

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Populasi**

Penelitian yang mengambil topik pengaruh pemakaian zat additif terhadap laju pengerasan dan kuat desak beton ini akan mewakili populasi untuk campuran beton normal dengan kuat tekan rencana  $f'c = 29$  Mpa, faktor air semen 0,4, ukuran agregat maksimum 20 mm yang materialnya berasal dari daerah yang ditentukan dalam penelitian ini, serta perencanaan campuran menggunakan metode ACI.

#### **4.2 Sampel**

1. Benda uji yang akan digunakan berupa silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
2. Untuk sampel beton normal tanpa penambahan zat additif yang akan diuji pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari dibuat sebanyak 15 buah benda uji dengan sekali pengadukan untuk masing-masing umur, dan untuk sampel beton dengan penambahan zat additif yang akan diuji pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari juga sebanyak 15 buah benda uji dengan sekali pengadukan untuk tiap umur, sehingga jumlah keseluruhan benda uji sebanyak 120 buah dengan delapan kali pengadukan.



### 4.3 Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Jalan Kaliurang Km. 14,5 Sleman, Yogyakarta.

### 4.4 Peralatan yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

#### 1. Timbangan

Timbangan yang digunakan ada dua jenis. Pertama timbangan ketelitian 0,01 gram yang digunakan untuk pemeriksaan agregat, dan yang kedua timbangan dengan kapasitas 20 kg untuk menimbang bahan-bahan material yang lebih berat.

#### 2. Satu set alat pemeriksaan agregat

Untuk pemeriksaan berat jenis dan modulus halus butir alat yang digunakan antara lain timbangan ketelitian 0,01 gram, piring, sendok, gelas ukur kapasitas 1000ml, oven, saringan agregat diameter lubang 38,1 mm; 19 mm; 9,5 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 0,600 mm; 0,300 mm; dan 0,150 mm serta mesin *shieve shaker* untuk mengayak saringan. Sedangkan untuk pemeriksaan berat volume agregat terdiri dari tabung silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, timbangan kapasitas 20 kg, tongkat penumbuk, serok, dan ember.

#### 3. Mesin aduk beton (mollen)

Alat ini digunakan untuk mencampur beton. Campuran beton yang dihasilkan akan lebih homogen (seragam) dibandingkan bila mencampur secara manual apalagi untuk volume pekerjaan yang besar.

#### 4. Alas mencampur beton

Alas ini digunakan sebagai tempat campuran beton yang telah selesai dicampur dalam mesin mollen dituangkan sebelum masuk cetakan

5. Kerucut Abrams

Yaitu corong baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya dengan diameter bawah 20 cm, diameter atas 10 cm dan tinggi 30 cm. Alat ini digunakan untuk pengujian slump.

6. Tongkat penusuk

Yaitu tongkat baja dengan diameter 16 mm dan panjang 60 cm. Bagian ujung baja ini dibulatkan. Alat ini digunakan untuk pemadatan yang dilakukan secara manual.

7. Penggaris

Alat ini digunakan untuk mengukur penurunan slump, dan lain-lain.

8. Kaliper

Alat ini hampir sama fungsinya dengan penggaris namun ada penjepit untuk menjepit benda yang akan diukur sehingga pengukuran yang dihasilkan akan lebih teliti. Alat ini digunakan antara lain untuk mengukur tinggi dan diameter benda uji yang sudah dilepas dari cetakan.

9. Cetakan silinder

Alat ini digunakan untuk mencetak benda uji segera setelah campuran beton telah tercampur dengan baik dan nilai slump terpenuhi.

#### 10. Cetok

Alat ini banyak digunakan antara lain untuk mengambil material, menuang adukan beton ke dalam cetakan, meratakan permukaan beton pada cetakan, dan lain-lain.

#### 11. Ember

Alat ini digunakan untuk membawa/menampung bahan-bahan material yang akan digunakan.

#### 12. Kolam perendaman atau karung goni

Keduanya dapat digunakan untuk perawatan benda uji beton sebelum diujikan. Benda uji bisa ditaruh di dalam kolam air atau diselimuti dengan karung goni yang dibasahi.

#### 13. Mesin uji desak

Alat ini digunakan untuk menguji benda uji untuk mengetahui beban maksimum yang dapat ditahan tiap benda uji.

#### 4.5 Bahan-Bahan yang Digunakan :

1. Semen PPC merk Nusantara Jenis A.
2. Agregat halus asal Sungai Boyong, Kaliurang. Agregat kasar asal Clereng, Kulon Progo dengan diameter maksimum 20 mm.
3. Air asal PAM Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. Bahan tambah merk Additon H. E, dengan ketentuan dosis 120 cc per 50 kg semen produksi PT. Bimo Prasetya Sembada.

#### 4.6 Perhitungan Campuran Beton

Dalam perhitungan ini, nilai-nilai yang perlu diketahui terlebih dahulu sebelum perhitungan, yaitu modulus halus butir (mhb) pasir = 2,83, berat jenis pasir = 2,6154, berat jenis kerikil = 2,6236, dan berat satuan kerikil = 1,5655 t/m<sup>3</sup> diperoleh melalui pemeriksaan agregat di laboratorium yang sebelumnya telah penyusun lakukan.

Campuran beton normal direncanakan  $f'c = 29$  Mpa. Perhitungan perbandingan komposisi bahan susun yang digunakan untuk campuran beton normal adalah sebagai berikut :

Kuat tekan yang disyaratkan,  $f'c = 29$  Mpa

Dari tabel 3.6 untuk volume pekerjaan kecil dan dengan tingkat pengawasan mutu baik ditetapkan nilai deviasi standar,  $S_d = 5,5$  Mpa.

Nilai margin,  $m = 1,64 \cdot 5,5 = 9,02$  Mpa

Kuat tekan rata-rata,  $f'cr = f'c + m$

$$= 29 + 9,02$$

$$= 38,02 \text{ Mpa}$$

Fas direncanakan = 0,4.

Slump rencana diambil 25 – 75 mm untuk pembetonan massal.

Ukuran agregat maksimum 20 mm, dari tabel 3.11 diperoleh :

Kebutuhan air permeter kubik beton  $\rightarrow V_a = 182 \text{ lt} = 0,182 \text{ m}^3$

$W_a = 0,182 \text{ m}^3 \times 1 \text{ t/m}^3 = 0,182 \text{ ton}$

Volume udara terperangkap  $\rightarrow V_u = 2 \% = 0,02 \text{ m}^3$

Jumlah semen yang dibutuhkan permeter kubik beton :

$$W_s = \frac{W_a}{f_{as}} = \frac{0,182}{0,4} = 0,445 \text{ ton}$$

$$V_s = \frac{W_s}{B_j \text{ semen}} = \frac{0,445}{3,15} = 0,144 \text{ m}^3$$

Berdasarkan ukuran agregat maksimum 20 mm dan mhb pasir 2,83 dengan tabel 3.12 (interpolasi) diperoleh kebutuhan volume kerikil = 0,607 m<sup>3</sup>, dengan berat satuan kerikil = 1,5655 maka :

$$\text{Berat kerikil, } W_k = 1,5655 \times 0,607 = 0,950 \text{ ton}$$

$$\text{Volume kerikil kering, } V_k = \frac{W_k}{B_j \text{ kerikil}} = \frac{0,950}{2,6236} = 0,362 \text{ m}^3$$

Jumlah volume absolut air, semen, kerikil dan udara untuk 1 m<sup>3</sup> adalah :

$$V_a + V_s + V_k + V_u = 0,182 + 0,144 + 0,362 + 0,02 = 0,708 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume absolute pasir} \rightarrow V_p = 1 - 0,708 = 0,292 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat pasir} \rightarrow W_p = 0,292 \times B_j \text{ pasir} = 0,292 \times 2,6154 = 0,764 \text{ ton.}$$

Kontrol hitungan :

$$\begin{aligned} \text{Berat beton} &= W_a + W_s + W_k + W_p \\ &= 0,182 + 0,455 + 0,950 + 0,764 \\ &= 2,351 \text{ ton} = 2351 \text{ kg} \end{aligned}$$

Diperkirakan benar, karena berat beton sekitar 2200 – 2500 kg/m<sup>3</sup>

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh :

$$\text{Perbandingan volume} = 1 : 2,0 : 2,5$$

$$\text{Perbandingan berat} = 1 : 1,7 : 2,1$$

Benda uji yang digunakan berupa silinder dengan  $\varnothing$  15 cm,  $t = 30$  cm.

$$\text{Volume benda uji} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot t = 0,0053 \text{ m}^3$$

Kebutuhan masing-masing bahan dalam satu cetakan silinder :

$$\text{Semen} = 0,0053 \times 0,455 = 0,0024 \text{ ton} = 2,4 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 0,0053 \times 0,764 = 0,0041 \text{ ton} = 4,1 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 0,0053 \times 0,950 = 0,0050 \text{ ton} = 5,0 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 0,0053 \times 0,182 = 0,00097 \text{ ton} = 0,97 \text{ kg} \approx 0,97 \text{ liter}$$

Satu kali pengadukan (1 sampel) = 15 buah silinder. Dibuat campuran beton 15% lebih banyak dari kebutuhan silinder sebenarnya. Maka jumlah kebutuhan material masing-masing bahan untuk sekali pengadukan :

$$\text{Semen} = 2,4 \times 15 \times 1,15 = 41,40 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 4,1 \times 15 \times 1,15 = 70,80 \text{ kg}$$

$$\text{Kerikil} = 5,0 \times 15 \times 1,15 = 86,30 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 0,97 \times 15 \times 1,15 = 16,80 \text{ kg}$$

Kebutuhan air di atas adalah untuk kebutuhan air beton normal (tanpa penambahan zat additif). Untuk beton dengan penambahan zat additif akan didasarkan pada keterangan pada kaleng kemasan bahwa pemakaian air adukan harus dikurangi sebanyak  $\pm 20\%$  dari beton normal. Maka kebutuhan air untuk beton dengan penambahan zat additif sebesar :

$$16,80 \text{ kg} - (20\% \times 16,80 \text{ kg}) = 16,80 \text{ kg} - 3,3 \text{ kg}$$

$$= 13,5 \text{ kg}$$

Kebutuhan semen untuk sekali pengadukan sebanyak 41,4 kg, maka kebutuhan zat additif untuk sekali pengadukan dengan dosis 120 cc per 50 kg semen sebanyak :

$$\frac{41,4}{50} \times 120 \text{ cc} = 100 \text{ cc}$$

#### 4.7 Pembuatan dan Perawatan Benda Uji

1. Bahan dan alat yang akan digunakan telah disiapkan terlebih dahulu agar dalam pelaksanaan nanti tidak terjadi pencarian yang akan mengakibatkan keterlambatan, sebab dalam pengadukan beton tidak boleh berhenti sampai beton masuk ke dalam cetakan.
2. Dilakukan pemeriksaan laboratorium terhadap material yang akan digunakan agar mutu beton yang direncanakan mencapai kekuatan maksimal sesuai dengan perhitungan, yaitu pemeriksaan agregat menggunakan satu set alat pemeriksaan agregat. Pemeriksaan meliputi pemeriksaan gradasi agregat, pemeriksaan berat jenis agregat, dan pemeriksaan berat volume agregat.
3. Merencanakan campuran beton (*mix design*).
4. Bahan-bahan yang akan digunakan ditakar sesuai dengan yang telah ditentukan dalam perencanaan dengan timbangan.
5. Pengadukan dengan mesin mollen didahului dengan memasukkan pasir dan semen Portland kemudian diaduk, masukkan kerikil, air, dan bahan tambah (jika menggunakannya) secara bergantian sampai semua bahan habis. Jalankan mesin sampai adukan terlihat telah homogen.

6. Setelah adukan homogen, matikan mesin. Tuang isi mollen ke bawah ke alas campuran beton seluruhnya dan bila perlu bersihkan yang menempel dalam mollen dengan cetok. Periksa dulu nilai slump-nya. Nilai yang digunakan harus sesuai dengan perhitungan dalam rencana campuran yaitu berkisar antara 2,5 – 7,5 cm. Jika belum sesuai masukkan kembali ke dalam mollen untuk dilakukan penyesuaian misalnya penambahan air kemudian mollen dijalankan kembali sampai campuran kembali homogen.
7. Bila hasilnya sudah memenuhi syarat baru kemudian adukan dimasukkan ke dalam cetakan silinder dengan cetok dan dipadatkan. Pemadatan dilakukan secara manual seperti dalam pengujian slump untuk mencegah timbulnya rongga-rongga kosong dan sarang-sarang kerikil yang akan membuat benda uji beton keropos (gagal).
8. Ratakan permukaan beton segar yang telah dipadatkan dengan cetok.
9. Setelah itu simpan di tempat yang sejuk dan lembab. Cetakan dibuka setelah benda uji berumur minimal 24 jam. Di ukur tinggi, diameter dan beratnya. Beri tanda seperlunya, catat semua informasi seperti tanggal pembuatan benda uji, tanggal cetakan dibuka, jenis sampel, hasil pengukuran dan kapan akan diujikan untuk setiap benda uji. Perawatan dilakukan dengan meletakkan di dalam ruangan yang lembab, direndam dalam kolam perendaman, atau ditutupi dengan karung goni yang telah dibasahi.
10. Sehari sebelum diuji, silinder dikeluarkan dari kolam dan diletakkan ditempat kering agar ketika diuji dalam keadaan kering.

11. Pengujian dilakukan dengan mesin desak beton sesuai dengan umur yang telah ditentukan.

#### 4.7.1 Pengujian slump

Pengujian slump ialah suatu cara untuk mengukur kelecakan adukan beton, yaitu kecairan atau kepadatan adukan yang berguna dalam pengerjaan beton. Percobaan ini menggunakan kerucut Abrams yaitu corong baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya dengan diameter bawah 20 cm, diameter atas 10 cm dan tinggi 30 cm serta tongkat penusuk. Untuk pengujian slump langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. Kerucut Abrams diletakkan pada tempat yang rata dan tidak bergoyang.
2. Pegang kerucut Abrams jangan sampai berpindah atau bergoyang pada waktu pemasukan adukan beton.
3. Masukkan adukan ke dalam kerucut Abrams hingga mencapai  $\frac{1}{3}$  silinder.
4. Tusuk-tusuk secara merata sebanyak 25 kali dengan tongkat penusuk.
5. Masukkan kembali adukan hingga mencapai  $\frac{2}{3}$  silinder.
6. Tusuk-tusuk seperti di atas sebanyak 25 kali. Penusukan jangan sampai menusuk lapisan pertama.
7. Masukkan kembali adukan hingga penuh.
8. Tusuk-tusuk lagi sebanyak 25 kali jangan sampai menusuk lapisan pertama dan kedua.
9. Ratakan bagian atas sama dengan permukaan kerucut dengan cetok.
10. Diamkan selama 1 menit.
11. Angkat kerucut Abrams tegak lurus ke atas secara perlahan-lahan.

12. Letakkan kerucut Abrams di samping adukan. Ukurlah penurunan permukaan atas adukan beton dengan penggaris. Besar penurunan adukan beton tersebut disebut nilai slump.

#### 4.7.2 Pemeriksaan agregat

Pemeriksaan agregat (pasir dan kerikil) dalam penelitian ini melalui pengambilan sejumlah sampel dari agregat yang akan digunakan untuk penelitian sesuai dengan kondisi aslinya agar memperoleh hasil pengujian sesuai dengan di lapangan. Bahan yang digunakan berasal dari Clereng untuk kerikil dan Kaliurang untuk pasirnya. Hasil yang diperoleh dari pengujian agregat ini akan digunakan untuk membuat rencana campuran adukan beton yang diharapkan nantinya menghasilkan campuran yang baik.

a. **Pemeriksaan gradasi pasir dan kerikil.** Pemeriksaan gradasi agregat (pasir dan kerikil) dalam penelitian ini melalui grafik ayakan, dengan mengambil sejumlah sampel dari agregat halus dan kasar. Dua jenis agregat ini kemudian ditaruh didalam loyang untuk dioven selama 24 jam agar kondisinya jenuh kering-muka (*saturated surface-dry, SSD*) sebagai kondisi standar, karena :

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

Timbang masing-masing agregat sebanyak 500 gram, kemudian disaring dengan susunan ayakan yang ditentukan, diayak ddengan mesin *shieve shaker*

selama  $\pm 15$  menit, kemudian timbang berat agregat yang tertinggal pada tiap saringan sampai pan.. Hasilnya dicantumkan dalam tabel gradasi pasir, gradasi kerikil dan gradasi campuran. Kemudian diplotkan dalam grafik.

**b. Pemeriksaan berat jenis agregat.** Langkah-langkah pemeriksaan berat jenis agregat sebagai berikut :

1. Timbang berat agregat sebanyak 400 gram masing-masing 2 buah.
2. Takar air dalam tabung berkapasitas 1000 ml sebanyak 500 ml.
3. Masukkan agregat yang telah ditimbang.
4. Ukur kenaikan elevasi dalam tabung.
5. Hitung berat jenisnya rata-ratanya.

**c. Pemeriksaan berat volume agregat.** Untuk pemeriksaan ini agregat harus dalam keadaan sedikit basah. Untuk kerikil direndam terlebih dahulu dalam air, sementara untuk pasir cukur dibasahi sedikit. Langkah-langkah pemeriksaan adalah sebagai :

1. Siapkan tabung silinder untuk masing-masing agregat sebanyak 2 buah. Timbang beratnya dengan timbangan kapasitas 20 kg.
2. Masukkan agregat sampai sepertiga silinder, tumbuk dengan tongkat penumbuk sebanyak 25 kali. Masukkan lagi sampai dua pertiga bagian. Tumbuk lagi, terakhir masukkan agregat sampai silinder penuh.
3. Timbang kembali beratnya.
4. Hitung berat volume rata-ratanya.

#### 4.8 Prosedur Pengujian Kuat Desak Beton Tiap Benda Uji

1. Alat-alat dan benda uji yang akan digunakan dipersiapkan terlebih dahulu.
2. Tiap benda uji dicatat jenis/asal bahan susun, faktor air semen, tanggal pembuatan dan tanggal diuji serta cara penyimpanannya.
3. Benda uji diuji dengan mesin desak merk *Controls-Miland-Italy*. Letakkan benda uji pada mesin desak tepat ditengah lalu diberikan beban tekan yang berangsur-angsur dinaikkan sampai beban patah (beban maksimum) yang ditandai dengan terjadinya keruntuhan (*failure*).
5. Catat beban maksimum tiap benda uji.

#### 4.9 Cara Analisis

Analisis akan dilakukan sesuai dengan rumus yang telah dijabarkan pada bab sebelumnya. Langkah-langkah analisis yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Kekuatan desak tiap benda uji ( $f'_b$ ) dihitung dengan cara membagi beban maksimum yang dapat diterima dengan luas penampang benda uji .
2. Hitung kuat tekan beton rata-rata ( $f'_{bm}$ ) untuk tiap jenis sampel contoh : perhitungan sampel A maka perhitungan dilakukan terhadap 15 buah benda uji beton biasa yang diuji pada umur 28 hari.
3. Kemudian hasil perhitungan ditabelkan dan diplotkan pada gambar grafik.
4. Melakukan analisis pengendalian mutu.
4. Ditarik kesimpulan dari seluruh hasil penelitian.

#### 4.10 Jalannya Penelitian

Penelitian dilakukan sesuai dengan jadwal yang ditetapkan disesuaikan dengan kesepakatan dari pihak laboratorium. Persiapan seperti persiapan bahan dan alat yang akan digunakan, pemeriksaan laboratorium terhadap material yang akan digunakan, serta perhitungan perencanaan campuran beton (*mix design*) akan dipersiapkan minimal sehari sebelumnya dan maksimal sebelum dilakukan tahap awal pelaksanaan penelitian yaitu pekerjaan pembuatan campuran beton.

Dalam satu hari akan dilakukan pembuatan benda uji untuk tiap jenis sampel sebanyak 15 buah benda uji dengan satu kali pengadukan. Pekerjaan akan dilakukan oleh minimal 2 orang. Setelah semua bahan ditakar sesuai perancangan yang telah dibuat, dimasukkan ke dalam mollen lalu mesin dijalankan sampai campuran homogen. Lalu dilakukan pengujian slump untuk mengetahui apakah campuran sudah memenuhi syarat atau tidak. Kemudian campuran dimasukkan dalam cetakan. Setelah 24 jam, cetakan dibuka. Ukur tinggi, diameter, dan berat tiap silinder. Benda uji ditunggu sesuai waktu yang ditentukan untuk diuji dengan melakukan perawatan dengan merendam dalam kolam air, menaruh pada tempat lembab atau ditutupi karung goni yang telah dibasahi. Sehari sebelum diuji, silinder dikeluarkan agar kering ketika diuji. Baru kemudian dilakukan pengujian kuat desak dengan mesin desak.

Hal yang sama dilakukan untuk pekerjaan pembuatan sampel lainnya. Agar hasil yang didapat optimal dan valid maka tiap benda uji yang sudah dapat dikeluarkan dari cetakan diberi tanda seperlunya dan dicatat jenis sampel, tanggal keluar dari cetakan dan tanggal pengujiannya. Jangan sampai terjadi salah sampel

atau salah perhitungan waktu pengujian yang terlalu cepat atau terlambat. Apabila pengujian selesai dilaksanakan, dapat dilakukan tahap selanjutnya yaitu analisis perhitungan dan pengendalian mutu sesuai rumus dan ketentuan yang digunakan dan telah ditetapkan. Dan yang terakhir ditarik kesimpulan hasil dari seluruh penelitian, baik perencanaan, pelaksanaan dan hasil analisis yang diperoleh.

