

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bahan dan Konstruksi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

#### 3.2. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat kasar (kerikil) yang berasal dari Clereng, agregat halus (pasir) yang berasal dari sungai Progo, semen merek *Holcim PowerMax*, dan air dari Laboratorium Teknologi Bahan dan Konstruksi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Bahan-bahan yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3.1 (a) Agregat kasar, (b) agregat halus, (c) semen, dan (d) air

#### 3.3. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari alat uji material, alat uji *slump*, alat bantu pembuatan beton, dan alat uji tekan beton. Peralatan

yang digunakan dalam pengujian material terdiri dari saringan, neraca *ohaus* dengan ketelitian 0,05 kg, timbangan digital dengan kapasitas maksimum 30 kg, oven merek *binder* dengan suhu maksimum 220 °C, mesin *los angeles*, tabung *erlenmeyer* kapasitas 500 ml, nampan, dan tabung silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang dapat dilihat pada Gambar 3.2.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



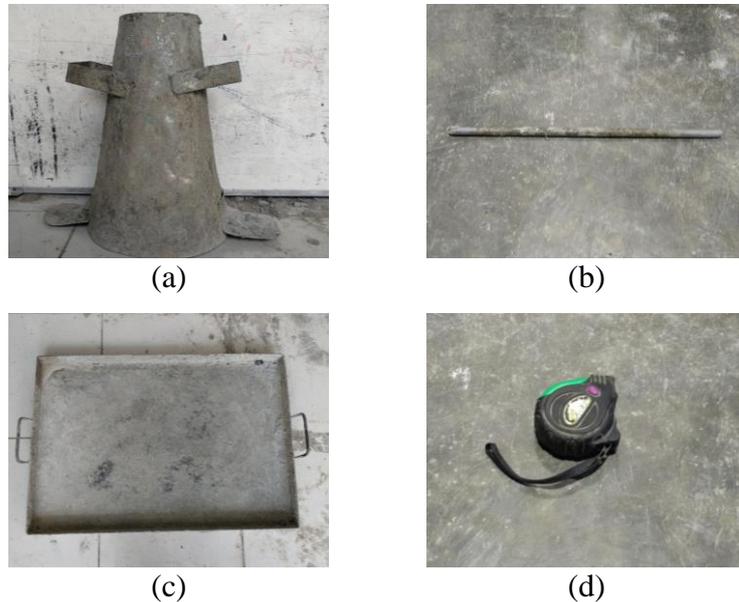
(g)



(h)

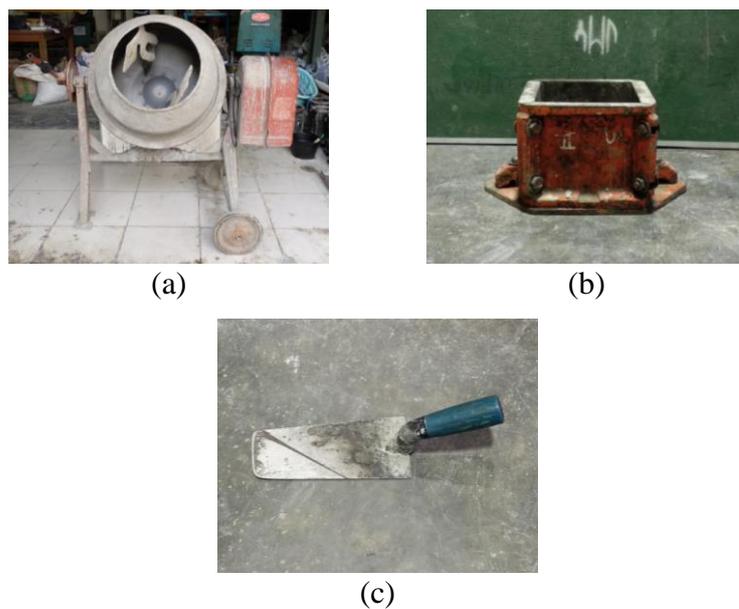
Gambar 3.2 (a) Saringan, (b) neraca *ohaus*, (c) timbangan digital, (d) oven, (e) mesin *los angeles*, (f) tabung *erlenmeyer*, (g) nampan, dan (h) tabung silinder

Peralatan yang digunakan dalam uji *slump* terdiri dari kerucut *abrams* dengan ukuran diameter atas 10 cm, diameter bawah 20 cm, dan tinggi 30 cm, batang besi penusuk, alas besi, dan meteran yang dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 (a) Kerucut *abrams*, (b) besi penusuk, (c) alas besi, dan (d) meteran

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan benda uji beton kubus terdiri dari *concrete mixer* merek kuda dengan kapasitas 125 liter, cetakan kubus ukuran 15 cm × 15 cm × 15 cm, dan sekop besi yang dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 (a) *Concrete mixer*, (b) cetakan kubus, dan (c) sekop besi

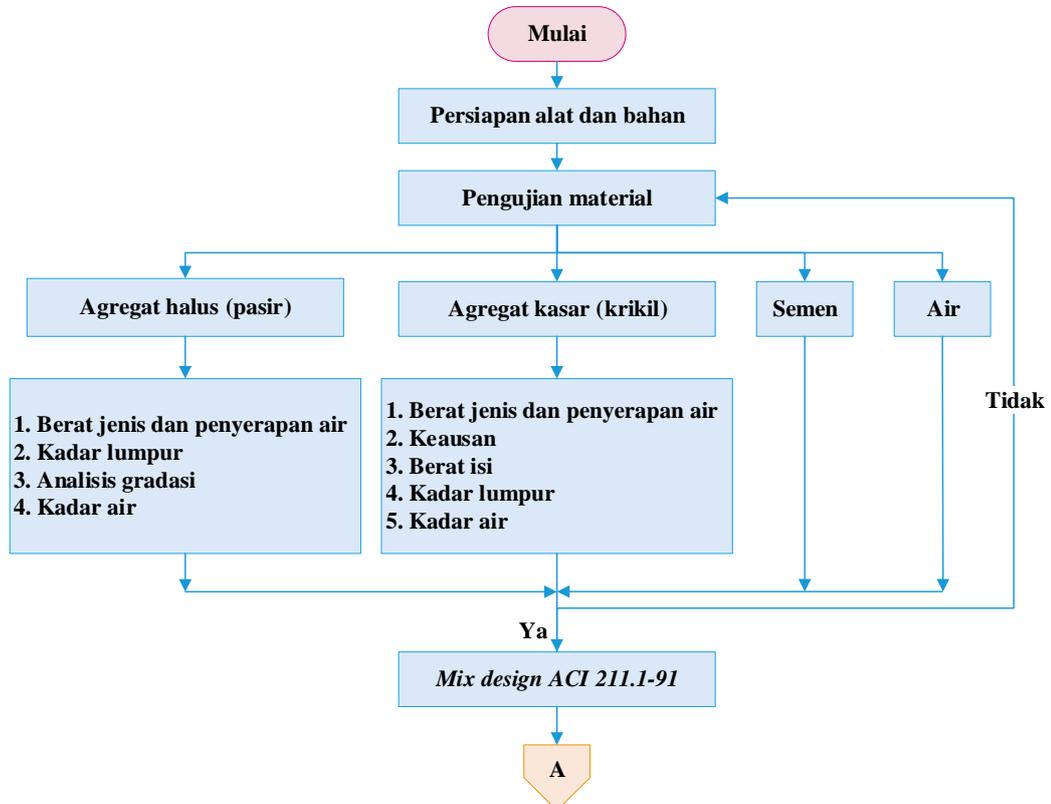
Peralatan yang digunakan dalam pengujian kuat tekan beton yaitu *concrete compression tester machine* merek *Hunga Ta* kapasitas 2000 kN yang dapat dilihat pada Gambar 3.5.



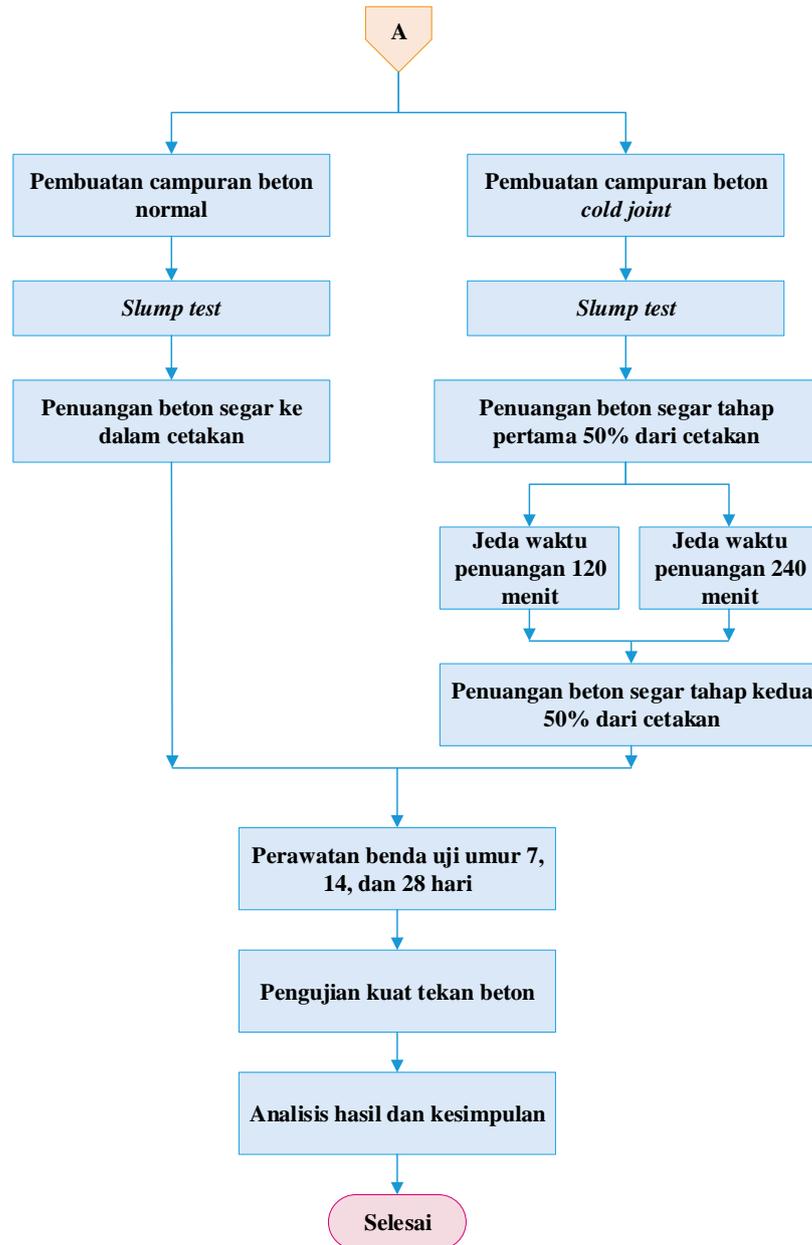
Gambar 3.5 *Concrete compression tester machine*

### 3.4. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini dimulai dari persiapan alat dan bahan, pengujian material, pembuatan *mix design*, pembuatan benda uji, pengujian *slump*, perawatan benda uji, pengujian kuat tekan, dan analisis data. Tahapan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Bagan alir penelitian



Gambar 3.6 Bagan alir penelitian (lanjutan)

### 3.4.1. Pengujian Material

Berdasarkan BSN (2014) sebelum dilakukannya pengujian, contoh uji material harus disesuaikan berdasarkan persyaratan yang telah ditentukan. Pengujian material dilakukan agar memenuhi syarat kelayakan bahan yang ditentukan. Beberapa pengujian material yang dilakukan sebelum digunakan yaitu sebagai berikut ini.

#### a. Pengujian agregat halus

- 1) Pengujian berat jenis dan penyerapan air (BSN, 2008b).

- a) Agregat halus dikeringkan pada temperatur  $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai beratnya tetap.
  - b) Agregat halus direndam dengan air selama  $(24\pm 4)$  jam, kemudian air perendaman dikeluarkan.
  - c) Agregat halus dikeringkan hingga mencapai kondisi jenuh kering permukaan (*SSD*).
  - d) Agregat halus dalam kondisi jenuh kering permukaan di masukan ke dalam piknometer sebanyak  $(500\pm 10)$  gram. Tambahkan air sampai kira-kira 90% kapasitas piknometer. Putar dan guncang piknometer untuk menghilangkan gelembung udara yang terdapat di dalam air.
  - e) Agregat halus dikeluarkan dari dalam piknometer, dikeringkan sampai beratnya tetap pada temperatur  $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ , dinginkan pada temperatur ruang selama  $(1,0\pm 0,5)$  jam dan timbang beratnya.
  - f) Timbang berat piknometer pada saat terisi air sampai batas pembacaan yang ditentukan pada  $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ .
- 2) Pengujian kadar lumpur (ASTM, 2013).
- a) Sampel uji dikeringkan dalam oven sampai beratnya tetap pada suhu  $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ .
  - b) Tentukan dan timbang sampel uji yang dikeringkan.
  - c) Sampel uji ditempatkan dalam wadah dan tambahkan air, aduk sampel uji agar terpisah dari bagian-bagian yang halus (lumpur). Suspensi yang kelihatan keruh dituangkan dengan perlahan-lahan ke dalam saringan No. 200. Ulangi beberapa kali sampai air cuci terlihat jernih.
  - d) Semua sampel uji yang tertahan pada saringan No. 200 dikeringkan dalam oven sampai beratnya tetap pada suhu  $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ .
  - e) Dinginkan sampel uji yang sudah dikeringkan pada suhu ruang dan timbang.
- 3) Pengujian analisis saringan (ASTM, 2014).
- a) Sampel uji dikeringkan sampai beratnya tetap pada suhu  $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ .
  - b) Saringan disusun berdasarkan bukaan yang sesuai dengan bahan yang akan diuji untuk memberikan informasi yang diperlukan dalam spesifikasi, kemudian sampel uji ditempatkan pada saringan teratas.

- c) Jumlah sampel uji pada saringan dibatasi sehingga partikel dapat mencapai lubang saringan, agregat halus pada saringan setelah dikeringkan harus minimum 300 gram.
  - d) Penyaringan dilakukan dengan waktu secukupnya sehingga setelah selesai tidak lebih dari 1% massa total sampel uji yang tertahan pada setiap saringan selama 1 menit.
  - e) Timbang sampel uji yang tertahan pada setiap saringan dengan menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,1%.
- 4) Pengujian kadar air (BSN, 2011a).
- a) Tentukan dan timbang sampel uji sampai 0,1% massa terdekat.
  - b) Sampel uji dikeringkan pada temperatur  $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai beratnya tetap dan jaga jangan sampai ada partikel yang hilang.
  - c) Sampel uji kering dikeluarkan dan didinginkan pada suhu ruang dan timbang sampai 0,1 massa terdekat.
- b. Pengujian agregat kasar
- 1) Pengujian berat jenis dan penyerapan air (BSN, 2008a).
- a) Agregat kasar dikeringkan sampai beratnya tetap dengan temperatur  $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ , kemudian didinginkan pada temperatur ruang dan ditimbang.
  - b) Agregat kasar kemudian direndam di dalam air pada temperatur ruang selama  $(24\pm 4)$  jam.
  - c) Agregat kasar dipindahkan dari dalam air, kemudian di lap menggunakan lembar penyerap air sampai semua lapisan air yang terlihat hilang hingga mencapai kondisi jenuh kering permukaan (SSD).
  - d) Timbang berat agregat kasar pada kondisi jenuh kering permukaan (SSD).
  - e) Agregat kasar pada kondisi jenuh kering permukaan lalu ditimbang beratnya di dalam air pada temperatur  $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ .
- 2) Pengujian keausan (BSN, 2008e).
- a) Agregat kasar dicuci dan dikeringkan pada temperatur  $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap.

- b) Tentukan dan timbang agregat kasar yang sudah dikeringkan.
  - c) Agregat kasar dan bola baja kemudian dimasukkan ke dalam mesin abrasi *Los Angeles*.
  - d) Putar mesin abrasi *Los Angeles* dengan kecepatan 30-33 rpm dengan jumlah putaran sebanyak 500 putaran berdasarkan ketentuan gradasi.
  - e) Setelah selesai pemutaran, agregat kasar dikeluarkan dari mesin kemudian saring dengan saringan No. 12.
  - f) Butiran yang tertahan di atas Saringan No.12 dicuci bersih, selanjut dikeringkan dalam oven pada temperatur  $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai beratnya tetap dan timbang.
- 3) Pengujian berat isi (BSN, 2008d).
- a) Agregat kasar dicuci dan dikeringkan pada temperatur  $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai berat tetap.
  - b) Timbang berat silinder kosong.
  - c) Isi silinder dengan agregat kasar sepertiga dari volume silinder dan ratakan. Tusuk lapisan agregat dengan 25 kali tusukan batang penusuk, isi lagi sampai volume menjadi dua pertiga penuh kemudian ratakan dan tusuk kembali sebanyak 25 kali. Isi silinder sampai berlebih dan tusuk lagi, ratakan permukaan agregat dengan batang perata.
  - d) Timbang berat silinder dengan isinya.
- 4) Pengujian kadar lumpur (ASTM, 2013).
- a) Sampel uji dikeringkan dalam oven sampai beratnya tetap pada suhu  $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ .
  - b) Tentukan dan timbang sampel uji yang dikeringkan.
  - c) Sampel uji ditempatkan dalam wadah dan tambahkan air, aduk sampel uji agar terpisah dari bagian-bagian yang halus (lumpur). Suspensi yang kelihatan keruh dituangkan dengan perlahan-lahan ke dalam saringan No. 200. Ulangi beberapa kali sampai air cuci terlihat jernih.
  - d) Semua sampel uji yang tertahan pada saringan No. 200 dikeringkan dalam oven sampai beratnya tetap pada suhu  $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ .
  - e) Dinginkan sampel uji yang sudah dikeringkan pada suhu ruang dan timbang.

- 5) Pengujian kadar air (BSN, 2011a).
  - a) Tentukan dan timbang sampel uji sampai 0,1% massa terdekat.
  - b) Sampel uji dikeringkan pada temperatur  $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai beratnya tetap dan jaga jangan sampai ada partikel yang hilang.
  - c) Sampel uji kering dikeluarkan dan didinginkan pada suhu ruang dan timbang sampai 0,1 massa terdekat.

#### **3.4.2. *Mix Design***

Penelitian ini menggunakan perencanaan campuran (*mix design*) beton dengan metode *ACI 211.1-91*. Analisis perencanaan desain campuran dapat dilihat pada Lampiran 10.

#### **3.4.3. *Slump Test***

Pengujian *slump* beton bertujuan untuk memantau *homogeneity* dan *workability* campuran beton segar. Hasil pengujian ini digunakan sebagai salah satu pengendalian mutu campuran beton pada saat pembuatan. Berdasarkan BSN (2008c) tahapan pengujian *slump* beton adalah sebagai berikut ini.

- a. Kerucut *abrams* dibasahi dan diletakan di atas permukaan yang datar, kaku, dan tidak menyerap air.
- b. Adukan beton segar dimasukkan dan dipadatkan pada setiap lapisan dengan 25 kali tusukan menggunakan batang penusuk secara merata hingga kerucut *abrams* terisi penuh.
- c. Kerucut *abrams* harus ditahan secara kokoh di tempat selama pengisian berlangsung.
- d. Kerucut *abrams* dilepaskan dari adukan beton segar dengan diangkat ke arah vertikal secara hati-hati.
- e. Setelah adukan beton segar menunjukkan penurunan, ukur segera nilai *slump* dengan menentukan perbedaan vertikal antara bagian atas kerucut *abrams* dan bagian pusat permukaan atas beton segar.

#### **3.4.4. Pembuatan Benda Uji**

Benda uji beton pada penelitian ini merupakan campuran dari agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir), semen, dan air dengan ukuran  $15\text{ cm} \times 15\text{ cm} \times 15\text{ cm}$ . Pembuatan benda uji beton pada penelitian ini di bedakan menjadi dua

yaitu beton normal dan beton *cold joint*. Berdasarkan BSN (2011b) tahapan pembuatan benda uji beton adalah sebagai berikut ini.

a. Beton normal

- 1) Material ditimbang berdasarkan *mix design* yang sudah dibuat.
- 2) Agregat kasar dan agregat halus dicampur ke dalam *concrete mixer* sampai butiran agregat tercampur merata.
- 3) Setelah agregat kasar dan halus tercampur, kemudian semen di masukan ke dalam *concrete mixer* dicampur hingga butiran agregat terselimut dengan semen. Air ditambahkan dan diaduk hingga campuran beton tampak seragam (*homogeneity*) dan memiliki konsistensi yang diinginkan
- 4) Campuran beton dikeluarkan dari *concrete mixer*, kemudian ukur nilai *slump* campuran beton segera setelah selesai pengadukan.
- 5) Campuran beton ditempatkan ke dalam cetakan kubus ukuran 15 cm × 15 cm × 15 cm menggunakan skop besi, kemudian ditumbuk menggunakan tongkat besi yang ujungnya bulat. Pengisian campuran beton dilakukan secara bertahap hingga cetakan beton terisi penuh.
- 6) Permukaan beton diratakan dan dilicinkan, cetakan beton ditempatkan di tempat yang aman dan diamankan hingga beton mengeras secara sempurna.
- 7) Buka benda uji beton dari cetakan (24±8) jam setelah pencetakan, hasil pembuatan benda uji beton normal dapat dilihat pada Lampiran 11.

b. Beton *cold joint*

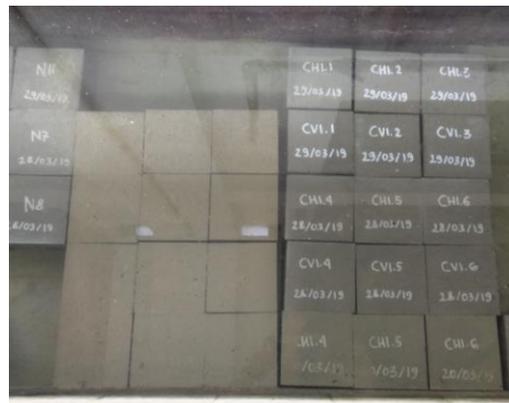
- 1) Material ditimbang berdasarkan *mix design* yang sudah dibuat.
- 2) Agregat kasar dan agregat halus dicampur ke dalam *concrete mixer* sampai butiran agregat tercampur merata.
- 3) Setelah agregat kasar dan halus tercampur, kemudian semen dimasukan ke dalam *concrete mixer* dicampur hingga butiran agregat terselimut dengan semen. Air ditambahkan dan diaduk hingga campuran beton tampak seragam (*homogeneity*) dan memiliki konsistensi yang diinginkan
- 4) Campuran beton dikeluarkan dari *concrete mixer*, kemudian ukur nilai *slump* campuran beton segera setelah selesai pengadukan.
- 5) Campuran beton ditempatkan ke dalam cetakan kubus ukuran 15 cm × 15 cm × 15 cm menggunakan skop besi, kemudian ditumbuk menggunakan

tongkat besi yang ujungnya bulat. Pengisian campuran beton dilakukan secara bertahap hingga cetakan beton terisi 50% dari volume cetakan.

- 6) Tunggu hingga waktu jeda penempatan yang ditetapkan berakhir yaitu 120 menit dan 240 menit. Waktu jeda penempatan harus diperhatikan agar proses pembuatan beton *cold joint* dapat berjalan sempurna.
- 7) Sebelum waktu jeda berakhir ulangi langkah 1-4 untuk membuat campuran beton baru. Setelah waktu jeda berakhir masukkan campuran beton baru seperti langkah 5.
- 8) Permukaan beton diratakan dan dilicinkan, cetakan beton ditempatkan di tempat yang aman dan diamankan hingga beton mengeras secara sempurna.
- 9) Buka benda uji beton dari cetakan ( $24 \pm 8$ ) jam setelah pencetakan, hasil pembuatan benda uji beton *cold joint* dapat dilihat pada Lampiran 11 .

#### 3.4.5. Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji beton (*curing*) pada pengujian ini dilakukan dengan cara merendam beton dengan air. Perendaman dilakukan setelah benda uji mengeras secara sempurna (*final setting*). Perendaman dilakukan pada kolam yang berisi air dengan temperatur ( $23 \pm 1,7$ )°C yang dapat dilihat pada Gambar 3.7. Perawatan beton dilakukan minimal selama 7 hari.

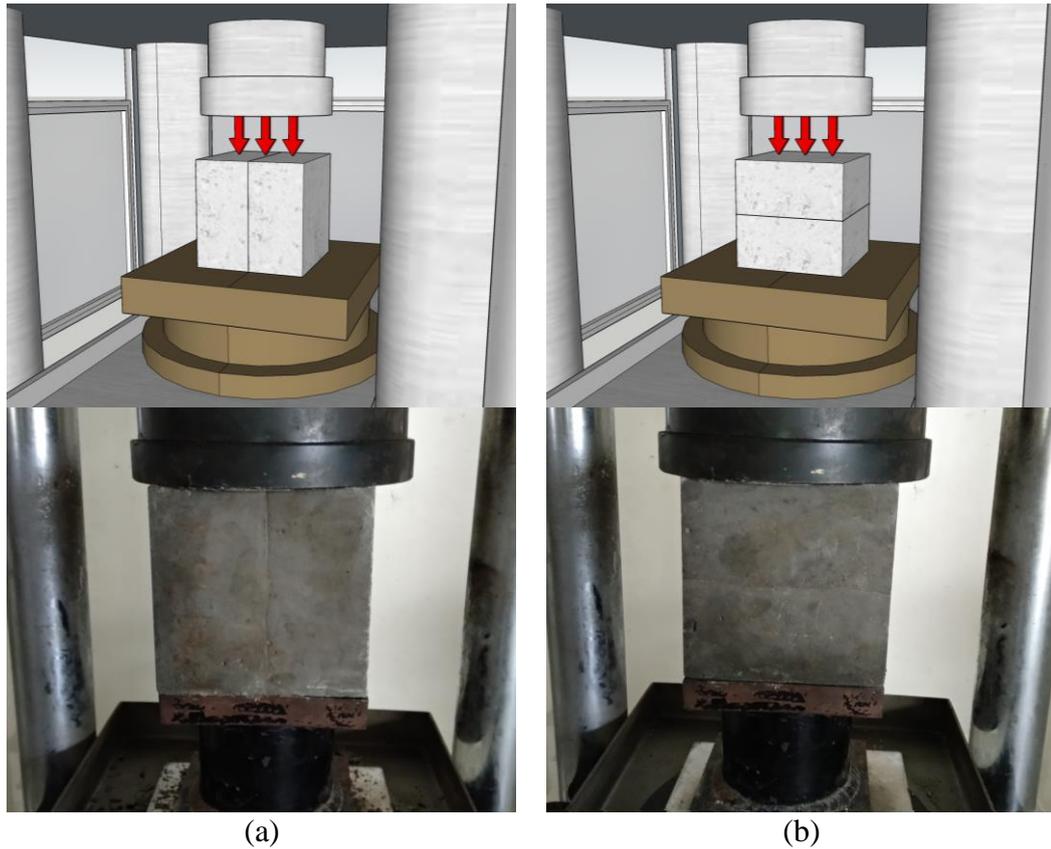


Gambar 3.7 Perawatan benda uji beton kubus

#### 3.4.6. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton bertujuan untuk menguji apakah kekuatan beton telah tercapai sesuai rencana atau belum. Pengujian kuat tekan beton dilakukan menggunakan *concrete compression tester machine* merek *Hunga Ta*

kapasitas 2000 kN dengan benda uji berbentuk kubus ukuran  $15\text{ cm} \times 15\text{ cm} \times 15\text{ cm}$  pada umur 3 hari, 7 hari, dan 28 hari. Benda uji kubus terdiri dari beton normal dan beton sambungan dingin (*cold joint*). Pengujian kuat tekan pada beton *cold joint* dibedakan menjadi dua yaitu *cold joint* arah vertikal (searah sumbu tekan) dan *cold joint* arah horizontal (melintang sumbu tekan). Pengujian kuat tekan pada beton *cold joint* dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Pengujian kuat tekan beton (a) *cold joint* arah vertikal (searah sumbu tekan) dan (b) *cold joint* arah horizontal (melintang sumbu tekan)