

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Pendahuluan

Pada bab ini membahas tentang bahan-bahan atau materi penelitian, alat-alat yang digunakan untuk penelitian dan cara penelitian. Data-data ini diperoleh dari penelitian di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT) Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia dan beberapa data-data lain yang diperoleh dari buku-buku literature yang mendukung penulisan tugas akhir ini.

4.2 Material untuk Campuran Beton

Material yang digunakan sebagai berikut :

1. Semen

Digunakan semen portland tipe I dari PT. Semen Gresik kemasan 50 kg.

2. Agregat kasar

Digunakan batu pecah (*split*) yang lolos saringan 20 mm yang berasal dari Kali Krasak.

Pemeriksaan : berat volume dan berat jenis.

3. Agregat halus

Digunakan pasir yang lolos saringan 4,8 mm yang berasal dari Kali Krasak.

Pemeriksaan : modulus halus butir, berat volume dan berat jenis.

4. Air bersih

Berasal dari Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik UII.

5. *Filler* marmer

Diperoleh dari Tulungagung

Pemeriksaan : lolos saringan no. 200. ASTM dengan ukuran butiran 75 – 150 μm , pemeriksaan kandungan kimia di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Yogyakarta (persentase kandungan silica dan alumina). (terlampir).

4.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan membuat sample sebanyak 115 buah dengan menggunakan modifikasi lima variasi campuran.

Metode penelitian yang digunakan dalam hal ini tidak lain bertujuan untuk menjawab permasalahan secara ilmiah. Dalam melaksanakan penelitian dilaboratorium ada beberapa tahapan yang harus dilakukan, yaitu :

1. Tahap persiapan, dalam tahap ini seluruh bahan (material) dan peralatan yang akan digunakan dalam penelitian dipersiapkan terlebih dahulu.
2. Tahap uji bahan, dalam tahap ini seluruh bahan (material) yang akan digunakan sebagai material penyusun beton diuji untuk mengetahui sifat-sifat dan karakteristiknya.
3. Tahap pembuatan benda uji, meliputi :

- a. Persiapan rencana campuran,
 - b. Persiapan cetakan,
 - c. Pembuatan adukan beton,
 - d. Pemeriksaan nilai slump,
 - e. Pengecoran.
4. Tahap perawatan, dengan merendam beton ke dalam bak air.
 5. Tahap uji kuat tekan dan kuat tarik beton, dilakukan setelah beton berumur 28 hari.
 6. Tahap analisis data, dalam tahap ini dilaksanakan pengolahan data berdasarkan hasil pengujian bahan maupun beton.
 7. Tahap pengambilan kesimpulan.

4.3.1 Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan ini dijelaskan mengenai bahan-bahan dan alat-alat yang digunakan untuk penelitian.

Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah air dari Laboratorium BKT FTSP Jurusan Teknik Sipil UII, semen Portland jenis I merk Gresik, pasir dari Kali Krasak, batu pecah dari Kali Krasak, dan *filler* marmer dari Tulungagung.

Peralatan Pengujian

Untuk penelitian ini digunakan beberapa peralatan sebagai sarana dalam mencapai maksud dan tujuan penelitian, yaitu :

a. Timbangan

Timbangan merk *Fa gain* dengan kapasitas 150 kg dan merk *O house* kapasitas 20 kg dan 5 kg digunakan untuk menimbang bahan susun campuran adukan beton ketika melakukan uji berat jenis, berat volume, agregat kerikil, dan modulus halus butir pasir.

b. Mistar dan Kaliper

Mistar dari logam digunakan untuk mengukur dimensi cetakan model, sedangkan kaliper untuk mengukur benda uji.

c. Ayakan

Ayakan digunakan untuk mengetahui gradasi pasir dan kerikil. Ukuran yang dipakai untuk memisahkan fraksi – fraksi dalam pasir adalah 4,8; 2,4; 1,2; 0,6; 0,3; 0,15 mm sedangkan untuk kerikil adalah 20 mm.

d. Mesin Penyaring

Mesin penyaring digunakan untuk menyaring *filler marmer*, pada penelitian ini dipakai *Universal Material Testing Equipment* (UMTE) merk *Mektan*, dilengkapi dengan saringan no. 200 ASTM (*American Society for Testing Materials*).

e. Mesin Pengaduk Beton

Mesin pengaduk beton (*Mixer*); digunakan untuk mengaduk bahan susun beton (semen, pasir, kerikil, *filler marmer*, dan air) sehingga mudah diperoleh campuran adukan beton yang homogen.

f. Cetok dan Talam Baja

Cetok digunakan untuk memasukkan adukan beton ke dalam cetakan silinder beton. Talam baja digunakan sebagai penampung sementara adukan beton yang dikeluarkan dari mesin pengaduk.

g. Kerucut Abrahams

Alat ini digunakan untuk mengukur tingkat kelecakan beton, tinggi 30 cm dengan diameter atas 10 cm dan diameter bawah 20 cm dilengkapi dengan alat penumbuk besi dengan panjang 60 cm dan diameter 16 mm.

4.3.2 Tahap Uji Bahan Dasar

Pengujian Agregat Halus (pasir)

a. Pemeriksaan Gradasi Pasir atau Analisis Saringan

Pada pemeriksaan ini digunakan pasir kering tungku yang dimasukkan dalam ayakan, kemudian ayakan dipasang pada alat penggetar selama 10 menit, setelah selesai berat pasir yang tertahan pada masing–masing ayakan ditimbang.

(terlampir)

b. Pemeriksaan Berat Volume Pasir

Pada pemeriksaan ini pasir dimasukkan ke dalam silinder yang pada setiap 1/3 bagian silinder ditusuk–tusuk sebanyak 25 kali, kemudian ditimbang beratnya.

(terlampir)

Adapun rumusnya adalah sebagai berikut :

$$\text{Berat volume pasir} = \frac{\text{Berat (silinder + pasir)} - \text{Berat silinder}}{\text{volume silinder}} \quad (4.1)$$

c. Pemeriksaan Berat Jenis Pasir

Digunakan pasir lolos saringan no. 4 (4,75 mm) dan telah SSD (*Saturated Surface Dry*). (terlampir)

Pengujian Agregat Kasar (kerikil)

a. Pemeriksaan Berat Jenis Kerikil

Digunakan kricak yang lolos saringan 20 mm dan telah SSD (*Saturated Surface Dry*), (terlampir).

b. Pemeriksaan Berat Volume Kerikil

Pada pemeriksaan ini kricak dimasukkan ke dalam silinder yang pada setiap 1/3 bagian silinder ditusuk–tusuk sebanyak 25 kali, kemudian ditimbang beratnya, (terlampir)

Adapun rumusnya adalah sebagai berikut :

$$\text{Berat volume kerikil} = \frac{\text{Berat (silinder + kerikil)} - \text{Berat silinder}}{\text{volume silinder}} \quad (4.2)$$

4.3.3 Tahap Pembuatan Benda Uji

1. Perhitungan Rencana Campuran

Perencanaan perhitungan campuran beton di dalam penelitian ini menggunakan metode ACI dengan data perencanaan sebagai berikut :

1. Kuat desak rencana : 25 MPa
2. Diameter maksimum agregat : 20 mm
3. Modulus halus butir (MHB) pasir : 2,566

4. Berat jenis pasir (SSD)	: 2,69 t/m ³
6. Berat volume agregat kasar	: 1,415 t/m ³
5. Berat jenis kerikil (SSD)	: 2,691 t/m ³
7. Berat jenis semen	: 3,15 t/m ³

Adapun langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut :

1. Menghitung kuat desak rata-rata (f'_{cr})

$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$f'_{cr} = f'_c + 1,64 \text{ sd}$$

dari tabel (3.1) mutu pelaksanaan baik dengan volume pekerjaan kecil $1 \text{ m}^3 < 1000 \text{ m}^3$ diambil $\text{sd} = 60 \text{ kg/cm}^2 = 5,88 \text{ MPa}$.

$$f'_{cr} = 25 + (1,64 \times 5,88)$$

$$f'_{cr} = 34,643 \text{ MPa}$$

2. Menetapkan factor air semen

Berdasarkan tabel (3.2) dari nilai $f'_{cr} = 34,643 \text{ MPa}$ didapat nilai fas dengan kuat silinder beton umur 28 hari = 0,444 (interpolasi) dan dari tabel (3.3) fas maksimum berdasarkan pengaruh tempat elemen untuk beton terlindung dari hujan dan terik matahari langsung = 0,6.

Dari kedua nilai fas tersebut diambil nilai fas terkecil, maka nilai fas adalah 0,444.

3. Menentukan nilai slump

Berdasarkan tabel (3.4) untuk jenis struktur plat, balok, kolom dan dinding didapat nilai slump = 7,5 – 15 cm. Dipakai nilai slump 7,5 – 10 cm.

4. Menetapkan kebutuhan air

Berdasarkan tabel (3.5) untuk nilai slump 7,5 – 10 cm dan agregat maksimum 20 mm didapat kebutuhan air = 203 l/m³ dan udara terperangkap 2% atau jumlah volume padat udara terperangkap 0,02 m³.

5. Menghitung kebutuhan semen

$$\text{Berat semen} = \frac{\text{Berat air}}{\text{Fas}} = \frac{203}{0,444} = 457,207 \text{ kg}$$

6. Menentukan agregat kasar per satuan volume

MHB pasir = 2,553 dan ukuran maksimum kerikil = 20 mm.

Dari tabel (3.6) diperoleh volume per meter kubik agregat kasar = 0,635 m³/m

$$\text{Berat agregat kasar} = 0,635 \times 1,415 = 0,89853 \text{ t} = 898,53 \text{ kg.}$$

$$\text{Volume kerikil} = \frac{0,89853}{2,691} = 0,3339 \text{ m}^3$$

7. Menghitung volume agregat halus per satuan volume

$$\text{Volume semen} = 457,207 / (3,15 \times 1000) = 0,145 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume air} = 203 / 1000 = 0,203 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume agregat kasar} = 0,89853 / 2,691 = 0,3339 \text{ m}^3$$

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

$$0,7019 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume agregat halus} = 1 - 0,7019 = 0,2981 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat agregat halus} = 0,2981 \times 2,69 \times 1000 = 801,889 \text{ kg}$$

Jadi perbandingan adukan beton per 1 m³

$$Pc : ps : kr : air = 457,207 : 801,889 : 898,53 : 203$$

$$= 1 : 1,75 : 1,96 : 0,44$$

Volume 1 buah silinder = $0,0053 \text{ m}^3$

Kehilangan proses campuran diasumsikan sebesar 20 %

Jadi kebutuhan campuran beton untuk 1 silinder adalah :

Semen : 457,207 x $(0,0053 + 0,00106) = 2,9078 \text{ kg}$

Pasir : 801,889 x $(0,0053 + 0,00106) = 5,1000 \text{ kg}$

Kerikil : 898,53 x $(0,0053 + 0,00106) = 5,7147 \text{ kg}$

Air : 203 x $(0,0053 + 0,00106) = 1,2910 \text{ kg}$

Jumlah total adukan beton tiap 1 silinder

$2,9078 + 5,1000 + 5,7147 + 1,2910 = 15,0135 \text{ kg}$

Kebutuhan *filler* marmer tiap 1 silinder :

$0,5\% \times 15,0135 = 0,075 \text{ kg}$

$1,0\% \times 15,0135 = 0,150 \text{ kg}$

$1,5\% \times 15,0135 = 0,225 \text{ kg}$

$2,0\% \times 15,0135 = 0,300 \text{ kg}$

2. Persiapan Cetakan

Sebelum digunakan cetakan harus dipersiapkan dengan baik agar benda uji yang dihasilkan bersisi halus, rusuk tajam dan simetris. Dalam penelitian ini cetakan yang digunakan adalah cetakan silinder yang terbuat dari besi dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Sebelum digunakan untuk mencetak adukan beton, cetakan harus dibersihkan terlebih dahulu dari sisa adukan yang mengeras kemudian bagian dalam cetakan diolesi dengan minyak pelumas supaya adukan beton tidak melekat pada cetakan dan mudah dilepas setelah adukan beton mengeras.

3. Pembuatan Adukan Beton

Langkah-langkah penggecoran adukan beton yang sesuai dengan SK SNI M-62-1990-03 (DPU, 1991 b) yaitu tentang cara adukan beton, adalah sebagai berikut :

Tahap I

- a. Menyiapkan bahan-bahan campuran beton.
- b. Menimbang berat masing-masing bahan sesuai dengan rencana.
- c. Menyiapkan pengaduk (mixer), cetakan silinder dan alat uji slump.

Tahap II

- a. Masukkan semen dan pasir terlebih dahulu tanpa air sehingga didapatkan campuran yang rata.
- b. Tambahkan kerikil dan diaduk tanpa air terlebih dahulu sampai distribusi agregat kasar rata betul dan sempurna.
- c. Tuangkan air yang dibutuhkan dan diaduk sampai didapatkan adukan beton yang homogen dan kekentalan sesuai dengan adukan yang diinginkan.

4. Pengujian Kekentalan Adukan (*Slump Test*)

Slump test merupakan cara untuk mendapat nilai kekentalan dari beton segar. Slump test dilakukan dengan kerucut Abrahms, yaitu cetakan berbentuk kerucut dengan diameter bawah 20 cm dan diameter atas 10 cm dan tinggi 30 cm. Tongkat penumbuk yang digunakan mempunyai diameter 16 mm dan panjang 60 cm.

Pengujian dilaksanakan dengan berdasarkan standar cara pengujian slump SK SNI M-02-1989-F (DPU, 1991 a) yang langkah-langkahnya sebagai berikut :

- a. Kerucut Abrahms dibersihkan dan dibasahi sebelum digunakan.
- b. Kerucut diletakkan diatas permukaan plat baja dengan posisi yang rata.
- c. Beton segar dituang dalam kerucut setinggi kira-kira $1/3$ tinggi kerucut lalu ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali, kemudian dituang lagi sampai $2/3$ tinggi dan ditusuk-tusuk lagi sebanyak 25 kali setelah itu dituang lagi sampai penuh lalu ditusuk-tusuk lagi sebanyak 25 kali. Kemudian permukaan beton diratakan bila kurang ditambahkan lagi. Beton dalam kerucut didiamkan selama 30 detik.
- d. Setelah 30 detik kerucut diangkat dan penurunan beton diukur dengan mistar. Besarnya penurunan beton merupakan hasil dari nilai slump yang didapatkan.

5. Pengecoran Adukan Beton

Langkah-langkah pengecoran adukan beton yang sesuai dengan SK SNI M-62-1990-03 (DPU, 1991) adalah sebagai berikut :

- a. Penempatan cetakan

Tempat kan cetakan dekat dengan penyimpanan awal dimana benda uji akan disimpan selama 24 jam. Apabila pencetakan benda uji tidak dapat dikerjakan dekat dengan tempat penyimpanan awal, benda uji tersebut harus dipindahkan segera setelah dibentuk. Cetakan ditempatkan pada tempat yang permukaannya rata, keras, bebas dari getaran dan gangguan lain. Permukaan benda uji harus dihindari dari benturan, jungkitan dan goresan pada saat pemindahan ke tempat penyimpanan / perawatan.

Keterangan :

P = gaya tekan maksimum (N)

A = luas bidang tekan benda uji (mm^2)

$f'c$ = kuat desak dari masing-masing benda uji (MPa)

Sebelum pengujian, beton yang akan diuji diukur terlebih dahulu diameter, tinggi dan beratnya ditimbang. Data ini diperlukan untuk menghitung berat volume dan porositas beton tersebut.

- a. Berat volume dihitung dengan rumus :

$$\text{Berat volume} = \frac{\text{Berat}}{\text{Volume}} \quad (4.5)$$

- b. Porositas dihitung dengan rumus :

$$\text{Porositas} = \frac{\text{berat basah beton} - \text{berat kering beton}}{\text{berat kering beton}} \times 100\% \quad (4.6)$$

4.3.6 Tahap Analisis Data

Dari data hasil pengujian kuat desak beton terhadap benda uji dengan umur yang telah ditentukan maka didapatkan kuat desak dari masing-masing benda uji seperti rumus diatas. Selanjutnya dianalisis terhadap kuat desak karakteristiknya dengan rumus sebagai berikut :

$$f'c = f'cr - k.sd \quad (4.7)$$

$$f'cr = \sum_{i=1}^n f'ci/n \quad (4.8)$$

b. Pencetakan

Masukkan adukan beton kedalam cetakan dengan menggunakan cetok. Setiap pengambilan adukan dari bak pengaduk harus dapat mewakili dari campuran tersebut. Apabila diperlukan campuran beton diaduk kembali agar tidak terjadi segregasi (pemisahan butiran) selama pencetakan benda uji. Adukan beton diisikan kedalam cetakan dalam 3 lapis, yang masing-masing lapisnya sama tebal dan tiap lapisnya dipadatkan dengan tongkat baja 25 kali tusukan secara merata. Setelah cetakan terisi penuh, permukaan diratakan dan bagian sisanya (kelebihan) dibuang. Setelah beberapa saat permukaan diberi sedikit acian semen untuk lebih meratakan, kemudian ditimbang berat basahnya, dengan rumus :

$$\text{Berat basah beton} = \text{Berat (silinder + beton basah)} - \text{berat silinder} \quad (4.3)$$

4.3.4 Tahap Perawatan Beton

Beton memerlukan perawatan untuk menjamin terjadinya proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna dengan menjaga kelembaban permukaan beton. Untuk mempertahankan beton supaya berada dalam keadaan basah selama beberapa hari, maka dilakukan perendaman beton didalam bak yang berisi air bersih. Lama perendaman dalam penelitian ini adalah sampai beton berumur 28 hari.

4.3.5 Tahap Uji Kuat Desak dan Kuat Tarik Beton

1. Peralatan yang digunakan

Mesin desak merk *Control*

Timbangan

Kaliper (jangka sorong)

2. Langkah-langkah pengujian :

- a. Benda uji yang akan diuji sesuai dengan umur rencana dipersiapkan.
- b. Benda uji ditimbang dan diukur dimensinya dengan kaliper untuk mengetahui data dari beton tersebut.
- c. Letakkan benda uji pada mesin desak dengan sisi atas dan sisi bawah harus rata dan kedudukan sentries pada piston tekannya.
- d. Mesin desak dijalankan secara elektrik dengan penambahan beban yang konstan.
- e. Pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur dan dicatat besarnya beban maksimal yang langsung dapat dilihat pada yang ditunjukkan pada mesin desak.
- e. Setelah benda uji hancur, kekuatan desak dikurangi dan penutup tekanan dibuka sehingga piston tekan naik.

Pada pengujian ini yang dicatat adalah gaya desak (P) pada saat beban maksimal, maka untuk mendapatkan besarnya tegangan maksimal dari beton tersebut dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (4.4)$$

$$sd = \sqrt{\frac{\sum (f'c - f'cr)^2}{n-1}} \quad (4.9)$$

Keterangan :

$f'cr$ = kuat desak beton rata-rata (MPa)

$f'c$ = kuat desak beton (MPa)

n = jumlah benda uji

k = tetapan statistik, dengan kegagalan 5% diambil 1,64

sd = standar deviasi

Kuat tarik beton yang dihasilkan dari uji belah beton silinder menurut SK SNI T-15-1991-03 pasal 3-8, disebutkan bahwa kuat tarik belah benda uji dihitung dengan ketelitian 0,05 MPa dengan menggunakan rumus :

$$fct = \frac{2.P}{\pi.l.d} \quad (4.10)$$

Keterangan :

fct = kuat tarik beton (MPa)

P = beban maksimum (N)

l = panjang silinder (mm)

d = diameter silinder (mm)