zona pasir.

3. Agregat kasar (batu pecah)

Agregat kasar yang digunakan adalah split screening (Crushed Stone). Ukuran nominal agregat kasar yaitu 15 mm diambil dari batuan.

4. Air

Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Struktur Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Universitas Pendidikan Indonesia. Secara terlihat air tampak tidak berwarna (jernih) dan tidak berbau.

5. *Admixture*

Admixture yang digunakan merupakan *superplasticizer* sika – viscocrete – 1003.

6. Biji Plastik ABS

Biji plastik ABS yang dipakai adalah biji plastik abs yang diperoleh dari hasil daur ulang dari limbah plastik ABS.

3.4 Peralatan

1. Timbangan analitis 30 kg dengan skala 5 gram

Digunakan untuk menimbang berat material benda uji dan berat sampel beton.

2. Oven yang suhunya dapat diatur sampai $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$

Digunakan mengeringkan agregat kasar untuk mengetahui berat kering oven material.

3. Gelas ukur 1000cc

Digunakan untuk melakukan pengujian kadar lumpur agregat kasar dan halus.

4. Takaran berbentuk silinder dengan volume 5 liter.

Digunakan untuk melakukan pengujian berat volume agregat kasar dan agregat halus.

5. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

Digunakan untuk menimbang berat material benda uji.

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

Digunakan untuk membuat sampel benda uji.

7. Satu set ayakan dengan ukuran lubang yang diatur ASTM C 33-03.

Berfungsi untuk pengujian gradasi agregat halus dan agregat kasar.

8. Alat Alat penggetar ayakan (penyaring)

Digunakan untuk menggetarkan ayakan pada pengujian gradasi Agregat.

9. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram

Digunakan untuk menimbang berat material benda uji.

10. Piknometer atau labu ukur dengan kapasitas 500 ml.

Berfungsi untuk pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus.

11. Kerucut terpancung (*cone*)

Digunakan untuk mengetahui keadaan jenuh permukaan (SSD) pada pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus.

12. Thermometer

Berfungsi mengukur suhu pada pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus.

13. Pita ukur

Digunakan untuk mengukur diameter flow.

14. *Slump Cone*

Digunakan dalam pengujian beton segar SCC yang dipakai dalam pengujian *filling ability*.

15. Pengaduk beton (mixer)

Digunakan untuk mengaduk bahan penyusun beton dalam trial mix beton.

16. Mesin uji kuat tekan

Digunakan untuk pengujian kuat tekan sampel benda uji.

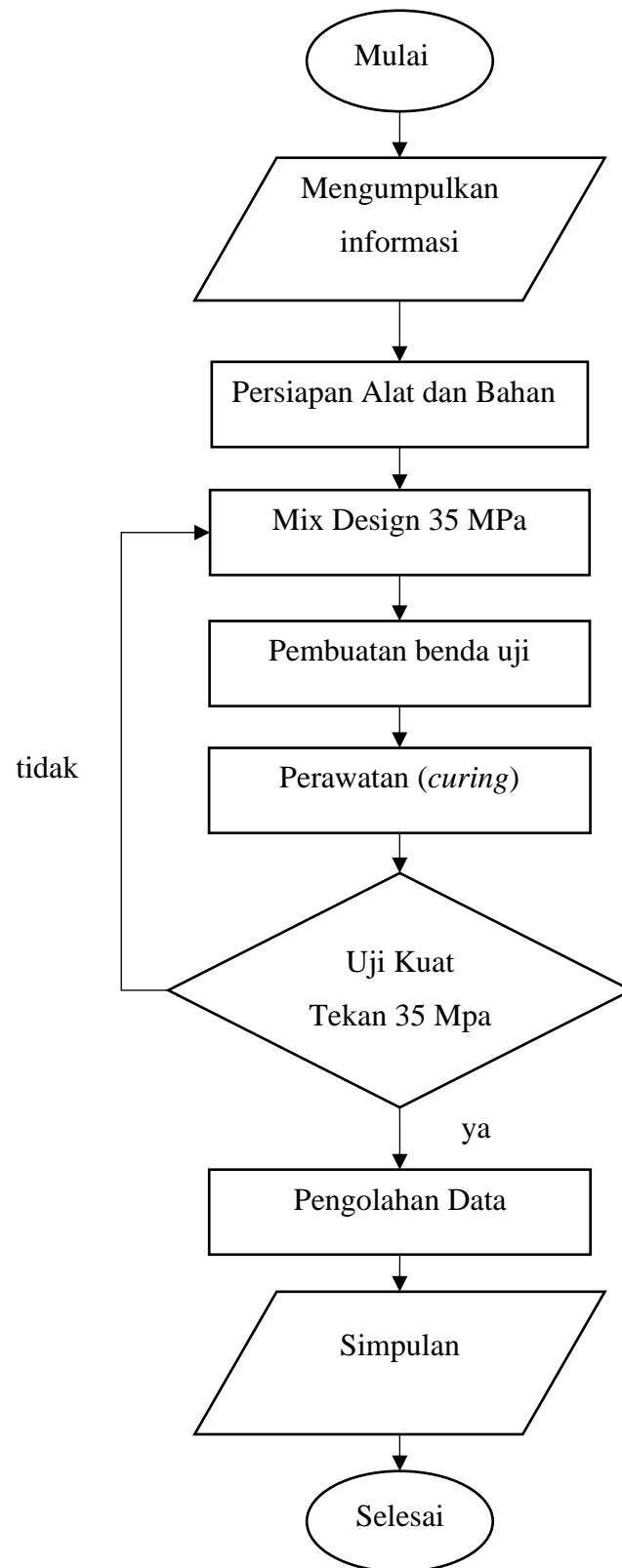
3.5 Prosedur Penelitian

Variabel dalam penelitian ini adalah campuran beton dengan mensubsitisi sebagian agregat kasar (split) dengan biji plastik ABS. Adapun jumlah sampel ditentukan masing –masing 3 sampel tiap varian yang ditetapkan.

Tabel 3. 1 Jumlah sampel yang dibutuhkan

Klasifikasi	Jumlah Pengujian Kuat Tekan			Jumlah Sampel
	7 Hari	14 Hari	28 Hari	
Beton Normal (Kontrol)	4	4	4	12
Beton Eksperimen :				
40 % Biji Plastik ABS	4	4	4	12
55 % Biji Plastik ABS	4	4	4	12
70 % Biji Plastik ABS	4	4	4	12
85 % Biji Plastik ABS	4	4	4	12
100 % Biji Plastik ABS	4	4	4	12
Jumlah				72

Alur penelitian dapat dilihat pada diagram alir berikut :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian Mengumpulkan Informasi

Penelitian ini dilaksanakan dengan berbagai acuan informasi yang didapatkan dari peraturan diantaranya SNI, ASTM, ACI, selain itu informasi dalam buku, jurnal-jurnal penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian beton ringan. Informasi yang didapat digunakan untuk menjadi acuan penelitian.

3.6 Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan Material penyusun beton (semen, pasir, split screening, biji plastik ABS, admixture) di simpan di tempat yang terlindung dari pengaruh cuaca secara langsung sehingga tidak mempengaruhi kualitas material dan di simpan di dekat Laboratorium Struktur FPTK UPI. Untuk peralatan dilakukan pengecekan kelengkapan peralatan baik peralatan pengujian material, peralatan pengujian beton segar, peralatan pengadukan beton serta perlengkapan pengujian kekuatan beton.

3.6.1 Pemeriksaan Kadar Air

Pemeriksaan kadar air agregat berfungsi dalam Menentukan kadar air dengan cara pengeringan. Hal ini dilakukan dengan melakukan perbandingan antara berat yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering (Panduan praktikum laboratorium struktur FPTK UPI).

a. Bahan

1. Pasir beton Cimalaka
2. Kerikil
3. Biji Plastik ABS

b. Peralatan

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1% dari berat bahan
2. Oven dengan suhu kira-kira sampai $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$
3. Talam tahan panas (wadah) yang cukup besar bagi tempat pengeringan

c. Prosedur Pelaksanaan

1. Timbang dan catat berat talam yang digunakan
2. Masukkan bahan uji kedalam talam telah disediakan, kemudian timbang
3. Hitung berat bahan uji.
4. Kemudian keringkan bahan uji dalam talam dengan dioven $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$, mencapai bobot yang tetap.
5. Setelah kering, catat hasil timbangan bahan uji dan talam.

4. Hitung berat bahan uji yang telah kering.

Dari hasil penelitian terhadap perhitungan kadar air material didapatkan nilai kadar air masing-masing adalah agregat halus sebesar 2,84% dan agregat kasar sebesar 6,49%. Hasil kadar air tersebut digunakan dalam koreksi takaran air pada adukan beton. Pemeriksaan kadar air agregat tersebut berdasarkan pada SNI-1971-2011.

3.6.2 Pemeriksaan Berat Volume

Pemeriksaan berat volume ini bertujuan dalam menentukan berat isi agregat. Dengan cara membandingkan antara berat material kering dengan volume. (Panduan praktikum laboratorium struktur FPTK UPI)

a. Bahan

1. Pasir Beton ABS
2. Kerikil
3. Biji Plastik ABS

b. Peralatan

1. Siapkan timbangan dengan ketelitian 0,1% dari berat bahan yang digunakan
2. Talam yang mempunyai kapasitas cukup besar
3. Batang penusuk baja berdiameter 16 mm, panjang 60 cm, dengan ujung bulat, terbuat dari baja tahan karat
4. Mistar perata
5. Sekop
6. Wadah silinder baja dengan dilengkapi alat pemegang berkapasitas cukup besar

c. Prosedur Pelaksanaan

1. Timbang kemudian catat berat wadah yang digunakan
2. Isi wadah dengan bahan uji dalam tiga lapis diusahakan sama. Setiap lapisan dipadatkan dengan batang penusuk sebanyak 25 kali sampai merata. Pemadatan pada lapisan kedua dan ketiga tidak boleh sampai pada lapisan sebelumnya.
3. Permukaan bahan uji diratakan dengan mistar perata

4. Timbang kemudian catat berat wadah berisi bahan uji tadi
5. Hitung berat bahan uji

Dari hasil penelitian terhadap perhitungan berat volume material didapatkan nilai berat volume masing-masing adalah agregat halus sebesar 1487 kg/m³ dan agregat kasar sebesar 1368 kg/m³. Hasil berat volume digunakan untuk menentukan besar volume agregat dalam adukan beton. Pemeriksaan ini berpedoman pada metode pelaksanaan konstruksi beton oleh laboratorium struktur FPTK UPI.

3.6.3 Analisis Saringan

Analisis saringan bertujuan menentukan gradasi setiap butir sesuai ukuran lubang saringan yang telah ditentukan, dimana hasilnya digunakan dalam perencanaan adukan beton.

a. Bahan

1. Pasir Beton Cimalaka
2. Kerikil
3. Biji Plastik ABS

b. Peralatan

1. Siapkan timbangan dengan ketelitian 0,1% dari berat bahan yang digunakan
2. Satu set saringan dengan ukuran lubang yang telah ditentukan
3. Mesin penggetar
4. Oven dengan suhu sampai $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$
5. Talam dan sekop
6. Kuas dan sikat kawat untuk membersihkan ayakan

c. Prosedur Pelaksanaan

1. Bahan uji dioven hingga mencapai berat konstan
2. Pindahkan bahan uji yang telah dioven tersebut ke dalam saringan yang telah disusun dari ukuran yang mempunyai lubang besar sampai yang terkecil dari atas ke bawah.
3. Selanjutnya, saringan digetarkan dengan mesin penggetar selama 15 menit

4. Bahan uji yang tertahan dipindahkan pada saringan ke talam
5. Bahan uji yang tertahan pada saringan ditimbang dan catat beratnya

3.6.3.1 Hasil Analisis Saringan Agregat Halus

Tabel 3. 2 Hasil Analisis Saringan Agregat Halus

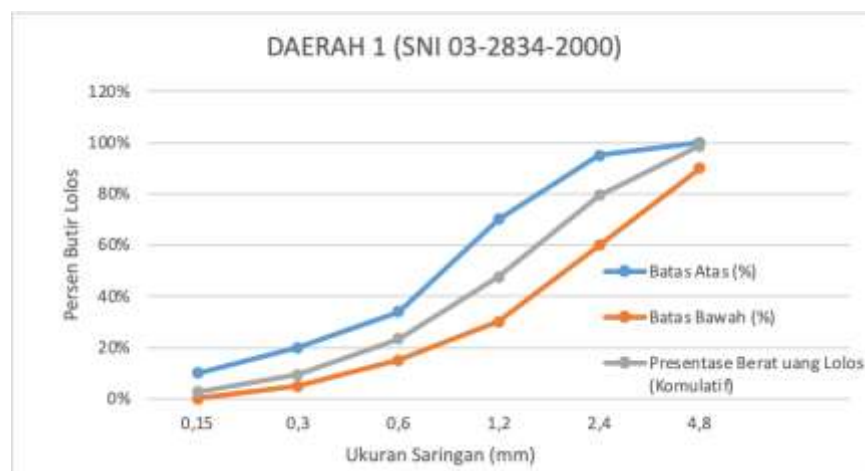
Nomor saringan	Ukuran lobang ayakan		Berat tertahan (gr)	Persentase berat yang tertahan (%)	Persentase berat yang lolos (komulatif)
	Mm	Inci			
-	9.50	3/8	0,001	0,2	99,8
No. 4	4.70	-	0.007	1,46	98,34
No. 8	2.38	-	0.115	24,1	74,24
No. 16	1.19	-	0.147	30,81	43,43
No. 30	0.59	-	0.113	23,68	19,75
No. 50	0.27	-	0,09	18,86	0,89
No. 100	0.14	-	0,004	0,83	0,06
No. 200	0.07	-	0	0	0
Wadah			0	TOTAL	236,71
Modulus kehalusan					2.36

Berat contoh agregat halus = 500 gram

Data pada table 3.2 menunjukkan bahwasannya distribusi agregat halus yang paling banyak tertahan pada saringan no.16 sebesar 30,81%. Dari tabel diatas juga diperoleh nilai modulus halus butir agregat halus sebesar 2,38. Dengan modulus halus butir (MHB), agregat halus mempunyai jumlah persen kumulatif dari butir agregat yang tertinggal di atas ayakan tersebut sebesar 2,38.

Ukuran agregat halus terdistribusi dengan cukup baik, hal ini terlihat bahwa dari semua no. saringan terdapat agregat yang tertahan. Dengan keadaan tersebut, agregat halus yang digunakan termasuk pada gradasi menerus (*continuous grade*). Agregat dengan gradasi menerus mendapatkan kemampatan yang tinggi sehingga

mendapatkan *interlocking* yang baik, karena campuran beton membutuhkan variasi ukuran butir agregat.



Gambar 3. 2 Grafik Hasil Analisis Saringan Agregat Halus

Persentase berat yang lolos (kumulatif) berada diantara batas kasar dan batas halus daerah I. Grafik diatas menunjukkan agregat halus yang digunakan termasuk kedalam gradasi I yaitu pasir kasar.

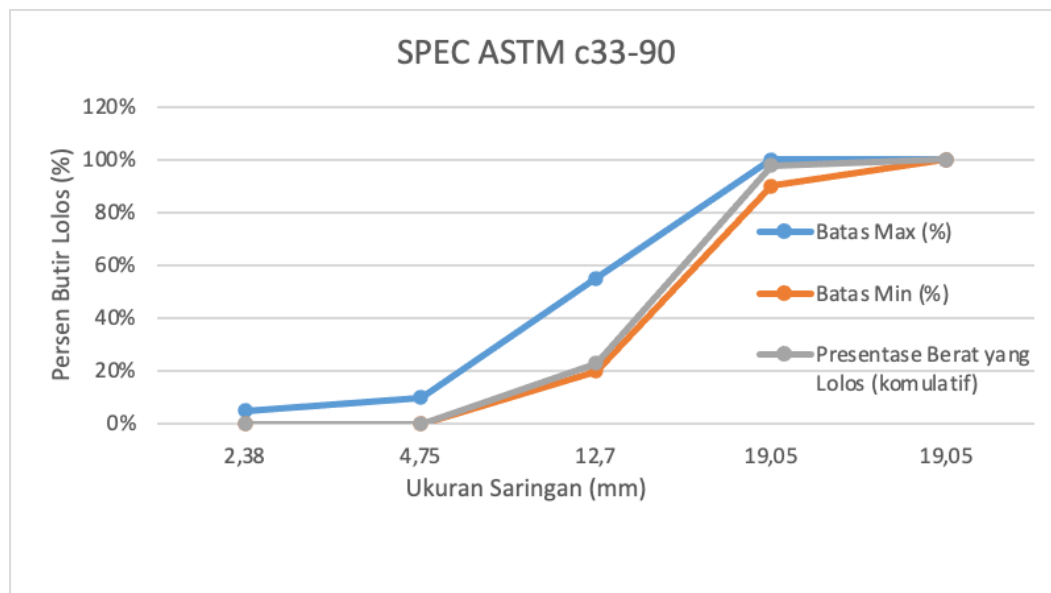
3.6.3.2 Hasil Analisis Saringan Agregat Kasar

Berat contoh agregat kasar = 1000 gr

Tabel 3. 3 Hasil Analisis Saringan Agregat Kasar

No. Saringan	Ukuran Lubang Saringan		Berat Tertahan (gr)	Presentase Tertahan	Presentase Berat yang Lolos (komulatif)
	mm	Inci			
	25	1	0	0,0%	100,0%
	19,05	3/4	23	2,3%	97,7%
	12,7	1/2	747	74,7%	23,0%
4	4,75		230	23,0%	0,0%
8	2,38		0	0,0%	0,0%
Total			1000		221%

Data pada tabel 3.3 menunjukkan distribusi ukuran agregat kasar yang paling banyak tertahan pada ukuran lobang saringan $\frac{1}{2}$ sebesar 74,7%. Dari tabel diatas juga diperoleh nilai modulus halus butir agregat kasar 2,21.



Gambar 3. 3 Grafik Hasil Analisis Saringan Agregat Kasar

Gambar 3.3 menunjukkan ukuran agregat kasar terdistribusi paling banyak pada saringan $\frac{1}{2}$ inci, sebesar 75,7. Hal ini menyebabkan adanya keseragaman ukuran fraksi. Dengan keadaan tersebut, kerikil yang digunakan termasuk pada gradasi seragam. Kerikil yang digunakan juga termasuk kedalam zona daerah kasar dengan butiran maksimum 20 mm.

3.6.4 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Pemeriksaan ini berguna untuk menentukan kadar lumpur yang terkandung dalam agregat. Kandungan lumpur dalam agregat tidak boleh lebih besar dari 5%.

a. Bahan

1. Pasir Cimalaka

b. Peralatan

1. Gelas ukur
2. Alat pengaduk

c. Prosedur Pelaksanaan

1. Benda uji dimasukkan ke dalam gelas ukur.
2. Tambahkan air pada gelas ukur guna melarutkan lumpur.
3. Gelas dikocok untuk mencuci pasir dari lumpur.
4. Simpan gelas pada tempat yang datar dan biarkan lumpur mengendap setelah 24 jam.
5. Ukur tinggi pasir (V1) dan tinggi lumpur (V2)

$$\text{KADAR LUMPUR} = \frac{V2}{V1 + V2} \times 100\%$$

Berdasarkan hasil penelitian terhadap agregat halus diperoleh jumlah kadar lumpur sebesar 2,32%.

3.6.5 Penentuan *Specific Gravity* dan Penyerapan

Analisis *specific-gravity* dan penyerapan bertujuan menentukan “*bulk* dan *apparent*“ *specific gravity* dan penyerapan (*absorption*) dari agregat kasar menurut prosedur ASTM C127. Nilai ini diperlukan untuk menetapkan besarnya komposisi volume agregat dalam adukan beton. (Panduan praktikum laboratorium struktur FPTK UPI)

3.6.5.1 Agregat Halus

a. Bahan

1. Pasir cimilaka

b. Peralatan

1. Timbangan yang mempunyai ketelitian 0,5 gram dengan kapasitas minimum 1 kg.
2. Piknometer dengan kapasitas 500 gram.
3. Cetakan kerucut kecil dan tongkat pemadat.

c. Prosedur Pelaksanaan

1. Keringkan bahan uji hingga sampai diperoleh kondisi kering dengan indikasi agregat tercurah dengan baik.

2. Sebagian dari bahan uji dimasukkan pada “*metal sand cone mold*“. kemudian dipadatkan dengan tongkat pemadat. Jumlah tumbukan adalah 25 kali dengan dibagi pada tiga lapisan. kondisi SSD contoh diperoleh, jika cetakan diangkat, butiran-butiran pasir runtuh.
3. Bahan uji seberat 500 gram dimasukkan kedalam piknometer. Piknometer diisi air sampai 90 % penuh. Piknometer digoyang-goyangkan dengan maksud memperkecil rongga udara. Rendamlah piknometer dengan suhu air $(73,4 \pm 3)^{\circ}$ f selama 24 jam. Kemudian timbang dan catat berat piknometer yang berisi bahan uji dan air .
4. Pisahkan bahan uji dari piknometer dan keringkan pada suhu $(213-230)^{\circ}$ f selama 24 jam.
5. Timbanglah piknometer berisi air sesuai dengan kapasitas kalibrasi pada temperatur $(73,4 \pm 3)^{\circ}$ f dengan ketelitian 0,1 gram.

3.6.5.2 Agregat Kasar

a. Bahan

1. Kerikil dan Biji Plastik ABS

b. Peralatan

1. Timbangan yang mempunyai ketelitian 0,5 gram dengan kapasitas minimum 1 kg.
2. Keranjang besi diameter 203,2 mm (8”) dan tinggi 63,5 mm (2,5”).
3. Alat penggantung keranjang
4. Oven.
5. Handuk.

c. Prosedur Pelaksanaan

1. Bahan uji direndam selama 24 jam.
2. Dengan kering SSD bahan uji dikeringkan dilap dengan menggunakan handuk.
3. Timbang bahan uji, berat bahan uji SSD = A.
4. Masukkan bahan uji kedalam keranjang dan direndam dalam air. Temperatur air dijaga pada suhu $(73,4 \pm 3)^{\circ}$ f lalu timbang, goyang-goyangkan keranjang didalam air untuk melepaskan udara yang terperangkap lalu hitung berat bahan uji kondisi jenuh = B.

5. Keringkan benda uji pada temperatur $(212 - 130)^{\circ} \text{ f}$. Setelah didinginkan timbang bahan uji, berat contoh kondisi kering = C.

Dari hasil penelitian terhadap perhitungan *specific gravity* dan penyerapan pada agregat halus didapatkan hasil *apparent specific gravity* sebesar 2,707 gram, bulk S.G kondisi kering 2,459 gram, bulk S.G kondisi SSD 2,551 gram dan persentase penyerapan air 3,73 %. Hasil penelitian [ada agregat kasar didapatkan dari nilai *apparent specific gravity* 2,5 gram, bulk S.G kondisi kering 2,45 gram, bulk S.G kondisi SSD 2,4 gram, dan persentase penyerapan 4,5 %.

Dari hasil tersebut digunakan untuk menentukan volume agregat dalam adukan beton pada koreksi proporsi campuran. Penentuan *specific gravity* dan penyerapan agregat mengacu pada SNI-1969-2008. Tahapan ini adalah tahapan akhir dari uji material.

Tabel 3. 4 Rekapitulasi Hasil Uji Material

Agregat Halus		
1	Kadar air	2,84%
2	Berat jenis	1487 kg/m ³
3	Modulus halus butir	2,36
4	Kadar lumpur	2,32%
5	Apparent spesific gravity	2,707 gram
6	Bulk S.G kondisi kering	2,459 gram
7	Bulk S.G kondisi SSD	2,551 gram
8	Persentase absorbtion air	3,73%
Agregat Kasar		
1	Kadar air	6,49%
2	Berat jenis	1368 kg/m ³
3	Modulus halus butir	2,25
5	Apparent spesific gravity	2,5 gram
6	Bulk S.G kondisi kering	2,45 gram
7	Bulk S.G kondisi SSD	2,4 gram
8	Persentase absorbtion air	4,50%

3.7 Perancangan Campuran Beton $f'c$ 35 MPa

Beton yang bertindak sebagai kelompok kontrol ditentukan memiliki kekuatan tekan ($f'c$) sebesar 35 Mpa. Perancangan beton $f'c$ 35 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

$$f'_{cr} = m + f'c$$

- a. Nilai margin dihitung dengan rumus $m = 1,64 \times Sd$
- b. Standar deviasi (Sd) diambil dari tabel 3.5 berdasarkan mutu pelaksanaan yang diinginkan.

Tabel 3. 5 Nilai Standar Deviasi Menurut ACI

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

Sumber : Teknologi Beton (Tri Mulyono, 2005)

- c. Kuat tekan rencana ($f'c$) ditentukan berdasarkan rencana atau dari hasil uji yang lalu.
- d. Kuat tekan rencana = 35 MPa
Margin = $1.64 * 6.5 = 10.66$ MPa
Kuat tekan rata rata = $35 + 10.66 = 45.66$ MPa

2. Tetapkan nilai slump
 - a. Nilai slump ditentukan atau dapat mengambil data dari tabel 3.6

Tabel 3. 6 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

Jenis Konstruksi	Slump (mm)	
	Maksimum*	Minimum
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 vibrator

Sumber: Teknologi Beton (Tri Mulyono, 2005)

- 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 3.7

Tabel 3. 7 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: Teknologi Beton (Tri Mulyono, 2005)

- c. Slump rencana = 12.7 cm
3. Tetapkan jumlah air yang dibutuhkan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump, tentukan berdasarkan tabel 3.8

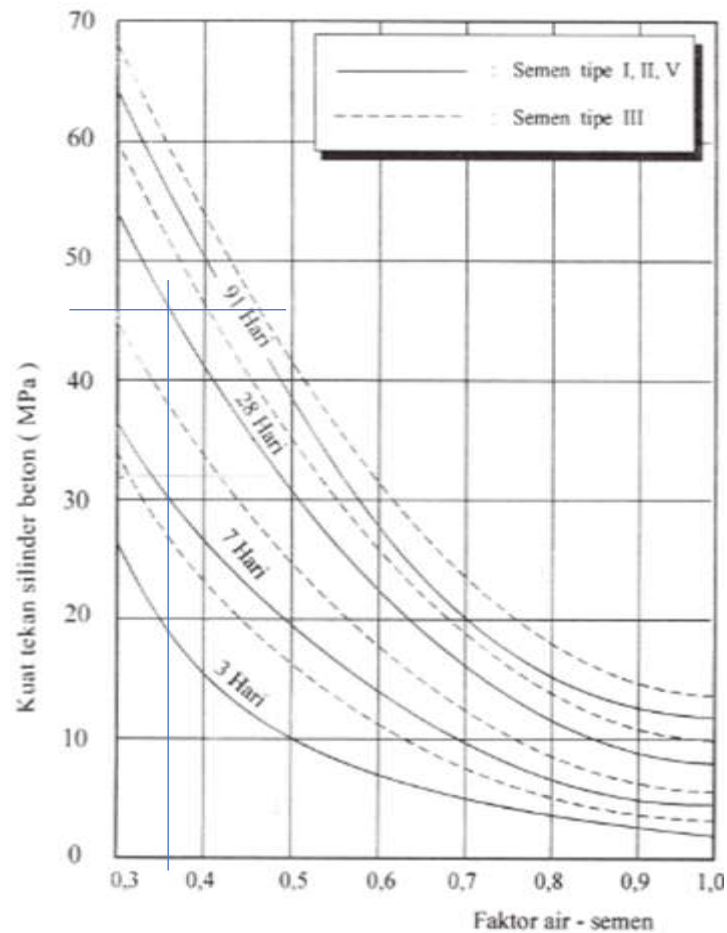
Tabel 3. 8 Perkiraan Air Campuran dan Persyaratan Kandungan Udara untuk Berbagai Slump dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum, ACI

Slump (mm)	Air (lt/m ³)							
	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

Slump (mm)	Air (lt/m ³)							
	9,5 mm	12,7 mm	19,1 mm	25,4 mm	38,1 mm	50,8 mm	76,2 mm	152,4 mm
152,4 s/d 177,8 Kandungan udara total rata-rata yang disetujui (%)	219	207	195	186	174	168	156	-
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 : Teknologi Beton (Tri Mulyono, 2005)

- b. Perkiraan air campuran = 204 kg/m³
4. Tetapkan nilai faktor air semen (FAS) berdasarkan tabel 3.9



Gambar 3. 4 Nilai Faktor Air Semen Menurut ACI

Sumber : Teknologi Beton (Tri Mulyono, 2005)

Didapatkan nilai FAS 0.36

5. Jumlah air dibagi FAS untuk mendapatkan jumlah semen.
 $= 204/0.36 = 566.667 \text{ kg/m}^3$
6. Tetapkan volume agregat kasar berdasarkan agregat maksimum dan modulus halus butir (MHB) agregat halusya sehingga didapat persen agregat kasar, data ditampilkan pada tabel 3.9

Tabel 3. 9 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	0,0	0,78	0,76
152,4	0,87	0,85	0,83	0,81

Sumber : Teknologi Beton (Tri Mulyono, 2005)

- c. Interpolasi dilakukan apabila nilai modulus halus butirnya berada diantara ketentuan tabel.
 - d. Volume agregat kasar = persentase agregat kasar x berat kering agregat kasar.
 - e. V. Agregat kasar = $0.66 * 1368 = 902.880 \text{ kg/m}^3$
7. Hitung volume absolut
- Volume absolut = berat bahan / kepadatan absolut
- Kepadatan absolut = berat jenis x kepadatan air
- V. absolut air = $204 / 1000 = 0.204 \text{ m}^3$
- V. absolut semen = $566.667 / 1000 * 3.15 = 0.180 \text{ m}^3$
- V. absolut Agregat Kasar = $902.880 / 1000 * 2.4 = 0.376 \text{ m}^3$
- V absolut Agregat Halus didapatkan dari 1 – total volume absolute
- V. absolut Agregat Halus = $1 - 0.204 - 0.180 - 0.376 = 0.220 \text{ m}^3$

8. *Admixture*

Admixture yang digunakan merupakan *superplasticizer*. Sesuai ketentuan sika – viscocrete – 1003 penggunaan takaran *superplasticizer* yang digunakan merupakan 0.6% dari pengikat (semen).

$$V_{admixture} = 0.8\% * 566.667 = 4.533 \text{ Kg/m}^3$$

9. Hitung proporsi bahan, semen, air, agregat kasar dan agregat halus, kemudian koreksi berdasarkan nilai daya serap air pada agregat.
- Semen didapat dari langkah 5
 - Air didapat dari langkah 3
 - Agregat kasar didapat dari langkah 6
 - Agregat halus didapat dari langkah 7 (Volume absolut agregat halus x agregat halus kondisi ssd x 1000)
 - Agregat halus = $0.220 * 2.551 * 1000 = 560.980 \text{ kg/m}^3$
 - Admixture didapatkan dari langkah 8

Tabel 3. 10 Komposisi Adukan/m³ Beton sebelum Koreksi Daya Serap Air

KOMPOSISI ADUKAN/M ³ BETON			
No	keterangan	jumlah	satuan
1	Semen	566.667	kg/m ³
2	Air	204.000	kg/m ³
3	Agregat Halus Kondisi SSD	560.980	kg/m ³
4	Agregat Kasar Kondisi SSD	902.880	kg/m ³
5	<i>superplasticizer</i>	3.4	kg/m ⁴

10. Koreksi Air

Tabel 3. 11 Koreksi Ukuran Air dan Berat Unsur untuk Perencanaan Adukan Beton

KOREKSI UKURAN AIR DAN BERAT UNSUR UNTUK PERENCANAAN ADUKAN BETON			
No	keterangan	jumlah	satuan
1	Presentase kadar lembab agregat kasar : mk	6.4	%
2	Absorpsi agregat kasar : (ak)	4.5	%
3	Kadar air agregat halus : (mh)	2.8	%
4	Absorpsi agregat halus : (ah)	3.7	%

Tambahan air adukan dari kondisi agregat kasar ((Agregat Kasar Kondisi SSD) x [(ak - mk) / (1 - mk)])

$$= -18.328$$

Tambahan agregat kasar untuk kondisi lapangan ((Agregat Kasar Kondisi SSD) x [(mk - ak) / (1 - mk)])

$$= 18.328$$

Tambahan air adukan dari kondisi agregat halus ((Agregat Halus Kondisi SSD) x [(ah - mh) / (1 - mh)])

$$= 5.194$$

Tambahan agregat halus untuk kondisi lapangan ((Agregat Halus Kondisi SSD) x [(mh - ah) / (1 - mh)])

$$=-5.194$$

11. Substitusi agregat kasar dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Komposisi berat plastik (Kg) = Persentase substitusi (%) x Berat Volume

Biji Plastik (Kg/m³) x jumlah sampel x vol. 1 silinder (m³)

Tabel 3. 12 Komposisi Akhir untuk Perencanaan Beton

KOMPOSISI AKHIR UNTUK PERENCANAAN /M3 BETON			
No	keterangan	jumlah	satuan
1	Semen	566.667	kg/m ³
2	Air	190.867	
3	Agregat Halus	555.785	
4	Agregat Kasar	921.208	
5	<i>superplasticizer</i>	3.4	

3.8 Pembuatan Benda Uji dan Pengujian

Setelah ditetapkan unsur-unsur campuran, prosedur berikutnya adalah mempersiapkan bahan-bahan yang akan digunakan pada waktu pengecoran. Bahan-bahan disiapkan sesuai dengan panduan praktikum laboratorium struktur FPTK UPI.

a. Alat dan Bahan

1. Biji Plastik ABS
2. Kerikil
3. Pasir Beton Cimalaka
4. Semen PCC Tiga Roda
5. Air
6. Timbangan
7. Wadah

b. Tahapan Persiapan

1. Saring pasir beton dengan saringan ukuran 0,15 mm
2. Timbang pasir beton
3. Membersihkan biji plastik abs dan kerikil dengan air, kemudian dikering untuk mendapatkan kondisi SSD.
4. Timbang kerikil
5. Semen PCC Tiga Roda
6. Air

3.9 Pengecoran

Merupakan proses pencampuran material-material yang digunakan untuk pembuatan benda uji beton. Pencampuran dilakukan sesuai dengan panduan praktikum laboratorium struktur FPTK UPI.

a. Peralatan

1. Mesin Pengaduk (*Concrete Mixer*)
2. Sendok semen
3. Sendok pasir
4. Ember
5. Gelas ukur

b. Tahapan Pengecoran

1. Persiapkan bahan campuran sesuai dengan rencana berat pada wadah yang terpisah.
2. Persiapkan wadah yang cukup menampung volume beton basah rencana.
3. Membersihkan bagian dalam mesin pengaduk.

4. Hidupkan mesin pengaduk (*concrete mixer*).
5. Masukkan agregat kasar dan agregat halus kedalam molen.
6. Tambahkan semen pada agregat campuran dan ulangi proses pencampuran, sehingga diperoleh adukan kering agregat dan semen yang merata.
7. Tuangkan $\frac{1}{3}$ jumlah air total kedalam molen, dan lakukan pencampuran sampai terlihat konsistensi adukan yang merata.
8. Tambahkan lagi $\frac{1}{3}$ jumlah air dan spl kedalam wadah dan ulangi proses untuk mendapatkan konsistensi adukan serta spl yang bereaksi.
9. Tambahkan sisa air sampai adukan beton terlihat homogen.
10. Meletakkan wadah didepan *concrete mixer* sedemikian rupa sehingga adukan campuran beton dapat jatuh kedalam wadah.
11. Setelah diperoleh campuran kelihatan homogen, buka kunci tuas pengungkit lalu gulingkan molen, sehingga campuran beton yang ada didalamnya tumpah kedalam wadah, adukan siap dicetak.

3.10 Slump Test

Penentuan ukuran derajat kemudahan pengecoran adukan beton basah/segar. *Slump Test* dilakukan sesuai dengan panduan praktikum laboratorium struktur FPTK UPI.

a. Peralatan

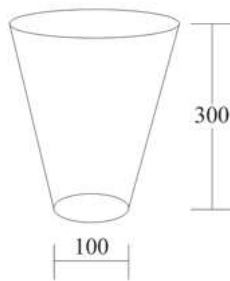
1. Cetakan berupa kerucut terpancung dengan diameter bagian bawah 20 cm, bagian atas 10 cm dan tinggi 10 cm. Bagian bawah dan atas cetakan terbuka.
2. Tongkat pemadat dengan diameter 16 mm, panjang 60 cm. Ujung dibulatkan dan sebaiknya bahan tongkat dibuat dari baja tahan karat.
3. Pelat logam dengan permukaan tara dan kedap air.
4. Sendok cekung.

b. Tahapan *Slump Test*

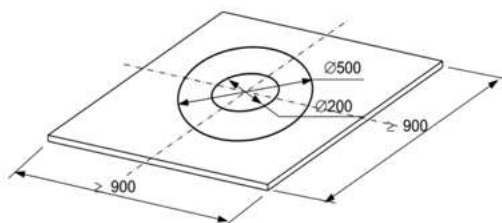
1. Cetakan dan pelat dibasahi dengan kain basah.
2. Letakan cetakan diatas pelat.
3. Isilah cetakan sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapisan. Tiap lapisan kira-kira $\frac{1}{3}$ isi cetakan. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat

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 setengah menit, 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 letakan disamping benda uji.
7. Ukurlah slump yang terjadi dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata dari benda uji.



Gambar 3. 5 Slump Cone



Gambar 3. 6 Pelat

Sumber : EFNARC, 2005.

c. Perhitungan

Nilai SLUMP = tinggi cetakan – tinggi rata-rata benda uji.

3.11 Pembuatan dan Persiapan Benda Uji

Membuat benda uji untuk pemeriksaan kekuatan beton. Dilakukan berdasarkan panduan praktikum laboratorium struktur FPTK UPI.

a. Peralatan

1. Cetakan silinder, diameter 10 cm dan tinggi 20 cm.
2. Tongkat pemadat diameter 16 mm, panjang 60 cm dengan ujung dibulatkan, sebaiknya dibuat dari baja tahan karat.
3. Bak pengaduk beton kedap air atau mesin pengaduk.
4. Timbangan dengan ketelitian 0,3 % dari berat benda uji.
5. Mesin tekan yang kapasitas sesuai kebutuhan.
6. Satu set alat pelapis (capping).
7. Peralatan tambahan : ember, skop, sendok perata dan talam.

b. Prosedur Pencetakan

1. Cetakan disapu sebelumnya dengan vaselin atau lemak agar beton mudah nanti 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 permukaan adukan beton mengkilap.
4. Isilah cetakan dengan adukan beton dalam 3 lapis, tiap-tiap lapis dipadatkan dengan 25 tusukan secara merata. 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.
5. Setelah selesai melakukan pemadatan, 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.

3.12 Perawatan (*Curing*)

Perawatan dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan dilakukan minimal selama tujuh hari dan beton

berkekuatan awal tinggi minimal selama tiga hari serta harus dipertahankan dalam kondisi lembab, kecuali dilakukan dengan perawatan yang dipercepat.

a. Tujuan Perawatan Beton

1. Mencegah kehilangan *moisture* pada beton (tidak kurang dari 80%).
2. Mempertahankan suhu yang baik selama durasi waktu tertentu (diatas suhu beku dan dibawah 50 derajat celcius).

b. Tahapan Pelaksanaan

1. Simpan benda uji di tempat yang terlindungi dan aman.
2. Siapkan karung goni dan air secukupnya.
3. Tutup benda uji dengan karung goni sampai semua permukaan benda uji terlindungi.
4. Karung goni disiram air secukupnya.
5. Lakukan perawatan secara periodik sehingga beton tidak dibiarkan kering.

c. Pengaruh Temperatur

1. Suhu perawatan diatas 50 derajat C dapat merusak beton karena semen mengeras terlalu cepat.
2. Perawatan yang dipercepat dapat menghasilkan beton yang lebih kuat namun memiliki durabilitas yang rendah.
3. Bila beton membeku selama 24 jam pertama, maka beton tersebut tidak akan pernah mencapai kembali sifat awalnya.

3.13 Pengujian Berat jenis

Pengujian berat jenis dilakukan untuk mengetahui nilai berat jenis beton yang dihasilkan, pengujian dilakukan dengan menimbang berat beton dengan menghitung volume beton tersebut. Nilai berat jenis diperoleh dengan membagi massa dengan volumenya.

Adapun langkah-langkah pengujian berat jenis beton sebagai berikut :

6. Menimbang sampel beton uji.
7. Mengukur diameter dan tinggi dari sampel beton yang digunakan.
8. Menghitung volume sampel beton yang digunakan.

Adapun rumus perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\text{Keterangan : } \gamma = \frac{w}{v}$$

γ : berat jenis (kg/m^3)

w : berat sampel beton (kg)

v : volume beton (m^3)

3.14 Pengujian Kuat Tekan

a. Tujuan

Untuk mengetahui kuat tekan beton dari silinder beton yang mewakili specimen beton dalam mix desain. Pengujian dilakukan saat umur beton 7, 14, 28 hari. Dilakukan sesuai dengan panduan praktikum laboratorium struktur FPTK UPI.

b. Peralatan

Universal Testing Machine dengan kapasitas 300 KN dan ketelitian 1 KN

c. Bahan

Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm

d. Prosedur pelaksanaan

1. Permukaan benda uji yang akan di tes dibersihkan dan diletakan pada alat tes.
2. Benda uji harus ditempatkan tepat di tengah konsentrasi dari alat tes.
3. Kecepatan pembebanan harus kontinu dan tanpa hentakan dengan kecepatan pembebanan yang disyaratkan 0.14 s/d 0.34 Mpa/detik.
4. Dilihat dan dicatat nilai kemampuan hancur dari benda uji.

3.15 Analisis Data Pengujian

Analisis data yang akan dibahas dalam penelitian ini meliputi kuat tekan beton. Data yang tersebut diatas akan dianalisis dan disajikan secara deskriptif kuantitatif dalam bentuk grafik dan tabel untuk selanjutnya diketahui dan dibandingkan seberapa jauh kemampuan mix desain tanpa biji plastik abs dan beton ringan dengan substitusi biji plastik ABS yang mempengaruhi 2 aspek tersebut.

3.15.1 Tahapan Kesimpulan Hasil Penelitian

Tahap kesimpulan hasil penelitian merupakan simpulan akhir dari rangkaian proses pelaksanaan penelitian. Tahap ini akan dibahas lebih lanjut pada bab V.