

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Material Pembentuk Beton**

##### **4.1.1 Semen**

Digunakan semen portland jenis I merk Semen Gresik kemasan 50 kg.

##### **4.1.2 Agregat**

Ada dua macam agregat yang digunakan, yaitu:

1. agregat halus, digunakan pasir yang diambil dari Kali Krasak, Sleman, Yogyakarta dengan diameter lolos saringan 4,75 mm.
2. agregat kasar, digunakan kerikil yang didatangkan dari daerah Celereng, Kulon Progo, Yogyakarta dengan ukuran butir maksimum 20 mm.

##### **4.1.3 Air**

Air diambil dari Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

##### **4.1.4 Baja Tulangan**

Digunakan baja tulangan polos,  $\varnothing 12$  mm sebagai tulangan baja tarik,  $\varnothing 8$  mm sebagai tulangan baja desak dan  $\varnothing 6$  mm sebagai tulangan sengkang.

#### **4.1.5 Tepung Kaca**

Diperoleh dari pecahan botol kaca yang dihancurkan dan digiling menjadi tepung serta lolos saringan No. 200 ASTM (“American Society for Testing Materials”).

#### **4.2 Peralatan Pengujian**

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

##### **4.2.1 Timbangan**

Timbangan merk “Fa gani” 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.

##### **4.2.2 Mistar dan Kaliper**

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

##### **4.2.3 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; 12,5; 9,5; 4,75 mm.

#### **4.2.4 Mesin Pemecah Batu**

Jenis mesin pemecah batu yang dipakai adalah “Roll Crusher” merk “Control”, alat ini digunakan untuk menghancurkan dan menggiling pecahan kaca menjadi tepung.

#### **4.2.5 Mesin Penyaring**

Mesin penyaring digunakan untuk menyaring tepung kaca, pada penelitian ini dipakai “Universal Material Testing Equipment” (UMTE) merk “Mektan”, dilengkapi dengan saringan No. 200 ASTM (“American Society for Testing Materials”).

#### **4.2.6 Mesin Pengaduk Beton**

Mesin pengaduk beton (“Mixer”), digunakan untuk mengaduk bahan susun beton (semen, pasir, kerikil, tepung kaca, dan air) sehingga diperoleh campuran adukan beton yang homogen.

#### **4.2.7 Cetok dan Talam Baja**

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

#### **4.2.8 Kerucut Abrahms**

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.

#### 4.2.9 Mesin Uji Kuat Tarik

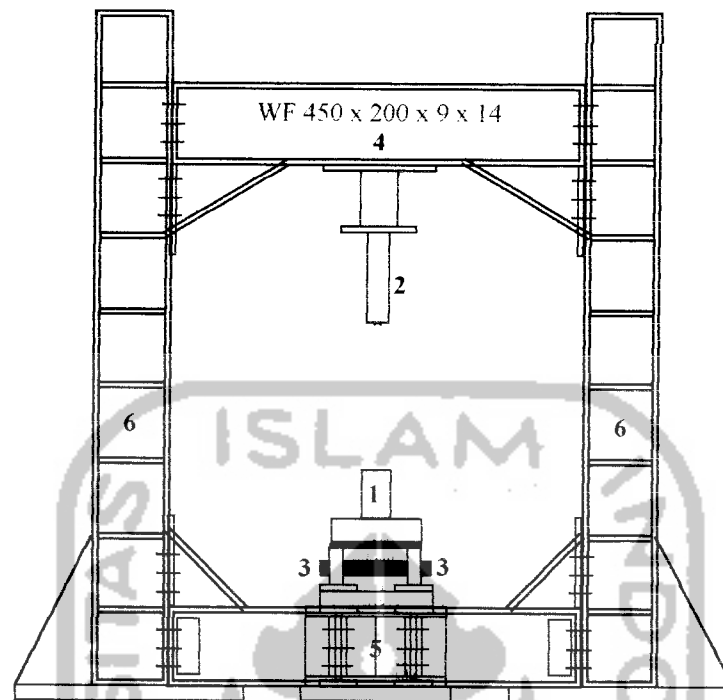
Digunakan untuk mengetahui kuat tarik dan kuat leleh baja tulangan. Pada penelitian ini digunakan “Universal Testing Material” (UTM) merk “Shimadzu” tipe UMH 30, kapasitas 30 ton.

#### 4.2.10 Mesin Uji Kuat Desak

Mesin uji kuat desak digunakan untuk mengetahui kuat desak dan kuat tarik silinder beton, di dalam penelitian ini dipakai mesin uji kuat desak merk “Control” dengan kapasitas 2000 kN.

#### 4.2.11 “Loading Frame”

Untuk keperluan penelitian ini dibuat “Loading frame” dari bahan baja profil WF 450x200x9x14. Bentuk dasar “Loading frame” berupa portal segi empat yang berdiri diatas lantai beton (“Rigid floor”) dengan perantara pelat dasar dari besi setebal 14 mm, agar “Loading frame” tetap stabil, pelat dasar dibaut ke lantai beton dan kedua kolomnya dihubungkan oleh balok WF 450x200x9x14 mm. Posisi balok portal dapat diatur untuk menyesuaikan dengan bentuk dan ukuran model yang akan diuji dengan cara melepas sambungan baut. Bentuk fisik “Loading frame” dapat dilihat pada Gambar 4.1.



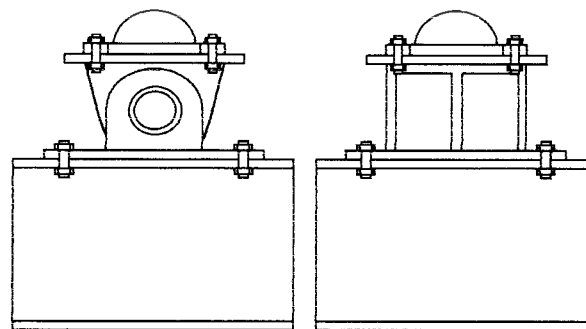
**Keterangan:**

- |                      |                                  |
|----------------------|----------------------------------|
| 1. Model balok       | 4. Balok portal ( bisa digeser ) |
| 2. Dongkrak Hidrolik | 5. Balok lintang                 |
| 3. Dukungan          | 6. Kolom                         |

Gambar 4.1 "Loading Frame"

#### 4.2.12 Dukungan Sendi dan Rol

Dukungan sendi (engsel) dipasang pada salah satu ujung model balok, sedangkan pada ujung yang lain dipasang dukungan rol, sehingga model balok mendekati balok sederhana atau "simple beam" seperti tampak pada Gambar 4.2



(a.) Dukungan Rol

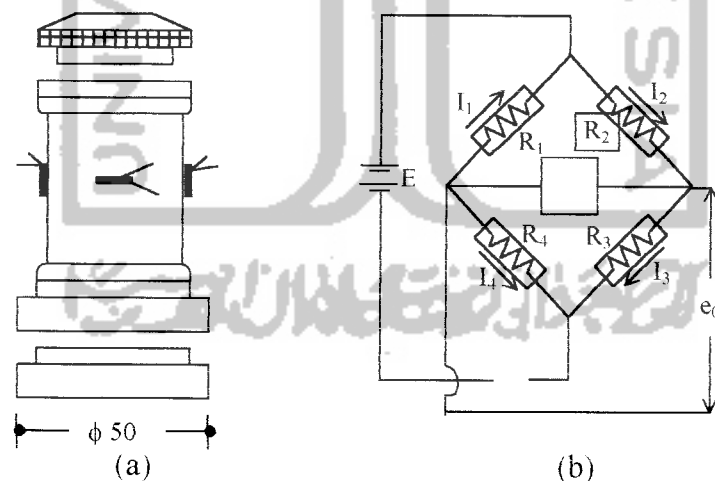
(b.) Dukungan Sendi

Gambar 4.2 Dukungan Sendi dan Rol

### 4.2.13 Sel Beban

Sel beban (“Load cell”) digunakan mengukur beban statis yang dibangkitkan oleh dongkrak hidrolik ke model balok. Bagian dari “Load cell” di tunjukkan oleh Gambar 4.3 (a), terdiri dari inti “Load cell”, landasan dan penutup atas. Pada inti “Load cell” direkatkan empat buah “Electrical strain gauge” aktif membentuk rangkaian jembatan “Wheatstone” dengan susunan “Full bridge” (Gambar 4.3 (b)).

Prinsip kerja “Load cell” dijelaskan dengan uraian berikut; beban yang dibangkitkan oleh dongkrak hidrolik menekan inti “Load cell” dan menimbulkan regangan. Rangkaian “Strain gauge” yang menempel pada inti “Load cell”, merespon regangan tersebut, sehingga tahanan listrik empat buah “Strain gauge” mengalami perubahan.



Gambar 4.3 (a) Bentuk “Load Cell” (b) Siskuit “Full Bridge”

Pada Gambar 4.3 (b), “Strain gauge”  $R_1$  dan  $R_3$  mengalami regangan desak, sebaliknya  $R_2$  dan  $R_4$  mengalami tarik akibat “Poisson’s effect” sebesar  $\mu$  kali

regangan desak. Dengan orientasi “Strain gauge” pada gambar 4.3 (b), terukur potensial  $E_{bd}$  yang kemudian dapat dibaca oleh “Tranducer indikator”. Intensitas beban yang dibangkitkan oleh dongkrak hidrolis diukur dengan “Load cell” merk “Showa” tipe RCT 8T, kapasitas 30 ton.

#### 4.2.14 “Tranducer Indikator”

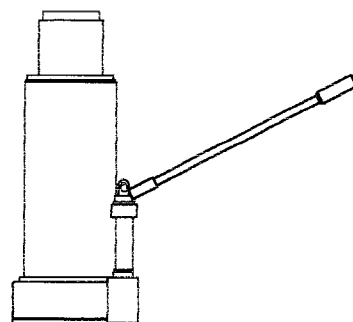
Alat ini merupakan perangkat digital yang berfungsi untuk merubah energi mekanik menjadi energi potensial (Inman,1996), seperti tampak pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 “Tranducer Indikator”

#### 4.2.15 Dongkrak Hidrolis

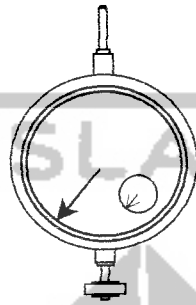
Alat ini dipakai untuk memberikan pembebanan pada benda uji dengan kapasitas maksimum 15 ton. (lihat Gambar 4.5).



Gambar 4.5 Dongkrak Hidrolis

#### 4.2.16 “Dial Gauge”

Alat ini digunakan untuk mengukur besarnya lendutan yang terjadi dengan kapasitas lendutan maksimum 20 mm dan tingkat ketelitian 0,01 mm (lihat Gambar 4.6).



Gambar 4.6 “Dial Gauge”

### 4.3 Pelaksanaan Penelitian

#### 4.3.1 Persiapan

Pekerjaan persiapan meliputi: uji sifat-sifat teknis bahan susun beton (pasir, kerikil, dan semen), perancangan adukan beton, uji kuat desak silinder beton, uji kuat tarik baja tulangan, kalibrasi peralatan, dan “Set-up instrument” pengujian.

##### a) Uji pasir

Hasil uji pasir didapat berat jenis SSD 2,7891 dan modulus kehalusan butir 2,8.

##### b) Uji kerikil

Uji kerikil bertujuan mendapatkan berat jenis dan berat volume kerikil keadaan SSD (“saturated surface-dry”). Didapat berat jenis SSD 2,62 dan berat volume SSD 1,368 t/m<sup>3</sup>.



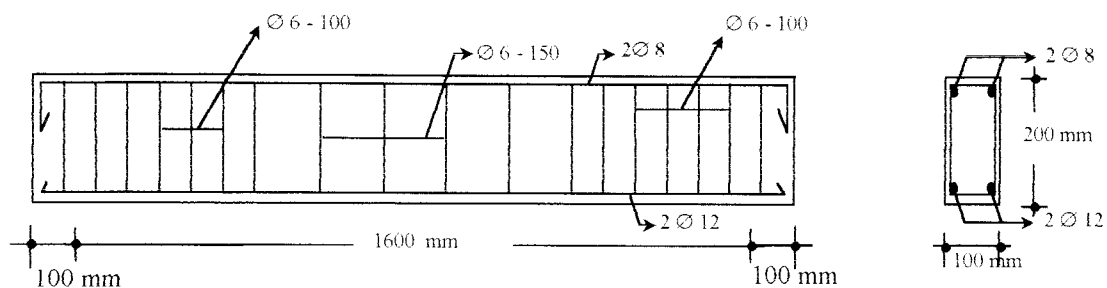
c) Perencanaan campuran adukan beton

Perencanaan campuran adukan beton menggunakan cara yang direkomendasi oleh ACI (“American Concrete Institute”), hitungan disajikan dalam lampiran 6. Untuk setiap  $1 \text{ m}^3$  beton dengan kuat desak rencana 25 Mpa, bahan penyusun yang diperlukan yaitu semen 451 kg, pasir 853 kg, kerikil 834 kg, air 203 liter, dan tepung kaca 17 kg.

#### 4.3.2 Pembuatan dan Perawatan Model

Dalam penelitian ini, dibuat 50 buah silinder beton dengan ukuran (150 mm x 300 mm) dan 10 buah balok beton bertulang dengan ukuran (100 mm x 200 mm x 1800 mm) dengan ketentuan untuk tiap variasi campuran dibuat 10 buah silinder beton dan 2 buah balok beton bertulang. Model balok uji dapat dilihat pada gambar 4.7. Variasi yang dipakai adalah sebagai berikut :

1. sampel (A) tanpa campuran tepung kaca (normal),
2. sampel (B) dengan campuran tepung kaca 2,5% dari berat semen,
3. sampel (C) dengan campuran tepung kaca 5% dari berat semen,
4. sampel (D) dengan campuran tepung kaca 7,5% dari berat semen, dan
5. sampel (E) dengan campuran tepung kaca 10% dari berat semen.



Gambar 4.7 Model Balok Uji

Perawatan terhadap balok uji dilaksanakan dengan menyelimuti balok dengan karung basah yang disiram setiap hari. Untuk silinder beton dilakukan dengan cara merendam di dalam bak air. Perawatan terhadap sampel tersebut dilakukan selama 28 hari. Dengan cara tersebut diharapkan hidrasi semen berlangsung dengan baik.

#### **4.3.3 Pelaksanaan Pengujian**

Pengujian meliputi uji tarik baja, uji desak silinder beton, dan uji lentur yang uraian pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

##### **1. Pengujian Kuat Tarik Baja**

Pengujian kuat tarik baja dilakukan di Laboratorium Bahan Kontruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia. Data yang diambil pada pengujian tarik baja adalah beban maksimum, beban patah, dan batas luluh awal. Tegangan tarik baja dapat diketahui dengan membagi batas luluh awal dengan luas rata-rata dari diameter baja tulangan.

##### **2. Pengujian Kuat Desak Silinder Beton**

Langkah-langkah yang ditempuh dalam pengujian kuat desak beton adalah:

- a. Setelah silinder beton direndam dalam air selama 28 hari, tinggi dan diameternya diukur, setelah itu ditimbang beratnya, kemudian diletakkan pada alas pembebanan mesin uji kuat desak beton.
- b. Mesin uji dihidupkan, pembebanan diberikan dari 0 kN hingga benda uji hancur dan besarnya beban maksimal dicatat sesuai pembacaan.

### 3. Pengujian Kuat Lentur Beton

Pelaksanaan pengujian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- a. Sebelum pengujian dilakukan, sisi permukaan balok beton di cat putih dan dibuat skala dengan ukuran yang seragam, kemudian setelah kering dapat diletakkan pada tumpuan dari "Loading frame" sesuai dengan tanda yang telah diberikan. Pemasangan "Dial" dilakukan pada jarak  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{2}$ , dan  $\frac{2}{3}$  bentang (L) dari tumpuan.
- b. Setelah "Load cell", "Tranducer indicator", dan dongkrak hidrolik sudah terpasang, pengujian lentur dapat dimulai. Mula-mula balok beton diberi pembebanan dengan interval 100 kg melalui Dongkrak hidrolik, besarnya beban yang terjadi dicatat sesuai dengan pembacaan pada "Tranducer indicator", sedangkan lendutan dapat dibaca melalui "Dial" dan dicatat.
- c. Pada saat pengujian berlangsung, pola retak yang muncul pada permukaan sisi balok beton diperjelas dengan spidol dan diberi notasi angka yang menunjukkan nomor retak saat pembebanan.
- d. Setelah tinggi pola retak primer yang terjadi hampir mendekati tinggi penampang balok, pembebanan dihentikan dan pola retak tersebut digambar.