

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### III.1 Umum

Penelitian yang dilaksanakan adalah studi laboratorium dengan obyek penelitian berupa mortar semen yang diberi bahan-tambah kapur bakar. Kapur bakar yang ditambahkan ini bervariasi dari 0,00 sampai dengan 1,00 dengan interval 0.25 (perbandingan volume) pada setiap variasi campuran. Sebelum digunakan pada campuran mortar, kapur bakar tersebut dipadamkan terlebih dahulu. Pemadaman dilakukan dengan cara menyiram bongkahan kapur bakar dengan air sampai terbentuk bubuk halus.

Penelitian dilaksanakan dengan membuat contoh benda uji mortar semen ukuran 70 mm x 70 mm x 70 mm sebanyak 20 buah untuk setiap variasi komposisi adukan. Sebelum dilakukan pengujian, maka semua benda uji diberi rawatan keras terlebih dahulu. Rawatan keras ini dilakukan dua perlakuan suhu, yaitu suhu kamar  $\pm 25^{\circ}\text{C}$  dan suhu oven  $\pm 60^{\circ}\text{C}$ . Rinciannya, 2 (dua) buah dengan suhu oven dan 3 (tiga) buah dengan suhu kamar, untuk setiap variasi campuran, pada setiap umur pengujian. Kemudian pada umur yang telah ditentukan, dilakukan pengujian kuat tekan terhadap benda uji, sebanyak 5 (lima) buah untuk setiap variasi campurannya. Adapun umur pengujian yang dimaksud adalah 7, 14, 21, dan 28 hari. Dari hasil pengujian ini diharapkan dapat diketahui besarnya angka

konversi terhadap kuat tekan mortar semen umur 28 hari. Selain itu juga dapat dibuat analisa grafik tentang pengaruh bahan-tambah kapur bakar terhadap kuat tekan mortar semen, khususnya pada umur 28 hari.

Seperti halnya semen portland, kapur bakar ini juga mempunyai kemampuan untuk mengikat bahan material lain, seperti pasir. Apabila kapur tersebut dicampur dengan semen portland, maka akan ada dua kemungkinan. Pertama kapur tersebut akan menyatu dengan semen portland sehingga dapat meningkatkan daya-ikat pasta semen yang terbentuk. Kemungkinan yang kedua adalah, kapur tersebut justru akan menurunkan daya-ikat pasta semen.

Keleccakan adukan pada proses pembuatan bahan uji bukan didasarkan pada nilai faktor air semen sebagaimana mortar pada umumnya. Namun pada penelitian ini keleccakan adukan didasarkan pada nilai *slump* yang diperkirakan mendekati keleccakan yang umum digunakan di lapangan. Nilai *slump* pada penelitian ini berkisar antara 5 cm sampai 8 cm. Nilai *slump* yang direncanakan tersebut mungkin saja berubah, tergantung dari keleccakan dan sifat mudah dikerjakan (*workabilitas*) pada saat proses pembuatan.

Pengujian kuat tekan mortar pada penelitian ini dilakukan berdasarkan Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen-Portland Untuk Pekerjaan Sipil SK SNI IM-111-1990-03.

### III.2 Alat dan Bahan

#### III.2.1 Peralatan

Peralatan yang dimaksud disini adalah alat-alat yang digunakan pada penelitian ini, yakni pembuatan mortar semen dengan tambahan kapur bakar. Adapun Alat-alat yang dimaksud seperti tersebut dibawah ini.

1. Penggetar saringan pasir.
2. Satu set saringan (4.75 mm, 2.36 mm, 1.18 mm, 600  $\mu$ m, 300  $\mu$ m dan 150  $\mu$ m).
3. Timbangan besar (max. 150 kg).
4. Timbangan sedang (max. 20 kg).
5. Timbangan kecil (max. 2610 gram).
6. Talam baja.
7. Ember/timba.
8. Ayakan 4,75 mm (untuk pasir).
9. Ayakan 1,18 mm (untuk kapur).
10. Alat cetak silinder beton.
11. Batang penumbuk/pemadat.
12. Gelas ukur.
13. Cetok dan scraper.
14. Cetakan kubus mortar.
15. Kerucut Abrams,.
16. Batang penusuk, dan siku.
17. Oven.
18. Desikator.

19. Kaliper (ketelitian 0,05mm).

20. Alat uji desak.

### III.2.2 Bahan-bahan

Bahan-bahan yang dimaksud adalah bahan-bahan yang digunakan sebagai bahan penyusun adukan mortar pada penelitian ini. Data mengenai bahan penyusun adukan mortar yang dipakai adalah sebagai berikut ini.

#### 1. Semen Portland.

Tipe : I.

Merk : Semen Gresik.

Ukuran zak : 50 kg.

Kondisi : baik (normal).

#### 2. Pasir.

Jenis : Pasir kali.

Asal : Sungai Progo, didapat dari penyalur bahan-bahan bangunan 'Sri Pertidadi' di Jalan Kolombo (k-6) Yogyakarta.

kondisi : basah.

#### 3. Kapur.

Jenis : bongkahan kapur bakar.

Asal : Perusahaan gamping 'Sastrosugito', Pandansimping Prambanan, Klaten.

Sebelum dipergunakan sebagai bahan campuran, bongkahan kapur ini disiram air sampai membentuk bubuk. Penyiraman bongkahan kapur bakar dilakukan di Laboratorium Bahan

Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Setelah penyiraman diperkirakan selesai, yakni bongkahan kapur sudah tampak hancur, kemudian didiamkan sampai diperkirakan sudah dapat diayak.

#### 4. Air.

Air yang digunakan kondisi visual bersih, jernih dan tak berbau, berasal dari Laboratorium BKT, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII.

### III.3 Perhitungan Campuran Mortar

Perhitungan campuran yang dimaksud adalah perhitungan untuk menentukan banyaknya masing-masing bahan yang akan digunakan dalam adukan mortar. Oleh karena itu sebelum melakukan pencampuran bahan penyusun mortar, terlebih dahulu dilakukan perhitungan campuran. Hal ini agar dapat diperoleh suatu komposisi yang tepat sesuai dengan yang dikehendaki.

Penelitian mortar ini mempergunakan perbandingan campuran yang bervariasi pada setiap adukan (Tabel 1.1). Perbandingan tersebut akan ditransformasi menjadi perbandingan berat. Proses transformasi dalam menentukan komposisi agar sebanding, terlebih dahulu dicari berat-satuan /berat volume masing-masing bahan campuran. Dengan kata lain perbandingan berat hasil transformasi harus mempunyai nilai yang setara/-seimbang dengan nilai/angka-banding yang direncanakan.

Dari perbandingan berat yang telah diketahui, akhirnya dapat dihitung berat masing-masing bahan penyusun adukan yang diperlukan.

### III.3.1 Berat-Satuan (Berat Volume)

Berat-satuan atau berat-volume adalah perbandingan berat bahan dengan volume bahan. Prosedur untuk mendapatkan angka/nilai berat-satuan ini dapat dilakukan dengan menggunakan alat cetak silinder beton. Pada penelitian ini menggunakan alat cetak silinder beton dengan dimensi  $\emptyset$  15,0 cm dan tinggi 30,0 cm.

Adapun prosedur dalam mencari harga berat-satuan tersebut adalah seperti berikut ini.

Mula-mula alat cetak silinder beton dalam keadaan kosong ditimbang beratnya ( $W_1$ ). Masing-masing bahan yang akan dicari berat-satuannya, dalam hal ini pasir, semen dan kapur, dimasukkan/diisikan ke dalam silinder tersebut dan dipadatkan. Adapun yang dimaksud padat dalam hal ini adalah pada saat alat cetak silinder tersebut dilepas/dibuka, akan membentuk seperti alat cetaknya.

Apabila pemadatan telah usai seluruhnya, maka silinder beserta isinya ditimbang beratnya ( $W_2$ ). Hasil penimbangan ini ( $W_2$ ) dikurangi berat silinder kosong ( $W_1$ ), lalu dibagi volume silinder, maka didapatkan harga berat-satuan, atau dengan persamaan (3.1) berikut ini.

$$\text{Berat-satuan} = \frac{(W_2 - W_1)}{V} \dots\dots\dots(3.1)$$

dengan :

$W_1$  = berat silinder kosong.

$W_2$  = berat silinder isi.

$V$  = volume silinder.

Dari hasil pengukuran pendahuluan yang dilakukan di laboratorium, didapatkan data bahan penelitian seperti berikut ini.

$$\begin{aligned} \text{Volume silinder} &= \frac{1}{4} \pi D^2 \cdot t = \frac{1}{4} \pi \cdot 15^2 \cdot 30 \\ &= 5301,4376 \text{ cm}^3. \end{aligned}$$

Berat silinder ( $W_1$ ) = 10,8 kg.

Berat silinder + kapur ( $W_2$ ) = 14,90 kg.

Berat silinder + Pasir ( $W_2$ ) = 20,18 Kg.

Berat silinder + semen ( $W_2$ ) = 19,49 Kg.

Dengan memasukkan data tersebut ke persamaan (3.1) didapatkan nilai berat-satuan masing-masing bahan penyusun mortar yang diteliti, yakni

$$- \text{Kapur} = 0,773 \cdot 10^{-3} \text{ kg/cm}^3.$$

$$- \text{Pasir} = 1,769 \cdot 10^{-3} \text{ kg/cm}^3.$$

$$- \text{Semen} = 1,639 \cdot 10^{-3} \text{ kg/cm}^3.$$

Nilai berat-satuan ini selanjutnya digunakan sebagai dasar hitungan untuk mendapatkan nilai perbandingan berat yang ditransformasi dari nilai perbandingan (Tabel 1.1).

### III.3.2 Perbandingan Berat

Perbandingan berat yang dimaksud disini merupakan hasil transformasi dari nilai perbandingan rencana pada Tabel 1.1. Angka perbandingan berat didapat dengan cara membandingkannya terhadap berat-satuan semen, yakni mengalikan nilai banding volume dengan berat-satuannya lalu dibagi berat-satuan semen, atau dengan persamaan (3.2)

$$X = \frac{A \cdot \text{berat-satuan } x}{\text{berat-satuan semen}} \dots\dots\dots(3.2)$$

dengan :

X = nilai banding perbandingan berat.

A = nilai/angka banding.

x = bahan material yang dimaksudkan.

Sebagai contoh, untuk perbandingan 1 : 4 : 0.5 (Tabel 1.1), maka didapatkan

$$X_{\text{semen}} = \frac{1 \times \text{berat-satuan semen}}{\text{berat-satuan semen}} = \frac{1 \times 1,639 \cdot 10^{-3}}{1,639 \cdot 10^{-3}} = 1$$

$$X_{\text{pasir}} = \frac{4 \times 1,769 \cdot 10^{-3}}{1,639 \cdot 10^{-3}} = 4,32$$

$$X_{\text{kapur}} = \frac{0,5 \times 0,773 \cdot 10^{-3}}{1,639 \cdot 10^{-3}} = 0,24$$

Dengan cara yang sama, didapatkan angka perbandingan berat bahan campuran yang diteliti untuk perbandingan pada Tabel 1.1, sebagaimana tertera pada Tabel 3.1. berikut ini.



Tabel. 3.1. Perbandingan Berat Bahan Adukan Mortar.

Perbandingan			perbandingan berat		
semen	pasir	kapur	semen	pasir	kapur
1	3	0,00	1	3,24	0,00
		0,25			0,12
		0,50			0,24
		0,75			0,36
		0,00			0,48
1	4	0,00	1	4,32	0,00
		0,25			0,12
		0,50			0,24
		0,75			0,36
		0,00			0,48
1	5	0,00	1	5,40	0,00
		0,25			0,12
		0,50			0,24
		0,75			0,36
		0,00			0,48
1	6	0,00	1	6,48	0,00
		0,25			0,12
		0,50			0,24
		0,75			0,36
		0,00			0,48

### III.3.3 Berat Bahan

Berat bahan yang dimaksud adalah berat masing-masing bahan adukan yang akan dicampur sebagai adukan mortar. Berat bahan tersebut sesuai dengan nilai banding pada perbandingan berat berdasarkan volume adukan yang dibutuhkan. Oleh karena pada penelitian ini menggunakan nilai *slump* sebagai ukuran kelecakan adukan, maka volume yang dibutuhkan dalam setiap membuat adukan didasarkan pada volume kerucut Abrams.

Karena pada pengujian *slump* harus dilakukan pemadatan pada adukan mortar, maka volume adukan yang dibutuhkan adalah volume yang dipadatkan. Untuk mendapatkan volume padat tersebut dilakukan dengan memperbesar 1,5 kali volume kerucut Abrams. Dengan kata lain volume adukan yang dibutuhkan untuk setiap pembuatan adukan pada penelitian ini adalah setara dengan 1,5 kali volume kerucut yang mempunyai dimensi  $\phi_{atas} = 10 \text{ cm}$ ,  $\phi_{bawah} = 20 \text{ cm}$  dan tinggi = 30 cm.

$$V = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot t (r^2 + R^2 + Rr) \dots\dots\dots(3.3)$$

$$= 5497,787 \text{ cm}^3,$$

sehingga volume padat =  $1,5 \cdot 5497,787 \text{ cm}^3 = 8246,681 \text{ cm}^3$ .

Volume padat tersebut dibagi menjadi 3 bagian sesuai dengan nilai perbandingan berat. Jadi untuk menentukan berat masing-masing bahan adukan, terlebih dahulu dihitung prosentase dari masing-masing bahan adukan dengan persamaan 3.4.

$$\text{Prosentase bahan} = \frac{X}{\Sigma X} \times 100\% \dots\dots\dots(3.4)$$

dengan :

$X$  = nilai/angka banding pada perbandingan berat,

$\Sigma X$  = jumlah seluruh nilai banding yang bersangkutan.

Sebagai contoh untuk perbandingan berat 1:4,32:0,24 adalah sebagai berikut

nilai banding semen = 1,

nilai banding pasir = 4,32,

nilai banding kapur = 0,24,

jumlah nilai banding =  $1 + 4,32 + 0,24 = 5,56$ ,

maka prosentase masing-masing bahan tersebut dalam satu adukan adalah

$$\text{semen} = \frac{1}{5,56} \times 100\% = 18\% = 0,18,$$

$$\text{pasir} = \frac{4,32}{5,56} \times 100\% = 78\% = 0,78,$$

$$\text{kapur} = \frac{0,24}{5,56} \times 100\% = 4\% = 0,04.$$

Dengan cara yang sama didapatkan prosentase masing-masing bahan adukan mortar untuk tiap variasi perbandingan campuran seperti tercantum pada Tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel. 3.2. Prosentase Bahan Dalam Adukan

Perbandingan berat			Prosentase		
Semen	Pasir	Kapur	Semen	Pasir	Kapur
1	3,24	0,00	0,236	0,764	0,000
		0,12	0,229	0,743	0,028
		0,24	0,223	0,723	0,054
		0,36	0,217	0,704	0,079
		0,48	0,212	0,686	0,102
1	4,32	0,00	0,188	0,812	0,000
		0,12	0,184	0,794	0,022
		0,24	0,180	0,777	0,043
		0,36	0,176	0,761	0,063
		0,48	0,172	0,745	0,083
1	5,40	0,00	0,156	0,844	0,000
		0,12	0,153	0,828	0,019
		0,24	0,151	0,813	0,036
		0,36	0,148	0,799	0,053
		0,48	0,145	0,785	0,070
1	6,48	0,00	0,134	0,866	0,000
		0,12	0,132	0,852	0,016
		0,24	0,130	0,839	0,031
		0,36	0,128	0,826	0,046
		0,48	0,126	0,814	0,060

Prosentase bahan adukan pada Tabel 3.2. tersebut digunakan untuk menentukan berat masing-masing bahan adukan sebanyak volume yang diperlukan, dalam hal ini volume padat kerucut Abrams. Berat masing-masing bahan adukan yang diperlukan dapat dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$\text{Berat bahan} = V \times C \times D \quad \dots\dots\dots(3.5)$$

dengan :

V = volume padat kerucut Abrams.

C = prosentase bahan dalam adukan,

D = berat-satuan bahan adukan.

Sebagai contoh untuk perbandingan berat 1 : 4,32 : 0,24 pada Tabel 3.1, maka hitungan berat masing-masing bahan tersebut adalah

$$\begin{aligned} \text{berat semen} &= 8246,681 \text{ cm}^3 \times 0,180 \times 1,693 \cdot 10^{-3} \text{ kg/cm}^3 \\ &= 2,433 \text{ kg.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{berat pasir} &= 8246,681 \text{ cm}^3 \times 0,777 \times 1,769 \cdot 10^{-3} \text{ kg/cm}^3 \\ &= 11,335 \text{ kg.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{berat kapur} &= 8246,681 \text{ cm}^3 \times 0,043 \times 0,773 \cdot 10^{-3} \text{ kg/cm}^3 \\ &= 0,2741 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama dapat dihitung berat masing-masing bahan adukan yang diperlukan. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Berat Masing-masing Bahan Adukan Mortar.

Perbandingan berat			Prosentase berat			Berat masing-masing bahan adukan (kg)		
Semen	Pasir	Kapur	Semen	Pasir	Kapur	Semen	Pasir	Kapur
1	3,24	0,00	0,236	0,764	0,000	3,190	11,145	0,0000
		0,12	0,229	0,743	0,028	3,095	10,839	0,1785
		0,24	0,223	0,723	0,054	3,014	10,547	0,3443
		0,36	0,217	0,704	0,079	2,933	10,270	0,5036
		0,48	0,212	0,686	0,102	2,865	10,007	0,6503
1	4,32	0,00	0,188	0,812	0,000	2,541	11,845	0,0000
		0,12	0,184	0,794	0,022	2,487	11,583	0,1403
		0,24	0,180	0,777	0,043	2,433	11,335	0,2741
		0,36	0,176	0,761	0,063	2,379	11,101	0,4016
		0,48	0,172	0,745	0,083	2,325	10,868	0,5291
1	5,40	0,00	0,156	0,844	0,000	2,108	12,312	0,0000
		0,12	0,153	0,828	0,019	2,068	12,079	0,1211
		0,24	0,151	0,813	0,036	2,041	11,860	0,2295
		0,36	0,148	0,799	0,053	2,000	11,656	0,3379
		0,48	0,145	0,785	0,070	1,960	11,452	0,4463
1	6,48	0,00	0,134	0,866	0,000	1,811	12,633	0,0000
		0,12	0,132	0,852	0,016	1,784	12,429	0,1020
		0,24	0,130	0,839	0,031	1,757	12,239	0,1976
		0,36	0,128	0,826	0,046	1,730	12,050	0,2933
		0,48	0,126	0,814	0,060	1,703	11,875	0,3825

#### III.4 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji mortar semen dengan bahan-tambah kapur bakar pada penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap. Hal ini dimaksudkan agar dalam pelaksanaannya dapat berjalan dengan lancar tanpa hambatan yang berarti. Tahap-tahap yang dimaksud adalah seperti berikut ini.

#### III.4.1 Persiapan

Pada tahap persiapan ini segala keperluan yang berhubungan dengan penelitian terlebih dahulu harus sudah siap. Sebelum memulai proses pembuatan benda uji, terlebih dahulu dilakukan perhitungan-perhitungan bahan campuran yang akan dipakai. Hasil perhitungan ini digunakan untuk menghitung jumlah total bahan-bahan yang diperlukan.

Selain itu, oleh karena waktu dan peralatan yang digunakan terbatas, maka disusun pula rencana kerja pembuatan dan pengujian dalam penelitian ini. Rencana kerja tersebut dibuat dalam bentuk diagram sederhana dan dapat dilihat pada lampiran.

Sebagaimana telah disebutkan di muka bahwa kapur bakar yang dipakai masih berupa bongkahan. Oleh karena itu sebelum digunakan harus dihancurkan dan dipadamkan terlebih dahulu. Pemadaman dilakukan dengan cara menyiram bongkahan tersebut dengan air. Beberapa saat kemudian kapur ini bereaksi dengan air yang menimbulkan panas dan letupan-letupan yang diikuti pecahnya bongkahan batu kapur. Penyiraman dilakukan hingga bongkahan tersebut hancur menjadi bubuk dan kapurnya padam. Setelah proses pemadaman usai (ditandai dengan hilangnya panas), bubuk kapur yang terbentuk tersebut masih dalam kondisi lembab. Oleh karena itu didiamkan di udara terbuka sampai kering, supaya dapat diayak dengan saringan yang dikehendaki.

Pasir yang digunakan pada adukan mortar harus memenuhi persyaratan yang berlaku. Karena itu, perlu dilakukan pemeriksaan mengenai pasir, guna mengetahui modulus halus butir, kandungan lumpur, serta kadar air yang terkandung dalam pasir. Oleh karena pasir yang digunakan kondisinya basah dan untuk mendapatkan pasir dalam kondisi SSD cukup sulit serta memerlukan waktu yang cukup lama, maka perlu diketahui kadar airnya.

#### 1. Pemeriksaan Modulus Halus Butir Pasir.

Pelaksanaan pemeriksaan modulus halus butir pasir dilakukan dengan mengambil pasir (yang akan digunakan) secukupnya. Pasir tersebut dimasukkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ . Setelah 24 jam pasir tersebut dikeluarkan dari oven dan sudah dalam keadaan kering.

Pasir kering oven tersebut diambil 2000 gram untuk dimasukkan dalam susunan saringan (paling atas). Satu set saringan tersusun (dari atas) dengan lubang ayakan berukuran 4.75 mm, 2.36 mm, 1.18 mm, 600  $\mu\text{m}$ , 300  $\mu\text{m}$ , 150  $\mu\text{m}$  standard ASTM. Susunan saringan tersebut dipasang pada alat penggetarnya dan digetarkan selama  $\pm 15$  menit.

Setelah proses penggetaran selesai dilakukan, masing-masing saringan akan terisi sejumlah pasir, yakni pasir yang tidak lolos lubang saringan. Pasir yang tertinggal pada setiap saringan tersebut ditimbang beratnya. Kemudian dibuat daftar hitungan berat yang tertahan sampai sisanya.

## 2. Pemeriksaan Kandungan Lumpur.

Lumpur adalah bagian-bagian agregat halus yang lolos lubang ayakan 0,063 mm. Lumpur ini dapat melekat erat pada butir-butir pasir dan tidak terlepas pada waktu pengadukan mortar, sehingga dapat menghalangi ikatan antara butiran pasir dengan pasta semennya. Akibatnya kualitas mortar semen dapat berkurang (kuat tekannya rendah, kemampuan untuk mengikat bahan lain berkurang).

PBI 1971 pasal 3.3 ayat (3) mensyaratkan kadar lumpur pasir tidak boleh melebihi 5% dari berat kering pasir. Apabila kadar lumpur dalam pasir melebihi ketentuan yang disyaratkan, maka pasir tersebut harus dicuci terlebih dahulu sebelum dipergunakan sebagai bahan campur adukan mortar.

Adapun pemeriksaan kandungan lumpur dalam pasir dilakukan dengan menggunakan gelas ukur. Pasir yang akan diperiksa kandungan lumpurnya adalah pasir kering (oven). Pasir kering oven sebanyak 100 gram dimasukkan dalam gelas ukur (250 cc) kemudian ditambahkan air jernih sampai setinggi  $\pm 12$  cm dari permukaan pasir. Pasir dan air dalam gelas ukur tersebut dikocok 25 kali. Kemudian didiamkan selama 30 detik (setengah menit) dan buang airnya. Langkah ini diulang-ulang hingga air nampak jernih seperti semula (sebelum dicampur pasir). Selanjutnya pasir tersebut dikeringkan dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ . Setelah 24 jam berada dalam oven, pasir dikeluarkan dari oven dan didinginkan dalam desikator, lalu



ditimbang beratnya. Hasil penimbangan ini dipakai untuk mengurangi berat awal (sebelum dicuci) untuk dibandingkan terhadap berat awalnya atau dengan persamaan berikut ini

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \% < 5\% \quad \dots\dots\dots (3.6)$$

dengan :

$W_1$  = berat awal/sebelum dicuci (gram),

$W_2$  = berat akhir/setelah dicuci (gram).

### 3. Pemeriksaan Kadar Air Dalam Pasir.

Pemeriksaan kadar air dalam pasir dilakukan dengan menimbang sejumlah pasir yang digunakan dalam kondisi seadanya/aslinya ( $W_1$ ). Selanjutnya pasir tersebut dioven pada suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ . Setelah 24 jam pasir dikeluarkan dari oven dan masuk desikator, lalu ditimbang lagi ( $W_2$ ). Kadar air dapat dihitung dengan persamaan berikut ini (Gunawan,1987).

$$\text{Kadar air} = \frac{(W_1 - W_2)}{W_2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3.7)$$

dengan :

$W_1$  = berat pasir basah,

$W_2$  = berat pasir kering oven.

Sesuai dengan rencana kerja yang telah dibuat sebelum pembuatan benda uji, terlebih dahulu dipersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan. Bahan-bahan yang dibutuhkan pada saat pembuatan bahan uji ini antara lain adalah semen, pasir, kapur dan air. Adapun alat-alat yang digunakan adalah

- a. saringan pasir (4,75 mm),
- b. saringan kapur (1,18 mm),
- c. talam baja dan timba/ember,
- d. kerucut Abrams, batang penusuk dan siku,
- e. gelas ukur dan timbangan,
- f. cetok dan scraper,
- g. alat cetak mortar.

Pasir dan kapur terlebih dahulu disaring dengan saringan yang sesuai dengan diameter lobang yang dikehendaki. Pasir yang digunakan adalah pasir yang lolos saringan 4,75 mm, sedangkan kapur yang digunakan lolos saringan 1,18 mm. Butiran kapur yang kecil ini dimaksudkan sebagai bahan pengisi rongga antar butir pasir dan juga sebagai bahan pengikat, agar dapat mengurangi pemakaian semen portland.

#### III.4.2 Proses Pembuatan

Waktu pelaksanaan pembuatan benda uji disesuaikan dengan jadwal yang telah dibuat pada tahap persiapan. Bahan-bahan yang telah disiapkan ditimbang sesuai dengan perbandingan yang telah dihitung. Bahan-bahan yang telah ditimbang tersebut dituangkan ke talam baja.

Proses pencampuran dilakukan secara manual, yakni diaduk-aduk dengan menggunakan cetok dan diusahakan serata mungkin. Adukan dikatakan rata apabila warna adukan sudah homogen/seragam. Setelah campuran benar-benar rata/berwarna seragam, ditambahkan air sedikit demi sedikit sampai tera-

sa/tampak plastis. Jumlah air yang ditambahkan dicatat untuk mengetahui volume air yang dibutuhkan untuk nilai *slump* tertentu. Sebagaimana diketahui bahwa pembuatan mortar ini, kebutuhan air bukan didasarkan pada nilai faktor air semen, akan tetapi berdasarkan nilai *slump*.

Adukan yang telah jadi tersebut dimasukkan ke dalam kerucut Abrams dalam 3 (tiga) lapis. Masing-masing lapis kurang lebih  $\frac{1}{3}$  volume kerucut. Setiap lapis ditusuk sebanyak 25 kali sebagai proses pemadatan. Batang tusuk yang dipakai berupa batang baja  $\varnothing$  16 mm, panjang 40 cm dan ujungnya tumpul. Ceceran adukan yang ada disepular kerucut dibersihkan lebih dahulu. Ini dimaksudkan agar tidak menghalangi gerakan adukan ketika kerucut diangkat. Kira-kira  $\frac{1}{2}$  menit kemudian, kerucut Abrams yang telah terisi penuh dan padat tersebut diangkat secara perlahan

Langkah selanjutnya kerucut Abrams tersebut diletakkan disamping ongkongan adukan dengan posisi berdiri. Batang penusuk diletakkan secara horisontal di atas/di ujung kerucut sampai ujung batang melewati di atas ongkongan adukan. Dari batang mendatar tersebut, diukur besarnya penurunan adukan terhadap tinggi kerucut dengan menggunakan penggaris. Maka akan didapatkan nilai *slump* dari pengukuran tersebut.

Apabila sudah didapatkan nilai *slump* sesuai dengan yang dikehendaki, maka adukan tersebut dimasukkan ke dalam alat cetak kubus mortar. Alat cetak kubus mortar ini sebelum di-

gunakan diolesi minyak pelumas lebih dulu. Pengisian adukan ke dalam alat cetak dilakukan dengan disertai pemadatan, dengan mempergunakan potongan baja yang ujungnya tumpul. Kemudian permukaan atas diratakan dengan menggunakan scraper.

Adukan dalam cetakan didiamkan selama  $\pm$  24 jam, lalu dikeluarkan dari alat cetak untuk selanjutnya masuk tahap rawatan.

#### III.4.3 Rawatan

Benda uji dalam cetakan sebelum dikeluarkan, terlebih dahulu diberi tanda. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya saling tertukar antar benda uji yang satu dengan yang lainnya.

Rawatan dilakukan dengan merendam benda uji dalam air bersih, jernih dan tidak berbau. Dengan kata lain air yang digunakan untuk merawat benda uji adalah air yang memenuhi persyaratan yang berlaku untuk pembuatan adukan.

Dua hari menjelang pengujian, benda uji dikeluarkan dari rendaman. Pada penelitian ini menggunakan 5 buah sampel untuk setiap variasi perbandingan campuran pada tiap umur pengujian. Rawatan benda uji ini dilaksanakan dengan 2 (dua) perlakuan suhu, yakni suhu oven dan suhu kamar.



### III.5 Pelaksanaan pengujian

Pengujian baru dapat dilaksanakan bila benda uji telah mencapai umur pengujian yang direncanakan dalam hal ini umur 7, 14, 21, dan 28 hari.

#### III.5.1 Pengujian Terhadap Serapan Air

Pengujian terhadap serapan air pada mortar ini, dilakukan guna mengetahui besarnya daya serap air oleh mortar. Pengujian dilakukan berdasarkan selisih antara berat benda sebelum dioven dan sesudah di oven.

Sebagaimana telah diuraikan diatas, dua hari menjelang pengujian benda uji dikeluarkan dari rendaman. Benda uji tersebut selanjutnya ditimbang beratnya ( $W_1$ ), kemudian dimasukkan dalam oven pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$ . Setelah  $\pm 24$  jam benda uji dikeluarkan dari oven dan didinginkan di dalam desikator selama  $\pm 24$  jam.

Setelah  $\pm 24$  jam berada dalam desikator, benda uji dikeluarkan dan ditimbang beratnya ( $W_2$ ). Besarnya serapan air pada mortar ini dihitung dengan persamaan

$$\text{Resapan air} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots(3.8)$$

dengan :

$W_1$  = berat awal (sebelum dioven).

$W_2$  = berat akhir (setelah dioven).

### III.5.2 Pengujian Berat Jenis Mortar

Pengujian berat jenis mortar dilakukan terhadap benda uji umur 28 hari. Benda uji yang telah mencapai umur 28 hari diukur dimensi serta ditimbang beratnya. Pengukuran dimensi dilakukan untuk mengetahui volume mortar. Mortar yang diuji berat jenisnya hanya mortar yang mendapat perawatan pada suhu kamar. Berat jenis mortar dihitung dengan persamaan

$$\text{Berat Jenis} = \frac{\text{Berat mortar}}{\text{Volume mortar}} \text{ kg/cm}^3 \quad \dots\dots(3.9)$$

### III.5.3 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat-tekan kubus mortar dilakukan dengan menggunakan alat uji desak beton. Tepat pada hari pengujian, benda uji diukur dimensi serta ditimbang beratnya. Pengukuran ini dimaksudkan untuk mendapatkan luas bidang yang tertekan. Sedangkan penimbangan dilakukan untuk menunjukkan tingkat kepadatan, kapasitas dan macam agregat yang berada dalam mortar.

Besar kuat-tekan mortar ini dihitung dengan menggunakan persamaan

$$\sigma = \frac{F}{A} \text{ Kg/cm}^2 \quad \dots\dots\dots(3.10)$$

dengan :

$\sigma$  = kuat tekan ( $\text{kg/cm}^2$ ),

F = gaya tekan (kg).

A = luas bidang tertekan ( $\text{cm}^2$ ).

#### III.5.4 Angka Konversi

Angka konversi yang dimaksudkan adalah nilai banding kuat tekan umur tertentu (lebih muda) terhadap kuat tekan umur 28 hari. Diharapkan nilai ini nanti dapat digunakan sebagai standar/patokan pada perhitungan kuat tekan mortar selanjutnya.

Angka konversi ini dicari dengan membandingkan besar kuat tekan mortar pada umur tertentu (umur pengujian) dengan kuat tekan mortar pada umur 28 hari dan dikalikan seratus prosen, atau dengan persamaan

$$\text{Angka konversi} = \frac{\sigma_n}{\sigma_{28}} \times 100 \% \quad \dots\dots(3.11)$$

dengan :

$\sigma_n$  = kuat tekan mortar umur (n) hari,

$\sigma_{28}$  = kuat tekan mortar umur 28 hari.