

BAB IV

PELAKSANAAN PENELITIAN

4.3 Tinjauan Umum

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian laboratorium dengan membuat benda uji balok yang dibakar dalam tungku dengan suhu yang tinggi, sehingga didapat kondisi yang mendekati sama dengan balok pada struktur bangunan yang mengalami kebakaran. Benda uji berupa balok persegi berukuran $15 \times 20 \times 100 \text{ cm}^3$ sebanyak 21 buah dan silinder berukuran $\varnothing 15 \times 30 \text{ cm}^3$ sebanyak 39 buah. Pembuatan adukan beton untuk benda uji direncanakan dengan metode *ACI* (*American Concrete Institute*) sebagai dasar pembuatan *mix design*. Mutu beton yang direncanakan adalah beton dengan kuat desak karakteristik sebesar 38,28 MPa.

Tahapan pelaksanaan penelitian ini meliputi tahapan persiapan bahan dan alat, pemeriksaan material, perhitungan campuran beton dan pembuatan benda uji. Langkah selanjutnya dilakukan rawatan benda uji, pembakaran benda uji serta pengujian terhadap kuat desak dan kuat lentur beton.

4.2 Persiapan Bahan dan Alat

Bahan dan peralatan yang akan digunakan harus terlebih dahulu dipersiapkan agar dalam pelaksanaan dapat berjalan dengan lancar. Pembuatan benda uji pada penelitian ini menggunakan peralatan milik Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik,

FPTS Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, sedangkan tungku yang dipakai untuk membakar benda uji adalah tungku glasir milik Unit Pelayanan Teknis (UPT) Gerabah Kasongan. Pengujian desak dan lentur dilakukan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik FTSP, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Material yang digunakan pada penelitian ini merupakan material lokal kecuali semen dan baja tulangan.

4.4.4 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini.

1. Pasir : asal sungai Krasak, Yogyakarta,
2. Batu pecah: asal sungai Progo, Yogyakarta,
3. Semen : tipe I merek Nusantara,
4. Air : asal Lab. BKT, FTSP, UII, Yogyakarta,
5. Baja Tulangan : \varnothing 12 mm untuk tulangan pokok dan \varnothing 8 mm untuk sengkang dibeli dari toko besi.

Untuk bahan-bahan yang berupa pasir dan batu pecah terlebih dahulu dilakukan penelitian terhadap kadar lumpur, berat jenis dan modulus halus butiran pasir. Dari penelitian awal terhadap bahan-bahan tersebut didapatkan data sebagai berikut ini (Lampiran 1 & 2).

- | | | |
|-----------------|-----------------------------|----------------------------|
| 1. Pasir | : Berat Jenis (keadaan SSD) | = 2,539 t/m ³ , |
| | Modulus Halus Butiran (MHB) | = 2,45 , |
| | Kadar lumpur | = 1, 5228 %. |
| 2. <i>Split</i> | : Berat Jenis (keadaan SSD) | = 2,50 t/m ³ , |

Berat Jenis Kering Tusuk	= 1,55 t/m ³ ,
Kadar lumpur (setelah dicuci)	= 0,142 %,
Diameter maksimum	= 40 mm.

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini seperti yang tercantum dalam Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Daftar Peralatan

No.	Alat	Kegunaan
1	Ayakan	Menyaring agregat
2	Bak Penampung	Menampung beton segar
3	Cetakan Balok Persegi	Cetakan benda uji balok
4	Cetakan Silinder	Cetakan benda uji silinder
5	Gelas Ukur	Menakar air
6	Kerucut Abrams	Pengujian <i>slump</i>
7	Mesin <i>Siever</i>	Pengayak mekanik
8	Mesin Uji Desak	Uji desak beton
9	Mesin Uji Tarik	Uji tarik baja
10	<i>Mixer</i> Listrik	Pencampur adukan beton
11	Palu kayu	Memadatkan beton
12	Sekop Kecil	Mengaduk agregat
13	Talam Agregat	Wadah agregat
14	Tongkat Penumbuk	Memadatkan beton
15	Timbangan	Menimbang bahan
16	Tungku Glasir	Membakar benda uji

4.3 Perhitungan Campuran Beton

Perhitungan campuran beton ini didasarkan pada data bahan susun beton yang telah diteliti sebagai berikut (Lampiran 1 & 2):

1. kuat tekan yang dispesifikasikan = 30 MPa,
2. diameter maksimum agregat kasar (batu pecah) = 40 mm,
3. modulus halus butir (mhb) pasir = 2,45,
4. berat jenis pasir (SSD) = 2,539 t/m³,
5. berat jenis batu pecah (SSD) = 2,500 t/m³,
6. berat jenis batu pecah kering tusuk = 1,55 t/m³,
7. berat jenis semen = 3,150 t/m³.

Perhitungan campuran beton dengan metode *ACI* adalah sebagai berikut ini.

1. Menghitung kuat desak rata-rata

a. Menghitung kuat desak rata-rata

$$f'_c = 300 \text{ kg/cm}^2 = 30 \text{ MPa}$$

$$f'_{cr} = f'_c + 1200 \text{ (psi)}$$

$$= f'_c + 82,8 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

$$= 300 + 82,8$$

$$= 382,8 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 38,28 \text{ MPa}$$

2. Menetapkan Faktor Air Semen (FAS)

Berdasarkan tabel 2.2 untuk f'_{cr} silinder = 38,28 MPa didapat FAS = 0,3978.

Berdasarkan tabel 2.3 beton yang terlindung dari hujan dan terik matahari langsung didapat FAS = 0,60.

Dari kedua nilai FAS di atas dipakai nilai FAS terendah yaitu FAS = 0,3978.

3. Menetapkan Nilai *Slump*

Dari tabel 2.4 untuk balok didapat nilai slump minimum dan maksimum berturut-turut adalah 7,5 cm dan 15 cm.

4. Menetapkan kebutuhan air

Untuk nilai slump 7,5 - 10 cm dan agregat maksimum 40 mm didapat :

a. Kebutuhan air = 177 liter,

b. Udara terperangkap = 1 %.

5. Menghitung kebutuhan semen

$$\begin{aligned} \text{Berat semen} &= \frac{\text{Berat air}}{\text{FAS}} \\ &= \frac{177}{0,3978} \\ &= 444,947 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume semen} &= \frac{\text{Berat semen}}{\text{Bj semen}} \\ &= \frac{0,444947}{3,15} \\ &= 0,14125 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

6. Menetapkan berat agregat kasar

Berdasarkan tabel 2.6 untuk mhb pasir = 2,45 dan diameter agregat maksimum = 40 m didapat volume agregat kasar = 0,755 m³.

$$\begin{aligned} \text{Berat agregat kasar} &= \text{volume agregat kasar} \times B_j \text{ kering tusuk} \\ &= 0,755 \times 1,55 \times 1000 \\ &= 1170,25 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume agregat kasar} &= \frac{\text{Berat batu pecah}}{B_j \text{ batu pecah}} \\ &= \frac{1170,25}{2,5 \cdot 1000} \\ &= 0,4681 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

7. Menghitung berat agregat halus

$$\begin{aligned} V_p &= 1 - (V_s + V_k + V_a + V_u) \\ &= 1 - (0,14125 + 0,4681 + 0,177 + 0,01) \\ &= 0,20365 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat pasir} &= V_p \times B_j \text{ pasir} \\ &= 0,20365 \times 2,539 \\ &= 0,5171 \text{ ton} \\ &= 517,1 \text{ kg} \end{aligned}$$

8. Kebutuhan material dalam 1 m³ beton

- a. semen = 444,947 kg
- b. pasir = 517,1 kg
- c. batu pecah = 1170,25 kg
- d. air = 177 liter

Benda uji : 1) Silinder ($\varnothing 15 \times 30$) cm^3

$$\text{Volume silinder} = 5301,4376 \text{ cm}^3$$

$$= 5,301 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$\text{Jumlah} = 39 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah volume} = 39 \times 5,301 \cdot 10^{-3}$$

$$= 0,2067 \text{ m}^3$$

2) Balok persegi ($15 \times 20 \times 100$) cm^3

$$\text{Volume balok} = 30000 \text{ cm}^3$$

$$= 3 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

$$\text{Jumlah} = 21 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah volume} = 21 \times 3 \cdot 10^{-2}$$

$$= 0,63 \text{ m}^3$$

Volume total benda uji = jumlah volume silinder + jumlah volume balok

$$= 0,2067 + 0,63$$

$$= 0,8367 \text{ m}^3$$

Kebutuhan material untuk benda uji :

- a. Semen = $0,8367 \cdot (444,947 + 10\% \cdot 444,947) = 409,5159 \text{ kg}$,
- b. Pasir = $0,8367 \cdot (517,1 + 10\% \cdot 517,1) = 475,9233 \text{ kg}$,
- c. Batu pecah = $0,8367 \cdot (1170,25 + 10\% \cdot 1170,25) = 1077,063 \text{ kg}$,
- d. Air = $0,8367 \cdot (177 + 10\% \cdot 177) = 162.9055 \text{ lt}$.

4.4 Pelaksanaan Penelitian

4.4.2 Pembuatan Benda Uji

Untuk mendapatkan benda uji yang sesuai rencana, pembuatan benda uji pada penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut ini.

1. Bahan disiapkan dan ditimbang dengan proporsi yang telah ditentukan sesuai rencana yang telah dibuat. Pada saat penimbangan, pasir dan split dalam keadaan jenuh-kering permukaan.
2. Pengadukan campuran dilakukan dengan memasukkan secara bertahap bahan-bahan agregat kasar dan sebagian air dari jumlah air yang dibutuhkan ke dalam tabung pengaduk yang berputar. Setelah beberapa saat, ditambahkan agregat halus, semen dan air sedikit demi sedikit sampai campuran rata. Proporsi bahan-bahan ini disesuaikan dengan kapasitas tabung pengaduk yang dipakai.
3. Adukan yang telah jadi segera dituang ke dalam bak penampung beton segar untuk diuji kelecakan (*slump*) dengan menggunakan kerucut Abrams.
4. Jika kelecakan adukan telah dicapai selanjutnya beton segar segera dituang kedalam cetakan yang telah diolesi oli. Oli tersebut berfungsi untuk melumasi dinding cetakan supaya tidak lengket pada beton yang telah mengeras.
5. Bersamaan dengan masuknya beton ke dalam cetakan, dilakukan pemadatan dengan cara ditusuk-tusuk pada adukan beton dan juga diketuk-ketuk sisi luar cetakan dengan palu kayu agar gelembung udara yang terperangkap bisa keluar.
6. Setelah cetakan penuh dan padat, bagian atas diratakan kemudian didiamkan di tempat yang terlindung dari panas dan hujan.

7. Cetakan dibuka tujuh x dua puluh empat jam kemudian dan selanjutnya segera dilakukan rawatan terhadap beton tersebut.

3.4.2 Rawatan Benda Uji

Rawatan benda uji beton adalah suatu upaya untuk menjaga agar permukaan beton segar selalu lembab, sejak adukan beton dipadatkan sampai beton dianggap cukup keras pada umur yang direncanakan. Kelembaban permukaan beton itu harus dijaga untuk menjamin proses hidrasi semen berlangsung dengan sempurna. Bila hal ini tidak dilakukan, akan terjadi beton yang kurang kuat, dan juga timbul retak-retak. Selain itu kelembaban permukaan tadi juga menambah beton lebih tahan cuaca dan lebih kedap air.

Pada penelitian ini, diambil beberapa metode rawatan beton yang biasa dilakukan yaitu dengan menyelimuti permukaan beton dengan karung basah uji selama 28 hari untuk benda uji silinder dan benda uji balok. Secara rutin karung yang menutupi beton disiram dengan air 2 kali sehari, untuk menjaga supaya karung tetap basah. Metode rawatan di atas digunakan karena tidak adanya bak yang cukup untuk menampung seluruh benda uji balok yang akan dipakai dalam penelitian ini.

3.4.3 Pembakaran Benda Uji

Sebelum dibakar benda uji ditimbang dan dicari volumenya. Selain itu dicatat hal-hal yang berkait dengan kondisi fisik beton sebelum mengalami pembakaran. Proses pembakaran benda uji dilakukan setelah beton berumur lebih dari 28 hari, dan dilakukan menggunakan tungku glasir yang mampu mencapai suhu 1200°C. Pada

penelitian ini, suhu yang dipakai adalah 200°C dan 300°C untuk uji lentur dan 100°C, 200°C, 300°C dan 400°C untuk uji desak, dengan variasi waktu pembakaran 1, 2 dan 3 jam. Waktu pembakaran ini dihitung mulai saat penyalaan tungku, setelah mencapai suhu yang direncanakan suhu dipertahankan agar tetap konstan, sampai waktu yang ditetapkan. Selanjutnya tungku dimatikan dan ditunggu sampai suhu dalam tungku mencapai suhu ruangan, baru benda uji dikeluarkan dari tungku. Setelah suhu benda uji mencapai suhu ruangan dicari kembali berat dan volume benda uji serta dicatat kondisi fisik beton pasca pembakaran.

3.4.4 Pengujian Desak dan Lentur Beton

Setelah beton berumur 28 hari, benda uji yang tidak dibakar langsung diuji desak dan lentur. Sedangkan untuk benda yang dibakar pengujian dilakukan setelah suhu benda uji sama dengan suhu ruangan.

Pengujian desak dan lentur ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, FTSP, Universitas Islam Indonesia. Data yang diambil pada pengujian kuat desak adalah beban maksimum beton. Untuk pengujian kuat lentur, data yang diambil adalah beban maksimum dan kondisi retak beton.

Kuat desak beton dapat diketahui dengan cara membagi beban maksimum yang dicapai dengan luasan permukaan bagian yang didesak, secara matematis dapat ditulis sebagai berikut :

$$\sigma_c = P/A \dots \dots \dots (3.1)$$

dengan :

σ_c = Kuat desak beton (kg/cm^2),

P = Beban maksimum (kg),

A = Luas penampang benda uji.

Sedangkan pengujian kuat lentur dilakukan dengan membuat pembebanan dua titik (P/2) sehingga didapatkan lentur murni pada balok yang diuji. Lentur murni adalah lenturan dari sebuah balok dengan suatu momen lentur konstan, yang tidak dipengaruhi oleh gaya lintang (gaya lintang sama dengan nol). Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 1.1.

Terlihat diantara beban P/2 tidak terdapat gaya lintang dan hanya bekerja suatu momen lentur (M) konstan :

$$M = P/2 \cdot a \dots\dots\dots (3.2)$$

$$\text{Untuk } a = 0,30 \text{ maka } M = 0,15 \cdot P \dots\dots\dots (3.3)$$

Kekuatan lentur atau tegangan lentur dapat diperoleh dengan rumus :

$$\sigma_{lt} = (M \cdot Y) / I \dots\dots\dots (3.4)$$

dengan :

σ_{lt} = tegangan lentur,

M = momen yang bekerja pada balok,

Y = jarak serat terluar terhadap garis netral, baik di daerah tekan maupun tarik,

I = momen inersia penampang balok terhadap garis netral.

Benda uji yang digunakan pada percobaan ini adalah balok persegi dengan panjang 100 cm, lebar 15 cm dan tinggi 20 cm. Balok beton persegi diuji setelah

mengalami pembakaran pada umur beton 28 hari dengan suhu 200°C dan 300°C selama 1, 2 dan 3 jam.

